รูปแบบการสึกของฟันกับพฤติกรรมการบริโภคอาหาร แหล่งโบราณคดีหนองราชวัตร จังหวัดสุพรรณบุรี

โดย
นางสาววาทินี ถนอมพลกรัง

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรศิลปศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาโบราณคดี แผน ก แบบ ก 2 ปริญญามหาบัณฑิต
ภาควิชาโบราณคดี
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร
ปีการศึกษา 2560

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

รูปแบบการสึกของฟันกับพฤติกรรมการบริโภคอาหาร แหล่งโบราณคดีหนองราชวัตร จังหวัดสุพรรณบุรี

โดย
นางสาววาทินี ถนอมพลกรัง

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรศิลปศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาโบราณคดี แผน ก แบบ ก 2 ปริญญามหาบัณฑิต
ภาควิชาโบราณคดี
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร
ปีการศึกษา 2560

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

PATTERN OF TOOTHWEAR AND DIETARY BEHAVIOR AT NONG RACHAWAT, SUPHAN BURI

By

MISS Watinee TANOMPOLKRANG

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for Master of Arts (Archaeology)
Department of Archaeology
Graduate School, Silpakorn University
Academic Year 2017

Copyright of Graduate School, Silpakorn University

หัวข้อ	รูปแบบการสึกของฟันกับพฤติกรรมการบริโภคอาหาร แหล่งโบราณคดีหนองราชวัตร จังหวัดสุพรรณบุรี
โดย	วาทินี ถนอมพลกรัง
สาขาวิชา	โบราณคดี แผน ก แบบ ก 2 ปริญญามหาบัณฑิต
อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก	รองศาสตราจารย์ ดร. รัศมี ชูทรงเดช

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร ได้รับพิจารณาอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรศิลปศาสตรมหาบัณฑิต

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.จุไรรัตน์ นันทานิช)

พิจารณาเห็นชอบโดย

..... ประธานกรรมการ
(ดร. ประสิทธิ์ เอื้อตระกูลวิทย์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
(รองศาสตราจารย์ ดร. รัศมี ชูทรงเดช)

..... ผู้ทรงคุณวุฒิภายใน
(รองศาสตราจารย์ ดร. ธนิก เลิศชาญฤทธ์)

..... ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก
(อาจารย์ ประพิศ พงศ์มาศ)

56102202 : โบราณคดี แผน ก แบบ ก 2 ปริญญามหาบัณฑิต
คำสำคัญ : ร่องรอยการสึกขนาดเล็ก, รอยสึก, สมัยหินใหม่, ฟัน, พฤติกรรมการบริโภคอาหาร

นางสาว วาทินี ถนอมพลกรัง: รูปแบบการสึกของฟันกับพฤติกรรมการบริโภคอาหาร แหล่งโบราณคดีหนองราชวัตร จังหวัดสุพรรณบุรี อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ : รองศาสตราจารย์ ดร. รัศมี ชูทรงเดช

การศึกษานี้เป็นการศึกษาร่องรอยการสึกขนาดเล็กบนผิวฟัน มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแบบแผนการบริโภคอาหารของคนก่อนประวัติศาสตร์ที่แหล่งโบราณคดีหนองราชวัตร จังหวัดสุพรรณบุรี ซึ่งเป็นแหล่งโบราณคดีสมัยหินใหม่ที่สำคัญอายุประมาณ 3,800-4,000 ปีมาแล้ว โดยศึกษาจากตัวอย่างฟันกรามล่างซี่ที่ 1 หรือ 2 ที่ติดอยู่ในตำแหน่งเดิมบนขากรรไกรล่าง ด้วยกล้องจุลทรรศน์กำลังขยายสูงชนิด Stereo Microscope กำลังขยาย 50X, 100X และ 200X จำนวน 13 ตัวอย่าง จากโครงกระดูกมนุษย์ทั้งหมด 49 โครงที่ได้จากการขุดค้นในปี พ.ศ.2557-2558 และเปรียบเทียบกับตัวอย่างฟันกรามล่างซี่ที่ 1 ของประชากรในปัจจุบันจำนวน 10 ตัวอย่าง โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มบริโภคเนื้อสัตว์เป็นส่วนใหญ่และกลุ่มบริโภคพืชเป็นส่วนใหญ่ การเลือกศึกษาเฉพาะฟันกรามนั้นเนื่องจากฟันกรามเป็นฟันที่มีหน้าที่ในการบดเคี้ยวอาหารและเป็นหลัก

ผลการศึกษาพบว่ารูปแบบร่องรอยการสึกของฟันคนสมัยก่อนประวัติศาสตร์ที่แหล่งโบราณคดีหนองราชวัตร อำเภอหนองหญ้าไซ จังหวัดสุพรรณบุรี มีรูปแบบการสึกแบบผสมระหว่างรูปแบบการสึกที่เป็นลักษณะของร่องรอยขูดขีด (Scratch) และร่องรอยหลุม (Pit) ปะปนกัน ร่องรอยขูดขีดจะมีลักษณะเป็นเส้นตรงยาว วางตัวในทิศทางต่างๆ ร่องรอยหลุมจะมีลักษณะเป็นหลุมที่มีความกว้างหรือยาวในอัตราส่วนใกล้เคียงกัน โดยในตัวอย่างฟันจากแหล่งโบราณคดีหนองราชวัตรพบว่ามีจำนวนร่องรอยขูดขีดมากกว่าร่องรอยหลุม ขนาดของร่องรอยไม่เท่ากัน เมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างในปัจจุบันพบว่ามีลักษณะคล้ายกับร่องรอยการสึกของกลุ่มคนบริโภคเนื้อสัตว์เป็นส่วนใหญ่มากกว่ากลุ่มคนบริโภคพืชเป็นหลัก เมื่อพิจารณาจากโบราณวัตถุอื่นๆที่พบร่วมกัน เช่น เศษเปลือกข้าวในเนื้อภาชนะดินเผา และกระดูกสัตว์ที่พบร่วมกัน นำไปสู่การสันนิษฐานถึงแบบแผนการบริโภคอาหารของมนุษย์ก่อนประวัติศาสตร์ที่แหล่งโบราณคดีหนองราชวัตรว่ามีการบริโภคอาหารที่มีลักษณะเส้นใยค่อนข้างหยาบและแข็ง มีลักษณะการดำรงชีวิตแบบเก็บของป่าล่าสัตว์ผสมผสานกับการปลูกพืช

56102202 : Major (Archaeology)
Keyword : microwear, tooth wear, Neolithic, dietary behavior, abrasion

MISS WATINEE TANOMPOLKRANG : PATTERN OF TOOTHWEAR AND DIETARY BEHAVIOR AT NONG RACHAWAT, SUPHAN BURI THESIS ADVISOR : ASSOCIATE PROFESSOR DR. RASMI SHOOCONGDEJ

This study aims to further understand the pattern of tooth wear and dietary behavior of people in Nong Rachawat archaeological site, Suphan buri province. Nong Rachawat dates to Neolithic period (3,800 to 4,000 years ago). Thirteenth samples of the first or the second lower molar on the mandible from 49 human bones, discovered from 2014 to 2015, were identified with a stereo microscope at 50X, 100X, and 200X magnification and compared with 10 samples of the first lower molar of people in current population. The modern samples were divided into 2 groups, including the group for ones who prefer meat consumption and the other for those who prefer vegetable consumption. The researcher decided to examine the molar teeth in particular since the molars are primarily used for grinding food.

The findings revealed that the tooth abrasion of the prehistorical people at Nong Rachawat Archaeological was the combination between the scratch and the pit. The number of the scratches were more frequently found than the pits, and their sizes were different. When compared with the samples collected from the present people's molars, the qualities of scratch and pit were similar to those of who prefer meat consumption rather than vegetable consumption. When considering from the other artifacts which were mutually discovered such as rice husks in the earthenware and bones of Bovidae Cervidea, Reptilia and fish. This led to conclude that the food consumed by the people contained quite rough and hard fiber. Moreover, the way of grinding food was chewing by slanting the jaws rather than biting. In sum, the way of living was a mixed subsistence strategies of hunting-gathering and agriculture.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงลงได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความกรุณาและช่วยเหลือจากหลายๆท่าน ทั้งหน่วยงานที่เกี่ยวข้องและผู้ที่ให้ความรู้ในการศึกษาครั้งนี้ ดังนี้

ทุนโบราณคดีทัศนาจร จากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร ที่ได้มอบทุนในการทำวิทยานิพนธ์

โครงการมนุษย์ก่อนประวัติศาสตร์กับพลวัตทางวัฒนธรรมบนพื้นที่สูงในอำเภอปางมะผ้า จังหวัดแม่ฮ่องสอน ที่สนับสนุนทุนในการดำเนินการ

คณาจารย์ภาควิชาโบราณคดี คณะโบราณคดีทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือ คำปรึกษาและให้วิชาความรู้แก่ศิษย์คนนี้ตั้งแต่ระดับปริญญาตรีจนกระทั่งปัจจุบัน

รองศาสตราจารย์รัศมี ชูทรงเดช อาจารย์ที่ปรึกษาในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ที่ให้คำแนะนำแก้ไขและช่วยเสนอแนวคิดใหม่ๆให้ผู้จัดทำ รวมถึงให้ความช่วยเหลือด้านต่างๆ คอยติดตามและเอาใจใส่จนกระทั่งทำวิทยานิพนธ์สำเร็จ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ทันตแพทย์หญิงดร.กนกนาฏ จินตกานนท์ นักวิจัยประจำโครงการมนุษย์ก่อนประวัติศาสตร์กับพลวัตทางวัฒนธรรมบนพื้นที่สูงในอำเภอปางมะผ้า จังหวัดแม่ฮ่องสอน ที่จุดประกายหัวข้อวิทยานิพนธ์รวมถึงเสนอแนะแนวทางในการศึกษา อีกทั้งกรุณาให้ความรู้ในขั้นตอนการศึกษาและความรู้เกี่ยวกับฟันมนุษย์ การจำลองฟัน ให้ความกรุณาติดต่อห้องปฏิบัติการระดับนาโน ติดต่อตัวแทนจำหน่ายวัสดุทางทันตกรรมที่ต้องใช้ในการศึกษา

อาจารย์ประพิศ พงศ์มาศ ที่มอบคำแนะนำและคำปรึกษาตลอดการทำวิทยานิพนธ์

สำนักศิลปากรที่ 2 ที่ให้ความอนุเคราะห์อนุญาตให้ศึกษาตัวอย่างฟันมนุษย์จากแหล่งโบราณคดีหนองราชวัตร อำเภอหนองหญ้าไซ จังหวัดสุพรรณบุรี รวมถึงคุณสุภมาศ ดวงสกุล นักโบราณคดีระดับชำนาญการ สำนักศิลปากรที่ 2 ที่ให้ความช่วยเหลือทุกด้านในขณะที่ทำการเก็บข้อมูลที่แหล่งโบราณคดีหนองราชวัตร จังหวัดสุพรรณบุรี

ดร.วรรณี ฉินศิริกุล ผู้อำนวยการศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) ที่ให้ความอนุเคราะห์การใช้ห้องปฏิบัติการระดับนาโน Scanning Electron Microscope

คุณชูชาติ วารินทร์ เจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการระดับนาโน Scanning Electron Microscope ที่ให้ความอนุเคราะห์สอนวิธีการใช้กล้องจุลทรรศน์และให้คำแนะนำตลอดการปฏิบัติงานให้ห้องปฏิบัติการ

คณะทำงานที่แหล่งโบราณคดีหนองราชวัตรทุกคน ที่ให้ความช่วยเหลือทุกด้านขณะทำงานเก็บข้อมูลที่หนองราชวัตร และขอบคุณทุกท่านที่ให้ความอนุเคราะห์เป็นตัวอย่างในการพิมพ์ฟันเพื่อใช้ในการศึกษาทั้ง 10 ท่าน สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณครอบครัวที่ให้ความสนับสนุนทุกๆด้าน คอยให้กำลังใจเสมอมา ขอบคุณเพื่อน พี่ น้องทุกคนที่ให้ความช่วยเหลือทุกด้าน ที่ไม่สามารถกล่าวถึงได้หมดในที่นี้

วาทินี ถนอมพลกรัง

มหาวิทยาลัยศิลปากร

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ
กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ
สารบัญ ..... ซ
สารบัญภาพ ..... ฏ
สารบัญตาราง ..... ถ
สารบัญแผนภูมิ ..... ท
บทที่ 1 บทนำ 1
ที่มาและความสำคัญ 1
ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ 5
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 5
ขอบเขตการวิจัย 5
ข้อสมมติฐานของงานวิจัย 5
นิยามศัพท์เฉพาะ 5
ขั้นตอนการวิจัย 6
วิธีการและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย 7
บทที่ 2 ทบทวนวรรณกรรม 10
สมัยหินใหม่ในประเทศไทย 10
ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับฟัน 13
2.1 ความหมายของฟัน 13
2.2 ส่วนประกอบของฟัน 14

2.3 ลักษณะทางกายวิภาคของฟัน 14

2.3.1 ด้านต่างๆของฟัน 14

2.3.2 การแบ่งส่วนของฟัน 16

2.4 การจำแนกฟัน 16

2.4.1 ฟันน้ำนม เป็นชุดฟันที่มีจำนวน 20 ซี่ ประกอบด้วย ฟันตัด (incisor) 8 ซี่, ฟันเขี้ยว (canine) 4 ซี่, ฟันกราม (molar) 8 ซี่ 16

2.4.2 ฟันแท้ มีจำนวนฟัน 32 ซี่ ประกอบด้วย ฟันตัด (incisor) 8 ซี่, ฟันเขี้ยว (canine) 4 ซี่, ฟันกรามน้อย (premolar) 8 ซี่, ฟันกราม (molar) 12 ซี่ 17

2.5 ลักษณะของฟันแท้ (Permanent teeth) 18

2.6 กลไกและระบบการเคี้ยวอาหารของมนุษย์ 19

2.6.1 กลไกการเคี้ยวอาหารของมนุษย์ 19

หลักฟิสิกส์ของการเคลื่อนไหวขากรรไกร (Physics of law movement) ตามกฎของนิวตัน (Newton’s Laws) 20

2.6.2 ระบบการเคี้ยวอาหารของมนุษย์ 22

2.7 การสึกของฟัน 23

2.7.1 ประเภทและการจำแนกรอยสึกของฟัน 24

2.7.1.1 การสึกเหตุบดเคี้ยว (Attrition) 24

2.7.1.2 การสึกจากการขัดถู (Abrasion) 24

2.7.1.3 การสึกกร่อนของฟัน (Erosion) 25

2.7.2 ลักษณะของร่องรอยการสึกของฟัน 26

การศึกษาการสึกของฟันในประเทศไทย 27

2.8 การศึกษาเกี่ยวกับร่องรอยการสึกขนาดเล็กบนผิวฟันที่ผ่านมา 29

2.8.1 ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเกิดร่องรอยการสึกขนาดเล็กบนผิวฟัน 34

2.8.1.1 ปัจจัยภายในที่ทำให้เกิดร่องรอยการสึกขนาดเล็กบน ผิวฟัน เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นภายในช่องปากที่เกี่ยวข้องกับการบดเคี้ยวอาหาร 34

2.8.1.2 ปัจจัยภายนอกที่ส่งผลต่อการเกิดร่องรอยการสึกขนาดเล็กบนผิวฟัน 37

2.8.2 การศึกษารูปแบบของร่องรอยจากการสึกขนาดเล็กบนผิวฟัน 42

2.8.3 การศึกษาลักษณะร่องรอยการสึกขนาดเล็กบนผิวฟันจากลักษณะการดำรงชีวิต 45

บทที่ 3 ตัวอย่างที่นำมาศึกษาและวิธีการศึกษา 50

3.1 ข้อมูลแหล่งโบราณคดี 51

3.1.1 ที่ตั้งและสภาพแวดล้อมของแหล่งโบราณคดี 52

3.1.2 การดำเนินงานทางโบราณคดีที่แหล่งโบราณคดีหนองราชวัตร 53

3.1.3 ชั้นดินทางโบราณคดี 55

3.1.4 หลักฐานทางโบราณคดีที่พบจากการดำเนินงาน 57

3.2 ตัวอย่างที่นำมาศึกษา 62

3.2.1 กลุ่มประชากรตัวอย่างจากแหล่งโบราณคดีหนองราชวัตร 62

3.2.2 กลุ่มประชากรตัวอย่างปัจจุบัน 67

3.2.2.1 พฤติกรรมการบริโภคอาหารของกลุ่มตัวอย่างประชากรปัจจุบัน 69

3.3 วิธีการศึกษา 80

บทที่ 4 ผลการศึกษา 91

4.1 ผลการศึกษาลักษณะรอยสึกขนาดเล็กบนผิวฟันจากฟันของกลุ่มประชากรปัจจุบันด้วยกล้องจุลทรรศน์ชนิดสเตอริโอ รุ่น คาร์ล ไซส์ ไมโครสโคปี แอกซิโอ เอ วัน 50 เท่า, 100 เท่า, 200 เท่า 92

4.2 ผลการศึกษาลักษณะรอยสึกขนาดเล็กบนผิวฟันจากฟันของกลุ่มประชากรจากแหล่งโบราณคดีหนองราชวัตร ด้วยกล้องจุลทรรศน์ชนิดสเตอริโอ รุ่น คาร์ล ไซส์ ไมโครสโคปี แอกซิโอ เอ วัน กำลังขยาย 50 เท่า, 100 เท่า, 200 เท่า 104

บทที่ 5 บทวิเคราะห์ 123
5.1 การวิเคราะห์รอยสึกขนาดเล็กบนผิวฟันของตัวอย่างคนในปัจจุบัน 123
5.1.1 การวิเคราะห์ร่องรอยการสึกขนาดเล็กบนผิวฟันตัวอย่างในปัจจุบันจากลักษณะของร่องรอย 124
5.1.2 การวิเคราะห์ร่องรอยการสึกขนาดเล็กบนผิวฟันของตัวอย่างปัจจุบันในเชิงปริมาณ . 140
การเปรียบเทียบร่องรอยการสึกขนาดเล็กที่เกิดขึ้นบนผิวฟันของกลุ่มตัวอย่างคนในปัจจุบัน 145
สรุปผลการวิเคราะห์รอยสึกขนาดเล็กบนผิวฟันจากตัวอย่างคนปัจจุบัน 146
5.2 การวิเคราะห์ร่องรอยการสึกขนาดเล็กบนผิวฟันของตัวอย่างจากแหล่งโบราณคดี 152
5.2.1 การวิเคราะห์ร่องรอยการสึกขนาดเล็กบนผิวฟันตัวอย่างจากแหล่งโบราณคดีจากลักษณะของร่องรอย 154
สรุปผลการวิเคราะห์รอยสึกขนาดเล็กบนผิวฟันจากแหล่งโบราณคดี 173
5.2.2 การวิเคราะห์ร่องรอยการสึกขนาดเล็กบนผิวฟันของตัวอย่างจากแหล่งโบราณคดีหนองราชวัตรในเชิงปริมาณ 174
5.3 การจัดรูปแบบร่องรอยการสึกขนาดเล็กบนผิวฟัน 183
5.4 การวิเคราะห์ร่องรอยการสึกขนาดเล็กบนผิวฟันของตัวอย่างจากแหล่งโบราณคดีเปรียบเทียบจากการศึกษาในคนปัจจุบัน 190
5.5 การอภิปรายผลศึกษารูปแบบการสึกขนาดเล็กที่เกิดขึ้นบนผิวฟันจากตัวอย่างคนปัจจุบันและตัวอย่างจากแหล่งโบราณคดีหนองราชวัตร 193
บทที่ 6 สรุปผลการศึกษา 197
รายการอ้างอิง 200
ประวัติผู้เขียน 206

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1 การเรียกชื่อด้านต่างๆและทิศทางของฟัน (ดัดแปลงจาก (Brothwell, 1963, 10) 15

ภาพที่ 2 ชุดฟันน้ำนม (David, 2016)..... 17

ภาพที่ 3 ชุดฟันแท้ (David, 2016) 17

ภาพที่ 4 ลักษณะการเคลื่อนไหวของขากรรไกร ที่สามารถเคลื่อนไหวได้ 6 ทิศทาง ได้แก่ บน-ล่าง, ซ้าย-ขวา, หน้า-หลัง ลักษณะการเคี้ยวแต่ละทิศทางจะมีความสัมพันธ์กับแรงกดและมวลของอาหาร ซึ่งแปรผันตรงกับความเร็วของการเคี้ยว ดัดแปลงจาก (Koolstra, 2002, 370) 20

ภาพที่ 5 การหมุนตัวของขากรรไกร ก) การหมุนตัวในข้อสันนิษฐานว่ามีลักษณะคล้ายก้นหอย ในจังหวะที่มีการเคลื่อนไหวขากรรไกรออกจากแกนกลาง ข) การเคลื่อนไหวที่เกิดขึ้นภายหลังแกนก้นหอยในจังหวะปิดขากรรไกร ดัดแปลงจาก (Koolstra, 2002, 371) 21

ภาพที่ 6 กลไกการเคี้ยวอาหารของฟันกราม ดัดแปลงจาก (Hillson, 1996, 245)..... 23

ภาพที่ 7 ลักษณะการสึกแต่ละรูปแบบ (Kieser, 2001, 209-210)..... 26

ภาพที่ 8 ลักษณะที่เกิดขึ้นจากการทดลอง ก) ร่องรอยที่เกิดจากการสัมผัสในลักษณะหยุดนิ่ง ข) ร่องรอยที่เกิดจากการสัมผัสในลักษณะเคลื่อนไหว (Lopez, 2014, 149) ความอ่อนนุ่มของอาหารที่ทำให้เกิดร่องรอยบนผิวฟัน..... 34

ภาพที่ 9 ตัวอย่างร่องรอยบนผิวฟันจากความอ่อนนุ่มของอาหาร ก) ตัวอย่างผิวฟันหมี (บน) ก่อนการทดลอง (ล่าง) หลังการทดลองบดเคี้ยวแครอทสด จำนวน 10 ครั้ง 36

ภาพที่ 10 ร่องรอยบนผิวฟันจากการทดลองด้วยกรดซิตริก ก) ก่อนการทดลอง ข) หลังการแช่ตัวอย่างไว้ในกรดซิตริก 2 ชั่วโมง (King et al., 1999, 365)..... 38

ภาพที่ 11 ร่องรอยบนผิวฟันจากการทดลองด้วยด่าง ก) ก่อนการทดลอง ข) หลังการแช่ตัวอย่างไว้ในน้ำด่าง 238 ชั่วโมง (King et al., 1999, 365)..... 38

ภาพที่ 12 ร่องรอยบนผิวฟันจากการขูดขีดกับตะกอน ก) ก่อนการทดลอง ข) หลังจากทดลอง 64 ชั่วโมง ค) หลังจากทดลอง 256 ชั่วโมง ง) หลังจากทดลอง 512 ชั่วโมง (King et al., 1999, 368) 39

ภาพที่ 13 ร่องรอยบนผิวฟันจากการขูดขีดด้วยทราย ก) ก่อนการทดลอง ข) หลังจากทดลอง 64 ชั่วโมง ค) หลังจากทดลอง 256 ชั่วโมง ง) หลังจากทดลอง 512 ชั่วโมง (King et al., 1999, 364) 40

ภาพที่ 14 ร่องรอยบนผิวฟันจากการขูดขีดด้วยหินกรวด ก) ก่อนการทดลอง ข) หลังจากการทดลอง 64 ชั่วโมง ค) หลังจากการทดลอง 256 ชั่วโมง ง) หลังจากการทดลอง 512 ชั่วโมง (King et al., 1999, 366)..... 41

ภาพที่ 15 ลักษณะรูปแบบร่องรอยแต่ละประเภท ก) anisotropic texture ข) complex texture (Scott, 2006, 342)..... 42

ภาพที่ 16 ร่องรอยบนผิวฟันของ ก) Theropithecus gelada ข) Alouatta palliata ค) Gorilla beringei (Scott et al., 2012, 568) 43

ภาพที่ 17 ร่องรอยบนผิวฟันของ ง) Cercocebus atys จ) Cebus nigritus robustus ฉ) Pan troglodytes (Scott et al., 2012, 568) 43

ภาพที่ 18 ร่องรอยการสึกขนาดเล็กบนผิวฟันจากตัวอย่างสัตว์กินเนื้อ..... 44

ภาพที่ 19 ร่องรอยการสึกขนาดเล็กบนผิวฟันจากตัวอย่างสัตว์กินพืช ก) ร่องรอยการสึกขนาดเล็กบนผิวฟันกอลิลา ข) ร่องรอยการสึกขนาดเล็กบนผิวฟันชิมแพนซี (Galbany et al., 2004, 224)..... 45

ภาพที่ 20 การเปรียบเทียบร่องรอยการสึกขนาดเล็กบนผิวฟันจากกลุ่มดำรงชีวิตที่แตกต่างกัน (Romero et al., 2013, 5) 47

ภาพที่ 21 แสดงชั้นทับถมทางโบราณคดีทั้ง 4 ด้านของหลุมขุดค้น N17E1-N20W2 ที่ขุดค้นในปีพ.ศ. 2557-2558 แหล่งโบราณคดีหนองราชวัตร จังหวัดสุพรรณบุรี..... 61

ภาพที่ 22 กล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอ รุ่น คาร์ล ซิส ไมโครสโคปี แอกซิโอ เอ วัน (Carl Zeiss Microscopy Axio A1) (Ziess, 2018)..... 90

ภาพที่ 23 ตัวอย่างที่ 1 ร่องรอยบนผิวฟันจากการส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์..... 92

ภาพที่ 24 ตัวอย่างที่ 2 ร่องรอยบนผิวฟันจากการส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์..... 93

ภาพที่ 25 ตัวอย่างที่ 3 ร่องรอยบนผิวฟันจากการส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์..... 95

ภาพที่ 26 ตัวอย่างที่ 4 ร่องรอยบนผิวฟันจากการส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์..... 96

ภาพที่ 27 ตัวอย่างที่ 5 ร่องรอยบนผิวฟันจากการส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์..... 97

ภาพที่ 28 ตัวอย่างที่ 6 ร่องรอยบนผิวฟันจากการส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์..... 98

ภาพที่ 29 ตัวอย่างที่ 7 ร่องรอยบนผิวฟันจากการส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์..... 99

ภาพที่ 30 ตัวอย่างที่ 8 ร่องรอยบนผิวฟันจากการส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์..... 100

ภาพที่ 31 ตัวอย่างที่ 9 ร่องรอยบนผิวฟันจากการส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์ 102

ภาพที่ 32 ตัวอย่างที่ 10 ร่องรอยบนผิวฟันจากการส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์ 103

ภาพที่ 33 ร่องรอยบนผิวฟันจากการส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์จากโครงกระดูกหมายเลข 065 105

ภาพที่ 34 ร่องรอยบนผิวฟันจากการส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์จากโครงกระดูกหมายเลข 067 106

ภาพที่ 35 ร่องรอยบนผิวฟันจากการส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์จากโครงกระดูกหมายเลข 071 108

ภาพที่ 36 ร่องรอยบนผิวฟันจากการส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์จากโครงกระดูกหมายเลข 072 109

ภาพที่ 37 ร่องรอยบนผิวฟันจากการส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์จากโครงกระดูกหมายเลข 076 110

ภาพที่ 38 ร่องรอยบนผิวฟันจากการส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์จากโครงกระดูกหมายเลข 077 112

ภาพที่ 39 ร่องรอยบนผิวฟันจากการส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์จากโครงกระดูกหมายเลข 078 113

ภาพที่ 40 ร่องรอยบนผิวฟันจากการส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์จากโครงกระดูกหมายเลข 079 114

ภาพที่ 41 ร่องรอยบนผิวฟันจากการส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์จากโครงกระดูกหมายเลข 080 116

ภาพที่ 42 ร่องรอยบนผิวฟันจากการส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์จากโครงกระดูกหมายเลข 083 117

ภาพที่ 43 ร่องรอยบนผิวฟันจากการส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์จากโครงกระดูกหมายเลข 087 119

ภาพที่ 44 ร่องรอยบนผิวฟันจากการส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์จากโครงกระดูกหมายเลข 095 120

ภาพที่ 45 ร่องรอยบนผิวฟันจากการส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์จากโครงกระดูกหมายเลข 098 122

ภาพที่ 46 ภาพถ่ายกำลังขยาย 50 เท่า สังเกตเห็นร่องรอยหลุมมากกว่าร่องรอยขูดขีด และกระจายอยู่ทั่วบริเวณที่ศึกษา 124

ภาพที่ 47 เมื่อเพิ่มกำลังขยายเป็น 100 เท่า จะพบร่องรอยขูดขีดที่เป็นแนวเส้นตรง ไปในทิศทางเดียวกัน 2 แนว 125

ภาพที่ 48 ภาพถ่ายกำลังขยาย 50 เท่า พบร่องรอยขูดขีดบางๆ อยู่บนผิวฟัน ไม่พบร่องรอยหลุมปะปนอยู่ร่วมกับร่องรอยขูดขีด 126

ภาพที่ 49 เมื่อขยายกำลังขยายเป็น 100 เท่า พบร่องรอยขูดขีดชัดเจนขึ้น แต่ไม่หนาแน่นนัก 126

ภาพที่ 50 ภาพถ่ายกำลังขยาย 50 เท่า พบร่องรอยขูดขีดบางๆบนผิวฟัน 127

ภาพที่ 51 เพิ่มกำลังขยายเป็น 100 เท่า พบร่องรอยขูดขีดเป็นเส้นบางๆ ร่องรอยมีลักษณะเป็นร่องรอยบางๆ ไม่พบร่องรอยหลุม 128

ภาพที่ 52 ภาพถ่ายกำลังขยาย 50 เท่า สังเกตเห็นร่องรอยขูดขีดเป็นเส้นตรงกระจายอยู่ทั่วบริเวณที่ศึกษา และสามารถสังเกตเห็นร่องรอยหลุมกระจายเล็กน้อย 129

ภาพที่ 53 เมื่อเพิ่มกำลังขยายเป็น 100 เท่า จะพบร่องรอยขูดขีดที่เป็นแนวเส้นตรง ไปในทิศทางเดียวกัน 129

ภาพที่ 54 ภาพถ่ายกำลังขยาย 50 เท่า สังเกตเห็นร่องรอยไม่ชัดเจน พบร่องรอยหลุมเล็กน้อย ร่องรอยขูดขีดเบาบางมาก พื้นผิวฟันค่อนข้างขรุขระ 130

ภาพที่ 55 เมื่อเพิ่มกำลังขยายเป็น 100 เท่า พบร่องรอยขูดขีดบางๆ ผิวฟันมีความขรุขระ 131

ภาพที่ 56 ภาพถ่ายกำลังขยาย 50 เท่า สังเกตเห็นร่องรอยหลุมได้อย่างชัดเจน และพบว่าร่องรอยเหล่านี้กระจายอยู่ทั่วพื้นที่ที่ทำการศึกษา สังเกตเห็นร่องรอยขูดขีดได้ไม่ชัดเจน 132

ภาพที่ 57 เมื่อเพิ่มกำลังขยายเป็น 100 เท่า พบว่ามีร่องรอยขูดขีดบางๆ ปนอยู่กับร่องรอยหลุม .. 132

ภาพที่ 58 ภาพถ่ายกำลังขยาย 50 เท่า ร่องรอยมีความลึกจนสามารถสังเกตเห็นได้ชัดเจน 133

ภาพที่ 59 เมื่อเพิ่มกำลังขยายเป็น 100 เท่า พบว่าร่องรอยขูดขีดที่พบมีขอบที่คม มีความลึก ร่องรอยดังกล่าวเกิดขึ้นจากการเสียดสีวัตถุที่มีความแข็งในลักษณะเยื้องขากรรไกร 134

ภาพที่ 60 ภาพถ่ายกำลังขยาย 50 เท่า พบร่องรอยหลุมและร่องรอยขูดขีดปะปนกันแต่ไม่หนาแน่น 135

ภาพที่ 61 เมื่อเพิ่มกำลังขยายเป็น 100 เท่า พบว่าพื้นผิวฟันมีลักษณะขรุขระ มีร่องรอยหลุมขนาดเล็กกระจายอยู่ และร่องรอยขูดขีดที่สามารถสังเกตได้มีความตื้นลึกปะปนกัน 135

ภาพที่ 62 ภาพถ่ายกำลังขยาย 50 เท่า พบร่องรอยขูดขีดบางๆ วางตัวในทิศทางเดียวกัน 136

ภาพที่ 63 เมื่อเพิ่มกำลังขยายเป็น 100 เท่า พบร่องรอยขูดขีดชัดเจนขึ้น และมีการวางตัวไปในทิศทางเดียวกัน 137

ภาพที่ 64 ภาพถ่ายกำลังขยาย 50 เท่า พบร่องรอยหลุมขนาดเล็กกระจายตัวอยู่บนผิวฟันและพบร่องรอยขูดขีดไม่ลึกมากกระจายอยู่เช่นกัน 138

ภาพที่ 65 เมื่อเพิ่มกำลังขยายเป็น 100 เท่า ลักษณะพื้นผิวของฟันค่อนข้างขรุขระ พบร่องรอยขูดขีดกระจายตัวอยู่ไม่หนาแน่น 138

ภาพที่ 66 ภาพถ่ายกำลังขยาย 50 เท่า พบร่องรอยขูดขีดเป็นเส้นบางๆ ไม่ลึก กระจายตัวไม่หนาแน่น 154

ภาพที่ 67 เมื่อเพิ่มกำลังขยายเป็น 100 เท่า พบว่าร่องรอยที่สังเกตได้นั้นมีความลึกไม่มาก พบทั้งรอยขูดขีดเป็นแนวยาวและสั้นปะปนกัน 154

ภาพที่ 68 ภาพถ่ายกำลังขยาย 50 เท่า พบร่องรอยขูดขีดหนาแน่นและมีร่องรอยหลุมปะปน 155

ภาพที่ 69 เมื่อเพิ่มกำลังขยายเป็น 100 เท่า พบร่องรอยขูดขีดชัดเจนขึ้น ร่องรอยมีลักษณะตัดกันไปมากระจายตัวเต็มพื้นที่ที่ทำการศึกษา..... 156

ภาพที่ 70 ภาพถ่ายกำลังขยาย 50 เท่า พบร่องรอยขูดขีดจางๆ ไม่หนาแน่น..... 157

ภาพที่ 71 ภาพถ่ายกำลังขยาย 100 เท่า พบร่องรอยขูดขีดชัดเจนขึ้น ร่องตื้นและ มีรอยขูดขีดบางๆ ปะปน..... 157

ภาพที่ 72 ภาพถ่ายกำลังขยาย 50 เท่า พบร่องรอยขูดขีดไม่หนาแน่นมากนัก และพบร่องรอยหลุมปะปนกันอยู่บนผิวฟัน 158

ภาพที่ 73 ภาพถ่ายกำลังขยาย 100 เท่า พบร่องรอยขูดขีดชัดเจนและ มีความลึกปะปนอยู่กับร่องรอยหลุม..... 159

ภาพที่ 74 ภาพถ่ายกำลังขยาย 50 เท่า พบว่าผิวฟันค่อนข้างขรุขระ พบร่องรอยขูดขีดและ ร่องรอยหลุมปะปนกัน..... 160

ภาพที่ 75 ภาพถ่ายกำลังขยาย 100 เท่า พบว่าพื้นผิวฟันมีความขรุขระมาก สามารถสังเกตเห็นร่องรอยขูดขีดและร่องรอยหลุมปะปนกัน..... 160

ภาพที่ 76 ภาพถ่ายกำลังขยาย 50 เท่า พบร่องรอยขูดขีดเป็นเส้นตรงบางๆร่องรอยตื้น กระจายอยู่ทั่วพื้นที่ที่ศึกษา แต่ไม่หนาแน่น..... 161

ภาพที่ 77 เมื่อเพิ่มกำลังขยายเป็น 100 เท่า พบว่าร่องรอยที่สังเกตได้นั้นเป็นร่องรอยขูดขีด พบร่องรอยหลุมน้อยมาก..... 162

ภาพที่ 78 ถ่ายภาพด้วยกำลังขยาย 50 เท่า พบว่ามีร่องรอยขูดขีดจำนวนมากกระจายอยู่ทั่วพื้นที่ที่ทำการศึกษาและพบร่องรอยหลุมปะปนอยู่ในพื้นผิวฟันด้วย..... 163

ภาพที่ 79 ภาพถ่ายกำลังขยาย 100 เท่า สังเกตเห็นร่องรอยขูดขีดชัดเจนขึ้น ร่องรอยที่พบมีทั้งตื้นและลึก กระจายตัวอยู่ทั่วพื้นที่ที่ทำการศึกษา..... 163

ภาพที่ 80 ภาพถ่ายกำลังขยาย 50 เท่า พบร่องรอยขูดขีดบางๆ กระจายตัวอยู่ทั่วบริเวณที่ศึกษา . 164

ภาพที่ 81 ภาพถ่ายกำลังขยาย 100 เท่า พบร่องรอยขูดขีดค่อนข้างหนาแน่น ร่องรอยที่พบไม่ลึกมาก 165

ภาพที่ 82 ภาพถ่ายกำลังขยาย 50 เท่า พบร่องรอยขูดขีดไม่หนาแน่น 166

ภาพที่ 83 ภาพถ่ายกำลังขยาย 100 เท่า พบร่องรอยขูดขีด ลักษณะร่องตื้น กระจายตัวไม่หนาแน่น 166

ภาพที่ 84 ภาพถ่ายกำลังขยาย 50 เท่า พบร่องรอยขูดขีดกระจายตัวทั่วพื้นที่ที่ทำการศึกษาแต่ไม่หนาแน่น 167

ภาพที่ 85 ภาพถ่ายกำลังขยาย 100 เท่า พบร่องรอยขูดขีดทั้งลึกและตื้นกระจายตัวอยู่ในพื้นที่ที่ศึกษา ปริมาณไม่หนาแน่น พื้นผิวฟันค่อนข้างขรุขระ พบร่องรอยหลุมกระจายอยู่ 168

ภาพที่ 86 ภาพถ่ายกำลังขยาย 50 เท่า พบร่องรอยขูดขีดกระจายตัวอย่างหนาแน่น ร่องมีความตื้น 169

ภาพที่ 87 ภาพถ่ายกำลังขยาย 100 เท่า พบว่าร่องรอยขูดขีดกระจายตัวอย่างหนาแน่น ส่วนใหญ่มีทิศทางในการวางตัวไปเป็นแนวเดียวกัน 169

ภาพที่ 88 ภาพถ่ายกำลังขยาย 50 เท่า พบร่องรอยขูดขีดกระจายทั่วพื้นที่ที่ศึกษาแต่มีปริมาณไม่หนาแน่น 170

ภาพที่ 89 ภาพถ่ายกำลังขยาย 100 เท่า พบว่าพื้นผิวฟันมีความขรุขระมาก พบร่องรอยขูดขีดกระจายตัวไม่หนาแน่น 171

ภาพที่ 90 ภาพถ่ายกำลังขยาย 50 เท่า พบร่องรอยขูดขีดชัดเจน และมีขนาดใหญ่ 172

ภาพที่ 91 ภาพถ่ายกำลังขยาย 100 เท่า พบว่าร่องรอยขูดขีดมีลักษณะเป็นร่องลึกและกว้าง 172

ภาพที่ 92 การจัดรูปแบบของร่องรอยการสึกขนาดเล็กบนผิวฟันตามวิธีของ สก็อต (2006) (Scott, 2006) ตัวอย่างฟันจากแหล่งโบราณคดีหนองราชวัตร จำนวน 13 ตัวอย่าง ด้วยกำลังขยาย 100 เท่า 185

ภาพที่ 93 การจัดรูปแบบของร่องรอยการสึกขนาดเล็กบนผิวฟันตามวิธีของ สก็อต (2006) (Scott, 2006) ตัวอย่างฟันจากแหล่งโบราณคดีหนองราชวัตร จำนวน 13 ตัวอย่าง ด้วยกำลังขยาย 100 เท่า (ต่อ) 186

ภาพที่ 94 การจัดรูปแบบของร่องรอยการสึกขนาดเล็กบนผิวฟันตามวิธีของ สก็อต (2006) (Scott, 2006) ตัวอย่างฟันจากแหล่งโบราณคดีหนองราชวัตร จำนวน 13 ตัวอย่าง ด้วยกำลังขยาย 100 เท่า (ต่อ) 187

ภาพที่ 95 การเปรียบเทียบร่องรอยการสึกขนาดเล็กที่เกิดขึ้นบนผิวฟันระหว่างตัวอย่างคนปัจจุบันกับตัวอย่างจากแหล่งโบราณคดีหนองราชวัตร 193

มหาวิทยาลัยศิลปากร

สารบัญตาราง

หน้า

ตาราง 1 สรุปชั้นดินธรรมชาติและชั้นวัฒนธรรม 59

ตาราง 2 ตารางสรุปตัวอย่างฟันจากโครงกระดูกมนุษย์ของแหล่งโบราณคดีหนองราชวัตร ที่ใช้ในการศึกษา 67

ตาราง 3 ตารางตัวอย่างฟันจากกลุ่มประชากรปัจจุบันที่ใช้ในการศึกษา 69

ตาราง 4 ตารางตัวอย่างที่ 1 เพศหญิง อายุ 28 ปี บริโภคพืชเป็นส่วนใหญ่ 70

ตาราง 5 ตัวอย่างที่ 2 เพศหญิง อายุ 23 ปี บริโภคพืชเป็นส่วนใหญ่ 71

ตาราง 6 ตัวอย่างที่ 3 เพศหญิง อายุ 23 ปี บริโภคพืชเป็นส่วนใหญ่ 72

ตาราง 7 ตารางตัวอย่างที่ 4 เพศหญิง อายุ 22 ปี บริโภคเนื้อเป็นส่วนใหญ่ 73

ตาราง 8 ตัวอย่างที่ 5 เพศหญิง อายุ 28 ปี บริโภคเนื้อเป็นส่วนใหญ่ 74

ตาราง 9 ตัวอย่างที่ 6 เพศหญิง อายุ 28 ปี บริโภคเนื้อเป็นส่วนใหญ่ 75

ตาราง 10 ตัวอย่างที่ 7 เพศหญิง อายุ 28 ปี บริโภคเนื้อเป็นส่วนใหญ่ 76

ตาราง 11 ตัวอย่างที่ 8 เพศหญิง อายุ 26 ปี บริโภคเนื้อเป็นส่วนใหญ่ 77

ตาราง 12 ตัวอย่างที่ 9 เพศชาย อายุ 29 ปี บริโภคเนื้อเป็นส่วนใหญ่ 78

ตาราง 13 ตัวอย่างที่ 10 เพศชาย อายุ 28 ปี บริโภคเนื้อเป็นส่วนใหญ่ 79

ตาราง 14 ตารางตัวอย่างฟันจากคนปัจจุบัน ถ่ายภาพด้วยกล้อง กล้องจุลทรรศน์ชนิดสเตอริโอ รุ่น คาร์ล ไซส์ ไมโครสโคปี แอกซิโอ เอ วัน กำลังขยาย 50x 140

ตาราง 15 ตารางตัวอย่างจากคนปัจจุบันกลุ่มบริโภคพืชเป็นส่วนใหญ่ จำนวน 3 ตัวอย่าง 147

ตาราง 16 ตารางตัวอย่างจากคนปัจจุบันกลุ่มบริโภคเนื้อสัตว์เป็นส่วนใหญ่ จำนวน 7 ตัวอย่าง 149

ตาราง 17 ตารางตัวอย่างจากแหล่งโบราณคดีหนองราชวัตร จำนวน 13 ตัวอย่าง 173

ตาราง 18 ตัวอย่างจากแหล่งโบราณคดี ถ่ายภาพด้วยกล้องจุลทรรศน์ชนิดสเตอริโอ รุ่น คาร์ล ไซส์ ไมโครสโคปี แอกซิโอ เอ วันกำลังขยาย 50x 174

สารบัญแผนภูมิ

หน้า

แผนภูมิ 1 แผนภูมิแสดงจำนวนร่องรอยที่สังเกตได้จากตัวอย่างคนปัจจุบันบริโภคพืชเป็นส่วนใหญ่ 148

แผนภูมิ 2 แผนภูมิแสดงจำนวนร่องรอยที่สังเกตได้จากตัวอย่างคนปัจจุบันกลุ่มคนบริโภคเนื้อเป็นส่วนใหญ่ 151

แผนภูมิ 3 แผนภูมิแสดงจำนวนร่องรอยที่สังเกตได้จากตัวอย่างฟันในแหล่งโบราณคดี 182

แผนภูมิ 4 แสดงจำนวนร่องรอยการสึกขนาดเล็กบนผิวฟันแต่ละประเภทที่พบในตัวอย่างฟันจากแหล่งโบราณคดีหนองราชวัตรในชั้นวัฒนธรรมที่ 1 และ 2 189

มหาวิทยาลัยศิลปากร

บทที่ 1 บทนำ

ที่มาและความสำคัญ

โครงกระดูกมนุษย์เป็นหลักฐานทางโบราณคดีที่ความสำคัญ แสดงให้เห็นเกี่ยวกับสุขภาพร่างกายและวิถีชีวิตของผู้คนเมื่อครั้งยังมีชีวิตอยู่ ทั้งข้อมูลพื้นฐานของแต่ละบุคคลในด้านต่างๆ ได้แก่ ข้อมูลด้านกายภาพ เพศ อายุเมื่อตาย ความสูง โรคภัยไข้เจ็บ และวิถีการดำรงชีวิต แต่หลักฐานโครงกระดูกมักจะเสื่อมสลายไปตามกาลเวลา อวัยวะที่มีความคงทนและหลงเหลือให้นำมาศึกษานั่นคือ ฟัน ซึ่งเป็นเนื้อเยื่อที่มีความคงทนประกอบด้วยสารอนินทรีย์ไฮดรอกซีอพาไทต์ (hydroxyapatite) จึงทำให้ฟันมีความแข็งแรงกว่ากระดูกส่วนอื่นๆ ร่องรอยของโรคต่างๆที่เกิดขึ้นบนฟัน เช่น ฟันผุ โรคปริทันต์ และร่องรอยการสึก สามารถบอกได้ถึงสุขภาพอนามัยของผู้ตายเมื่อครั้งยังมีชีวิตอยู่ได้เป็นอย่างดี แม้ว่าการสึกจะไม่ได้เกิดจากโรคภัยไข้เจ็บแต่ลักษณะร่องรอยการสึกของฟันที่เกิดจากการบดเคี้ยวอาหารสามารถสันนิษฐานได้ถึงพฤติกรรมการบริโภคอาหารรวมถึงวิถีการดำรงชีวิตของคนก่อนประวัติศาสตร์ได้อีกด้วย

การสึกของฟันเป็นกระบวนการทางธรรมชาติเมื่อเกิดการขัดถูระหว่างฟันและสิ่งภายนอกที่นำเข้าสู่ช่องปากเพื่อบดเคี้ยวหรือนำมาสัมผัสกับผิวของฟัน เช่น อาหาร ไม้จิ้มฟัน หรือแม้กระทั่งฟันกับฟันคู่สบหรือฟันซี่ข้างเคียง เช่น คนนอนกัดฟันจะเกิดการเสียดสีระหว่างฟันกับฟัน ส่งผลให้ผิวฟันด้านบดเคี้ยวเรียบเป็นมัน แต่ร่องรอยการสึกเนื่องจากอาหารนั้นจะมีความขรุขระมากกว่าขึ้นอยู่กับสภาพและประเภทของอาหารที่บริโภคเข้าไป กระบวนการสึกของฟันนอกจากปัจจัยด้านการบดเคี้ยวอาหารแล้วนั้น ยังมีสาเหตุจากการใช้ฟันทำหน้าที่คล้ายเครื่องมือ เช่น การตัด การกัด และมีความเกี่ยวข้องกับวิถีการดำรงชีวิต เช่น ลักษณะของอาหารที่นำมาบริโภค ผลจากการศึกษาการสึกของฟันจะนำไปสู่ความเข้าใจเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของอาหารที่คนนำมาบริโภคเป็นอาหารหลัก วิถีการดำรงชีวิตและวัฒนธรรมการบริโภคที่ส่งผลต่อการใช้งานของฟันอย่างหนักจนทำให้เกิดการสึกอย่างรวดเร็ว (Molnar, 1971, 175-176) จากงานวิจัยที่มีการศึกษาการสึกของฟันจากบริเวณพื้นที่ต่างๆของโลก แสดงให้เห็นถึงรูปแบบการสึกของฟันที่แตกต่างกันตามปัจจัยด้านต่างๆ เช่น วิถีการดำรงชีวิต ลักษณะของอาหารที่นำมาบริโภค หรือแม้กระทั่งผลกระทบจากสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน ปัจจัยด้านการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการดำรงชีวิตและการใช้เครื่องมือเครื่องใช้มีส่วนทำให้รูปแบบการสึกของฟันเปลี่ยนแปลงไป ลี (1925) ได้ทำการศึกษาขั้นตอนการเตรียมอาหารโดยใช้เครื่องมือทุบสัตว์ที่มีขนาดเล็กทั้งตัว จำพวกหนู กระรอก และสัตว์ขนาดเล็กอื่นๆ ในการบริโภคนั้นจะบริโภคกระดูกที่แตกละเอียดไปพร้อมๆกับเนื้อสัตว์ ซึ่งกระดูกที่ถูกทุบอย่างละเอียดนั้นมีส่วนทำให้เกิดการขัดถูระหว่างกระดูกสัตว์และฟันจนเกิดการสึก (Leigh, 1925, 179-195) หรือพฤติกรรมการบริโภคอาหารที่ส่งผลต่อการสึกของฟัน ตัวอย่างจากกลุ่มชนเผ่าอะบอริจิน ในประเทศออสเตรเลีย พบว่ามีพฤติกรรมการ

บริโภคอาหารไม่เป็นมื้อ แต่กินทีละเล็กน้อยอยู่ตลอดเวลา โดยบริโภคอาหารจำพวกพืชมีหัว ลำต้นของหญ้า หรือส่วนรากพืช เพื่อช่วยคลายความหิว (Campbell, 1939, 1-3) การเคี้ยวอาหารอย่างต่อเนื่องนั้นมีผลทำให้ฟันเกิดการสึกได้รวดเร็วขึ้น จากพฤติกรรมการบริโภคอาหารเช่นนี้ ทำให้เกิดการขัดถูระหว่างอาหารและผิวฟันจนทำให้เกิดการสึกทั้งบริเวณด้านบดเคี้ยวและด้านข้างของฟัน โดยเฉพาะด้านกระพุ้งแก้ม ซึ่งเป็นบริเวณที่สัมผัสอาหารมากเช่นเดียวกับด้านบดเคี้ยว

นอกจากกระบวนการเตรียมอาหารหรือประเภทของอาหารที่บริโภคเข้าไปจะส่งผลต่อการสึกของฟันแล้วนั้น ปัจจัยด้านสภาพแวดล้อมเป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่สำคัญที่ทำให้เกิดการสึกของฟัน จากการศึกษาของ บรอทเวล (1963) ได้ศึกษาการสึกของฟันโดยใช้ตัวอย่างโครงกระดูกสมัยหินกลางจากประเทศซูดาน พบว่ามีการสึกของฟันจนเห็นเนื้อฟันเป็นวงกว้าง ซึ่งเป็นผลจากสภาพแวดล้อมที่แห้งแล้งเป็นทะเลทราย ทรายที่ปะปนอยู่ในอาหารมีผลต่อการขัดถูฟันจนทำให้เกิดการสึกอย่างรวดเร็ว (Brothwell, 1963, 242-243) หรือการบริโภคปลาที่ตากแห้งในสภาพแวดล้อมที่เต็มไปด้วยทรายติดมาในขั้นตอนการทำ ซึ่งเป็นสาเหตุให้เกิดการสึกของฟันอย่างรวดเร็วในชนเผ่าเอสกิโม (Collins, 1932, 451-452) นอกจากนั้นสภาพแวดล้อมก็เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลต่อการสึกของฟันเนื่องจากสภาพแวดล้อมที่ทำให้อาหารมีการปะปนของทรายจะส่งผลต่อการสึกของฟันเป็นอย่างมาก การขัดสีระหว่างผิวฟันและทรายนั้นจะทำให้สูญเสียเนื้อฟันอย่างรวดเร็ว

โรคเกี่ยวกับสุขภาพในช่องปากนั้นเป็นอีกตัวบ่งชี้หนึ่งที่แสดงให้เห็นถึงการทำเกษตรกรรมเกิดขึ้นเช่นกัน การศึกษาสุขภาพในช่องปากของประชากรในประเทศไทยแบ่งได้เป็น 4 พื้นที่ คือ บริเวณชายฝั่งทะเล 2 แหล่ง (แหล่งโบราณคดีโคกพนมดีและหนองโน จังหวัดชลบุรี) บริเวณที่ราบสูงโคราช 5 แหล่ง (แหล่งโบราณคดีบ้านนาดี แหล่งโบราณคดีบ้านเชียง จังหวัดอุดรธานี แหล่งโบราณคดีโนนนกทา จังหวัดขอนแก่น แหล่งโบราณคดีเนินอุโลก และแหล่งโบราณคดีบ้านหลุมข้าว จังหวัดนครราชสีมา) ที่ราบภาคกลาง (แหล่งโบราณคดีบ้านพรหมทินใต้ จังหวัดลพบุรี) และพื้นที่สูงทางภาคเหนือ (แหล่งโบราณคดีในวัฒนธรรมโลงไม้ จังหวัดแม่ฮ่องสอน) จากการศึกษาทันตวิทยาโบราณของทั้ง 4 พื้นที่ พบว่าพื้นที่อยู่ใกล้ชายฝั่งทะเลมีอัตราการเกิดโรคฟันผุ (Carious lesions) และฟันสึก (Attrition) สูงที่สุด รองลงมาคือบริเวณพื้นที่สูงทางภาคเหนือและพื้นที่บริเวณที่ราบสูงโคราชในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และน้อยที่สุดคือบริเวณที่ราบภาคกลาง (ธนิก เลิศชาญฤทธ์ และคณะ, 2556, 28-33) ผลการศึกษาพิสูจน์ให้เห็นว่าอัตราการเกิดโรคฟันผุลดลงในช่วงเวลาต่อมา ซึ่งสาเหตุของฟันผุอาจไม่ได้เกิดขึ้นจากการบริโภคข้าวเพียงอย่างเดียว แต่อาจรวมถึงอาหารจำพวกแป้ง เช่น พืชกินหัวจำพวก เผือก มันหรือผลไม้ที่ให้ความหวาน เช่น กล้วย มะพร้าว ร่วมด้วย ส่วนอัตราการสึกที่น้อยลงอาจเป็นเพราะมนุษย์รู้จักกระบวนการเตรียมอาหารที่ดีขึ้น เช่น การต้มเพื่อให้อาหารสุกและลดความเหนียวลง การบดให้เมล็ดพืชมีขนาดเล็กลงเพื่อง่ายต่อการบดเคี้ยว

การศึกษาการสึกของฟันในประเทศไทยในระยะแรกนั้น มีการศึกษาโดยการสังเกตด้วยตาเปล่าแล้วบันทึกสภาพการสึกของฟันเท่านั้น เช่น การศึกษาโครงกระดูกมนุษย์ที่ได้จากการขุดค้นในแหล่งโบราณคดีบ้านเก่าโดยนายแพทย์สุด แสงวิเชียร (2520), จิรัสสา คชชาชีวะ (2521) มีการวัดขนาดและเปรียบเทียบระดับการสึกโดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนออกเป็น 3 ระดับ เพื่อง่ายต่อการทำความเข้าใจและเปรียบเทียบตัวอย่างฟันจากแหล่งโบราณคดีต่างๆ ในระยะหลังมีการนำตารางเปรียบเทียบระดับการสึกของนักวิชาการต่างชาติมาใช้ในการศึกษาเปรียบเทียบเพิ่มมากขึ้น เช่น การศึกษาจากแหล่งโบราณคดีโคกพนมดีโดย เทเลส (1999) ใช้เกณฑ์การให้คะแนนของ โมนาร์ (1971) แหล่งโบราณคดีพรหมทินใต้โดยเคิร์กแลนด์ (2010) ใช้เกณฑ์การให้คะแนนของสมิธ (1984) ตัวอย่างการศึกษาดังกล่าวมีการศึกษาเปรียบเทียบที่เป็นมาตรฐานมากขึ้น

การสึกของฟันที่ศึกษาส่วนใหญ่เป็นการศึกษาระดับการสึกที่เกิดขึ้นในด้านบดเคี้ยว (Occlusal) ซึ่งเป็นการสูญเสียเนื้อฟันเนื่องการกระทำระหว่างฟันกับอาหารและระหว่างฟันกับฟันคู่สบตรงข้าม สามารถสังเกตระดับการสึกและเปรียบเทียบลักษณะทางกายภาพที่สามารถสังเกตได้ด้วยตาเปล่า ซึ่งสามารถสันนิษฐานถึงระดับความหยาบความละเอียดของอาหารที่บริโภค กล่าวคือ สามารถคาดคะเนประเภทของอาหารได้ ในขณะที่กระบวนการเคี้ยวอาหารในช่องปากจะเกิดการขัดสีระหว่างอาหารกับฟันในบริเวณด้านบดเคี้ยวและด้านกระพุ้งแก้ม นอกจากระดับการสึกด้านบดเคี้ยวที่มีการสึกแล้วด้านกระพุ้งแก้มก็เกิดร่องรอยการสึกเช่นเดียวกัน โดยรูปแบบการสึกทั้งสองบริเวณเป็นการสึกในรูปแบบที่แตกต่างกัน การสึกบริเวณด้านบดเคี้ยวเป็นการสึกในลักษณะการสูญเสียเนื้อฟันอย่างรุนแรง เกิดจากการกระทำระหว่างอาหารกับฟันและฟันกับฟัน (Attrition) แต่ด้านกระพุ้งแก้มการสึกของฟันเกิดขึ้นจากการกระทำระหว่างอาหารกับฟันเพียงอย่างเดียว ร่องรอยการสึกที่เกิดขึ้นในด้านกระพุ้งแก้มนั้นเป็นร่องรอยการสึกในลักษณะที่เป็นร่องรอยขูดขีด (Scratch) และร่องรอยหลุม (Pit) การสึกในแต่ละบุคคลจะมีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับอาหารที่บริโภคเข้าไป ร่องรอยการสึกดังกล่าวไม่สามารถสังเกตเห็นได้ด้วยตาเปล่า ในการศึกษานี้จึงจำเป็นต้องใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการศึกษา นั่นคือ กล้องจุลทรรศน์ที่มีกำลังขยายสูง เช่น กล้องจุลทรรศน์ชนิดสเตอริโอ เพื่อช่วยในการถ่ายภาพที่ต้องการความละเอียดสูง อย่างเช่นภาพร่องรอยการสึกขนาดเล็กที่เกิดขึ้นบนผิวฟัน

ในการศึกษานี้ใช้ตัวอย่างฟันมนุษย์จากแหล่งโบราณคดีหนองราชวัตร อำเภอหนองหญ้าไซ จังหวัดสุพรรณบุรี โดยเลือกตัวอย่างฟันกรามล่างที่ติดอยู่ในขากรรไกรเป็นหลัก โดยใช้ชุดฟันจากโครงกระดูกมนุษย์ทั้งหมด 13 โครง ที่อยู่ในชั้นวัฒนธรรมช่วงสมัยหินใหม่ จากการกำหนดอายุทางวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีเร่งอนุภาครังสีของมวลสาร Accelerator Mass Spectrometry (AMS) ได้ค่าอายุที่ปรับค่าตามปฏิทินแล้วอยู่ในช่วง 3,850-4,080 BP (สุภมาศ ดวงสกุล, 2556) สมัยหินใหม่เป็นช่วงที่มีการเปลี่ยนแปลงวิถีการดำรงชีวิตจากการหาของป่าล่าสัตว์เป็นการเริ่มทำเกษตรกรรม มีการ

เปลี่ยนแปลงมาเป็นการตั้งถิ่นฐานถาวรซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้ชนิดของอาหารและวิถีการดำรงชีวิตของมนุษย์เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างมากในช่วงนี้ หลักฐานที่สามารถบอกเล่าเรื่องราวของการเปลี่ยนวิถีชีวิตมาทำเกษตรกรรมที่ดีคือ “ฟัน” เป็นหลักฐานที่สะท้อนผลที่เกิดจากการบริโภคอาหารโดยตรง เมื่อเริ่มมีการทำเกษตรกรรมเกิดขึ้นพบว่ามีแนวโน้มเกิดปัญหาสุขภาพในช่องปากเพิ่มขึ้นในสมัยหินใหม่เมื่อเปรียบเทียบกับการดำรงชีวิตแบบหาของป่าล่าสัตว์ เช่น การเกิดโรคฟันผุ การติดเชื้อจากแบคทีเรีย (Latham, 2013, 95-96)

แหล่งโบราณคดีหนองราชวัตร มีการดำเนินงานมาตั้งแต่ปี พ.ศ.2546 จนถึงปีพ.ศ.2558 พบโครงกระดูกทั้งหมด 113 โครง ผลจากการวิเคราะห์โดยสุภมาศ ดวงสกุล (2552) พบว่าแหล่งโบราณคดีแห่งนี้มีทั้งหมด 2 ชั้นวัฒนธรรม พบการฝังศพและการใช้พื้นที่เป็นที่อยู่อาศัย โดยในชั้นวัฒนธรรมแรกมีการแบ่งพื้นที่ใช้งานต่างกัน แต่ชั้นวัฒนธรรมที่ 2 มีการฝังศพกระจายทั่วพื้นที่ พบโบราณวัตถุประเภทภาชนะดินเผารูปทรงต่างๆ เครื่องมือหินกะเทาะ เครื่องมือหินขัด เครื่องมือสะเก็ดหิน และเครื่องประดับ เช่น กำไลหิน กระดูกสัตว์ชนิดต่างๆ โครงกระดูกที่ได้จากการขุดในปีพ.ศ. 2546-2556 (โครงกระดูกหมายเลข 001-049 และภาชนะบรรจุศพหมายเลข 001) ได้รับการวิเคราะห์เบื้องต้นโดยนฤพล หวังธงชัยเจริญ (2556) ได้ทำการวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพร่องรอยของการเกิดโรครวมทั้งโรคในช่องปาก เช่น ฟันผุ เหงือกร่น และมีการบันทึกเกี่ยวกับการสึกของฟัน จากการวิเคราะห์การสึกของฟันโดยนฤพล หวังธงชัยเจริญ เป็นการวิเคราะห์ในขั้นเบื้องต้นจากการประเมินระดับการสึกตามเกณฑ์การให้คะแนนของ เลิฟจอย (1985)

การเลือกตัวอย่างที่นำมาศึกษานั้นเลือกเฉพาะฟันกรามแท้ซี่ที่ 1 หรือ 2 ในตำแหน่งเดิมบนขากรรไกรล่างและมีระดับการสึกจากการใช้งานมากที่สุดที่สามารถนำไปศึกษาได้ จากนั้นนำตัวอย่างฟันที่ใช้ในการศึกษามาทำการจำลองด้วยวัสดุทางทันตกรรม เพื่อนำไปศึกษาลักษณะของร่องรอยการสึกขนาดเล็กบนพื้นผิวฟันด้านกระพุ้งแก้มด้วยกล้องจุลทรรศน์กำลังขยายสูงว่ามีร่องรอยเกิดจากการสึกในรูปแบบใด จากนั้นนำไปเปรียบเทียบกับกลุ่มตัวอย่างจากคนปัจจุบัน โดยเลือกกลุ่มตัวอย่างจากลักษณะการบริโภคอาหารของแต่ละกลุ่ม กลุ่มคนที่บริโภคเนื้อเป็นส่วนใหญ่กับกลุ่มคนที่บริโภคพืชเป็นส่วนใหญ่ จากนั้นทำการจำลองฟันเพื่อนำไปส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์กำลังขยายสูงเช่นกัน นำผลที่ได้มาวิเคราะห์รูปแบบของร่องรอยการสึกเปรียบเทียบกันเพื่อตีความถึงพฤติกรรมการบริโภคอาหารในแต่ละบุคคล

การเลือกศึกษาเปรียบเทียบกับกลุ่มประชากรตัวอย่างในปัจจุบัน เป็นการศึกษาที่สามารถสังเกตการณ์และทราบพฤติกรรมการบริโภคอาหารที่อาจส่งผลต่อการเกิดร่องรอยได้อย่างชัดเจนและนำไปสู่การสันนิษฐานประเภทของอาหารที่คนก่อนประวัติศาสตร์ที่แหล่งโบราณคดีหนองราชวัตรนำมาบริโภคในอดีต

ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษารูปแบบการสึกและแบบแผนการบริโภคอาหารจากร่องรอยการสึกขนาดเล็กบนผิวฟันของคนก่อนประวัติศาสตร์ที่แหล่งโบราณคดีหนองราชวัตร

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบถึงรูปแบบของร่องรอยการสึกขนาดเล็กบนผิวฟันและแบบแผนการบริโภคอาหารของคนก่อนประวัติศาสตร์ที่แหล่งโบราณคดีหนองราชวัตร

ขอบเขตการวิจัย

- เลือกใช้ตัวอย่างฟันกรามแท้ซี่ที่ 1 หรือ 2 ที่ติดอยู่ในตำแหน่งเดิมบนขากรรไกรล่าง ฟันที่นำมาศึกษานั้นพิจารณาจากข้างที่มีระดับการสึกจากการใช้งานมากกว่า โดยประเมินจากระดับการสึกของฟันด้านบดเคี้ยว (Occlusal)

- กลุ่มตัวอย่างเป็นชุดฟันจากโครงกระดูกที่อยู่ในวัยผู้ใหญ่ (Adult) จำนวน 13 โครง

- ใช้กลุ่มตัวอย่างประชากรปัจจุบันจำนวน 10 คน เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบร่องรอยการสึกขนาดเล็กบนผิวฟันที่สังเกตได้

ข้อสมมติฐานของงานวิจัย

เนื่องจากแหล่งโบราณคดีหนองราชวัตรเป็นแหล่งที่มีอายุสมัยอยู่ในช่วงหินใหม่ เป็นช่วงเวลาที่มีการเปลี่ยนแปลงด้านสภาพแวดล้อมและเปลี่ยนแปลงวิถีการดำรงชีพจากการหาของป่าล่าสัตว์มาเป็นการทำเกษตรกรรมควบคู่กัน จากการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวส่งผลต่อชนิดของอาหาร ร่องรอยการสึกของฟันที่เกิดขึ้นอาจเกิดในหลายรูปแบบตามความหลากหลายของทรัพยากรอาหาร

ข้อจำกัดของงานวิจัย

ในงานวิจัยนี้ได้มีการใช้ตัวอย่างฟันจากประชากรในปัจจุบันเพื่อใช้ในการเปรียบเทียบร่องรอยที่เกิดขึ้น โดยใช้ประชากรตัวอย่างทั้งหมด 10 คน การคัดเลือกประชากรตัวอย่างได้จากการขอความร่วมมือและการสัมภาษณ์พฤติกรรมการบริโภคอาหารของแต่ละบุคคล แบ่งออกได้ 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มบริโภคเนื้อสัตว์เป็นส่วนใหญ่และกลุ่มบริโภคพืชเป็นส่วนใหญ่ เป็นเพศชาย 2 คน เพศหญิง 8 คน ซึ่งเป็นบุคคลที่มีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกับผู้วิจัย ดังนั้นการคัดเลือกประชากรตัวอย่างในงานวิจัยนี้จึงเป็นอคติในการเลือกศึกษาเฉพาะกลุ่มบุคคลเท่านั้น

นิยามศัพท์เฉพาะ

Dental microwear คือ ร่องรอยการสึกขนาดเล็กบนผิวฟัน ที่ต้องใช้กล้องจุลทรรศน์ช่วยในการมองเห็น การสึกขนาดเล็กบนผิวฟันนี้จำแนกออกเป็น 2 ลักษณะ คือ เป็นหลุม (pit) และเป็นรอยขูดขีด (Scratch) ร่องรอยเหล่านี้เกิดจากการที่ฟันสัมผัสกับอาหารหรือสิ่งอื่นๆที่ปะปนมากับอาหาร (กนกนาฏ จินตกานนท์, 2550, 82)

Stereo microscope เป็นกล้องจุลทรรศน์ที่ใช้สำหรับดูลักษณะภายนอก เช่น พื้นผิว เพื่อตรวจสอบความละเอียดหรือลักษณะของพื้นผิว ส่วนใหญ่ใช้ในงานอุตสาหกรรมหรือการทำเครื่องประดับ การทำงานของกล้องจุลทรรศน์ชนิดนี้จะอาศัยแสงส่องกระทบวัตถุและสะท้อนเข้าตา ภาพที่มองเห็นนั้นจะเห็นเป็นภาพเสมือนหัวตั้งหรือภาพสามมิติไม่กลับซ้ายขวา (GmbH, 2017, 15)

สมัยหินใหม่ คือ การจัดลำดับอายุทางโบราณคดีช่วงยุคก่อนประวัติศาสตร์ อายุประมาณ 5,000-2,800 ปีมาแล้ว ลักษณะเด่นของสมัยนี้คือการเกษตรกรรม โดยการเพาะปลูกพืชและเลี้ยงสัตว์ถือเป็นรากฐานสำคัญที่นำไปสู่พัฒนาการด้านต่างๆของมนุษย์ ตั้งแต่การอยู่รวมกันเป็นหมู่บ้าน การติดต่อแลกเปลี่ยน ไปจนถึงการเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากรและการแบ่งงานกันทำ ทำให้โครงสร้างทางสังคมเปลี่ยนแปลงไป มีความซับซ้อนมากขึ้น แต่วัสดุหลักที่ใช้เป็นเครื่องมือเครื่องใช้ยังคงทำด้วยหิน มีการขัดเกลาให้เรียบ ที่เรียกว่า ขวานหินขัด (polished stone axe/ adze) เพื่อให้มีประสิทธิภาพในการใช้งานมากขึ้น อีกทั้งมีการปั้นภาชนะดินเผาใช้ในครัวเรือน (กรมศิลปากร, 2550, 497)

ร่องรอยขูดขีด (Scratch) ร่องรอยที่มีลักษณะเป็นเส้น (Scratch) เป็นร่องรอยของการสูญเสียเนื้อฟันในลักษณะเป็นเส้นยาว โดยมีความยาวที่แตกต่างกัน มีทิศทางที่หลากหลายและอิสระต่อกัน (Hillson, 1996, 245)

ร่องรอยหลุม (Pit) เป็นร่องรอยของการสูญเสียเนื้อฟันในลักษณะเป็นหลุมที่มีความกว้าง-ยาวในอัตราส่วนใกล้เคียงกัน ขนาดของหลุมมีความแตกต่างกันไป (Hillson, 1996, 246)

ขั้นตอนการวิจัย

1. เก็บข้อมูลภาคสนาม ได้แก่ การคัดเลือกตัวอย่างที่จะนำมาศึกษา โดยเลือกตัวอย่างฟันกรามซี่ที่ 1 หรือ 2 ที่ติดอยู่บนขากรรไกรล่าง พิจารณาจากฟันซี่ที่มีระดับการสึกจากการใช้งานมากที่สุด ตัวอย่างฟันที่นำมาศึกษาทั้งหมดนี้ได้จากโครงกระดูกมนุษย์ที่ถูกเก็บและเคลื่อนย้ายมาจากหลุมขุดค้นแล้วทั้งหมด จากนั้นทำความสะอาดตัวอย่างฟันอย่างระมัดระวังไม่ให้เกิดร่องรอยขูดขีดเพิ่มเติม

2. วิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นของโครงกระดูกที่นำมาศึกษา ได้แก่ เพศ อายุเมื่อตาย

3. เก็บข้อมูลตัวอย่างฟันอย่างละเอียด โดยการบันทึกสภาพของฟัน การถ่ายภาพด้านกระพุ้งแก้ม (Buccal)

4. เมื่อได้ตัวอย่างฟันที่จะทำการศึกษาแล้ว นำมาทำจำลองฟันโดยใช้อุปกรณ์และเครื่องมือทางทันตกรรม ได้แก่ ซิลิโคนเนื้อละเอียดชนิด Putty type และ Light body, อะคริลิกที่ใช้ในการทำฟันปลอมชั่วคราว

5. เมื่อได้แบบจำลองแล้ว ทำการกำหนดตำแหน่งด้วยกล้อง Stereo zoom microscope เพื่อทำการศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์ชนิดแสงส่องสะท้อนพื้นผิววัตถุ (stereo microscope) ต่อไป

6. ทำแบบจำลองฟันจากคนปัจจุบันเช่นเดียวกับตัวอย่างทางโบราณคดี กำหนดกลุ่มตัวอย่างจากคนปัจจุบัน โดยเลือกจากกลุ่มคนที่อยู่ในวัยผู้ใหญ่ 2 กลุ่ม คือ กลุ่มคนที่บริโภคเนื้อเป็นส่วนมากและกลุ่มคนที่บริโภคพืชเป็นส่วนมากและบริโภคอย่างต่อเนื่องในช่วงระยะเวลาหนึ่ง

7. นำแบบจำลองฟันจากคนปัจจุบันไปทำการศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์ชนิดแสงส่องสะท้อนพื้นผิววัตถุแล้วสะท้อนเข้าตา (stereo microscope) เช่นเดียวกับตัวอย่างจากแหล่งโบราณคดี

8. นำแบบจำลองฟันจากแหล่งโบราณคดีไปศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบร่องรอยที่พบ

9. นำผลการศึกษาทั้งสองมาเปรียบเทียบกัน และเปรียบเทียบกับงานวิจัยที่ผ่านมา

10. สรุปผลการศึกษา

วิธีการและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

1. การเก็บข้อมูลภาคสนาม

ในขั้นตอนการทำความสะอาดโครงกระดูกมนุษย์ มีทั้งการทำความสะอาดแบบแห้ง (dry cleaning) และการทำความสะอาดแบบเปียก (wet cleaning) มีวิธีการดังนี้

- การทำความสะอาดแบบแห้ง คือ การใช้เครื่องมือขนาดเล็กขูดเบาๆ เอาดินและสิ่งที่ติดอยู่รอบๆกระดูกออกให้หมด แล้วใช้แปรงขนอ่อนปัดเศษฝุ่นและดินตามผิวกระดูกออก

- การทำความสะอาดแบบเปียก คือ การใช้สำลีชุบน้ำผสมเอทิลแอลกอฮอล์ในอัตราส่วนที่เหมาะสม เช็ดทำความสะอาดบริเวณพื้นผิวกระดูกเบาๆจนกว่าเศษดินและสิ่งสกปรกจะหลุดออก ในขั้นตอนการทำความสะอาดนี้ต้องระมัดระวังในขณะที่ใช้อุปกรณ์ที่มีปลายแหลม เนื่องจากในการศึกษาร่องรอยการสึกขนาดเล็ก จำเป็นต้องหลีกเลี่ยงการทำให้เกิดร่องรอยใหม่เพิ่มเติม เพื่อไม่ให้ผลการศึกษาคลาดเคลื่อน เมื่อทำความสะอาดเสร็จแล้ว นำกระดูกไปผึ่งลมให้แห้งสนิท

ขั้นตอนการซ่อมต่อกระดูกให้สมบูรณ์ หลังจากขั้นตอนทำความสะอาดกระดูกแล้ว ขั้นตอนต่อไปที่ควรปฏิบัติคือการซ่อมต่อกระดูกให้มีความสมบูรณ์มากที่สุด ในการต่อกระดูกให้เชื่อมติดกันจะใช้กาวลาเท็กซ์ในการต่อ เนื่องจากหากเกิดความผิดพลาดในขณะที่ต่อกระดูก จะสามารถแก้ไขได้

2.การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น

2.1 การกำหนดเพศ (sex determination)

ในการกำหนดเพศจะกำหนดได้เฉพาะโครงกระดูกผู้ใหญ่ที่เจริญเติมโตเต็มที่แล้ว (อายุประมาณ 18 ปีขึ้นไป) เนื่องจากความแตกต่างระหว่างเพศหญิงและเพศชายจะเห็นได้เด่นชัด กระดูกส่วนที่สำคัญที่สุดในการศึกษาเรื่องเพศ ได้แก่ กระดูกเชิงกราน และกะโหลกศีรษะ

• กำหนดเพศจากกระดูกเชิงกราน (pelvis) เป็นส่วนที่มีความแม่นยำในการกำหนดเพศถึง 95% เนื่องจากเป็นส่วนที่มีความแตกต่างระหว่างเพศชายกับเพศหญิงอย่างชัดเจน ส่วนที่ใช้ในการกำหนดเพศ ได้แก่

- Greater sciatic notch
- Preauricular sulcus

• กำหนดเพศจากกะโหลกศีรษะ (skull) การกำหนดเพศโดยใช้ขนาดและลักษณะโครงสร้างของร่างกายนี้ควรเลือกใช้เปรียบเทียบกันในระหว่างโครงกระดูกที่อยู่ในกลุ่มเดียวกันเท่านั้น การเปรียบเทียบต่างกลุ่มอาจทำให้เกิดความผิดพลาดในการประเมินได้ เนื่องจากกลุ่มชนต่างๆ ในโลกมีโครงสร้างและขนาดของร่างกายที่แตกต่างกัน ลักษณะโครงสร้างของกะโหลกที่ใช้ในการกำหนดเพศได้แก่

- ลักษณะทั่วไปของกะโหลกศีรษะ เพศชายจะมีน้ำหนักและรอยยึดเกาะของกล้ามเนื้อมากกว่าและชัดเจนกว่าเพศหญิง
- หน้าผาก เพศชายมีความลาดเล็กน้อยไปจนถึงขั้นกลมมนน้อยกว่าเพศหญิง
- Supraorbital ridge เพศชายมีสันคิ้วที่สูงและนูนกว่าเพศหญิง
- Mastoid process เพศชายจะมีขนาดปานกลาง-ใหญ่ มีร่องรอยการยึดเกาะกล้ามเนื้อชัดเจนกว่าเพศหญิง
- Mandible เพศชายมีความหนา ใหญ่ body สูง ramus กว้าง condyle ใหญ่กว่าเพศหญิง ในเพศหญิง chin prominence ไม่ชัดเจน มีรอยกล้ามเนื้อยึดเกาะน้อยกว่าเพศชาย
- Chin ในเพศชายจะมีลักษณะคล้ายตัว U ในเพศหญิงมีลักษณะคล้ายตัว V
- Occipital เพศชายมีแนวยึดเกาะของกล้ามเนื้อ (Nuchal crest) และรอยปุ่มยื่น (External occipital protuberance) ชัดเจนกว่าเพศหญิง

2.2 การประเมินอายุเมื่อเสียชีวิต (Estimation of age at death)

การประเมินอายุเมื่อเสียชีวิต สามารถจำแนกได้เป็นการประเมินอายุในโครงกระดูกเด็ก (Subasult) และการประเมินอายุในโครงกระดูกผู้ใหญ่ (Adult) โดยมีหลักในการประเมินที่แตกต่างกัน คือ ในวัยเด็กจะศึกษาเกี่ยวกับการเจริญเติบโตของกระดูก การเชื่อมตัว การงอกของฟัน แต่ในวัยผู้ใหญ่จะศึกษาจากลักษณะความเสื่อมสภาพของกระดูก การสึกของฟัน รอยประสานกะโหลกและข้อต่อส่วนต่างๆ

3.เก็บข้อมูลตัวอย่างฟันอย่างละเอียด

การบันทึกภาพฟันโดยกล้องดิจิตอล และมีมาตราส่วนกำกับชัดเจน ทำการบันทึกภาพ 1 ด้าน คือ ด้านกระพุ้งแก้ม (Buccal)

4. การทำจำลองฟัน

4.1 การทำแบบพิมพ์จำลองฟัน โดยใช้วัสดุซิลิโคลนทางทันตกรรม ได้แก่ ซิลิโคน putty type ซึ่งมีความคงตัวสูง และ light body เพื่อเก็บรายละเอียดร่องรอยที่เกิดขึ้นบนผิวฟัน

4.2 จากนั้นเมื่อได้แบบพิมพ์ของฟันแล้วใช้อะคริลิกเทลงในแบบพิมพ์ซิลิโคน โดยเลือกใช้วัสดุที่ใช้ทำฟันปลอมทางทันตกรรม

5. ทำการศึกษาระดับแรกด้วยกล้อง Stereo zoom microscope เพื่อเลือกตำแหน่งที่จะศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์ชนิดแสงส่องสะท้อนพื้นผิววัตถุ

6. ทำการศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์ชนิดแสงส่องสะท้อนพื้นผิววัตถุ (Stereo Microscope)

7. นำผลการศึกษาที่ได้จากกล้องจุลทรรศน์ชนิด Stereo Microscope มาเปรียบเทียบกันระหว่างตัวอย่างจากประชากรในปัจจุบันและตัวอย่างจากแหล่งโบราณคดี

8. วิเคราะห์ผลจากการศึกษา นำผลที่ได้มาอภิปรายและสรุปผล

มหาวิทยาลัยศิลปากร

บทที่ 2 ทบทวนวรรณกรรม

ในการศึกษาร่องรอยการสึกขนาดเล็กบนผิวฟันนั้น จำเป็นต้องมีความเข้าใจเกี่ยวกับส่วนประกอบของฟัน การเรียกชื่อส่วนต่างๆและลักษณะทางกายวิภาคของฟัน ซึ่งใช้ศัพท์เฉพาะทางวิชาการทันตแพทยศาสตร์มาใช้ในการอธิบายรายละเอียดต่างๆ กระบวนการเกิดร่องรอยการสึกตั้งแต่กลไกการเคี้ยวอาหาร การเคลื่อนไหวขากรรไกร และประเภทของการสึกว่าแต่ละประเภทมีลักษณะอย่างไร ซึ่งการสึกแต่ละประเภทนั้นมีกระบวนการเกิดและสาเหตุการเกิดที่แตกต่างกัน ทั้งการสึกจากการเสียดสี (Attrition) การสึกจากการขัดถู (Abrasion) และการสึกกร่อน (Erosion)

กระบวนการเคี้ยวอาหารเกิดจากการใช้แรงกล้ามเนื้อบริเวณขากรรไกรเพื่อออกแรงในการบดควบคู่ไปกับการเคลื่อนไหวขากรรไกรล่าง ผลจากการเคี้ยวอาหารทำเกิดการเสียดสีระหว่างอาหารและผิวฟัน ซึ่งในบทนี้จะอธิบายตั้งแต่ส่วนประกอบของฟัน ลักษณะเฉพาะและการทำงานของฟันแต่ละซี่ ลักษณะการเคลื่อนไหวของขากรรไกรที่จะส่งผลต่อการเกิดร่องรอยการสึกในรูปแบบต่างๆ การนิยามความหมายของการสึกในแต่ละรูปแบบ และการศึกษาของนักวิชาการที่ผ่านมาเกี่ยวกับการศึกษาร่องรอยการสึกขนาดเล็กบนผิวฟัน เพื่อให้เข้าใจถึงกระบวนการเกิดร่องรอยและการตีความจากร่องรอยการสึกที่เกิดขึ้นในลักษณะต่างๆ ซึ่งนำไปสู่การทำนายลักษณะอาหารที่บริโภคเมื่อครั้งยังมีชีวิตอยู่ของคนที่อาศัยในแหล่งโบราณคดีหนองราชวัตรในอดีต

สมัยหินใหม่ในประเทศไทย

สมัยหินใหม่ในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้เกิดขึ้นราว 4,000 ปีมาแล้วเป็นช่วงที่มีการเคลื่อนย้ายของประชากร วัฒนธรรมและเทคโนโลยีการริเริ่มเพาะปลูกพืชเป็นอาหาร หลักฐานที่ยืนยันว่าสภาพสังคมในช่วงหินใหม่เปลี่ยนแปลงไปนั่นคือการค้นพบแหล่งโบราณคดีที่มีอายุสมัยในช่วงนี้เพิ่มมากขึ้น การเปลี่ยนแปลงเหล่านี้ส่งผลกระทบต่อแบบแผนการดำรงชีวิตอย่างเห็นได้ชัดของคนในสมัยก่อนประวัติศาสตร์ นั่นคือการเปลี่ยนแปลงรูปแบบจากการหาของป่าล่าสัตว์เป็นการทำเกษตรกรรมร่วมกับการหาของป่าล่าสัตว์ การเพาะปลูกพืชและการเลี้ยงสัตว์เกิดขึ้นในเอเชียตะวันออกมาหลายพันปี บริเวณลุ่มแม่น้ำแยงซีและลุ่มแม่น้ำฮวงโห กลุ่มคนที่ดำรงชีวิตด้วยการเก็บของป่าเกิดการปรับตัวในช่วงที่มีการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศเมื่อประมาณ 11,000 ปีมาแล้ว เมื่อเผชิญกับการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศจากช่วงที่มีอากาศหนาวเย็นยุคยังเกอร์ ดรายเอส (Younger Dryas) สภาพอากาศอบอุ่นขึ้น ผู้คนเริ่มอพยพลงมาอาศัยอยู่บริเวณที่ราบและเปลี่ยนแปลงรูปแบบอาหารและการดำรงชีวิต (Krigbaum, 2003, 294)

สมัยหินใหม่ในประเทศไทยเกิดขึ้นราว 4,000 - 3,000 ปีมาแล้ว ลักษณะการดำรงชีวิตของคนในช่วงเวลานี้เป็นแบบหาของป่าล่าสัตว์ ทั้งการล่าสัตว์ขนาดและหลายชนิด ทั้งสัตว์บกและสัตว์น้ำ ประกอบกับการหาของป่าจำพวกพืชหัว ผลไม้ป่า มีการผลิตเครื่องมือเครื่องใช้เพื่อใช้ในชีวิตประจำวัน ทั้งภาชนะดินเผารูปแบบต่างๆ เครื่องมือหิน เครื่องประดับร่างกาย เช่น กำไล ลูกปัดที่ทำจากกระดูกสัตว์และเปลือกหอย เครื่องมือที่มีลักษณะเด่นในสมัยนี้คือเครื่องมือหินขัด ลักษณะทางสังคมมีการอยู่รวมกันเป็นกลุ่มใหญ่ มีพิธีกรรมและความเชื่อเกี่ยวกับความตาย พบพิธีกรรมการฝังศพโดยมีการอุทิศข้าวของเครื่องใช้ให้กับผู้ตาย พบแหล่งโบราณคดีที่มีอายุสมัยในช่วงนี้กระจายตัวอยู่หลายแห่งทั่วพื้นที่ประเทศไทย ในภาคเหนือ เช่น ถ้ำปุงฮุง จังหวัดแม่ฮ่องสอน ในภาคตะวันออก เช่น แหล่งโบราณคดีโคกพนมดี แหล่งโบราณคดีหนองโน จังหวัดชลบุรี ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เช่น แหล่งโบราณคดีโนนนกทา จังหวัดขอนแก่น แหล่งโบราณคดีบ้านเชียง (สมัยต้น) จังหวัดอุดรธานี ในภาคกลางและภาคตะวันตก เช่น แหล่งโบราณคดีบ้านเก่า จังหวัดกาญจนบุรี และแหล่งโบราณคดีหนองราชวัตร จังหวัดสุพรรณบุรี เมื่อพิจารณาที่ตั้งของแหล่งโบราณคดีพบว่าเป็นแหล่งโบราณคดีที่ตั้งอยู่บริเวณเนินดินบนพื้นราบ อยู่ไม่ไกลจากแหล่งน้ำ (สุรพล นาถะพินธุ, 2550, 93-97)

นอกจากนี้ในช่วงสมัยหินใหม่มีการพบหลักฐานเกี่ยวกับข้าว มีการพบแกลบข้าวปลูกอายุไม่เกิน 4,000 ปีมาแล้ว ที่แหล่งโบราณคดีโคกพนมดี จังหวัดชลบุรี ที่แหล่งโบราณคดีบ้านเชียง จังหวัดอุดรธานี พบแกลบข้าวอยู่ในชั้นดินล่างสุดอายุน่าจะมากกว่า 4,000 ปีมาแล้ว และที่แหล่งโบราณคดีประตูผา จ.ลำปาง เมื่อประมาณ 3,000 ปีมาแล้ว แสดงถึงการรับเอาวิทยาการเพาะปลูกเพื่อใช้เป็นอาหารร่วมกับการล่าสัตว์หาของป่า แนวคิดเรื่องการทำเกษตรกรรมในประเทศไทยถูกแบ่งออกเป็น 2 แนวคิด ได้แก่ แนวคิดการทำเกษตรกรรมเกิดขึ้นพร้อมกับการอพยพเคลื่อนย้ายของกลุ่มคนที่พูดภาษาออสโตรนีเซียนจากทางจีนตอนใต้ กระจายเข้าสู่ภาคพื้นทวีปและหมู่เกาะเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ นักวิชาการที่สนับสนุนแนวคิดนี้ได้แก่ เซอเรนเซน (1972), Higham และรัชนี ทศรัตน์ (2542) และ เบลวูด (2005) และแนวคิดว่าการทำเกษตรกรรมเกิดขึ้นจากการปรับตัวเนื่องจากความขาดแคลนอาหาร สภาพแวดล้อมที่ไม่เอื้ออำนวยต่อการทำเกษตรกรรมจึงมีการอพยพลงมาอยู่ที่ราบในเวลาต่อมา นักวิชาการที่เสนอแนวคิดนี้ได้แก่ Gorman (1970), สุพจน์ พรหมมาโนช (2534), พิสิฐ เจริญวงศ์ (2525) และสุรพล นาถะพินธุ (2550)

ในบริเวณภาคตะวันตกมีแหล่งโบราณคดีที่สำคัญที่มีอายุสมัยร่วมกับแหล่งโบราณคดีหนองราชวัต จังหวัดสุพรรณบุรี นั่นคือ แหล่งโบราณคดีนายบาง บ้านเก่า จังหวัดกาญจนบุรี เป็นแหล่งโบราณคดีสมัยหินใหม่ ทำการศึกษาโดยเซอเรนเซน ในปีค.ศ.1963 พบหลักฐานขวานหินกระจายอยู่

ทั่วไปตามบริเวณผิวดิน และเมื่อทำการขุดค้นทางโบราณคดีพบโครงกระดูกมนุษย์ 44 โครง ลักษณะการฝังศพเป็นแบบนอนหงาย วางตัวเหยียดยาว หันศีรษะไปในทิศทางต่างๆ มีทุบภาชนะปูรองและอุทิศข้าวของเครื่องใช้ให้กับผู้ตาย เช่น ขวานหิน ภาชนะดินเผา เครื่องประดับเปลือกหอย เซอเรนเซนได้ทำการศึกษารูปแบบของภาชนะดินเผาที่บ้านเก่า พบว่าภาชนะดินเผาที่ฝังร่วมกับศพมีทั้งหมด 2 รูปแบบหลัก คือ แบบมีฐานกับไม่มีฐาน แบบมีฐานคือหม้อ 3 ขา แบบไม่มีขาคือทรงกระบอกและหม้อก้นกลม เมื่อเปรียบเทียบรูปแบบของภาชนะดินเผาที่บ้านเก่าพบว่ามีบางรูปแบบที่คล้ายคลึงกับภาชนะดินเผาในประเทศจีน และแหล่งโบราณคดีหลายแห่งก็พบภาชนะดินเผารูปแบบคล้ายกับแหล่งโบราณคดีบ้านเก่า เช่น แหล่งโบราณคดีไร่หาญสงคราม แหล่งโบราณคดีไร่อานนท์ จังหวัดกาญจนบุรี ไปจนถึงเจนเดอราม ฮิลเลียร์ในประเทศมาเลเซีย (ชาร์ล ไฮแอม และ รัชนี ทศรัตน์, 2542, 76-78)

ในช่วงเวลาเดียวกัน ทางภาคตะวันออกของไทยก็พบหลักฐานการตั้งถิ่นฐานบริเวณใกล้ชายฝั่งทะเลนั่นคือแหล่งโบราณคดีหนองโนและแหล่งโบราณคดีโคกพนมดี อำเภอพนัสนิคม จังหวัดชลบุรี แหล่งโบราณคดีหนองโน เป็นแหล่งโบราณคดีที่ตั้งอยู่บนเนินเตี้ยๆใกล้กับชายฝั่งทะเล กำหนดอายุจากตัวอย่างถ่านได้ค่าอายุราว 4,500 ปีมาแล้ว พบหลักฐานเปลือกหอยทับถมกันเป็นจำนวนมาก กระดูกสัตว์ทะเล เช่น โลมาและฉลาม กระดูกกวาง วัวป่า ควายป่า พบเครื่องมือเครื่องใช้ที่ใช้ในการดำรงชีพ เช่น ภาชนะดินเผา เบ็ดตกปลาทำจากกระดูกสัตว์ ขวานหินขัด และพบโครงกระดูกมนุษย์ 1 โครง จากการตีความของดูโกลด์ โอไรลี ได้อธิบายถึงระยะเวลาที่คนเข้ามาอาศัยในแหล่งโบราณคดีหนองโนว่ามีการเข้ามาใช้พื้นที่ชั่วคราวเท่านั้น จากหลักฐานทางโบราณคดีที่ขุดพบสามารถตีความและนำมาอธิบายถึงลักษณะความเป็นอยู่ของคนก่อนประวัติศาสตร์ที่เคยอาศัยอยู่ที่นี่ได้ว่าเป็นชุมชนที่อาศัยแหล่งอาหารตามธรรมชาติที่มีความอุดมสมบูรณ์ ยังไม่มีการเลี้ยงสัตว์หรือเพาะปลูกข้าว มีการติดต่อกับชุมชนภายนอกเพื่อแลกเปลี่ยนเครื่องมือเครื่องใช้กัน (ชาร์ล ไฮแอม และ รัชนี ทศรัตน์, 2542, 40-44)

แหล่งโบราณคดีโคกพนมดี เป็นแหล่งโบราณคดีที่สำคัญแห่งหนึ่งในสมัยหินใหม่ กำหนดอายุราว 4,000-3,500 ปีมาแล้ว ตั้งอยู่ใกล้แหล่งโบราณคดีหนองโนและอยู่ใกล้ชายฝั่งทะเล ชุมชนโบราณแห่งนี้มีการเข้ามาอยู่อาศัยอย่างยาวนานพบว่ามีการเข้ามาอยู่อาศัยถึง 7 สมัย มีการฝังศพฝังในท่านอนหงายเหยียดยาว มีการอุทิศข้าวของเครื่องใช้ให้กับผู้ตาย เช่น ภาชนะดินเผา เครื่องมือหินขัด เครื่องประดับทำจากเหลือกหอยกระดูกสัตว์ พบเครื่องมือทำจากกระดูกสัตว์ เคียวทำจากเปลือกหอย น้ำจืดอาจใช้ในการเกี่ยวพืชประเภทหญ้า พบหลักฐานของเมล็ดข้าวสันนิษฐานว่าเป็นข้าวป่าเนื่องจากสภาพแวดล้อมไม่เหมาะแก่การปลูกข้าว นอกจากนี้ยังพบเบ็ดตกปลาและตุ้มถ่วงแห กระดูกสัตว์ที่พบ

ได้แก่ หมูป่าและลิง และพบกระดูกสุนัขซึ่งเป็นสัตว์ที่มีถิ่นกำเนิดมาจากที่อื่นไม่ใช่เอเชียตะวันออกเฉียงใต้ หลักฐานที่เกี่ยวข้องกับคนก่อนประวัติศาสตร์ที่อาศัยอยู่ในชุมชนโบราณแห่งนี้พบโครงกระดูกมนุษย์จำนวน 154 โครง (จากการขุดค้นเมื่อปีพ.ศ.2527-2528) พบอัตราการเสียชีวิตของเด็กค่อนข้างสูง พบร่องรอยโรคธาลัสซีเมียซึ่งอาจเป็นสาเหตุที่ทำให้คนเสียชีวิต (ชาร์ล ไฮแอม และ รัชนี ทศรัตน์, 2542, 62-65)

ในสมัยหินใหม่พบว่าเกิดชุมชนที่มีการตั้งถิ่นฐานถาวรเกิดขึ้นแล้วในหลายพื้นที่ จากตัวอย่างแหล่งโบราณคดีในพื้นที่ต่างๆ แสดงให้เห็นว่าในแต่ละพื้นที่ของประเทศไทยเมื่อราว 4,000 ปีมาแล้วเกิดชุมชนที่มีการดำรงชีวิตด้วยการหาอาหารตามธรรมชาติและบางพื้นที่อาจมีการเพาะปลูกหรือดูแลพืชเพื่อเพิ่มผลผลิตให้เพียงพอต่อความต้องการของคนในชุมชน แต่ละพื้นที่มีการรับเอาเทคโนโลยีการผลิตภาชนะดินเผารูปทรงต่างๆ เพื่อใช้ในพิธีกรรมและในชีวิตประจำวัน มีการผลิตเครื่องมือเครื่องใช้เพื่อใช้ในการล่าสัตว์ตามสภาพพื้นที่ที่อยู่อาศัย เช่น ในแหล่งโบราณคดีที่อยู่ใกล้ชายฝั่งทะเลและแหล่งน้ำจะพบเครื่องมือเครื่องใช้ที่เกี่ยวข้องกับการจับสัตว์น้ำ แหล่งโบราณคดีที่อยู่ในพื้นที่ห่างจากชายฝั่งทะเล (inland) ก็จะพบเครื่องมือเครื่องใช้ที่แตกต่างกันออกไป ความแตกต่างและความหลากหลายของเครื่องมือเครื่องใช้นี้แสดงให้เห็นถึงการปรับตัวของมนุษย์เพื่อให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมที่อาศัยอยู่ นอกจากนี้ยังพบว่ากลุ่มคนในพื้นที่ต่างๆในสมัยนี้มีความเชื่อและพิธีกรรมหลังความตายเกิดขึ้น ในแหล่งโบราณคดีที่พบหลักฐานการฝังศพจะพบว่ามีการอุทิศข้าวของเครื่องใช้ให้กับผู้ตายและการวางศพในลักษณะนอนหงายเหยียดยาวและหันศีรษะไปทิศทางต่างๆ แหล่งโบราณคดีหนองราชวัตรเป็นอีกหนึ่งในชุมชนโบราณที่มีการอยู่อาศัยอยู่ในช่วงระยะเวลาดังกล่าว มีการพบหลักฐานที่เกี่ยวข้องกับการดำรงชีพและความเชื่อที่คล้ายๆกับแหล่งโบราณคดีอื่นๆที่ร่วมสมัยกันเช่นเดียวกัน

ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับฟัน

ในการศึกษาร่องรอยการสึกที่เกิดขึ้นบนผิวฟันนั้นจำเป็นต้องมีความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับฟัน ทั้งศัพท์เฉพาะ ชื่อเรียก ประเภทของฟัน เพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ถูกต้องและเรียกชื่อส่วนประกอบของฟันส่วนต่างๆได้อย่างถูกต้องตามหลักทางทันตกายวิภาค

2.1 ความหมายของฟัน

ฟัน เป็นอวัยวะที่อยู่ในช่องปากของคนและสัตว์ มีขนาดเล็ก มีเนื้อเยื่อแข็ง (hard issue) มีความทนทานสูง เนื่องจากฟันประกอบด้วยสารอนินทรีย์เป็นองค์ประกอบส่วนใหญ่คือ ไฮดรอกซีอะพาไทต์ (hydroxyapatite) ซึ่งทำให้ฟันมีความแข็งแรงกว่ากระดูกส่วนอื่นและมีหน้าที่หลักในการบดเคี้ยวอาหารให้มีขนาดเล็กลง และทำหน้าที่ย่อยอาหารเป็นอันดับแรกเมื่อนำอาหารเข้าสู่ร่างกาย

ก่อนที่จะลำเลียงลงสู่อวัยวะภายในที่มีหน้าที่ในการย่อยเพื่อให้ร่างกายดูดซึมสารอาหารต่อไป (กนกนาฏ จินตกานนท์, 2550, 12)

2.2 ส่วนประกอบของฟัน

เคลือบฟัน (Enamel) หมายถึง ส่วนปกคลุมด้านนอกสุดของตัวฟัน เป็นส่วนที่แข็งที่สุดมีส่วนประกอบส่วนใหญ่เป็นแคลเซียม มีหน้าที่ปกป้องอันตรายเนื้อฟัน โพรงประสาท

เนื้อฟัน (Dentine) หมายถึง ส่วนประกอบที่เป็นโครงสร้างของตัวฟันและรากฟัน อยู่ภายใต้เคลือบฟันและเคลือบรากฟัน มีความแข็งน้อยกว่าเคลือบฟัน มีส่วนที่เชื่อมติดกับโพรงประสาทฟัน สามารถสร้างเพิ่มได้เมื่อมีการกระตุ้นจากสิ่งแวดล้อม

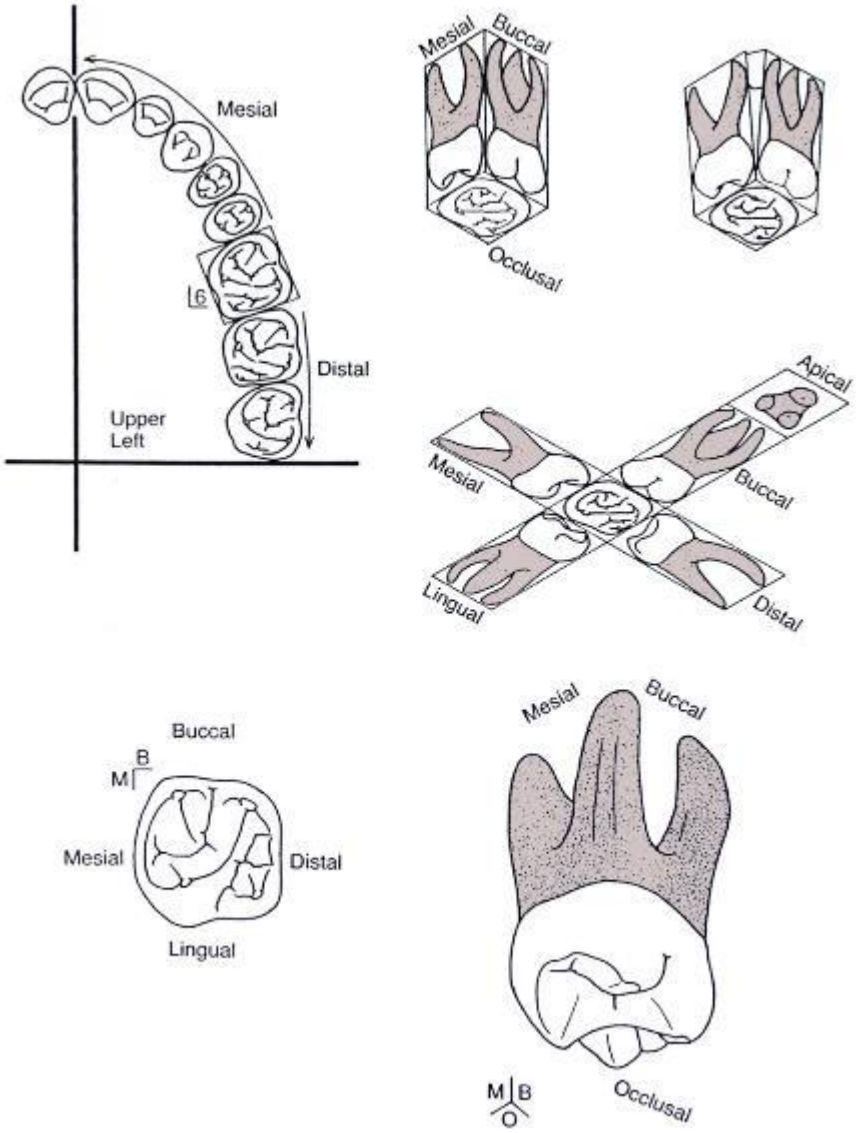
โพรงประสาท (Pulp) หมายถึง ส่วนที่อยู่ด้านในสุดของฟัน ประกอบด้วยเนื้อเยื่ออ่อน มีเซลล์ต่างๆ มีเส้นเลือด เส้นประสาท สามารถสร้างเนื้อฟันเพิ่มได้

เคลือบรากฟัน (Cementum) หมายถึงสารประกอบที่เป็นของแข็งหุ้มอยู่บนเนื้อฟันในส่วนที่เป็นราก เป็นที่ยึดเกาะของเนื้อเยื่อปริทันต์ (วรรณวิมล อนวัชพันธุ์, 2017, 2)

2.3 ลักษณะทางกายวิภาคของฟัน

2.3.1 ด้านต่างๆของฟัน

Mesial	ด้านใกล้กลาง	หมายถึง	ด้านของฟันที่อยู่ใกล้ทางแนวกึ่งกลางชุดฟัน
Distal	ด้านไกลกลาง	หมายถึง	ด้านของฟันที่อยู่ไกลทางแนวกึ่งลางของชุดฟัน
Buccal	ด้านกระพุ้งแก้ม	หมายถึง	ด้านของฟันหลังที่ใกล้กับกระพุ้งแก้ม
Labial	ด้านริมฝีปาก	หมายถึง	ด้านของฟันหน้าที่ใกล้กับริมฝีปาก
Lingual	ด้านลิ้น	หมายถึง	ด้านของฟันบนหรือฟันล่างที่ใกล้กับลิ้น
Palatal	ด้านเพดานปาก	หมายถึง	ด้านของฟันบนที่ติดกับเพดานปาก
Midline	แนวกึ่งกลางชุดฟัน	หมายถึง	แนวกึ่งกลางของชุดฟันที่ขนานกับแนวกึ่งกลางของขากรรไกรและใบหน้า แนวนี้จะแยกฟันออกเป็นด้านซ้ายและขวา (กนกนาฏ จินตกานนท์, 2550, 7)



ภาพที่ 1 การเรียกชื่อด้านต่างๆและทิศทางของฟัน (ดัดแปลงจาก (Brothwell, 1963, 10)

2.3.2 การแบ่งส่วนของฟัน

Occlusal	ด้านบดเคี้ยว	หมายถึง	ด้านบนของฟันหลังที่ใช้บดเคี้ยวอาหาร
Incisal	ด้านตัดของฟันหน้า	หมายถึง	ด้านตัดของฟันหน้าที่ใช้ในการกัดหรือตัด
Gingival	ด้านเหงือก	หมายถึง	ด้านบริเวณรอบคอฟันที่ติดกับแนวของขอบเหงือก
Crown	ตัวฟัน	หมายถึง	ส่วนบนของฟันที่หุ้มด้วยเคลือบฟัน (Enamel) และจะโผล่พ้นเหงือกเมื่อฟันขึ้นเต็มที่แล้ว
Root	รากฟัน	หมายถึง	ส่วนล่างของฟันที่หุ้มด้วยเคลือบรากฟัน (Cemetum) และจะอยู่ในกระดูกเบ้ารากฟันที่มีเหงือกอยู่ภายนอก
Cervical	คอฟัน	หมายถึง	บริเวณรอยต่อระหว่างตัวฟันและรากฟัน (กนกนาฏ จินตกานนท์, 2550, 8)

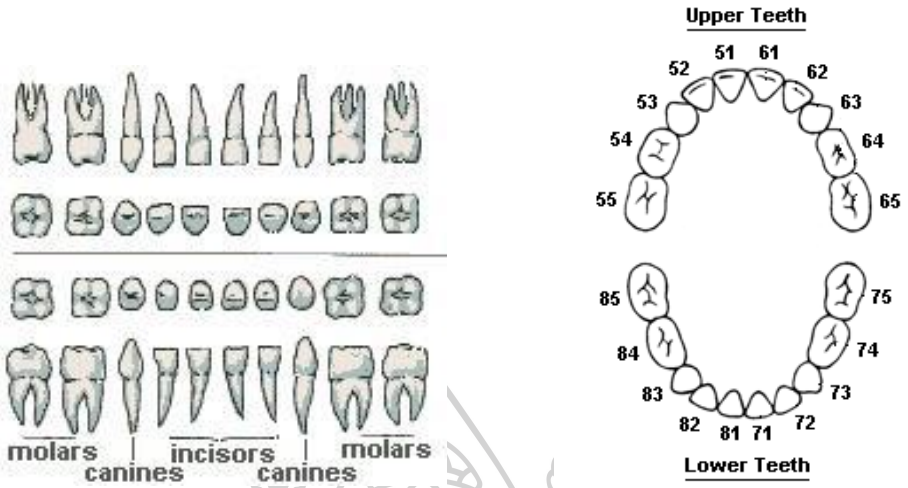
2.4 การจำแนกฟัน

ฟันของมนุษย์จะถูกแบ่งออกเป็น 2 ชุด คือฟันน้ำนมและฟันแท้

2.4.1 ฟันน้ำนม เป็นชุดฟันที่มีจำนวน 20 ซี่ ประกอบด้วย ฟันตัด (incisor) 8 ซี่, ฟันเขี้ยว (canine) 4 ซี่, ฟันกราม (molar) 8 ซี่

การเรียกชื่อฟัน แบ่งออกเป็น 4 ส่วน โดยใช้หมายเลข 5, 6, 7, 8 กำหนดในแต่ละส่วน ดังนี้

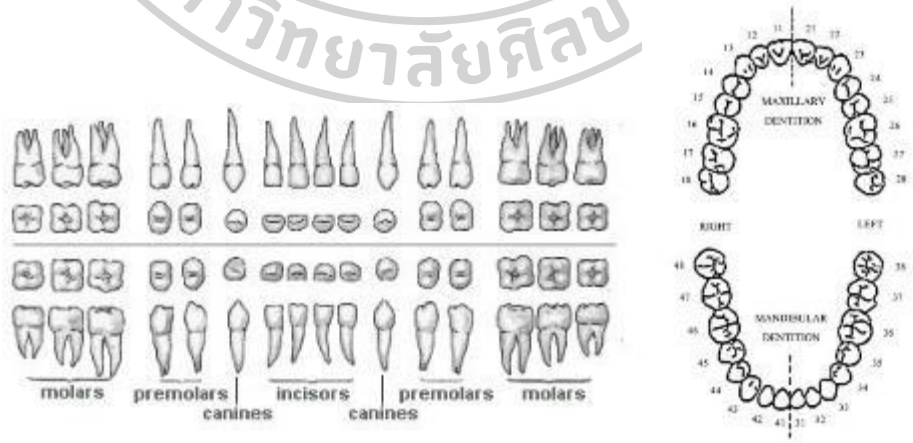
- หมายเลข 5 หมายถึง ด้านขวาของขากรรไกรบน
- หมายเลข 6 หมายถึง ด้านซ้ายของขากรรไกรบน
- หมายเลข 7 หมายถึง ด้านซ้ายของขากรรไกรล่าง
- หมายเลข 8 หมายถึง ด้านขวาของขากรรไกรล่าง (กนกนาฏ จินตกานนท์, 2550, 10)



ภาพที่ 2 ชุดฟันน้ำนม (David, 2016)

2.4.2 ฟันแท้ มีจำนวนฟัน 32 ซี่ ประกอบด้วย ฟันตัด (incisor) 8 ซี่, ฟันเขี้ยว (canine) 4 ซี่, ฟันกรามน้อย (premolar) 8 ซี่, ฟันกราม (molar) 12 ซี่ การเรียกชื่อฟัน แบ่งออกเป็น 4 ส่วน โดยใช้หมายเลข 1,2,3,4 กำหนดในแต่ละส่วน ดังนี้

- หมายเลข 1 หมายถึง ด้านขวาของขากรรไกรบน
- หมายเลข 2 หมายถึง ด้านซ้ายของขากรรไกรบน
- หมายเลข 3 หมายถึง ด้านซ้ายของขากรรไกรล่าง
- หมายเลข 4 หมายถึง ด้านขวาของขากรรไกรล่าง (กนกนาฏ จินตกานนท์, 2550, 6-11)



ภาพที่ 3 ชุดฟันแท้ (David, 2016)

2.5 ลักษณะของฟันแท้ (Permanent teeth)

ฟันแท้เป็นฟันชุดที่สองที่เกิดขึ้นในช่องปาก โดยจะขึ้นต่อจากชุดฟันน้ำนมและอยู่ในช่องปากไปตลอดชีวิตหรือจนกว่าจะหลุดหรือถูกถอนออกไป ฟันแต่ละซี่จะมีรูปร่างและหน้าที่เฉพาะตัวแตกต่างกันไป หน้าที่หลักของฟันได้แก่ บดเคี้ยวอาหาร ช่วยรักษารูปร่างและโครงสร้างของใบหน้า ช่วยในการออกเสียง และช่วยให้เกิดความงามบนใบหน้าได้อีกด้วย นอกจากนี้หน้าที่ของฟันแต่ละกลุ่มยังมีหน้าที่เกี่ยวข้องกับการบดเคี้ยวอาหารซึ่งสามารถแบ่งตามหน้าที่ได้ดังนี้

1. ฟันตัด (incisor) ทำหน้าที่ตัดแบ่งและสับอาหาร (cutting and chopping)
2. ฟันเขี้ยว (canine) ทำหน้าที่ฉีกและยึดอาหาร (tearing and seizing)
3. ฟันกรามน้อย (premolar) ทำหน้าที่ฉีกแบ่งอาหารและบดอาหาร (tearing division and crushing)
4. ฟันกราม (molar) ทำหน้าที่บดอาหาร (crushing)

ลักษณะเฉพาะของชุดฟันแท้ (Set Trait of Permanent Teeth)

1. ขนาดของฟันแท้ มีขนาดใหญ่กว่าฟันน้ำนมทุกชนิดเมื่อเปรียบเทียบกันในประเภทเดียวกัน
2. ฟันแท้จะมีสีเหลืองกว่าฟันน้ำนมซึ่งมีสีขาวคล้ายน้ำนม
3. ตัวฟันด้านหน้าจะมีลักษณะแบนกว่าฟันน้ำนม
4. รากของฟันแท้จะกลมและยาวกว่าฟันน้ำนม ในฟันที่มีหลายราก รากฟันจะกางน้อยกว่าฟันน้ำนม
5. ยอดแหลมของโพรงฟัน (pulpal horn) ของฟันแท้ไม่แหลมเท่าฟันน้ำนม
6. ประเภทของฟันแท้มีจำนวนมากกว่าฟันน้ำนม นั่นคือในชุดฟันแท้จะมีฟันกรามน้อย (premolar) เพิ่มขึ้นมา และไม่พบในชุดฟันน้ำนม
7. ฟันแท้มีอัตราส่วนของขนาดด้านปลายตัดถึงคอฟัน (inciso-cervical diameter) ต่อขนาดด้านใกล้กลาง-ไกลกลาง (mesio-distal diameter) มากกว่าฟันน้ำนม (สิทธิชัย วนจันทรรักษ์, -, 3)

ฟันกรามแท้ (Permanent Molars)

ฟันกรามแท้เป็นฟันที่มีขนาดใหญ่มากที่สุดในช่องปาก และแข็งแรงที่สุดเนื่องจากลักษณะของฟันที่มีตัวฟันขนาดใหญ่ มีปุ่มฟันหลายปุ่มและรากฟันหลายราก ฟันกรามแท้เป็นฟันที่ขึ้น

ทางด้านหลัง (ด้านไกลกลาง) ต่อฟันน้ำนม และไม่ได้ขึ้นแทนที่ฟันน้ำนม ฟันกรามแท้ซี่ที่ขึ้น ก่อนคือ ฟันกรามแท้ซี่แรก (ทั้งบนและล่าง) ตามด้วยฟันกรามแท้ซี่ที่สองและฟันกรามแท้ซี่ที่สาม ขึ้นห่างกันประมาณ 6 ปี

ฟันกรามบนแท้ทั้งหมดประกอบด้วยปุ่มฟันจำนวน 4-5 ปุ่ม เป็นปุ่มฟันหลัก 3 ปุ่ม ปุ่มฟันหลัก มีขนาดใหญ่ คือปุ่มฟันด้านแก้มใกล้กลาง ปุ่มฟันด้านแก้มไกลกลาง และปุ่มฟันด้านลิ้นใกล้กลาง ส่วนปุ่มฟันที่เหลือเป็นปุ่มฟันที่มีขนาดเล็ก

ฟันกรามล่างทั้งหมดประกอบด้วยปุ่มฟัน 4-5 ปุ่มเช่นกัน แต่เป็นปุ่มฟันหลัก 4 ปุ่ม คือ ปุ่มฟัน ด้านแก้มใกล้กลาง ปุ่มฟันด้านแก้มใกล้กลาง ปุ่มฟันด้านแก้มไกลกลาง และปุ่มฟันด้านลิ้นไกลกลาง ใน ฟันที่มี 5 ปุ่ม ปุ่มฟันที่ห้า เป็นปุ่มฟันที่มีขนาดเล็ก

ขนาดของฟันกรามแท้ทั้งบนและล่างปกติแล้ว ฟันกรามแท้ซี่แรกมีขนาดใหญ่กว่าฟันกรามแท้ซี่ที่สองและใหญ่กว่าฟันกรามแท้ซี่ที่สามตามลำดับ ฟันกรามแท้ซี่ที่สามเป็นฟันที่มีขนาดไม่แน่นอน อาจพบว่ามีขนาดเล็กมากจนถึงขนาดใหญ่มากกว่าฟันกรามแท้ซี่แรกก็เป็นไปได้หรืออาจไม่พบว่ามีการสร้างหน่อฟันเลยก็ได้ ฟันกรามแท้ประกอบด้วยฟันทั้งหมด 12 ซี่ ได้แก่ฟันกรามบนแท้ (permanent maxillary molar) จำนวน 6 ซี่และฟันกรามล่างแท้ (permanent mandibular molar) จำนวน 6 ซี่

ลักษณะเฉพาะประเภทของฟันกรามแท้ (Class Trait of Permanent Molar)

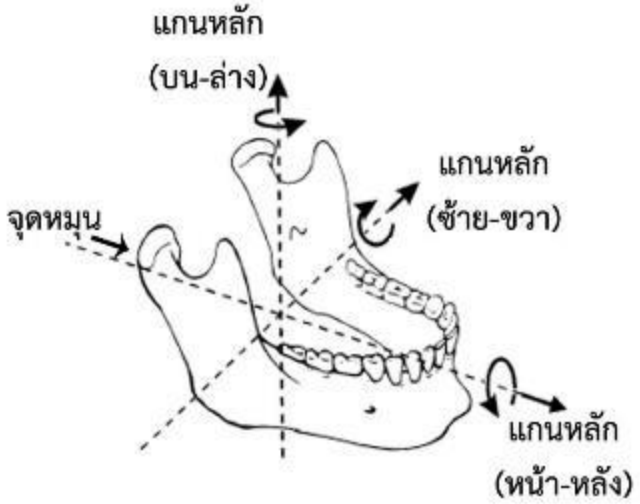
1. ฟันกรามมีพื้นที่บนด้านบดเคี้ยวขนาดใหญ่ที่สุดในฟันทุกประเภท
2. มีปุ่มฟันจำนวน 3-5 ปุ่ม
3. ปุ่มฟันด้านแก้มมี 2 ปุ่ม
4. มีรากฟันจำนวน 2-3 ราก และรากมีขนาดใหญ่ (สิทธิชัย วนจันทรรักษ์, -, 56-58)

2.6 กลไกและระบบการเคี้ยวอาหารของมนุษย์

2.6.1 กลไกการเคี้ยวอาหารของมนุษย์

กลไกการเคี้ยวอาหารของมนุษย์ประกอบด้วยขากรรไกรล่างที่สามารถเคลื่อนไหวสัมพันธ์กับกะโหลกศีรษะ มีจุดเชื่อมต่อระหว่างขากรรไกรล่างและกะโหลกศีรษะสองข้าง เรียกว่า Temporomandibular joint ถูกควบคุมการเคลื่อนไหวด้วยกล้ามเนื้อและเส้นเอ็น เป็นที่ยอมรับกันว่ากลไกการบดเคี้ยวนั้นเป็นลักษณะการเคลื่อนไหวขากรรไกรของแต่ละบุคคลซึ่งเป็นไปตามหลักทางกลศาสตร์ ประกอบด้วยอวัยวะสำคัญ ดังนี้

- ข้อต่อบริเวณขากรรไกร (Temporomandibular joint) อยู่บริเวณปลายทั้งสองข้างของขากรรไกรล่าง ซึ่งจะมีจุดเชื่อมต่อกับกะโหลกศีรษะบริเวณ Mandibular fossa มีลักษณะเป็นข้อวงรี ถูกยึดติดกันด้วยเส้นเอ็น Shenomandibular ligament และ Stylomandibular ligament
- กระดูกขมับ (Temporal bone) อยู่บริเวณกกหูทั้งสองข้างของกะโหลกศีรษะ ในกระดูกชิ้นนี้จะมีแอ่งไว้สำหรับรองรับกระดูกข้อต่อของขากรรไกรล่าง เรียกว่า Mandibular fossa
- ขากรรไกรล่าง (Mandible) ประกอบไปด้วยกระดูกขากรรไกรและชุดฟันล่าง มีการเคลื่อนไหวอย่างอิสระต่อกะโหลกศีรษะ



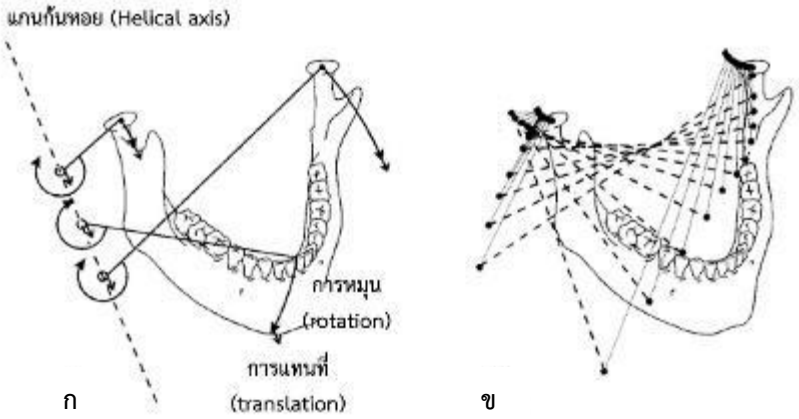
ภาพที่ 4 ลักษณะการเคลื่อนไหวของขากรรไกร ที่สามารถเคลื่อนไหวได้ 6 ทิศทาง ได้แก่ บน-ล่าง, ซ้าย-ขวา, หน้า-หลัง ลักษณะการเคี้ยวแต่ละทิศทางจะมีความสัมพันธ์กับแรงกดและมวลของอาหาร ซึ่งแปรผันตรงกับความเร็วของการเคี้ยว ดัดแปลงจาก (Koolstra, 2002, 370)

หลักฟิสิกส์ของการเคลื่อนไหวขากรรไกร (Physics of law movement) ตามกฎของนิวตัน (Newton’s Laws)

พลวัตของการเคลื่อนไหวขากรรไกรล่าง มีอธิบายไว้อย่างชัดเจนว่าประกอบด้วยตำแหน่ง ความเร็ว และความเร่ง ซึ่งมีการเคลื่อนไหวอย่างอิสระใน 6 ทิศทาง ในแต่ละคุณลักษณะนั้นขึ้นอยู่กับทิศทางทั้ง 6 ทิศทางซึ่งเป็นตัวแปรอิสระ ในระบบพิกัดคาร์ทีเซียน (ระบบที่ใช้กำหนดจุดของ

แต่ละจุดบนระนาบโดยอ้างถึงตัวเลข 2 ตัว แต่ละจำนวนเรียกว่าพิกัด X และ Y) ตำแหน่งไม่ได้ถูกกำหนดไว้เพียงแนวระนาบแกน X, Y และ Z เท่านั้น แต่หมายถึงทิศทาง (มุมตำแหน่ง, ความสูง และการหมุนตัว) ของขากรรไกรด้วย อัตราความเร็วและความเร่งประกอบด้วยแนวเส้น 3 แนว และมุม 3 มุม ในทั้ง 6 ทิศทางนั้นจะเป็นจุดกำเนิดความเร็วและความเร่ง

ในทุกๆการเคลื่อนไหวของอวัยวะซึ่งประกอบด้วยขากรรไกรล่าง เป็นไปตามกฎของนิวตัน การเคลื่อนไหวเกิดจากการกระทำของแรงบนขากรรไกร ซึ่งเกิดจากการทำงานของกล้ามเนื้อ เส้นเอ็น และข้อต่อที่ควบคุมการเคลื่อนไหวของขากรรไกรอีกที และฟัน แรงประกอบด้วย 6 ส่วน ได้แก่ เส้นแรง ที่เคลื่อนไหวตามจังหวะ (มุมตำแหน่ง) หรือ การหมุน ผลที่เกิดจากการกระทำของแรงหรือการหมุนนั้น ทำให้เกิดความเร็วเป็นไปตามกฎข้อที่สองของนิวตัน (ความเร่งเท่ากับแรงหารด้วยมวล a=F/m) เมื่อคำนวณค่าแรงเฉื่อยออกมาพบว่าในขากรรไกรล่างจะมีค่าแรงอยู่ที่ 0.44 กิโลกรัม ค่าความเฉื่อยที่แกน Z เมื่อประเมินค่าออกมาจะมีค่าที่ 8.6 กก.ซม^2 แกนY มีค่าที่ 2.9 กก.ซม^2 และแกน X มีค่าที่ 6.1 กก.ซม^2 นั่นหมายความว่าจะต้องออกแรงหมุนขากรรไกรประมาณ 3 ครั้งเพื่อปิด-เปิดขากรรไกร ความเร่งทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงความเร็ว ส่วนความเร็วทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนไหวของตำแหน่งขากรรไกร (Koolstra, 2002, 368-370)



ภาพที่ 5 การหมุนตัวของขากรรไกร ก) การหมุนตัวในข้อสันนิษฐานว่ามีลักษณะคล้ายก้นหอย ในจังหวะที่มีการเคลื่อนไหวขากรรไกรออกจากแกนกลาง ข) การเคลื่อนไหวที่เกิดขึ้นภายหลังแกนก้นหอยในจังหวะปิดขากรรไกร ดัดแปลงจาก (Koolstra, 2002, 371)

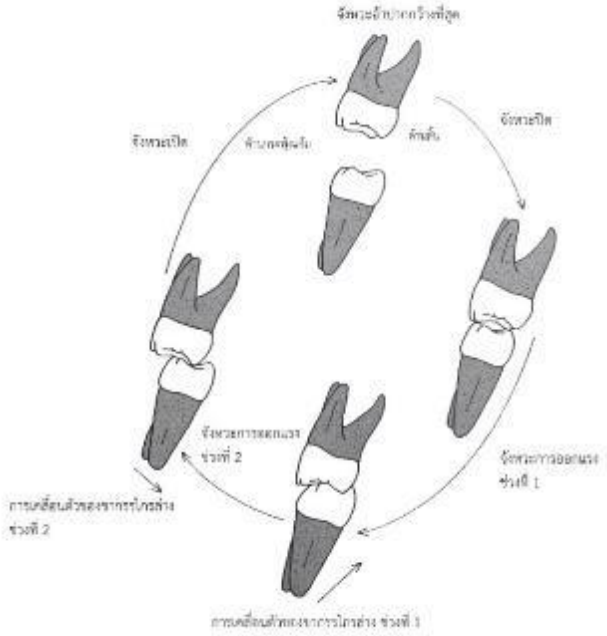
2.6.2 ระบบการเคี้ยวอาหารของมนุษย์

การเคี้ยวอาหารของมนุษย์เป็นหลักกลศาสตร์ชีวภาพที่มีความซับซ้อน มีโครงสร้างที่แตกต่างกัน แต่มีความเกี่ยวข้องกันระหว่างหน้าที่กับอวัยวะแต่ละส่วน การเคี้ยวเป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นควบคู่ไปกับการเคลื่อนไหวของขากรรไกรและการหายใจซึ่งจะทำงานอย่างสัมพันธ์กัน การบริโภคอาหารของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมนั้นเริ่มขึ้นตั้งแต่การนำอาหารเข้าสู่ปากแล้วเข้าสู่กระบวนการเคี้ยวอาหารที่เข้าสู่ช่องปาก จากนั้นอวัยวะภายในช่องปาก นับตั้งแต่ริมฝีปาก ลิ้น เพดานปากและกระพุ้งแก้มจะทำหน้าที่รวมอาหารเข้าด้วยกัน โดยจะมีฟันทำหน้าที่บดเคี้ยวอาหารที่อยู่ช่องปาก บริเวณด้านบดเคี้ยวของฟันจะทำหน้าที่บดย่อยอาหารให้มีขนาดเล็กลงด้วยการใช้แรงกดเพื่อทำให้อาหารแตกหรือขาดออกจากกัน จากนั้นเมื่ออาหารที่ได้รับการบดจนละเอียดแล้วจะถูกส่งลงไปยังหลอดอาหาร นั่นคือการกลืนอาหารและเข้าสู่กระบวนการย่อยและดูดซึมเข้าสู่ร่างกายนั่นเอง (Slavicek, 2010, 29-41)

การเคลื่อนการบดเคี้ยว (Mastication) หรือการบดเคี้ยว เป็นการทำงานที่สำคัญที่สุดของระบบบดเคี้ยวอาหาร ในกระบวนการบดเคี้ยวอาหารนั้นมีการเคลื่อนที่ของขากรรไกร ที่มีการขยับตัวอย่างซับซ้อน จึงเป็นการยากที่จะอธิบายถึงรูปแบบการเคลื่อนที่ขณะที่บดเคี้ยวอาหาร เนื่องจากการขยับตัวดังกล่าวนี้เป็นการเคลื่อนที่อิสระ แต่สามารถอธิบายในเชิงมิติได้ แบ่งส่วนเป็น 3 ระนาบ คือ ระนาบด้านหน้า ระนาบด้านข้างและระนาบแนวนอน

เมื่อบดเคี้ยวอาหาร ขากรรไกรของมนุษย์จะเคลื่อนที่ ซึ่งเมื่อพิจารณาแล้วจะมีการขยับมากกว่าจังหวะการเคลื่อนขึ้น-ลงในแนวดิ่ง เมื่อพิจารณาอย่างละเอียดจะพบว่ามีการเคลื่อนยื่นขากรรไกรล่าง มีการเคลื่อนถอยขากรรไกร และมีการหมุนเมื่อมองในแนวระนาบ หากมองจากระนาบด้านข้างจะเห็นว่าวิถีเคลื่อนอ้าและหุบขากรรไกรนั้นเป็นการเคลื่อนไหวที่ซับซ้อน มีการเคลื่อนไหวแบบเลื่อนไถล ซึ่งการเคลื่อนที่ในลักษณะดังกล่าวจะทำให้เกิดรอยสึกบนฟันที่มีลักษณะโค้ง รอยสึกบนฟันของแต่ละบุคคลนั้นอาจมีลักษณะเฉพาะในแต่ละคน อย่างไรก็ตาม ลักษณะวงเคี้ยวของแต่ละคนนั้นจะมีลักษณะที่คงตัว ความแตกต่างที่เกิดขึ้นอาจเกิดจากลักษณะของอาหารที่บริโภค เช่น ขนาดของก้อนอาหาร ความหยาบ-ละเอียดของอาหาร หรือจำนวนซี่ฟัน

การบดเคี้ยวอาจมีเกิดขึ้นในด้านใดด้านหนึ่ง เกิดขึ้นทั้งสองด้านหรือเกิดขึ้นสลับกันซ้ายขวา ตามแต่ความถนัดหรือความชอบของผู้เคี้ยว ถ้าหากผู้เคี้ยวมีความถนัดด้านใดด้านหนึ่งในการเคี้ยว ผิวสบสัมผัสบนฟันจะมีมากที่สุดในด้านที่ใช้ในการบดเคี้ยว กรณีในผู้ที่มีการเคี้ยวทั้งสองข้าง ผิวสบสัมผัสจะมีในระดับที่เท่าๆกัน (วิเชฏฐ์ จินดาวณิค, 2555, 26-28)



ภาพที่ 6 กลไกการเคี้ยวอาหารของฟันกราม ดัดแปลงจาก (Hillson, 1996, 245)

ในกรณีที่ฟันมีความสึกมาก เช่น ผู้ที่นอนกัดฟันหรือกลุ่มสังคมดั้งเดิมที่มีพฤติกรรมการบริโภคอาหารที่มีความหยาบ อย่างเช่นชนเผ่าอะบอริจินในออสเตรเลีย ที่มีการบริโภคอาหารที่มีความเหนียวและปนเปื้อนไปด้วยสารขัดถูจำพวกขี้เถ้า ชนเผ่านี้จึงมีฟันสึกด้านบดเคี้ยวมากตลอดช่วงชีวิต โดยลักษณะวงเคี้ยวของขากรรไกรนั้นจะมีแนวโน้มว่ามีการเคลื่อนขากรรไกรเป็นวงกว้าง (วิเชฏฐ์ จินดาวณิค, 2555, 29)

2.7 การสึกของฟัน

การสึกเริ่มเกิดขึ้นเมื่อฟันมีการบดเคี้ยวอาหาร การเสียดสีของกระพุ้งแก้มและลิ้นที่อาจเกิดขึ้นได้ในขณะเคี้ยว นอกจากสาเหตุที่เกิดจากการเคี้ยวแล้วสามารถเกิดขึ้นในขณะนอนหลับได้เช่นกัน ผลกระทบที่เกิดจากการสึกเช่นนี้มักเกิดขึ้นบริเวณสบฟัน (occlusal surface) เมื่อขากรรไกรบนและล่างมากระทบกัน แต่รอยสึกจุดที่เกิดขึ้นบนขากรรไกรเดียวกันจะเกิดขึ้นในด้านประชิด (approximal) ส่วนที่เป็นตัวฟัน บริเวณนี้จะมีการสึกเป็นบางส่วน จากการใช้กล้องจุลทรรศน์เพื่อศึกษาร่องรอยที่เกิดขึ้นบนผิวฟัน พบว่า พื้นผิวของเคลือบฟันจะค่อยๆหายไป การสึกของฟันจะมีการปรับตัวเพื่อให้ยังคงบดเคี้ยวได้อยู่

2.7.1 ประเภทและการจำแนกรอยสึกของฟัน

ร่องรอยที่เกิดขึ้นบนผิวฟันเป็นการสูญเสียเนื้อฟันอย่างหนึ่งอันเกิดจากการกระทบเสียดสีกันระหว่างอาหารกับลิ้นหรือกระพุ้งแก้ม พื้นที่บริเวณด้านประชิด (intermediate) จะเป็นส่วนที่ไม่ค่อยมีการสึกเนื่องจากไม่ได้รับผลกระทบจากการบดเคี้ยวหรือเสียดสี ส่วนพื้นผิวบริเวณคอฟัน (Cervical) จะมีการสะสมตัวของหินปูนเนื่องจากเป็นบริเวณที่ทำความสะอาดได้ยากและมักสะสมตัวของแผ่นคราบจุลินทรีย์กับแคลเซียมจากน้ำลายตกตะกอนจนกลายเป็นหินปูนอยู่บริเวณนี้ เมื่อคราบหินปูนถูกขจัดออกไปจะปรากฏร่องรอยของการสึกกร่อนในระยะเริ่มต้น คนในปัจจุบันเกิดการสึกของฟันเนื่องจากพฤติกรรมการดำรงชีวิตและการบริโภคอาหารที่ออกฤทธิ์เป็นกรด เช่น อาหารรสเปรี้ยว น้ำอัดลม เครื่องดื่มแอลกอฮอล์ การแปรงฟัน การใช้ไม้จิ้มฟัน หรือการกัดสิ่งของต่างๆ ทั้งหมดล้วนเป็นสาเหตุทำให้เกิดการสึกกร่อนของฟันได้ (Hillson, 1996, 244-248)

นักมานุษยวิทยากายภาพมีการกำหนดข้อตกลงในการเรียกชื่อประเภทของการสึกแบบต่างๆ ได้แก่ การสึกที่เกิดจากการขัดถู (Abrasion) การสึกจากการบดเคี้ยว (Attrition) และการสึกกร่อน (Erosion) ในการสึกแต่ละประเภทนั้นมีความหมายใกล้เคียงกัน การสึกของฟันเกิดจากสาเหตุหลักคือการเคี้ยวอาหารและการใช้ฟันจับหรือตัดแทนเครื่องมือ การสึกมักเกิดขึ้นด้วยความไม่ตั้งใจเนื่องจากสาเหตุเกี่ยวข้องโดยตรงกับการบริโภคอาหารและพฤติกรรมการใช้ชีวิต ในทางการแพทย์คล้ายจะยอมรับว่าการสึกจากการขัดถูการสึกจากการบดเคี้ยวและการสึกกร่อนเป็นกลไกที่แตกต่างกัน ซึ่งได้กำหนดเป็นคำนิยามไว้ดังต่อไปนี้ (Litonjua, 2003, 435-441)

2.7.1.1 การสึกเหตุบดเคี้ยว (Attrition)

การสึกจากการบดเคี้ยวเกิดขึ้นจากการกระทำของฟันกับฟัน โดยไม่มีอาหารมาเกี่ยวข้อง โดยรอยสึกของฟันจะสัมพันธ์กับผิวสัมผัสของฟันคู่ตรงข้ามหรือฟันคู่สบ มีลักษณะเรียบตรงไม่มีส่วนเว้า (Cupping) และลักษณะที่เป็นโพรง (Scooping) มักเกิดรอยสึกขนาดเล็กสามารถสังเกตได้จากการใช้กล้องกำลังขยายส่องดูร่องรอยซึ่งมักจะเกิดขึ้นบริเวณขอบของผิวสัมผัสโดยทั่วไปแล้วจะใช้ด้านที่เกิดเงาสะท้อนเป็นตัววัดการใช้งานจนเกิดการสึก (Litonjua, 2003, 435-441)

2.7.1.2 การสึกจากการขัดถู (Abrasion)

การสึกที่เกิดจากการเสียดสีของวัตถุที่ส่งผลต่อพื้นผิวของฟัน เกิดขึ้นได้ทั่วบริเวณของผิวฟัน สาเหตุหลักคืออาหาร การกระทำของอาหารต่อผิวฟันสามารถเกิดขึ้นโดยทั่วไปทั่วทั้งพื้นผิวด้านบดเคี้ยวและด้านกระพุ้งแก้ม ผลที่เกิดจากการสึกมักเกิดขึ้นกับฟันคู่ตรงข้ามด้วย ความแตกต่างของการสึกจากการขัดถู เนื้อฟันจะถูกเปิดออกและเป็นโพรงเว้า การกระทำของสารขัดใน

อาหารบนเนื้อฟันหรือเคลือบฟันจะทำให้เกิดรู มีลักษณะเป็นร่องขนาดเล็ก เมื่อใช้กล้องกำลังขยายสูงส่องบริเวณผิวฟันจะพบว่ามีรอยขีด,รอยครูด นั่นสะท้อนให้เห็นถึงประเภทของอาหารที่บริโภคเข้าไป หรือพื้นที่ส่วนอื่นที่ได้รับผลกระทบนอกเหนือจากบริเวณพื้นผิวฟัน เช่น ปุ่มฟันของฟันกรามล่างด้านกระพุ้งแก้มและปุ่มฟันของฟันกรามบนด้านในจะซึ่งมีการสึกอย่างรวดเร็ว

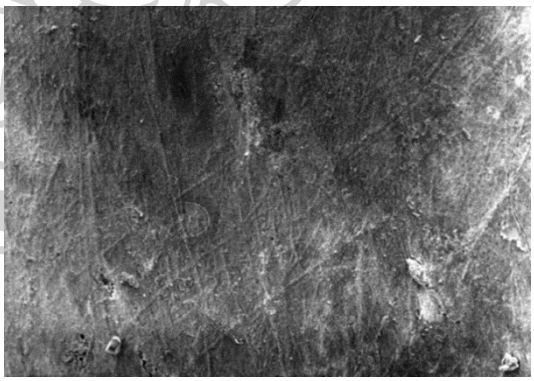
การสึกจากการขัดถู เป็นกลไกการสึกของฟันที่เห็นได้ชัดที่เกิดจากการเคี้ยววัตถุที่มีเส้นใยแข็งหรือหยาบ เช่น การกินอาหารของกลุ่มคนหาของป่าล่าสัตว์ หรือกลุ่มคนที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ที่เป็นทะเลทราย ในกลุ่มประชากรทุกวัย หลักฐานแสดงให้เห็นถึงการสึกทั้งในเคลือบฟันและเนื้อฟัน แม้ว่าการสึกมีความสัมพันธ์กับอายุที่เพิ่มมากขึ้นแต่นอกจากอาหารและวัยแล้วแนวโน้มการสึกของฟันมีความสัมพันธ์กับสภาพแวดล้อมอีกด้วย (Litonjua, 2003, 435-441)

2.7.1.3 การสึกกร่อนของฟัน (Erosion)

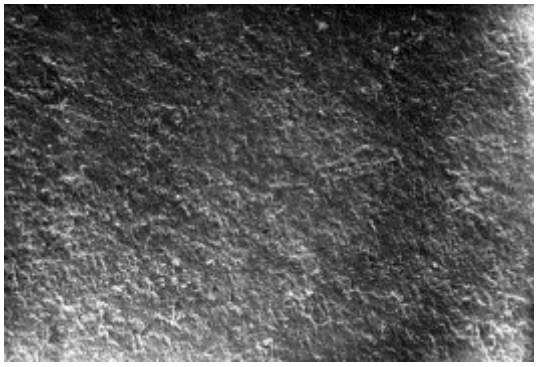
การสึกกร่อนของฟัน เป็นการสลายตัวทางเคมีของสสารที่ประกอบกันขึ้นเป็นฟันโดยไม่มีคราบแบคทีเรียบนฟัน (Plaque) ปรากฏขึ้นมา การพบหลักฐานการสึกกร่อนของฟันในทางคลินิกนั้นถือเป็นข้อมูลที่สำคัญ เพราะการสึกกร่อนเป็นตัวกระตุ้นสำคัญให้เกิดการสึกบนผิวฟันได้ง่ายขึ้น เนื่องจากสสารที่อยู่บนผิวเคลือบฟันนั้นได้ถูกทำลายไป (Litonjua, 2003, 435-441)

ลักษณะร่องรอยแต่ละรูปแบบตามการจำแนกของนักมานุษยวิทยากายภาพ (Kaidonis, 2008)

การสึกจากการขูดขีด (Abrasion)



การสึกจากการกัดกร่อน (Erosion)



การสึกเหตุบดเคี้ยว (Attrition)

ภาพที่ 7 ลักษณะการสึกแต่ละรูปแบบ (Kieser, 2001, 209-210)

การนิยามความหมายของการสึกประเภทต่างๆนั้นเป็นสิ่งที่สำคัญและต้องคำนึงถึงอยู่เสมอว่าสาเหตุของการสึกกร่อนแต่ละประเภทนั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยที่แตกต่างกันและสิ่งที่จะส่งผลกระทบต่อผิวฟันทำให้เกิดการสึกกร่อนอยู่ตลอดเวลา

การศึกษาการสึกของฟันขนาดเล็กบนผิวฟัน เป็นการศึกษาที่สามารถใช้ในการทำนายลักษณะอาหารหรือลักษณะการเคี้ยวของมนุษย์ในอดีตได้ เนื่องจากร่องรอยที่เกิดขึ้นบนผิวฟันนั้นเกิดจากความแข็งความหยาบของอาหารที่บริโภคเข้าไป เมื่อมีการบดเคี้ยวอาหารรอยขูดขีดจากอาหารจะเกิดขึ้นกับผิวของฟันโดยเฉพาะด้านบดเคี้ยว (occlusal) และด้านข้างกระพุ้งแก้ม (buccal) ซึ่งเป็นด้านที่สัมผัสกับอาหารมากที่สุด ในการศึกษาวิเคราะห์นั้นจำเป็นจะต้องใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์เข้ามาช่วยในการนับจำนวนและสังเกตร่องรอยโดยใช้กล้องจุลทรรศน์ที่มีกำลังขยายสูง เนื่องจากร่องรอยที่เกิดขึ้นนั้นไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า ดังนั้นกล้องจุลทรรศน์กำลังขยายสูงจึงจำเป็นต่อการศึกษาการสึกที่เกิดขึ้นบนผิวฟันนี้

2.7.2 ลักษณะของร่องรอยการสึกของฟัน

เมื่อจัดจำแนกร่องรอยการสึกที่พบบนผิวฟันจากสาเหตุการเกิดร่องรอยแล้วนั้นพบว่าสามารถแบ่งออกได้ ดังนี้

1) ร่องรอยที่มีลักษณะเป็นเส้น (Scratch) เป็นร่องรอยของการสูญเสียเนื้อฟันในลักษณะเป็นเส้นยาว โดยมีความยาวที่แตกต่างกัน มีการกำหนดลักษณะร่องรอยของเส้นขูดขีดโดยดูจากอัตราส่วนความยาวต่อความกว้างของร่องรอยเกินอัตราส่วน 2:1 หรือ 4:1 หรือ 10:1 โดยมีทิศทางที่หลากหลายและอิสระต่อกัน

2) ร่องรอยที่มีลักษณะเป็นหลุม (Pit) เป็นร่องรอยของการสูญเสียเนื้อฟันในลักษณะเป็นหลุมที่มีความกว้าง-ยาวในอัตราส่วนใกล้เคียงกัน ขนาดของหลุมมีความแตกต่างกันไป (Hillson, 1996, 245-246)

การศึกษาการสึกของฟันในประเทศไทย

การวิเคราะห์ร่องรอยการสึกของฟันในประเทศไทยมีการศึกษาตัวอย่างฟันจากโครงกระดูกในแหล่งโบราณคดีหลายแห่ง เช่น แหล่งโบราณคดีบ้านเก่า (Sangvichien et al., 1969) แหล่งโบราณคดีบ้านนาดี (วรชัย วิริยาภิรมณ์, 2527) แหล่งโบราณคดีโคกพนมดี (Tayles, 2000) แหล่งโบราณคดีบ้านโนนนกทา (Domett, 2001) แหล่งโบราณคดีบ้านเชียง (Pietrusewsky and Douglas, 2002) แหล่งโบราณคดีพรหมทินใต้ (Kirkland, 2010) การวิเคราะห์ร่องรอยการสึกของฟันเหล่านี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาทันตพยาธิวิทยาโบราณ (dental paleopathology) เป็นการศึกษาเชิงชีววิทยาเกี่ยวกับสุขภาพอนามัยจากฟันที่เหลืออยู่ในโครงกระดูกตามแหล่งโบราณคดีต่างๆ เพื่อตีความถึงอาหารการกิน สุขภาพ โรคภัยและรูปแบบการดำรงชีวิต โดยวิธีการศึกษาจะมุ่งเน้นการวิเคราะห์รอยผุ (carious lesion) การสึกกร่อน (attrition) การหลุดของฟันก่อนเสียชีวิต (antemortem) การคืนตัวของของกระดูกบริเวณเบ้าฟัน (alveolar resorption) (ธนิก เลิศชาญฤทธ์และคณะ, 2556) รวมไปถึงความผิดปกติต่างๆของฟัน การศึกษาในช่วงแรกนั้นเป็นการวิเคราะห์เชิงพรรณนาและการสังเกตด้วยตาเปล่า นับจำนวนและคำนวณเป็นร้อยละเพื่อแสดงถึงอัตราการเกิดความผิดปกติต่างๆเหล่านี้ ในระยะหลังได้รับอิทธิพลด้านวิธีการศึกษาจากนักวิชาการชาวต่างชาติที่ศึกษาเกี่ยวกับการสึกของฟัน มีการวัดขนาดอย่างเป็นมาตรฐาน มีการเปรียบเทียบและการให้คะแนนตามระดับความสึก แล้วบันทึกข้อมูลเชิงปริมาณและพรรณนาลักษณะที่วัดไม่ได้ ตารางที่นักมานุษยวิทยากายภาพนิยมนำมาใช้ในการเปรียบเทียบ เช่น ตารางระดับการสึกของฟัน โดย เมอร์ฟี (Murphy) 1959 โมนาร์ (Molnar) 1970 และ สมิธ (Smith) 1984 ได้ทำการศึกษาและคิดระบบการศึกษาเปรียบเทียบนี้ขึ้นมา ในการบันทึกข้อมูลต้องให้ระดับคะแนนของการสึกเมื่อเทียบจากตารางดังกล่าว เพื่อให้เป็นมาตรฐานเดียวกัน และประมวลผลออกมาเป็นร้อยละ เพื่อนำมาเปรียบเทียบอัตราส่วนการเกิดกับแหล่งโบราณคดีอื่นๆ

การศึกษาการสึกของฟันในประเทศไทยในระยะแรกนั้นเริ่มทำการศึกษาตัวอย่างฟันจากแหล่งโบราณคดีวัฒนธรรมบ้านเก่าในปี พ.ศ. 2520 ทำการวิเคราะห์โดยนายแพทย์สุด แสงวิเชียร ถือว่าเป็นการศึกษาร่องรอยการสึกโดยผู้เชี่ยวชาญในยุคแรกของการศึกษาด้วยการนำความรู้

สหวิทยาการมาประยุกต์ใช้ จากการศึกษาพบว่าร่องรอยการสึกของคนในสมัยหินใหม่เมื่อเปรียบเทียบกับคนปัจจุบันจะเห็นความแตกต่างได้ในแต่ละยุคสมัย เช่น ในสมัยหินใหม่ฟันจะมีรอยสึกมากและชัดเจน แสดงถึงอาหารที่บริโภคต้องเป็นอาหารที่มีความเหนียวและหยาบ ต้องใช้แรงในการบดเคี้ยวและใช้เวลาเคี้ยวนาน วิธีการศึกษาที่นายแพทย์สุด แสงวิเชียรเลือกใช้คือการวัดขนาดของฟันและสังเกตลักษณะการสึกของฟันด้วยตาเปล่า มีการนำไปเปรียบเทียบกับตัวอย่างฟันในสมัยต่างๆ เช่น สมัยโลหะ สมัยทวารวดี สมัยสุโขทัย-อยุธยา และในคนสมัยปัจจุบัน งานวิจัยชิ้นนี้ถือเป็นงานที่มีการกล่าวถึงระดับการสึกและเปรียบเทียบให้เห็นความแตกต่างกันในแต่ละยุคสมัยเนื่องจากพฤติกรรมการบริโภคอาหารและประเภทอาหารที่แตกต่างกัน ผลจากการวิเคราะห์กระดูกสัตว์โดยอำพัน กิจงามในชั้นวัฒนธรรมที่ 2 (อายุของชั้นวัฒนธรรมที่ 2 จากการกำหนดอายุทางวิทยาศาสตร์คาร์บอน 14 (C-14) ได้ค่า 2 ค่า คือ 3,420±380 ก่อนปัจจุบัน หรือ 3,800-3,040 ปีมาแล้ว และ 4,215±95 ก่อนปัจจุบัน หรือ 4,310-4120 ปีมาแล้ว) พบว่าคนในช่วงนี้มีการบริโภคสัตว์ประเภทเก้ง กวาง ค่าง ลิง กระรอก และสัตว์จากแหล่งน้ำ เช่น จระเข้ เต่า กบ (สุรินทร์ ภู่ขจร, 2520, 40-45) เมื่อพิจารณาจากอายุสมัยและที่ตั้งรวมถึงโบราณวัตถุอื่นๆ โดยเฉพาะหม้อสามขา พบว่าแหล่งโบราณคดีวัฒนธรรมบ้านเก่าเป็นวัฒนธรรมต้นแบบให้กับแหล่งโบราณคดีหนองราชวัตรทั้งทางด้านวัฒนธรรมและสภาพแวดล้อม

อย่างไรก็ตามการศึกษาที่ผ่านมาเป็นเพียงการศึกษาเปรียบเทียบด้วยตาเปล่าเท่านั้น ซึ่งอาจเกิดความลำเอียงจากผู้ทำการศึกษาได้ ในปัจจุบันการศึกษาร่องรอยการสึกของฟันมีความพยายามนำเทคโนโลยีทางวิทยาศาสตร์มาช่วยในการวิเคราะห์และประมวลผล เพื่อความเป็นมาตรฐาน ดังเช่น งานวิจัยของทันตแพทย์หญิงกนกนาฏ จินตกานนท์ (2550) ที่ได้ศึกษาฟันจากโครงกระดูกที่พบในวัฒนธรรมโลงไม้ โครงการโบราณคดีบนพื้นที่สูงในอำเภอปางมะผ้า จังหวัดแม่ฮ่องสอน ทั้งในด้านลักษณะกายภาพของฟัน รอยโรค รอยสึกของฟัน และการตกแต่งฟัน โดย แบ่งตัวอย่างเป็น 3 กลุ่มตามอายุของแหล่ง มีการใช้เทคโนโลยีทางวิทยาศาสตร์การแพทย์เป็นเครื่องมือช่วยในการวิเคราะห์ได้แก่ การสแกนภาพรังสีภาพตัดขวางอาศัยคอมพิวเตอร์แบบโคนบีม (Cone Beam CT Scanning) เพื่อศึกษาลักษณะกายภาพของฟัน ใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning Electron Microscope) เพื่อศึกษาการสึกขนาดเล็กบนผิวฟัน และใช้กล้องเอกซเรย์สเปคโตรสโตปีแบบกระจายพลังงาน (Energy Dispersive X-ray Spectroscopy-EDS) เพื่อศึกษาองค์ประกอบทางเคมีที่ใช้เป็นวัสดุในการตกแต่งฟัน การศึกษาครั้งนี้นับว่าเป็นการทดลองวิจัยโดนใช้เครื่องมือทางการแพทย์เข้ามาช่วยในการวิเคราะห์ทางโบราณคดีเป็นครั้งแรกในประเทศไทย ผลการศึกษาร่องรอย

การสึกของฟันจากด้วยวิธี CT scanning พบว่า มีการสึกในระดับน้อยถึงปานกลาง และเมื่อใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดถ่ายภาพผิวฟันพบว่ามีลักษณะเป็นร่องและหลุมตื้นๆ ซึ่งเกิดจากการขัดถูกันระหว่างอาหารและผิวฟัน (กนกนาฏ จินตกานนท์, 2550, 126-129) ผลการศึกษานี้แสดงให้เห็นถึงการเกิดร่องรอยจากการขัดถูที่เกิดขึ้นบริเวณผิวฟันจนเกิดเป็นร่องรอยที่มีลักษณะแตกต่างกันออกไป นำไปสู่การทำนายลักษณะอาหารรวมไปถึงลักษณะการบดเคี้ยวอาหารของบุคคลนั้นๆ ซึ่งอาหารที่มีลักษณะอ่อนจะเกิดร่องที่ตื้นกว่าอาหารที่มีลักษณะแข็ง อาหารที่มีความแข็ง มีเม็ดทรายหรือสารขัดถูผสมอยู่จะทำให้เกิดร่องรอยขูดขีด (scratch) หรือหลุม (pit)

2.8 การศึกษาเกี่ยวกับร่องรอยการสึกขนาดเล็กบนผิวฟันที่ผ่านมา

การสร้างคืนภาพเกี่ยวกับอาหารของมนุษย์ในอดีตทำให้เกิดความรู้ความเข้าใจถึงวิถีชีวิตของผู้คนในอดีต แต่หลักฐานทางโบราณคดีมักไม่เหลือทิ้งร่องรอยของอาหารที่คนในอดีตเลือกนำมาบริโภค การศึกษาทางอ้อมจากหลักฐานที่เหลืออยู่จึงจำเป็นอย่างมาก ร่องรอยการสึกที่เกิดขึ้นบนผิวฟันเป็นร่องรอยที่สามารถตีความเชื่อมโยงได้ถึงลักษณะและประเภทของอาหาร เพราะในกระบวนการเคี้ยวอาหารนั้นฟันเป็นอวัยวะที่มีบทบาทมากที่สุด การศึกษาร่องรอยการสึกขนาดเล็กบนผิวฟันนั้นจึงเป็นการศึกษาร่องรอยของพฤติกรรมการบริโภคอาหารก่อนเสียชีวิต ด้วยวิธีการตรวจสอบร่องรอยที่เกิดขึ้นบนผิวฟันผ่านกล้องจุลทรรศน์กำลังขยายสูง ผลการศึกษาที่ได้จะแสดงออกมาเป็น 2 หรือ 3 มิติ การศึกษาที่ผ่านมาแสดงให้เห็นถึงกระบวนการทำงานและผลการศึกษาที่มีการพัฒนาไปข้างหน้ามามากว่าครึ่งศตวรรษ จากการศึกษาพบว่าร่องรอยเหล่านี้แสดงให้เห็นรูปแบบของร่องรอยขนาดเล็กที่เกิดจากการเคี้ยวอาหารและการเคลื่อนไหวของขากรรไกร บอกเป็นนัยยะได้ถึงการสร้างคืนภาพของอาหารและวิถีชีวิตความเป็นอยู่ของคนในอดีตได้

ในช่วงเริ่มต้นของการศึกษาร่องรอยการสึกขนาดเล็กบนผิวฟันนั้น ได้มีการใช้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงเป็นอุปกรณ์ในการศึกษา เมื่อช่วงปลายปีค.ศ. 1970 นักวิจัยได้เริ่มตระหนักถึงการขาดความเข้าใจอย่างลึกซึ้งและข้อจำกัดของการเก็บข้อมูลร่องรอยการสึกขนาดเล็กจากการใช้เครื่องมืออย่างเต็มศักยภาพ จึงหันมาใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนซึ่งให้ผลที่ออกมาเป็นที่น่าพอใจกว่า (Scott, 2006, 339-349) การศึกษารอยสึกขนาดเล็กบนผิวฟันได้ถูกนำมาใช้โดยนักมานุษยวิทยาช่วยในการวิเคราะห์พฤติกรรมการบริโภคอาหารและการดำรงชีวิตของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมและบรรพบุรุษของมนุษย์ที่สูญพันธุ์ไปแล้ว ในการศึกษานั้นได้ใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM) ช่วยบันทึกภาพร่องรอยที่เกิดขึ้น (ด้วยกำลังขยายประมาณ 100-500 เท่า) ต่อมาในช่วงปีค.ศ. 1980 มีการนำวิธีการนี้เข้ามาใช้ในการศึกษาเพิ่มมากขึ้น ทั้งนักบรรพชีวิตที่ศึกษาสัตว์มีกระดูกสันหลังที่ได้นำ

กล้องจุลทรรศน์มาใช้ในการนับและวัดขนาดของร่องรอยบนผิวฟันว่าเป็นร่องรอยที่เกิดจากการบริโภคหญ้า ผลไม้ หรืออาหารหลายประเภทผสมกัน ตัวอย่างการศึกษาร่องรอยการสึกของสัตว์กินพืช ร่องรอยที่เกิดขึ้นมีลักษณะเป็นเส้นขูดขีด (Scratches) และเป็นหลุม (pits) แสดงถึงการบริโภคอาหารที่มีลักษณะเหนียว หยาบ และอาจมีการผสมของเมล็ดทราย ร่องรอยที่เกิดขึ้นมีความถี่ในการเกิดขึ้นสูง ทำให้สามารถทำนายได้ว่าอาจเป็นสัตว์ที่บริโภคอาหารที่มีความแข็งจำพวกวัสดุที่เป็นไม้ เมล็ดพืชหรือผลไม้ (DeSantis, 2016, 1-12)

กอร์ดอนได้ทำการศึกษารอยสึกที่เกิดขึ้นบนผิวฟันจากตัวอย่างของลิงชิมแปนซี พบว่ารอยสึกที่เกิดขึ้นนั้นไม่ได้เกิดขึ้นจากการบดเคี้ยวอาหารเพียงอย่างเดียว แต่ลักษณะการเคี้ยวหรือการใช้ฟันทำสิ่งอื่นที่นอกเหนือจากการบดเคี้ยวก็ทำให้เกิดร่องรอยการสึกได้เช่นกัน ความแตกต่างของร่องรอยที่เกิดขึ้นนั้นอาจแตกต่างในแต่ละบริเวณของฟันซึ่งเกิดจากความลาดเอียงจากการสึก (attrition) ที่ไม่เท่ากัน นอกจากนี้อายุและเพศก็เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ทำให้เกิดความแตกต่างกันในกลุ่มตัวอย่าง (Gordon, 1982, 195)

งานของทีฟอร์ด ในปีค.ศ.1985 ได้ทำการศึกษาร่องรอยการสึกขนาดเล็กบนผิวฟันกรามและลักษณะอาหารของลิงตระกูลซีบัส (Cebus) โดยเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มสัตว์ไพรเมทที่กินอาหารที่ลักษณะแข็งและกลุ่มที่กินใบไม้จากกลุ่มที่มีความใกล้เคียงกันทางสายพันธุ์ด้วยวิธีการใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning electron microscope) ผลจากการศึกษาพบว่าร่องรอยการสึกที่เกิดขึ้นในสายพันธุ์ที่ใกล้ชิดกันมีความแตกต่างน้อยกว่าที่เกิดขึ้นกับคนละสายพันธุ์ ซึ่งแสดงให้เห็นถึงในลิงแต่ละสายพันธุ์มีการกินอาหารที่แตกต่างกันออกไป (Teaford, 1985, 363-370) ต่อมาในปี 1989 ทีฟอร์ดได้เกิดข้อสงสัยและตั้งคำถามเกี่ยวกับความแตกต่างของอาหารว่ามีความแตกต่างตามฤดูกาลหรือถิ่นที่อยู่อาศัยหรือไม่ การตรวจสอบร่องรอยการสึกขนาดเล็กจะช่วยตอบคำถามได้มากน้อยเพียงใด ในการศึกษาครั้งนี้ได้ใช้ตัวอย่างฟันของลิงตระกูลซีบัส โดยเลือกตามถิ่นที่อยู่อาศัยที่แตกต่างกัน 3 แห่ง ผลการศึกษาพบว่าสัตว์เหล่านี้บริโภคอาหารตามฤดูกาลโดยในฤดูแล้งจะบริโภคผลไม้ที่แห้งและแข็ง ในหน้าฝนจะบริโภคพืชผลไม้และหนอนที่มีความสดตามฤดูกาลในแต่ละปี ร่องรอยที่เกิดขึ้นจึงมีความแตกต่างกัน การศึกษาของทีฟอร์ดทำให้เห็นว่าปัจจัยการเกิดร่องรอยการสึกขนาดเล็กบนผิวฟันนั้นเกิดจากลักษณะการบริโภคอาหารของลิงแต่ละสายพันธุ์แม้ว่าจะเป็นการบริโภคพืชและผลไม้เหมือนกัน แต่ในแต่ละสายพันธุ์จะมีการเลือกอาหารที่แตกต่างกันออกไป และนอกจากนี้ปัจจัยด้านสภาพแวดล้อมก็เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ควบคุมแหล่งทรัพยากรอาหาร

ทำให้ในแต่ละช่วงฤดูกาลจะมีอาหารที่แตกต่างกันและทำให้เกิดร่องรอยที่แตกต่างกันไปด้วย (Teaford and Robinson, 1989, 391-401)

ในปีค.ศ.2013 ออสเดมิส ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างร่องรอยการสึกขนาดเล็กบนผิวฟันของมนุษย์กับอาหาร เนื่องจากอาหารเป็นปัจจัยพื้นฐานที่มนุษย์ต้องบริโภคและทำให้เกิดการสึกของฟัน ร่องรอยเหล่านี้เกิดจากส่วนประกอบของอาหารที่มีความแข็ง ขนาดของอนุภาค และแรงที่ใช้ในการบดเคี้ยว ทั้งหมดนี้ล้วนแต่ส่งผลต่อการสึกของฟันทั้งสิ้น ในการศึกษานี้ ออสเดมิสได้ใช้ตัวอย่างจากกลุ่มคนที่อาศัยอยู่ในอนาโตเลียด้านฝั่งตะวันออก (Minnetpınarı, Güllüdere) และกลุ่มคนที่อยู่อาศัยในอนาโตเลียตะวันตก (Kyzikos, Agora) โดยทั้งสองพื้นที่นี้มีลักษณะทางสังคมที่แตกต่างกัน ผลการศึกษาพบว่าในไคซิกอส (Kyzikos) พบร่องรอยของหลุมน้อยที่สุด และพบจำนวนที่เพิ่มมากขึ้นใน อะโกรา (Agora), มินเนทพินารี (Minnetpınarı) และ กูลูดเดเร่ (Güllüdere) ตามลำดับ ในทำนองเดียวกัน ลักษณะร่องรอยขูดขีดพบจำนวนน้อยที่สุดในไคซิกอสและพบจำนวนที่เพิ่มมากขึ้นในอะโกรา มินเนทพินารี และ กูลูดเดเร่ ตามลำดับ อาจเป็นไปได้ว่าลักษณะอาหารของกลุ่มคนสังคมฝั่งตะวันออกนั้น มีลักษณะแข็ง ขนาดอนุภาคของอาหารมีขนาดใหญ่ ในการศึกษาเปรียบเทียบจาก 2 กลุ่มที่มีลักษณะการดำรงชีวิต ลักษณะภูมิอากาศที่แตกต่างกันสะท้อนให้เห็นว่ารูปแบบการสึกของฟันมีความแตกต่างกัน การเปรียบเทียบลักษณะเช่นนี้ สามารถทำได้เฉพาะกับกลุ่มคนที่อาศัยในบริเวณเดียวกันเท่านั้น ไม่สามารถใช้เปรียบเทียบได้กับกลุ่มอื่นๆทั่วโลก

เมื่อเข้าสู่ยุคแห่งการทำเกษตรกรรม ได้มีการคิดค้นกระบวนการผลิตอาหารที่ส่งผลกับการบริโภคอาหารของคนเป็นอย่างมาก ทั้งการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพของอาหาร เช่น ความอ่อนนุ่ม ขนาดของอนุภาคอาหาร ความเหนียว ทำให้การเคี้ยวอาหารมีความง่ายขึ้น ในช่วงเวลาแรกเริ่มของยุคประวัติศาสตร์ของเมโสโปเตเมียและเมดิเตอร์เรเนียน พบหลักฐานการบดเมล็ดธัญพืชเพื่อผลิตแป้งเป็นอาหาร หลักฐานทางโบราณคดีที่พบได้แก่ ครก สาก โม่หิน ซึ่งเป็นหลักฐานสำคัญที่แสดงให้เห็นถึงกิจกรรมภายในครัวเรือน ซึ่งส่งผลต่อรูปแบบร่องรอยการสึกของฟันเป็นอย่างมาก ตัวอย่างที่ได้นำมาทำการศึกษาเปรียบเทียบกันนั้นเป็นตัวอย่างที่ได้จากเมืองอัซฌารา (Tell Ashara) (เมืองโบราณเทอกา (Terqa)) และเมืองมาซาคอิ (Tell Masaikh) (เมืองโบราณดูเดอเฌอนาซิพอล (Dur Assurnasirpal)) ตั้งอยู่บริเวณตอนกลางของแม่น้ำยูเฟรตีส พบว่ามีการทำการเกษตรกรรมอยู่บริเวณสองข้างของแม่น้ำยูเฟรตีส นอกจากหลักฐานที่แสดงถึงเทคโนโลยีการผลิตอาหารแล้วนั้นยังพบกังหันทดน้ำ ซึ่งเป็นหลักฐานที่แสดงถึงการจัดการน้ำ มีการทำชลประทานเพื่อใช้ในการทำการเกษตร

ตัวอย่างเหล่านี้เมื่อกำหนดค่าอายุแบ่งออกเป็น 3 ช่วง ได้แก่ ช่วงยุคสำริด ช่วงสมัยปลายยุคโรมัน และช่วงต้นยุคอิสลาม ผลการศึกษาร่องรอยการสึกของฟันนั้นพบว่ามีร่องรอยขูดขีดและเป็นหลุมปะปนกัน ไม่มีทิศทางที่แน่นอน การสึกในช่วงยุคต้นถึงปลายนั้นมีร่องรอยการสึกที่ไม่แตกต่างกันมาก เนื่องจากลักษณะของอาหารและพืชหลักที่ใช้บริโภคนั้นไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างสิ้นเชิง (Soltysiak, 2011, 1-8)

จากการศึกษาที่ผ่านมานับตั้งแต่เริ่มมีการใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์เข้ามาเป็นเครื่องมือช่วยในการหาคำตอบทางโบราณคดี พบว่ามีงานศึกษาหลายงานที่ใช้ตัวอย่างจากฟันของลิงหรือของมนุษย์ยุคแรกเริ่มเพื่อศึกษาเปรียบเทียบลักษณะการบริโภคอาหารของแต่ละคน นอกจากนี้ในการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการสึกของฟัน อาหาร และพฤติกรรมการบริโภคอาหารของคนในยุคปัจจุบันเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการเปรียบเทียบกับตัวอย่างทางโบราณคดีนับว่าเป็นวิธีการที่สำคัญอีกอย่างหนึ่ง เพื่อช่วยในการอนุมานหรือคาดการณ์ว่าร่องรอยแต่ละลักษณะเกิดจากสาเหตุใด การศึกษานี้ไม่เพียงแต่นักมานุษยวิทยาหรือนักโบราณคดีเท่านั้นที่ทำการศึกษา แต่มีกลุ่มนักวิจัยจากคณะทันตแพทย์ของมหาวิทยาลัยคิงส์คอลเลจ เมืองลอนดอน ประเทศอังกฤษ ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการสึกของฟัน อาหาร และพฤติกรรมการบริโภคอาหารจากกลุ่มตัวอย่างที่มีอายุ 18-30 ปี ในการศึกษานั้น กลุ่มนักวิจัยได้ทำแบบทดสอบเพื่อให้กลุ่มผู้อาสาสมัครได้ตอบคำถามเกี่ยวกับประเภทของอาหารที่บริโภคเป็นประจำของแต่ละคน พร้อมทั้งเก็บข้อมูลระดับการสึกของฟันด้วยการประเมินระดับแล้วให้คะแนน หลังจากการเก็บข้อมูลครั้งแรกแล้วผู้วิจัยได้เก็บข้อมูลซ้ำอีกทีหลังจากทำการทดลองครั้งแรกระยะห่าง 2 เดือน จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาใช้วิธีการคำนวณทางสถิติช่วยในการวิเคราะห์ข้อมูล (Bartlett, 2011, 811-816) จะเห็นได้ว่าการศึกษาจากคนสมัยปัจจุบันนั้นเราได้ทราบถึงลักษณะของอาหารที่บริโภคและอาหารแต่ละประเภทส่งผลต่อการสึกเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร การศึกษาดังกล่าวนี้ทำให้เห็นถึงตัวแปรที่ทำให้เกิดการสึกของฟันได้เป็นอย่างดี และผลที่เกิดขึ้นนั้นเกิดจากการทดลองไม่ใช่การคาดการณ์หรืออนุมานถึงปัจจัยที่ทำให้เกิด ผลการศึกษานี้จึงเป็นตัวอย่างของคนปัจจุบันที่สามารถใช้ในการคาดการณ์ได้กับตัวอย่างทางโบราณคดี

การศึกษาร่องรอยการสึกขนาดเล็กในต่างประเทศนิยมใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์เข้ามาช่วยในการศึกษา เช่น การถ่ายภาพตัวอย่างด้วยกล้องจุลทรรศน์กำลังขยายสูง และโปรแกรมสามมิติเพื่อช่วยในการวิเคราะห์ความลึก ขนาดของร่องรอยการสึกบนผิวฟัน นักวิชาการส่วนใหญ่เลือกใช้

โปรแกรมวิเคราะห์ร่องรอยการสึกขนาดเล็ก เนื่องจากเป็นโปรแกรมที่ออกแบบมาเพื่อวิเคราะห์ร่องรอยขนาดเล็ก ซึ่งมีความแม่นยำมากกว่าการสังเกตด้วยตาเปล่าที่อาจเกิดข้อผิดพลาดในการวิเคราะห์ได้มากกว่า โปรแกรมวิเคราะห์นี้มีชื่อว่าสเกลเซนซิทีฟแฟรคทอลอนาไลซิส (Scale-sensitive fractal analysis) เป็นโปรแกรมที่ถูกออกแบบโดยสก็อตและคณะ เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ร่องรอยการสึกขนาดเล็กบนผิวฟันในทางเรขาคณิต การค้นคว้านี้เกิดขึ้นมาเนื่องจากการศึกษาร่องรอยการสึกขนาดเล็กบนผิวฟันที่ขยายเป็นวงกว้างมากขึ้น และมีมานานกว่า 50 ปี ในการศึกษาระยะแรกนั้นเป็นการศึกษาจากภาพที่ได้จากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด ภาพที่ได้แสดงให้เห็นถึงรูปแบบของร่องรอยการสึกที่เกิดจากการเยื้องขากรรไกรและการบดเคี้ยวอาหาร

พัฒนาการของการศึกษาร่องรอยการสึกขนาดเล็กบนผิวฟันในระยะแรกยังเป็นการวัดขนาดของร่องรอยด้วยเครื่องมือวัดขนาดเชิงเลข (Caliper) ซึ่งต้องใช้เวลานานในการวัด ถ้าหากมีตัวอย่างที่จะศึกษาจำนวนมากอาจทำให้ต้องใช้ระยะเวลานานในการวัดขนาดของร่องรอยที่สังเกตได้ทั้งหมด การคิดค้นโปรแกรมนี้เริ่มขึ้นในช่วงปลายค.ศ.1980 คณะทำงานได้คิดค้นหาวิธีนับจำนวนร่องรอยการสึกบนผิวฟันโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์และนับจำนวนโดยอัตโนมัติ

การวิเคราะห์ด้วยสเกลเซนซิทีฟแฟรคทอลอนาไลซิสจะมีการประมวลผลในโปรแกรมทูธแฟรค (Toothfrax) (Surfract, www.surfract.com) โดยโปรแกรมนี้สร้างขึ้นมาใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร เพื่อตรวจสอบลักษณะเนื้อของอาหาร แล้วจึงมีการนำมาปรับใช้ในการศึกษาพื้นผิวของตัวอย่างฟัน ในที่นี้จะกล่าวถึงตัวแปรที่สำคัญในงานนี้ คือ ลักษณะรูปแบบของการสึกขนาดเล็กบนผิวฟัน ได้แก่รูปแบบซับซ้อน (complexity) รูปแบบไม่สม่ำเสมอ (anisotropy) รูปแบบที่แตกต่างกัน (heterogeneity) และรูปแบบกระจายทั่วพื้นผิว (texture fill volume) ซึ่งในแต่ละรูปแบบจะประกอบด้วยร่องรอยขูดขีดและร่องรอยหลุม ตัวแปรที่สำคัญที่นำมาวิเคราะห์ชุดคำสั่งที่สร้างขึ้นไว้ (algorithms) ได้แก่ 1) มาตราส่วนของความยาว 2) มาตราส่วนของพื้นที่ 3) ปริมาณต่อหนึ่งหน่วย โดยโปรแกรมจะคำนวณตามตัวแปรดังกล่าวแล้ววิเคราะห์รูปแบบว่าร่องรอยการสึกอยู่ในรูปแบบใด (Scott, 2006, 340-342)

จากการทบทวนวรรณกรรมเกี่ยวกับการศึกษาที่ผ่านมา พบว่าปัจจัยที่ส่งผลต่อการเกิดร่องรอยบนผิวฟันนั้นสามารถแบ่งได้เป็นปัจจัยภายในและภายนอก ซึ่งมีสาเหตุและกระบวนการเกิดที่แตกต่างกัน ในการวิเคราะห์ร่องรอยการสึกขนาดเล็กบนผิวฟันนั้นจำเป็นต้องคำนึงถึงปัจจัยเหล่านี้

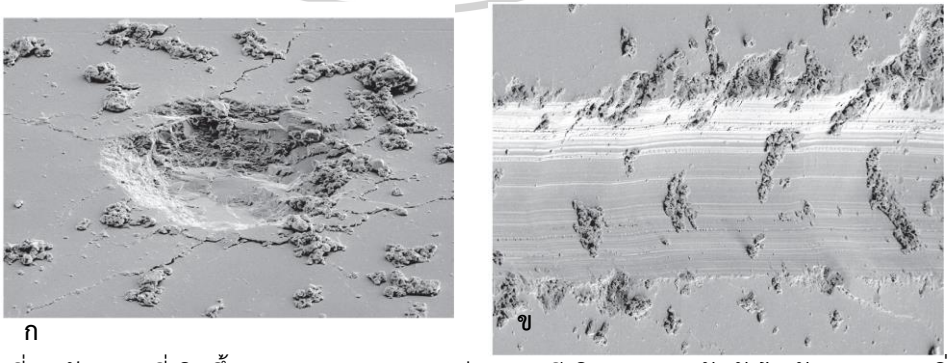
เพื่อนำไปสู่การสันนิษฐานถึงสาเหตุการเกิดได้ โดยปัจจัยภายในนั้นมีตั้งแต่กระบวนการบดเคี้ยวอาหาร ความแข็ง-อ่อนของอาหาร รวมไปถึงความเป็นกรดเป็นด่างของอาหาร ส่วนปัจจัยภายนอกเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดร่องรอยโดยไม่เกี่ยวข้องกับอาหาร เช่น การแปรงฟัน การใช้ไม้จิ้มฟัน และในตัวอย่างจากแหล่งโบราณคดีการทับถมของชั้นดินในทางโบราณคดีก็เป็นอีกสาเหตุหนึ่งเช่นกัน

2.8.1 ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเกิดร่องรอยการสึกขนาดเล็กบนผิวฟัน

2.8.1.1 ปัจจัยภายในที่ทำให้เกิดร่องรอยการสึกขนาดเล็กบนผิวฟัน เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นภายในช่องปากที่เกี่ยวข้องกับการบดเคี้ยวอาหาร

- การเกิดร่องรอยจากลักษณะการบดเคี้ยว

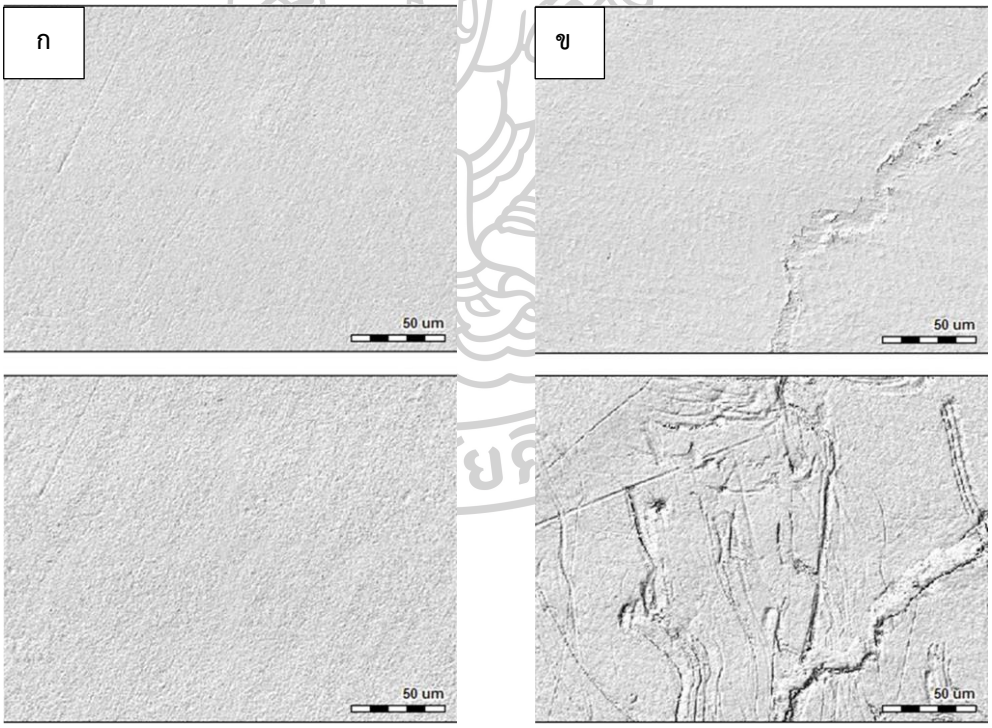
โลเปส และคนอื่นๆได้ทำการทดลองเพื่อวิเคราะห์กลไกการเกิดร่องรอยการสึกขนาดเล็กบนผิวฟัน โดยทางคณะวิจัยได้จำลองแบบฟันขึ้นมาเพื่อทดลองลักษณะการบดเคี้ยว ในลักษณะหยุดนิ่ง (Static contact) แทนการบดเคี้ยวในรูปแบบของการกัดหรือกด และในลักษณะเคลื่อนไหว (Translational contact) แทนการบดเคี้ยวในลักษณะของการเยื้องขากรรไกร เพื่อดูลักษณะของร่องรอยที่เกิดขึ้น รวมถึงการวิเคราะห์ร่วมกับแรงที่ทำให้เกิดร่องรอย โดยกำหนดแรงที่ใช้จากการคาดคะเนแรงที่ใช้ในการเคี้ยว ประมาณ 1 นิวตัน (หรือน้อยกว่า) ร่องรอยหลุม (pit) ที่เกิดขึ้นจากการกระทำของวัตถุต่อผิวฟัน พบว่ามีลักษณะของการถูกกดเป็นหลุมตามขนาดของอนุภาคและแรงกด มีพื้นผิวบางส่วนหลุดออกไป พบรอยแตกร้าวรอบๆหลุม ร่องรอยขูดขีด (Scratch) มีลักษณะเป็นร่องยาว เรียบ มีเศษพื้นผิวบางส่วนกระจายอยู่บริเวณด้านข้างของร่อง (Lopez, 2014, 146-147)

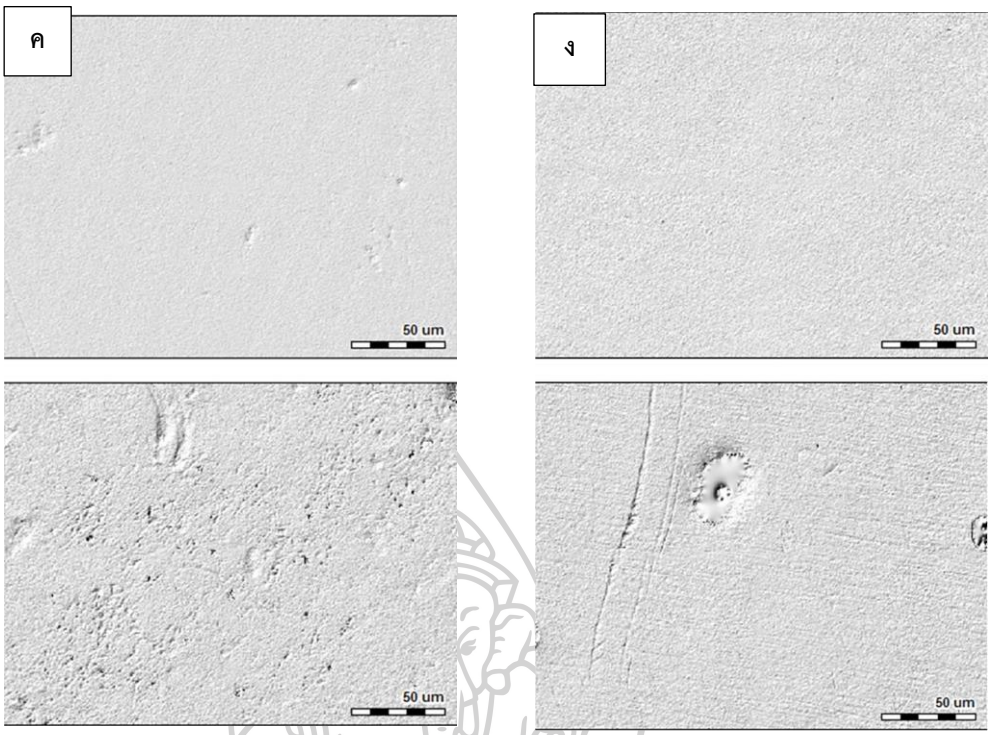


ภาพที่ 8 ลักษณะที่เกิดขึ้นจากการทดลอง ก) ร่องรอยทีเกิดจากการสัมผัสในลักษณะหยุดนิ่ง ข) ร่องรอยที่เกิดจากการสัมผัสในลักษณะเคลื่อนไหว (Lopez, 2014, 149) ความอ่อนนุ่มของอาหารที่ทำให้เกิดร่องรอยบนผิวฟัน

การศึกษาความอ่อนนุ่มของอาหารที่ทำให้ฟันเกิดร่องรอยการสึกขนาดเล็กนี้เป็นการศึกษาของ Daegling, Cheng Hua และ Ungar (2016) ได้ทำการศึกษาบทบาทของความอ่อนนุ่มของอาหารต่อการเกิดร่องรอยการสึกของฟัน อาหารที่มีความอ่อนนิ่มกว่าเคลือบฟันจะส่งผลต่อการสึกของเคลือบฟันหรือไม่ จากนั้นจึงทำการทดลองการเกิดรอยสึกของฟัน โดยจำลองฟันของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมที่บริโภคพืชเป็นอาหารหลัก ได้แก่ หมู หมี และลิง เพื่อใช้ในการศึกษา ทดลองโดยอาหารที่มีความแข็งและหยาบแตกต่างกัน โดยใช้การกดอาหารลงบนผิวฟัน 10 ครั้ง แล้วสังเกตผลที่เกิดขึ้น

จาการทดลองพบว่าความแข็งความอ่อนนุ่มของอาหารส่งผลให้เกิดร่องรอยทั้งหมด โดยร่องรอยที่เกิดขึ้นจะมีลักษณะที่แตกต่างกัน โดยผลไม้ที่มีเมล็ดแข็งจะทำให้เกิดร่องรอยอย่างเห็นได้ชัด ส่วนพืชกินส่วนรากไม่มีเมล็ดเช่น แครอทนั้นทำให้ฟันเกิดร่องรอยน้อยที่สุด (Daeling et al., 2016, 18-20)





ภาพที่ 9 ตัวอย่างร่องรอยบนผิวฟันจากความอ่อนนุ่มของอาหาร
ก) ตัวอย่างผิวฟันหมี (บน) ก่อนการทดลอง (ล่าง) หลังการทดลองบดเคี้ยวแครอทสด จำนวน 10 ครั้ง
ข) ตัวอย่างผิวฟันลิง (บน) ก่อนการทดลอง (ล่าง) หลังการทดลองบดเคี้ยวเมล็ดข้าวโพด จำนวน 10 ครั้ง
ค) ตัวอย่างผิวฟันหมู (บน) ก่อนการทดลอง (ล่าง) หลังการทดลองบดเคี้ยวเชอรี่สดที่มีเมล็ด จำนวน 10 ครั้ง
ง) ตัวอย่างผิวฟันหมู (บน) ก่อนการทดลอง (ล่าง) หลังการทดลองบดเคี้ยวทับทิมสดที่มีเมล็ด (Daeling et al., 2016, 18-20)

- ความเป็นกรด-ด่างของอาหาร

อาหารของคนในปัจจุบันมีความหลากหลายและผ่านกระบวนการปรุงด้วยวัตถุดิบต่างๆ ทำให้มีรสชาติที่หลากหลายและผ่านการปรุงสุกก่อน ดังนั้นความอ่อนตัวของอาหารในปัจจุบันจึงมีมากกว่าคนในอดีต การนำตัวอย่างฟันคนในปัจจุบันเพื่อใช้ในการเปรียบเทียบกับตัวอย่างฟันจากแหล่งโบราณคดีจึงมีข้อควรคำนึงถึงปัจจัยการรบกวนในปัจจุบัน เช่น ความเป็นกรด-ด่างในอาหารปัจจุบันที่มีการสังเคราะห์ด้วยกรรมวิธีต่างๆ รวมไปถึงการเจือปนของ

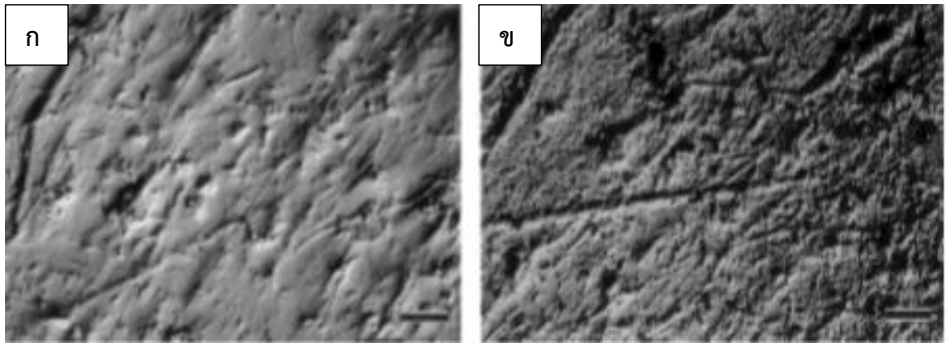
สารเคมีที่ใช้เป็นส่วนประกอบของอาหาร เช่น กรดอะซิติกหรือน้ำส้มสายชูที่ใช้แทนความเปรี้ยวจากมะนาว อาหารที่มีสารกันบูดซึ่งมีส่วนประกอบของกรดซิตริกช่วยในการยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียในอาหาร กรดคาร์บอนิกในน้ำอัดลม เครื่องดื่มเหล่านี้มีค่าวามเป็นกรด-ด่างประมาณ 3.4 แสดงถึงความเป็นกรดของน้ำอัดลมที่สามารถกัดกร่อนผิวฟันและทำให้เกิดโรคกระดูกพรุนได้ หากบริโภคเข้าไปในปริมาณมากหรือบ่อยครั้งอาจทำให้เกิดอันตรายต่อร่างกายได้ (ช่อลัดดา เที่ยงพุก, 2554, 41)

2.8.1.2 ปัจจัยภายนอกที่ส่งผลต่อการเกิดร่องรอยการสึกขนาดเล็กบนผิวฟัน

- การทับถมของชั้นดิน

ในกระบวนการทับถมของดินมีผลต่อการเกิดร่องรอยบนผิวฟันเป็นอย่างมาก ทั้งกระบวนการกัดกร่อนจากความเป็นกรด-ด่างของดิน แร่ธาตุต่างๆ รวมถึงขนาดของอนุภาคหินหรือดินในชั้นดินที่จะส่งผลต่อการเกิดร่องรอยขูดขีดในลักษณะที่แตกต่างกัน การทดลองของแอนดริว (1999) ได้แสดงให้เห็นความแตกต่างของร่องรอยจากการบวนการเกิดเหล่านี้ โดยจำลองกระบวนการเกิดจากปัจจัยต่างๆ ได้แก่ การกัดกร่อนโดยกรดกรดซิตริก (Acid erosion) การกัดกร่อนด้วยด่าง (Alkali erosion) และร่องรอยจากการขูดขีดของตะกอน (Sediment abrasion) ผลการศึกษาพบว่าในปัจจัยต่างๆที่ทดลองมานั้นทำให้เกิดร่องรอยที่แตกต่างกัน ดังนี้

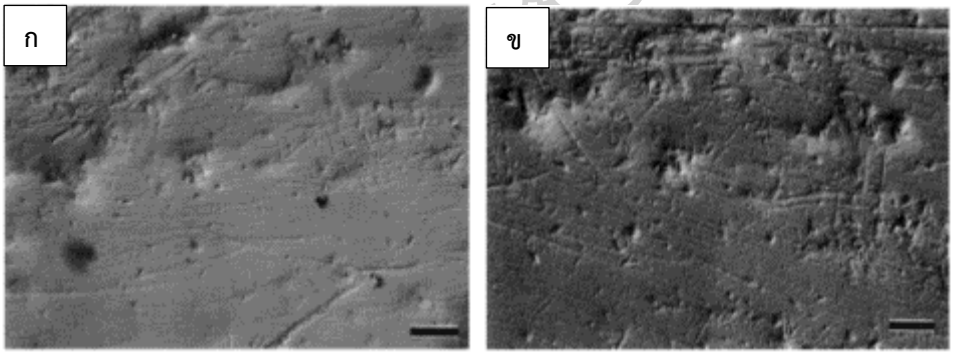
- การสึกกร่อนโดยกรดซิตริก



ภาพที่ 10 ร่องรอยบนผิวฟันจากการทดลองด้วยกรดซิตริก
ก) ก่อนการทดลอง ข) หลังการแช่ตัวอย่างไว้ในกรดซิตริก 2 ชั่วโมง
(King et al., 1999, 365)

จากการทดลองพบว่าหลังจากนำตัวอย่างไปแช่ในกรดซิตริกเป็นเวลา 2 ชั่วโมง พบร่องรอยการสึกกร่อนเพิ่มขึ้น เห็นร่องรอยชัดเจนขึ้น พื้นผิวมีความขรุขระมากขึ้น

- การสึกกร่อนโดยด่าง

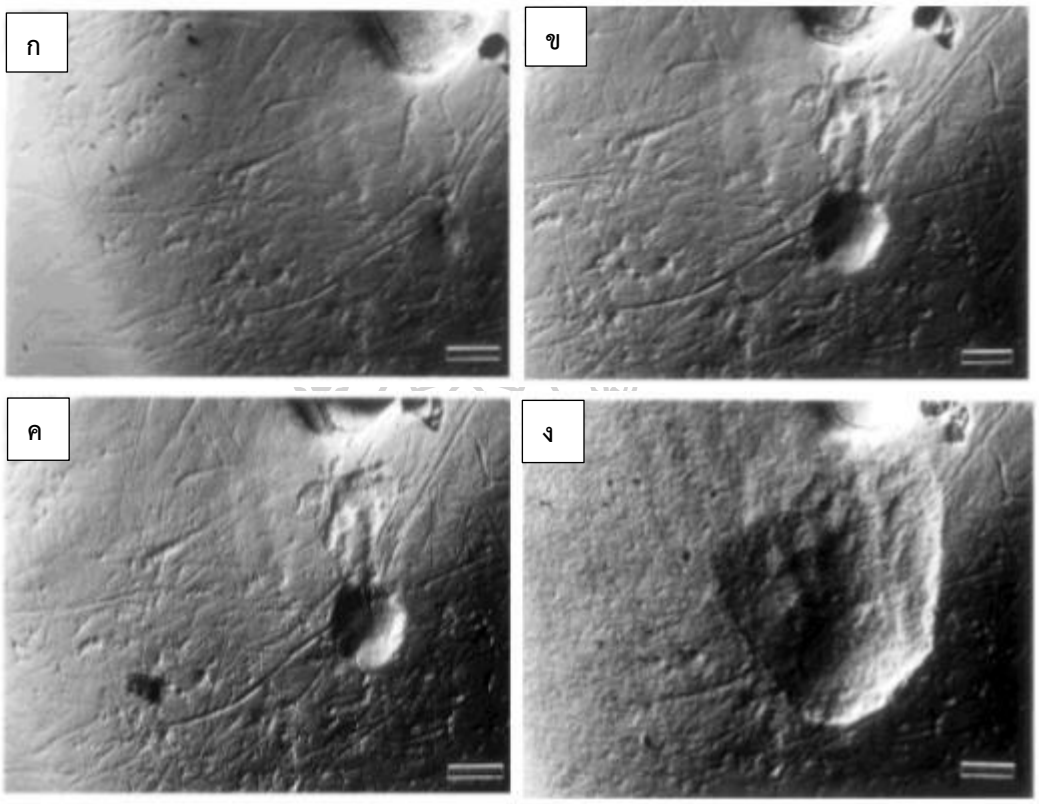


ภาพที่ 11 ร่องรอยบนผิวฟันจากการทดลองด้วยด่าง
ก) ก่อนการทดลอง ข) หลังการแช่ตัวอย่างไว้ในน้ำด่าง 238 ชั่วโมง
(King et al., 1999, 365)

จากการทดลองพบว่าหลังจากนำตัวอย่างไปแช่ไว้ในด่างเป็นเวลา 238 ชั่วโมง พบว่าร่องรอยเพิ่มขึ้นจากเดิมเล็กน้อย ร่องรอยบนพื้นผิวสังเกตเห็นได้ชัดเจนขึ้น

- การสึกกร่อนโดยการขูดขีดกับตะกอน

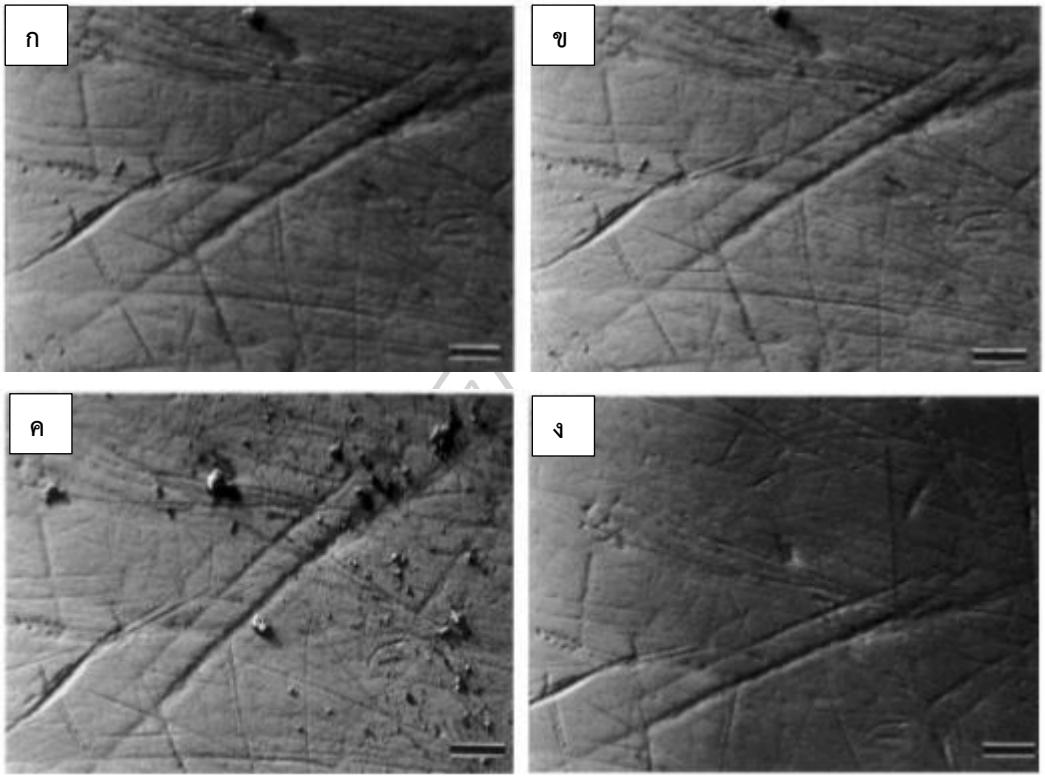
การทดลองขูดขีดกับทรายขนาดกลาง (Medium sand) ที่มีขนาดอนุภาค 250-500 μm



ภาพที่ 12 ร่องรอยบนผิวฟันจากการขูดขีดกับตะกอน
ก) ก่อนการทดลอง ข) หลังจากทดลอง 64 ชั่วโมง ค) หลังจากทดลอง 256 ชั่วโมง ง) หลังจากทดลอง 512 ชั่วโมง (King et al., 1999, 368)

จากการทดลองนี้ แสดงให้เห็นถึงร่องรอยที่เพิ่มขึ้นตามระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง ขนาดของหลุมบนผิวฟันมีขนาดใหญ่เพิ่มขึ้นตามไปด้วย

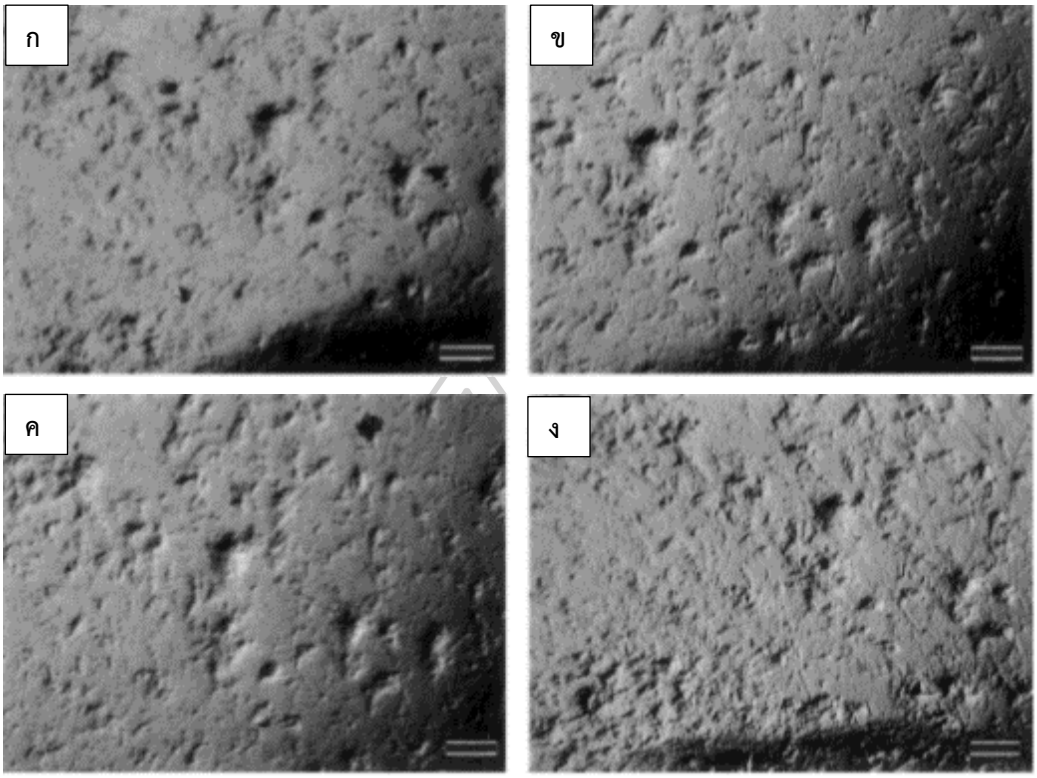
การทดลองขูดขีดด้วยทราย (Coarse sand) ซึ่งเม็ดทรายมีขนาดอนุภาค 500-1000 μm



ภาพที่ 13 ร่องรอยบนผิวฟันจากการขูดขีดด้วยทราย
ก) ก่อนการทดลอง ข) หลังจากทดลอง 64 ชั่วโมง ค) หลังจากทดลอง 256 ชั่วโมง ง) หลังจากทดลอง 512 ชั่วโมง (King et al., 1999, 364)

จากการทดลองนี้และเพิ่มขนาดของอนุภาคทรายที่ใช้ในการทดลองให้มีขนาดใหญ่ขึ้น พบว่าร่องรอยมีการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก เมื่อผ่านไป 512 ชั่วโมงพบว่าพื้นผิวมีลักษณะเรียบขึ้น

การทดลองขูดขีดด้วยหินกรวด (Quartz pebbles) ที่มีขนาดอนุภาค 2,000-11,000 μm



ภาพที่ 14 ร่องรอยบนผิวฟันจากการขูดขีดด้วยหินกรวด
ก) ก่อนการทดลอง ข) หลังจากการทดลอง 64 ชั่วโมง ค) หลังจากการทดลอง 256 ชั่วโมง ง) หลังจากการทดลอง 512 ชั่วโมง (King et al., 1999, 366)

จากการทดลองนี้ร่องรอยมีการเปลี่ยนแปลงน้อยมากจนกระทั่งภายหลังการทดลอง 512 ชั่วโมง พบว่าลักษณะของพื้นผิวมีความขรุขระเพิ่มมากขึ้น

- การแปรงฟัน

การแปรงฟันเป็นการดูแลสุขอนามัยในช่องปากวิธีหนึ่งที่ช่วยให้เหงือกและฟันมีสุขภาพดี ในปัจจุบันมีการใช้ยาสีฟันซึ่งเป็นสารเคมีช่วยในการขจัดคราบจุลินทรีย์ (plaque)และสิ่งสกปรกออกจากตัวฟันให้หลุดออกอย่างง่ายดาย ผลที่เกิดขึ้นจากการแปรงฟันมีทั้งการรักษา (การขจัดคราบจุลินทรีย์ การทำให้สุขภาพในช่องปากดีขึ้น) การป้องกัน (การป้องกันฟันผุและโรคในช่องปากจากแบคทีเรีย) และความเสียหาย (ที่เกิดจากการใช้แปรงสีฟันและยาสีฟันที่จะเกิดขึ้นกับผิวฟันได้)

การแปรงฟันทำให้เกิดร่องรอยขูดขีดบนผิวฟัน ซึ่งเป็นผลมาจากขนแปรงและยาสีฟันที่มีการขัดถูจนเกิดรอยสึก ทำให้ผิวฟันมีร่องรอยขูดขีดและเกิดการรู้สึกไวต่อสิ่งกระตุ้นเนื่องจากเนื้อฟันถูกเปิดออก จำนวนของร่องรอยการสึกเกิดขึ้นมาตลอดระยะเวลาของการมีชีวิตอยู่และการเกิดขึ้นอย่างฉับพลัน โดยเกิดจากปัจจัยหลายอย่าง เช่น ความเจ็บป่วย ฟันผุ โรคในช่องปากต่างๆ รวมไปถึงการสูญเสียผิวฟันจากการสึกกร่อน (erosion) การขูดขีด (abrasion) และการเสียดสี (attrition)

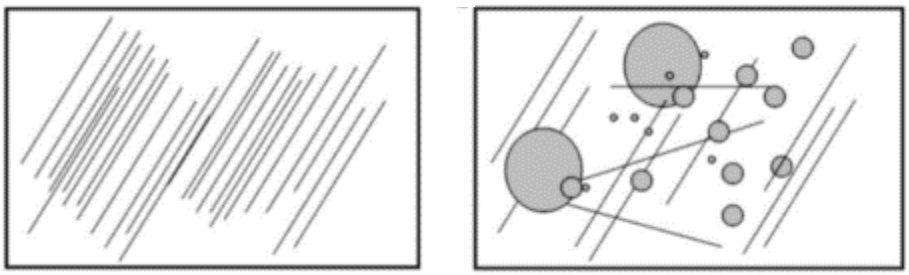
สารขัดที่อยู่ยาสีฟัน โดยยาสีฟันจะมีการเติมสารขัดฟันลงไปเพื่อช่วยในการขจัดคราบที่ติดอยู่บนผิวฟันบางๆ ในแต่ละสูตรก็จะเติมสารขัดฟันที่แตกต่างกันออกไป ในยาสีฟันที่มีฤทธิ์ในการกัดกร่อนสูง ค่าความเป็นกรดด่างที่ทำให้เคลือบฟันกร่อนเท่ากับ 5.5 - 6.5 ซึ่งส่งผลกับเนื้อฟัน ดังนั้นสาเหตุสำคัญอีกประการหนึ่งที่ทำให้เกิดการสูญเสียเคลือบฟันนั้นมาจากแปรงสีฟันและยาสีฟัน (Addy, 2005, 261-267)

2.8.2 การศึกษารูปแบบของร่องรอยจากการสึกขนาดเล็กบนผิวฟัน

การศึกษาลักษณะร่องรอยการสึกจากลักษณะของอาหาร

- การจำแนกประเภทของร่องรอยจากลักษณะร่องรอยขูดขีดตามลักษณะของอาหาร โดยสก็อต (2016)

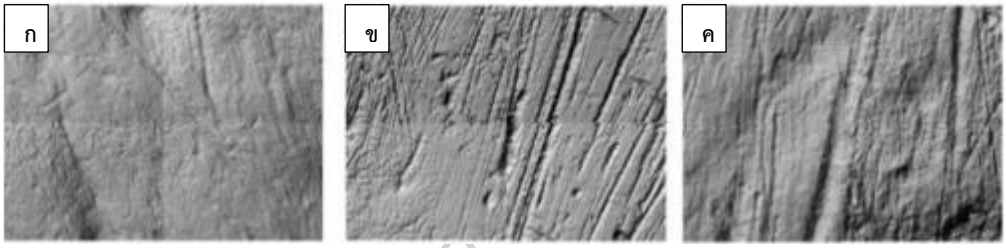
ก ข



ภาพที่ 15 ลักษณะรูปแบบร่องรอยแต่ละประเภท ก) anisotropic texture ข) complex texture (Scott, 2006, 342)

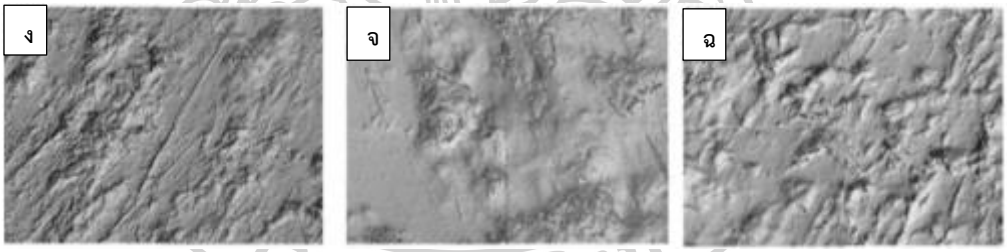
การทดลองเพื่อหารูปแบบของร่องรอยการสึกขนาดเล็กบนผิวฟันโดยงคณะวิจัย Scott (2016) นี้ได้ศึกษาจากกลุ่มตัวอย่างลิงตระกูลต่างๆ ผลการศึกษาสามารถอธิบายลักษณะร่องรอยได้ดังนี้

ก) รูปแบบพื้นผิวที่ไม่สม่ำเสมอ (anisotropic texture) เป็นรูปแบบของร่องรอยที่มีลักษณะเป็นริ้วขนาน มีทิศทางไม่แน่นอน เกิดจากการกินอาหารที่มีลักษณะเป็นเส้นใยหยาบ เช่น ใบพืชชนิดต่างๆ



ภาพที่ 16 ร่องรอยบนผิวฟันของ ก) Theropithecus gelada ข) Alouatta palliata ค) Gorilla beringei (Scott et al., 2012, 568)

ข) รูปแบบพื้นผิวที่ซับซ้อน (complex texture) เป็นรูปแบบของร่องรอยที่มีความซับซ้อนและปะปนกันระหว่างรอยริ้วเส้นตรงและหลุม เกิดจากการกินอาหารที่มีความหลากหลายทั้งเป็นเส้นใยและอาหารที่มีความแข็ง จำพวกเมล็ดพืช เมล็ดผลไม้เปลือกแข็งต่างๆ

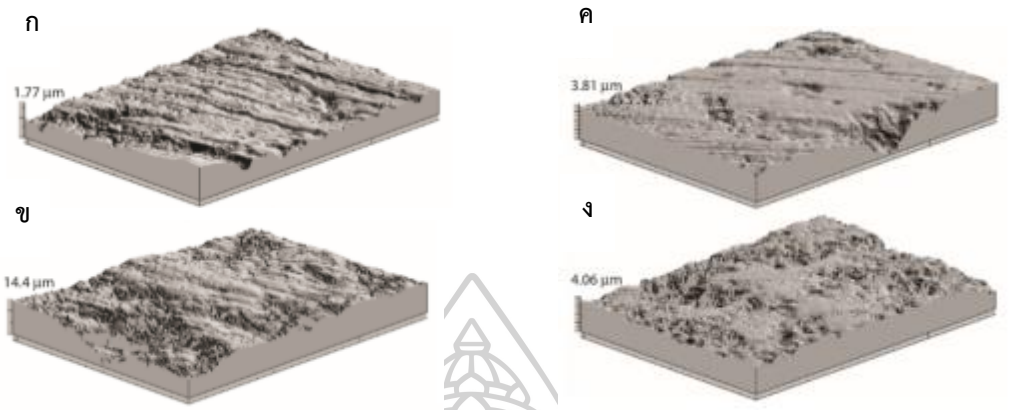


ภาพที่ 17 ร่องรอยบนผิวฟันของ ง) Cercocebus atys จ) Cebus nigritus robustus ฉ) Pan troglodytes (Scott et al., 2012, 568)

- การศึกษาร่องรอยการสึกขนาดเล็กบนผิวฟันจากตัวอย่างสัตว์กินเนื้อ (Carnivorous)

ตัวอย่างงานวิจัยการตีความเรื่องของอาหารของสัตว์กินเนื้อจำพวกเสือ ได้ใช้ตัวอย่างจากฟันของเสือชีตาห์ จำนวน 9 ตัวอย่าง ไฮยีนา จำนวน 12 ตัวอย่าง และตัวอย่างฟันสัตว์

จากยุคไพรสโตซีน ได้แก่ สิงโตอเมริกัน (*P.atrox*) จำนวน 15 ตัวอย่าง และเสือเขี้ยวดาบ (*S.fatails*) จำนวน 15 ตัวอย่าง เพื่อศึกษาลักษณะของร่องรอยการสึกขนาดเล็กบนผิวฟัน



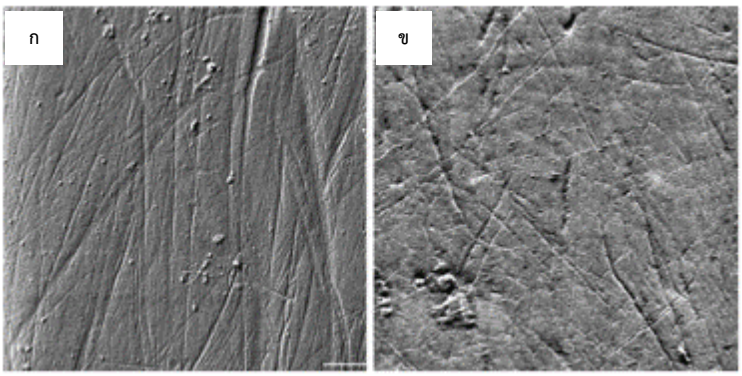
ภาพที่ 18 ร่องรอยการสึกขนาดเล็กบนผิวฟันจากตัวอย่างสัตว์กินเนื้อ
ก) เสือชีตาห์ ข) ไฮยีนา ค) สิงโตอเมริกัน (สูญพันธุ์ไปแล้ว) ง) เสือเขี้ยวดาบ (สูญพันธุ์ไปแล้ว)
(DeSantis et al., 2012, 2)

จากภาพสามมิติแสดงให้เห็นถึงร่องรอยที่เกิดขึ้นในฟันของเสือชีตาห์ (1) ซึ่งเป็นสัตว์กินเนื้อและไม่กินซากมีลักษณะเป็นหลุมไม่หนาแน่นแต่จะพบร่องรอยขูดขีดมากกว่า ส่วนในฟันของไฮยีนา (2) ซึ่งเป็นสัตว์ที่กินทั้งเนื้อและซากสัตว์ที่ตายแล้วรวมไปถึงไขกระดูก ลักษณะของฟันจะมีความขรุขระและมีหลุมอย่างหนาแน่นมากกว่าเสือชีตาห์ อาจเพราะมีการกัดกระดูกของซากสัตว์ซึ่งมีความแข็ง ทำให้เกิดร่องรอยหลุมค่อนข้างหนาแน่นตามภาพ เมื่อนำเอาตัวอย่างที่ยังมีชีวิตอยู่ในปัจจุบันเปรียบเทียบกับสัตว์ที่สูญพันธุ์ไปแล้ว จะเห็นได้ว่าลักษณะการสึกของฟันในสิงโตอเมริกันมีลักษณะคล้ายกับเสือชีตาห์แต่ร่องรอยมีความตื้นกว่าสัตว์ในปัจจุบัน เสือเขี้ยวดาบมีลักษณะผิวฟันเป็นหลุมหนาแน่นคล้ายกับไฮยีนา แต่ไม่พบร่องรอยขูดขีด (DeSantis et al., 2012, 4)

- การศึกษาร่องรอยการสึกขนาดเล็กบนผิวฟันจากตัวอย่างสัตว์กินพืช (Herbivorous)

จากการศึกษาลักษณะร่องรอยการสึกขนาดเล็กบนผิวฟันของสัตว์กินพืชของ กาลบานี มาร์ติเนส และเปเรส-เปเรส (2009) ได้เลือกตัวอย่างฟันของกอลิลาและชิมแพนซีในการศึกษาพฤติกรรมการกินอาหารและการเกิดร่องรอยการสึกขนาดเล็กบนผิวฟัน พบว่าพฤติกรรมการกินของกอลิลานั้นไม่ได้กินเฉพาะใบไม้เท่านั้นอาจมีการกินผลไม้บ้างแต่ส่วนใหญ่จะกินใบพืชเป็น

หลัก และค่อนข้างเลือกกินอาหาร จำพวกใบพืช รากพืช รวมไปถึงอาหารตามฤดูกาลที่มีความหลากหลาย ส่วนพฤติกรรมการกินอาหารของชิมแพนซีนั้นมักกินผลไม้ ลูกนัท ดอกไม้และเมล็ดพืชต่างๆ



ภาพที่ 19 ร่องรอยการสึกขนาดเล็กบนผิวฟันจากตัวอย่างสัตว์กินพืช
ก) ร่องรอยการสึกขนาดเล็กบนผิวฟันกอลิลา ข) ร่องรอยการสึกขนาดเล็กบนผิวฟันชิมแพนซี
(Galbany et al., 2004, 224)

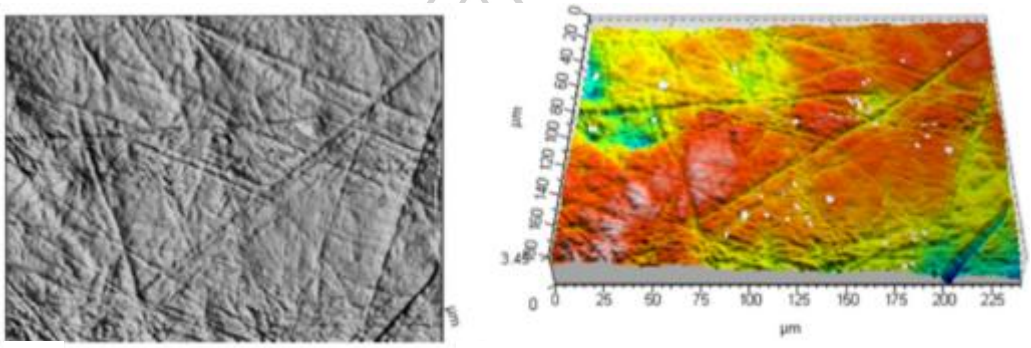
จะเห็นได้ว่าร่องรอยการสึกของทั้งสองสายพันธุ์นั้นมีความแตกต่างกัน เนื่องจากพฤติกรรมการกินอาหารที่แตกต่างกันแม้ว่าจะบริโภคอาหารเฉพาะพืชเท่านั้น ในฟันของกอลิลาจะพบว่าร่องรอยขูดขีดมีลักษณะเป็นเส้นตรงยาวและหนาแน่น มีทั้งร่องลึกและตื้นปะปนกัน เกิดจากอาหารประเภทเส้นใยที่มีความหยาบและแข็ง ส่วนในชิมแพนซีนั้นพบทั้งร่องรอยขูดขีดที่เป็นเส้นตรงสั้น กระจายอยู่ทั่วพื้นที่ที่ศึกษา ปะปนอยู่กับร่องรอยหลุมซึ่งเกิดจากอาหารที่มีลักษณะแข็งเปราะ เช่น เปลือกเมล็ดพืชหรือผลไม้ต่างๆ (Galbany et al., 2004, 224)

2.8.3 การศึกษาลักษณะร่องรอยการสึกขนาดเล็กบนผิวฟันจากลักษณะการดำรงชีวิต

- การศึกษาการจำแนกความแตกต่างของร่องรอยการสึกขนาดเล็กบนผิวฟันในกลุ่มดำรงชีวิตด้วยการทำปศุสัตว์และกลุ่มทำเกษตรกรรมศึกษาโดย ชมิธ บีช แมคคินลีและ อิงค์ (2015)

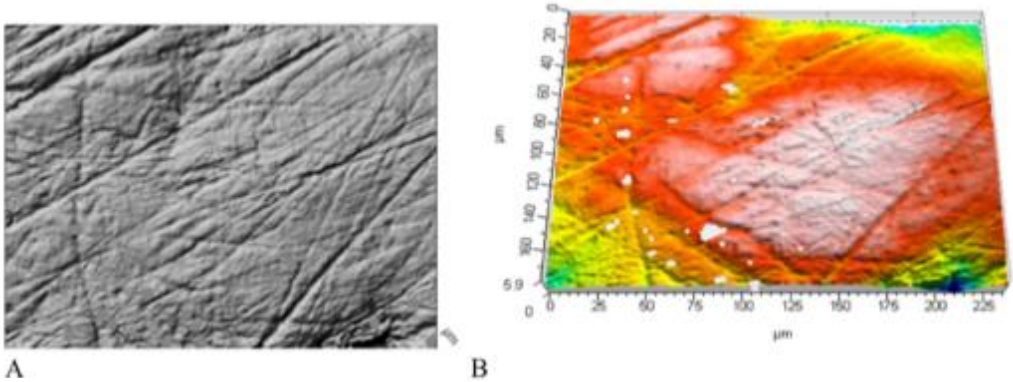
การศึกษานี้ได้ทำการจำแนกความแตกต่างของร่องรอยการสึกขนาดเล็กบนผิวฟันที่เกิดขึ้นระหว่าง 2 กลุ่มที่ดำรงชีวิตแตกต่างกัน ด้วยการวิเคราะห์ลักษณะการสึกขนาดเล็กบนผิวฟันหรือที่รู้จักในชื่อ Dental microwear texture analysis (DMTA) ซึ่งเป็นวิธีที่นิยมนำมาใช้

ในปัจจุบัน โดยใช้ตัวอย่างฟันทั้งหมด 95 ตัวอย่าง แบ่งเป็นกลุ่มทำปศุสัตว์ 49 ตัวอย่าง โดยเลือกเฉพาะตัวอย่างที่มีอายุในช่วงวัยผู้ใหญ่โดยแบ่งเป็น 2 ช่วงอายุคือ 18-35 ปี และ 35-50 ปี จากทางตอนกลาง ตอนตะวันตกและตอนเหนือของมองโกเลีย อยู่ในยุคสมัยสำริดตอนปลายและต้นยุคเหล็ก (Late Bronze Age/Early Iron Age-LBEI) ค่าอายุประมาณ 3,200 ปีมาแล้ว และยุคซองนู (Xiongnu) ซึ่งเป็นยุคเหล็กตอนปลาย ค่าอายุประมาณ 2,300 ปีมาแล้ว และกลุ่มทำเกษตรกรรม 46 ตัวอย่าง จากอังกฤษ อยู่ในช่วงยุคสำริดตอนต้นและยุคสำริดตอนปลาย ค่าอายุประมาณ 4,500-3,000 ปีมาแล้ว เป็นช่วงที่มีการดำรงชีวิตด้วยการทำเกษตรกรรมเกิดขึ้นแล้ว ผลจากการศึกษาทั้งสองกลุ่มสรุปได้ดังนี้



ก ข

<u>กลุ่มทำปศุสัตว์</u> 1) ภาพจาก SEM 2) ภาพ 3 มิติ จะพบว่ามีร่องรอยขูดขีดขนาดเล็กและความสูงต่ำของพื้นผิวค่อนข้างต่ำ พบลักษณะของหลุมกระจายอยู่ (Schmidt, 2015, 9)

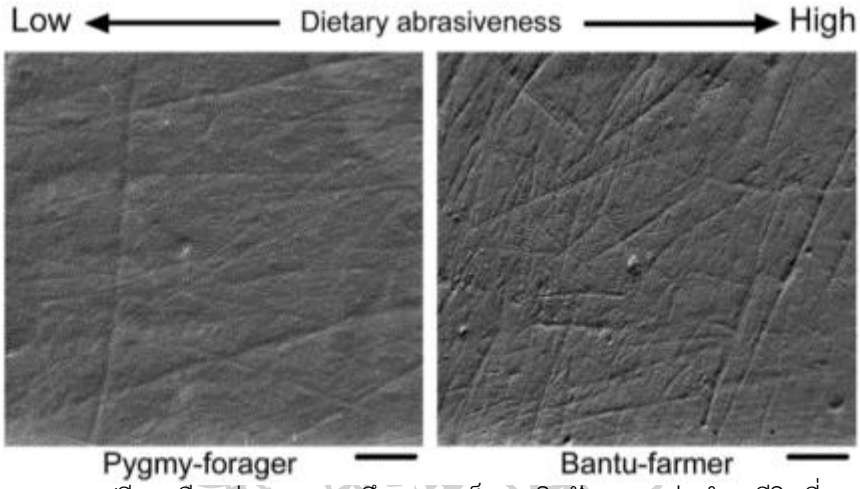


ค ง

<u>กลุ่มทำเกษตรกรรม</u> ค) ภาพจาก SEM ง) ภาพ 3 มิติ จะพบว่ามีร่องรอยค่อนข้างใหญ่ความสูงต่ำของพื้นที่ค่อนข้างสูง พบลักษณะของหลุมน้อยกว่ากลุ่มทำปศุสัตว์ (Schmidt, 2015, 10)

นอกจากนี้ยังมีการศึกษาการเปรียบเทียบการบริโภคอาหารจากลักษณะการสึกของฟันของกลุ่มที่มีการดำรงชีพด้วยการเก็บของป่าล่าสัตว์กับกลุ่มที่ทำการเกษตรและปศุสัตว์

ทำการศึกษาโดยโรมีโอ (2013) ได้ใช้ตัวอย่างจากฟันกรามล่างของวัยผู้ใหญ่ในปัจจุบันจากกลุ่มปิกมี (Pygmy) และกลุ่มพูดภาษาบานตู (Bantu speaking) ทางตอนกลางของแอฟริกาทั้งหมด 143 ตัวอย่าง ผลการศึกษามีดังนี้



ภาพที่ 20 การเปรียบเทียบร่องรอยการสึกขนาดเล็กบนผิวฟันจากกลุ่มดำรงชีวิตที่แตกต่างกัน (Romero et al., 2013, 5)

จะพบว่ากลุ่มที่ดำรงชีวิตด้วยการหาอาหารตามธรรมชาติพบร่องรอยขูดขีดที่ตื้นและเบาบางกว่ากลุ่มคนที่ดำรงชีวิตด้วยการทำเกษตรกรรม ซึ่งจะพบร่องรอยค่อนข้างหนาแน่นและเป็นร่องลึกและดูคมกว่า ทั้งนี้เนื่องจากลักษณะการดำรงชีวิตแบบอาหารตามธรรมชาตินั้น มีการล่าสัตว์เพื่อนำเนื้อไปบริโภคและการขุดพืชหัวที่อยู่ใต้ดิน ซึ่งอาหารเหล่านี้มีความอ่อนนุ่มมากกว่าอาหารของกลุ่มที่ทำเกษตรกรรมและมีการเก็บกักตุนไว้ อาหารของกลุ่มนี้จึงมีลักษณะแข็งและหยาบกว่า

ส่วนกลุ่มที่ดำรงชีวิตด้วยการทำปศุสัตว์ซึ่งโดยส่วนใหญ่จะบริโภคเนื้อ ส่งผลต่อการเกิดร่องรอยขนาดเล็กบนผิวฟัน จะเห็นได้ว่าผิวฟันมีความสูงต่ำที่ต่างกัน แต่รอยขูดขีดมีปริมาณหนาแน่นใกล้เคียงกันกับกลุ่มที่ดำรงชีวิตด้วยการทำเกษตรกรรม (ภาพที่ 53-56) ทั้งนี้ลักษณะการดำรงชีวิตหรือการหาอาหารมาเพื่อบริโภคในแต่ละพื้นที่ย่อมมีความแตกต่างกัน ร่องรอยการสึกของฟันก็เช่นกัน รูปแบบที่เกิดขึ้นนั้นแสดงให้เห็นถึงการเลือกบริโภคอาหารตามลักษณะสภาพแวดล้อมและตามวิถีชีวิต

การศึกษาร่องรอยการสึกขนาดเล็กบนผิวฟันได้ทำการศึกษาตัวอย่างฟันมนุษย์จากโครงกระดูกในแหล่งโบราณคดีหนองราชวัตร อำเภอหนองหญ้าไซ จังหวัดสุพรรณบุรี มีอายุสมัยในช่วงหิน

ใหม่ หรือราว 4,000-3,000 ปีมาแล้ว ในช่วงระยะเวลานี้พบแหล่งโบราณคดีหลายแห่งเกิดขึ้นในพื้นที่ประเทศไทยในปัจจุบัน เป็นช่วงระยะเวลาที่มีการเปลี่ยนแปลงทั้งด้านสภาพแวดล้อมและสภาพสังคม กล่าวคือ เป็นช่วงที่สภาพอากาศเปลี่ยนแปลงจากสภาพอากาศหนาวเย็นเข้าสู่ช่วงที่มีความอบอุ่นมากขึ้น ส่งผลต่อแบบแผนการดำรงชีวิตของคนก่อนประวัติศาสตร์ในช่วงนี้เป็นอย่างมาก เริ่มพบการเพาะปลูกและเลี้ยงสัตว์ในหลายพื้นที่ มีการอยู่รวมกันเป็นกลุ่มขนาดใหญ่ มีความเชื่อและพิธีกรรมในการฝังศพ

การศึกษาร่องรอยการสึกขนาดเล็กบนผิวฟันจำเป็นต้องเข้าใจถึงลักษณะทางกายภาพของฟัน ส่วนประกอบของฟัน การเรียกชื่อด้านต่างๆของฟัน เพื่อความเข้าใจที่ตรงกันและถูกต้องตามหลักทันตกายวิภาค รวมถึงกระบวนการทำงานของขากรรไกรที่จะส่งผลต่อการเกิดร่องรอย การเยื้องขากรรไกรในลักษณะต่างๆ ทำให้เกิดร่องรอยที่แตกต่างกัน การศึกษาร่องรอยการสึกขนาดเล็กบนผิวฟันที่ผ่านมาได้รับความนิยมมากว่า 50 ปี โดยเริ่มพัฒนามาจากการศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์ชนิดใช้แสงและการวัดด้วยเครื่องมือวัดเชิงตัวเลข ต่อมาได้พัฒนาโปรแกรมวิเคราะห์ร่องรอยเชิงเรขาคณิตเพื่อความแม่นยำในการวิเคราะห์เชิงปริมาณ

การศึกษาที่ผ่านมามีนักวิชาการต่างประเทศหลายคนที่พยายามศึกษาร่องรอยการสึกขนาดเล็กและตีความประเภทของอาหารจากร่องรอยที่เกิดขึ้น โดยใช้การศึกษาเปรียบเทียบจากสัตว์อันดับไพรเมตซึ่งเป็นสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมและมีพัฒนาการสูงที่สุดและเป็นสัตว์ที่อยู่ในอันดับเดียวกับมนุษย์ มีพัฒนาการทางกายภาพและมีพฤติกรรมทางสังคมที่ซับซ้อนคล้ายมนุษย์ เช่น ชิมแพนซี กอลิล่า เพื่อเปรียบเทียบร่องรอยที่เกิดจากการกินอาหารประเภทเส้นใย (พืช ผลไม้) รวมทั้งเปรียบเทียบพฤติกรรมการเลือกกินอาหารจากสภาพแวดล้อมที่อาศัยอยู่ นอกจากประเภทของอาหารที่ส่งผลต่อการเกิดร่องรอยแล้วนั้นยังพบว่ามีปัจจัยอื่นๆที่ส่งผลต่อการเกิดร่องรอยได้เช่นเดียวกัน เช่น สภาพความเป็นกรด-ด่างของอาหาร ความแข็ง-อ่อนของอาหาร รวมถึงกระบวนการทำอาหาร ทั้งการต้ม ย่าง ทอด ความอ่อนนุ่มของอาหารจะแตกต่างกัน

ในประเทศไทยการศึกษาเกี่ยวกับฟันยังพบว่ามีการศึกษาในเรื่องการสึกโดยวัดจากระดับการสึกของฟันที่ปรากฏและเปรียบเทียบกับตารางการเปรียบเทียบที่มีนักวิชาการต่างประเทศได้ศึกษาและระบุระดับการสึกเป็นตัวเลขเพื่อความง่ายต่อการเข้าใจ ตารางเปรียบเทียบระดับการสึกของฟันที่นักวิชาการชาวไทยนิยมใช้ในการเปรียบเทียบคือ เมอร์ฟี (1959) โมนาร์ (1970) และสมิธ (1984) การศึกษาเหล่านี้ทำการเปรียบเทียบด้วยตาเปล่า จึงทำให้เกิดความลำเอียงของผู้ศึกษาแต่ละคนไม่เท่ากัน ในปัจจุบันมีความพยายามนำเอาเทคโนโลยีทางวิทยาศาสตร์เข้ามาช่วยในการวิเคราะห์เพื่อให้

เกิดความแม่นยำมากขึ้น การศึกษาของทันตแพทย์หญิงกนกนาฏ จินตกานนท์ (2550) ได้นำเอาเทคโนโลยีโคนบีม สแกนคอมพิวเตอร์ (Cone beam CT Scanning) และกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด (SEM) มาประยุกต์ใช้ในการศึกษาลักษณะทางกายภาพของฟัน

ในบททบทวนวรรณกรรมนี้ได้ทบทวนงานที่เกี่ยวข้องทั้งในประเทศไทยและต่างประเทศเพื่อศึกษาแนวทางการศึกษาร่องรอยการสึกขนาดเล็กที่ผ่านมาและใช้เป็นแนวทางในการศึกษาในขั้นตอนต่อไป

มหาวิทยาลัยศิลปากร

บทที่ 3 ตัวอย่างที่นำมาศึกษาและวิธีการศึกษา

ตัวอย่างฟันที่นำมาศึกษาร่องรอยการสึกขนาดเล็กในงานวิจัยนี้ ได้เลือกจากฟันกรามล่างซี่ที่ 1 หรือ 2 ของโครงกระดูกมนุษย์จากแหล่งโบราณคดีหนองราชวัตร อำเภอหนองหญ้าไซ จังหวัดสุพรรณบุรี ทั้งหมด 13 โครง ได้แก่ โครงกระดูกหมายเลข 065, 067, 071, 072, 076, 077, 078, 079, 080, 083, 087, 095 และ 098 แบ่งเป็นเพศหญิง 7 โครง เพศชาย 4 โครง ไม่สามารถระบุเพศได้ 2 โครง ได้จากการขุดค้นเมื่อปีพ.ศ. 2557-2558 จากทั้งหมด 49 โครง (โครงหมายเลข 065-113) เนื่องจากทั้ง 13 โครงนี้ เป็นโครงกระดูกมนุษย์ที่พบฟันกรามซี่ที่ 1 หรือ 2 ติดอยู่บนขากรรไกรในตำแหน่งเดิมไม่หลุดออกจากขากรรไกร โดยตัวอย่างฟันที่ใช้ในการศึกษานั้นเลือกเฉพาะฟันกรามล่างเท่านั้น เนื่องจากเป็นฟันที่มีหน้าที่ในการบดเคี้ยวอาหารและมีการเสียดสีกับอาหารมากที่สุด โดยเฉพาะด้านบดเคี้ยวและด้านกระพุ้งแก้ม แต่ในด้านบดเคี้ยวนั้นเกิดการสึกของฟันใน 2 ลักษณะคือ การสึกเหตุบดเคี้ยว (Attrition) ซึ่งเป็นการกระทำระหว่างฟันกับฟันและการสึกจากการขูดขีด (Abrasion) ซึ่งเกิดจากการกระทำระหว่างฟันกับอาหาร ในการศึกษาร่องรอยการสึกขนาดเล็กบนผิวฟันนี้จะศึกษาเฉพาะการสึกจากการขูดขีด (Abrasion) โดยอุปกรณ์กล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอ (Stereo microscope) รุ่น คาร์ล ไซส์ ไมโครสโคปี แอกซิโอ เอ วัน (Carl Zeiss Microscopy Axio A1) ณ ห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ คณะโบราณคดี มหาวิทยาลัยศิลปากร เป็นเครื่องมือช่วยในการวิเคราะห์ร่องรอยที่เกิดขึ้น จากนั้นนำผลการศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์ทั้งสองชนิดมาเปรียบเทียบผลการศึกษาที่เกิดขึ้น ในขั้นตอนการศึกษานั้นจะส่งผลให้ตัวอย่างฟันที่ใช้ในการศึกษาได้รับความเสียหาย ดังนั้นการทำแบบจำลองฟันที่จะศึกษาจึงจำเป็นอย่างมาก เพื่อหลีกเลี่ยงการทำลายตัวอย่างฟันที่ได้จากแหล่งโบราณคดี การทำแบบจำลองฟันนั้นจะต้องใช้อะคริลิกที่มีเนื้อละเอียดสูง เพื่อเก็บรายละเอียดบนผิวฟันให้ได้มากที่สุดตามความเป็นจริง เนื่องจากกล้องจุลทรรศน์ที่ใช้ในการศึกษามีกำลังขยายที่สูงและสามารถสังเกตเห็นรายละเอียดขนาดเล็กได้ ผู้วิจัยจึงใช้วัสดุที่ใช้ในทางทันตกรรมทั้งหมดในการจำลองแบบฟัน เพื่อให้แบบจำลองคล้ายกับตัวอย่างฟันจริงและสามารถเก็บรายละเอียดบนผิวฟันได้มากที่สุด

ในบทนี้จะกล่าวถึงรายละเอียดของแหล่งโบราณคดี ตัวอย่างที่ศึกษา และวิธีการศึกษา ทั้งขั้นตอนการเลือกตัวอย่าง การทำแบบจำลองตัวอย่าง การหล่อแบบจำลอง ขั้นตอนการศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอเพื่อถ่ายภาพพื้นผิวฟันด้วยกำลังขยายสูง ในการศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์กำลังขยายสูงจะใช้กำลังขยาย 50, 100 และ 200 เท่า ในการศึกษาเนื่องจากเป็น

กำลังขยายที่เหมาะสม สามารถสังเกตเห็นร่องรอยการสึกขนาดเล็กบนผิวฟันได้ชัดเจนและสามารถเห็นสภาพพื้นผิวโดยรวมของพื้นที่ที่ทำการศึกษา

3.1 ข้อมูลแหล่งโบราณคดี

แหล่งโบราณคดีหนองราชวัตรเป็นแหล่งโบราณคดีที่มีอายุสมัยอยู่ในสมัยหินใหม่ กำหนดอายุทางวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการเร่งอนุภาคมวลสาร (Accelerator Mass Spectrometry) จากตัวอย่างเปลือกหอยในชั้นวัฒนธรรมที่ 1 ได้อายุประมาณ 3,850-4,080 ปีมาแล้ว มีลักษณะพื้นที่เป็นเนินดินมีการใช้บริเวณกลางเนินเป็นสุสานฝังศพ จากการขุดค้นทางโบราณคดีมาตั้งแต่ปีพ.ศ. 2546 จนถึง พ.ศ. 2558 พบโครงกระดูกทั้งหมด 113 โครง มีรูปแบบการฝังศพในลักษณะนอนหงายเหยียดยาว บางโครงกระดูกมีการทุบภาชนะเพื่อปูรองก่อนการปลงศพ และอุทิศข้าวของเครื่องใช้ต่างๆ ฝังร่วมกับศพ และพบการฝังศพในภาชนะดินเผา นอกจากนี้พื้นที่ชายเนินยังพบหลักฐานของการใช้พื้นที่สันนิษฐานว่าเป็นที่อยู่อาศัย เนื่องจากพบหลักฐานเครื่องมือเครื่องใช้สามัญทั่วไป และพบเศษกระดูกสัตว์จำนวนมากในพื้นที่ดังกล่าว แสดงให้เห็นถึงการแบ่งพื้นที่ใช้งานอย่างชัดเจนของคนยุคก่อนประวัติศาสตร์ที่หนองราชวัตรในสมัยหินใหม่ มีการแบ่งพื้นที่เพื่อใช้เป็นสถานที่ฝังศพและเป็นที่อยู่อาศัยอย่างชัดเจน จากหลักฐานทางโบราณคดีประเภทภาชนะดินเผาที่มีรูปแบบคล้ายกับชุมชนภายนอกหลายแห่ง แสดงให้เห็นถึงการติดต่อแลกเปลี่ยนกับชุมชนภายนอกทั้งชุมชนที่อยู่บริเวณลุ่มแม่น้ำแควน้อย หรือวัฒนธรรมบ้านเก่า จังหวัดกาญจนบุรี เนื่องจากพบโบราณวัตถุประเภทเครื่องมือเครื่องใช้หลายชนิดที่มีความคล้ายคลึงกันเช่น หม้อสามขา แต่ก็มีเอกลักษณ์เฉพาะตนที่มีความแตกต่างจากบ้านเก่านั่นคือการผลิตภาชนะดินเผามีนมที่มีความแตกต่างออกไป ด้านประเพณีความเชื่อมีการทุบภาชนะเพื่อปูรองก่อนปลงศพและอุทิศข้าวของเครื่องใช้ให้กับผู้ตาย เช่น เครื่องประดับ เครื่องมือหินขัด กำไลหิน ลูกปัดหิน แบบแผนการดำรงชีวิตของคนสมัยก่อนประวัติศาสตร์ที่แหล่งโบราณคดีหนองราชวัตรนั้น

สุภมาศ ดวงสกุล (2556) ได้ให้ความเห็นว่าน่าจะมีการเพาะปลูกข้าวตั้งแต่ระยะที่เข้ามาอยู่อาศัย เนื่องจากพบหลักฐานคล้ายแกลบข้าวปะปนอยู่ในเนื้อภาชนะดินเผาสมัยแรก และมีการล่าสัตว์จำพวกวัว ควาย กระทิงและกวางเป็นอาหารร่วมด้วย ในระยะแรกสภาพแวดล้อมในบริเวณพื้นที่รอบๆแหล่งโบราณคดีหนองราชวัตรอาจเป็นป่าโปร่งมีแหล่งน้ำอยู่ไม่ไกล ต่อมาในระยะหลังเมื่อประชากรเพิ่มจำนวนขึ้น มีการขยายตัวของชุมชนส่งผลให้พื้นที่มีการเปิดโล่งมากขึ้น จากการพบกระดูกสัตว์ที่มีขนาดเล็กลง จำพวกเก้ง กวาง สัตว์น้ำ ที่พบในปริมาณมากขึ้นกว่าระยะแรกของการเข้ามาใช้พื้นที่ ด้านเทคโนโลยีเครื่องมือเครื่องใช้ที่พบในแหล่งโบราณคดีพบว่ามีการใช้ขวานหินขัด

ขวานหินกะเทาะ กำไลหิน เครื่องมือกระดูก เครื่องมือเหล่านี้มีการสร้างสรรค์รูปแบบที่หลากหลาย โดยเฉพาะภาชนะดินเผาที่มีรูปแบบสัมพันธ์กับหลายชุมชน เช่น ชุมชนในลุ่มแม่น้ำลพบุรี-ป่าสัก ที่มีการผลิตภาชนะดินเผาเนื้อสีแดงและตกแต่งด้วยการเคลือบน้ำดินสีแดงแล้วขัดมัน หรือสัมพันธ์กับชุมชนในวัฒนธรรมบ้านเก่าที่มีการผลิตภาชนะดินเผารมควันขัดมันสีดำ ภาชนะดินรูปแบบต่างๆ เหล่านี้พบในแหล่งโบราณคดีหนองราชวัตรเช่นกัน นั่นแสดงให้เห็นว่าคนในพื้นที่หนองราชวัตรมีการติดต่อกับชุมชนภายนอกแล้วแลกเปลี่ยนความรู้ด้านเทคโนโลยีการผลิตเครื่องมือเครื่องใช้นำมาพัฒนาเป็นรูปแบบที่เป็นเอกลักษณ์ของตนเอง จะเห็นได้ว่าแหล่งโบราณคดีหนองราชวัตรเป็นแหล่งโบราณคดีในสมัยหินใหม่ที่สำคัญแห่งหนึ่ง มีพัฒนาการทางวัฒนธรรมและเทคโนโลยีการผลิตเครื่องมือเครื่องใช้เพื่อให้ตอบสนองกับความต้องการของชุมชน (สุภมาศ ดวงสกุล, 2556, 221-222)

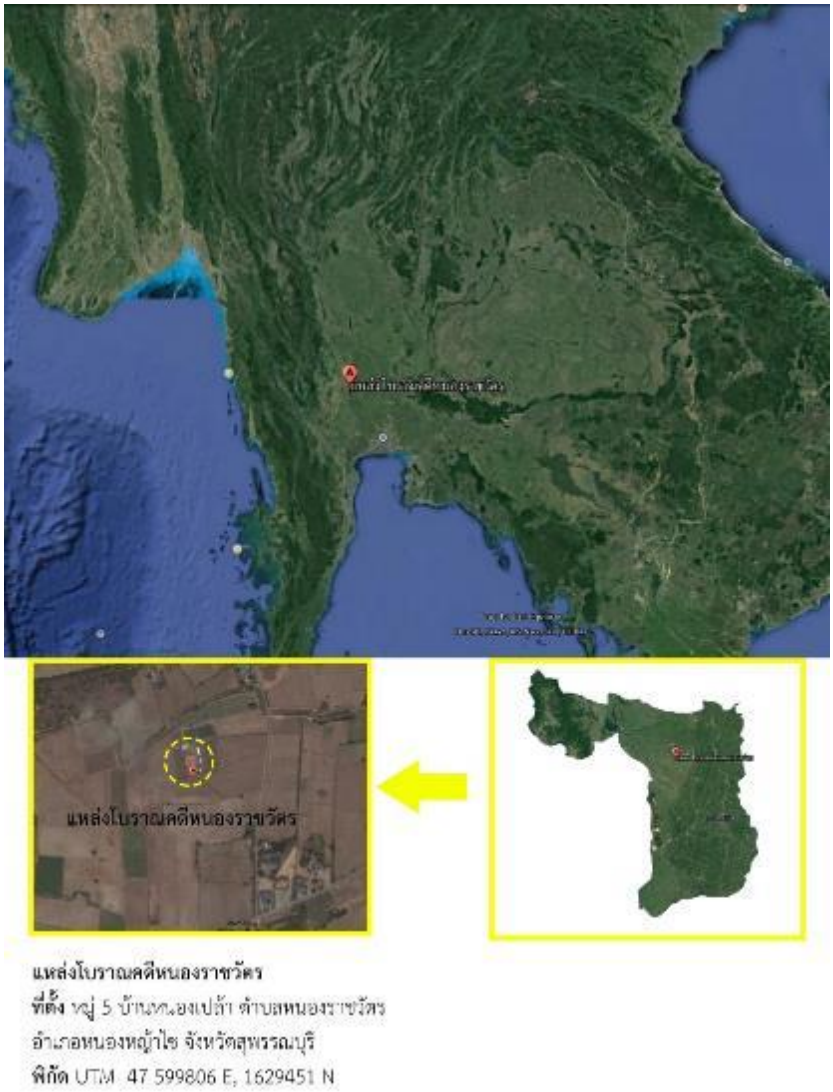
3.1.1 ที่ตั้งและสภาพแวดล้อมของแหล่งโบราณคดี

แหล่งโบราณคดีหนองราชวัตรตั้งอยู่ด้านหลังที่ทำการองค์การบริหารส่วนตำบลหนองราชวัตร หมู่ 5 บ้านหนองเปล้า ตำบลหนองราชวัตร อำเภอหนองหญ้าไซ จังหวัดสุพรรณบุรี ในเขตพื้นที่ของนายวิมล อุบล ที่พิกัดกริด UTM 47 599806 E, 1629451 N ปัจจุบันกรมศิลปากรร่วมกับองค์การบริหารส่วนตำบลหนองราชวัตรได้จัดซื้อที่ดินแหล่งโบราณคดีบางส่วน เนื้อที่ 7 ไร่ 1 งาน เพื่ออนุรักษ์และพัฒนาให้เป็นแหล่งศึกษาเรียนรู้ด้านโบราณคดี

เดิมสภาพพื้นที่ของแหล่งโบราณคดีหนองราชวัตรเป็นเนินดินขนาดประมาณ 15 ไร่สูงจากพื้นที่โดยรอบประมาณ 2 เมตร พื้นที่โดยรอบเป็นที่นาและไร่อ้อย ด้านทิศเหนือของเนินดินมีคลองส่งน้ำตัดผ่าน ภาพรวมของแหล่งโบราณคดีแห่งนี้ตั้งอยู่บนพื้นที่ราบและค่อยๆลาดชันขึ้นไปสู่เทือกเขาทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือในเขตอำเภอด่านช้าง ซึ่งเป็นแนวต่อเนื่องไปยังภูเขาในเขตจังหวัดกาญจนบุรี โดยมีแนวเขาพระหุงดินอยู่ใกล้เคียงประมาณ 30 กิโลเมตร ด้านทิศตะวันออกลาดต่ำสู่ที่ราบลุ่มฝั่งตะวันตกของแม่น้ำท่าจีน อยู่ห่างจากแหล่งโบราณคดีประมาณ 17 กิโลเมตร ทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือห่างออกไปประมาณ 15 กิโลเมตร มีแหล่งน้ำธรรมชาติที่อยู่ใกล้แหล่งโบราณคดีมากที่สุดคือ ห้วยหมาลอย อยู่ทางด้านทิศตะวันตกประมาณ 2 กิโลเมตร

แหล่งโบราณคดีอื่นๆในพื้นที่จังหวัดสุพรรณบุรี เขตอำเภอด่านช้างและหนองหญ้าไซ พบว่ามีการกระจายตัวอยู่บริเวณพื้นที่ราบและหุบเขาที่มีลำน้ำสายเล็กๆซึ่งเป็นลำน้ำสาขาของลำน้ำกระเสียวไหลผ่าน มาตั้งแต่สมัยก่อนประวัติศาสตร์สมัยหินใหม่จนถึงสมัยประวัติศาสตร์ โดยเฉพาะกลุ่มแหล่งโบราณคดีในเขตบ้านพุน้ำร้อน-โป่งคอม ในเขตอำเภอด่านช้าง ที่พบแหล่งผลิตเครื่องมือหิน ทั้งขวาน

หินขัดและหินกะเทาะที่ทำจากหินตระกูลเชิร์ต กระจายตัวอยู่ตามเชิงเขาจำนวนมาก นอกจากนี้บางแหล่งยังพบเศษภาชนะดินเผา ขวานสำริด กระดิ่งสำริด และมีการพบโครงกระดูกมนุษย์ร่วมด้วย



แผนผัง 1 ตำแหน่งแหล่งโบราณคดีหนองราชวัตร อำเภอหนองหญ้าไซ จังหวัดสุพรรณบุรี

3.1.2 การดำเนินงานทางโบราณคดีที่แหล่งโบราณคดีหนองราชวัตร

แหล่งโบราณคดีหนองราชวัตรมีการขุดค้นอย่างต่อเนื่อง โดยเริ่มจากขุดครั้งแรกเมื่อปีพ.ศ. 2546 จนถึงปีพ.ศ. 2556 รวมแล้ว 8 ครั้ง ดำเนินการวิเคราะห์และเผยแพร่ผลการดำเนินงานตั้งแต่ปีพ.ศ. 2546-2558 การขุดค้นในแต่ละปีมีดังต่อไปนี้

ครั้งที่ 1 เมื่อปีพ.ศ. 2546 บริเวณที่อยู่อาศัยซึ่งเป็นพื้นที่ชายเนินดินขุดค้นหลุมขนาด 2X2 เมตร จำนวน 3 หลุม และหลุมตรวจสอบหลักฐานเพิ่มเติมบริเวณที่ขุดปรับหน้าดินแล้วขนาด 4X4 เมตร อีก 1 หลุม

ครั้งที่ 2 เมื่อปีพ.ศ. 2551 ขุดพื้นที่เนินดินด้านทิศตะวันออก (Area-01) หลุมขนาด 2X2 เมตร จำนวน 2 หลุม

ครั้งที่ 3 ปลายปี พ.ศ.2551-2552 เป็นครั้งที่มีพื้นที่ขุดค้นมากกว่า 2 ครั้งแรก มีการขุดค้น 3 บริเวณ ได้แก่

- เนินดินด้านตะวันออก (Area-01) ติดกับหลุมขุดค้นครั้งที่ 2 หลุมขนาด 3X3 เมตร จำนวน 9 หลุมต่อเนื่องกัน
- พื้นที่อยู่อาศัยด้านทิศตะวันตกเฉียงใต้ใกล้กับหลุมขุดค้นพื้นที่อยู่อาศัยในปีแรก (Area-02) บริเวณนี้ถูกขุดปรับหน้าดินลึกประมาณ 1 เมตร
- เนินดินด้านทิศเหนือที่ถูกขุดปรับหน้าดินไปแล้ว (Area-03)

  ในการขุดค้นครั้งที่ 3 พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่การฝังศพ พบหลักฐานของการอยู่อาศัยน้อยมาก ใน Area-02 แม้จะเป็นพื้นที่อยู่อาศัย แต่ผิวหน้าดินถูกขุดปรับพื้นที่ลึกมากกว่า 1 เมตร จึงไม่นำมาจัดลำดับชั้นทับถมทางโบราณคดีที่แหล่งโบราณคดีแห่งนี้ เนื่องจากในการจัดลำดับชั้นทับถมทางโบราณคดีนั้นจำเป็นต้องใช้ข้อมูลชั้นดินที่สมบูรณ์

ครั้งที่ 4 เมื่อปีพ.ศ. 2553 ขุดค้นบริเวณพื้นที่ N2E3-6 หลุมมีขนาด 3X12 เมตร บริเวณเนินดินด้านทิศตะวันออกใกล้กับพื้นที่ที่ทำการขุดค้นครั้งที่ 2

ครั้งที่ 5 เมื่อปีพ.ศ. 2554 ขุดค้นบริเวณเนินดินด้านทิศตะวันออก พื้นที่ N3E3-5 หลุมมีขนาด 3X7 เมตร เป็นการขุดค้นขยายไปด้านทิศใต้ต่อจากการขุดค้นครั้งที่ 2

ครั้งที่ 6 เมื่อปีพ.ศ. 2555 ขุดค้นบริเวณเนินดินด้านทิศตะวันออก พื้นที่ N5E4-6 หลุมมีขนาด 3X9 เมตร เป็นการขุดค้นขยายไปด้านทิศเหนือต่อจากการขุดค้นครั้งที่ 2 และขุดทดสอบจำนวน 1 หลุม คือ S13W2

ครั้งที่ 7 เมื่อปีพ.ศ. 2556 เป็นการขุดขยายหลุมขุดค้นเดิมในพื้นที่เนินดินด้านทิศตะวันออก และมีการขุดทดสอบจำนวน 2 หลุม ได้แก่ S3W3 และ S13W16

ครั้งที่ 8 เมื่อปีพ.ศ. 2557-2558 ทำการขุดค้นจำนวน 2 หลุม ได้แก่ บริเวณพื้นที่ปลายเนินด้านทิศเหนือ พื้นที่ N17-20W1-3 และพื้นที่ทางทิศใต้ของเนินดิน พื้นที่ S2W2-4 (ผลการดำเนินงานทางโบราณคดีภายใต้โครงการศึกษาโบราณคดียุคก่อนประวัติศาสตร์ในวัฒนธรรมบ้านเก่าและที่เกี่ยวข้อง, 2558)

โครงกระดูกที่นำมาศึกษาครั้งนี้ได้จากการขุดค้นเมื่อปีพ.ศ.2557-2558 ทั้งหมด 13 โครง จากการขุดพบทั้งหมด 49 โครง ยังไม่ได้รับการวิเคราะห์และเผยแพร่ผลจากการดำเนินงานทางโบราณคดี ดังนั้นข้อมูลชั้นทับถมทางโบราณคดีที่ใช้ในการศึกษานี้จึงใช้การเปรียบเทียบจากระดับความลึกที่ขุดพบโครงกระดูกกับชั้นทับถมทางโบราณคดีที่ได้จากการวิเคราะห์ตีความจากการศึกษาที่ผ่านมา

3.1.3 ชั้นดินทางโบราณคดี

จากการขุดค้นครั้งที่ 1 ในพื้นที่อยู่อาศัยเมื่อปี พ.ศ.2546 บริเวณชายเนินดินด้านทิศตะวันตกเฉียงใต้ที่ยังไม่ถูกปรับหน้าดินในขณะนั้น ปรากฏชั้นดินธรรมชาติ 7 ชั้น โดยชั้นดินที่ 1 และ 2 จัดเป็นชั้นดินสมัยปัจจุบันและชั้นดินการทิ้งร้างแหล่งตามลำดับ ชั้นดินที่ 3,4,5 และ 6 เป็นชั้นดินที่มีการทำกิจกรรมในอดีต จัดเป็นชั้นดินทางโบราณคดี ชั้นดินที่ 7 เป็นชั้นดินธรรมชาติเดิมก่อนที่จะมีมนุษย์เข้ามาใช้พื้นที่ทำกิจกรรมต่างๆ ชั้นดินที่มีกิจกรรมของมนุษย์ในสมัยอดีตมีทั้งหมด 4 ชั้น ได้แก่

ชั้นดินที่ 6 เป็นชั้นที่มีกิจกรรมอยู่อาศัยสมัยแรกสุดของแหล่งโบราณคดีนี้ พบเศษภาชนะดินเผา กระดูกสัตว์และดินเผาไฟปะปนอยู่ในชั้นดิน แต่ไม่หนาแน่น

ชั้นดินที่ 5 เป็นชั้นดินที่มีกิจกรรมการอยู่อาศัยระยะที่ 2 ของแหล่งโบราณคดีนี้ ชั้นดินหนาประมาณ 50 เซนติเมตร เป็นชั้นที่มีการทับถมหนาที่สุด ดินมีลักษณะร่วนซุย เนื่องจากมีขี้เถ้าปะปนอยู่ในชั้นดิน ในชั้นดินมีเศษภาชนะดินเผาชิ้นขนาดใหญ่และเศษกระดูกสัตว์เป็นจำนวนมาก

ชั้นดินที่ 4 เป็นชั้นที่มีการเข้ามาใช้ประโยชน์ในระยะที่ 3 พบร่องรอยกิจกรรมการอยู่อาศัยและโครงกระดูกมนุษย์ที่ฝังหันศีรษะไปทางทิศตะวันตก (Burial#1-2003 และ Burial#2-2003) ชั้นดินนี้หนาเพียง 20 เซนติเมตร ดินมีการทับถมอัดตัวกันแน่น พบเครื่องมือหิน เศษภาชนะดินเผา ดินเผาไฟและกระดูกสัตว์จำนวนมากกระจายอยู่ในชั้นดินนี้

ชั้นดินที่ 3 เป็นชั้นที่มีการอยู่อาศัยระยะสุดท้ายที่แหล่งโบราณคดีแห่งนี้ ภายในชั้นดินพบเศษภาชนะดินเผา ดินเผาไฟ และกระดูกสัตว์ปะปนในชั้นดินค่อนข้างหนาแน่น โดยเฉพาะเศษภาชนะดินเผาที่พบในลักษณะอยู่เป็นกลุ่มๆ

สุภมาศ ดวงสกุล ได้วิเคราะห์และจัดลำดับอายุสมัยจากการขุดค้นในปีพ.ศ.2546-2556 สามารถจัดลำดับชั้นวัฒนธรรมได้ 2 ชั้น ดังนี้

ชั้นวัฒนธรรมที่ 1 ได้แก่ ชั้นดินที่ 6 และ 5 ในพื้นที่อยู่อาศัยบริเวณชายเนิน หลักฐานที่พบในชั้นดินที่ 6 ค่อนข้างเบาบางกว่าชั้นดินที่ 5 ในชั้นดินที่ 5 พบเศษภาชนะดินเผา กระดูกสัตว์ขนาดใหญ่ และชั้นขี้เถ้าที่มีความหนาถึง 30 เซนติเมตร และนอกจากนี้ยังพบชิ้นส่วน “กระเปาะ” หรือ “นม” ของภาชนะแบบมีนมด้วย ในชั้นวัฒนธรรมนี้ยังมีการใช้เครื่องมือหิน เช่น ขวานหินขัด ขวานหินกะเทาะ สะเก็ดหิน หินลับทำจากหินทราย และชิ้นส่วนกำไลหินจำนวนหลายชิ้นร่วมอยู่ด้วย ในชั้นวัฒนธรรมนี้ไม่พบหลักฐานของการฝังศพร่วมในชั้นดินอยู่อาศัย แสดงให้เห็นถึงการแบ่งพื้นที่ในการใช้งานที่แตกต่างกัน โดยเลือกพื้นที่บริเวณกลางเนินเป็นที่ฝังศพ และใช้พื้นที่ปลายเนินเป็นที่อยู่อาศัย จากการเปรียบเทียบในพื้นที่หลุมฝังศพนั้นพบว่าในสมัยแรกของการฝังศพ มีการฝังและจัดท่าทางให้ศพหันศีรษะไปทางทิศใต้ แล้วจึงเปลี่ยนมาเป็นการฝังศพหันศีรษะไปทางทิศเหนือและทิศตะวันออก และมีการทุบภาชนะมี “นม” ปูรองใต้ศพที่หันศีรษะไปในแนวแกนทิศเหนือ-ใต้ในระยะแรก ในชั้นวัฒนธรรมที่ 1 มีการนำตัวอย่างของเปลือกหอยจากชั้นดินที่ 5 ไปกำหนดอายุทางวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการเร่งอนุภาคมวลสาร (Accelerator Mass Spectrometry) ที่ประเทศสหรัฐอเมริกา ได้ค่าอายุอยู่ในช่วง 3,850-4,080 ปีมาแล้ว (สุภมาศ ดวงสกุล, 2556, 211-214)

ชั้นวัฒนธรรมที่ 2 ได้แก่ชั้นดินที่ 3 และ 4 ในพื้นที่อยู่อาศัยบริเวณชายเนิน พบหลักฐานการฝังศพร่วมในชั้นดินด้วยจำนวน 2 โครง โดยฝังหันศีรษะไปทางทิศตะวันตกและฝังอย่างกระจัดกระจายไม่เป็นกลุ่มเหมือนชั้นวัฒนธรรมแรก ในระยะนี้ยังคงพบหลักฐานของการอยู่อาศัยอย่างหนาแน่น แต่เบาบางลงเมื่อเปรียบเทียบกับสมัยแรก โบราณวัตถุยังคงพบคล้ายกับสมัยแรก ซึ่งยังคงใช้เครื่องมือหิน เช่น ขวานหินขัด ขวานหินกะเทาะ สะเก็ดหิน เศษภาชนะดินเผา กระดูกสัตว์ และกำไลหิน จากการศึกษาของวีระเกียรติ คลังจตุรเวทย์ ที่ได้ศึกษาเรื่องกำไลหินจากแหล่งโบราณคดีหนองราชวัตร ในการขุดค้นเมื่อปีพ.ศ.2546-2547 ผลการศึกษาพบว่าในสมัยที่สองจะมีการใช้หินประเภทเดียวกันเป็นส่วนใหญ่ในการผลิตกำไล แตกต่างจากสมัยแรกที่จะใช้หินหลากหลายชนิดมากว่า นอกจากนี้ในชั้นดินของสมัยนี้ยังไม่พบภาชนะมีนม แต่พบขาของหม้อสามขาที่มีรูปแบบหลากหลาย สุภมาศ ดวงสกุลได้เสนอความเห็นว่าในสมัยที่ 2 นี้อาจเป็นการอยู่อาศัยมาอย่างต่อเนื่อง

และพัฒนาสร้างสรรค์เครื่องมือเครื่องใช้ให้มีความหลากหลายเพื่อตอบสนองต่อการใช้งานในชีวิตประจำวัน เมื่อกำหนดอายุจากตัวอย่างเปลือกหอยที่ได้จากชั้นดินที่ 3,4 ได้ค่าอายุประมาณ 3,070-4,410 ปีมาแล้ว (สุภมาศ ดวงสกุล, 2556, 214-215)

3.1.4 หลักฐานทางโบราณคดีที่พบจากการดำเนินงาน

<u>หลักฐานประเภทกระดูกสัตว์</u>

จากการวิเคราะห์หลักฐานกระดูกสัตว์ที่พบในแหล่งโบราณคดีหนองราชวัตรจากหลุมขุดค้น D7, D8, D10 และ N12E11, N13E11 ทำวิเคราะห์โดยแววจันทร์ สุขปัน (2559) พบว่าชนิดของพันธุ์สัตว์จากหลุมขุดค้นในทั้ง 2 ชั้นวัฒนธรรม มีดังนี้

ชั้นวัฒนธรรมที่ 1 จากการวิเคราะห์กระดูกสัตว์พบว่าในชั้นวัฒนธรรมนี้พบกระดูกสัตว์ วงศ์วัว/ควาย วงศ์กวาง (กวาง เนื้อทราย ละองละมั่ง สมัน เก้ง) หมู เต่า (เต่าและตะพาบ) กระต่าย กระจง จระเข้ ปลา สุนัข พังพอน วงศ์ชะมดหรืออีเห็น โดยพบสัตว์วงศ์กวางมากที่สุดทั้งในชั้นดินที่ 5 และ 6

ชั้นวัฒนธรรมที่ 2 ในชั้นวัฒนธรรมนี้พบกระดูกสัตว์ที่มีความหลากหลายของสายพันธุ์มากขึ้น คือ ตะพาบและตัวเหี้ย และพบชนิดของสัตว์ที่พบในชั้นวัฒนธรรมที่ 1 ในปริมาณที่เพิ่มขึ้นหลายเท่า ไม่พบกระดูกสัตว์ใหญ่ จำพวกวัว/ควาย และยังนิยมล่าหมู กวาง เต่า มาเป็นอาหารเหมือนชั้นวัฒนธรรมที่ 1 จากหลักฐานกระดูกสัตว์พบว่าในชั้นวัฒนธรรมที่ 2 มีการบริโภคเนื้อสัตว์ที่มีขนาดเล็กลงจำพวกวงศ์ชะมดจำพวกอีเห็นและวงศ์แมว พบกระดูกสัตว์น้ำเพิ่มชนิดขึ้น อีกทั้งมีการล่าสัตว์จำพวกเก้ง กวาง หมู เพิ่มมากขึ้นจากชั้นวัฒนธรรมที่ 1 ถึง 2-3 เท่า ชนิดของสัตว์ที่พบเพิ่มมากขึ้นนี้เป็นสัตว์ขนาดกลางและขนาดเล็ก

<u>หลักฐานประเภทโครงกระดูกมนุษย์</u>

จากการขุดค้นจนถึงปีพ.ศ.2558 พบทั้งหมด 113 โครง จากการขุดค้นในแต่ละปี ดังนี้

- การขุดค้นในปี พ.ศ.2546-2547 จำนวน 6 โครง
- การขุดค้นในปี พ.ศ.2551 จำนวน 1 โครง
- การขุดค้นในปี พ.ศ.2551-2552 จำนวน 31 โครง
- การขุดค้นในปี พ.ศ.2553 จำนวน 8 โครง
- การขุดค้นในปี พ.ศ.2555 จำนวน 6 โครง

- การขุดค้นในปี พ.ศ.2556 จำนวน 12 โครง
- การขุดค้นในปี พ.ศ.2557-2558 จำนวน 49 โครง

หลักฐานหลุมฝังศพสามารถสรุปรูปแบบตามลักษณะการฝังออกเป็น 2 กลุ่ม คือ

กลุ่มที่ 1 กลุ่มที่ฝังศพในท่านอนหงายเหยียดยาว

มีการฝังศพร่วมกับของอุทิศตามรูปแบบการฝังแบบต่างๆ การวางมือมักวางในลักษณะคว่ำขนานข้างลำตัว มีการมัดบริเวณข้อเท้าหรือหัวเข่า ในการฝังศพในท่านอนหงายเหยียดยาวนี้สามารถแบ่งลักษณะการปลงศพออกเป็น 2 แบบ ได้แก่

1. การฝังศพแบบมีการทุบภาชนะปูรอง ในการฝังแบบนี้จะมีการขุดเป็นหลุมตื้นๆก่อนแล้วจึงนำภาชนะดินเผามาทุบให้แตกแล้วเกลี่ยให้ทั่วบริเวณฝังศพ โดยภาชนะที่นำมาใช้ปูรองศพนั้นเป็นภาชนะดินเผาก้นกลมปากผาย ภาชนะดินเผาทรงพานรูปแบบต่างๆ โดยภาชนะดินเผาเหล่านี้มักเป็นภาชนะดินเผาสีแดง มีทั้งผิวเรียบและมีการตกแต่งด้วยลวดลายและวิธีการต่างๆ นอกจากนี้แล้วยังมีการอุทิศของให้กับศพด้วย เช่น เครื่องประดับ กระดูกสัตว์ ภาชนะดินเผาเต็มใบ บางหลุมพบร่องรอยของดินเทศที่ใช้โรยบนตัวศพด้วย

2. การฝังศพแบบไม่มีภาชนะปูรอง การฝังศพแบบนี้จะมีการขุดเป็นหลุมตื้นๆ แล้วนำของอุทิศใส่ร่วมกับศพ โดยฝังภาชนะดินเผาเต็มใบในตำแหน่งเหนือศีรษะ บนขา และปลายเท้า แล้วจึงกลบดินทับ

กลุ่มที่ 2 กลุ่มที่ฝังศพในภาชนะดินเผา

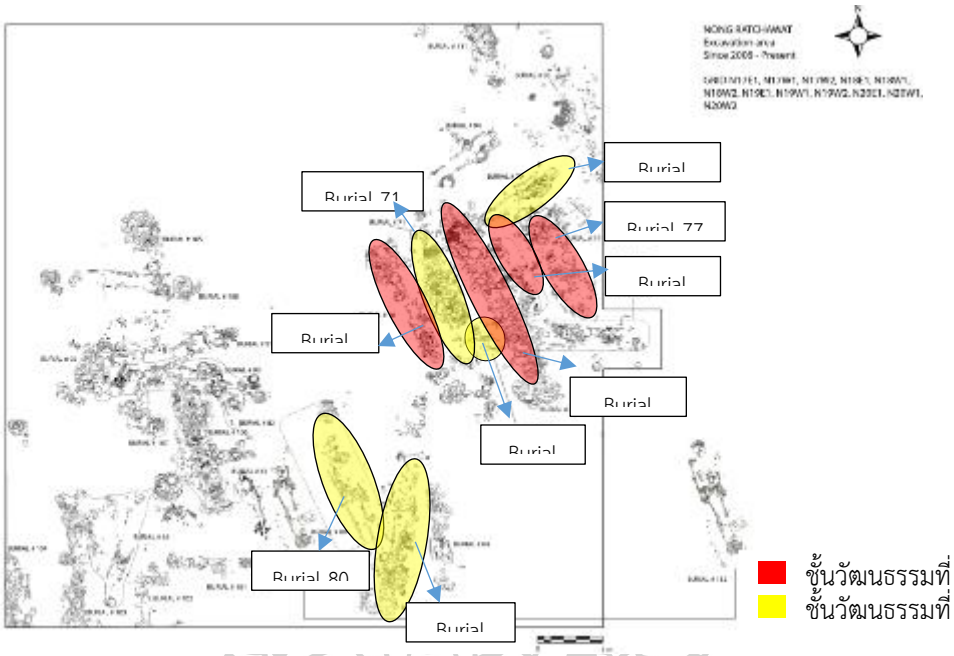
จากการวิเคราะห์หลักฐานพบว่ามีทั้งการนำศพของทารกบรรจุไว้ในภาชนะดินเผาและวางศพไว้บนภาชนะดินเผาที่มีการทุบแล้วนำมาปูรอง และมีการอุทิศของให้กับศพด้วย อย่างไรก็ตาม ไม่สามารถสรุปได้ว่าการฝังศพในภาชนะดินเผานั้นเป็นการฝังศพเด็กเท่านั้น เนื่องจากยังมีการพบหลักฐานว่ามีการฝังศพของเด็กอายุประมาณ 5-8 ปี ในลักษณะของการนอนหงายเหยียดยาวและมีการทุบภาชนะปูรองเช่นเดียวกับผู้ใหญ่ (อิสราวรรณ อยู่ป้อม, 2556, 225-243)

ตาราง 1 สรุปชั้นดินธรรมชาติและชั้นวัฒนธรรม

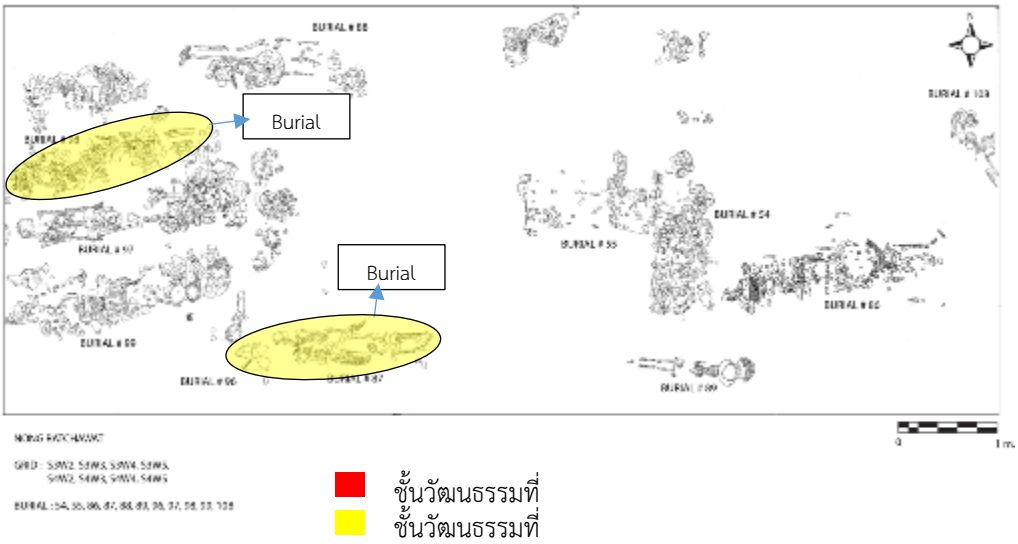
ชั้นดินธรรมชาติ	ชั้นวัฒนธรรม	ค่าอายุ	หมายเลขโครงกระดูกที่ใช้ในการศึกษา จากการขุดค้นในปี พ.ศ.2557-2558
1	ชั้นดินปัจจุบัน		-
2			
3	2	cal. 3,070-4,410 BP	067, 080, 083
4			065, 071, 072, 079, 087, 095, 098
5	1	cal. 3,850-4,080 BP	076, 077, 078
6			
7	ชั้นดินธรรมชาติเดิมก่อนมนุษย์เข้ามาใช้พื้นที่		

<u>การกำหนดอายุ</u> กำหนดจากตัวอย่างเปลือกหอยด้วยวิธีการเร่งอนุภาคมวลสาร (Accelerator Mass Spectrometry) จากหลุมขุดค้น N12E11 และ N13E11 จากตัวอย่างในชั้นวัฒนธรรมที่ 1 จำนวน 2 ตัวอย่าง (จากชั้นดินที่ 5) และในชั้นวัฒนธรรมที่ 2 จำนวน 3 ตัวอย่าง (จากชั้นดินที่ 3,4)

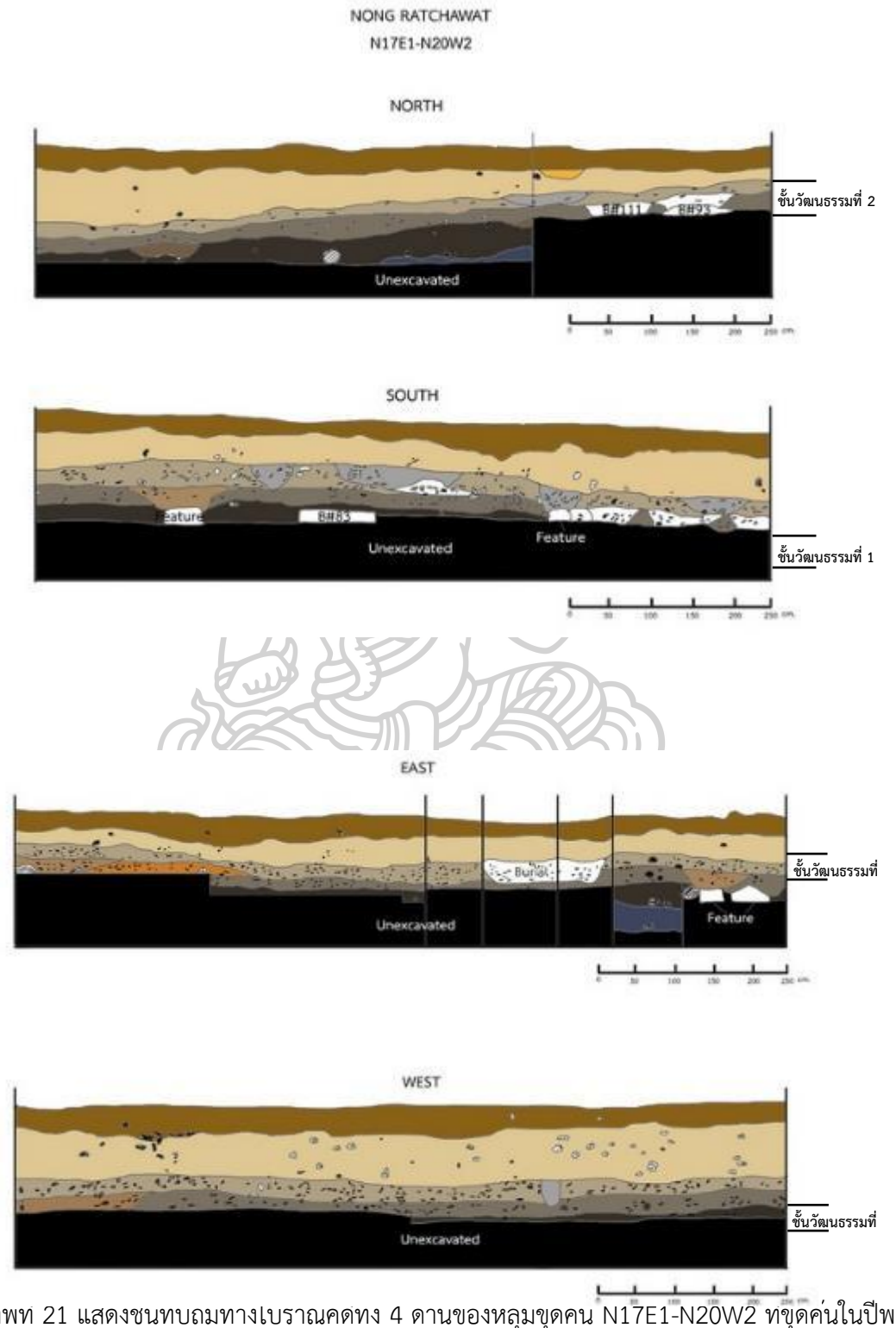
จากการขุดค้นในปีพ.ศ. 2557-2558 พบชั้นดินธรรมชาติทั้งหมด 7 ชั้น แบ่งเป็น 2 ชั้นวัฒนธรรมเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับชั้นดินที่ได้จากการวิเคราะห์จากการขุดค้นครั้งที่ 1 เมื่อปีพ.ศ. 2546 พบว่าเป็นวัฒนธรรมเดียวกัน ดังที่แสดงให้เห็นในภาพแสดงการทับถมของชั้นดินทางโบราณคดี (ภาพที่ 51-54) และแผนผังการกระจายตัวของหลุมฝังศพ (แผนผังที่3.2-3.3)



แผนผัง 2 แผนผังการกระจายตัวของหลุมฝังศพที่ใช้ในการศึกษาในพื้นที่ Area-01 จากการขุดค้นครั้งที่ 8 ในปี พ.ศ.2557-2558 (ผลการดำเนินงานทางโบราณคดีภายใต้โครงการศึกษาโบราณคดียุคก่อนประวัติศาสตร์ในวัฒนธรรมบ้านเก่าและที่เกี่ยวข้อง, 2558)



แผนผัง 3 แผนผังแสดงการกระจายตัวของหลุมศพในพื้นที่ N17E1-N20W2 และ S3W2-S4W5 จากการขุดค้นครั้งที่ 8 ในปี พ.ศ.2558 (ผลการดำเนินงานทางโบราณคดีภายใต้โครงการศึกษาโบราณคดียุคก่อนประวัติศาสตร์ในวัฒนธรรมบ้านเก่าและที่เกี่ยวข้อง, 2558)



ภาพท 21 แสดงชนทบถมทางเบราณคดทง 4 ดานของหลุมขุดคน N17E1-N20W2 ทขุดค่นในปีพ.ศ. 2557-2558 แหล่งโบราณคดีหนองราชวัตร จังหวัดสุพรรณบุรี

3.2 ตัวอย่างที่นำมาศึกษา

วิธีการศึกษาตัวอย่างฟันจะแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มประชากรตัวอย่างในปัจจุบันและกลุ่มประชากรตัวอย่างจากแหล่งโบราณคดีหนองราชวัตร โดยขั้นตอนการศึกษาของทั้งสองกลุ่มจะมีขั้นตอนการเลือกประชากรและวิธีการศึกษา ดังนี้

3.2.1 กลุ่มประชากรตัวอย่างจากแหล่งโบราณคดีหนองราชวัตร

ตัวอย่างที่จะนำมาศึกษาในครั้งนี้ได้มาจากการขุดค้นครั้งที่ 8 เมื่อปีพ.ศ.2557-2558 ขุดพบทั้งหมด 49 โครง (โครงกระดูกหมายเลข 065-113) เนื่องจากโครงกระดูกที่พบจากการขุดค้นครั้งนี้มีสภาพไม่สมบูรณ์นัก การเลือกตัวอย่างฟันที่จะนำมาศึกษานั้นจึงเลือกจากโครงกระดูกที่มีฟันกรามล่างซี่ที่ 1 หรือ 2 ที่อยู่ในสภาพสมบูรณ์และติดอยู่ในตำแหน่งเดิมบนขากรรไกร จากการประเมินสภาพฟันของโครงกระดูกแต่ละโครงพบว่ามีตัวอย่างฟันที่สามารถทำการวิเคราะห์ได้ทั้งหมด 13 โครง เป็นตัวอย่างฟันกรามล่างซี่ที่ 1 หรือ 2 ที่ติดอยู่บนขากรรไกรล่าง ได้แก่ โครงกระดูกหมายเลข 065, 067, 071, 072, 076, 077, 078, 079, 080, 083, 087, 095, 098 โดยจะทำการศึกษาเฉพาะด้านกระพุ้งแก้ม (Buccal) ของฟันกรามล่างเท่านั้น เนื่องจากเป็นบริเวณที่มีการเสียดสีระหว่างอาหารและผิวฟันมากที่สุดในขณะที่เกิดกระบวนการเคี้ยวอาหาร แต่ด้านบดเคี้ยวจะเกิดการสึก 2 ประเภท ได้แก่ การสึกเหตุบดเคี้ยว (Attrition) และการสึกจากการขูดขีด (Abrasion) ในการวิเคราะห์ร่องรอยการสึกขนาดเล็กบนผิวฟันศึกษาเฉพาะการสึกที่เกิดขึ้นจากการขูดขีดเท่านั้น โดยเลือกตัวอย่างฟันจากการประเมินระดับการสึกเบื้องต้นจากการสังเกตด้วยตาเปล่าและเลือกฟันกรามที่เกิดการสึกในระดับที่มากที่สุด

ในการขุดค้นในปี พ.ศ. 2557-2558 นี้ โครงกระดูกที่พบทั้ง 49 โครง ยังไม่ได้รับการวิเคราะห์ทางกายภาพทั้งอายุเมื่อตาย เพศ และร่องรอยของโรคที่พบ ผู้ศึกษาจึงทำการวิเคราะห์เบื้องต้นเพื่อใช้ข้อมูลประกอบการศึกษานี้ จากการคัดเลือกโครงกระดูกที่นำมาศึกษาและวิเคราะห์เบื้องต้นทั้ง 13 ตัวอย่าง มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

<u>ตัวอย่างที่ 1 โครงกระดูกหมายเลข 065</u>

โครงกระดูกอยู่ในหลุมขุดค้น S4E12 ในระดับความลึก 128-160 เซนติเมตรจากระนาบสมมติ มีการทุบภาชนะดินเผาปูรองศพ

โครงกระดูกสภาพไม่สมบูรณ์ สภาพกะโหลกค่อนข้างดี พบทั้งขากรรไกรบนและล่าง พบฟันทั้ง 32 ซี่ จากการวิเคราะห์เป็นเพศหญิง อายุประมาณ 20-25 ปี ตัวอย่างฟันที่ใช้ศึกษาคือฟันกรามล่างซ้ายซี่ที่ 1

<u>ตัวอย่างที่ 2 โครงกระดูกหมายเลข 067</u>

โครงกระดูกอยู่ในหลุมขุดค้น S6E9 ในระดับความลึก 127-138 เซนติเมตรจากระนาบสมมติ มีการทุบภาชนะดินเผาปูรองศพตั้งแต่บริเวณขา พบภาชนะดินเผาสำหรับอุทิศ 8 ใบ ขวานหินขัด 3 ชิ้น

โครงกระดูกสภาพค่อนข้างเสื่อมสภาพมาก ส่วนใหญ่พบกระดูกยาวส่วนแขนและขาสภาพแตกหัก พบขากรรไกรล่างมีฟันติดอยู่บนขากรรไกร 9 ซี่ ไม่สามารถวิเคราะห์เพศได้ ประเมินอายุประมาณ 25-30 ปี ตัวอย่างฟันที่ใช้ศึกษาคือฟันกรามล่างขวาซี่ที่ 1

<u>ตัวอย่างที่ 3 โครงกระดูกหมายเลข 071</u>

โครงกระดูกอยู่ในหลุมขุดค้น N18E1(NWQ-SWQ)-N19E1(SWQ) ในระดับความลึก 140-150 เซนติเมตรจากระนาบสมมติ มีการทุบภาชนะดินเผาปูรองศพ และมีการอุทิศภาชนะดินเผาทรงพาน หม้อก้นกลมบริเวณเหนือศีรษะและปลายเท้า ขวานหินขัด 2 ชิ้น

โครงกระดูกโดยรวมสภาพไม่สมบูรณ์ พบกะโหลกศีรษะ ขากรรไกรบนและล่างมีฟันติดอยู่กับขากรรไกร ฟันล่างพบจำนวน 9 ซี่ ส่วนใหญ่พบกระดูกยาวส่วนแขนและขา สภาพแตกหัก จากการวิเคราะห์เป็นเพศหญิง อายุประมาณ 25-35 ปี ตัวอย่างฟันที่ใช้ศึกษาคือฟันกรามล่างซ้ายซี่ที่ 1

<u>ตัวอย่างที่ 4 โครงกระดูกหมายเลข 072</u>

โครงกระดูกอยู่ในหลุมขุดค้น N18E1 ในระดับความลึก 140-150 เซนติเมตรจากระนาบสมมติ มีการทุบภาชนะดินเผาปูรองศพ และมีการอุทิศภาชนะดินเผาทรงพาน หม้อก้นกลมบริเวณเหนือศีรษะและปลายเท้า ขวานหินขัด 2 ชิ้น

โครงกระดูกโดยรวมสภาพไม่สมบูรณ์ พบขากรรไกรล่างมีฟันติดอยู่จำนวน 12 ซี่ ส่วนใหญ่พบกระดูกยาวเป็นส่วนแขนขา สภาพแตกหัก จากการวิเคราะห์เป็นเพศหญิง อายุประมาณ 30-35 ปี ตัวอย่างฟันที่ใช้ศึกษาคือฟันกรามล่างซ้ายซี่ที่ 1

<u>ตัวอย่างที่ 5 โครงกระดูกหมายเลข 076</u>

โครงกระดูกอยู่ในหลุมขุดค้น N18E1-N19E1 ในระดับความลึก 151-173 เซนติเมตรจากระนาบสมมติ มีการทุบภาชนะดินเผาปูรองศพ และมีการอุทิศภาชนะดินเผาแบบมีสันมีเชิง 1 ใบ หม้อก้นกลม 1 ใบ หม้อสามขา ภาชนะทรงพาน 2 ใบ ขวานหินขัด 2 ชิ้น ภาชนะดินเผาขนาดเล็กวางที่ใกล้กับศีรษะ 1 ใบ นอกจากนี้ยังพบเขาวัวกระทิงและกำไลงาช้างในแขนข้างขวาอยู่ร่วมกันด้วย

โครงกระดูกพบตั้งแต่ส่วนกะโหลกศีรษะไปจนถึงเท้า พบขากรรไกรบนและล่าง มีฟันติดอยู่ในขากรรไกรล่างจำนวน 12 ซี่ กระดูกยาวส่วนแขนและขาสภาพค่อนข้างดี แต่กระดูกช่วงลำตัวได้แก่ กระดูกสันหลัง กระดูกซี่โครง กระดูกสะบัก และกระดูกเชิงกราน กระดูกค่อนข้างเสื่อมสภาพ จากการวิเคราะห์เป็นเพศชาย อายุประมาณ 25-30 ปี ตัวอย่างฟันที่ใช้ศึกษาคือฟันกรามล่างซ้ายซี่ที่ 1

<u>ตัวอย่างที่ 6 โครงกระดูกหมายเลข 077</u>

โครงกระดูกอยู่ในหลุมขุดค้น N18E1(NEQ)-N19E1 ในระดับความลึก 137-160 เซนติเมตรจากระนาบสมมติ มีการทุบภาชนะปูรองศพ และอุทิศภาชนะดินเผาทรงพาน 1 ใบ ภาชนะมีสันมีเชิง 2 ใบ ขวานหินขัด 2 ชิ้น

โครงกระดูกมีสภาพไม่สมบูรณ์ พบส่วนกะโหลกศีรษะ ขากรรไกรล่างมีฟันติดอยู่บนขากรรไกร 13 ซี่ กระดูกยาวส่วนแขนซ้ายและขาซ้าย กระดูกเสื่อมสภาพมาก ไม่สามารถวิเคราะห์เพศได้ ประเมินอายุได้ประมาณ 25-30 ปี ตัวอย่างฟันที่ใช้ศึกษาคือฟันกรามล่างขวาซี่ที่ 2

<u>ตัวอย่างที่ 7 โครงกระดูกหมายเลข 078</u>

โครงกระดูกอยู่ในหลุมขุดค้น N18E1(NWQ)-N19E1(SWQ) ในระดับความลึก 155-170 เซนติเมตรจากระนาบสมมติ มีการอุทิศภาชนะดินเผาทรงพาน 1 ใบ ภาชนะมีสันมีเชิง 2 ใบ ภาชนะสามขา 1 ใบ พานทรงนาฬิกาทราย 1 ใบ และขวานหินขัด 2 ชิ้น

โครงกระดูกพบตั้งแต่ส่วนศีรษะจนถึงเท้า กระดูกแขนขวาช่วงล่างและกระดูกส่วนขาช่วงล่างทั้งสองข้าง สภาพไม่สมบูรณ์ กระดูกมีความเสื่อมสภาพมาก จากการวิเคราะห์เป็นเพศหญิง ประเมินอายุได้ประมาณ 20-25 ปี ตัวอย่างฟันที่ใช้ศึกษาคือฟันกรามล่างซ้ายซี่ที่ 1

<u>ตัวอย่างที่ 8 โครงกระดูกหมายเลข 079</u>

โครงกระดูกอยู่ในหลุมขุดค้น N19E1 ในระดับความลึก 142-151 เซนติเมตรจากระนาบสมมติ ไม่มีการอุทิศของลงในหลุมฝังศพเลย

โครงกระดูกพบตั้งแต่ส่วนศีรษะจนถึงขาช่วงล่าง กะโหลกศีรษะไม่สมบูรณ์นัก พบขากรรไกรบนและล่าง มีฟันติดอยู่บนขากรรไกรทั้งบนและล่าง ฟันล่างพบจำนวน 16 ซี่ กระดูกแขนซ้ายและขาช่วงล่างด้านซ้ายพบเป็นชิ้นส่วนเล็กๆ กระดูกเสื่อมสภาพมาก จากการวิเคราะห์เป็นเพศหญิง ประเมินอายุได้ประมาณ 30-35 ปี ตัวอย่างฟันที่ใช้ศึกษาคือฟันกรามล่างขวาซี่ที่ 1

<u>ตัวอย่างที่ 9 โครงกระดูกหมายเลข 080</u>

โครงกระดูกอยู่ในหลุมขุดค้น N18W2-N17W1 ในระดับความลึก 102-120 เซนติเมตรจากระนาบสมมติ มีการทุบภาชนะใช้ปูรองศพและอุทิศภาชนะทรงพาน 2 ใบ หม้อก้นกลม (ในพาน) 1 ใบ ภาชนะดินเผาทรงกระปุก 1 ใบ กระสุนดินเผา 2 ลูก ขวานหินขัด 1 ชิ้น หินลับ 1 ชิ้น นอกจากนี้ยังพบกะโหลกหมูอุทิศไปในหลุมศพด้วย

โครงกระดูกพบตั้งแต่ส่วนศีรษะจนถึงขาช่วงล่าง กะโหลกศีรษะสภาพไม่สมบูรณ์ กระดูกเสื่อมสภาพ พบขากรรไกรบนและล่างมีฟันติดอยู่บนขากรรไกร ขากรรไกรล่างพบฟันจำนวน 14 ซี่ หลุดจากขากรรไกร 2 ซี่ ไม่พบกระดูกช่วงลำตัวข้างซ้ายและแขนข้างซ้าย กระดูกเท้าไม่พบทั้งสองข้าง จากการวิเคราะห์เป็นเพศชาย ประเมินอายุได้ประมาณ 25-30 ปี ตัวอย่างฟันที่ใช้ศึกษาคือฟันกรามล่างซ้ายซี่ที่ 1

<u>ตัวอย่างที่ 10 โครงกระดูกหมายเลข 083</u>

โครงกระดูกอยู่ในหลุมขุดค้น N18W1-N17W1, N18E1 ในระดับความลึก 110-133 เซนติเมตรจากระนาบสมมติ มีการทุบภาชนะเพื่อปูรองและอุทิศภาชนะดินเผาทรงพาน 2 ใบ ภาชนะทรงกระปุก 1 ใบ ภาชนะสามขา ภาชนะมีกระเปาะ 4 อัน 1 ใบ ภาชนะก้นกลมลายเชือกทาบ 1 ใบ พานทรงนาฬิกาทราย 1 ใบ และขวานหินขัด 1 ชิ้น

โครงกระดูกพบส่วนแขนทั้งสองข้าง กระดูกซี่โครงบางส่วน กระดูกเชิงกราน กระดูกขาทั้งสองข้างสภาพกระดูกทั้งหมดไม่สมบูรณ์ แตกหักและเสื่อมสภาพ จากการวิเคราะห์เป็นเพศหญิง ประเมินอายุได้ประมาณ 30-35 ปี ตัวอย่างฟันที่ใช้ศึกษาคือฟันกรามล่างขวาซี่ที่ 1

<u>ตัวอย่างที่ 11 โครงกระดูกหมายเลข 087</u>

โครงกระดูกอยู่ในหลุมขุดค้น S4W3-4 ในระดับความลึก 174-185 เซนติเมตรจากระนาบสมมติ มีการทุบภาชนะดินเผาที่มีลักษณะเป็นหม้อก้นกลมและหม้อสามขาเพื่อปูรองศพและอุทิศ ขวานหินขัด เบี้ยดินเผา นอกจากนี้ยังพบดินเทศบริเวณข้อมือด้านซ้ายและใต้ขากรรไกรล่าง

โครงกระดูกพบตั้งแต่ส่วนกะโหลกศีรษะไปจนถึงส่วนขาแต่สภาพไม่สมบูรณ์ พบขากรรไกรบนและขากรรไกรล่าง ขากรรไกรล่างมีฟันติดอยู่ 14 ซี่ กระดูกยาวส่วนใหญ่ค่อนข้างสภาพดี จากการวิเคราะห์เป็นเพศชาย ประเมินอายุได้ประมาณ 20-25 ปี ตัวอย่างฟันที่ใช้ศึกษาคือฟันกรามล่างขวาซี่ที่ 1

<u>ตัวอย่างที่ 12 โครงกระดูกหมายเลข 095</u>

โครงกระดูกอยู่ในหลุมขุดค้น S3W4-S3W5 ในระดับความลึก 152-175 เซนติเมตรจากระนาบสมมติ มีการทุบภาชนะเพื่อปูรองและอุทิศภาชนะดินเผาทรงพาน 1 ใบ ภาชนะทรงกระปุก 1 ใบ ภาชนะก้นกลมลายเชือกทาบ 1 ใบ และขวานหินขัด 1 ชิ้น

โครงกระดูกพบตั้งแต่ส่วนศีรษะ ขากรรไกรบนและล่างมีฟันติดบนขากรรไกร ฟันล่างพบ 16 ซี่ หลุดจากขากรรไกร 4 ซี่ กระดูกซี่โครง กระดูกส่วนแขนทั้งสองข้าง กระดูกขาส่วนบน กระดูกขาส่วนล่างเสื่อมสภาพมาก แตกหักเป็นชิ้นเล็กๆ โดยภาพรวมสภาพโครงกระดูกไม่สมบูรณ์ จากการวิเคราะห์เป็นเพศหญิง ประเมินอายุได้ประมาณ 20-25 ปี ตัวอย่างฟันที่ใช้ศึกษาคือฟันกรามล่างขวาซี่ที่ 1

<u>ตัวอย่างที่ 13 โครงกระดูกหมายเลข 098</u>

โครงกระดูกอยู่ในหลุมขุดค้น S3W5-S3W4 ในระดับความลึก 151-180 เซนติเมตรจากระนาบสมมติ มีการทุบภาชนะเพื่อปูรองศพ มีการอุทิศภาชนะทรงพาน 1 ใบ ภาชนะทรงกระปุก 1 ใบ ขวานหินขัด 1 ชิ้น ลูกปัดหิน 4 ชิ้น

โครงกระดูกพบตั้งแต่ส่วนศีรษะแต่สภาพไม่สมบูรณ์ พบขากรรไกรบนและล่าง ขากรรไกรล่างมีฟันติดอยู่ 9 ซี่ พบกระดูกช่วงลำตัวเล็กน้อย กระดูกยาวส่วนขาสภาพไม่สมบูรณ์ จากการวิเคราะห์เป็นเพศชาย ประเมินอายุได้ประมาณ 25-30 ปี ตัวอย่างฟันที่ใช้ศึกษาคือฟันกรามล่างขวาซี่ที่ 1

จากตัวอย่างที่นำมาศึกษาทั้ง 13 ตัวอย่างนั้นแบ่งเป็นโครงกระดูกที่สามารถประเมินเพศเป็นเพศหญิงจำนวน 7 ตัวอย่าง โครงกระดูกที่สามารถประเมินเพศเป็นเพศชายจำนวน 4 ตัวอย่าง และโครงกระดูกที่ไม่สามารถประเมินเพศได้จำนวน 2 ตัวอย่าง โดยมีช่วงอายุเมื่อเสียชีวิตทั้งหมด 3 ช่วง ได้แก่ 20-25 ปี จำนวน 4 ตัวอย่าง, 25-30 ปี จำนวน 6 ตัวอย่าง, 30-35 ปี จำนวน 3 ตัวอย่าง

ตัวอย่างฟันกรามล่างที่นำมาใช้ศึกษาและนำไปทำการจำลองฟันเพื่อนำไปศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์กำลังขยายสูงเป็นฟันกรามซี่ล่างซ้ายที่ 1 เป็นส่วนใหญ่ จำนวน 7 ตัวอย่าง รองลงมาคือฟันกรามล่างขวาซี่ที่ 1 จำนวน 5 ตัวอย่าง และฟันกรามล่างขวาซี่ที่ 2 จำนวน 1 ตัวอย่าง การเลือกใช้ฟันกรามซี่ที่ 1 หรือ 2 เนื่องจากเป็นฟันที่มีหน้าที่ในการบดเคี้ยวอาหารโดยตรงจึงเหมาะสำหรับการนำมาศึกษาร่องรอยการสึกขนาดเล็กบนผิวฟัน

ตาราง 2 ตารางสรุปตัวอย่างฟันจากโครงกระดูกมนุษย์ของแหล่งโบราณคดีหนองราชวัตรที่ใช้ในการศึกษา

หมายเลข	อายุ	เพศ	ชั้นดินที่	ชั้นวัฒนธรรมที่	ฟันที่ใช้ในการศึกษา
065	20-25	หญิง	4	2	ฟันกรามล่างซ้ายซี่ที่ 1
067	25-30	ไม่สามารถระบุได้	3	2	ฟันกรามล่างขวาซี่ที่ 1
071	25-35	หญิง	4	2	ฟันกรามล่างซ้ายซี่ที่ 1
072	30-35	หญิง	4	2	ฟันกรามล่างซ้ายซี่ที่ 1
076	25-30	ชาย	5	1	ฟันกรามล่างซ้ายซี่ที่ 1
077	25-30	ไม่สามารถระบุได้	5	1	ฟันกรามล่างขวาซี่ที่ 2
078	20-25	หญิง	5	1	ฟันกรามล่างซ้ายซี่ที่ 1
079	30-35	หญิง	4	2	ฟันกรามล่างขวาซี่ที่ 1
080	25-30	ชาย	3	2	ฟันกรามล่างซ้ายซี่ที่ 1
083	30-35	หญิง	3	2	ฟันกรามล่างขวาซี่ที่ 1
087	20-25	ชาย	4	2	ฟันกรามล่างขวาซี่ที่ 1
095	20-25	หญิง	4	2	ฟันกรามล่างขวาซี่ที่ 1
098	25-30	ชาย	4	2	ฟันกรามล่างซ้ายซี่ที่ 1

3.2.2 กลุ่มประชากรตัวอย่างปัจจุบัน

ตัวอย่างประชากรปัจจุบันที่ใช้ในการศึกษาเปรียบเทียบมีทั้งหมด 10 ตัวอย่าง แบ่งเป็นเพศหญิง 8 ตัวอย่าง เพศชาย 2 ตัวอย่าง อายุอยู่ในช่วง 22-29 ปี เป็นกลุ่มประชากรที่คัดเลือกจาก

พฤติกรรมการบริโภคอาหาร โดยจะแบ่งเป็น 2 กลุ่มย่อย คือ กลุ่มที่บริโภคเนื้อสัตว์เป็นส่วนใหญ่ และกลุ่มที่บริโภคพืชเป็นส่วนใหญ่ การเลือกตัวอย่างได้จากการสัมภาษณ์ถึงพฤติกรรมการรับประทานอาหาร โดยมีเกณฑ์การเลือกดังนี้

วิธีการเลือกและศึกษากลุ่มประชากรตัวอย่างในปัจจุบัน จำนวน 10 ตัวอย่าง

1. มีอายุอยู่ในช่วง 20-35 ปี เพื่อให้อยู่ในช่วงอายุเดียวกับตัวอย่างจากแหล่งโบราณคดีที่ใช้ในการศึกษาร่องรอยการสึกขนาดเล็กบนผิวฟันและใช้ในการศึกษาเปรียบเทียบ
2. เลือกประชากรตัวอย่างที่มีพฤติกรรมการบริโภคอาหารประเภทเนื้อสัตว์เป็นส่วนใหญ่และบริโภคพืชผักเป็นส่วนใหญ่เมื่อเทียบกับปริมาณอาหารในแต่ละมื้อ โดยกลุ่มตัวอย่างประชากรในปัจจุบันจะแบ่งเป็น 2 กลุ่ม เพื่อทำการจำลองฟันเป็นตัวอย่างในการศึกษาร่องรอยการสึกจากแต่ละพฤติกรรมการบริโภคอาหารว่าแต่ละพฤติกรรมมีลักษณะของร่องรอยการสึกขนาดเล็กบนผิวฟันอย่างไร
3. ฟันของประชากรตัวอย่างเลือกเฉพาะฟันกรามล่างซี่ที่ 1 เท่านั้น เนื่องจากเป็นฟันที่มีหน้าที่หลักในการบดเคี้ยวอาหารและเป็นฟันกรามแท้ซี่แรกที่โผล่พ้นขากรรไกรจึงเป็นฟันที่มีการใช้งานมากที่สุดเมื่อเทียบกับฟันกรามทั้ง 3 ซี่ โดยในการศึกษาจะเลือกศึกษาเฉพาะด้านกระพุ้งแก้ม (Buccal) เท่านั้น เนื่องจากเป็นบริเวณที่มีการเสียดสีขูดขีดกับอาหารขณะบดเคี้ยวอาหาร ในขณะที่ด้านบดเคี้ยว (Occlusal) เป็นด้านที่ทำหน้าที่ในการบดเคี้ยวโดยตรง แต่การสึกที่เกิดขึ้นนั้นมีทั้งการสึกเหตุบดเคี้ยว (Attrition) และการสึกจากการขูดขีด (Abrasion) ซึ่งในการศึกษานี้จะศึกษาร่องรอยการสึกขนาดเล็กที่เกิดจากการขูดขีด (Abrasion) เท่านั้น

ในการศึกษากลุ่มตัวอย่างจากคนปัจจุบันนั้น จำเป็นจะต้องมีการสัมภาษณ์เพื่อบันทึกไว้เป็นข้อมูลว่าแต่ละบุคคลมีพฤติกรรมการบริโภคอาหารอย่างไร โดยประเด็นที่ต้องสัมภาษณ์ มีดังนี้

1. สัมภาษณ์และจดบันทึกพฤติกรรมการรับประทานอาหารตลอด 1 สัปดาห์ ของแต่ละบุคคลเพื่อบันทึกพฤติกรรมการเลือกบริโภคอาหารและประเภทของอาหารในแต่ละมื้ออาหาร
2. สัมภาษณ์และจดบันทึกพฤติกรรมการบริโภคอาหารอื่นๆที่อาจส่งผลต่อการสึกกร่อนของฟัน เช่น น้ำอัดลม อาหารที่มีรสเปรี้ยว หรือมีฤทธิ์เป็นกรด ของแต่ละบุคคล

3. สัมภาษณ์พฤติกรรมการเคี้ยวอาหาร เนื่องจากแต่ละบุคคลจะมีความถนัดหรือความเคยชินที่แตกต่างกัน ดังนั้นการสัมภาษณ์ก่อนจึงเป็นเรื่องที่สำคัญต่อการเลือกข้างของฟันที่จะใช้เป็นตัวอย่างในการศึกษา

จากตัวอย่างประชากรในปัจจุบัน แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มตามพฤติกรรมการบริโภคอาหาร พบว่ามีตัวอย่างฟันกรามล่างขวาซี่ที่ 1 จำนวน 6 ตัวอย่าง และตัวอย่างฟันกรามล่างซ้ายซี่ที่ 1 จำนวน 4 ตัวอย่าง ตัวอย่างประชากรปัจจุบันส่วนใหญ่อยู่ในช่วงอายุ 28 ปี จำนวน 5 คน, อายุ 29 จำนวน 1 คน, อายุ 26 จำนวน 1 คน, อายุ 23 จำนวน 2 คน และอายุ 22 จำนวน 1 คน เป็นเพศหญิงจำนวน 8 คน เพศชายจำนวน 2 คน

ตาราง 3 ตารางตัวอย่างฟันจากกลุ่มประชากรปัจจุบันที่ใช้ในการศึกษา

ตัวอย่างที่	กลุ่มตัวอย่าง	เพศ	อายุ (ปี)	ฟันที่ใช้ในการศึกษา
1	บริโภคพืชเป็นส่วนใหญ่	หญิง	28	ฟันกรามล่างขวาซี่ที่ 1
2	บริโภคเนื้อสัตว์เป็นส่วนใหญ่	หญิง	22	ฟันกรามล่างขวาซี่ที่ 1
3	บริโภคเนื้อสัตว์เป็นส่วนใหญ่	หญิง	28	ฟันกรามล่างซ้ายซี่ที่ 1
4	บริโภคเนื้อสัตว์เป็นส่วนใหญ่	หญิง	28	ฟันกรามล่างซ้ายซี่ที่ 1
5	บริโภคเนื้อสัตว์เป็นส่วนใหญ่	หญิง	28	ฟันกรามล่างขวาซี่ที่ 1
6	บริโภคพืชเป็นส่วนใหญ่	หญิง	23	ฟันกรามล่างขวาซี่ที่ 1
7	บริโภคเนื้อสัตว์เป็นส่วนใหญ่	หญิง	26	ฟันกรามล่างขวาซี่ที่ 1
8	บริโภคเนื้อสัตว์เป็นส่วนใหญ่	ชาย	29	ฟันกรามล่างขวาซี่ที่ 1
9	บริโภคเนื้อสัตว์เป็นส่วนใหญ่	ชาย	28	ฟันกรามล่างซ้ายซี่ที่ 1
10	บริโภคพืชเป็นส่วนใหญ่	หญิง	23	ฟันกรามล่างซ้ายซี่ที่ 1

*ข้อจำกัดในการเลือกตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา เนื่องจากผู้ศึกษาได้เลือกกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาจากการขอความร่วมมืออาสาสมัครที่เป็นบุคคลใกล้ชิด ดังนั้นข้อจำกัดในเรื่องเพศและช่วงวัยจึงเป็นอคติในการเลือกกลุ่มตัวอย่าง อีกทั้งข้อจำกัดในจำนวนของตัวอย่างที่ใช้มีปริมาณน้อย จึงไม่สามารถนำมาหาค่าทางสถิติได้

3.2.2.1 พฤติกรรมการบริโภคอาหารของกลุ่มตัวอย่างประชากรปัจจุบัน

การศึกษาพฤติกรรมการบริโภคอาหารของกลุ่มตัวอย่างปัจจุบัน จำเป็นต้องบันทึกข้อมูลการบริโภคอาหารตลอด 1 สัปดาห์ของประชากรตัวอย่าง เพื่อนำมาวิเคราะห์

พฤติกรรมการเลือกบริโภคอาหารของแต่ละบุคคล รวมถึงพฤติกรรมที่จะส่งผลต่อการเกิดร่องรอยอื่นๆ เช่น พฤติกรรมการแปรงฟัน การใช้ไม้จิ้มฟัน รายละเอียดของอาหารที่กลุ่มตัวอย่างทั้ง 10 บริโภคตลอด 1 สัปดาห์ มีดังต่อไปนี้

ตาราง 4 ตารางตัวอย่างที่ 1 เพศหญิง อายุ 28 ปี บริโภคพืชเป็นส่วนใหญ่

วันที่	มื้ออาหาร	รายการอาหาร	โปรตีน	คาร์โบไฮเดรต	ไขมัน	กากใยพืช
1	มื้อที่ 1	ข้าว, ผัดคะน้าน้ำมันหอยไม่ใส่เนื้อสัตว์, ไข่ดาว กาแฟดำ	/	/	/	/
	มื้อที่ 2	ส้มตำ	/	/		/
	มื้อที่ 3	บะหมี่กึ่งสำเร็จรูปใส่ผักและไข่	/	/	/	/
2	มื้อที่ 1	ก๋วยเตี๋ยวเส้นหมี่น้ำตก กาแฟดำ	/	/	/	/
	มื้อที่ 2	กล้วยน้ำว้า	/	/		/
	มื้อที่ 3	ส้มตำ				/
3	มื้อที่ 1	ข้าวกล้อง, ผักต้ม, ไข่เจียวชะอม กาแฟดำ	/	/	/	/
	มื้อที่ 2	กล้วยน้ำว้า				/
	มื้อที่ 3	ยำวุ้นเส้นใส่ผักกระเฉด, มะม่วง (รสเปรี้ยว)		/		/
4	มื้อที่ 1	เกาเหลาถั่วงอก, ข้าวกล้อง กาแฟดำ		/		/
	มื้อที่ 2	กล้วยน้ำว้า				/
	มื้อที่ 3	-				
5	มื้อที่ 1	ก๋วยเตี๋ยวต้มยำถั่วงอก กาแฟดำ				/
	มื้อที่ 2	ยำแซลมอลใส่ผักสด	/		/	/
	มื้อที่ 3	-				
6	มื้อที่ 1	ผักต้ม น้ำพริกปลาทู กาแฟดำ	/			/
	มื้อที่ 2	ขนมจีนแกงเขียวหวานไก่	/	/	/	/
	มื้อที่ 3	-				
7	มื้อที่ 1	ข้าวกล้อง, ไข่เจียว กาแฟดำ	/	/		
	มื้อที่ 2	ข้าวกล้อง, ผัดผักรวมมิตรไม่ใส่เนื้อสัตว์		/	/	/
	มื้อที่ 3	-				

สถานที่อยู่อาศัย หอพัก

ระยะห่างจากแหล่งอาหาร 20-200 เมตร

พฤติกรรมการเลือกบริโภคอาหาร เลือกอาหารที่มีส่วนประกอบของผักเป็นหลัก เลือกบริโภคอาหารตามความชอบและความสะดวก ดื่มกาแฟเป็นประจำทุกเช้า และนิยมบริโภคอาหารรสเปรี้ยว

พฤติกรรมการแปรงฟัน เริ่มที่ฟันกรามล่างขวา ในแนวนอนก่อนแนวตั้ง ความรุนแรงระดับปานกลาง

ตาราง 5 ตัวอย่างที่ 2 เพศหญิง อายุ 23 ปี บริโภคพืชเป็นส่วนใหญ่

วันที่	มื้ออาหาร	รายการอาหาร	โปรตีน	คาร์โบไฮเดรต	ไขมัน	กากใยพืช
1	มื้อที่ 1	ผัดกะหล่ำน้ำมันหอย, ข้าว, กาแฟ		/	/	/
	มื้อที่ 2	ข้าว, ไข่เจียว	/	/	/	
	มื้อที่ 3	ฝรั่ง, แตงโม		/		/
2	มื้อที่ 1	ข้าว, แกงจืดผักกาดขาว, กาแฟดำ		/		/
	มื้อที่ 2	กล้วยหอม		/		/
	มื้อที่ 3	แก้วมังกร	/	/		/
3	มื้อที่ 1	ข้าว, ไข่ดาว, กาแฟดำ	/	/	/	
	มื้อที่ 2	เกาเหลาหมู, ข้าว	/	/		
	มื้อที่ 3	มะม่วงสุก		/		/
4	มื้อที่ 1	ข้าว, ผัดผักรวมมิตร	/	/		/
	มื้อที่ 2	ก๋วยเตี๋ยวเป็ด	/	/		
	มื้อที่ 3	มะละกอสุก		/		/
5	มื้อที่ 1	ข้าว, ผักต้ม, น้ำพริกปลาทู	/	/		/
	มื้อที่ 2	ฝรั่ง, แตงไทย		/		/
	มื้อที่ 3	-				
6	มื้อที่ 1	ข้าว, ต้มจับฉ่าย, กาแฟดำ		/		/
	มื้อที่ 2	ข้าว, ต้มจับฉ่าย, ไข่เจียว	/	/	/	/
	มื้อที่ 3	มะละกอสุก		/		/
7	มื้อที่ 1	ข้าว, แกงจืดไข่น้ำ	/	/		
	มื้อที่ 2	ข้าวโพดต้ม		/		/
	มื้อที่ 3	สลัดผักสด				/

สถานที่อยู่อาศัย บ้านพัก

ระยะห่างจากแหล่งอาหาร 7 กิโลเมตร

พฤติกรรมการเลือกบริโภคอาหาร มีความหลากหลาย เน้นพืชผักเป็นหลัก รสจัดเผ็ดเปรี้ยว

พฤติกรรมการแปรงฟัน เริ่มที่กรามล่างซ้าย เริ่มแปรงในแนวบนล่าง ความรุนแรงระดับปานกลาง

ตาราง 6 ตัวอย่างที่ 3 เพศหญิง อายุ 23 ปี บริโภคพืชเป็นส่วนใหญ่

วันที่	มื้ออาหาร	รายการอาหาร	โปรตีน	คาร์โบไฮเดรต	ไขมัน	กากใยพืช
1	มื้อที่ 1	สลัดผัก ไข่ต้ม	/	/	/	/
	มื้อที่ 2	ผัดคะน้า ไข่ดาว ข้าว	/	/	/	/
	มื้อที่ 3	ต้มฟักน่องไก่ ข้าว	/	/	/	/
2	มื้อที่ 1	ฟักทองผัดไข่ ข้าว ไข่ตุ๋น	/	/	/	/
	มื้อที่ 2	ตำข้าวโพด		/		/
	มื้อที่ 3	ผัดถั่วงอก ข้าว		/	/	/
3	มื้อที่ 1	ต้มจับฉ่าย ข้าว		/	/	/
	มื้อที่ 2	ผัดผักบุ้งหมูสับ (เล็กน้อย) ข้าว	/	/	/	/
	มื้อที่ 3	ผัดเปรี้ยวหวานปลาดอลลี่ ข้าว	/	/	/	/
4	มื้อที่ 1	ข้าว ไข่เจียว	/	/	/	
	มื้อที่ 2	ผัดผักรวมมิตร ข้าว		/	/	/
	มื้อที่ 3	สุกี้ผักรวมหมู	/	/		/
5	มื้อที่ 1	ขนมปัง ไข่ดาว กาแฟ	/	/	/	/
	มื้อที่ 2	ไข่ลูกเขย ข้าว ผัดผักรวม	/	/	/	/
	มื้อที่ 3	สลัดผักผลไม้รวม ข้าวโพดต้ม		/		/
6	มื้อที่ 1	ต้มจับฉ่าย ข้าว	/	/		/
	มื้อที่ 2	ทอดมันกุ้ง ผักชุบแป้งทอด	/	/	/	/
	มื้อที่ 3	แกงเขียวหวานลูกชิ้นปลา ข้าว น้ำอัดลม	/	/	/	/
7	มื้อที่ 1	กล้วย ผัดผักรวมมิตรใส่เต้าหู้ ข้าว		/	/	/
	มื้อที่ 2	ก๋วยเตี๋ยววุ้นเส้นน้ำตกหมูตุ๋น	/	/	/	/
	มื้อที่ 3	เกาเหลาถั่วงอก ข้าวเปล่า	/	/	/	/

สถานที่อยู่อาศัย บ้านพัก

ระยะห่างจากแหล่งอาหาร 3-7 กิโลเมตร

พฤติกรรมการเลือกบริโภคอาหาร เลือกตามความสะดวก เน้นผัก รสชาติไม่จัด

พฤติกรรมการแปรงฟัน เริ่มที่ฟันกรามขวาล่างก่อน ในแนวนอน ระดับความรุนแรงปานกลาง

ตาราง 7 ตารางตัวอย่างที่ 4 เพศหญิง อายุ 22 ปี บริโภคเนื้อเป็นส่วนใหญ่

วันที่	มื้ออาหาร	รายการอาหาร	โปรตีน	คาร์โบไฮเดรต	ไขมัน	กากใยพืช
1	มื้อที่ 1	ขนมแครกเกอร์		/		
	มื้อที่ 2	ข้าว, ต้มจืดหมูสับ	/	/		
	มื้อที่ 3	ข้าว, หมูหวาน, ไข่ต้ม	/	/		
2	มื้อที่ 1	ขนมปัง		/		
	มื้อที่ 2	ข้าว, ปลาทอด	/	/	/	
	มื้อที่ 3	ข้าว, ปลากระป๋อง, หมูแผ่น	/	/		
3	มื้อที่ 1	ข้าว, ปลาทอด	/	/	/	
	มื้อที่ 2	ข้าว, ปลาทอด	/	/	/	
	มื้อที่ 3	ข้าว, หมูผัดหน่อไม้พริก	/	/	/	/
4	มื้อที่ 1	ข้าวเหนียวหมูปิ้ง	/	/		
	มื้อที่ 2	ข้าวมันไก่	/	/	/	
	มื้อที่ 3	-				
5	มื้อที่ 1	-				
	มื้อที่ 2	ข้าว, หมูทอด	/	/	/	
	มื้อที่ 3	-				
6	มื้อที่ 1	ข้าว, หมูทอด, ปลาทอด	/	/	/	
	มื้อที่ 2	ข้าว,หมูทอด,พะโล้,น้ำพริกปลาทอด	/	/	/	
	มื้อที่ 3	บะหมี่เกี๊ยวกุ้งหมูแดง	/	/	/	
7	มื้อที่ 1	ข้าว, ปลาทอด	/	/	/	
	มื้อที่ 2	บะหมี่ต้มยำหมูแดง	/	/	/	
	มื้อที่ 3	ข้าว, พะโล้หมู	/	/	/	

สถานที่อยู่อาศัย หอพัก

ระยะห่างจากแหล่งอาหาร 30-200 เมตร

พฤติกรรมการเลือกบริโภคอาหาร เลือกบริโภคอาหารที่ไม่มีผัก และเลือกอาหารที่อยากกินเป็นหลัก นิยมบริโภครสชาติเค็มหวาน

พฤติกรรมการแปรงฟัน เริ่มที่ฟันกรามล่างขวา ในแนวนอนก่อนแนวตั้ง ระดับความรุนแรงมาก

ตาราง 8 ตัวอย่างที่ 5 เพศหญิง อายุ 28 ปี บริโภคเนื้อเป็นส่วนใหญ่

วันที่	มื้ออาหาร	รายการอาหาร	โปรตีน	คาร์โบไฮเดรต	ไขมัน	กากใยพืช
1	มื้อที่ 1	ข้าว, ปลาแดดเดียวทอด	/	/	/	
	มื้อที่ 2	ก๋วยเตี๋ยวเนื้อตุ๋น	/	/	/	
	มื้อที่ 3	กะเพราเนื้อสับ	/	/	/	
2	มื้อที่ 1	ขนมปัง ไส้กรอก ไข่ดาว	/	/	/	
	มื้อที่ 2	ข้าว, หมูผัดพริก	/	/		/
	มื้อที่ 3	ไก่ย่าง, ข้าวเหนียว	/	/	/	
3	มื้อที่ 1	-				
	มื้อที่ 2	ข้าวหมูทอด	/	/	/	
	มื้อที่ 3	ข้าว, พะแนงหมู	/	/	/	
4	มื้อที่ 1	ไข่ดาว ขนมปัง	/	/	/	
	มื้อที่ 2	สเต๊กหมู	/		/	
	มื้อที่ 3	ปลาเผา	/			
5	มื้อที่ 1	ข้าวมันไก่	/	/	/	
	มื้อที่ 2	ผัดไทกุ้งไม่ใส่ผัก	/	/	/	
	มื้อที่ 3	ต้มเล้งกระดูกหมู, ข้าว	/	/		
6	มื้อที่ 1	ข้าวหมูกระเทียม	/	/	/	
	มื้อที่ 2	ยำรวมมิตร	/	/		/
	มื้อที่ 3	ข้าว, ซี่โครงหมูทอด, ยำปลากระป๋อง	/	/	/	
7	มื้อที่ 1	ข้าวหมูแดง	/	/	/	
	มื้อที่ 2	ก๋วยเตี๋ยวหมูน้ำตก	/	/		/
	มื้อที่ 3	ผัดซีอิ๊วหมู	/	/	/	

สถานที่อยู่อาศัย หอพัก

ระยะห่างจากแหล่งอาหาร 20-200 เมตร

พฤติกรรมการเลือกบริโภคอาหาร เลือกรับประทานอาหารที่มีเนื้อสัตว์ อาหารต้องมีความหลากหลาย ไม่ซ้ำกันในแต่ละวัน นิยมรสชาติค่อนข้างเปรี้ยว

พฤติกรรมการแปรงฟัน เริ่มที่ฟันกรามล่างซ้ายก่อน ในแนวนอน ระดับความรุนแรงปานกลาง

ตาราง 9 ตัวอย่างที่ 6 เพศหญิง อายุ 28 ปี บริโภคเนื้อเป็นส่วนใหญ่

วันที่	มื้ออาหาร	รายการอาหาร	โปรตีน	คาร์โบไฮเดรต	ไขมัน	กากใยพืช
1	มื้อที่ 1	ข้าวเหนียวหมูย่าง	/	/	/	
	มื้อที่ 2	ก๋วยเตี๋ยวหมูไม่ใส่ผัก	/	/		
	มื้อที่ 3	หมูกระทะ เค้กช็อคโกแลต	/	/	/	
2	มื้อที่ 1	ข้าวหมูทอด	/	/	/	
	มื้อที่ 2	ก๋วยเตี๋ยวหมูต้มยำ	/	/		
	มื้อที่ 3	พิซซ่า สตอเบอรี่สมูทตี้	/	/		
3	มื้อที่ 1	ข้าวหมกไก่	/	/	/	
	มื้อที่ 2	ข้าวหมูกระเทียม	/	/	/	
	มื้อที่ 3	สะเต๊กหมู ไอศกรีม	/	/	/	
4	มื้อที่ 1	ข้าวไข่ยัดไส้	/	/		
	มื้อที่ 2	สปาเก็ตตี้หมู	/	/	/	
	มื้อที่ 3	สุกี้หมูไม่ใส่ผัก ไอศกรีม	/	/		
5	มื้อที่ 1	ข้าวเนื้อทอด	/	/	/	
	มื้อที่ 2	ก๋วยเตี๋ยวหมูไม่ใส่ผัก	/	/		
	มื้อที่ 3	ข้าว แกงจืดหมูสับ	/	/		
6	มื้อที่ 1	ข้าวไก่ทอด	/	/	/	
	มื้อที่ 2	ข้าวหมกเนื้อ	/	/	/	
	มื้อที่ 3	หมึกย่างราดน้ำจิ้มซีฟู้ด ขนมเบื้อง	/	/		
7	มื้อที่ 1	ข้าวเหนียวหมูปิ้ง	/	/	/	
	มื้อที่ 2	ราดหน้าหมูไม่ใส่ผัก	/	/	/	
	มื้อที่ 3	คอหมูย่าง ข้าวเหนียว ไส้อ่อนย่าง	/	/	/	

สถานที่อยู่อาศัย บ้านพัก

ระยะห่างจากแหล่งอาหาร 30-100 เมตร

พฤติกรรมการเลือกบริโภคอาหาร เลือกตามที่ชอบเป็นหลัก ส่วนใหญ่ซ้ำ 1-2 มื้อ รสไม่จัด น้ำอัดลมบ่อย ใช้ไม้จิ้มฟันและไหมขัดฟัน

พฤติกรรมการแปรงฟัน กรามล่างซ้าย ในแนวบนล่าง ระดับความรุนแรงมาก

ตาราง 10 ตัวอย่างที่ 7 เพศหญิง อายุ 28 ปี บริโภคเนื้อเป็นส่วนใหญ่

วันที่	มื้ออาหาร	รายการอาหาร	โปรตีน	คาร์โบไฮเดรต	ไขมัน	กากใยพืช
1	มื้อที่ 1	ข้าวเหนียว, หมูปิ้ง	/	/		
	มื้อที่ 2	ส้มตำ, ไก่ย่าง	/		/	/
	มื้อที่ 3	ข้าว, ปลาแดดเดียวทอด	/	/	/	
2	มื้อที่ 1	ข้าว, พะแนงหมู	/	/		
	มื้อที่ 2	ก๋วยเตี๋ยวเนื้อตุ๋น	/	/		
	มื้อที่ 3	สะเต๊กหมู	/		/	
3	มื้อที่ 1	-				
	มื้อที่ 2	ข้าวเหนียว, หมูน้ำตก, ส้มตำ	/	/		/
	มื้อที่ 3	สุกี้หมู	/	/		
4	มื้อที่ 1	ข้าว, หมูทอด	/	/	/	
	มื้อที่ 2	ข้าวมันไก่	/	/	/	
	มื้อที่ 3	ข้าว, ไข่เจียว	/	/	/	
5	มื้อที่ 1	ข้าว, ไข่พะโล้	/	/	/	
	มื้อที่ 2	ข้าว, กะเพราหมูสับ	/	/	/	
	มื้อที่ 3	ปลาเผา, หอยแครงลวก	/			
6	มื้อที่ 1	โจ๊กหมูสับ	/	/		
	มื้อที่ 2	ข้าว, เกาเหลาหมู	/	/		
	มื้อที่ 3	ไส้กรอกทอด	/	/	/	
7	มื้อที่ 1	ข้าว, ซี่โครงหมูทอดกระเทียม	/	/	/	
	มื้อที่ 2	ข้าว, หมูผัดพริก	/	/		/
	มื้อที่ 3	ไก่ทอด, มันฝรั่งทอด	/	/	/	

สถานที่อยู่อาศัย หอพัก

ระยะห่างจากแหล่งอาหาร 50-300 เมตร

พฤติกรรมการเลือกบริโภคอาหาร เลือกตามความชอบและความสะดวกเป็นหลัก

พฤติกรรมการแปรงฟัน เริ่มที่ฟันกรามล่างขวาก่อน แปรงในแนวก่อนแนวตั้ง ระดับความรุนแรงปานกลาง

ตาราง 11 ตัวอย่างที่ 8 เพศหญิง อายุ 26 ปี บริโภคเนื้อเป็นส่วนใหญ่

วันที่	มื้ออาหาร	รายการอาหาร	โปรตีน	คาร์โบไฮเดรต	ไขมัน	กากใยพืช
1	มื้อที่ 1	ข้าว, หมูแดดเดียวทอด	/	/	/	
	มื้อที่ 2	ก๋วยเตี๋ยวหมู	/	/	/	/
	มื้อที่ 3	ข้าว, ไก่ผัดพริก	/	/	/	
2	มื้อที่ 1	อกไก่พริกไทยดำย่าง	/		/	
	มื้อที่ 2	ข้าว, ไข่เจียวหมูสับ	/	/	/	
	มื้อที่ 3	ข้าว, แกงส้มชะอมไข่	/	/		/
3	มื้อที่ 1	-				
	มื้อที่ 2	ข้าว, กะเพราเป็ด	/	/	/	
	มื้อที่ 3	ข้าว, หมูทอด	/	/	/	
4	มื้อที่ 1	ข้าว, ไข่ต้ม	/	/	/	
	มื้อที่ 2	ข้าว, ไส้อั่วหมู	/	/	/	
	มื้อที่ 3	ลูกชิ้นปิ้ง, โดนัท		/	/	
5	มื้อที่ 1	-				
	มื้อที่ 2	ข้าว, กะเพราเนื้อ น้ำอัดลม	/	/	/	
	มื้อที่ 3	ข้าว, ยำคอหมูย่าง	/	/	/	
6	มื้อที่ 1	ข้าวไข่เจียวหมูสับ	/	/	/	
	มื้อที่ 2	ข้าวเหนียว, ส้มตำ, ไก่ย่าง ลาบหมู	/	/	/	/
	มื้อที่ 3	ข้าว, แกงส้มไข่ชะอมกุ้ง, ปลาทอด	/	/	/	/
7	มื้อที่ 1	-				
	มื้อที่ 2	ข้าว, ไก่ต้มน้ำปลา	/	/	/	
	มื้อที่ 3	หมูกระทะ	/	/	/	

สถานที่อยู่อาศัย บ้านพัก

ระยะห่างจากแหล่งอาหาร 7 กิโลเมตร

พฤติกรรมการเลือกบริโภคอาหาร เลือกตามความอยากและความสะดวก รสจัดเปรี้ยวเผ็ด

พฤติกรรมการแปรงฟัน เริ่มที่ฟันกรามขวาล่าง ในแนวนอน ระดับความรุนแรงมาก

ตาราง 12 ตัวอย่างที่ 9 เพศชาย อายุ 29 ปี บริโภคเนื้อเป็นส่วนใหญ่

วันที่	มื้ออาหาร	รายการอาหาร	โปรตีน	คาร์โบไฮเดรต	ไขมัน	กากใยพืช
1	มื้อที่ 1	ไข่คน กาแฟ	/	/	/	
	มื้อที่ 2	ก๋วยเตี๋ยวคั่วไก่ไม่ใส่ผัก	/	/	/	
	มื้อที่ 3	เนื้อย่าง	/	/	/	
2	มื้อที่ 1	ข้าวต้มกุ้ง	/	/	/	
	มื้อที่ 2	ข้าว ต้มยำทะเล	/	/	/	
	มื้อที่ 3	ข้าวหมูทอด	/	/	/	
3	มื้อที่ 1	ข้าว ไข่เจียวกุ้งสับ แกงจืด	/	/	/	
	มื้อที่ 2	กระเพาะปลา	/	/	/	
	มื้อที่ 3	ข้าวหมูย่างเกาหลี	/	/	/	
4	มื้อที่ 1	-				
	มื้อที่ 2	ข้าวไก่คาราเกะ	/	/	/	
	มื้อที่ 3	ข้าว, คอหมูย่าง ไก่ผัดเม็ดมะม่วงหิมพาน	/	/	/	
5	มื้อที่ 1	ข้าวเหนียวหมูปิ้ง	/	/	/	
	มื้อที่ 2	ข้าว, ต้มแซบกระดูกอ่อนหมู หมูแดดเดียว ไอศกรีม	/	/	/	
	มื้อที่ 3	ไก่ทอด โค้ก	/	/	/	
6	มื้อที่ 1	ข้าวต้มหมูสับ ปาท่องโก๋	/	/	/	
	มื้อที่ 2	ก๋วยเตี๋ยวเนื้อเกี๊ยวทอด ขนมปังสังขยา	/	/	/	/
	มื้อที่ 3	ซูชิ ปลาแซลม่อนดิบ	/	/	/	
7	มื้อที่ 1	ข้าวไข่เจียว	/	/	/	
	มื้อที่ 2	ข้าว ปลาทอดกระเทียม ต้มยำทะเล	/	/	/	
	มื้อที่ 3	ข้าวหมูทอดกระเทียม	/	/	/	

สถานที่อยู่อาศัย บ้านพัก

ระยะห่างจากแหล่งอาหาร 3-5 กิโลเมตร

พฤติกรรมการเลือกบริโภคอาหาร เลือกตามความชอบและสะดวกเป็นหลัก

พฤติกรรมการแปรงฟัน เริ่มที่ฟันกรามล่างขวาก่อน ในแนวนอน ระดับความรุนแรงมาก

ตาราง 13 ตัวอย่างที่ 10 เพศชาย อายุ 28 ปี บริโภคเนื้อเป็นส่วนใหญ่

วันที่	มื้ออาหาร	รายการอาหาร	โปรตีน	คาร์โบไฮเดรต	ไขมัน	กากใยพืช
1	มื้อที่ 1	ข้าวหมูทอด ไข่ดาว กาแฟดำ	/	/	/	
	มื้อที่ 2	ก๋วยเตี๋ยวเนื้อ น้ำอัดลม	/	/	/	
	มื้อที่ 3	ข้าวหมูทอด	/	/	/	
2	มื้อที่ 1	ข้าวหมูกระเทียม กาแฟดำ	/	/	/	
	มื้อที่ 2	ไก่ย่าง ส้มตำไทย ลาบหมู ข้าวเหนียว	/	/	/	/
	มื้อที่ 3	ข้าวมันไก่	/	/	/	
3	มื้อที่ 1	ข้าวราดกะเพราเครื่องในไก่ กาแฟดำ	/	/	/	
	มื้อที่ 2	ลาบหมู คอหมูย่าง ไก่ย่าง ข้าวเหนียว	/	/	/	
	มื้อที่ 3	หมูกระทะ	/	/	/	
4	มื้อที่ 1	ข้าวราดพะแนงหมู กาแฟดำ	/	/	/	
	มื้อที่ 2	ก๋วยเตี๋ยวหมู น้ำอัดลม	/	/	/	/
	มื้อที่ 3	บะหมี่หมูแดง	/	/	/	
5	มื้อที่ 1	ข้าวราดไข่พะโล้ กาแฟดำ	/	/	/	
	มื้อที่ 2	บะหมี่ต้มยำหมู	/	/	/	
	มื้อที่ 3	ข้าวขาหมู	/	/	/	
6	มื้อที่ 1	ข้าวหมูทอดกระเทียม กาแฟดำ	/	/	/	
	มื้อที่ 2	ราดหน้าหมู	/	/	/	
	มื้อที่ 3	ข้าว แกงเขียวหวานไก่ หมูทอด	/	/	/	/
7	มื้อที่ 1	ข้าวราดผัดเต้าหู้ทรงเครื่อง กาแฟดำ	/	/	/	
	มื้อที่ 2	ข้าวหมูกรอบ	/	/	/	
	มื้อที่ 3	จิ้มจุ่มหมู น้ำอัดลม	/	/	/	

สถานที่อยู่อาศัย บ้านพัก

ระยะห่างจากแหล่งอาหาร 1-3 กิโลเมตร

พฤติกรรมการเลือกบริโภคอาหาร เลือกตามความสะดวกเป็นหลัก รสชาติหวาน เน้นเนื้อสัตว์เป็นส่วนใหญ่ บริโภคกาแฟดำทุกวัน

พฤติกรรมการแปรงฟัน เริ่มจากฟันกรามล่างขวา ในแนวนอน ระดับความรุนแรงปานกลาง

3.3 วิธีการศึกษา

ในการศึกษานี้จำเป็นต้องทำการจำลองตัวอย่างเพื่อป้องกันมิให้ตัวอย่างจากแหล่งโบราณคดีได้รับความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นขณะทำการศึกษาและเพื่อให้สามารถศึกษาซ้ำได้หลายครั้งโดยไม่ทำลายตัวอย่าง การจำลองฟันจากตัวอย่างโครงกระดูกมนุษย์และตัวอย่างจากกลุ่มตัวอย่างคนปัจจุบันมีขั้นตอนการทำที่คล้ายกัน โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

<u>การทำแบบจำลองฟันของกลุ่มประชากรตัวอย่างจากแหล่งโบราณคดี</u>

การทำแบบจำลองฟันเป็นการพิมพ์ลอกแบบฟันแล้วหล่อด้วยอะคริลิก เพื่อใช้แทนฟันจริงในการศึกษาที่จะถูกทำลายด้วยวิธีการเคลือบสารที่เป็นโลหะนำไฟฟ้า ซึ่งทำให้ฟันเกิดความเสียหาย ดังนั้นก่อนทำการศึกษาจำเป็นจะต้องทำแบบจำลองตามแบบของจริงขึ้นเพื่อไม่ให้เกิดความเสียหายแก่ตัวอย่างฟันจากแหล่งโบราณคดีและยังสามารถหล่อใหม่ซ้ำได้อีกหลายครั้ง โดยขั้นตอนการทำแบบจำลองฟันในงานวิจัยนี้ได้ดัดแปลงบางขั้นตอนจากการศึกษาการสึกบนผิวฟันในงานวิจัยด้านมานุษยวิทยากายภาพ(ฟันคน) ของโครงการวิจัยโบราณคดีบนพื้นที่สูงในอำเภอปางมะผ้า จังหวัดแม่ฮ่องสอน ที่ทำโดยผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กนกนาฏ จินตกานนท์ มีขั้นตอนดังนี้

1. การทำพิมพ์ลอกแบบผิวฟันจากซิลิโคนที่ใช้ในทางทันตกรรม ในงานวิจัยนี้ได้เลือกใช้ผลิตภัณฑ์ Elite HD+ โดยใช้ซิลิโคน Putty type เป็นแบบพิมพ์ชั้นนอก เนื่องจากเป็นซิลิโคนที่มีความแข็งและขึ้นรูปได้ง่าย แบบพิมพ์ชั้นในใช้ Light body เนื่องจากเป็นซิลิโคนที่เก็บรายละเอียดผิวฟันได้ดี มีเนื้อละเอียดมากกว่า Putty type

<u>การทำพิมพ์ชั้นนอก</u>

ซิลิโคน Putty type ที่ใช้เป็นแบบพิมพ์ชั้นนอก มี 2 ชนิด ได้แก่

- ตัวหลัก (Base)
- ตัวทำปฏิกิริยา (Catalyst)

ซิลิโคนชนิดนี้จะใช้เป็นพิมพ์ชั้นนอกเพื่อช่วยพยุงซิลิโคนชนิด Light body ให้คงตัว

ตักเนื้อซิลิโคนทั้งสองชนิดในปริมาณเท่าๆกัน

นำซิลิโคนทั้งสองชนิดมาผสมให้เป็นเนื้อเดียวกัน ด้วยวิธีการนวด ในการผสมไม่ควรใช้เวลานานเกิน 30 วินาที เนื่องจากเนื้อซิลิโคนเมื่อทำปฏิกิริยากันจะแข็งตัวอย่างรวดเร็ว ซึ่งจะทำให้ซิลิโคนมีเนื้อแข็งเกินไป

<u>การทำพิมพ์ชั้นในเพื่อเก็บรายละเอียดบนผิวฟัน</u>

ซิลิโคน Light body เป็นซิลิโคนที่มีความละเอียดสูง จึงนำมาทำพิมพ์ชั้นในเพื่อเก็บรายละเอียดของผิวฟันได้มากขึ้น โดยมี 2 ชนิด ได้แก่

- ตัวหลัก (Base)
- ตัวทำปฏิกิริยา (Catalyst)

บีบซิลิโคนทั้งสองชนิดในปริมาณเท่าๆกันลงบนแผ่นผสม

ผสมซิลิโคนทั้งสองชนิดให้เข้ากันด้วยพายโลหะขนาดเล็ก ในขั้นตอนนี้ต้องทำการผสมกันอย่างรวดเร็ว ไม่ควรเกิน 30 วินาที เนื่องจากเมื่อซิลิโคนทำปฏิกิริยากันจะแข็งตัวอย่างรวดเร็ว ทำให้เก็บรายละเอียดได้ไม่ดี

<u>การพิมพ์ซิลิโคนลงตัวฟัน</u>

เมื่อผสมซิลิโคนเข้ากันแล้ว นำซิลิโคนทาลงบนฟันที่จะทำการศึกษา โดยในการปาดเนื้อซิลิโคนต้องปาดในทิศทางเดียวกันและกดเนื้อซิลิโคนให้แนบสนิทกับตัวฟัน เพื่อไม่ให้เกิดช่องว่างหรือฟองอากาศขณะทำในขั้นตอนนี้ การทาซิลิโคนลงบนตัวฟันควรทำด้วยความรวดเร็วเช่นกัน

หลังจากทาซิลิโคนชนิด Light body ลงบนตัวฟันจนทั่วบริเวณแล้ว นำซิลิโคนชนิด Putty type ที่ได้ผสมเตรียมไว้มาครอบทับเนื้อซิลิโคนชนิด Light body พร้อมกดเนื้อ Putty type เบาๆ เพื่อให้ซิลิโคนทั้งสองชนิดแนบสนิทกับตัวฟัน

จากนั้นทิ้งไว้ประมาณ 1-2 นาที เพื่อให้ซิลิโคนแข็งตัว

เมื่อซิลิโคนแข็งตัวแล้ว จึงทำการแกะพิมพ์ออกจากฟัน จะได้แบบพิมพ์ที่มีความละเอียดสูงและสามารถเก็บรายละเอียดร่องรอยที่เกิดขึ้นบนผิวฟันได้เป็นอย่างดี

2. การหล่อแบบจำลองด้วยอะคริลิก เมื่อได้แบบพิมพ์ฟันซิลิโคนที่ทำไว้ในขั้นตอนที่ 1 แล้ว ทำการหล่อแบบจำลองโดยการผสมผงอะคริลิกและน้ำยาให้เข้ากัน แล้วเทลงแบบพิมพ์ ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

วัสดุที่ใช้หล่อแบบจำลองนั้น ได้เลือกใช้วัสดุที่ใช้ทำฟันปลอมชั่วคราวทางทันตกรรม ประกอบด้วย

- ส่วนผงเป็นโพลีเมอร์ (Polymer)
-ส่วนของเหลวเป็น โมโนเมอร์ (Monomer)

สารทั้งสองตัวนี้จะทำปฏิกิริยาต่อกัน

เทส่วนประกอบทั้ง 2 ชนิดลงในถ้วยยาง แล้วคนให้เป็นเนื้อเดียวกันด้วยพายโลหะขนาดเล็ก ควรระมัดระวังไม่ให้เกิดฟองอากาศขณะคน เคาะถ้วยยางเบาๆเพื่อไล่ฟองอากาศที่อาจจะเกิดขึ้น

เมื่อส่วนผสมเข้ากันจนเป็นเนื้อเดียวกันแล้ว ค่อยๆเทส่วนผสมที่ได้ลงในพิมพ์ซิลิโคน ควรระมัดระวังไม่ให้เกิดฟองอากาศในขณะเท เคาะแบบพิมพ์ซิลิโคนเบาๆเพื่อไล่ฟองอากาศ ทิ้งไว้ประมาณ 3-5 นาทีจนอะคริลิกแข็งตัว

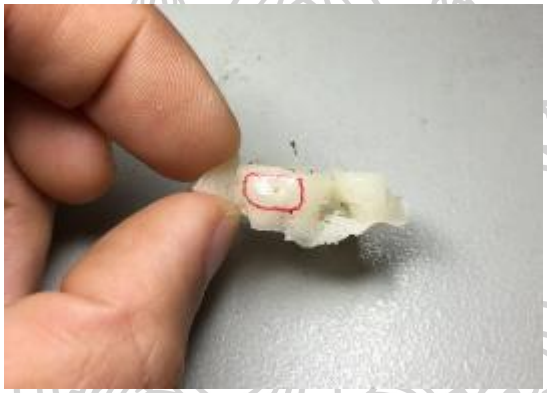
รออะคริลิกแข็งตัว เมื่อแกะอะคริลิกออกจากพิมพ์

เมื่ออะคริลิกแข็งตัวแล้ว จึงแกะออกจากพิมพ์อย่างระมัดระวัง ถ้าหากเกิดข้อผิดพลาดในแบบที่หล่อ สามารถหล่อใหม่ซ้ำจากแบบพิมพ์เดิมได้

การศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์ชนิด 2 ตา (Binocular microscope)

เป็นการศึกษาลักษณะพื้นผิวในขั้นต้น เพื่อดูภาพกว้างของผิวฟันว่ามีร่องรอยของการใช้งานในบริเวณใดบ้าง แล้วจึงกำหนดพื้นที่จะศึกษาด้วยกล้องในขั้นตอนต่อไป

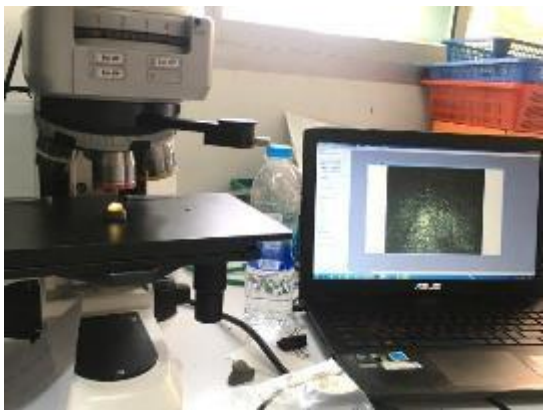
ทำการศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (Light microscope) ด้วยกำลังขยาย 5x เพื่อกำหนดพื้นที่บนผิวฟันที่จะทำการศึกษาด้วยกล้องที่มีกำลังขยายสูง



ใช้ปากกาเขียนแผ่นซีดีหรือปากกากันน้ำ เขียนกำหนดขอบเขตที่จะทำการศึกษาขั้นตอนถัดไป

การศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์ชนิดสเตอริโอ รุ่น คาร์ล ซิส ไมโครสโคปี แอกซิโอ เอ วัน (Carl Zeiss Microscopy Axio A1) ที่ห้องปฏิบัติ การ คณะโบราณคดี มหาวิทยาลัยศิลปากร

เมื่อทำการกำหนดตำแหน่งที่จะทำการศึกษาเรียบร้อยแล้ว จึงทำการศึกษารายละเอียดร่องรอยที่เกิดขึ้นบนผิวฟัน โดยใช้กำลังขยาย 50 เท่า, 100 เท่า, 200 เท่า ตามลำดับ เพื่อขยายจุดที่ทำการศึกษาให้เห็นได้ชัดเจนมากขึ้น



นำตัวอย่างที่ได้จากการหล่อด้วยอะคริลิก ส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์ คาร์ล ซิส ไมโครสโคปี แอกซิโอ เอ วัน (Carl Zeiss Microscopy Axio A1)

<u>การทำแบบจำลองฟันของกลุ่มประชากรตัวอย่างในปัจจุบัน</u>

ขั้นตอนการทำแบบจำลองฟันเพื่อนำมาศึกษาเปรียบเทียบนั้น มีขั้นตอนคล้ายกับการทำแบบจำลองฟันจากกลุ่มตัวอย่างจากแหล่งโบราณคดีหนองราชวัตร แต่จะใช้ถาดพิมพ์ฟันเป็นอุปกรณ์ช่วยในการพิมพ์ฟันของกลุ่มตัวอย่างในปัจจุบัน ซึ่งมีความเหมาะสม สะอาด สะดวกและรวดเร็วกว่าการพิมพ์ฟันด้วยมือเป็นอย่างมาก ขั้นตอนการพิมพ์ฟันมีดังนี้

มหาวิทยาลัยศิลปากร

<u>การพิมพ์ตัวอย่างฟันและการหล่อแบบจำลอง</u>

ถาดที่ใช้สำหรับพิมพ์ฟัน จะใช้เฉพาะถาดสำหรับฟันล่างเท่านั้น

ผสมซิลิโคนชนิด Putty type ตามขั้นตอนเดียวกับการพิมพ์ตัวอย่างฟันจากแหล่งโบราณคดี แล้วนำมาใส่ถาดพิมพ์ฟัน โดยใส่เฉพาะบริเวณฟันกรามข้างที่จะศึกษา

ผสมซิลิโคนชนิด Light body ตามขั้นตอนเดียวกับการพิมพ์ตัวอย่างฟันจากแหล่งโบราณคดี แล้วนำมาใส่ในแบบพิมพ์ Putty type

นำถาดพิมพ์ที่มีซิลิโคนเข้าช่องปากของประชากรตัวอย่าง เพื่อทำการพิมพ์ฟัน

ให้ประชากรตัวอย่างกัดถาดพิมพ์ค้างไว้ประมาณ 2-3 นาที เพื่อให้ซิลิโคนแข็งตัว

หลังจากที่ซิลิโคนแข็งตัวแล้ว นำถาดพิมพ์ฟันออกจากช่องปาก เพื่อทำความสะอาด และหล่ออะคริลิกในขั้นตอนถัดไป

เมื่อแกะพิมพ์ออกจากถาดพิมพ์ฟันแล้ว ทำการหล่อตัวอย่างฟันด้วยอะคริลิกด้วยขั้นตอนเดียวกับการหล่อตัวอย่างจากแหล่งโบราณคดี

หลังจากทำการหล่อตัวอย่างจนครบแล้ว นำตัวอย่างทั้งหมดไปศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์ รุ่น คาร์ล ซิส ไมโครสโคปี แอกซิโอ เอ วัน (Carl Zeiss Microscopy Axio A1) ด้วยวิธีเดียวกับตัวอย่างฟันจากแหล่งโบราณคดี เพื่อนำผลที่ได้มาศึกษาเปรียบเทียบกัน

3.3 หลักการทำงานของกล้องจุลทรรศน์ชนิดสเตอริโอ

เป็นกล้องจุลทรรศน์ที่ใช้สำหรับดูลักษณะภายนอก เช่น พื้นผิว เพื่อตรวจสอบความละเอียดหรือลักษณะของพื้นผิว ส่วนใหญ่ใช้ในงานอุตสาหกรรมหรือการทำเครื่องประดับ การทำงานของกล้องจุลทรรศน์ชนิดนี้จะอาศัยแสงส่องกระทบวัตถุและสะท้อนเข้าตา ภาพที่มองเห็นนั้นจะเห็นเป็นภาพเสมือนหัวตั้งหรือภาพสามมิติไม่กลับซ้ายขวา ดังนั้น การใช้กล้องจุลทรรศน์ชนิดนี้จึงเหมาะแก่การศึกษาสภาพพื้นผิวของฟันได้เป็นอย่างดี

ภาพที่ 22 กล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอ รุ่น คาร์ล ซิส ไมโครสโคปี แอกซิโอ เอ วัน (Carl Zeiss Microscopy Axio A1) (Ziess, 2018)

จากการบันทึกข้อมูลของตัวอย่างประชากรปัจจุบันที่ใช้ในการศึกษา แบ่งเป็นกลุ่มที่บริโภคเนื้อสัตว์เป็นส่วนใหญ่และกลุ่มที่บริโภคพืชเป็นส่วนใหญ่ทั้ง 10 ตัวอย่าง เป็นเพศหญิง 8 คน เพศชาย 2 คน พบว่าในแต่ละกลุ่มนั้นมีพฤติกรรมการบริโภคอาหารที่แตกต่างกัน โดยมีการควบคุมระยะเวลาและบันทึกพฤติกรรมที่ส่งผลต่อการบริโภคอาหารและการเกิดร่องรอยดังต่อนี้

1) ประเภทของอาหาร โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มบริโภคเนื้อสัตว์เป็นส่วนใหญ่และกลุ่มบริโภคพืชเป็นส่วนใหญ่ ตัวอย่างประชากรทั้ง 10 คนในแต่ละกลุ่มมีการกินอาหารที่มีความหลากหลาย ในกลุ่มบริโภคเนื้อสัตว์เป็นส่วนใหญ่นั้นมีการบริโภคเนื้อหมูเป็นหลัก รองลงมาคือเนื้อไก่ โดยเนื้อสัตว์เหล่านี้ผ่านกรรมวิธีในการปรุงให้สุกได้แก่ ต้ม ทอด ผัด กลุ่มบริโภคพืชเป็นหลักนิยมบริโภคผักที่ผ่านการปรุงสุกโดยการผัด ต้ม และผลไม้สด อาหารเหล่านี้เมื่อผ่านความร้อนเพื่อทำให้อาหารสุกจะส่งผลให้อาหารมีความอ่อนนิ่มขึ้น ง่ายต่อการบดเคี้ยว

2) ระยะเวลา ในการทดลองเป็นเวลา 1 สัปดาห์ เพื่อดูร่องรอยการสึกที่เกิดจากการบริโภคอาหารที่เกิดขึ้นในช่วง 1 สัปดาห์ เพื่อติดตามผลจากการทดลองว่ามีการเกิดร่องรอยในลักษณะใด ร่องรอยที่เกิดขึ้นบนผิวฟันนั้นเป็นการเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องหรือภายหลังจากการบริโภคอาหารทันที

3) รูปแบบที่พักอาศัยและระยะห่างจากแหล่งอาหาร รูปแบบที่พักอาศัยของประชากรตัวอย่างพบว่ามี 2 รูปแบบคือ บ้านพักและหอพัก รูปแบบที่พักอาศัยที่เป็นบ้าน อยู่ห่างจากแหล่งอาหาร (ร้านค้า, ตลาดสด) ประมาณ 1-7 กิโลเมตร ในขณะที่รูปแบบที่พักอาศัยที่เป็นหอพัก อยู่ห่างจากแหล่งอาหาร (ร้านอาหาร, ห้างสรรพสินค้า) เพียง 20-200 เมตร

4) พฤติกรรมการเลือกอาหาร การเลือกบริโภคอาหารของแต่ละคนขึ้นอยู่กับความพึงพอใจเป็นหลัก ตัวอย่างประชากรปัจจุบันบางตัวอย่างมักบริโภคอาหารที่ซ้ำกันในแต่ละมื้ออาหาร เช่น ตัวอย่างประชากรปัจจุบันหมายเลข 4 จากตารางบันทึกข้อมูลพบว่ามีการบริโภคอาหารประเภทเดิมซ้ำกันหลายวันใน 1 สัปดาห์ของการทดลอง

5) พฤติกรรมการแปรงฟัน ระดับความรุนแรงในการแปรงฟันของตัวอย่างประชากรในปัจจุบันแต่ละคนนั้นไม่เท่ากัน จากตารางบันทึกข้อมูลพบว่าระดับความรุนแรงของแต่ละคนส่งผลต่อการเกิดร่องรอยการสึกต่างกัน หากมีพฤติกรรมแปรงฟันในระดับรุนแรงจะพบร่องรอยการสึกจากการแปรงฟันชัดเจนในลักษณะเป็นเส้นตรงและวางตัวในทิศทางเดียวกัน

ตัวอย่างฟันที่ได้จากประชากรในปัจจุบันและตัวอย่างจากแหล่งโบราณคดี ก่อนทำการศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์กำลังขยายสูงต้องนำตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษามาจำลองด้วยวัสดุทางทันตกรรม เนื่องจากเป็นวัสดุที่มีเนื้อละเอียด สามารถคัดลอกรายละเอียดบนผิวฟันที่ใช้ในการศึกษาได้เป็นอย่างดี จากการทดลองของ กัลบานีและคณะ (2004) พบว่าการใช้วัสดุพิมพ์ฟันชนิด Light body ในการพิมพ์ฟันนั้นสามารถเก็บรายละเอียดร่องรอยการสึกที่เกิดขึ้นบนผิวฟันได้ดีกว่าชนิด Regular Body และ Heavy body เมื่อตรวจสอบด้วยกล้องจุลทรรศน์ชนิดส่องกราด (SEM) ด้วยกำลังขยาย 100 เท่า

ในการศึกษานี้ใช้วัสดุพิมพ์ฟัน 2 ชนิด ได้แก่ ซิลิโคนชนิด Heavy Body และ Light Body โดยใช้ซิลิโคนชนิด Heavy Body เป็นแบบพิมพ์ชั้นนอกเพื่อช่วยในการพยุงรูปทรงของซิลิโคนชนิด Light Body ที่ใช้เป็นแบบพิมพ์ชั้นในเพื่อใช้ในการเก็บรายละเอียดการสึกที่เกิดขึ้นบนผิวฟัน เมื่อทำการพิมพ์ฟันจากตัวอย่างทั้งสองกลุ่มแล้วจึงนำมาจำลองฟันที่ใช้ในการศึกษาด้วยอะคริลิกที่ใช้ในทางทันตกรรมซึ่งมีเนื้อละเอียด จากนั้นนำตัวอย่างที่ได้จากการจำลองด้วยอะคริลิกมาศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์กำลังขยายสูงชนิดสเตอริโอ รุ่น คาร์ล ซิส ไมโครสโคปี แอกซิโอ เอ วัน ดูลักษณะของร่องรอยการสึกขนาดเล็กที่เกิดขึ้นบนผิวฟันแต่ละรูปแบบและนับจำนวนร่องรอยแต่ละประเภทว่ามีความหนาแน่นมากน้อยเพียงใด ผลการศึกษาตัวอย่างฟันจากประชากรในปัจจุบันและตัวอย่างจากแหล่งโบราณคดีหนองราชวัตรจะกล่าวถึงในบทถัดไป

บทที่ 4 ผลการศึกษา

จากการศึกษาร่องรอยการสึกขนาดเล็กบนผิวฟันขนาดเล็กจากตัวอย่างฟันกรามล่างของกลุ่มประชากรตัวอย่างในปัจจุบันจำนวน 10 ตัวอย่างและจากแหล่งโบราณคดีหนองราชวัตร จังหวัดสุพรรณบุรีจำนวน 13 ตัวอย่าง โดยการศึกษาจากแบบจำลองฟันที่หล่อจากอะคริลิกที่มีความละเอียดสูงด้วยกล้องจุลทรรศน์ชนิดสเตอริโอ (Stereo microscope) รุ่น คาร์ล ไซส์ ไมโครสโคปี แอกซิโอ เอ วัน (Carl Zeiss Microscopy Axio A1) ด้วยกำลังขยาย 50 เท่า, 100 เท่า, 200 เท่า ภาพที่ได้จากกล้องนี้เป็นภาพสามมิติ สามารถสังเกตเห็นความสูงต่ำของพื้นที่ ลักษณะของหลุม (Pit) หรือร่องรอยขูดขีด (Scratch) โดยกำลังขยายที่เหมาะสำหรับการศึกษานี้คือ 50 เท่า, 100 เท่า, 200 เท่า ซึ่งเป็นกำลังขยายที่สามารถเห็นร่องรอยทั่วบริเวณที่ทำการศึกษา

กำลังขยายแต่ละช่วงนั้นให้ภาพที่แตกต่างกัน กำลังขยาย 50 เท่า ทำให้เห็นภาพรวมของบริเวณที่ทำการศึกษาว่ามีลักษณะพื้นผิวอย่างไร พบร่องรอยเส้นขูดขีดหรือหลุมในลักษณะใด กำลังขยาย 100 เท่า เป็นการขยายให้เห็นร่องรอยชัดเจนขึ้น บางร่องรอยไม่สามารถสังเกตเห็นได้ด้วยกำลังขยาย 50 เท่า ดังนั้นการเพิ่มกำลังขยายเป็น 100 เท่าทำให้เห็นลักษณะของร่องรอยขนาดเล็กบนพื้นผิวฟันได้ชัดเจนขึ้น กำลังขยาย 200 เท่า เป็นการขยายเพื่อให้เห็นลักษณะของร่องรอยขนาดเล็กที่ปรากฏในกำลังขยาย 100 เท่าให้ชัดเจนขึ้น โดยกำลังขยาย 200 เท่านี้สามารถสังเกตเห็นความตื้น-ลึกของร่องรอยได้ชัดเจนขึ้น

การใช้กำลังขยายทั้ง 3 ช่วงในการศึกษานี้เพื่อศึกษาลักษณะของร่องรอยการสึกขนาดเล็กที่เกิดขึ้นบนผิวฟันของตัวอย่างจากแหล่งโบราณคดีหนองราชวัตรและตัวอย่างจากประชากรปัจจุบันเพื่อใช้ในการเปรียบเทียบลักษณะของร่องรอยที่เกิดขึ้น ผลการศึกษาแต่ละตัวอย่างปรากฏลักษณะดังต่อไปนี้

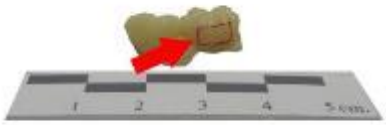
4.1 ผลการศึกษาลักษณะรอยสึกขนาดเล็กบนผิวฟันจากฟันของกลุ่มประชากรปัจจุบันด้วยกล้องจุลทรรศน์ชนิดสเตอริโอ รุ่น คาร์ล ไซส์ ไมโครสโคปี แอกซิโอ เอ วัน 50 เท่า, 100 เท่า, 200 เท่า

1. ตัวอย่างฟันจากกลุ่มประชากรปัจจุบัน ตัวอย่างที่ 1

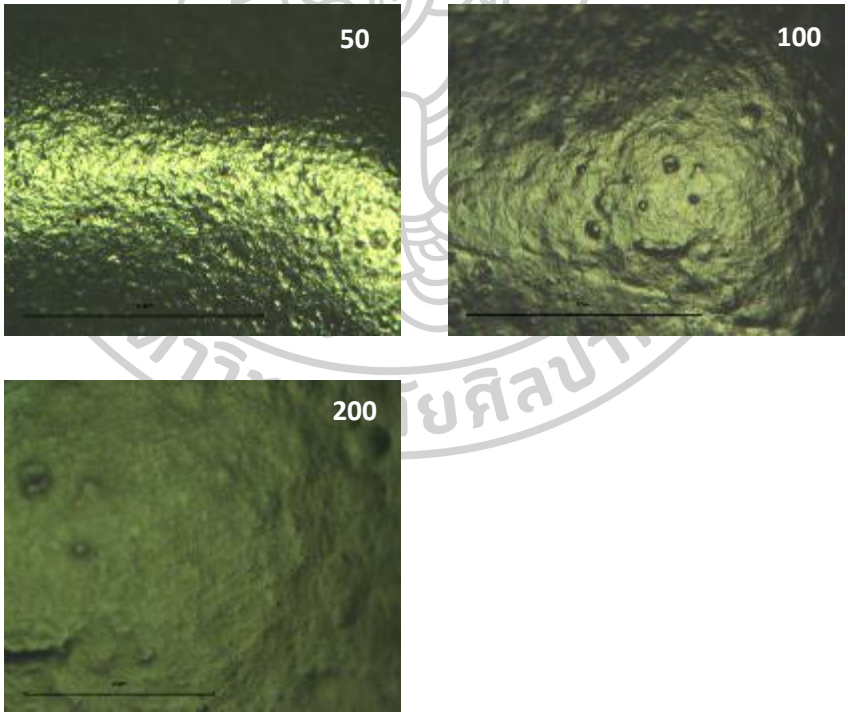
ประเภทฟัน ฟันกรามล่างขวาซี่ที่ 1 **ด้าน** กระพุ้งแก้ม

อายุ 28 ปี **เพศ** หญิง

พฤติกรรมการบริโภคอาหาร บริโภคอาหารประเภทพืชเป็นส่วนใหญ่



ผลการศึกษาร่องรอยบนผิวฟันด้วยกล้องจุลทรรศน์ชนิดสเตอริโอ รุ่น คาร์ล ไซส์ ไมโครสโคปี แอกซิโอ เอ วัน



ภาพที่ 23 ตัวอย่างที่ 1 ร่องรอยบนผิวฟันจากการส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์

ภาพที่ 1 กำลังขยาย 50 เท่า สังเกตเห็นลักษณะร่องรอยที่เป็นหลุมและเส้นขูดขีดทั้งลึกและตื้นปะปนกัน กระจายอยู่ทั่วบริเวณที่ศึกษา พื้นผิวฟันมีความขรุขระ

ภาพที่ 2 กำลังขยาย 100 เท่า เมื่อเพิ่มกำลังขยายพบร่องรอยขูดขีดและหลุมชัดเจนขึ้น และพบร่องรอยขูดขีดบางๆเรียงตัวเป็นแนวเฉียง

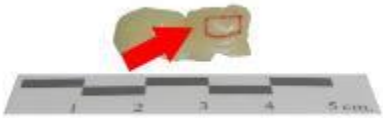
ภาพที่ 3 กำลังขยาย 200 เท่า สามารถสังเกตเห็นร่องรอยขูดขีดเป็นเส้นตรงวางตัวในแนวเดียวกันค่อนข้างหนาแน่น

2. ตัวอย่างฟันจากกลุ่มประชากรปัจจุบัน ตัวอย่างที่ 2

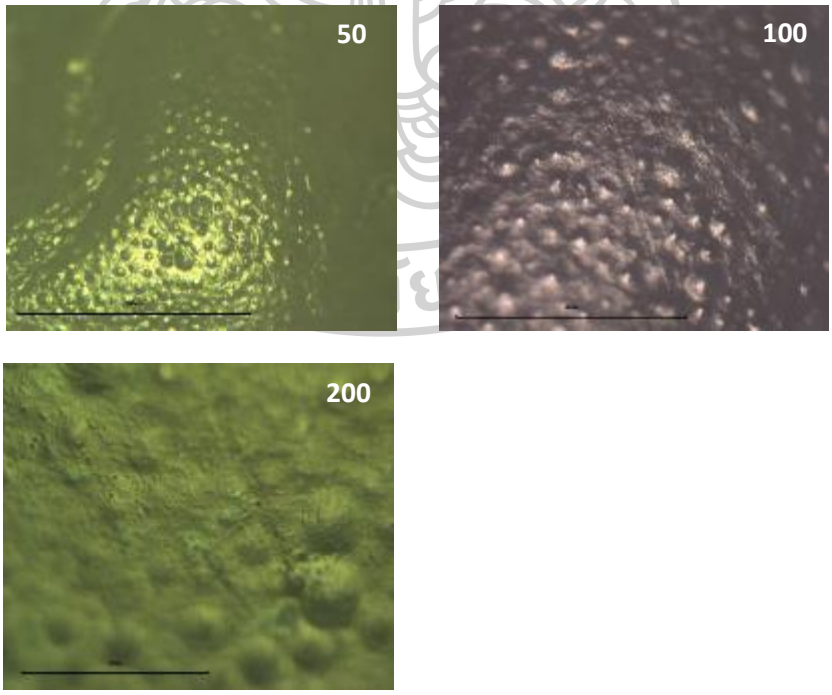
ประเภทฟัน ฟันกรามล่างขวาซี่ที่ 1 **ด้าน** กระพุ้งแก้ม

อายุ 23 ปี **เพศ** หญิง

พฤติกรรมการบริโภคอาหาร บริโภคอาหารประเภทพืชเป็นส่วนใหญ่



ผลการศึกษาร่องรอยบนผิวฟันด้วยกล้องจุลทรรศน์ชนิดสเตอริโอ รุ่น คาร์ล ไซส์ ไมโครสโคปี แอกซิโอ เอ วัน



ภาพที่ 24 ตัวอย่างที่ 2 ร่องรอยบนผิวฟันจากการส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์

ภาพที่ 1 กำลังขยาย 50 เท่า พื้นผิวมีลักษณะขรุขระ พบร่องรอยขูดขีดจางๆ กระจายตัวไม่หนาแน่น

ภาพที่ 2 กำลังขยาย 100 เท่า พบร่องรอยขูดขีดชัดเจนขึ้น ร่องมีความลึกและยาววางตัวในแนวเฉียง ไม่หนาแน่น

ภาพที่ 3 กำลังขยาย 200 เท่า พบร่องรอยขูดขีดทั้งลึกและตื้น กระจายอยู่ทั่วบริเวณที่ศึกษา ร่องรอยวางตัวในทิศทางเดียวกัน

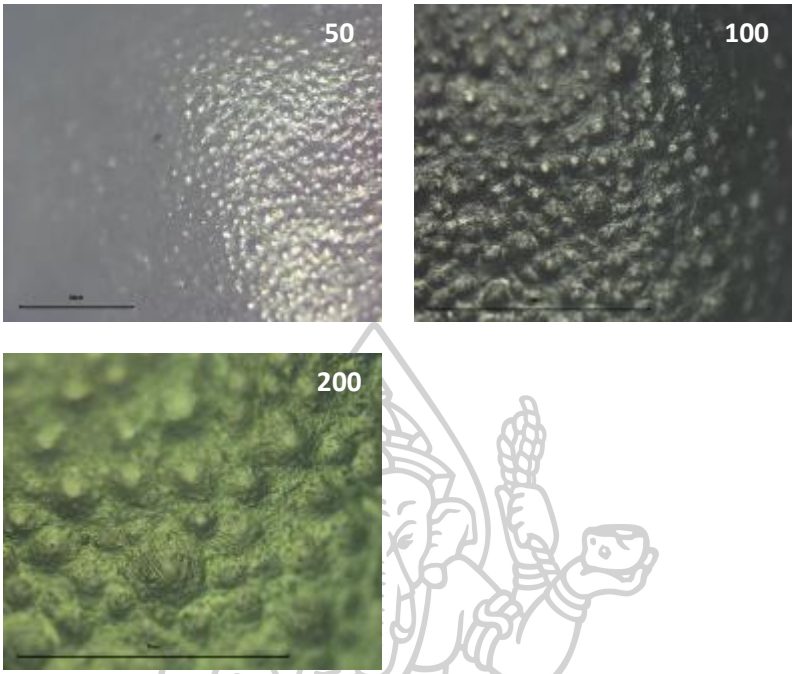
3. ตัวอย่างฟันจากกลุ่มประชากรปัจจุบัน ตัวอย่างที่ 3

ประเภทฟัน ฟันกรามล่างซ้ายซี่ที่ 1 **ด้าน** กระพุ้งแก้ม

อายุ 23 ปี **เพศ** หญิง

พฤติกรรมการบริโภคอาหาร บริโภคอาหารประเภทพืชเป็นส่วนใหญ่

ผลการศึกษาร่องรอยบนผิวฟันด้วยกล้องจุลทรรศน์ชนิดสเตอริโอ รุ่น คาร์ล ไซส์ ไมโครสโคปี แอกซิโอ เอ วัน



ภาพที่ 25 ตัวอย่างที่ 3 ร่องรอยบนผิวฟันจากการส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์

ภาพที่ 1 กำลังขยาย 50 เท่า พื้นผิวฟันมีความขรุขระมาก พบร่องรอยขูดขีดจางๆ วางตัวในทิศทางไม่แน่นอนกระจายตัวอยู่ แต่ไม่หนาแน่น

ภาพที่ 2 กำลังขยาย 100 เท่า เห็นร่องรอยขูดขีดชัดเจนขึ้น ร่องรอยมีลักษณะเป็นร่องตื้นกระจายตัวไม่หนาแน่น

ภาพที่ 3 กำลังขยาย 200 เท่า พบร่องรอยขูดขีดจางๆ กระจายตัวไม่หนาแน่น

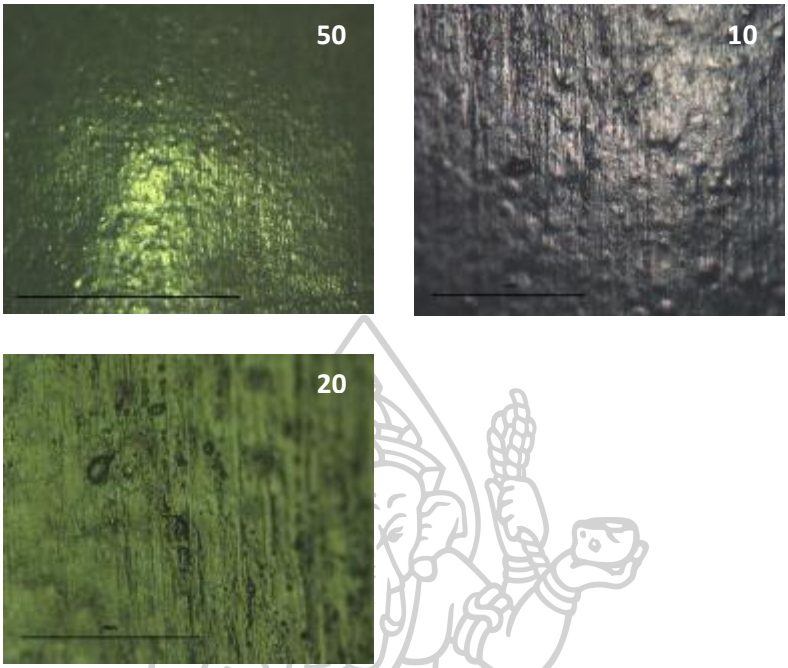
4. ตัวอย่างฟันจากกลุ่มประชากรปัจจุบัน ตัวอย่างที่ 4

ประเภทฟัน ฟันกรามล่างขวาซี่ที่ 1 **ด้าน** กระพุ้งแก้ม

อายุ 22 ปี **เพศ** หญิง

พฤติกรรมการบริโภคอาหาร บริโภคอาหารประเภทเนื้อสัตว์เป็นส่วนใหญ่

ผลการศึกษาร่องรอยบนผิวฟันด้วยกล้อง กล้องจุลทรรศน์ชนิดสเตอริโอ รุ่น คาร์ล ไซส์ ไมโครสโคปี แอกซิโอ เอ วัน



ภาพที่ 26 ตัวอย่างที่ 4 ร่องรอยบนผิวฟันจากการส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์

ภาพที่ 1 กำลังขยาย 50 เท่า พื้นผิวฟันมีความขรุขระ พบร่องรอยขูดขีดทั้งในแนวตั้งและเฉียง ปริมาณร่องรอยแนวตั้ง หนาแน่น แต่แนวเฉียงไม่หนาแน่น และร่องรอยหลุมปะปนอยู่ ไม่หนาแน่น

ภาพที่ 2 กำลังขยาย 100 เท่า เมื่อเพิ่มกำลังขยายขึ้น พบร่องรอยขูดขีดแนวขวาง ลักษณะเป็นร่องตื้นๆ ตัดขวางเส้นแนวตั้งอยู่ แต่ไม่หนาแน่น มีร่องรอยหลุมตื้นๆปะปน

ภาพที่ 3 กำลังขยาย 200 เท่า สังเกตเห็นร่องรอยขูดขีดในแนวตั้งชัดเจนขึ้น พบว่ามีทั้งร่องตื้นและลึกปะปนกันวางตัวไปในทิศทางเดียวกัน และมีร่องรอยขูดขีดวางตัวในแนวนอน มีลักษณะเป็นร่องตื้นๆ ตัดขวางอยู่

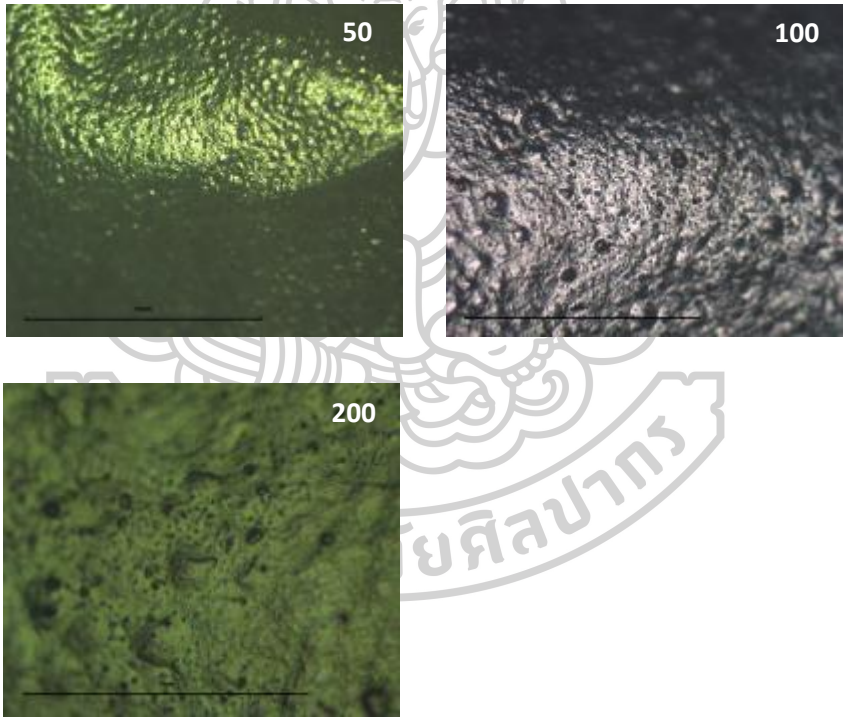
5. ตัวอย่างฟันจากกลุ่มประชากรปัจจุบัน ตัวอย่างที่ 5

ประเภทฟัน ฟันกรามล่างซ้ายซี่ที่ 1 **ด้าน** กระพุ้งแก้ม

อายุ 28 ปี **เพศ** หญิง

พฤติกรรมการบริโภคอาหาร บริโภคอาหารประเภทเนื้อสัตว์เป็นส่วนใหญ่

ผลการศึกษาร่องรอยบนผิวฟันด้วยกล้องจุลทรรศน์ชนิดสเตอริโอ รุ่น คาร์ล ไซส์ ไมโครสโคปี แอกซิโอ เอ วัน



ภาพที่ 27 ตัวอย่างที่ 5 ร่องรอยบนผิวฟันจากการส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์

ภาพที่ 1 กำลังขยาย 50 เท่า พื้นผิวฟันมีความขรุขระมาก สังเกตเห็นร่องรอยขูดขีดตื้นๆ กระจายอยู่ไม่หนาแน่น

ภาพที่ 2 กำลังขยาย 100 เท่า เมื่อเพิ่มกำลังขยายขึ้น พบร่องรอยขูดขีดชัดเจนขึ้น มีทั้งรอยตื้นและลึก วางตัวในทิศทางที่ไม่แน่นอน

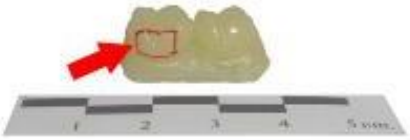
ภาพที่ 3 กำลังขยาย 200 เท่า พบร่องรอยขูดขีดที่พบเป็นร่องตื้นๆ มีทิศทางไม่แน่นอน

6. ตัวอย่างฟันจากกลุ่มประชากรปัจจุบัน ตัวอย่างที่ 6

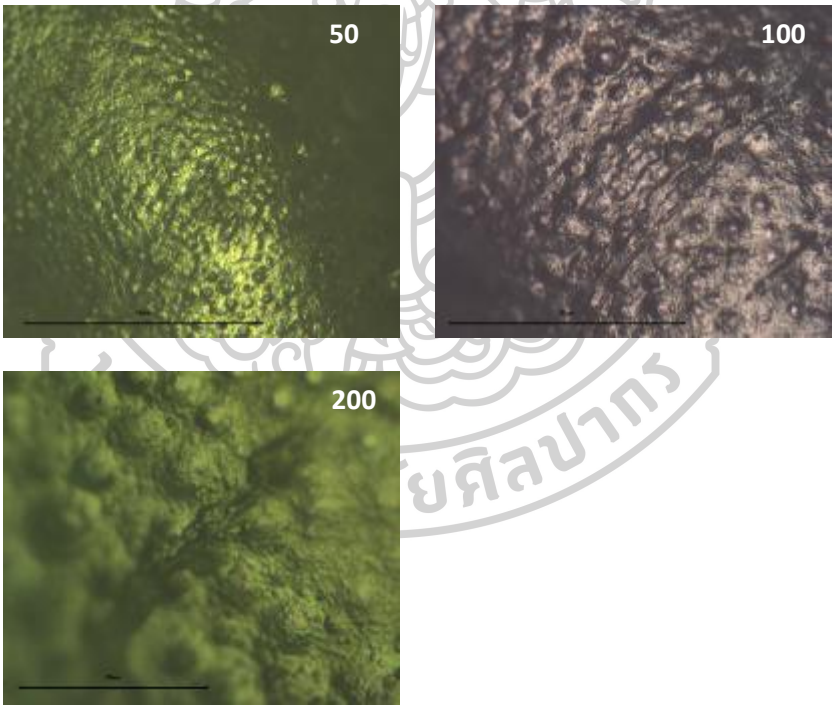
ประเภทฟัน ฟันกรามล่างซ้ายซี่ที่ 1 **ด้าน** กระพุ้งแก้ม

อายุ 28 ปี **เพศ** หญิง

พฤติกรรมการบริโภคอาหาร บริโภคอาหารประเภทเนื้อสัตว์เป็นส่วนใหญ่



ผลการศึกษาร่องรอยบนผิวฟันด้วยกล้องจุลทรรศน์ชนิดสเตอริโอ รุ่น คาร์ล ไซส์ ไมโครส โคปี แอกซิโอ เอ วัน



ภาพที่ 28 ตัวอย่างที่ 6 ร่องรอยบนผิวฟันจากการส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์

ภาพที่ 1 กำลังขยาย 50 เท่า พื้นผิวมีความขรุขระมาก พบร่องรอยขูดขีดทั้งลึกและตื้นกระจายอยู่ทั่วบริเวณที่ศึกษา วางตัวในทิศทางไม่แน่นอน

ภาพที่ 2 กำลังขยาย 100 เท่า พบร่องรอยขูดขีดชัดเจนขึ้น ร่องมีความลึกและตื้นปะปนกัน

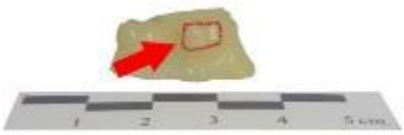
ภาพที่ 3 กำลังขยาย 200 เท่า ร่องรอยขูดขีดที่พบมีความลึก มีร่องตื้นๆตัดขวางอยู่ทั่วไปในทิศทางที่ไม่แน่นอน

7. ตัวอย่างฟันจากกลุ่มประชากรปัจจุบัน ตัวอย่างที่ 7

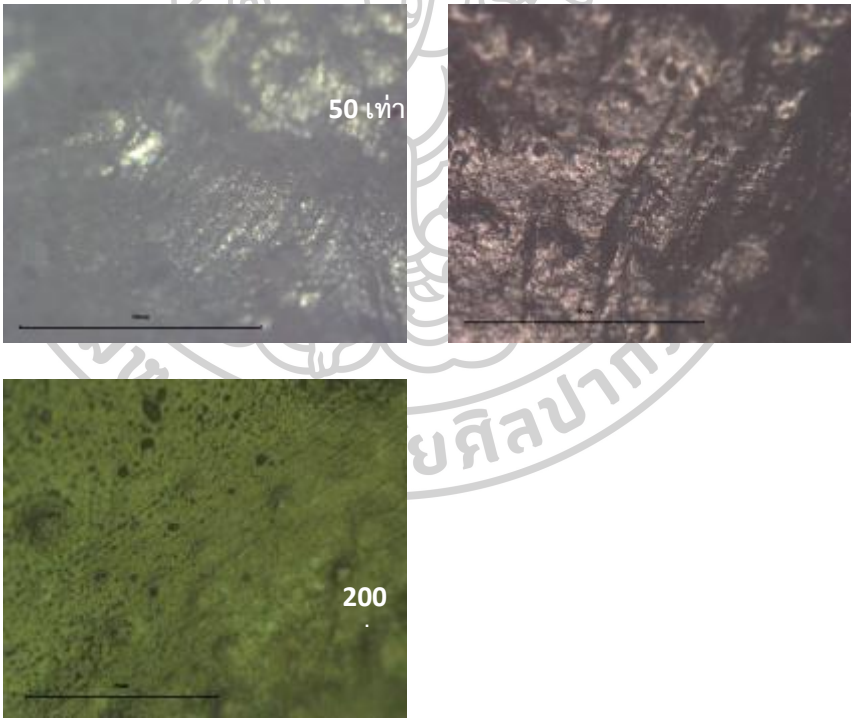
ประเภทฟัน ฟันกรามล่างขวาซี่ที่ 1 **ด้าน** กระพุ้งแก้ม

อายุ 28 ปี **เพศ** หญิง

พฤติกรรมการบริโภคอาหาร บริโภคอาหารประเภทเนื้อสัตว์เป็นส่วนใหญ่



ผลการศึกษาร่องรอยบนผิวฟันด้วยกล้องจุลทรรศน์ชนิดสเตอริโอ รุ่น คาร์ล ไซส์ ไมโครสโคปี แอกซิโอ เอ วัน



ภาพที่ 29 ตัวอย่างที่ 7 ร่องรอยบนผิวฟันจากการส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์

ภาพที่ 1 กำลังขยาย 50 เท่า พื้นผิวมีลักษณะขรุขระ พบร่องรอยขูดขีดวางตัวในแนวเฉียงในทิศทางเดียวกัน กระจายตัวค่อนข้างหนาแน่น

ภาพที่ 2 กำลังขยาย 100 เท่า พบว่าร่องรอยขูดขีดมีความลึกและตื้นปะปนกัน วางตัวในแนวเฉียง

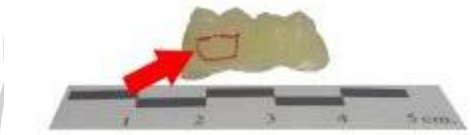
ภาพที่ 3 กำลังขยาย 200 เท่า เมื่อใช้กำลังขยายสูงขึ้น พบร่องรอยขูดขีดตื้นๆวางตัวในแนวเฉียงในทิศทางเดียวกันกระจายอยู่ทั่วพื้นที่ที่ศึกษา และพบร่องรอยที่มีความลึกวางตัวในแนวตั้งตัดกันแต่ไม่หนาแน่น

8. ตัวอย่างฟันจากกลุ่มประชากรปัจจุบัน ตัวอย่างที่ 8

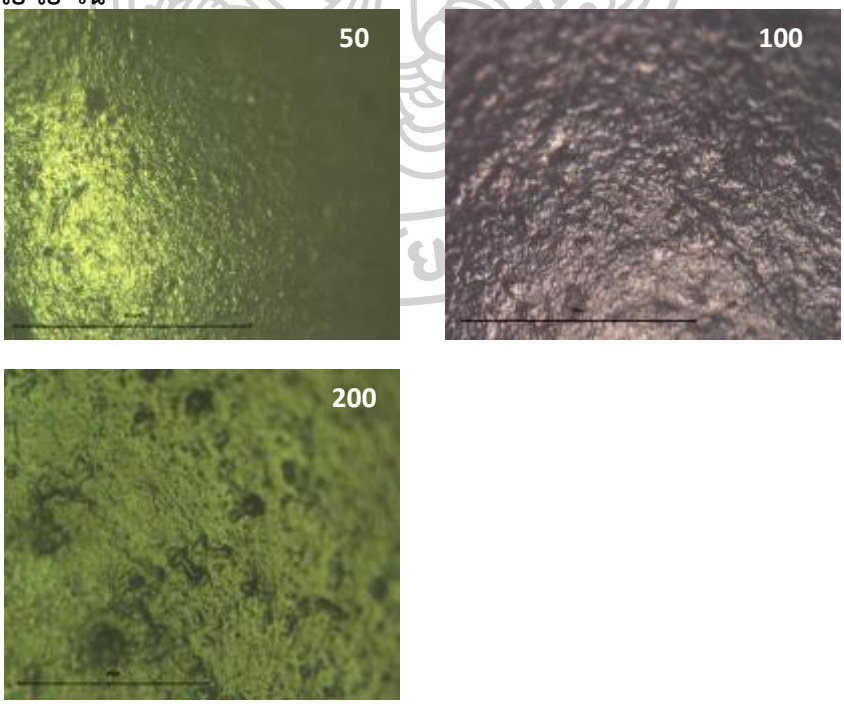
ประเภทฟัน ฟันกรามล่างขวาซี่ที่ 1 **ด้าน** กระพุ้งแก้ม

อายุ 26 ปี **เพศ** หญิง

พฤติกรรมการบริโภคอาหาร บริโภคอาหารประเภทเนื้อสัตว์เป็นส่วนใหญ่



ผลการศึกษาร่องรอยบนผิวฟันด้วยกล้องจุลทรรศน์ชนิดสเตอริโอ รุ่น คาร์ล ไซส์ ไมโครสโคปี แอกซิโอ เอ วัน



ภาพที่ 30 ตัวอย่างที่ 8 ร่องรอยบนผิวฟันจากการส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์

ภาพที่ 1 กำลังขยาย 50 เท่า พื้นผิวมีความขรุขระปานกลาง พบร่องรอยขูดขีดจางๆ และร่องรอยหลุมเล็กน้อย

ภาพที่ 2 กำลังขยาย 100 เท่า พบร่องรอยขูดขีดชัดเจนขึ้น มีลักษณะเป็นร่องตื้นๆกระจายตัวอยู่ แต่ไม่หนาแน่น

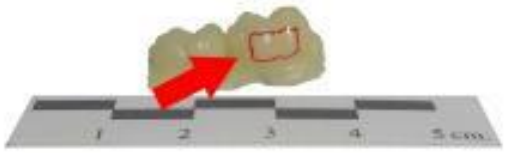
ภาพที่ 3 กำลังขยาย 200 เท่า เมื่อใช้กำลังขยายที่สูงขึ้นพบว่ามีร่องรอยขูดขีดจางๆปะปนอยู่ไม่หนาแน่น

9. ตัวอย่างฟันจากกลุ่มประชากรปัจจุบัน ตัวอย่างที่ 9

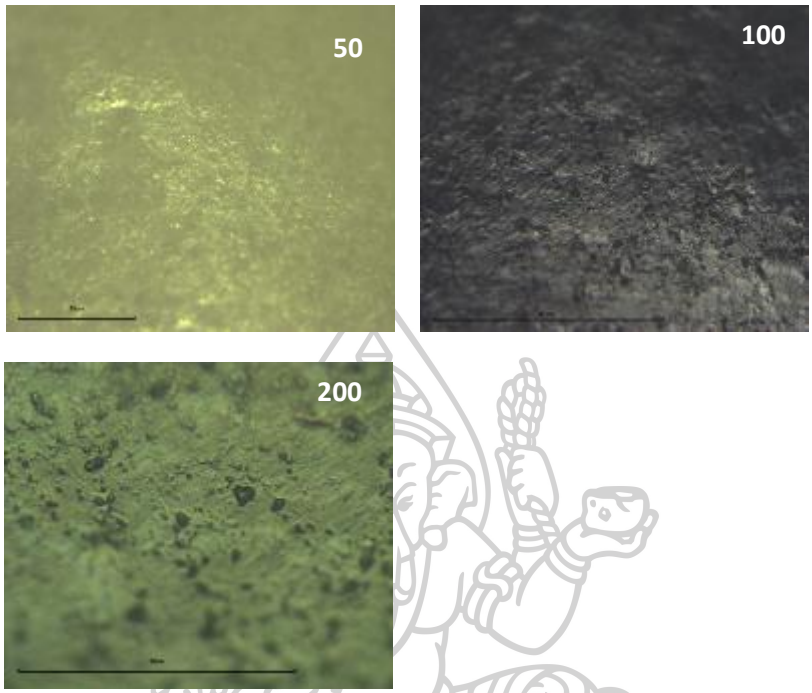
ประเภทฟัน ฟันกรามล่างขวาซี่ที่ 1 **ด้าน** กระพุ้งแก้ม

อายุ 29 ปี **เพศ** ชาย

พฤติกรรมการบริโภคอาหาร บริโภคอาหารประเภทเนื้อสัตว์เป็นส่วนใหญ่



ผลการศึกษาร่องรอยบนผิวฟันด้วยกล้องจุลทรรศน์ชนิดสเตอริโอ รุ่น คาร์ล ไซส์ ไมโครสโคปี แอกซิโอ เอ วัน



ภาพที่ 31 ตัวอย่างที่ 9 ร่องรอยบนผิวฟันจากการส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์

ภาพที่ 1 กำลังขยาย 50 เท่า พื้นผิวค่อนข้างเรียบ พบร่องรอยขูดขีดจางๆ วางตัวในทิศทางที่ไม่แน่นอน

ภาพที่ 2 กำลังขยาย 100 เท่า เมื่อเพิ่มกำลังขยายขึ้นพบร่องรอยของหลุมตื้นๆไม่หนาแน่นปะปนอยู่กับร่องรอยขูดขีดจางๆ

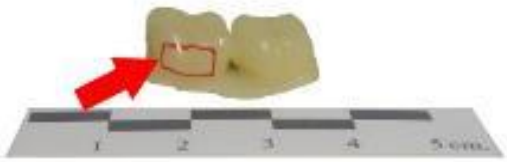
ภาพที่ 3 กำลังขยาย 200 เท่า พบว่าร่องรอยขูดขีดจางๆกระจายตัวกันอย่างหนาแน่นและวางตัวในทิศทางเดียวกัน

10. ตัวอย่างฟันจากกลุ่มประชากรปัจจุบัน ตัวอย่างที่ 10

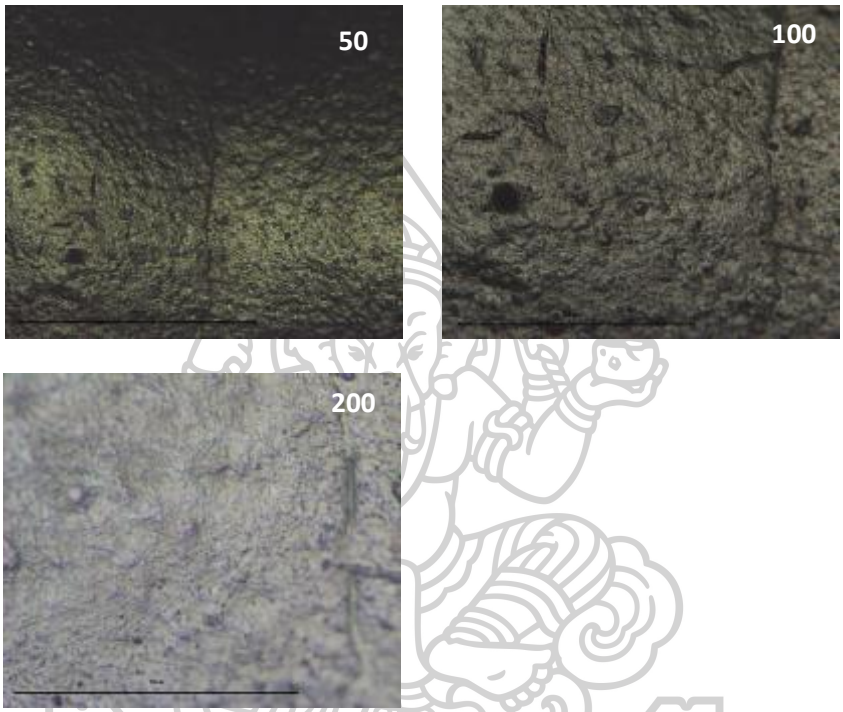
ประเภทฟัน ฟันกรามล่างซ้ายซี่ที่ 1 **ด้าน** กระพุ้งแก้ม

อายุ 28 ปี **เพศ** ชาย

พฤติกรรมการบริโภคอาหาร บริโภคอาหารประเภทเนื้อสัตว์เป็นส่วนใหญ่



ผลการศึกษาร่องรอยบนผิวฟันด้วย กล้องจุลทรรศน์ชนิดสเตอริโอ รุ่น คาร์ล ไซส์ ไมโครส โคปี แอกซิโอ เอ วัน



ภาพที่ 32 ตัวอย่างที่ 10 ร่องรอยบนผิวฟันจากการส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์

ภาพที่ 1 กำลังขยาย 50 เท่า พื้นผิวฟันขรุขระเล็กน้อย พบร่องรอยขูดขีดจางๆ วางตัวในทิศทางไม่แน่นอน

ภาพที่ 2 กำลังขยาย 100 เท่า เห็นผิวฟันค่อนข้างขรุขระกว่ากำลังขยาย 50 เท่า พบร่องรอยขูดขีดจางๆ ปะปนกับร่องรอยหลุม แต่ไม่หนาแน่น

ภาพที่ 3 กำลังขยาย 200 เท่า พบร่องรอยขูดขีดจางๆ วางตัวในทิศทางไม่แน่นอน และร่องรอยหลุมตื้นๆ กระจายอยู่ทั่วบริเวณที่ศึกษา แต่ไม่หนาแน่น

4.2 ผลการศึกษาลักษณะรอยสึกขนาดเล็กบนผิวฟันจากฟันของกลุ่มประชากรจากแหล่งโบราณคดีหนองราชวัตร ด้วยกล้องจุลทรรศน์ชนิดสเตอริโอ รุ่น คาร์ล ไซส์ ไมโครสโคปี แอกซิโอ เอ วัน กำลังขยาย 50 เท่า, 100 เท่า, 200 เท่า

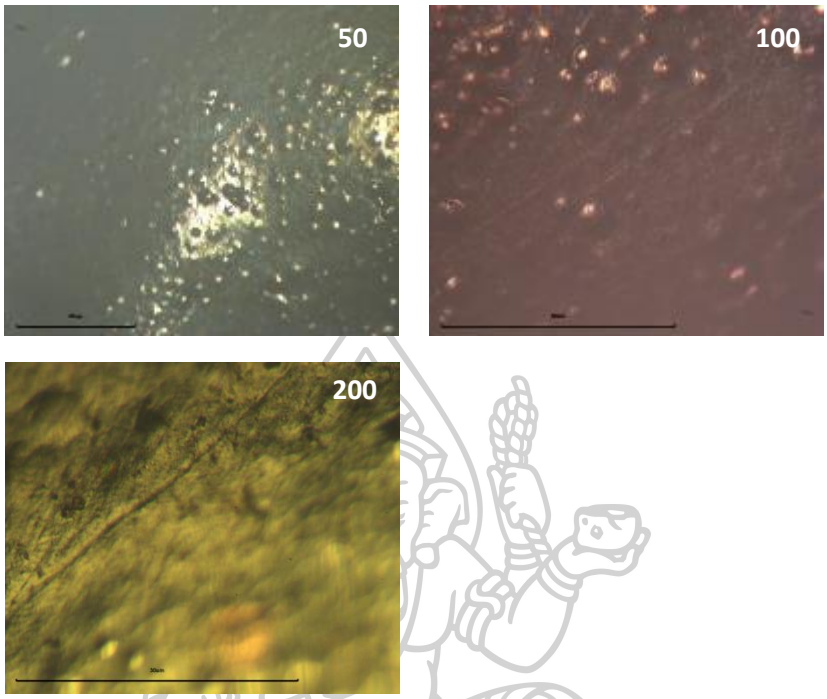
ในการศึกษาตัวอย่างฟันจากแหล่งโบราณคดีหนองราชวัตรมีการจำลองฟันด้วยอะคริลิกที่ใช้ในทางทันตกรรม และป้องกันไม่ให้เกิดความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นกับตัวอย่างฟันจากแหล่งโบราณคดีได้ ตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาทั้งหมด 13 ตัวอย่าง โดยเลือกตัวอย่างฟันกรามซี่ที่ 1 หรือ 2 เท่านั้น และเลือกจากตัวอย่างโครงกระดูกที่มีสภาพขากรรไกรล่างค่อนข้างสมบูรณ์และมีฟันติดอยู่บนขากรรไกรล่างในตำแหน่งเดิม

1. ตัวอย่างฟันจากแหล่งโบราณคดีหนองราชวัตร โครงกระดูกหมายเลข 065

ประเภทฟัน ฟันกรามล่างซ้ายซี่ที่ 1 **ด้าน** กระพุ้งแก้ม

การประเมินอายุ ประมาณ 20-25 ปี **การประเมินเพศ** หญิง

ผลการศึกษาร่องรอยบนผิวฟันด้วยกล้องจุลทรรศน์ชนิดสเตอริโอ รุ่น คาร์ล ไซส์ ไมโครสโคปี แอกซิโอ เอ วัน



ภาพที่ 33 ร่องรอยบนผิวฟันจากการส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์จากโครงกระดูกหมายเลข 065

ภาพที่ 1 กำลังขยาย 50 เท่า พื้นผิวมีลักษณะขรุขระ พบร่องรอยขูดขีดบางๆ กระจายตัวไม่หนาแน่น วางตัวในทิศทางไม่แน่นอน

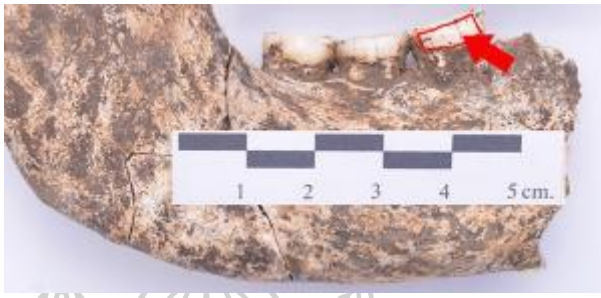
ภาพที่ 2 กำลังขยาย 100 เท่า พื้นผิวมีลักษณะขรุขระ สามารถสังเกตร่องรอยได้ชัดเจนขึ้น ร่องรอยมีลักษณะเป็นรอยขูดขีดตื้นๆ ตัดกันไปมาทั่วพื้นที่ที่ทำการศึกษา

ภาพที่ 3 กำลังขยาย 200 เท่า เมื่อใช้กำลังขยายสูงขึ้น พบว่าร่องรอยมีทั้งรอยตื้นและลึกปะปนกัน กระจายตัวอยู่ทั่วพื้นที่ที่ทำการศึกษา

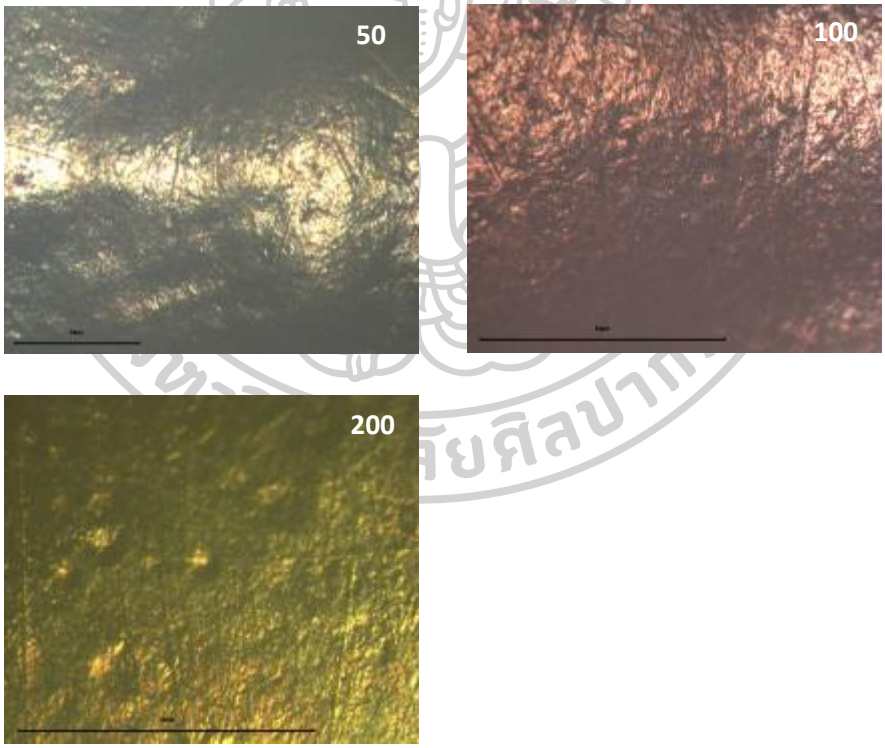
2. ตัวอย่างฟันจากแหล่งโบราณคดีหนองราชวัตร โครงกระดูกหมายเลข 067

ประเภทฟัน ฟันกรามล่างขวาซี่ที่ 1 **ด้าน** กระพุ้งแก้ม

การประเมินอายุ ประมาณ 25-30 ปี **การประเมินเพศ** ไม่สามารถระบุได้



ผลการศึกษาร่องรอยบนผิวฟันด้วยกล้องจุลทรรศน์ชนิดสเตอริโอ รุ่น คาร์ล ไซส์ ไมโครสโคปี แอกซิโอ เอ วัน



ภาพที่ 34 ร่องรอยบนผิวฟันจากการส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์จากโครงกระดูกหมายเลข 067

ภาพที่ 1 กำลังขยาย 50 เท่า พื้นผิวมีลักษณะค่อนข้างเรียบ แต่พบร่องรอยขูดขีดหนาแน่นทั่วบริเวณปะปนกับร่องรอยหลุม

ภาพที่ 2 กำลังขยาย 100 เท่า ร่องรอยขูดขีดสังเกตได้ชัดเจน กระจายตัวอย่างหนาแน่นทั่วบริเวณที่ทำการศึกษา

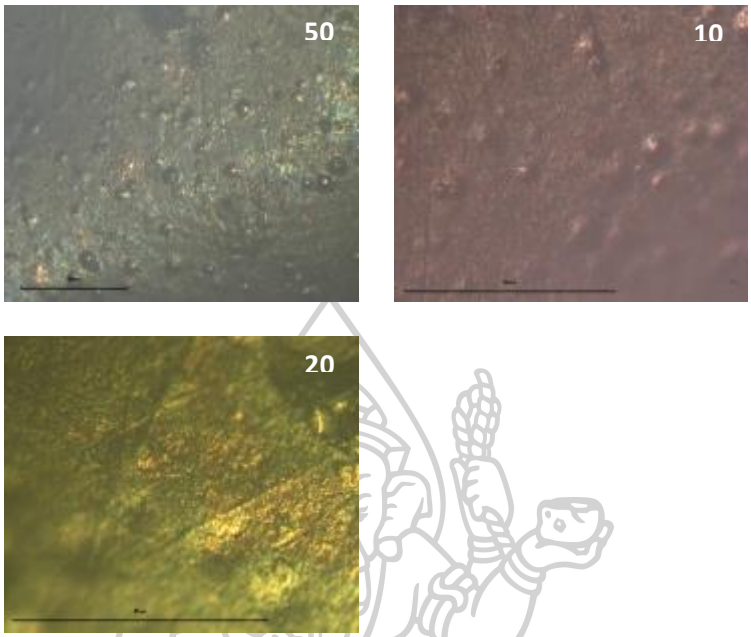
ภาพที่ 3 กำลังขยาย 200 เท่า เนื่องจากมุมตกกระทบของแสงทำให้เห็นภาพในลักษณะนูน ร่องรอยที่พบมีทั้งร่องรอยขูดขีดลึกและตื้นและร่องรอยหลุมปะปนกัน

3. ตัวอย่างฟันจากแหล่งโบราณคดีหนองราชวัตร โครงกระดูกหมายเลข 071

ประเภทฟัน ฟันกรามล่างซ้ายซี่ที่ 1 **ด้าน** กระพุ้งแก้ม

การประเมินอายุ ประมาณ 25-30 ปี **การประเมินเพศ** หญิง

ผลการศึกษาร่องรอยบนผิวฟันด้วยกล้องจุลทรรศน์ชนิดสเตอริโอ รุ่น คาร์ล ไซส์ ไมโครสโคปี แอกซิโอ เอ วัน



ภาพที่ 35 ร่องรอยบนผิวฟันจากการส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์จากโครงกระดูกหมายเลข 071

ภาพที่ 1 กำลังขยาย 50 เท่า พื้นผิวมีลักษณะค่อนข้างขรุขระ พบร่องรอยขูดขีดไม่หนาแน่นกระจายทั่วพื้นที่

ภาพที่ 2 กำลังขยาย 100 เท่า ร่องรอยขูดขีดมีลักษณะเป็นร่องตื้นๆ กระจายตัวไม่หนาแน่น

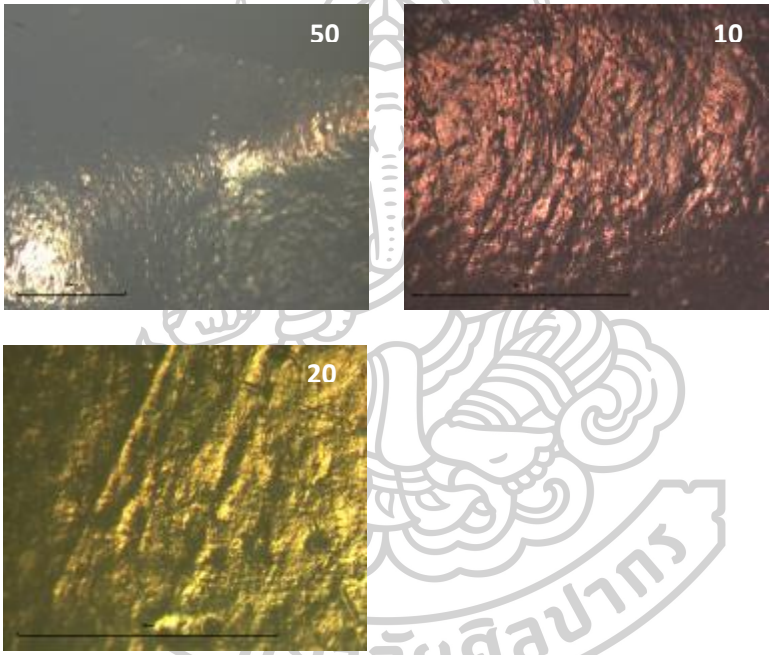
ภาพที่ 3 กำลังขยาย 200 เท่า พบร่องรอยชัดขึ้น มีทั้งรอยลึกและตื้นตัดกันไปมา ไม่หนาแน่น

4. ตัวอย่างฟันจากแหล่งโบราณคดีหนองราชวัตร โครงกระดูกหมายเลข 072

ประเภทฟัน ฟันกรามล่างซ้ายซี่ที่ 1 **ด้าน** กระพุ้งแก้ม

การประเมินอายุ ประมาณ 30-35 ปี **การประเมินเพศ** หญิง

ผลการศึกษาร่องรอยบนผิวฟันด้วยกล้องจุลทรรศน์ชนิดสเตอริโอ รุ่น คาร์ล ไซส์ ไมโครสโคปี แอกซิโอ เอ วัน



ภาพที่ 36 ร่องรอยบนผิวฟันจากการส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์จากโครงกระดูกหมายเลข 072

ภาพที่ 1 กำลังขยาย 50 เท่า พื้นผิวค่อนข้างขรุขระ มีร่องรอยขูดขีดบางๆ และรอยหลุมตื้นๆ ปะปนอยู่ไม่หนาแน่น

ภาพที่ 2 กำลังขยาย 100 เท่า พบรอยขูดขีดชัดเจนและมีลักษณะค่อนข้างลึกปะปนกับร่องรอยหลุม

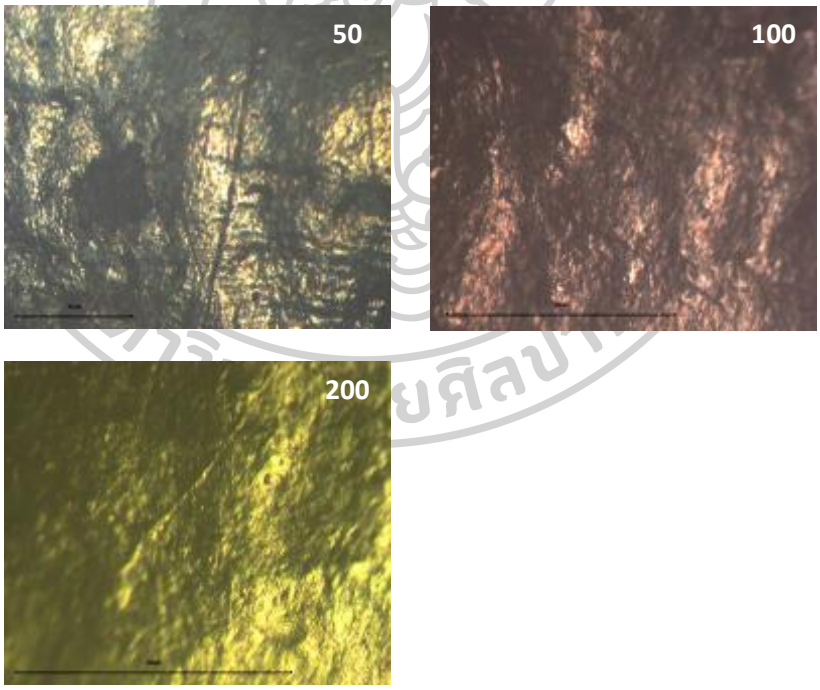
ภาพที่ 3 กำลังขยาย 200 เท่า รอยขูดขีดมีลักษณะลึก มีเส้นขูดขีดบางๆตัดกันไปมา บริเวณขอบของร่องมีลักษณะไม่คม

5. ตัวอย่างฟันจากแหล่งโบราณคดีหนองราชวัตร โครงกระดูกหมายเลข 076

ประเภทฟัน ฟันกรามล่างซ้ายซี่ที่ 1 **ด้าน** กระพุ้งแก้ม

การประเมินอายุ ประมาณ 25-30 ปี **การประเมินเพศ** ชาย

ผลการศึกษาร่องรอยบนผิวฟันด้วยกล้องจุลทรรศน์ชนิดสเตอริโอ รุ่น คาร์ล ไซส์ ไมโครสโคปี แอกซิโอ เอ วัน



ภาพที่ 37 ร่องรอยบนผิวฟันจากการส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์จากโครงกระดูกหมายเลข 076

ภาพที่ 1 กำลังขยาย 50 เท่า พื้นผิวมีลักษณะเป็นคลื่น มีร่องรอยเส้นขูดขีดทั้งลึกและตื้นปะปนกัน และมีร่องที่มีลักษณะเป็นร่องคลื่นซึ่ง (อาจเป็นลักษณะของเคลือบฟัน) ปะปนกับร่องรอยหลุม กระจายตัวไม่หนาแน่น

ภาพที่ 2 กำลังขยาย 100 เท่า เมื่อใช้กำลังขยายเพิ่มขึ้น พบร่องรอยขูดขีดชัดเจนขึ้น เป็นรอยขูดขีดบางๆ กระจายตัวไม่หนาแน่น

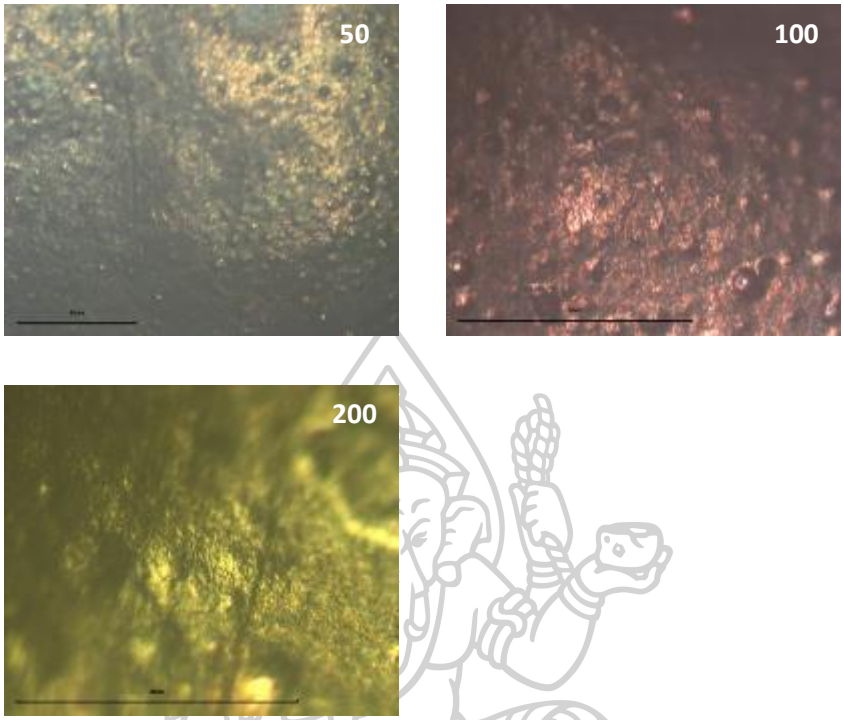
ภาพที่ 3 กำลังขยาย 200 เท่า เนื่องจากมุมตกกระทบของแสงทำให้เห็นภาพในลักษณะนูน ร่องรอยที่พบเป็นลักษณะร่องรอยขูดขีดบางๆ ไม่หนาแน่น ทิศทางไม่แน่นอน

6. ตัวอย่างฟันจากแหล่งโบราณคดีหนองราชวัตร โครงกระดูกหมายเลข 077

ประเภทฟัน ฟันกรามล่างขวาซี่ที่ 2 **ด้าน** กระพุ้งแก้ม

การประเมินอายุ ประมาณ 25-30 ปี **การประเมินเพศ** ไม่สามารถประเมินได้

ผลการศึกษาร่องรอยบนผิวฟันด้วยกล้องจุลทรรศน์ชนิดสเตอริโอ รุ่น คาร์ล ไซส์ ไมโครสโคปี แอกซิโอ เอ วัน



ภาพที่ 38 ร่องรอยบนผิวฟันจากการส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์จากโครงกระดูกหมายเลข 077

ภาพที่ 1 กำลังขยาย 50 เท่า พื้นผิวฟันค่อนข้างขรุขระ พบร่องรอยขูดขีดทั้งลึกและตื้นกระจายตัวอยู่ไม่หนาแน่น ทิศทางไม่แน่นอน

ภาพที่ 2 กำลังขยาย 100 เท่า พบร่องรอยขูดขีดบางๆในปริมาณเพิ่มขึ้น ทิศทางไม่แน่นอน

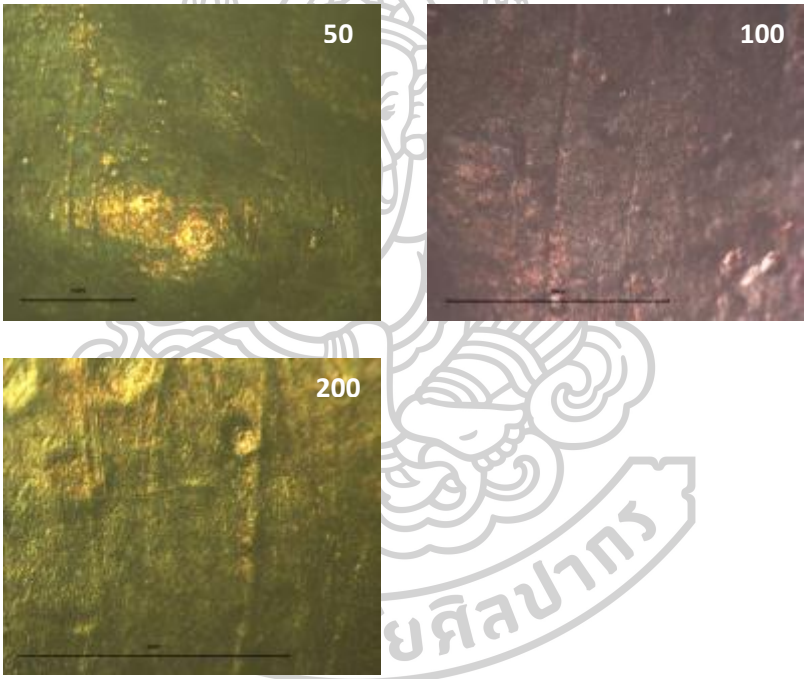
ภาพที่ 3 กำลังขยาย 200 เท่า ลักษณะของร่องรอยขูดขีดมีขอบที่เรียบ

7. ตัวอย่างฟันจากแหล่งโบราณคดีหนองราชวัตร โครงกระดูกหมายเลข 078

ประเภทฟัน ฟันกรามล่างซ้ายซี่ที่ 1 **ด้าน** กระพุ้งแก้ม

การประเมินอายุ ประมาณ 20-25 ปี **การประเมินเพศ** หญิง

ผลการศึกษาร่องรอยบนผิวฟันด้วยกล้องจุลทรรศน์ชนิดสเตอริโอ รุ่น คาร์ล ไซส์ ไมโครส โคปี แอกซิโอ เอ วัน



ภาพที่ 39 ร่องรอยบนผิวฟันจากการส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์จากโครงกระดูกหมายเลข 078

ภาพที่ 1 กำลังขยาย 50 เท่า พื้นผิวฟันค่อนข้างเรียบ พบร่องรอยขูดขีดกระจายตัวค่อนข้างหนาแน่น ส่วนใหญ่วางตัวในแนวตั้ง มีทั้งร่องตื้นและลึกปะปนกัน พบร่องรอยหลุมตื้นๆปะปนเล็กน้อย

ภาพที่ 2 กำลังขยาย 100 เท่า สามารถสังเกตเห็นร่องรอยขูดขีดได้อย่างชัดเจน พบทั้งร่องลึกและตื้น

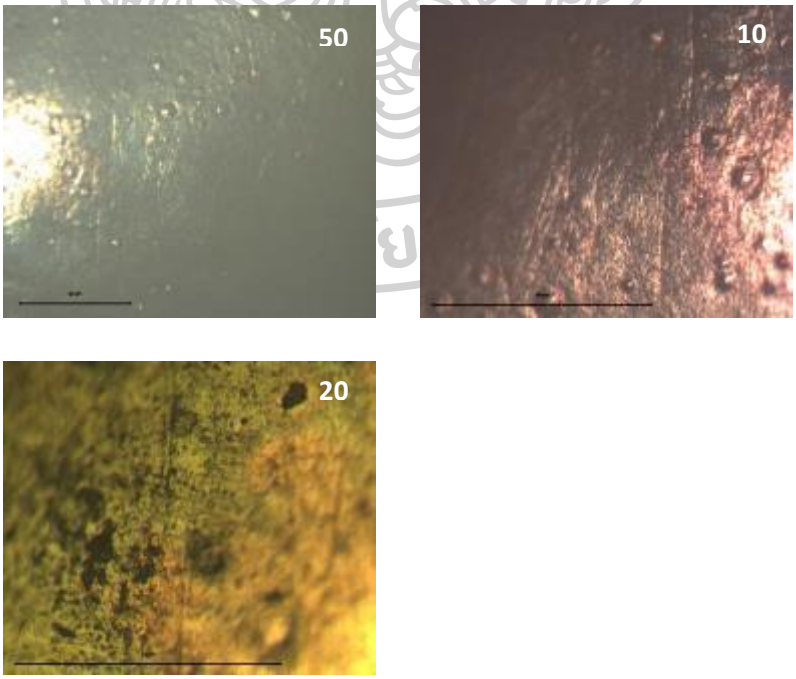
ภาพที่ 3 กำลังขยาย 200 เท่า เนื่องจากมุมตกกระทบของแสงทำให้เห็นภาพในลักษณะนูนร่องรอยที่พบเป็นร่องตื้นและลึกปะปนกัน

8. ตัวอย่างฟันจากแหล่งโบราณคดีหนองราชวัตร โครงกระดูกหมายเลข 079

ประเภทฟัน ฟันกรามล่างขวาซี่ที่ 1 **ด้าน** กระพุ้งแก้ม

การประเมินอายุ ประมาณ 30-35 ปี **การประเมินเพศ** หญิง

ผลการศึกษาร่องรอยบนผิวฟันด้วยกล้องจุลทรรศน์ชนิดสเตอริโอ รุ่น คาร์ล ไซส์ ไมโครสโคปี แอกซิโอ เอ วัน



ภาพที่ 40 ร่องรอยบนผิวฟันจากการส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์จากโครงกระดูกหมายเลข 079

ภาพที่ 1 กำลังขยาย 50 เท่า พื้นผิวฟันค่อนข้างขรุขระ พบร่องรอยขูดขีดกระจายตัว ทั่วบริเวณที่ศึกษา ค่อนข้างหนาแน่น ทิศทางของร่องรอยไม่แน่นอน

ภาพที่ 2 กำลังขยาย 100 เท่า พบร่องรอยชัดเจนขึ้น ร่องรอยมีลักษณะเป็นรอยตื้นๆตัดกันไปมา ในทิศทางไม่แน่นอน

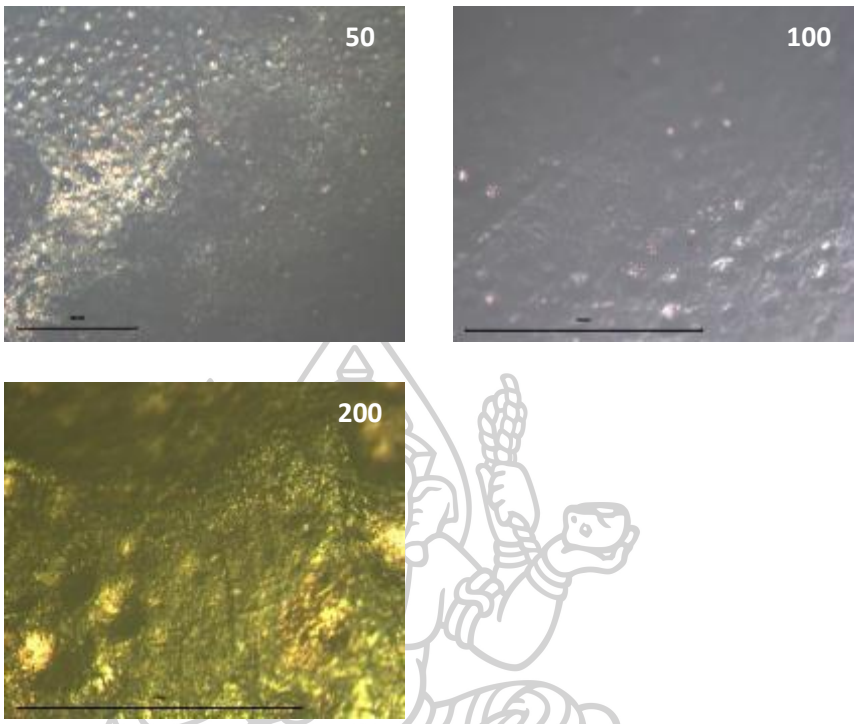
ภาพที่ 3 กำลังขยาย 200 เท่า เมื่อใช้กำลังขยายเพิ่มขึ้น ทำให้สังเกตร่องรอยได้ชัดเจนขึ้น ร่องรอยเป็นร่องตื้นๆ

9. ตัวอย่างฟันจากแหล่งโบราณคดีหนองราชวัตร โครงกระดูกหมายเลข 080

ประเภทฟัน ฟันกรามล่างซ้ายซี่ที่ 1 **ด้าน** กระพุ้งแก้ม

การประเมินอายุ ประมาณ 25-30 ปี **การประเมินเพศ** ชาย

ผลการศึกษาร่องรอยบนผิวฟันด้วยกล้องจุลทรรศน์ชนิดสเตอริโอ รุ่น คาร์ล ไซส์ ไมโครสโคปี แอกซิโอ เอ วัน



ภาพที่ 41 ร่องรอยบนผิวฟันจากการส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์จากโครงกระดูกหมายเลข 080

ภาพที่ 1 กำลังขยาย 50 เท่า พื้นผิวฟันมีความขรุขระมาก พบร่องรอยขูดขีดตื้นๆ ไม่หนาแน่น

ภาพที่ 2 กำลังขยาย 100 เท่า เนื่องจากมุมตกกระทบของแสงทำให้เห็นภาพในลักษณะกลับกัน ร่องรอยที่พบเป็นร่องรอยตื้นๆ

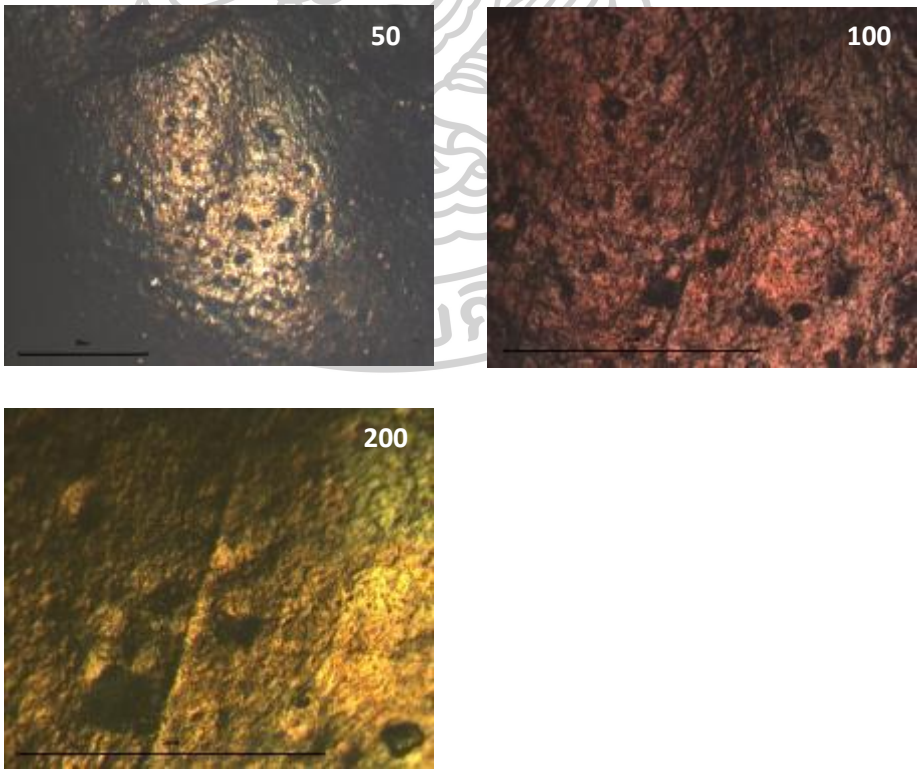
ภาพที่ 3 กำลังขยาย 200 เท่า เนื่องจากมุมตกกระทบของแสงทำให้เห็นภาพในลักษณะกลับกัน สามารถสังเกตเห็นร่องรอยขูดขีดตื้นๆ ไม่หนาแน่น

10. ตัวอย่างฟันจากแหล่งโบราณคดีหนองราชวัตร โครงกระดูกหมายเลข 083

ประเภทฟัน ฟันกรามล่างขวาซี่ที่ 1 **ด้าน** กระพุ้งแก้ม

การประเมินอายุ ประมาณ 30-35 ปี **การประเมินเพศ** หญิง

ผลการศึกษาร่องรอยบนผิวฟันด้วยกล้องจุลทรรศน์ชนิดสเตอริโอ รุ่น คาร์ล ไซส์ ไมโครส โคปี แอกซิโอ เอ วัน



ภาพที่ 42 ร่องรอยบนผิวฟันจากการส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์จากโครงกระดูกหมายเลข 083

ภาพที่ 1 กำลังขยาย 50 เท่า พื้นผิวฟันค่อนข้างขรุขระ พบรอยขูดขีดลึกและตื้น กระจายตัวไม่หนาแน่น

ภาพที่ 2 กำลังขยาย 100 เท่า สามารถสังเกตเห็นร่องรอยได้ชัดเจนขึ้น รอยมีลักษณะเป็นร่องยาวลึก กระจายตัวอยู่ทั่วพื้นที่ที่ทำการศึกษา

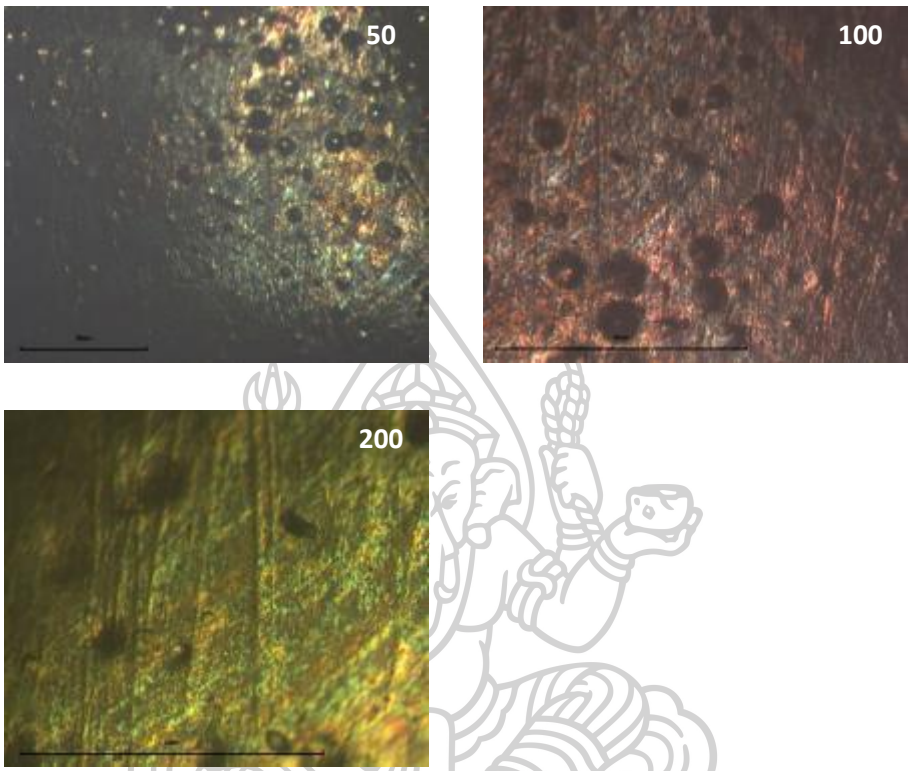
ภาพที่ 3 กำลังขยาย 200 เท่า สามารถสังเกตเห็นว่าขอบของร่องมีลักษณะมนเรียบ และมีรอยขูดขีดตื้นๆตัดกัน กระจายอยู่ทั่วพื้นที่ที่ทำการศึกษา

11. ตัวอย่างฟันจากแหล่งโบราณคดีหนองราชวัตร โครงกระดูกหมายเลข 087

ประเภทฟัน ฟันกรามล่างขวาซี่ที่ 1 **ด้าน** กระพุ้งแก้ม

การประเมินอายุ ประมาณ 20-25 ปี **การประเมินเพศ** ชาย

ผลการศึกษาร่องรอยบนผิวฟันด้วยกล้องจุลทรรศน์ชนิดสเตอริโอ รุ่น คาร์ล ไซส์ ไมโครสโคปี แอกซิโอ เอ วัน



ภาพที่ 43 ร่องรอยบนผิวฟันจากการส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์จากโครงกระดูกหมายเลข 087

ภาพที่ 1 กำลังขยาย 50 เท่า พื้นผิวฟันค่อนข้างขรุขระ พบร่องรอยขูดขีดกระจายตัวอย่างหนาแน่นทั่วพื้นที่ที่ทำการศึกษา ร่องรอยวางตัวในทิศทางไม่แน่นอน

ภาพที่ 2 กำลังขยาย 100 เท่า พบว่ามีร่องรอยขูดขีดตื้นๆกระจายตัวอย่างหนาแน่นปะปนกับร่องรอยขูดขีดที่ลึก

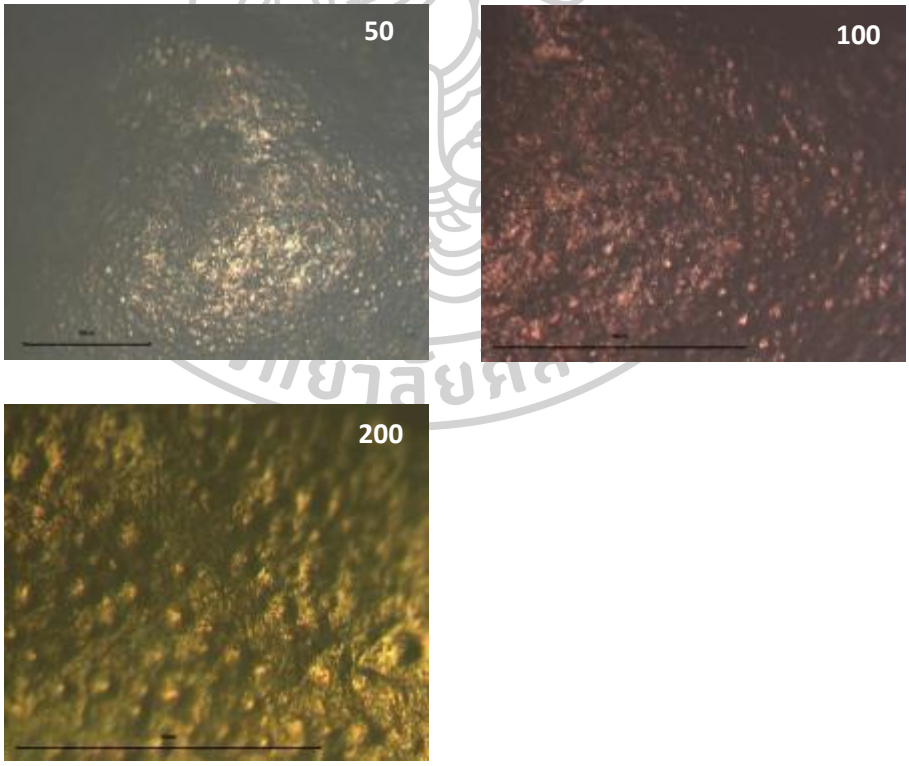
ภาพที่ 3 กำลังขยาย 200 เท่า สังเกตเห็นว่าขอบของร่องรอยมีลักษณะมนเรียบ วางตัวในแนวตั้งเป็นส่วนใหญ่ ความลึกของร่องรอยมีหลายระดับปะปนกัน

12. ตัวอย่างฟันจากแหล่งโบราณคดีหนองราชวัตร โครงกระดูกหมายเลข 095

ประเภทฟัน ฟันกรามล่างขวาซี่ที่ 1 **ด้าน** กระพุ้งแก้ม

การประเมินอายุ ประมาณ 20-25 ปี **การประเมินเพศ** หญิง

ผลการศึกษาร่องรอยบนผิวฟันด้วยกล้องจุลทรรศน์ชนิดสเตอริโอ รุ่น คาร์ล ไซส์ ไมโครส โคปี แอกซิโอ เอ วัน



ภาพที่ 44 ร่องรอยบนผิวฟันจากการส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์จากโครงกระดูกหมายเลข 095

ภาพที่ 1 กำลังขยาย 50 เท่า พื้นผิวมีลักษณะขรุขระ แทบไม่สามารถสังเกตเห็นร่องรอยได้อย่างชัดเจน

ภาพที่ 2 กำลังขยาย 100 เท่า สามารถสังเกตเห็นพื้นผิวที่มีความขรุขระและพบร่องรอยขูดขีดตื้นๆกระจายตัวอยู่ แต่ไม่หนาแน่น

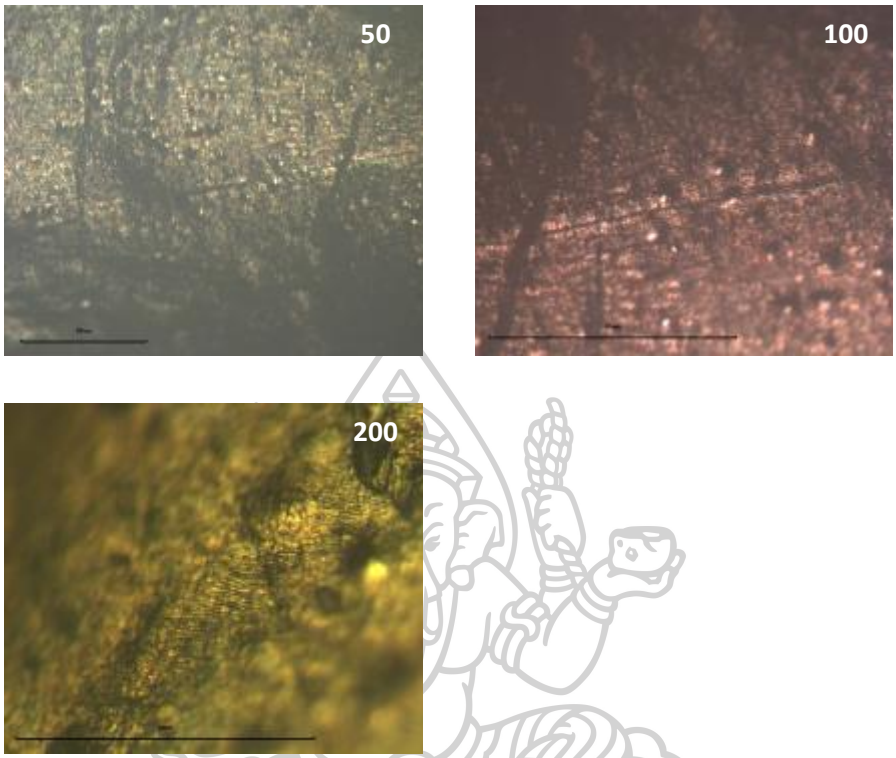
ภาพที่ 3 กำลังขยาย 200 เท่า สามารถสังเกตเห็นร่องรอยขูดขีดได้ชัดเจนขึ้น ร่องรอยมีลักษณะเป็นร่องตื้นๆ กระจายตัวไม่หนาแน่น วางตัวในทิศทางที่ไม่แน่นอน

13. ตัวอย่างฟันจากแหล่งโบราณคดีหนองราชวัตร โครงกระดูกหมายเลข 098

ประเภทฟัน ฟันกรามล่างขวาซี่ที่ 1 **ด้าน** กระพุ้งแก้ม

การประเมินอายุ ประมาณ 25-30 ปี **การประเมินเพศ** ชาย

ผลการศึกษาร่องรอยบนผิวฟันด้วยกล้องจุลทรรศน์ชนิดสเตอริโอ รุ่น คาร์ล ไซส์ ไมโครสโคปี แอกซิโอ เอ วัน



ภาพที่ 45 ร่องรอยบนผิวฟันจากการส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์จากโครงกระดูกหมายเลข 098

ภาพที่ 1 กำลังขยาย 50 เท่า พื้นผิวมีลักษณะขรุขระ พบร่องรอยขูดขีดได้อย่างชัดเจน ร่องรอยมีลักษณะลึก

ภาพที่ 2 กำลังขยาย 100 เท่า เมื่อเพิ่มกำลังขยายขึ้นพบว่ามีร่องรอยขูดขีดตื้นๆปะปนอยู่กับร่องรอยขูดขีดลึกที่สามารถสังเกตเห็นได้อย่างชัดเจน

ภาพที่ 3 กำลังขยาย 200 เท่า สังเกตเห็นร่องรอยตื้นๆที่ปรากฏ ว่ามีลักษณะเป็นเส้นขูดขีดยาวตัดกัน

การศึกษาร่องรอยการสึกขนาดเล็กบนผิวฟันจากตัวอย่างคนปัจจุบันจำนวน 10 ตัวอย่างและตัวอย่างจากแหล่งโบราณคดีหนองราชวัตรจำนวน 13 ตัวอย่าง ด้วยเครื่องมือกล้องจุลทรรศน์ชนิดสเตอริโอ รุ่น คาร์ล ไซส์ ไมโครสโคปี แอกซิโอ เอ วัน กำลังขยาย 50 เท่า, 100 เท่า, 200 เท่า ซึ่งเป็นกำลังขยายที่สามารถเห็นร่องรอยได้ชัดเจน

ในการศึกษานี้ได้นับจำนวนร่องรอยที่สังเกตได้จากภาพที่ได้จากกล้องจุลทรรศน์นี้สามารถสังเกตเห็นร่องรอยขูดขีด (Scratch) และร่องรอยหลุม (Pit) บนผิวฟัน จากการศึกษาพบว่าในกลุ่มตัวอย่างจากประชากรปัจจุบันพบร่องรอยขูดขีดค่อนข้างหนาแน่นและวางตัวไปในทิศทางเดียวกัน ร่องรอยขูดขีดดังกล่าวเป็นร่องรอยที่เกิดขึ้นจากการแปรงฟันของแต่ละบุคคล ความชัดเจนของร่องรอยขึ้นอยู่กับพฤติกรรมการแปรงฟันที่แตกต่างกัน นอกจากนั้นยังเกิดจากการเลือกบริโภคอาหารที่มีความแข็งหรือสภาพความเป็นกรดด่างแตกต่างกัน ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าในกลุ่มตัวอย่างคนที่บริโภคเนื้อเป็นส่วนใหญ่พบทั้งร่องรอยขูดขีดและร่องรอยหลุม ในกลุ่มตัวอย่างคนที่บริโภคพืชเป็นส่วนใหญ่จะพบเพียงร่องรอยขูดขีด และในตัวอย่างจากแหล่งโบราณคดีจะพบร่องรอยขูดขีดมากกว่าร่องรอยหลุม ซึ่งร่องรอยการสึกขนาดเล็กเหล่านี้สามารถสันนิษฐานถึงประเภทของอาหารที่บริโภคเข้าไปได้โดยใช้การศึกษาเปรียบเทียบจากตัวอย่างจากประชากรปัจจุบันที่นำมาศึกษาเพื่อเป็นตัวแทนของการบริโภคอาหารแต่ละประเภท และใช้การศึกษาเปรียบเทียบจากการศึกษาที่ผ่านมาของนักวิชาการต่างประเทศที่ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับร่องรอยที่เกิดจากการบริโภคอาหารหรือจากลักษณะการดำรงชีวิตทั้งการทำเกษตรกรรมและการหาของป่าล่าสัตว์ การศึกษาที่ผ่านมาเหล่านี้จะช่วยในการประเภทอาหารของคนก่อนประวัติศาสตร์ที่อาศัยในพื้นที่แหล่งโบราณคดีหนองราชวัตรในปัจจุบันได้ ซึ่งจะกล่าวถึงในบทต่อไป

บทที่ 5 บทวิเคราะห์

จากการศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์ชนิดสเตอริโอ (Stereo microscope) รุ่น คาร์ล ไซส์ ไมโครสโคปี แอกซิโอ เอ วัน (Carl Zeiss Microscopy Axio A1) จากตัวอย่างฟันที่ได้จากแหล่งโบราณคดีหนองราชวัตรและจากตัวอย่างของคนปัจจุบัน พบลักษณะของร่องรอยการสึกขนาดเล็กมี 2 ลักษณะด้วยกัน คือลักษณะที่เป็นเส้นตรง (Scratch) และลักษณะที่เป็นหลุม (Pit) ปะปนกันในบริเวณพื้นที่ที่ทำการศึกษา แล้วนับจำนวนร่องรอยที่เกิดขึ้นเพื่อดูว่ามีการเกิดร่องรอยในลักษณะใดมากกว่า จากนั้นนำไปวิเคราะห์หาสาเหตุของการเกิดร่องรอยเหล่านั้นว่าแต่ละร่องรอยมีกระบวนการเกิดอย่างไร แล้วจึงนำผลการศึกษามาตีความเพื่อทำนายถึงลักษณะพฤติกรรมบริโภคอาหาร เพื่อให้เข้าใจวิถีการดำรงชีวิตของคนสมัยก่อนประวัติศาสตร์ที่แหล่งโบราณคดีหนองราชวัตร อำเภอหนองหญ้าไซ จังหวัดสุพรรณบุรีมากยิ่งขึ้น

การตีความลักษณะของร่องรอยการสึกขนาดเล็กบนผิวฟันนั้นจากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าในกระบวนการบดเคี้ยวอาหาร ตั้งแต่ชนิดของอาหาร ลักษณะการบดเคี้ยวหรือการเยื้องขากรรไกรรวมไปถึงความเป็นกรดเป็นด่างของอาหารล้วนแต่มีผลกระทบต่อการเกิดร่องรอยทั้งสิ้น ในบทการวิเคราะห์ผลการศึกษานี้จะนำการศึกษาที่ผ่านมาใช้ในการเปรียบเทียบลักษณะของร่องรอยที่ได้จากการศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์ชนิดสเตอริโอ รุ่น คาร์ล ไซส์ ไมโครสโคปี แอกซิโอ เอ วัน

การเกิดร่องรอยการสึกขนาดเล็กบนผิวฟัน นอกจากจะเกิดขึ้นตามหลักกลศาสตร์แล้วยังเกิดขึ้นเนื่องจากปัจจัยแวดล้อมอื่นๆ เช่น สภาพความเป็นกรดด่างของอาหาร ความแข็ง-อ่อนของอาหาร การศึกษาทดลองของนักวิชาการที่ผ่านมาแสดงให้เห็นถึงผลที่เกิดขึ้นเนื่องจากสภาพแวดล้อมต่างๆเหล่านี้ ช่วยให้เข้าใจถึงสาเหตุของการเกิดร่องรอยมากขึ้นและสามารถใช้ในการศึกษาเปรียบเทียบจากตัวอย่างจากแหล่งโบราณคดีและตัวอย่างจากปัจจุบันได้

5.1 การวิเคราะห์รอยสึกขนาดเล็กบนผิวฟันของตัวอย่างคนในปัจจุบัน

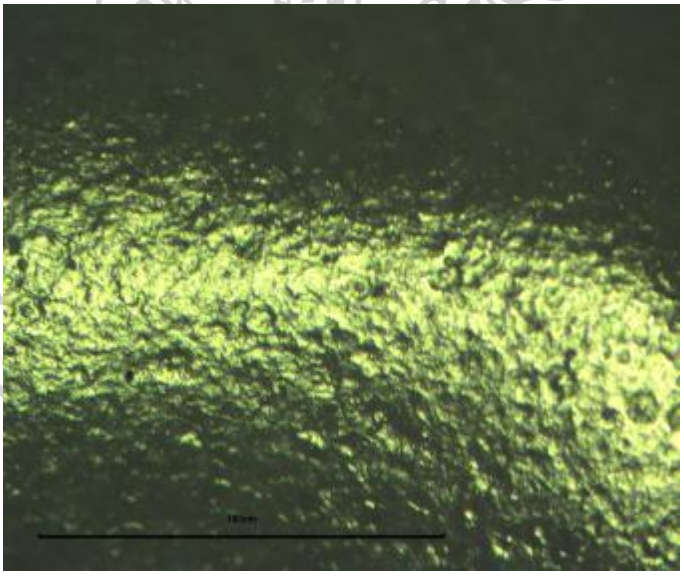
จากกลุ่มตัวอย่างคนในปัจจุบันที่เป็นประชากรตัวอย่างในกลุ่มคนบริโภคเนื้อสัตว์เป็นส่วนใหญ่และกลุ่มคนบริโภคพืชเป็นส่วนใหญ่ทั้ง 10 ตัวอย่าง ประกอบด้วยเพศหญิง 8 คน เพศชาย 2 คน อายุอยู่ในช่วง 22-29 ปี ทำการทดลองโดยให้บริโภคอาหารแต่ละประเภทต่อเนื่องเป็นเวลา 1 สัปดาห์ เพื่อสังเกตร่องรอยที่เกิดขึ้นในช่วงระยะเวลาที่กำหนด จากนั้นทำการพิมพ์จำลองฟันเพื่อนำมาศึกษาร่องรอยการสึกขนาดเล็กบนผิวฟัน ในการศึกษาจะบันทึกข้อมูลของตัวอย่างทั้งอายุ เพศ ชนิดของ

อาหาร และพฤติกรรมอื่นๆ ที่อาจส่งผลต่อการเกิดร่องรอยการสึกขนาดเล็กบนผิวฟันได้ เมื่อพิจารณาพฤติกรรมการบริโภคอาหารร่วมกับร่องรอยที่เกิดขึ้นสามารถสรุปได้ดังนี้

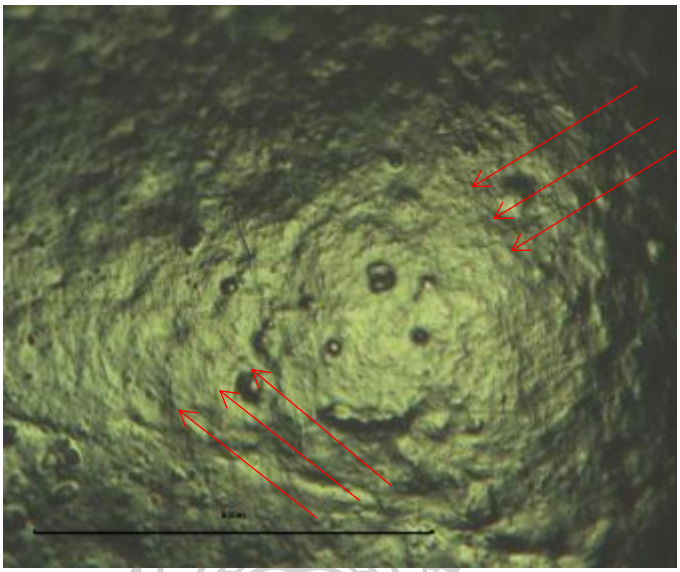
5.1.1 การวิเคราะห์ร่องรอยการสึกขนาดเล็กบนผิวฟันตัวอย่างในปัจจุบันจากลักษณะของร่องรอย

<u>ตัวอย่างที่ 1</u> อายุ 28 ปี เพศหญิง อาศัยอยู่ในหอพัก บริโภคอาหารประเภทพืชเป็นส่วนใหญ่ ได้แก่ ข้าว ผักทั่วไป รสชาติหลักคือรสเปรี้ยว การเลือกรับประทานอาหารเลือกตามความสะดวกและความชอบเป็นหลัก มีพฤติกรรมการแปรงฟันในระดับรุนแรงปานกลาง มีการบริโภคกาแฟดำทุกวัน

ลักษณะร่องรอยที่สังเกตได้จากการถ่ายภาพด้วยกล้องจุลทรรศน์ชนิดสเตอริโอ รุ่น คาร์ลไซส์ ไมโครสโคปี แอกซิโอ เอ วัน



ภาพที่ 46 ภาพถ่ายกำลังขยาย 50 เท่า สังเกตเห็นร่องรอยหลุมมากกว่าร่องรอยขูดขีดและกระจายอยู่ทั่วบริเวณที่ศึกษา

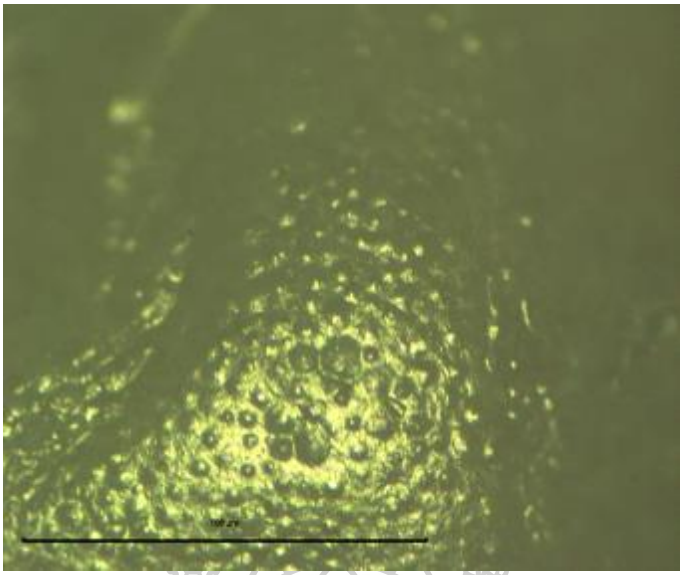


ภาพที่ 47 เมื่อเพิ่มกำลังขยายเป็น 100 เท่า จะพบร่องรอยขูดขีดที่เป็นแนวเส้นตรง ไปในทิศทางเดียวกัน 2 แนว

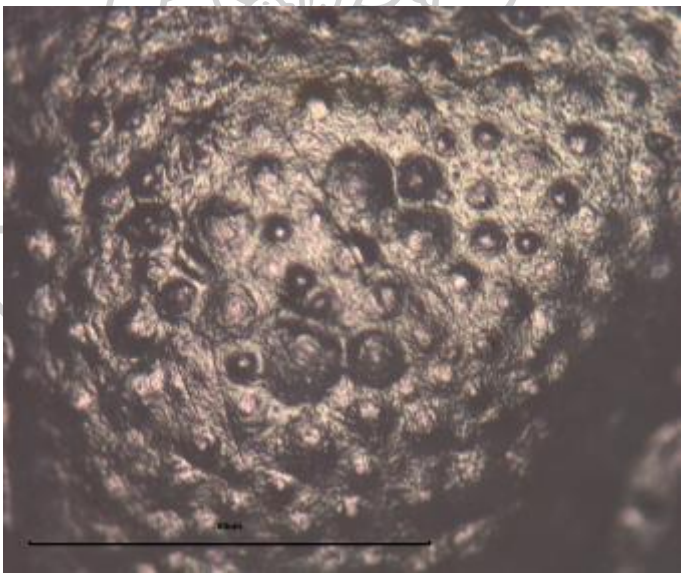
จากภาพสามารถสังเกตเห็นร่องรอยหลุมที่เกิดจากการสึกกร่อนบนผิวฟันจำนวนมากกว่าร่องรอยขูดขีด มีลักษณะเป็นหลุมขนาดเล็กกระจายอยู่ทั่วบริเวณ หลุมมีขนาดใกล้เคียงกัน เมื่อดูจากพฤติกรรมการบริโภคอาหาร (ดูตารางที่ 4) พบว่ามีการบริโภคอาหารที่มีฤทธิ์เป็นกรดเป็นประจำ ร่องรอยหลุมที่เกิดขึ้นอาจเกิดขึ้นเนื่องจากการกัดกร่อนของกรดในอาหาร ทำให้ผิวฟันมีลักษณะเป็นหลุมขรุขระ จากการศึกษาของแอนดริว (1999) ที่ได้นำตัวอย่างฟันแช่ในกรดซิตริกเป็นเวลา 2 ชั่วโมง ผลจากการทดลองพบว่าผิวฟันมีลักษณะขรุขระคล้ายกับลักษณะของพื้นผิวตัวอย่างหมายเลข 1

<u>ตัวอย่างที่ 2</u> อายุ 23 ปี เพศหญิง อาศัยอยู่ในบ้านพัก บริโภคอาหารประเภทพืชเป็นส่วนใหญ่ ได้แก่ ผักทั่วไป ไข่ไก่ ผลไม้สด รสชาติที่นิยมคือรสเปรี้ยว มีการเลือกบริโภคอาหารตามชอบ พฤติกรรมการแปรงฟันระดับความรุนแรงปานกลาง และบริโภคกาแฟดำบ้าง

ลักษณะร่องรอยที่สังเกตได้จากการถ่ายภาพด้วยกล้องจุลทรรศน์ชนิดสเตอริโอ รุ่น คาร์ลไซส์ ไมโครสโคปี แอกซิโอ เอ วัน



ภาพที่ 48 ภาพถ่ายกำลังขยาย 50 เท่า พบร่องรอยขูดขีดบางๆ อยู่บนผิวฟัน ไม่พบร่องรอยหลุมปะปนอยู่ร่วมกับร่องรอยขูดขีด



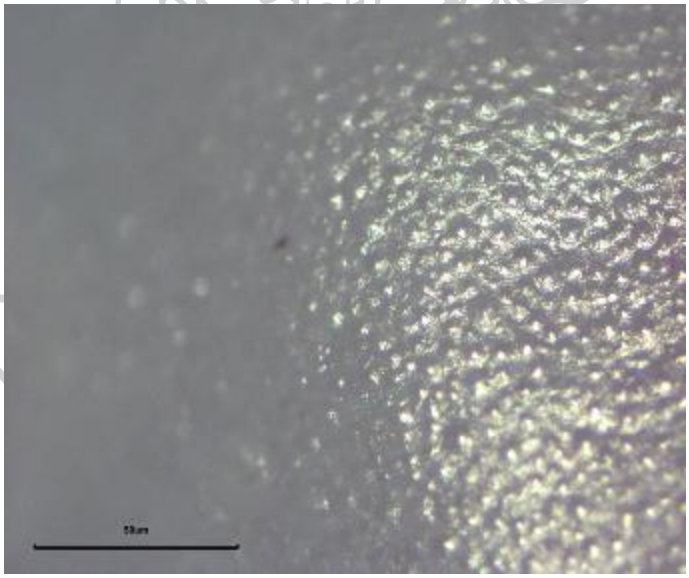
ภาพที่ 49 เมื่อขยายกำลังขยายเป็น 100 เท่า พบร่องรอยขูดขีดชัดเจนขึ้น แต่ไม่หนาแน่นนัก

จากภาพสามารถสังเกตเห็นร่องรอยขูดขีดเป็นเส้นตรงบางๆกระจายตัวอยู่ทั่วพื้นที่ที่ศึกษา ไม่พบร่องรอยหลุมปะปนอยู่บนผิวฟัน เมื่อพิจารณาจากลักษณะอาหารที่ตัวอย่างบริโภค (ดูตารางที่ 5) จะพบว่าอาหารที่ตัวอย่างหมายเลข 2 บริโภคนั้นมีลักษณะเป็นเส้นใย แต่ไม่เหนียวนัก ส่วนใหญ่เป็นผลไม้สด เช่น กล้วย มะม่วง มะละกอ ข้าวโพด ผักเป็นผักที่ผ่านการผัดหรือต้มแล้วทำให้

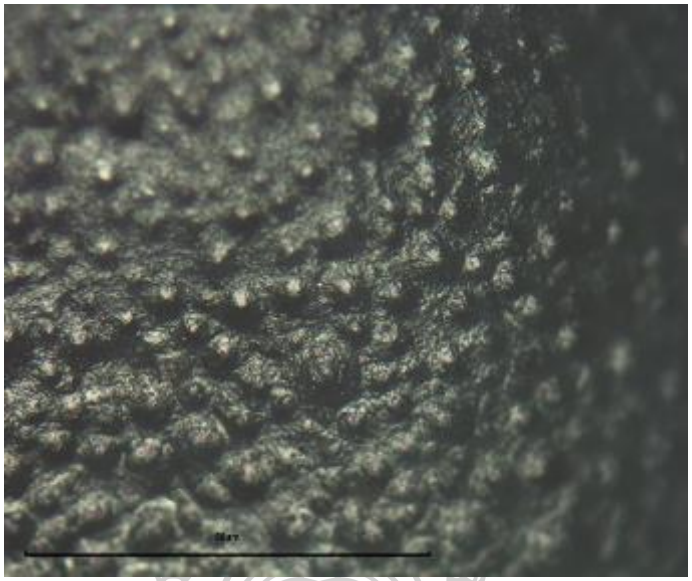
มีความอ่อนนิ่มเพิ่มขึ้น จากภาพรวมของอาหารที่บริโภคนั้นเป็นอาหารที่มีความอ่อนนิ่ม มีเส้นใยไม่แข็งนัก ไม่หยาบหรือเหนียว ร่องรอยที่เกิดขึ้นจึงเป็นร่องรอยที่ตื้นและมีจำนวนไม่มาก นอกจากนี้สภาพอาหารที่เป็นกรดจากอาหารที่มีรสเปรี้ยวและกาแฟดำยังไม่ส่งผลกับผิวฟันเท่าใดนัก จึงไม่สามารถสังเกตเห็นร่องรอยการสึกกร่อนของฟัน

<u>ตัวอย่างที่ 3</u> อายุ 23 ปี เพศหญิง อาศัยอยู่บ้านพัก บริโภคอาหารประเภทพืชเป็นส่วนใหญ่ ไม่นิยมอาหารรสจัด เลือกบริโภคอาหารตามความสะดวกเป็นหลัก พฤติกรรมการแปรงฟันความรุนแรงอยู่ในระดับปานกลาง บริโภคน้ำอัดลมบ้างสัปดาห์ละ 1-2 ครั้ง

ลักษณะร่องรอยที่สังเกตได้จากการถ่ายภาพด้วยกล้องจุลทรรศน์ชนิดสเตอริโอ รุ่น คาร์ลไซส์ ไมโครสโคปี แอกซิโอ เอ วัน



ภาพที่ 50 ภาพถ่ายกำลังขยาย 50 เท่า พบร่องรอยขูดขีดบางๆบนผิวฟัน

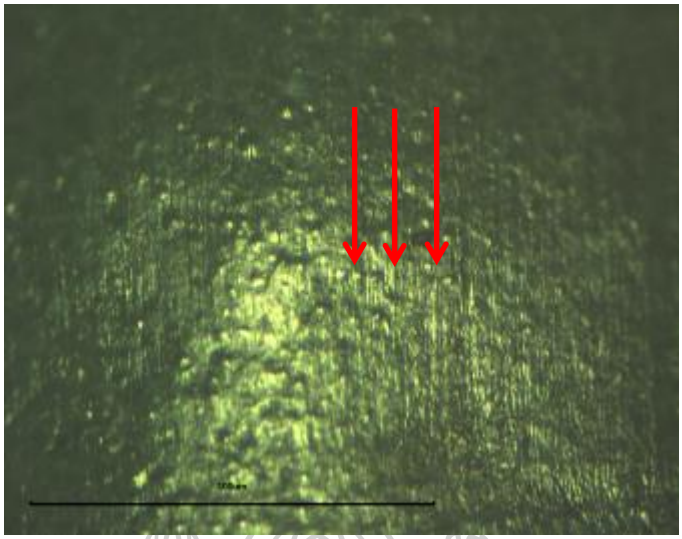


ภาพที่ 51 เพิ่มกำลังขยายเป็น 100 เท่า พบร่องรอยขูดขีดเป็นเส้นบางๆ ร่องรอยมีลักษณะเป็นร่องรอยบางๆ ไม่พบร่องรอยหลุม

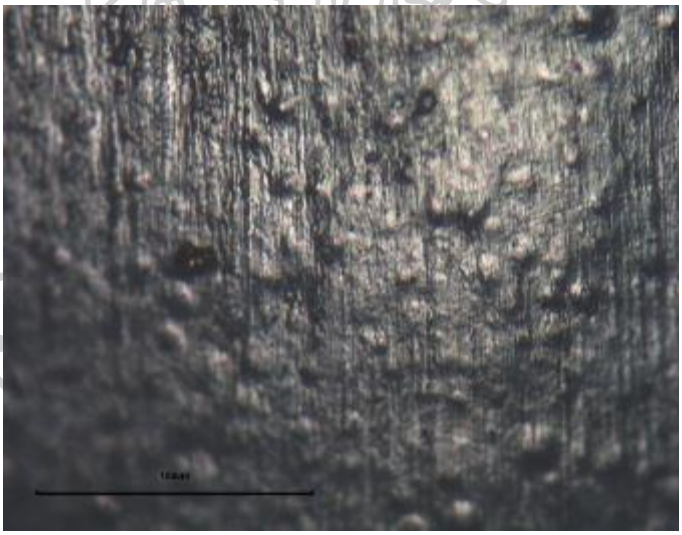
จากภาพพบร่องรอยขูดขีดเป็นเส้นบางๆกระจายอยู่ทั่วบริเวณที่ศึกษา แต่ไม่หนาแน่น ไม่พบร่องรอยหลุม เมื่อพิจารณาจากลักษณะของอาหารที่บริโภคเข้าไปพบว่าพืชจำพวก ผัก ผลไม้ ที่บริโภคเป็นส่วนใหญ่ผ่านกรรมวิธีต้ม ผัด ทำให้ผักมีความอ่อนนิ่มและไม่หยาบเหนียว จากลักษณะอาหารดังกล่าวส่งผลต่อการเกิดร่องรอยสึกน้อยมาก อีกทั้งตัวอย่างหมายเลข 3 ไม่นิยมบริโภคอาหารที่มีรสจัด

<u>ตัวอย่างที่ 4</u> อายุ 22 ปี เพศหญิง อาศัยอยู่ในหอพัก บริโภคเนื้อสัตว์เป็นส่วนใหญ่ได้แก่เนื้อหมูและเนื้อปลา รสชาติหลักคือหวานและเค็ม เลือกรับประทานอาหารตามความชอบ มีพฤติกรรมการแปรงฟันในระดับรุนแรง

ลักษณะร่องรอยที่สังเกตได้จากการถ่ายภาพด้วยกล้องจุลทรรศน์ชนิดสเตอริโอ รุ่น คาร์ลไซส์ ไมโครสโคปี แอกซิโอ เอ วัน



ภาพที่ 52 ภาพถ่ายกำลังขยาย 50 เท่า สังเกตเห็นร่องรอยขูดขีดเป็นเส้นตรงกระจายอยู่ทั่วบริเวณที่ศึกษา และสามารถสังเกตเห็นร่องรอยหลุมกระจายเล็กน้อย



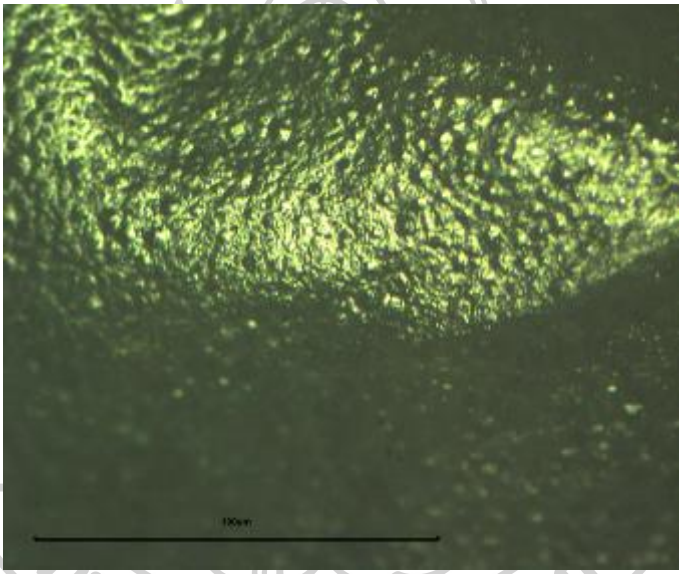
ภาพที่ 53 เมื่อเพิ่มกำลังขยายเป็น 100 เท่า จะพบร่องรอยขูดขีดที่เป็นแนวเส้นตรงไปในทิศทางเดียวกัน

จากภาพสามารถสังเกตเห็นร่องรอยขูดขีดเป็นเส้นตรงได้อย่างชัดเจน เมื่อพิจารณาจากลักษณะอาหารที่บริโภคเป็นประจำ (ดูตารางที่ 7) ได้แก่ เนื้อหมูทอดและเนื้อปลาทอด ซึ่งอาหารทอดจะมีความแข็งมากกว่าการต้มหรือนึ่ง อีกทั้งมีพฤติกรรมการแปรงฟันในระดับรุนแรง ดังนั้นร่องรอยที่พบจึงมีทั้งร่องรอยขูดขีดที่วางตัวในแนวตั้งจากการแปรงฟันในระดับรุนแรงและร่องรอยหลุมที่อาจ

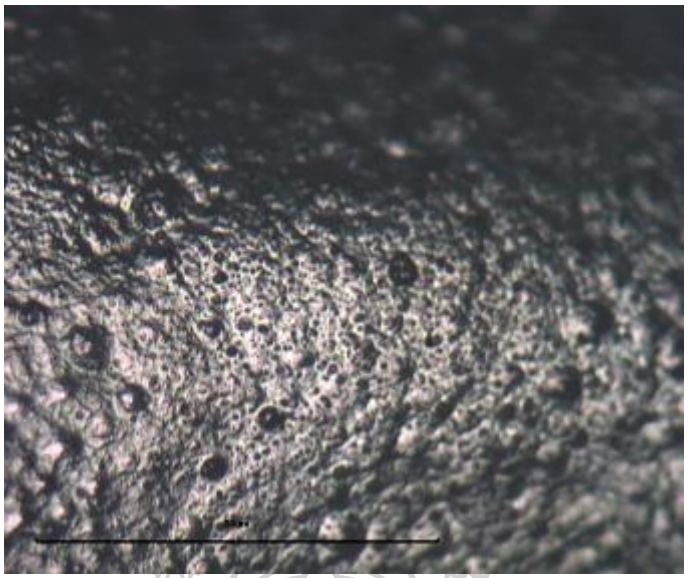
เกิดจากความแข็งของอาหาร ในภาพจะเห็นว่าตัวอย่างที่ 4 มีร่องรอยขูดขีดเป็นแนวยาววางตัวในทิศทางเดียวกันและร่องรอยสามารถสังเกตเห็นได้อย่างชัดเจน เมื่อเพิ่มกำลังขยายจะพบว่ามีร่องรอยขูดขีดที่ตื้นกว่าตัดขวางแนวร่องรอยที่วางตัวยาวเป็นแนวตั้ง

<u>ตัวอย่างที่ 5</u> อายุ 28 ปี เพศหญิง อาศัยอยู่ในหอพัก บริโภคอาหารประเภทเนื้อเป็นส่วนใหญ่ ได้แก่ เนื้อหมู นิยมบริโภคอาหารที่มีรสเปรี้ยว มีพฤติกรรมการแปรงฟันรุนแรงระดับปานกลาง

ลักษณะร่องรอยที่สังเกตได้จากการถ่ายภาพด้วยกล้องจุลทรรศน์ชนิดสเตอริโอ รุ่น คาร์ลไซส์ ไมโครสโคปี แอกซิโอ เอ วัน



ภาพที่ 54 ภาพถ่ายกำลังขยาย 50 เท่า สังเกตเห็นร่องรอยไม่ชัดเจน พบร่องรอยหลุมเล็กน้อย ร่องรอยขูดขีดเบาบางมาก พื้นผิวฟันค่อนข้างขรุขระ

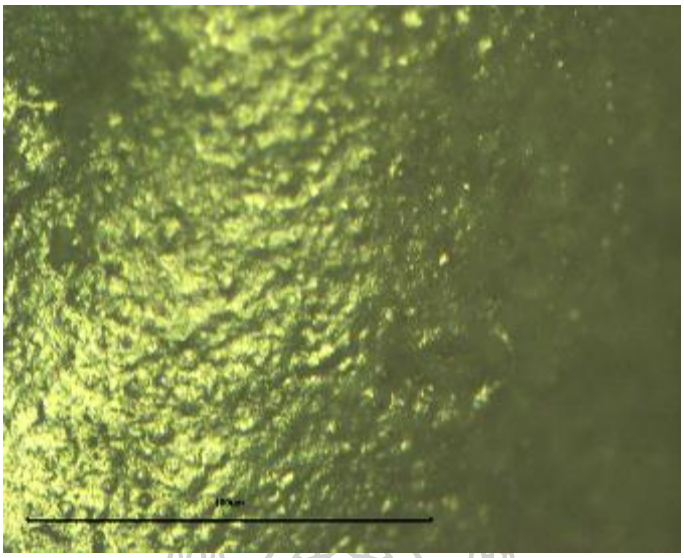


ภาพที่ 55 เมื่อเพิ่มกำลังขยายเป็น 100 เท่า พบร่องรอยขูดขีดบางๆ ผิวฟันมีความขรุขระ

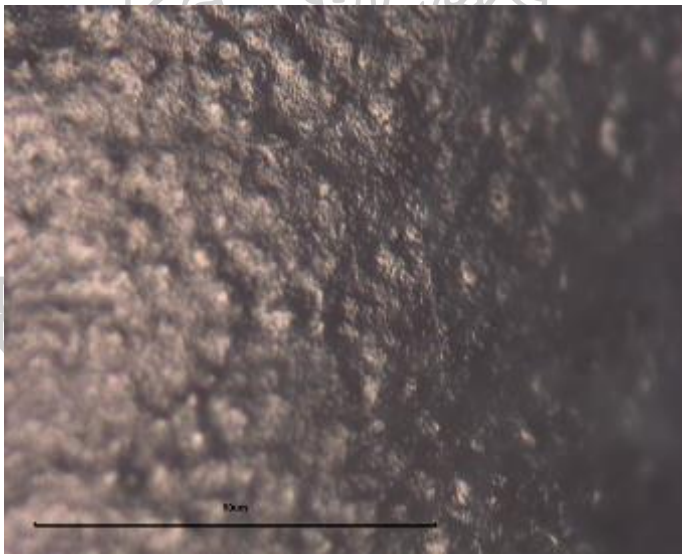
จากภาพสามารถสังเกตร่องรอยขูดขีดเบาบางมาก และพบร่องรอยหลุมเล็กน้อย จากพฤติกรรมการบริโภคอาหาร (ดูตารางที่ 8) พบว่าตัวอย่างที่ 5 มีการบริโภคเนื้อสัตว์ที่ผ่านกรรมวิธีทอด ต้ม ผัด ซึ่งความแข็งของอาหารมีน้อยมากและมีพฤติกรรมการแปรงฟันในระดับปานกลางจึงอาจทำให้เกิดร่องรอยได้ไม่ชัดเจน อย่างไรก็ตามตัวอย่างหมายเลข 5 มักบริโภคอาหารที่มีรสเปรี้ยวซึ่งเป็นฤทธิ์กัดกร่อนแต่อาจส่งผลไม่มากต่อพื้นผิวของฟัน

<u>ตัวอย่างที่ 6</u> อายุ 28 ปี เพศหญิง อาศัยอยู่ในบ้านพัก บริโภคอาหารประเภทเนื้อเป็นส่วนใหญ่ เช่น เนื้อหมู นิยมบริโภคอาหารรสไม่จัด มีพฤติกรรมการเลือกบริโภคอาหารตามความชอบ พฤติกรรมการแปรงฟันมีความรุนแรงระดับมากและมีการใช้ไม้จิ้มฟันอยู่บ่อยครั้ง และมีการบริโภคน้ำอัดลมบ่อยครั้ง

ลักษณะร่องรอยที่สังเกตได้จากการถ่ายภาพด้วยกล้องจุลทรรศน์ชนิดสเตอริโอ รุ่น คาร์ลไซส์ ไมโครสโคปี แอกซิโอ เอ วัน



ภาพที่ 56 ภาพถ่ายกำลังขยาย 50 เท่า สังเกตเห็นร่องรอยหลุมได้อย่างชัดเจน และพบว่าร่องรอยเหล่านี้กระจายอยู่ทั่วพื้นที่ที่ทำการศึกษา สังเกตเห็นร่องรอยขูดขีดได้ไม่ชัดเจน



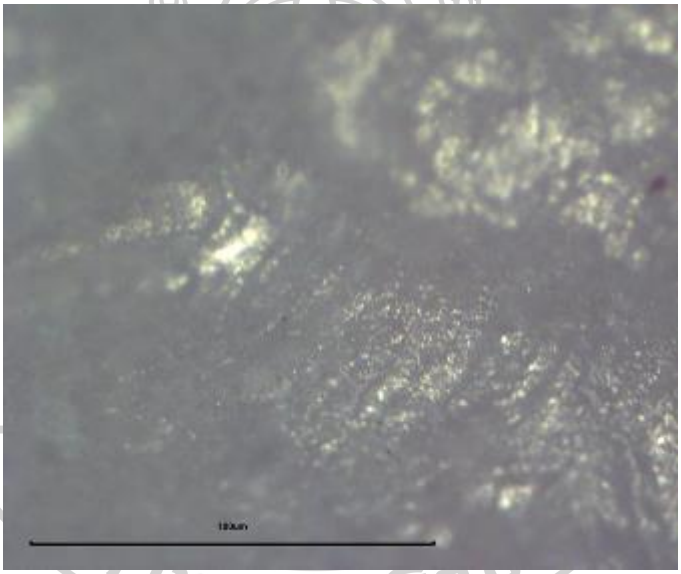
ภาพที่ 57 เมื่อเพิ่มกำลังขยายเป็น 100 เท่า พบว่ามีร่องรอยขูดขีดบางๆ ปนอยู่กับร่องรอยหลุม

จากภาพสามารถสังเกตเห็นร่องรอยหลุมกระจายอยู่ทั่วพื้นที่จนแทบไม่สามารถสังเกตเห็นร่องรอยขูดขีด จากลักษณะพฤติกรรมการบริโภคอาหารของตัวอย่างหมายเลข 6 นั้นพบว่านิยมบริโภคอาหารประเภทเนื้อสัตว์เป็นส่วนใหญ่ (ดูตารางที่ 9) กรรมวิธีในการทำอาหารมีความหลากหลายทั้ง ทอด ต้ม ย่าง ความอ่อนนิ่มของอาหารมีหลายระดับ แต่เมื่อพิจารณาจากพฤติกรรมอื่นๆที่อาจส่งผลต่อการเกิดร่องรอยนั้นพบว่าตัวอย่างนี้มีการบริโภคน้ำอัดลมอยู่เป็นประจำ

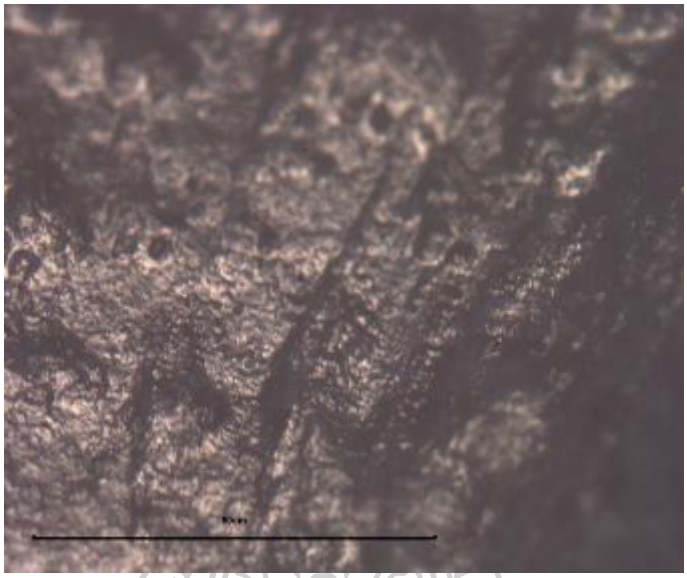
ซึ่งน้ำอัดลมประกอบด้วยกรดคาร์บอนิกซึ่งมีฤทธิ์กัดกร่อนผิวฟัน ดังนั้นร่องรอยการสึกขนาดเล็กที่ปรากฏในลักษณะหลุมบนผิวฟันของตัวอย่างนี้อาจเกิดจากการกระทำของกรดคาร์บอนิกในน้ำอัดลมได้

<u>ตัวอย่างที่ 7</u> อายุ 28 ปี เพศหญิง อาศัยอยู่ในหอพัก บริโภคอาหารประเภทเนื้อสัตว์เป็นส่วนใหญ่ เช่น เนื้อหมู เนื้อไก่ นิยมบริโภคอาหารรสชาติไม่จัด มีพฤติกรรมการเลือกบริโภคตามชอบและสะดวกเป็นหลัก พฤติกรรมการแปรงฟันอยู่ในระดับรุนแรงปานกลาง

ลักษณะร่องรอยที่สังเกตได้จากการถ่ายภาพด้วยกล้องจุลทรรศน์ชนิดสเตอริโอ รุ่น คาร์ลไซส์ ไมโครสโคปี แอกซิโอ เอ วัน



ภาพที่ 58 ภาพถ่ายกำลังขยาย 50 เท่า ร่องรอยมีความลึกจนสามารถสังเกตเห็นได้ชัดเจน



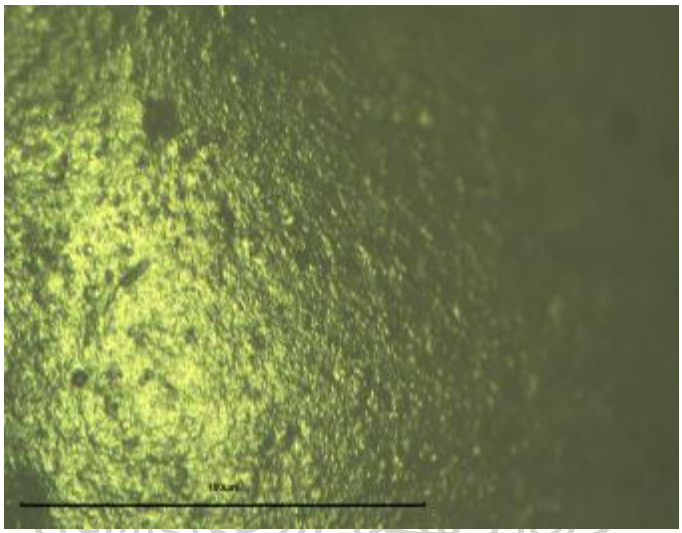
ภาพที่ 59 เมื่อเพิ่มกำลังขยายเป็น 100 เท่า พบว่าร่องรอยขูดขีดที่พบมีขอบที่คม มีความลึก ร่องรอยดังกล่าวเกิดขึ้นจากการเสียดสีวัตถุที่มีความแข็งในลักษณะเยื้องขากรรไกร

จากภาพสามารถสังเกตเห็นลักษณะร่องรอยขูดขีดที่มีความลึกและชัดเจน เมื่อพิจารณาจากพฤติกรรมการบริโภคอาหารของตัวอย่างหมายเลข 7 (ดูตารางที่ 10) พบว่าบริโภคเนื้อสัตว์เป็นส่วนใหญ่ จำพวกเนื้อหมู เนื้อไก่ ซึ่งผ่านกรรมวิธีการย่างและทอด ร่องรอยขูดขีดเป็นแนวยาวดังกล่าวเกิดจากการเสียดสีระหว่างอาหารที่มีลักษณะแข็ง จากรายการอาหารที่ตัวอย่างได้บริโภคนั้น พบว่ามี 2 รายการที่มีความแข็งอาหารค่อนข้างมาก นั่นคือ ปลาแดดเดียวทอดและซี่โครงหมูทอด ซึ่งทั้งสองรายการนี้มีความแข็งจากกระดูกที่ติดอยู่กับเนื้อสัตว์ ดังนั้นร่องรอยที่สามารถสังเกตได้นี้อาจเกิดจากอาหารเหล่านี้ ซึ่งลักษณะของร่องรอยแสดงถึงการเยื้องขากรรไกรในขณะเคี้ยวอาหารที่มีความเหนียว และนอกจากนี้ยังพบร่องรอยหลุมที่เกิดจากการกัดหรือขบอาหารให้แตกขาดจากกัน ปะปนอยู่กับร่องรอยขูดขีดอีกด้วย

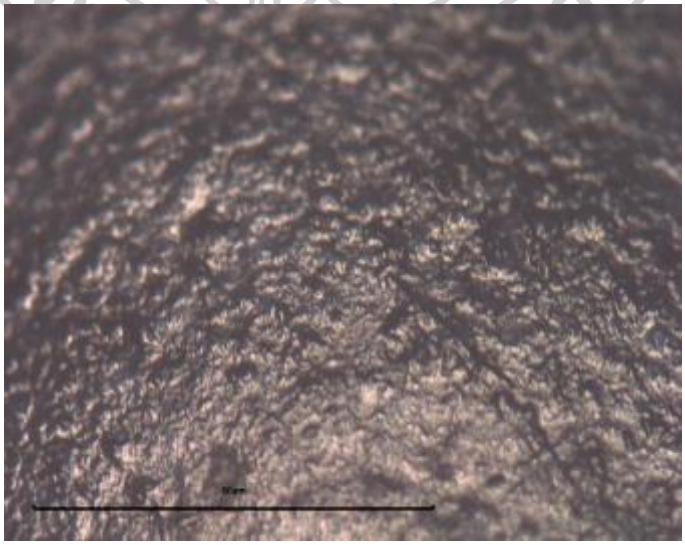
<u>ตัวอย่างที่ 8</u> อายุ 26 ปี เพศหญิง

อาศัยอยู่ในบ้านพัก บริโภคเนื้อสัตว์เป็นส่วนใหญ่ เช่น เนื้อหมู นิยมบริโภคอาหารที่มีรสเปรี้ยว เลือกบริโภคอาหารตามความชอบเป็นหลัก มีพฤติกรรมการแปรงฟันในระดับรุนแรงมาก

ลักษณะร่องรอยที่สังเกตได้จากการถ่ายภาพด้วยกล้องจุลทรรศน์ชนิดสเตอริโอ รุ่น คาร์ลไซส์ ไมโครสโคปี แอกซิโอ เอ วัน



ภาพที่ 60 ภาพถ่ายกำลังขยาย 50 เท่า พบร่องรอยหลุมและร่องรอยขูดขีดปะปนกันแต่ไม่หนาแน่น

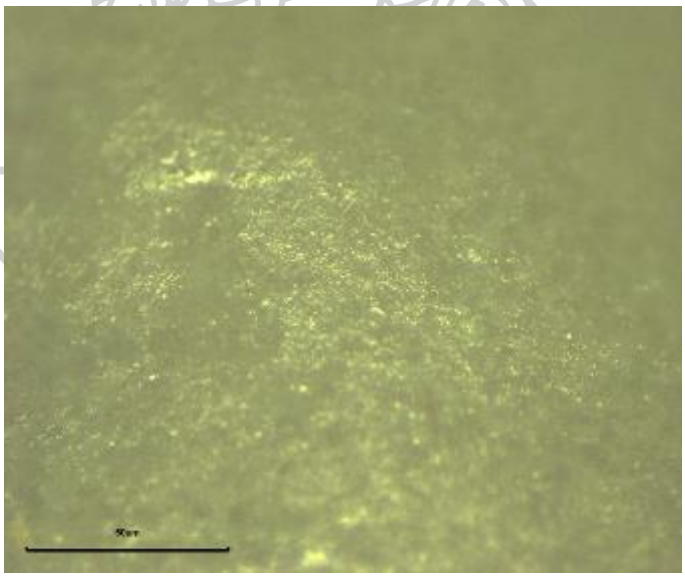


ภาพที่ 61 เมื่อเพิ่มกำลังขยายเป็น 100 เท่า พบว่าพื้นผิวฟันมีลักษณะขรุขระ มีร่องรอยหลุมขนาดเล็กกระจายอยู่ และร่องรอยขูดขีดที่สามารถสังเกตได้มีความตื้นลึกปะปนกัน

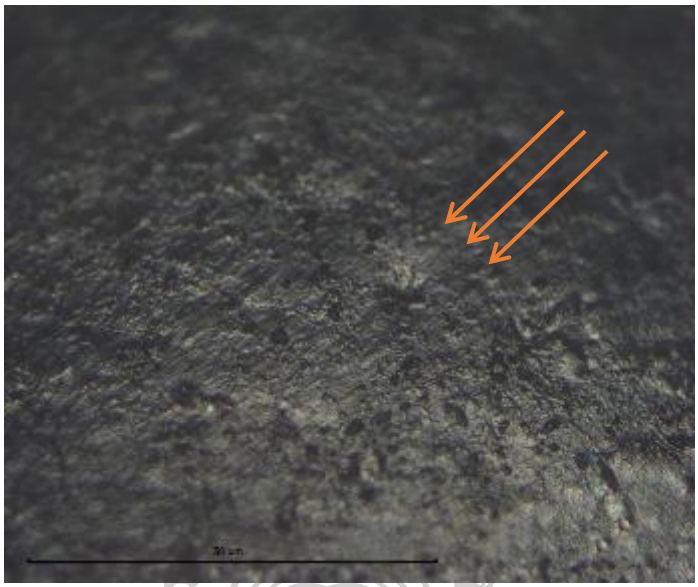
จากภาพสามารถสังเกตได้ว่าพื้นผิวฟันมีความขรุขระ มีร่องรอยหลุมขนาดเล็กกระจายตัวอยู่ เมื่อพิจารณาจากอาหารที่บริโภค (ดูตารางที่ 11) พบว่าตัวอย่างบริโภคเนื้อหมูที่ผ่านกรรมวิธีย่างและทอดเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งทำให้เนื้อที่นำมาบริโภคนั้นมีความแข็งขึ้น ในกระบวนการบดเคี้ยวอาหารจะต้องกัดเพื่อให้อาหารขาดจากกันและเยื้องขากรรไกรขณะเคี้ยวเพื่อให้อาหารละเอียด ทำให้เกิดร่องรอยทั้งในลักษณะขูดขีดและเป็นหลุม นอกจากนี้ตัวอย่างหมายเลข 8 ยังนิยมบริโภคอาหารที่มีรสชาติเปรี้ยว ซึ่งมีฤทธิ์เป็นกรดทำให้ผิวฟันเกิดการสึกกร่อน

<u>ตัวอย่างที่ 9</u> อายุ 29 ปี เพศชาย อาศัยอยู่ในบ้านพัก บริโภคอาหารประเภทเนื้อสัตว์เป็นส่วนใหญ่ เช่น เนื้อหมู เนื้อไก่ เลือกบริโภคอาหารตามความชอบเป็นหลัก มีพฤติกรรมการแปรงฟันในระดับรุนแรงมาก

ลักษณะร่องรอยที่สังเกตได้จากการถ่ายภาพด้วยกล้องจุลทรรศน์ชนิดสเตอริโอ รุ่น คาร์ลไซส์ ไมโครสโคปี แอกซิโอ เอ วัน



ภาพที่ 62 ภาพถ่ายกำลังขยาย 50 เท่า พบร่องรอยขูดขีดบางๆ วางตัวในทิศทางเดียวกัน

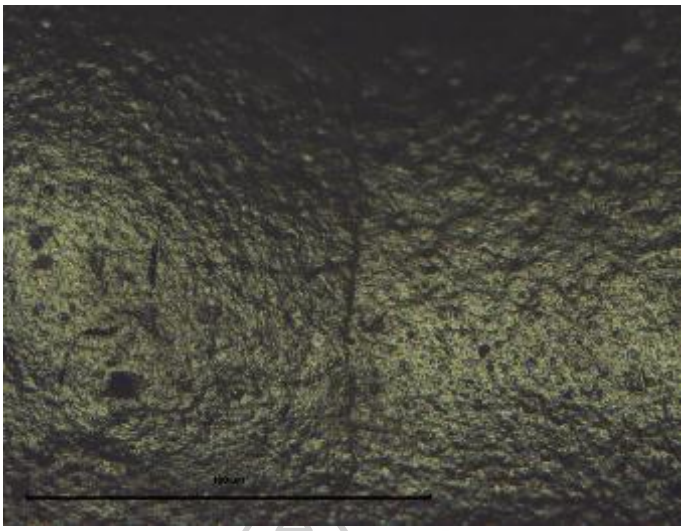


ภาพที่ 63 เมื่อเพิ่มกำลังขยายเป็น 100 เท่า พบร่องรอยขูดขีดชัดเจนขึ้น และมีการวางตัวไปในทิศทางเดียวกัน

จากภาพสามารถสังเกตเห็นร่องรอยขูดขีดบางๆกระจายตัวทั่วพื้นที่ที่ศึกษา โดยมีการวางตัวไปในทิศทางเดียวกัน มีร่องรอยหลุมปะปนเล็กน้อย เมื่อพิจารณาลักษณะอาหารที่บริโภค (ดูตารางที่ 12) พบว่ามีการบริโภคเนื้อเป็นส่วนใหญ่ เช่น เนื้อหมู เนื้อปลา และรายการอาหารมีความหลากหลาย ความอ่อนนิ่มของอาหารมีมาก ซึ่งอาจทำให้เกิดร่องรอยบางๆบนผิวฟันได้ แต่เมื่อพิจาณาจากพฤติกรรมการแปรงฟันพบว่ามีการแปรงฟันในระดับรุนแรง จากร่องรอยขูดขีดที่สามารถสังเกตได้มีการวางตัวเรียงในแนวเดียวกัน มีความลึกและขนาดที่ใกล้เคียงกัน อาจเกิดจากพฤติกรรมการแปรงฟันที่รุนแรงของตัวอย่างหมายเลข 9

<u>ตัวอย่างที่ 10</u> อายุ 28 ปี เพศชาย อาศัยอยู่ในบ้านพัก บริโภคอาหารประเภทเนื้อสัตว์ เช่น เนื้อหมู เนื้อไก่ เป็นส่วนใหญ่ เลือกอาหารตามความสะดวกเป็นหลัก รสชาติที่นิยมคือรสหวาน บริโภคกาแฟดำทุกวัน และมีพฤติกรรมการแปรงฟันในระดับความรุนแรงปานกลาง

ลักษณะร่องรอยที่สังเกตได้จากการถ่ายภาพด้วยกล้องจุลทรรศน์ชนิดสเตอริโอ รุ่น คาร์ลไซส์ ไมโครสโคปี แอกซิโอ เอ วัน



ภาพที่ 64 ภาพถ่ายกำลังขยาย 50 เท่า พบร่องรอยหลุมขนาดเล็กกระจายตัวอยู่บนผิวฟันและพบร่องรอยขูดขีดไม่ลึกมากกระจายอยู่เช่นกัน

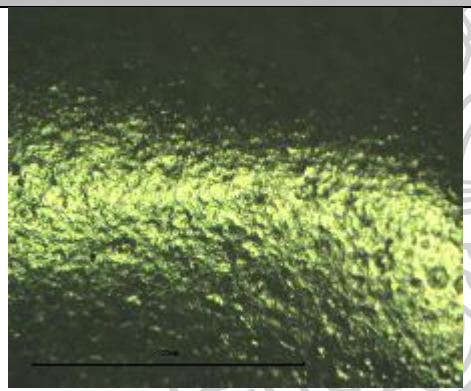
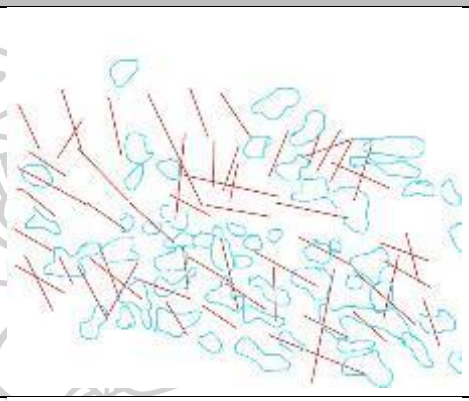
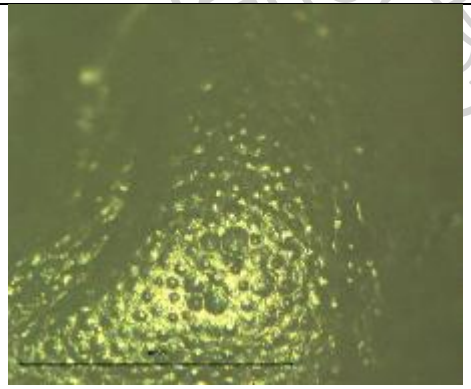
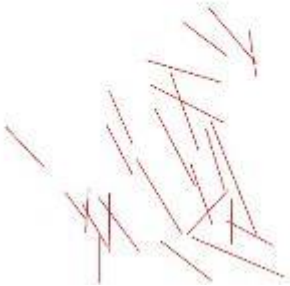
ภาพที่ 65 เมื่อเพิ่มกำลังขยายเป็น 100 เท่า ลักษณะพื้นผิวของฟันค่อนข้างขรุขระ พบร่องรอยขูดขีดกระจายตัวอยู่ไม่หนาแน่น

จากภาพสามารถสังเกตเห็นร่องรอยที่ปรากฏบนผิวฟัน พบทั้งร่องรอยขูดขีดและร่องรอยหลุม จากลักษณะอาหารที่บริโภค (ดูตารางที่ 13) พบว่าตัวอย่างหมายเลข 10 บริโภคเนื้อหมูที่ผ่านกรรมวิธีหลายอย่าง ได้แก่ ต้ม ย่าง ทอด ผัด ซึ่งอาหารมีความอ่อนนิ่ม อาจทำให้เกิดร่องรอยได้ไม่ชัดเจน แต่เมื่อพิจารณาจากพฤติกรรมการดื่มกาแฟและน้ำอัดลมซึ่งมีส่วนประกอบของกรดคาร์บอนิก ทำให้เกิดการกัดกร่อนบนผิวฟันขึ้น จากภาพพบว่าผิวฟันมีการสึกกร่อนที่อาจเกิดจากการกระทำของกรดที่บริโภคเข้าไป

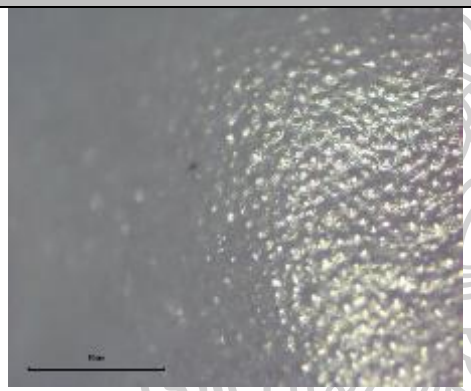
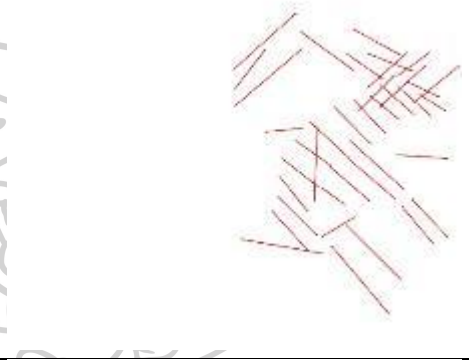
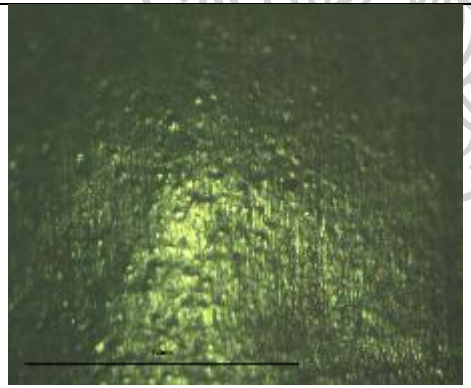
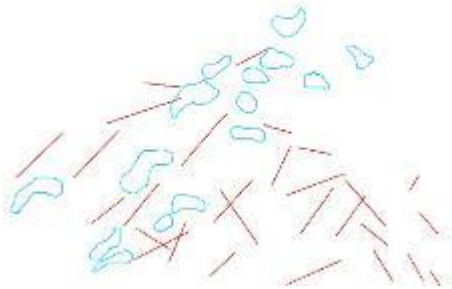
มหาวิทยาลัยศิลปากร

5.1.2 การวิเคราะห์ร่องรอยการสึกขนาดเล็กบนผิวฟันของตัวอย่างปัจจุบันในเชิงปริมาณ

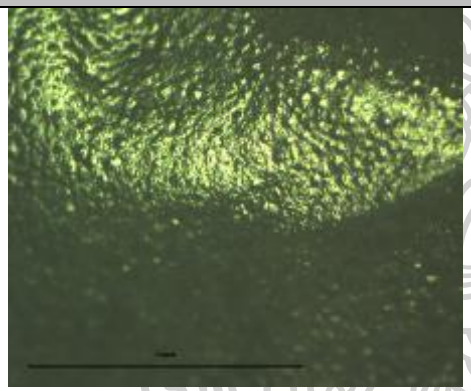
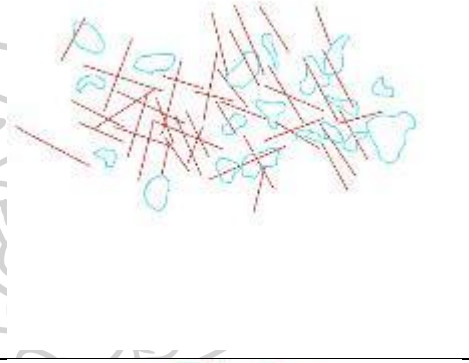
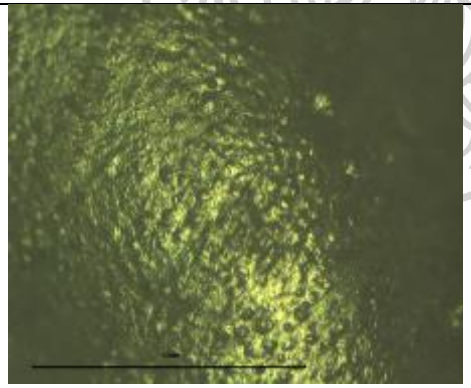
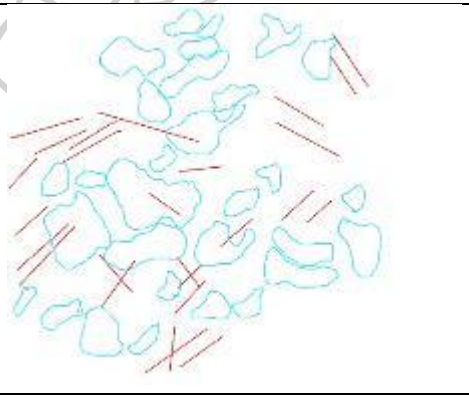
ตาราง 14 ตารางตัวอย่างฟันจากคนปัจจุบัน ถ่ายภาพด้วยกล้อง กล้องจุลทรรศน์ชนิดสเตอริโอ รุ่น คาร์ล ไซส์ ไมโครสโคปี แอกซิโอ เอ วัน กำลังขยาย 50x

ตัวอย่างที่	ร่องรอยที่สังเกตได้	ภาพลายเส้นของร่องรอย	ร่องรอยขูดขีด (scratch)	ร่องรอยหลุม (pit)
1 เพศหญิง อายุ 28 ปี บริโภคพืชเป็นส่วนใหญ่			56	51
2 เพศหญิง อายุ 23 ปี บริโภคพืชเป็นส่วนใหญ่			23	0

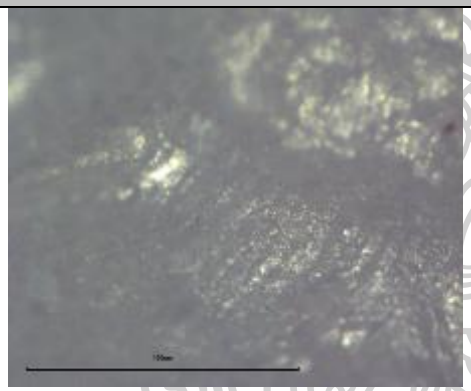
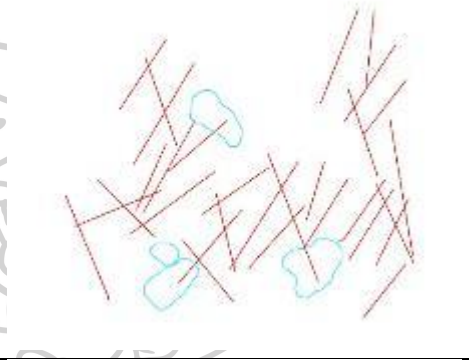
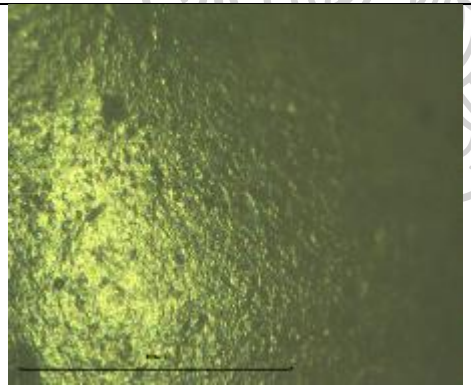
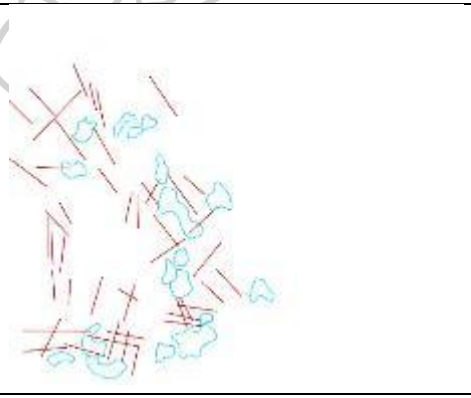
ตารางที่ 14 (ต่อ)

ตัวอย่างที่	ร่องรอยที่สังเกตได้	ภาพลายเส้นของร่องรอย	ร่องรอยขูดขีด (scratch)	ร่องรอยหลุม (pit)
3 เพศหญิง อายุ 23 ปี บริโภคพืชเป็นส่วนใหญ่			35	0
4 เพศหญิง อายุ 22 ปี บริโภคเนื้อสัตว์เป็นส่วนใหญ่			28	15

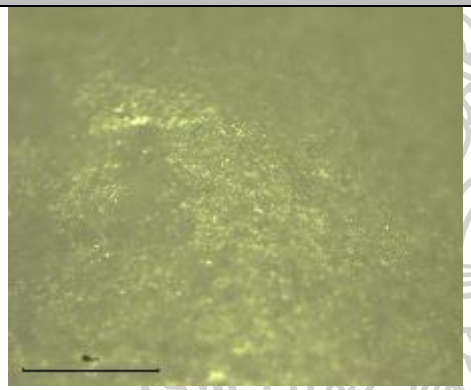
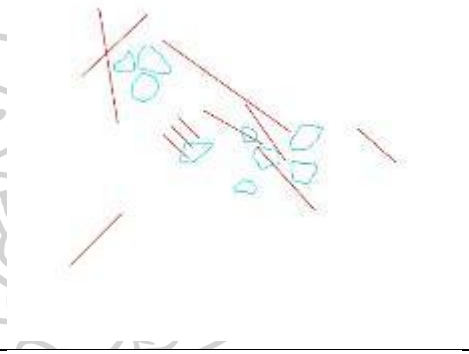
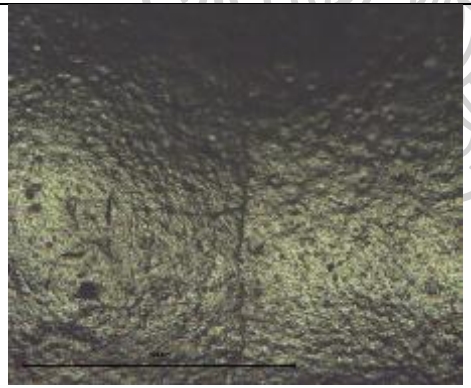
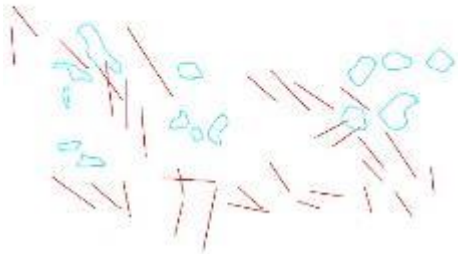
ตารางที่ 14 (ต่อ)

ตัวอย่างที่	ร่องรอยที่สังเกตได้	ภาพลายเส้นของร่องรอย	ร่องรอยขูดขีด (scratch)	ร่องรอยหลุม (pit)
5 เพศหญิง อายุ 28 ปี บริโภคเนื้อสัตว์เป็นส่วนใหญ่			45	19
6 เพศหญิง อายุ 28 ปี บริโภคเนื้อสัตว์เป็นส่วนใหญ่			25	30

ตารางที่ 14 (ต่อ)

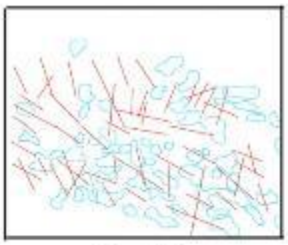
ตัวอย่างที่	ร่องรอยที่สังเกตได้	ภาพลายเส้นของร่องรอย	ร่องรอยขูดขีด (scratch)	ร่องรอยหลุม (pit)
7 เพศหญิง อายุ 28 ปี บริโภคเนื้อสัตว์เป็นส่วนใหญ่			30	4
8 เพศหญิง อายุ 26 ปี บริโภคเนื้อสัตว์เป็นส่วนใหญ่			50	18

ตารางที่ 14 (ต่อ)

ตัวอย่างที่	ร่องรอยที่สังเกตได้	ภาพลายเส้นของร่องรอย	ร่องรอยขูดขีด (scratch)	ร่องรอยหลุม (pit)
9 เพศชาย อายุ 29 ปี บริโภคเนื้อสัตว์เป็นส่วนใหญ่			11	9
10 เพศชาย อายุ 28 ปี บริโภคเนื้อสัตว์เป็นส่วนใหญ่			32	14

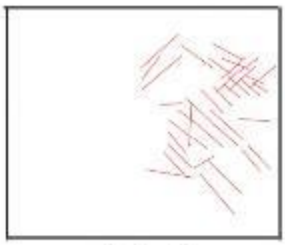
การเปรียบเทียบร่องรอยการสึกขนาดเล็กที่เกิดขึ้นบนผิวฟันของกลุ่มตัวอย่างคนในปัจจุบัน

กลุ่มบริโภคพืชเป็นส่วนใหญ่



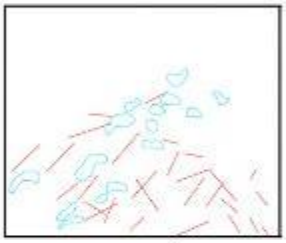
ตัวอย่างที่ 1

ตัวอย่างที่ 2

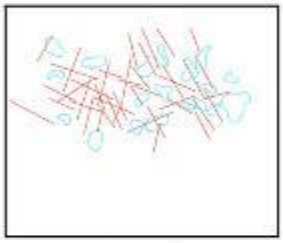


ตัวอย่างที่ 3

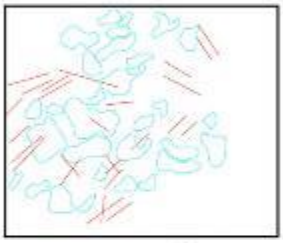
กลุ่มบริโภคเนื้อสัตว์เป็นส่วนใหญ่



ตัวอย่างที่ 4

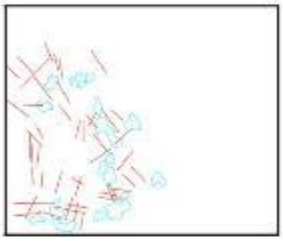


ตัวอย่างที่ 5

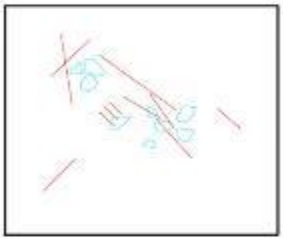


ตัวอย่างที่ 6

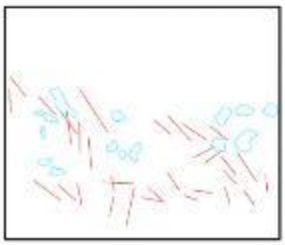
ตัวอย่างที่ 7



ตัวอย่างที่ 8



ตัวอย่างที่ 9



ตัวอย่างที่ 10

จากการเปรียบเทียบตัวอย่างในปัจจุบันทั้งสองกลุ่มนี้ พบว่าทั้งสองกลุ่มมีรูปแบบร่องรอยการสึกที่แตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัด นั่นคือในกลุ่มบริโภคพืชเป็นส่วนใหญ่จะพบร่องรอยที่มีลักษณะเป็นเส้นขูดขีด ในกลุ่มบริโภคเนื้อสัตว์เป็นส่วนใหญ่นั้นพบว่ามีร่องรอยขูดขีดและร่องรอยหลุมปะปนกัน แต่ในตัวอย่างที่ 1 พบว่าร่องรอยแตกต่างจากตัวอย่างอื่นที่อยู่ในกลุ่มบริโภคพืชเป็นส่วนใหญ่ เมื่อพิจารณาจากพฤติกรรมการบริโภคอาหารของตัวอย่างที่ 1 ในตารางที่ 4 พบว่ามักบริโภคอาหารที่เป็นกรดทั้งอาหารรสเปรี้ยวและกาแฟที่มีฤทธิ์เป็นกรดอยู่เป็นประจำ ส่งผลให้ผิวฟันเกิดการสึกกร่อนในลักษณะเป็นหลุมขนาดเล็กและมีความขรุขระกระจายอยู่ทั่วผิวฟัน

สรุปผลการวิเคราะห์รอยสึกขนาดเล็กบนผิวฟันจากตัวอย่างคนปัจจุบัน

จากการศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์กำลังขยายสูง กำลังขยาย 50 เท่า กับตัวอย่างคนปัจจุบันทั้ง 10 ตัวอย่าง ประกอบด้วยตัวอย่างเพศหญิง 8 คน ตัวอย่างเพศชาย 2 คน อายุอยู่ในช่วง 22-29 ปี แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มคือกลุ่มบริโภคเนื้อสัตว์เป็นส่วนใหญ่ 7 ตัวอย่าง กลุ่มบริโภคพืชเป็นส่วนใหญ่ 3 ตัวอย่าง สามารถสังเกตเห็นร่องรอยการสึกขนาดเล็กบนผิวฟันกระจายตัวอยู่ในบริเวณที่ทำการศึกษา เมื่อพิจารณาจากทั้งสองกลุ่มตัวอย่างประชากรพบว่าในกลุ่มบริโภคพืชเป็นส่วนใหญ่นั้นพื้นผิวฟันมีความขรุขระน้อยกว่ากลุ่มบริโภคเนื้อสัตว์เป็นอาหาร **ยกเว้น** ตัวอย่างที่ 1 ที่พบว่าผิวฟันมีความขรุขระและพบร่องรอยหลุมเป็นจำนวนมากแตกต่างจากตัวอย่างอื่นที่อยู่ในกลุ่มเดียวกัน (ดูภาพที่ 46) จากการนับจำนวนร่องรอยที่เกิดขึ้นพบว่าร่องรอยขูดขีดและร่องรอยหลุมที่เกิดขึ้นในทั้งสองกลุ่มนั้นมีความแตกต่างกัน โดยในกลุ่มบริโภคพืชเป็นหลักพบร่องรอยขูดขีดเป็นมากกว่าร่องรอยหลุมและในกลุ่มบริโภคเนื้อสัตว์เป็นส่วนใหญ่พบทั้งร่องรอยขูดขีดและร่องรอยหลุม

เมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาลักษณะการสึกบนผิวฟันของสัตว์กินเนื้อและสัตว์กินพืชจากคณะวิจัยของเดซานติส (2012) และคณะวิจัยของ กัลบานี (2009) พบลักษณะที่แตกต่างกันของผิวฟันจากสัตว์ทั้งสองชนิดนี้ ในสัตว์กินเนื้อจะพบว่าร่องรอยการสึกขนาดเล็กมีลักษณะเป็นหลุมทั้งลึกและตื้นปะปนกัน พื้นผิวมีความขรุขระเป็นอย่างมาก ในขณะที่ผิวฟันของกลุ่มสัตว์กินพืชจะมีลักษณะของร่องรอยการสึกขนาดเล็กในลักษณะที่เป็นร่องรอยขูดขีด ร่องเป็นแนวยาว มีทั้งร่องลึกและตื้นปะปนกัน จากพฤติกรรมการกินอาหารของสัตว์ทั้งสองกลุ่มแสดงให้เห็นถึงการเกิดร่องรอยการสึกขนาดเล็กจากอาหารแต่ละประเภทที่เกิดขึ้นแตกต่างกัน สอดคล้องกับตัวอย่างประชากรปัจจุบันเมื่อพิจารณาแต่ละกลุ่มตัวอย่าง (ดูตารางที่ 14)

เมื่อนำตัวอย่างในแต่ละกลุ่มมาวิเคราะห์ร่วมกับพฤติกรรมการบริโภคอาหาร การเลือกอาหาร และพฤติกรรมการแปรงฟันของประชากรตัวอย่างในแต่ละบุคคลผลจากการศึกษาจากลักษณะของร่องรอยการสึกขนาดเล็กมีดังนี้

กลุ่มประชากรตัวอย่างที่บริโภคพืชเป็นส่วนใหญ่

ตัวอย่างที่บริโภคพืชเป็นส่วนใหญ่ที่ใช้ในการศึกษามีทั้งหมด 3 ตัวอย่าง รายละเอียดดังตารางต่อไปนี้

ตาราง 15 ตารางตัวอย่างจากคนปัจจุบันกลุ่มบริโภคพืชเป็นส่วนใหญ่ จำนวน 3 ตัวอย่าง

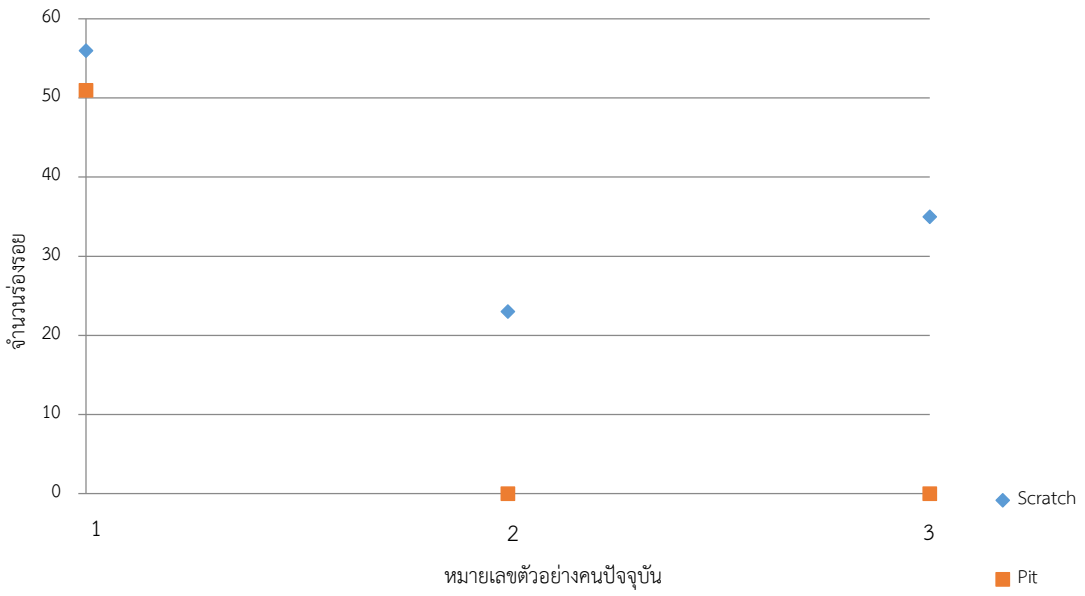
หมายเลขตัวอย่าง	1	2	3
เพศ	หญิง	หญิง	หญิง
อายุ	28	23	23

จากการบันทึกลักษณะอาหารที่บริโภคของกลุ่มตัวอย่างนี้พบว่าตัวอย่างทั้ง 3 มีการบริโภคพืชที่มีความอ่อนนิ่มสูง เนื่องจากผ่านกรรมวิธีทำให้สุกด้วยการผัดและต้มแล้ว พืชดังกล่าวมีความอ่อนนิ่มจนส่งผลกับร่องรอยการสึกบนผิวฟันได้น้อยมาก ส่วนใหญ่พบร่องรอยขูดขีดบางเบามาก ผักสดหรือผลไม้ที่นำมาบริโภคเป็นพืชที่มีความหยาบของเส้นใยน้อย แต่ในตัวอย่างที่ 1 พบว่ามีร่องรอยหลุมกระจายตัวอย่างหนาแน่นแตกต่างจากตัวอย่างที่ 2 และ 3 เมื่อพิจารณาจากพฤติกรรมการบริโภคอาหารของตัวอย่างหมายเลข 1 พบว่า เป็นบุคคลที่มีพฤติกรรมการบริโภคเครื่องดื่มที่มีฤทธิ์เป็นกรดเป็นประจำ เช่น กาแฟและอาหารที่มีรสเปรี้ยวอยู่เป็นประจำ ส่งผลให้เกิดการกัดกร่อนของผิวฟันในลักษณะเป็นร่องรอยหลุมดังภาพ เมื่อนับจำนวนร่องรอยที่สามารถสังเกตได้ พบว่ามีจำนวนร่องรอยหลุมมากถึง 51 ร่องรอย (ดูตารางที่ 14) ในตัวอย่างที่ 2 และ 3 ร่องรอยขูดขีดค่อนข้างเบาบางจนแทบไม่สามารถสังเกตได้ และไม่ปรากฏร่องรอยหลุมบนผิวฟัน

จากการศึกษาลักษณะของร่องรอยการสึกบนผิวฟันที่เกิดขึ้นด้วยกล้องจุลทรรศน์ชนิดสเตอริโอ พบว่าร่องรอยที่เกิดขึ้นสามารถนับจำนวนร่องรอยแต่ละประเภทได้ ดังแผนภูมิต่อไปนี้

แผนภูมิ 1 แผนภูมิแสดงจำนวนร่องรอยที่สังเกตได้จากตัวอย่างคนปัจจุบันบริโภคพืชเป็นส่วนใหญ่

ตัวอย่างจากคนปัจจุบัน (บริโภคพืชเป็นส่วนใหญ่)



จากแผนภูมิของตัวอย่างคนปัจจุบันในกลุ่มคนที่บริโภคพืชเป็นส่วนใหญ่นี้จะเห็นได้ว่าจำนวนของร่องรอยขูดขีด (Scratch) และร่องรอยหลุม (Pit) ที่พบบนผิวฟันมีจำนวนของร่องรอยในลักษณะร่องรอยขูดขีดมากกว่าร่องรอยหลุม จากค่าเฉลี่ยของจำนวนร่องรอยขูดขีดมีค่าเท่ากับ 38 ค่าเฉลี่ยของร่องรอยหลุมมีค่าเท่ากับ 17 เมื่อคิดเป็นอัตราส่วนรอยขูดขีดต่อรอยหลุมจะเท่ากับ 5:1 คือมีอัตราการเกิดร่องรอยในลักษณะขูดขีดมากกว่าร่องรอยหลุมถึง 5 เท่า แตกต่างจากกลุ่มที่บริโภคเนื้อสัตว์เป็นหลัก

เมื่อพิจารณาจากลักษณะอาหารที่ประชากรตัวอย่างบริโภคเข้าไป (ดูตารางที่ 4-6) พบว่าในตัวอย่างที่ 1 พบอัตราการเกิดร่องรอยขูดขีดใกล้เคียงกับการเกิดร่องรอยหลุม และมีจำนวนร่องรอยสูงที่สุดในแผนภูมิ เมื่อพิจารณาลักษณะของอาหารพบว่าตัวอย่างที่ 1 มีการบริโภคอาหารที่มีความหลากหลาย และบริโภคอาหารที่มีลักษณะเป็นกรด ได้แก่ อาหารรสเปรี้ยว และดื่มกาแฟเป็นประจำทุกวันซึ่งกาแฟมีฤทธิ์ในการกัดกร่อนผิวฟันจึงอาจเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ผิวฟันมีลักษณะกร่อนและเกิดร่องรอยหลุมในปริมาณสูงใกล้เคียงกับร่องรอยขูดขีด ส่วนในตัวอย่างที่ 2 และ 3 นั้น มีการบริโภคอาหารที่มีเส้นใยมากเช่น ผลไม้สด ผักสด และอาหารที่มีความอ่อนนุ่ม จึงไม่พบร่องรอยลักษณะหลุมบนผิวฟัน พบเพียงร่องรอยขูดขีดเท่านั้น

กลุ่มประชากรตัวอย่างที่บริโภคเนื้อสัตว์เป็นส่วนใหญ่

ตัวอย่างคนปัจจุบันในกลุ่มนี้ที่ใช้ในการศึกษามีทั้งหมด 7 ตัวอย่าง รายละเอียดดังตารางต่อไปนี้

ตาราง 16 ตารางตัวอย่างจากคนปัจจุบันกลุ่มบริโภคเนื้อสัตว์เป็นส่วนใหญ่ จำนวน 7 ตัวอย่าง

หมายเลขตัวอย่าง	4	5	6	7	8	9	10
เพศ	หญิง	หญิง	หญิง	หญิง	หญิง	ชาย	ชาย
อายุ	22	28	28	28	27	29	28

จากการเก็บข้อมูลโดยการสัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่าง พบว่าลักษณะของอาหารที่บริโภคนั้นส่วนใหญ่นิยมรับประทานเนื้อหมู โดยส่วนใหญ่เป็นส่วนที่ไม่ติดกระดูก และเนื้อไก่ที่บริโภคนั้นเป็นส่วนที่ติดกระดูก เช่น ส่วนปีก ส่วนสะโพก ส่วนน่อง เนื้อที่นำมาบริโภคถูกนำมาปรุงให้สุกด้วยวิธีการทอด ย่าง และต้ม ทำให้ความเหนียวของเนื้อลดน้อยลง มีความอ่อนนิ่มมากขึ้น ความอ่อนนิ่มของเนื้อสัตว์ขึ้นอยู่กับหลายประการ ได้แก่ อายุ เพศ สายพันธุ์ ปริมาณของเนื้อเยื่อเกี่ยวพันในมัดกล้ามเนื้อ สภาวะการยืดตัวของกล้ามเนื้อ การสลายตัวของโปรตีนเส้นใยกล้ามเนื้อหลังการฆ่า ไขมันแทรกในเนื้อ ปัจจัยที่สำคัญที่ทำให้เนื้อมีความอ่อนนุ่มคือเนื้อเยื่อเกี่ยวพันที่สะสมในเนื้อ กล้ามเนื้อบางส่วนที่ออกแรงหรือใช้งานมากจะทำให้เนื้อส่วนนั้นมีการพัฒนาให้แข็งแรงสามารถใช้งานหนักได้ (วัชรวิทย์ มีหนองใหญ่, 2557, 443-444) การเลือกบริโภคเนื้อแต่ละส่วนจึงมีผลต่อการเยื้องขากรรไกร เนื่องจากต้องบดเคี้ยวอาหารที่มีความเหนียวในระดับต่างๆ ให้มีความละเอียด เนื้อหมูที่ส่วนใหญ่นำมาบริโภคนั้นเป็นส่วนเนื้อสันนอกและสันในจะได้รับความนิยมที่สุด เป็นเนื้อส่วนที่มีความนุ่ม สามารถนำไปประกอบอาหารได้หลากหลาย ส่วนไก่นั้นสามารถนำมาบริโภคได้ทั้งตัวเนื่องจากเป็นสัตว์ขนาดเล็ก ส่วนของเนื้อไก่ที่นิยมนำมาบริโภคคือสันใน อก ปีก และน่อง สามารถนำมาประกอบอาหารได้หลากหลายและเนื้อไก่ยังมีความอ่อนนิ่มมากเมื่อเทียบกับเนื้อหมู ตัวอย่างการศึกษาร่องรอยการสึกขนาดเล็กบนผิวฟันของสัตว์กินเนื้อ (DeSantis, 2016) พบว่าร่องรอยหลุมที่เกิดขึ้นบนผิวฟันสัตว์กินเนื้อมีร่องรอยหลุมขนาดเล็กและขนาดใหญ่ปะปนกัน บางชนิดพบร่องรอยขูดขีดที่มีความลึกปะปนอยู่

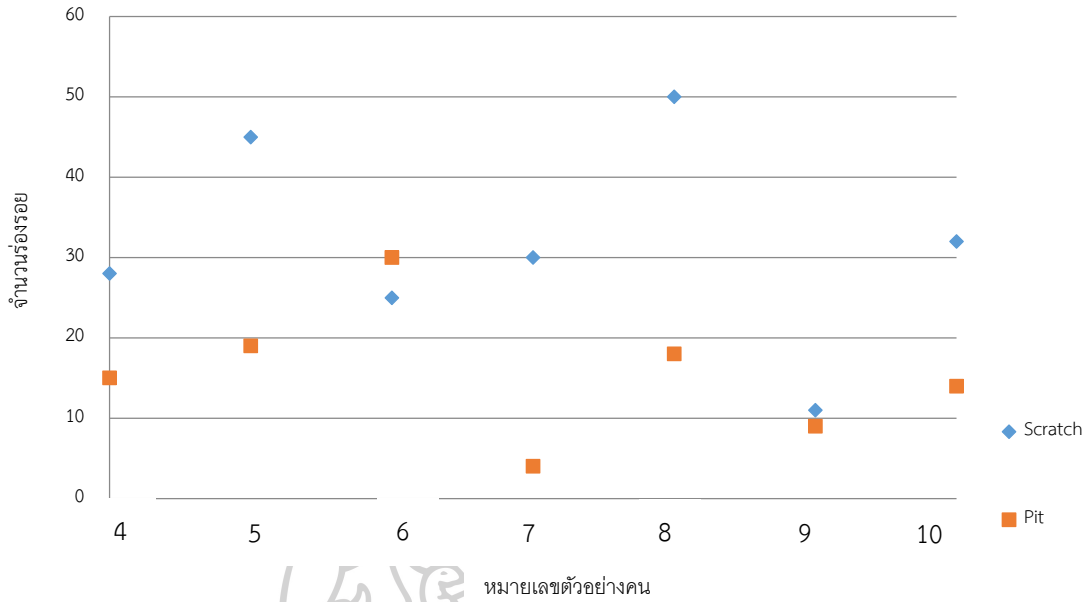
กับร่องรอยหลุม ร่องรอยเหล่านี้เกิดจากการบดเคี้ยวกระดูกของเหยื่อที่สัตว์เหล่านี้กินเข้าไป ความแข็งของกระดูกเกิดการเสียดสีกับผิวฟันขณะบดเคี้ยวอาหารจนทำให้ผิวฟันเกิดร่องรอยเหล่านี้

จากตัวอย่างคนปัจจุบันที่นิยมบริโภคเนื้อสัตว์เป็นส่วนใหญ่ที่ใช้ในการศึกษาทั้ง 7 ตัวอย่าง จากภาพรวมของกลุ่มตัวอย่างนี้ สามารถสังเกตเห็นร่องรอยขูดขีดและร่องรอยหลุมได้ชัดเจนกว่ากลุ่มตัวอย่างบริโภคพืชเป็นส่วนใหญ่ และมีอัตราเกิดร่องรอยหลุมมากกว่าโดยเฉพาะในตัวอย่างที่ 6 สามารถสังเกตเห็นได้ว่าผิวฟันค่อนข้างขรุขระมากกว่าตัวอย่างอื่นๆในกลุ่มเดียวกัน พบร่องรอยลักษณะเป็นหลุมมีจำนวนมากกว่าร่องรอยขูดขีด เมื่อพิจารณาจากพฤติกรรมการบริโภคอาหารพบว่าเป็นบุคคลที่ไม่บริโภคพืชเลยและดื่มน้ำอัดลมเป็นประจำ ซึ่งน้ำอัดลมมีฤทธิ์เป็นกรดเกิดการกัดกร่อนผิวฟัน ทำให้ผิวฟันของตัวอย่างที่ 6 มีความขรุขระและเกิดร่องรอยหลุมขนาดใหญ่และพบจำนวนมาก ร่องรอยที่เกิดขึ้นเป็นร่องรอยหลุมมีมากกว่าร่องรอยขูดขีด (ดูภาพที่ 56-57) และในตัวอย่างที่ 9 ร่องรอยที่สามารถสังเกตได้มีจำนวนต่ำกว่าตัวอย่างอื่นๆในกลุ่มเดียวกัน ซึ่งการเกิดร่องรอยบนผิวฟันของตัวอย่างหมายเลข 9 มีความแตกต่างจากตัวอย่างอื่นๆ เมื่อพิจารณาลักษณะอาหารที่บริโภคพบว่ามีการบริโภคอาหารที่มีชนิดที่หลากหลายและเป็นอาหารที่มีความอ่อนนิ่ม จึงอาจไม่ส่งผลต่อการเกิดร่องรอยการสึกมากนัก

จากการศึกษาร่องรอยการสึกที่เกิดขึ้นด้วยกล้องจุลทรรศน์ชนิดสเตอริโอสามารถสังเกตเห็นร่องรอยได้ด้วยตาเปล่าและสามารถนับจำนวนร่องรอยขูดขีดและจำนวนของร่องรอยหลุมที่เกิดขึ้น ในกลุ่มตัวอย่างนี้สามารถแสดงให้เห็นดังแผนภูมิต่อไปนี้

แผนภูมิ 2 แผนภูมิแสดงจำนวนร่องรอยที่สังเกตได้จากตัวอย่างคนปัจจุบันกลุ่มคนบริโภคเนื้อเป็นส่วนใหญ่

ตัวอย่างจากคนปัจจุบันบริโภคเนื้อเป็นส่วนใหญ่



จากแผนภูมินี้พบว่าจำนวนของร่องรอยขูดขีด (Scratch) มีมากกว่าร่องรอยหลุม (Pit) (ดูภาพในตารางที่ 14) ค่าเฉลี่ยของจำนวนร่องรอยขูดขีดมีค่าเท่ากับ 31.57 ค่าเฉลี่ยของร่องรอยหลุมมีค่าเท่ากับ 15.57 เมื่อเทียบเป็นอัตราส่วนการเกิดร่องรอยขูดขีดต่อร่องรอยหลุมมีค่าเท่ากับ 2:1 แสดงให้เห็นถึงอัตราการเกิดร่องรอยขูดขีดที่เกิดขึ้นมากกว่าร่องรอยหลุม 2 เท่า จากแผนภูมิจะเห็นได้ว่ากราฟที่แสดงผลนั้น อัตราการเกิดร่องรอยขูดขีดกับร่องรอยหลุมมีค่าต่างกันประมาณ 2 เท่า แต่ในตัวอย่างที่ 6 และ 9 มีความพบว่ามีอัตราการเกิดของร่องรอยขูดขีดต่อร่องรอยหลุมที่ใกล้เคียงกัน เมื่อพิจารณาจากลักษณะอาหารพบว่าใน**ตัวอย่างที่ 6** มีพฤติกรรมอื่นๆที่นอกเหนือจากการบริโภคเนื้อเป็นหลักคือการดื่มน้ำอัดลมบ่อยครั้ง ส่งผลให้เกิดการสึกกร่อนบนผิวฟันในลักษณะเป็นร่องรอยหลุมกระจายทั่วพื้นที่ที่ศึกษารวมทั้งพฤติกรรมการแปรงฟันในระดับรุนแรง พฤติกรรมทั้งสองนี้เป็นปัจจัยรบกวนที่สำคัญในการศึกษาตัวอย่างในปัจจุบัน ใน**ตัวอย่างที่ 9** จากพฤติกรรมการบริโภคเนื้อที่มีหลากหลายและอาหารมีความอ่อนนิ่มทำให้เกิดร่องรอยการสึกไม่มากนัก

จากแผนภูมิของตัวอย่างที่บริโภคพืชเป็นส่วนใหญ่และบริโภคเนื้อเป็นส่วนใหญ่เมื่อนำมาเปรียบเทียบกัน แสดงให้เห็นว่าในกลุ่มที่บริโภคเนื้อเป็นส่วนใหญ่นั้นอัตราการเกิดร่องรอยขูดขีดและ

ร่องรอยหลุมมีค่าไม่สูงนัก มีอัตราส่วนเพียง 2:1 หมายถึงอัตราการเกิดร่องรอยขูดขีดมีค่าสูงกว่าการเกิดร่องรอยหลุมเพียง 2 เท่า แต่ในกลุ่มตัวอย่างบริโภคพืชเป็นหลักนั้นมีอัตราการเกิดร่องรอยขูดขีดมากกว่าร่องรอยหลุม อัตราส่วน 5:1 หมายถึงอัตราการเกิดร่องรอยขูดขีดมีค่าสูงกว่าการเกิดร่องรอยหลุม 5 เท่า พบว่าในกลุ่มบริโภคพืชเป็นหลักจะพบว่าเกิดร่องรอยขูดขีดในจำนวนที่มากกว่า ทั้งนี้ในกลุ่มตัวอย่างบริโภคพืชเป็นหลักนั้นมีเพียง 3 ตัวอย่าง ซึ่งเป็นข้อจำกัดของงานและเป็นอคติในการเลือกตัวอย่าง ดังนั้น ค่าที่ได้จึงไม่ใช่ตัวแทนทั้งหมดที่สามารถนำมาใช้ในการเปรียบเทียบกับกลุ่มตัวอย่างจากแหล่งโบราณคดีได้ เนื่องจากจำนวนตัวอย่างของทั้งสองกลุ่มมีไม่มากพอและมีจำนวนไม่เท่ากัน ทำให้ไม่สามารถหาค่าเฉลี่ยที่เหมาะสมได้

ในตัวอย่างทั้งสองกลุ่มนี้ นอกจากปัจจัยด้านความแข็งและประเภทของอาหารที่ทำให้เกิดร่องรอยการสึกขนาดเล็กบนผิวฟันแล้ว ยังพบว่าพฤติกรรมที่ใช้ในชีวิตประจำวัน เช่น ความนิยมในรสชาติของอาหาร เช่น รสเปรี้ยว ซึ่งมีกรดเป็นส่วนประกอบสำคัญ ได้แก่ กรดอินทรีย์ จำพวกกรดซิตริก กรดมาลิก กรดทาร์ทาริก กรดที่ได้จากการกระบวนการหมัก ได้แก่ กรดแล็กทิก กรดแอซีติก กาแฟ เป็นเครื่องดื่มที่มีค่าความเป็นกรดด่าง (pH) ประมาณ 4-7 ซึ่งอยู่ในสภาพเป็นกรด สภาพที่เป็นกรดของอาหารดังกล่าวทำให้เกิดการสึกกร่อนเป็นร่องรอยในลักษณะหลุมที่มีขนาดใกล้เคียงกันและกระจายอยู่ทั่วพื้นที่ที่ทำการศึกษา ปัจจัยที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งที่ควรตระหนักถึงคือพฤติกรรมการแปรงฟัน เป็นพฤติกรรมที่มีการรบกวนผิวฟันโดยตรง ระดับความรุนแรงของการแปรงฟันในแต่ละตัวอย่างมีความแตกต่างกัน ในตัวอย่างที่มีพฤติกรรมการแปรงฟันระดับรุนแรงปานกลางจนถึงรุนแรงมาก เช่น ตัวอย่างที่ 1 (ดูภาพที่ 47) ตัวอย่างที่ 4 (ดูภาพที่ 52-53) จะพบร่องรอยการสึกในลักษณะที่เป็นเส้นขูดขีดยาวตรง วางตัวไปในทิศทางเดียวกัน ขนาดของร่องรอยมีความสม่ำเสมอ ทั้งนี้ในการวิเคราะห์จำเป็นจะต้องพิจารณาถึงพฤติกรรมของตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาประกอบด้วย

5.2 การวิเคราะห์ร่องรอยการสึกขนาดเล็กบนผิวฟันของตัวอย่างจากแหล่งโบราณคดี

ตัวอย่างจากแหล่งโบราณคดีทั้ง 13 ตัวอย่าง สามารถแบ่งออกเป็น 2 ชั้นวัฒนธรรมได้แก่

<u>ชั้นวัฒนธรรมที่ 1</u> ประกอบด้วยชั้นดินที่ 6, 5 กำหนดอายุประมาณ 3,850-4,080 ปีมาแล้ว จากตัวอย่างเปลือกหอยที่อยู่ในชั้นดินที่ 5 ด้วยวิธี AMS ตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาได้แก่ 076, 077, 078 พบโบราณวัตถุที่ฝังร่วมกัน ได้แก่ กระดูกสัตว์ ขวานหินขัด ขวานหินกะเทาะ สะเก็ดหิน ชิ้นส่วน

กำไลหิน เศษภาชนะดินเผา มีการจัดทิศทางการฝังศพหันศีรษะไปทางทิศใต้แล้วจึงเปลี่ยนมาเป็นทิศเหนือและทิศตะวันออก มีการทุบภาชนะมีนมปูรอง

<u>ชั้นวัฒนธรรมที่ 2</u> ประกอบด้วยชั้นดินที่ 4, 3 กำหนดอายุประมาณ 3,070-4,410 ปีมาแล้ว จากตัวอย่างเปลือกหอยในชั้นดินที่ 3,4 ด้วยวิธี AMS ตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาได้แก่ 065, 067, 071, 072, 079, 080, 083, 087, 095, 098 พบโบราณวัตถุที่ฝังร่วมกันคล้ายกับชั้นวัฒนธรรมที่ 1 ได้แก่ ขวานหินขัด ขวานหินกะเทาะ สะเก็ดหิน เศษภาชนะดินเผา กระดูกสัตว์ กำไลหิน มีการจัดทิศทางการฝังศพหันไปทางทิศตะวันตก

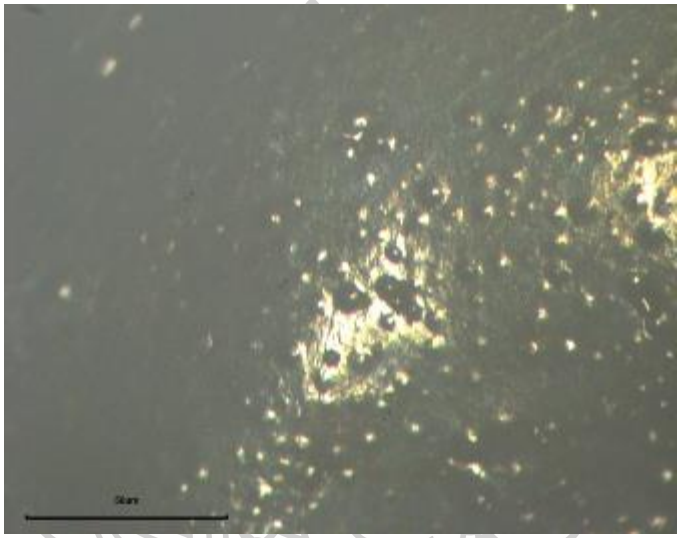
จากตัวอย่างโครงกระดูกที่นำมาศึกษาทั้ง 2 ชั้นวัฒนธรรมในแหล่งโบราณคดีหนองราชวัตร มีช่วงอายุสมัยแตกต่างกันเล็กน้อย ราว 700-800 ปี มีการเปลี่ยนแปลงทั้งในด้านทรัพยากรอาหารและในด้านพิธีกรรมฝังศพ จากตัวอย่างกระดูกสัตว์ที่วิเคราะห์โดยแววจันทร์ สุขปัน (2559) พบว่าในสองชั้นวัฒนธรรมนี้มีความคล้ายกันในประเภทของสัตว์ที่นำมาบริโภคเป็นอาหาร ในชั้นวัฒนธรรมที่ 1 นั้นมีการนำสัตว์ตั้งแต่ขนาดใหญ่ไปจนถึงขนาดเล็ก จำพวก วัว ควาย กระทิง กวาง หมู เต่า และสัตว์น้ำมาบริโภคเป็นอาหาร ต่อมาในชั้นวัฒนธรรมที่ 2 ไม่พบกระดูกของสัตว์ขนาดใหญ่ แต่พบสัตว์ขนาดกลางและขนาดเล็กในปริมาณที่เพิ่มมากขึ้น โดยสัตว์ที่นิยมในชั้นวัฒนธรรมที่ 2 คือ กวาง หมูและเต่า ในด้านพิธีกรรมฝังศพ มีการเปลี่ยนทิศทางการวางศพโดยให้ศีรษะหันไปทางทิศตะวันตก แต่ยังคงมีการอุทิศข้าวของเครื่องใช้ให้กับผู้ตายเช่นเดิม

การศึกษาร่องรอยการสึกขนาดเล็กบนผิวฟันของตัวอย่างจากแหล่งโบราณคดีหนองราชวัตร ทั้ง 13 ตัวอย่าง ด้วยกล้องจุลทรรศน์กำลังขยายสูง ชนิด สเตอริโอ รุ่น คาร์ล ไซส์ ไมโครสโคปี แอกซิโอ เอ วัน สามารถสังเกตร่องรอยการสึกขนาดเล็กที่เกิดขึ้นในแต่ละบุคคล ดังนี้

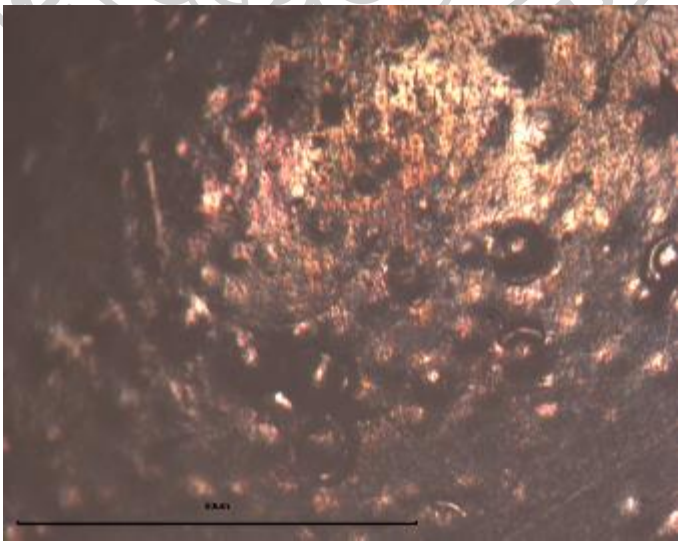
5.2.1 การวิเคราะห์ร่องรอยการสึกขนาดเล็กบนผิวฟันตัวอย่างจากแหล่งโบราณคดีจากลักษณะของร่องรอย

<u>โครงกระดูกหมายเลข 065</u> อายุประมาณ 20-25 ปี เพศหญิง พบในระดับความลึก 128-160 เซนติเมตรจากระนาบสมมติ เป็นโครงกระดูกที่อยู่ในชั้นวัฒนธรรมที่ 2 มีการทุบภาชนะดินเผาปูรองศพ ตัวอย่างฟันที่ใช้ในการศึกษาคือฟันกรามล่างซ้ายซี่ที่ 1

ลักษณะร่องรอยที่สังเกตได้จากการถ่ายภาพด้วยกล้องจุลทรรศน์ชนิดสเตอริโอ รุ่น คาร์ลไซส์ ไมโครสโคปี แอกซิโอ เอ วัน



ภาพที่ 66 ภาพถ่ายกำลังขยาย 50 เท่า พบร่องรอยขูดขีดเป็นเส้นบางๆ ไม่ลึก กระจายตัวไม่หนาแน่น

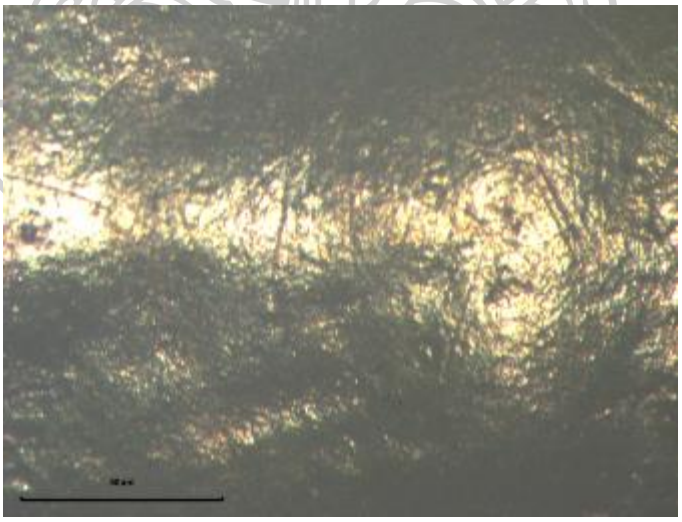


ภาพที่ 67 เมื่อเพิ่มกำลังขยายเป็น 100 เท่า พบว่าร่องรอยที่สังเกตได้นั้นมีความลึกไม่มาก พบทั้งรอยขูดขีดเป็นแนวยาวและสั้นปะปนกัน

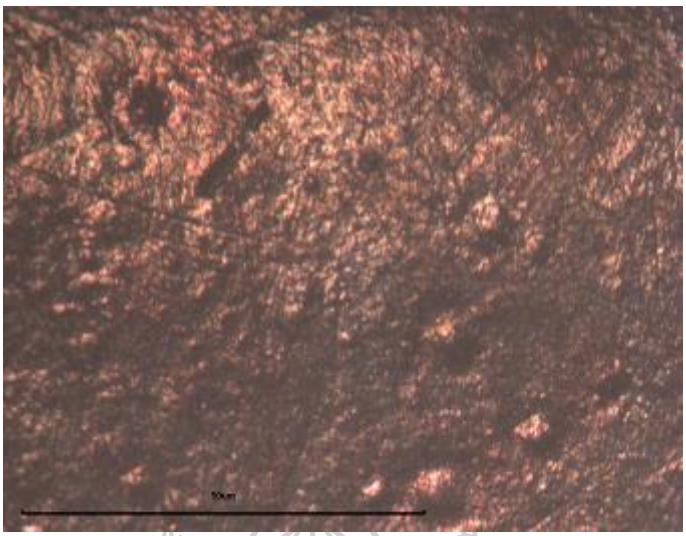
จากร่องรอยที่สามารถสังเกตได้พบว่าเป็นร่องรอยขูดขีดมากกว่าร่องรอยหลุม สันนิษฐานได้ว่าบุคคลนี้เมื่อครั้งมีชีวิตอยู่อาจมีการบริโภคอาหารที่มีความแข็งและหยาบในระดับปานกลาง เนื่องจากร่องรอยที่พบไม่หนาแน่น อาหารที่บริโภคเข้าไปอาจมีความหยาบไม่มากพอที่จะส่งผลต่อผิวฟันจนทำให้เกิดร่องรอย นอกจากนี้ยังมีพฤติกรรมการเคี้ยวอาหารในลักษณะเยื้องขากรรไกรมากกว่าการกัดหรือขบให้แตกขาดออกจากกัน ทำให้ร่องรอยที่เกิดขึ้นมีลักษณะเป็นร่องยาว

<u>โครงกระดูกหมายเลข 067</u> อายุประมาณ 25-30 ปี ไม่สามารถวิเคราะห์เพศได้ พบในระดับความลึก 127-138 เซนติเมตรจากระนาบสมมติ เป็นโครงกระดูกที่อยู่ในชั้นวัฒนธรรมที่ 2 มีการทุบภาชนะดินเผาปูรองศพตั้งแต่บริเวณขา พบภาชนะดินเผาสำหรับอุทิศ 8 ใบ ขวานหินขัด 3 ชิ้น ตัวอย่างฟันที่ใช้ในการศึกษาคือฟันกรามล่างขวาซี่ที่ 1

ลักษณะร่องรอยที่สังเกตได้จากการถ่ายภาพด้วยกล้องจุลทรรศน์ชนิดสเตอริโอ รุ่น คาร์ลไซส์ ไมโครสโคปี แอกซิโอ เอ วัน



ภาพที่ 68 ภาพถ่ายกำลังขยาย 50 เท่า พบร่องรอยขูดขีดหนาแน่นและมีร่องรอยหลุมปะปน

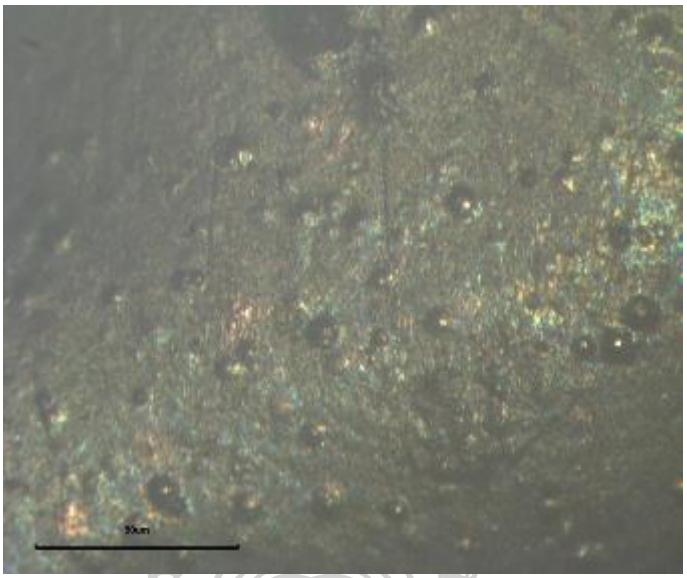


ภาพที่ 69 เมื่อเพิ่มกำลังขยายเป็น 100 เท่า พบร่องรอยขูดขีดชัดเจนขึ้น ร่องรอยมีลักษณะตัดกันไปมากระจายตัวเต็มพื้นที่ที่ทำการศึกษา

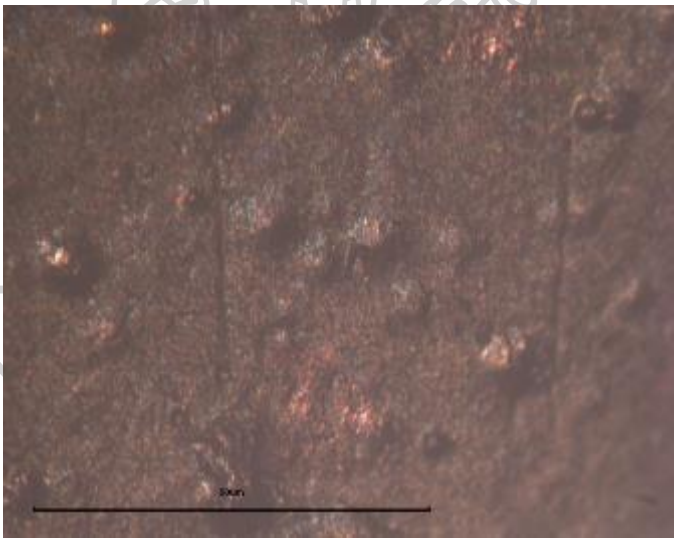
จากภาพพบว่าร่องรอยการสึกขนาดเล็กบนผิวฟันมีลักษณะเป็นเส้นขูดขีดตัดกันไปมากระจายตัวอย่างหนาแน่นปะปนกับร่องรอยหลุม สามารถสันนิษฐานได้ว่าเมื่อครั้งยังมีชีวิตบุคคลนี้มีการบริโภคอาหารที่มีลักษณะหยาบมากและแข็งในระดับปานกลาง เนื่องจากร่องรอยที่พบมีความลึกไม่มากและร่องรอยหลุมไม่หนาแน่น

<u>โครงกระดูกหมายเลข 071</u> อายุประมาณ 25-35 ปี เพศหญิง พบในระดับความลึก 140-150 เซนติเมตรจากระนาบสมมติ เป็นโครงกระดูกที่อยู่ในชั้นวัฒนธรรมที่ 2 มีการทุบภาชนะดินเผาปูรองศพ และมีการอุทิศภาชนะดินเผาทรงพาน หม้อก้นกลมบริเวณเหนือศีรษะและปลายเท้า ขวานหินขัด 2 ชิ้น ตัวอย่างฟันที่ใช้ศึกษาคือฟันกรามล่างซ้ายซี่ที่ 1

ลักษณะร่องรอยที่สังเกตได้จากการถ่ายภาพด้วยกล้องจุลทรรศน์ชนิดสเตอริโอ รุ่น คาร์ลไซส์ ไมโครสโคปี แอกซิโอ เอ วัน



ภาพที่ 70 ภาพถ่ายกำลังขยาย 50 เท่า พบร่องรอยขูดขีดจางๆ ไม่หนาแน่น

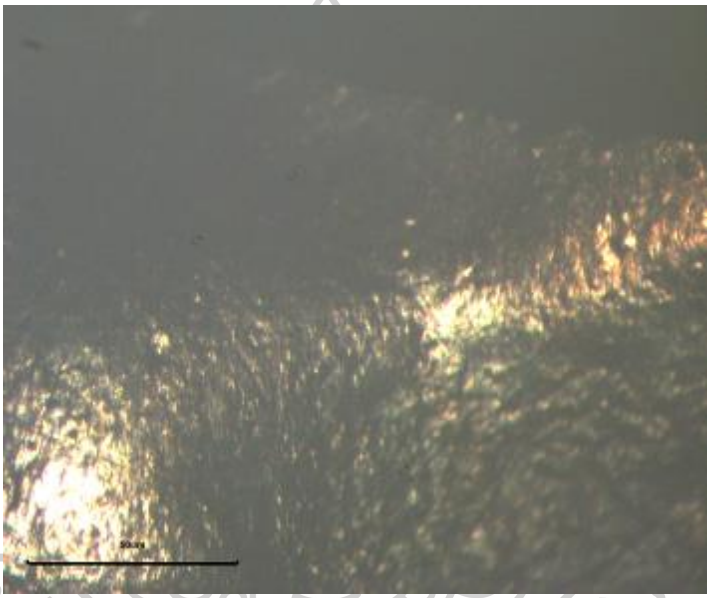


ภาพที่ 71 ภาพถ่ายกำลังขยาย 100 เท่า พบร่องรอยขูดขีดชัดเจนขึ้น ร่องตื้นและมีรอยขูดขีดบางๆปะปน

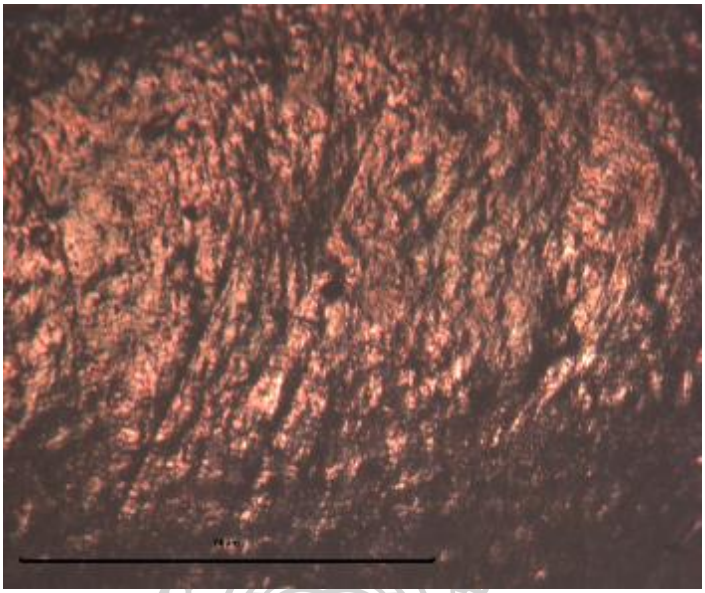
จากภาพพบว่าร่องรอยขูดขีดมีปริมาณไม่หนาแน่นเมื่อเทียบกับโครงกระดูกหมายเลข 067 ซึ่งอยู่ในชั้นวัฒนธรรมเดียวกัน ร่องรอยที่พบนั้นมีลักษณะตื้น แสดงถึงลักษณะของอาหารที่มีความอ่อนนิ่มไม่แข็งหรือหยาบ สันนิษฐานว่าบุคคลนี้เมื่อครั้งยังมีชีวิตอาจมีการบริโภคอาหารที่มีลักษณะอ่อนนิ่ม ไม่หยาบมากและไม่ค่อยกัดหรือขบของแข็งมากนัก

<u>โครงกระดูกหมายเลข 072</u> อายุประมาณ 30-35 ปี เพศหญิง อยู่ในระดับความลึก 140-150 เซนติเมตรจากระนาบสมมติ มีการทุบภาชนะดินเผาปูรองศพ และมีการอุทิศภาชนะดินเผาทรงพานหม้อก้นกลมบริเวณเหนือศีรษะและปลายเท้า ขวานหินขัด 2 ชิ้น ตัวอย่างฟันที่ใช้ศึกษาคือฟันกรามล่างซ้ายซี่ที่ 1

ลักษณะร่องรอยที่สังเกตได้จากการถ่ายภาพด้วยกล้องจุลทรรศน์ชนิดสเตอริโอ รุ่น คาร์ลไซส์ ไมโครสโคปี แอกซิโอ เอ วัน



ภาพที่ 72 ภาพถ่ายกำลังขยาย 50 เท่า พบร่องรอยขูดขีดไม่หนาแน่นมากนัก และพบร่องรอยหลุมปะปนกันอยู่บนผิวฟัน

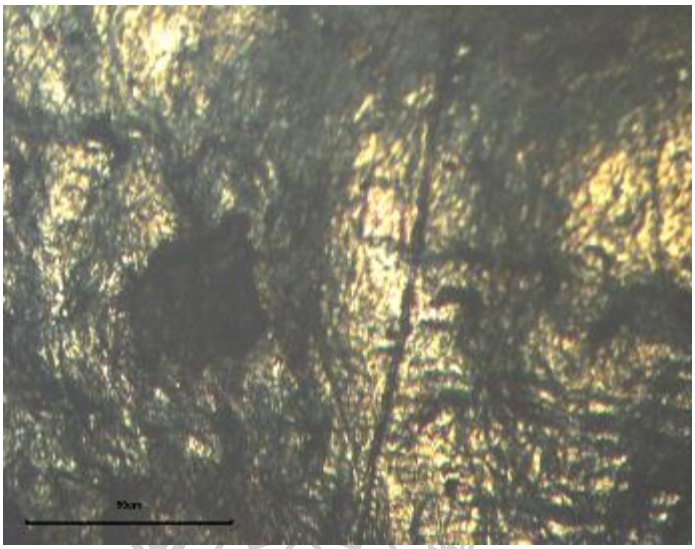


ภาพที่ 73 ภาพถ่ายกำลังขยาย 100 เท่า พบร่องรอยขูดขีดชัดเจนและ
มีความลึกปะปนอยู่กับร่องรอยหลุม

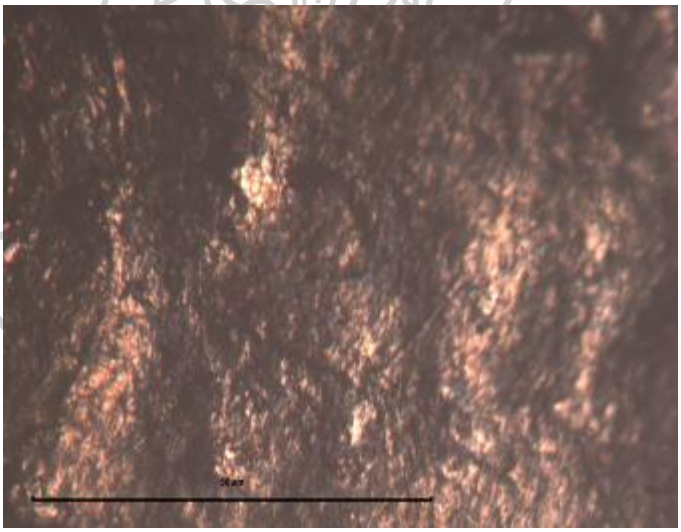
จากภาพพบว่าร่องรอยขูดขีดที่พบเมื่อเพิ่มกำลังขยายเป็น 100 เท่านั้น ร่องรอยมีขอบที่คม ร่องมีลักษณะลึกสามารถสังเกตเห็นได้ชัด และร่องรอยหลุมที่กระจายอยู่ทั่วพื้นที่ พื้นผิวฟันค่อนข้างขรุขระ สันนิษฐานได้ว่าเมื่อครั้งยังมีชีวิตอยู่บุคคลนี้บริโภคอาหารที่มีความแข็งและหยาบจนทำให้เกิดการสูญเสียผิวฟันในลักษณะเป็นร่องและหลุม มีพฤติกรรมในการเคี้ยวในลักษณะกัดหรือบดเคี้ยวอาหารที่มีความแข็งให้ขาดหรือละเอียด

<u>โครงกระดูกหมายเลข 076</u> อายุประมาณ 25-30 ปี เพศชาย พบในระดับความลึก 151-173 เซนติเมตรจากระนาบสมมติ อยู่ในชั้นวัฒนธรรมที่ 1 การฝังศพมีการทุบภาชนะดินเผาปูรองศพ และมีการอุทิศภาชนะดินเผาแบบมีสันมีเชิง 1 ใบ หม้อก้นกลม 1 ใบ หม้อสามขา ภาชนะทรงพาน 2 ใบ ขวานหินขัด 2 ชิ้น ภาชนะดินเผาขนาดเล็กวางที่ใกล้กับศีรษะ 1 ใบ นอกจากนี้ยังพบเขาวัวกระทิงและกำไลงาช้างในแขนข้างขวาอยู่ร่วมกันด้วย ตัวอย่างฟันที่ใช้ศึกษาคือฟันกรามล่างซ้ายซี่ที่ 1

ลักษณะร่องรอยที่สังเกตได้จากการถ่ายภาพด้วยกล้องจุลทรรศน์ชนิดสเตอริโอ รุ่น คาร์ลไซส์ ไมโครสโคปี แอกซิโอ เอ วัน



ภาพที่ 74 ภาพถ่ายกำลังขยาย 50 เท่า พบว่าผิวฟันค่อนข้างขรุขระ พบร่องรอยขูดขีดและร่องรอยหลุมปะปนกัน



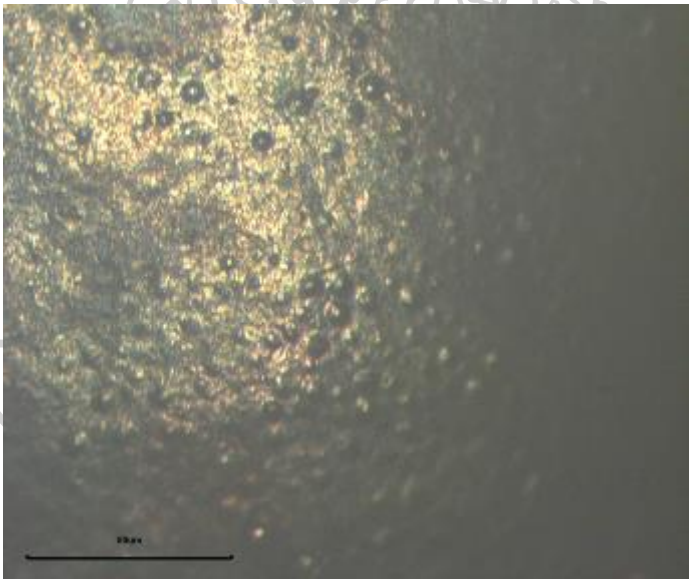
ภาพที่ 75 ภาพถ่ายกำลังขยาย 100 เท่า พบว่าพื้นผิวฟันมีความขรุขระมาก สามารถสังเกตเห็นร่องรอยขูดขีดและร่องรอยหลุมปะปนกัน

จากภาพพบว่าพื้นผิวฟันมีความขรุขระและมีลักษณะเป็นคลื่น สามารถสังเกตเห็นร่องรอยขูดขีดเป็นเส้นและร่องมีความลึกปะปนกับร่องตื้นกระจายตัวอยู่ สันนิษฐานได้ว่าเมื่อครั้งยังมีชีวิตบุคคลนี้มีการบริโภคอาหารที่มีความแข็งและหยาบจนทำให้เกิดร่องรอยขูดขีดและร่องรอยหลุมกระจายตัวทั่วพื้นที่ที่ทำการศึกษา เมื่อพิจารณาจากของอุทิศพบว่ามีการอุทิศของที่มีความพิเศษกว่าโครงกระดูก

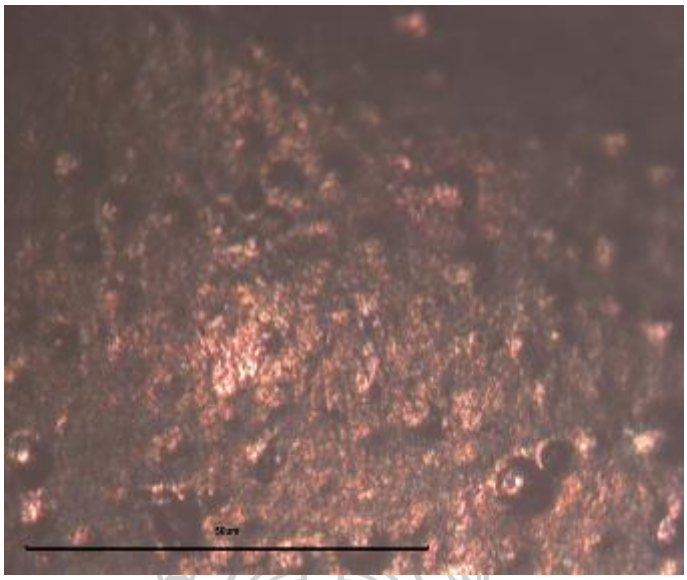
หมายเลขอื่นๆ เช่น เขาวัวกระทิง กำไลงาช้าง ซึ่งอาจแสดงถึงสถานะที่แตกต่างจากบุคคลอื่นๆ ที่ร่วมชั้นวัฒนธรรมกัน

<u>โครงกระดูกหมายเลข 077</u> อายุประมาณ 25-30 ปี ไม่สามารถวิเคราะห์เพศได้ โครงพบในระดับความลึก 137-160 เซนติเมตรจากระนาบสมมติ อยู่ในชั้นวัฒนธรรมที่ 1 การฝังศพมีการทุบภาชนะปูรองและอุทิศภาชนะดินเผาทรงพาน 1 ใบ ภาชนะมีสันมีเชิง 2 ใบ ขวานหินขัด 2 ชิ้น ตัวอย่างฟันที่ใช้ศึกษาคือฟันกรามล่างขวาซี่ที่ 2

ลักษณะร่องรอยที่สังเกตได้จากการถ่ายภาพด้วยกล้องจุลทรรศน์ชนิดสเตอริโอ รุ่น คาร์ลไซส์ ไมโครสโคปี แอกซิโอ เอ วัน



ภาพที่ 76 ภาพถ่ายกำลังขยาย 50 เท่า พบร่องรอยขูดขีดเป็นเส้นตรงบางๆร่องรอยตื้นกระจายอยู่ทั่วพื้นที่ที่ศึกษา แต่ไม่หนาแน่น

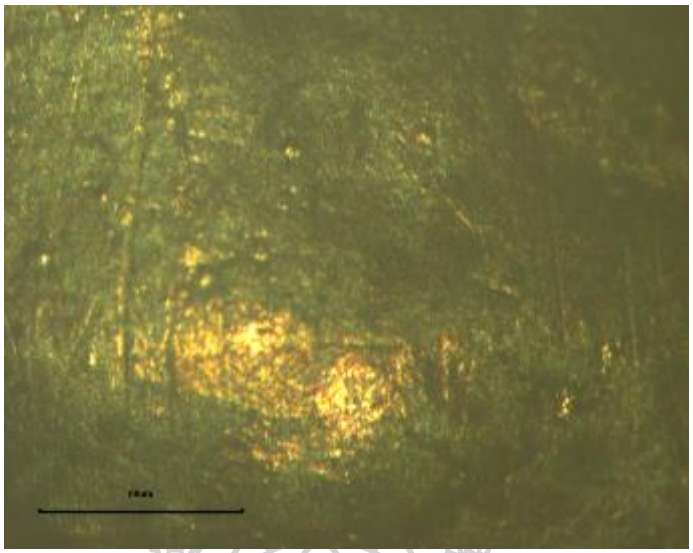


ภาพที่ 77 เมื่อเพิ่มกำลังขยายเป็น 100 เท่า พบว่าร่องรอยที่สังเกตได้นั้นเป็นร่องรอยขูดขีด พบร่องรอยหลุมน้อยมาก

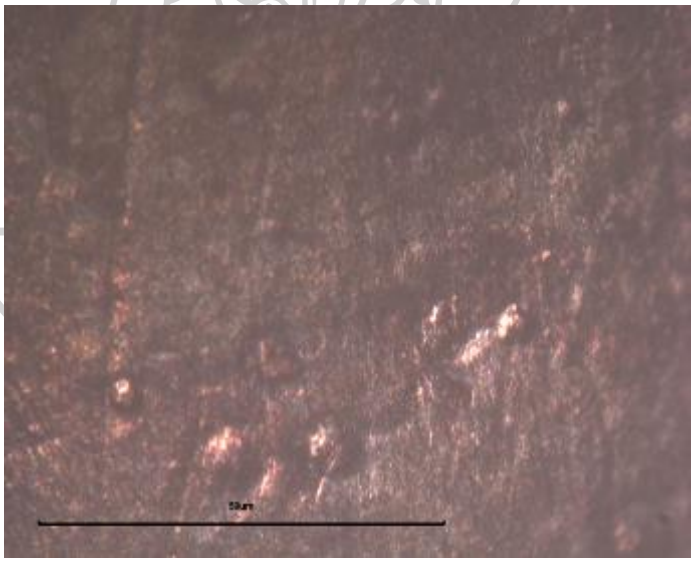
จากภาพพบว่าผิวฟันค่อนข้างเรียบเมื่อเปรียบเทียบกับโครงกระดูกหมายเลข 076 ซึ่งอยู่ในชั้นวัฒนธรรมเดียวกัน ร่องรอยขูดขีดเบาบางมาก แสดงถึงลักษณะของอาหารที่มีความอ่อนนิ่ม ไม่แข็งและไม่หยาบมาก สามารถสันนิษฐานได้ว่าบุคคลนี้เมื่อครั้งยังมีชีวิตมีการบริโภคอาหารที่มีความอ่อนนิ่มเป็นประจำ จึงทำให้เกิดร่องรอยไม่หนาแน่นเมื่อเทียบกับโครงกระดูกหมายเลข 076 ซึ่งมีความพิเศษกว่าทั้งของอุทิศที่พบร่วมกับโครงกระดูกและร่องรอยการสึกขนาดเล็กบนผิวฟัน

<u>โครงกระดูกหมายเลข 078</u> อายุประมาณ 20-25 ปี เพศหญิง พบในระดับความลึก 155-170 เซนติเมตรจากระนาบสมมติ อยู่ชั้นวัฒนธรรมที่ 1 การฝังศพมีการอุทิศภาชนะดินเผาทรงพาน 1 ใบ ภาชนะมีสันมีเชิง 2 ใบ ภาชนะสามขา 1 ใบ พานทรงนาฬิกาทราย 1 ใบ และขวานหินขัด 2 ชิ้น ตัวอย่างฟันที่ใช้ศึกษาคือฟันกรามล่างซ้ายซี่ที่ 1

ลักษณะร่องรอยที่สังเกตได้จากการถ่ายภาพด้วยกล้องจุลทรรศน์ชนิดสเตอริโอ รุ่น คาร์ลไซส์ ไมโครสโคปี แอกซิโอ เอ วัน



ภาพที่ 78 ถ่ายภาพด้วยกำลังขยาย 50 เท่า พบว่ามีร่องรอยขูดขีดจำนวนมากกระจายอยู่ทั่วพื้นที่ที่ทำการศึกษาและพบร่องรอยหลุมปะปนอยู่ในพื้นผิวฟันด้วย



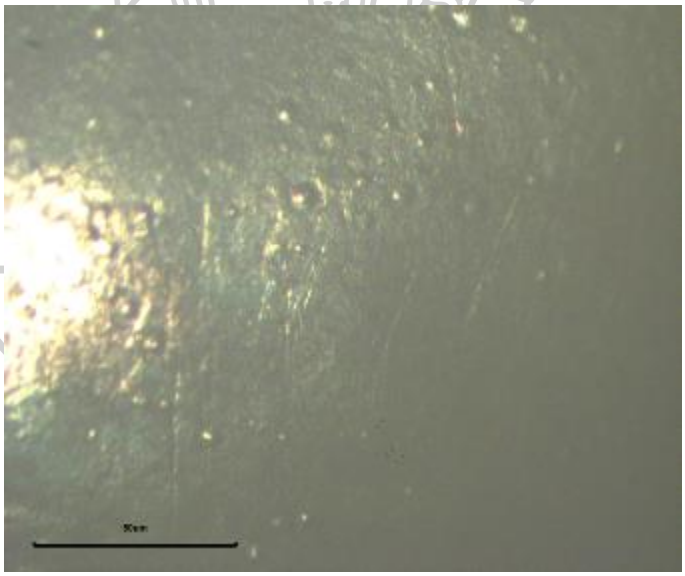
ภาพที่ 79 ภาพถ่ายกำลังขยาย 100 เท่า สังเกตเห็นร่องรอยขูดขีดชัดเจนขึ้น ร่องรอยที่พบมีทั้งตื้นและลึก กระจายตัวอยู่ทั่วพื้นที่ที่ทำการศึกษา

จากภาพพบว่าร่องรอยขูดขีดที่สามารถสังเกตได้มีทั้งร่องตื้นและลึกปะปนกัน มีการกระจายตัวค่อนข้างหนาแน่นเมื่อเปรียบเทียบกับโครงกระดูกที่ร่วมชั้นวัฒนธรรมกัน เมื่อพิจารณาจากของอุทิศที่พบร่วมกับโครงกระดูกพบว่าโครงกระดูกหมายเลข 078 นี้มีการอุทิศภาชนะที่มีรูปแบบ

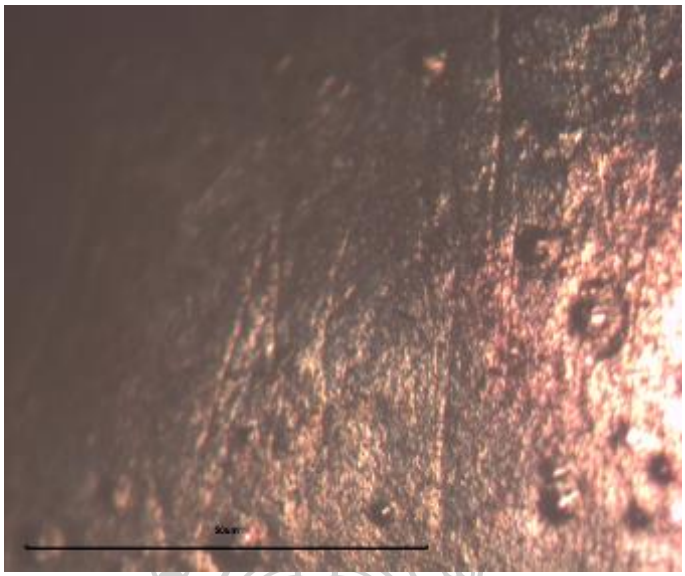
หลากหลายกว่าโครงอื่นๆ ในชั้นวัฒนธรรมเดียวกัน ซึ่งอาจแสดงถึงสถานะทางสังคมที่แตกต่างจากโครงกระดูกหมายเลขอื่น สามารถสันนิษฐานได้ว่าเมื่อครั้งที่บุคคลนี้ยังมีชีวิตอยู่ มีการบริโภคอาหารที่มีความแข็งและค่อนข้างหยาบ ลักษณะการบดเคี้ยวอาหารมีการเยื้องขากรรไกรในการเคี้ยวมากกว่าการกัด

<u>โครงกระดูกหมายเลข 079</u> อายุประมาณ 30-35 ปี เพศหญิง พบในระดับความลึก 142-151 เซนติเมตรจากระนาบสมมติ อยู่ในชั้นวัฒนธรรมที่ 2 ไม่มีการอุทิศของลงในหลุมฝังศพเลย ตัวอย่างฟันที่ใช้ศึกษาคือฟันกรามล่างขวาซี่ที่ 1

ลักษณะร่องรอยที่สังเกตได้จากการถ่ายภาพด้วยกล้องจุลทรรศน์ชนิดสเตอริโอ รุ่น คาร์ลไซส์ ไมโครสโคปี แอกซิโอ เอ วัน



ภาพที่ 80 ภาพถ่ายกำลังขยาย 50 เท่า พบร่องรอยขูดขีดบางๆ กระจายตัวอยู่ทั่วบริเวณที่ศึกษา

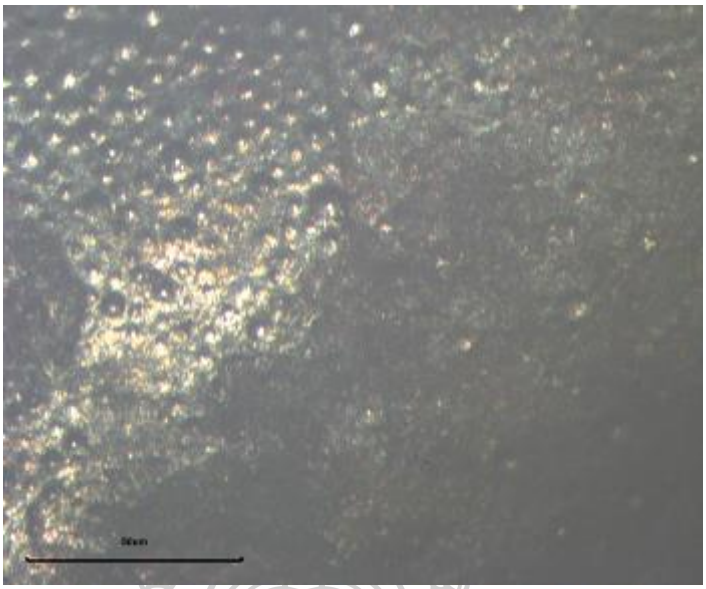


ภาพที่ 81 ภาพถ่ายกำลังขยาย 100 เท่า พบร่องรอยขูดขีดค่อนข้างหนาแน่น ร่องรอยที่พบไม่ลึกมาก

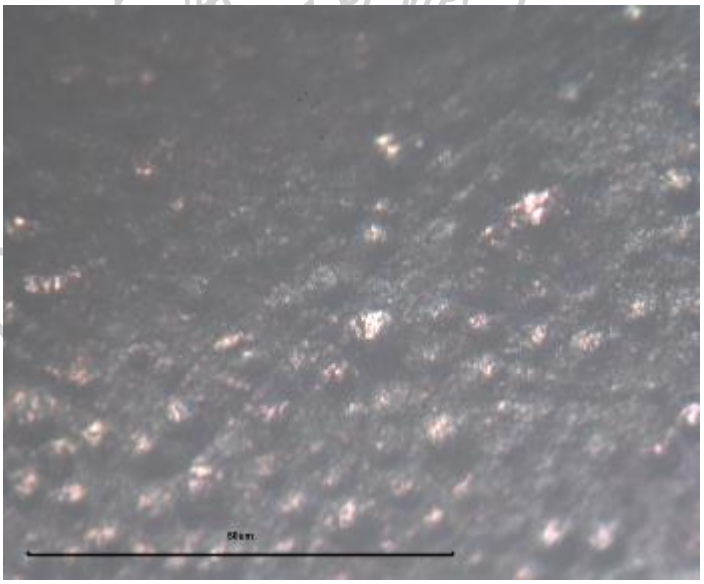
จากภาพพบว่าร่องรอยขูดขีดที่สามารถสังเกตได้มีลักษณะเป็นร่องตื้นกระจายตัวอยู่ทั่วพื้นที่ที่ศึกษามีการกระจายตัวค่อนข้างหนาแน่น สามารถสันนิษฐานได้ว่าบุคคลนี้เมื่อครั้งยังมีชีวิตอยู่มีการบริโภคอาหารที่มีเส้นใยและมีความหยาบเหนียวมากกว่าอาหารที่มีความแข็ง มีการเคี้ยวอาหารในลักษณะเยื้องขากรรไกรมากกว่าการกัด

<u>โครงกระดูกหมายเลข 080</u> อายุประมาณ 25-30 ปี เพศชาย พบในระดับความลึก 102-120 เซนติเมตรจากระนาบสมมติ อยู่ในชั้นวัฒนธรรมที่ 2 การฝังศพมีการทุบภาชนะใช้ปูรองศพและอุทิศภาชนะทรงพาน 2 ใบ หม้อก้นกลม (ในพาน) 1 ใบ ภาชนะดินเผาทรงกระปุก 1 ใบ กระสุนดินเผา 2 ลูก ขวานหินขัด 1 ชิ้น หินลับ 1 ชิ้น นอกจากนี้ยังพบกะโหลกหมูอุทิศไปในหลุมศพด้วย ตัวอย่างฟันที่ใช้ศึกษาคือฟันกรามล่างซ้ายซี่ที่ 1

ลักษณะร่องรอยที่สังเกตได้จากการถ่ายภาพด้วยกล้องจุลทรรศน์ชนิดสเตอริโอ รุ่น คาร์ลไซส์ ไมโครสโคปี แอกซิโอ เอ วัน



ภาพที่ 82 ภาพถ่ายกำลังขยาย 50 เท่า พบร่องรอยขูดขีดไม่หนาแน่น

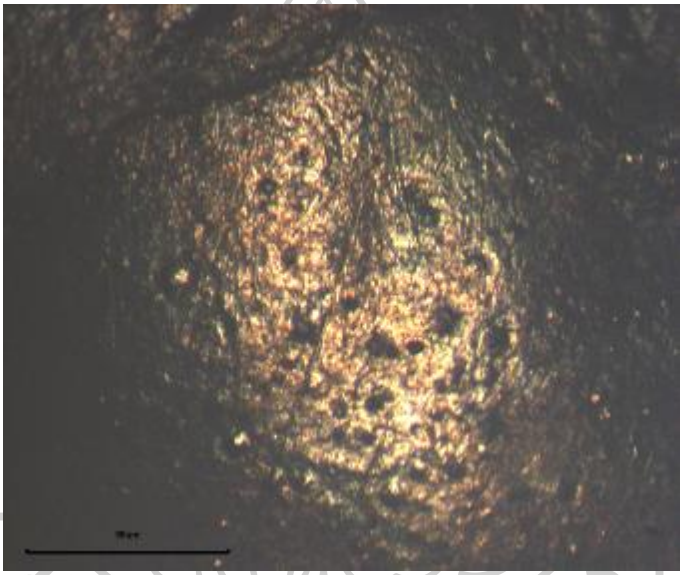


ภาพที่ 83 ภาพถ่ายกำลังขยาย 100 เท่า พบร่องรอยขูดขีด ลักษณะร่องตื้น กระจายตัวไม่หนาแน่น

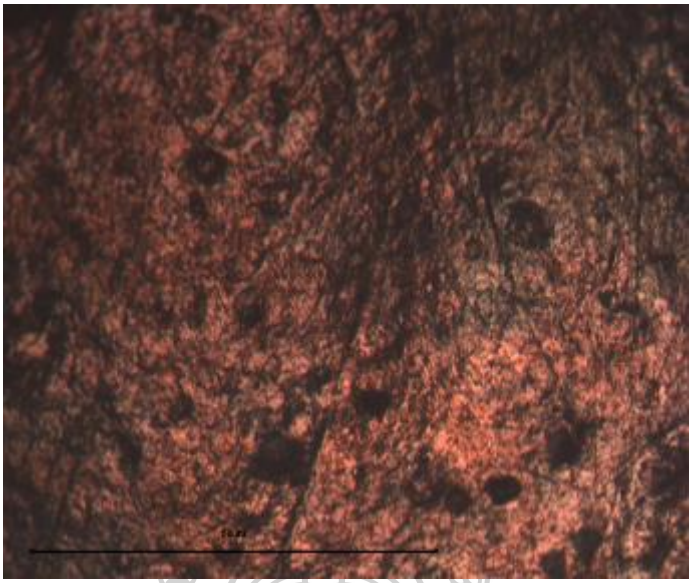
จากภาพพบว่าร่องรอยที่สามารถสังเกตได้เป็นร่องรอยขูดขีดเส้นยาว ร่องตื้น กระจายตัวไม่หนาแน่น ไม่พบร่องรอยหลุม สามารถสันนิษฐานถึงลักษณะอาหารที่บุคคลนี้บริโภคเมื่อครั้งยังมีชีวิตอยู่ว่ามีการบริโภคอาหารที่มีความอ่อนนิ่ม และเป็นเส้นใย การบดเคี้ยวอยู่ในลักษณะเยื้องขากรรไกรมากกว่าการกัด

<u>โครงกระดูกหมายเลข 083</u> อายุประมาณ 30-35 ปี เพศหญิง พบในระดับความลึก 110-133 เซนติเมตรจากระนาบสมมติ อยู่ในชั้นวัฒนธรรมที่ 2 มีการทุบภาชนะเพื่อปูรองและอุทิศภาชนะดินเผาทรงพาน 2 ใบ ภาชนะทรงกระปุก 1 ใบ ภาชนะสามขา ภาชนะมีกระเปาะ 4 อัน 1 ใบ ภาชนะก้นกลมลายเชือกทาบ 1 ใบ พานทรงนาฬิกาทราย 1 ใบ และขวานหินขัด 1 ชิ้น ตัวอย่างฟันที่ใช้ศึกษาคือฟันกรามล่างขวาซี่ที่ 1

ลักษณะร่องรอยที่สังเกตได้จากการถ่ายภาพด้วยกล้องจุลทรรศน์ชนิดสเตอริโอ รุ่น คาร์ลไซส์ ไมโครสโคปี แอกซิโอ เอ วัน



ภาพที่ 84 ภาพถ่ายกำลังขยาย 50 เท่า พบร่องรอยขูดขีดกระจายตัวทั่วพื้นที่ที่ทำการศึกษาแต่ไม่หนาแน่น

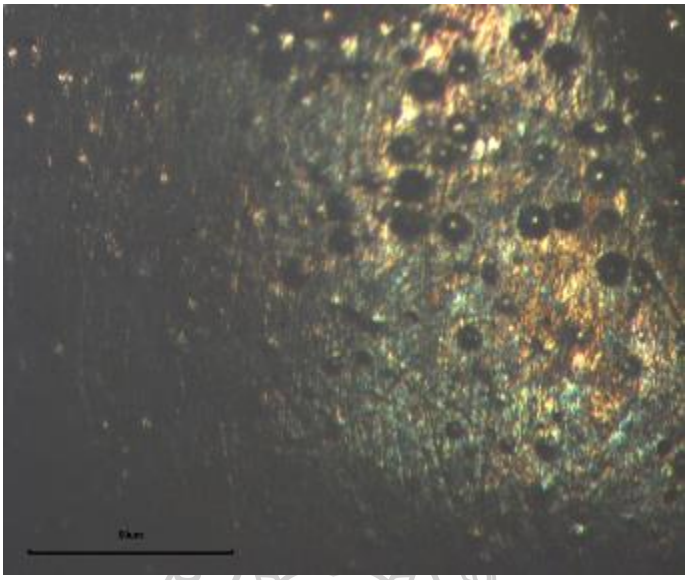


ภาพที่ 85 ภาพถ่ายกำลังขยาย 100 เท่า พบร่องรอยขูดขีดทั้งลึกและตื้นกระจายตัวอยู่ในพื้นที่ที่ศึกษา ปริมาณไม่หนาแน่น พื้นผิวฟันค่อนข้างขรุขระ พบร่องรอยหลุมกระจายอยู่

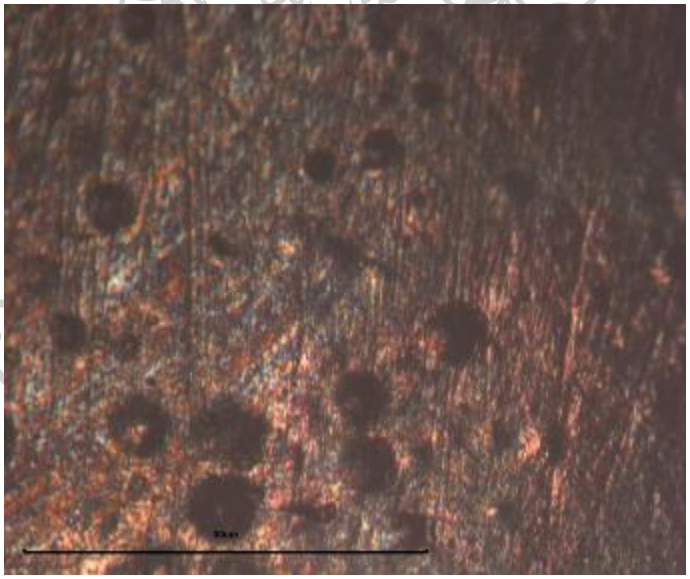
จากภาพจะพบว่าร่องรอยขูดขีดที่ปรากฏมีลักษณะเป็นร่องลึกและตื้นปะปนกัน พบร่องรอยหลุมขนาดเล็กกระจายตัวไม่หนาแน่น พื้นผิวของฟันค่อนข้างขรุขระ แสดงถึงอาหารที่มีความหยาบและแข็ง สันนิษฐานได้ว่าบุคคลนี้เมื่อครั้งยังมีชีวิตอยู่มีการบริโภคอาหารที่มีความหยาบและแข็งจนทำให้เกิดร่องรอยตามที่ปรากฏ มีการบดเคี้ยวในลักษณะเยื้องขากรรไกรและกัดให้ขาดหรือแตกออกจากกัน

<u>โครงกระดูกหมายเลข 087</u> อายุประมาณ 20-25 ปี เพศชาย พบในระดับความลึก 174-185 เซนติเมตรจากระนาบสมมติ อยู่ในชั้นวัฒนธรรมที่ 2 มีการทุบภาชนะดินเผาที่มีลักษณะเป็นหม้อก้นกลมและหม้อสามขาเพื่อปูรองศพและอุทิศขวานหินขัด เบี้ยดินเผา นอกจากนี้ยังพบดินเทศบริเวณข้อมือด้านซ้ายและใต้ขากรรไกรล่าง ตัวอย่างฟันที่ใช้ศึกษาคือฟันกรามล่างขวาซี่ที่ 1

ลักษณะร่องรอยที่สังเกตได้จากการถ่ายภาพด้วยกล้องจุลทรรศน์ชนิดสเตอริโอ รุ่น คาร์ลไซส์ ไมโครสโคปี แอกซิโอ เอ วัน



ภาพที่ 86 ภาพถ่ายกำลังขยาย 50 เท่า พบร่องรอยขูดขีดกระจายตัวอย่างหนาแน่น ร่องมีความตื้น



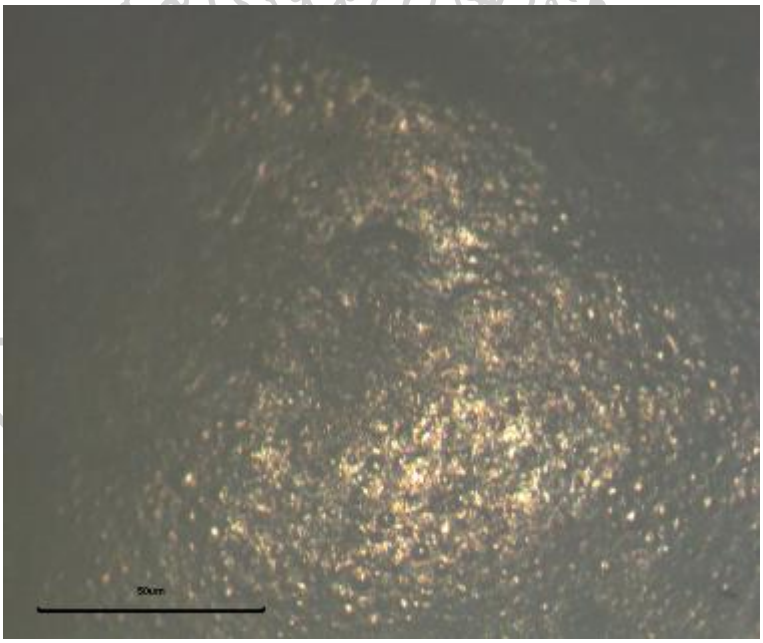
ภาพที่ 87 ภาพถ่ายกำลังขยาย 100 เท่า พบว่าร่องรอยขูดขีดกระจายตัวอย่างหนาแน่น ส่วนใหญ่มีทิศทางในการวางตัวไปเป็นแนวเดียวกัน

จากภาพจะพบว่าร่องรอยขูดขีดที่ปรากฏมีการกระจายตัวอย่างหนาแน่น ร่องรอยมีลักษณะตื้น พบร่องรอยหลุมจำนวนไม่มากปะปนอยู่ จากลักษณะร่องรอยที่ปรากฏนี้สามารถสันนิษฐานได้ว่าบุคคลนี้เมื่อครั้งยังมีชีวิตอยู่มีการบริโภคอาหารที่มีลักษณะเป็นเส้นใยมีความหยาบมากจนทำให้เกิดร่องรอยขูดขีดอย่างหนาแน่น ลักษณะการบดเคี้ยวเป็นการเยื้องขากรรไกรมากกว่าการกัดให้แตกออก

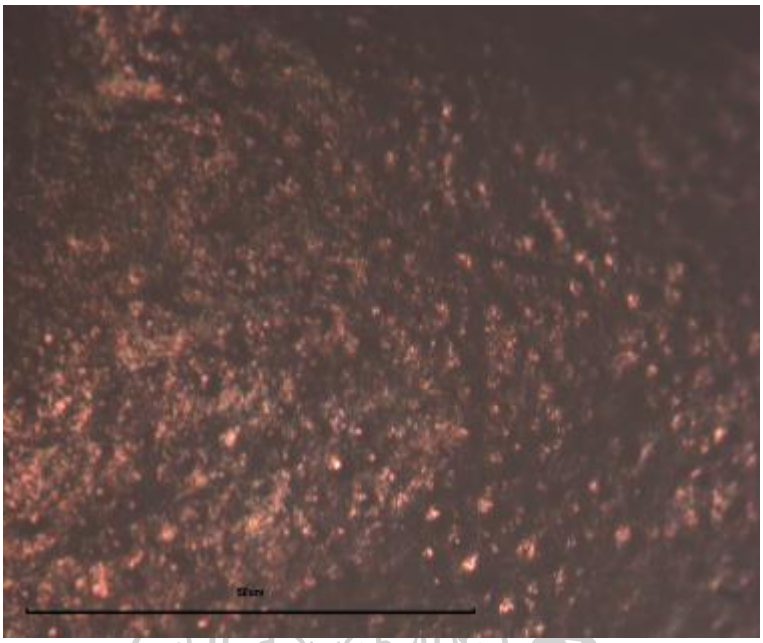
จากกัน นอกจากนี้โครงกระดูกหมายเลข 087 ยังมีการโรยดินเทศบริเวณข้อมือและขากรรไกรล่างอีกด้วยซึ่งแตกต่างจากโครงกระดูกอื่นๆที่อยู่ในชั้นวัฒนธรรมเดียวกัน

<u>โครงกระดูกหมายเลข 095</u> อายุประมาณ 20-25 ปี เพศหญิง พบในระดับความลึก 152-175 เซนติเมตรจากระนาบสมมติ อยู่ในชั้นวัฒนธรรมที่ 2 มีการทุบภาชนะเพื่อปูรองและอุทิศภาชนะดินเผาทรงพาน 1 ใบ ภาชนะทรงกระปุก 1 ใบ ภาชนะก้นกลมลายเชือกทาบ 1 ใบ และขวานหินขัด 1 ชิ้น ตัวอย่างฟันที่ใช้ศึกษาคือฟันกรามล่างขวาซี่ที่ 1

ลักษณะร่องรอยที่สังเกตได้จากการถ่ายภาพด้วยกล้องจุลทรรศน์ชนิดสเตอริโอ รุ่น คาร์ลไซส์ ไมโครสโคปี แอกซิโอ เอ วัน



ภาพที่ 88 ภาพถ่ายกำลังขยาย 50 เท่า พบร่องรอยขูดขีดกระจายทั่วพื้นที่ที่ศึกษาแต่มีปริมาณไม่หนาแน่น

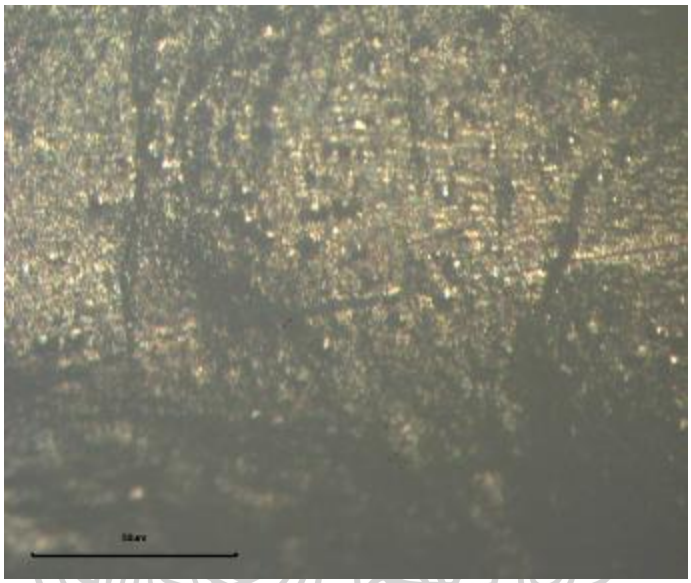


ภาพที่ 89 ภาพถ่ายกำลังขยาย 100 เท่า พบว่าพื้นผิวฟันมีความขรุขระมาก พบร่องรอยขูดขีดกระจายตัวไม่หนาแน่น

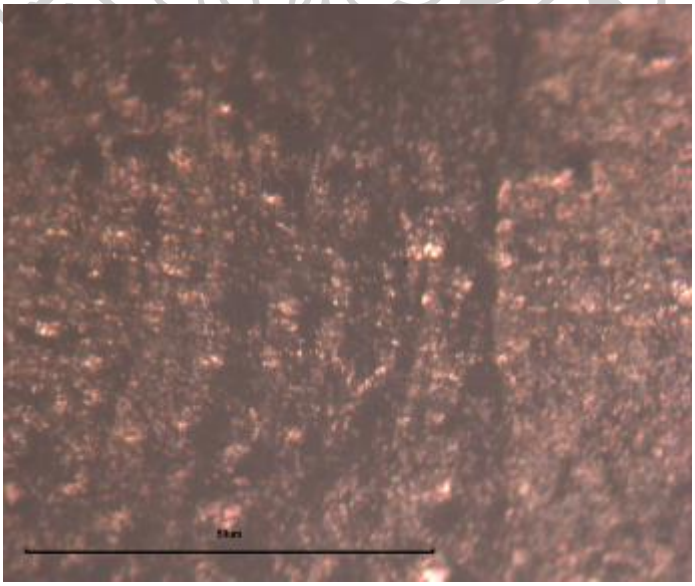
จากภาพเมื่อใช้กำลังขยาย 100 เท่าพบว่าลักษณะพื้นผิวมีความขรุขระมาก พบร่องรอยขูดขีดปะปนอยู่ในปริมาณไม่หนาแน่น ร่องรอยขูดขีดมีลักษณะค่อนข้างลึกและกว้าง แสดงถึงลักษณะอาหารที่มีความแข็งจนทำให้สูญเสียผิวฟันในลักษณะเป็นร่องรอยขูดขีด สันนิษฐานได้ว่าบุคคลนี้เมื่อครั้งมีชีวิตอยู่มีการบริโภคอาหารที่มีความแข็ง แต่ไม่หยาบมาก ร่องรอยขูดขีดปรากฏไม่มากเมื่อเปรียบเทียบกับโครงกระดูกอื่นๆที่อยู่ในชั้นวัฒนธรรมเดียวกัน

<u>โครงกระดูกหมายเลข 098</u> อายุประมาณ 25-30 ปี เพศชาย พบในระดับความลึก 151-180 เซนติเมตรจากระนาบสมมติ มีการทุบภาชนะเพื่อปูรองศพ มีการอุทิศภาชนะทรงพาน 1 ใบ ภาชนะทรงกระปุก 1 ใบ ขวานหินขัด 1 ชิ้น ลูกปัดหิน 4 ชิ้น ตัวอย่างฟันที่ใช้ศึกษาคือฟันกรามล่างขวาซี่ที่ 1

ลักษณะร่องรอยที่สังเกตได้จากการถ่ายภาพด้วยกล้องจุลทรรศน์ชนิดสเตอริโอ รุ่น คาร์ลไซส์ ไมโครสโคปี แอกซิโอ เอ วัน



ภาพที่ 90 ภาพถ่ายกำลังขยาย 50 เท่า พบร่องรอยขูดขีดชัดเจน และมีขนาดใหญ่



ภาพที่ 91 ภาพถ่ายกำลังขยาย 100 เท่า พบว่าร่องรอยขูดขีดมีลักษณะเป็นร่องลึกและกว้าง

จากภาพพบว่าร่องรอยขูดขีดที่ปรากฏมีลักษณะเป็นร่องกว้างและลึกกว่าโครงกระดูกอื่นๆ ที่ร่วมชั้นวัฒนธรรมกัน พื้นผิวฟันค่อนข้างขรุขระ จากร่องรอยขูดขีดที่กว้างและลึกนี้สามารถสันนิษฐานได้ว่าอาหารที่บุคคลนี้บริโภคเมื่อครั้งยังมีชีวิตอยู่มีลักษณะแข็งมากกว่าหยาบ เนื่องจากร่องรอยที่ปรากฏเป็นร่องที่มีความลึกและขอบของร่องรอยค่อนข้างคม

สรุปผลการวิเคราะห์รอยสึกขนาดเล็กบนผิวฟันจากแหล่งโบราณคดี

ร่องรอยการสึกขนาดเล็กเมื่อถ่ายภาพด้วยกล้องจุลทรรศน์ประเภท Stereo microscope สามารถสังเกตเห็นร่องรอยได้ชัดเจนและสามารถนับจำนวนร่องรอยได้ รายละเอียดของตัวอย่างแต่ละหมายเลขมีดังนี้

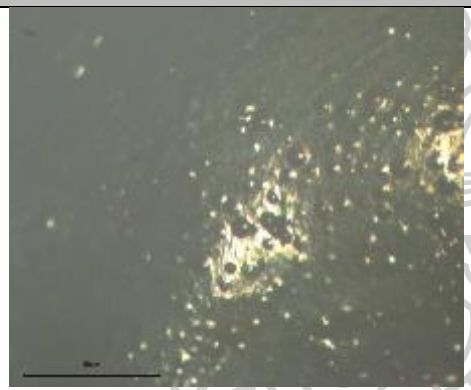
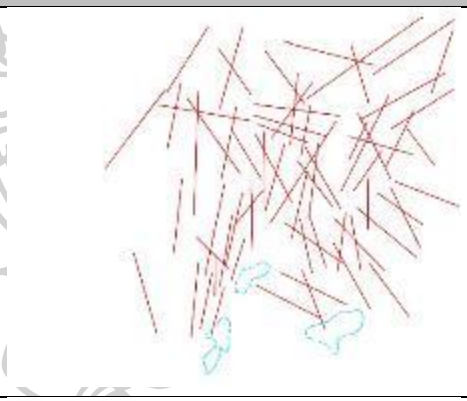
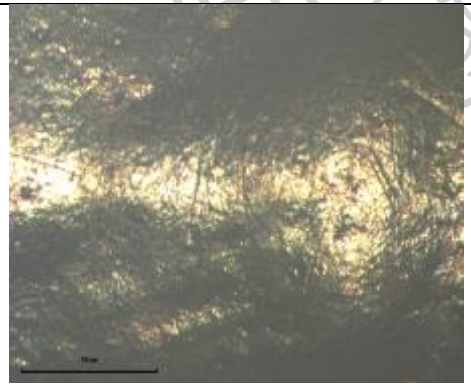
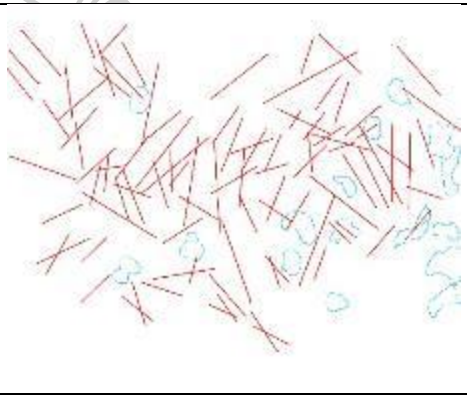
ตาราง 17 ตารางตัวอย่างจากแหล่งโบราณคดีหนองราชวัตร จำนวน 13 ตัวอย่าง

หมายเลขโครงกระดูก	**065**	**067**	**071**	**072**	**076**	**077**	**078**	**079**	**080**	**083**	**087**	**095**	**098**
เพศ	หญิง	?	หญิง	หญิง	ชาย	?	หญิง	หญิง	ชาย	หญิง	ชาย	หญิง	หญิง
อายุ	20-25	25-30	25-35	30-35	25-30	25-30	20-25	30-35	25-30	30-35	20-25	20-25	25-30

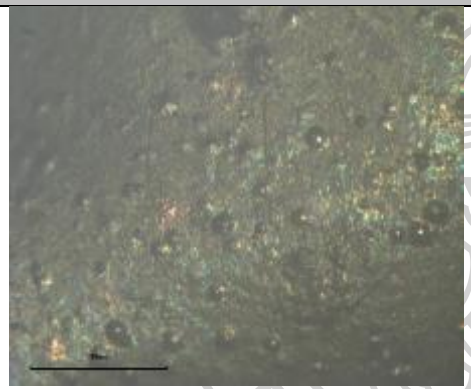
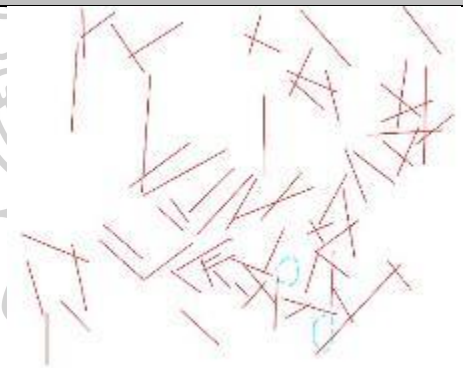
มหาวิทยาลัยศิลปากร

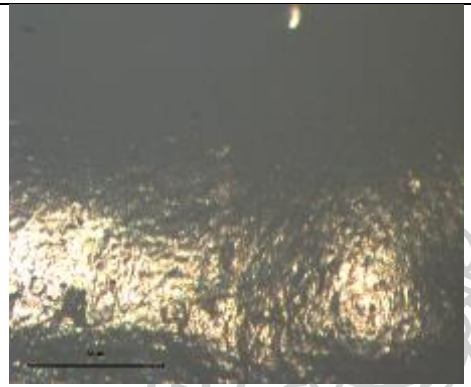
5.2.2 การวิเคราะห์ร่องรอยการสึกขนาดเล็กบนผิวฟันของตัวอย่างจากแหล่งโบราณคดีหนองราชวัตรในเชิงปริมาณ

ตาราง 18 ตัวอย่างจากแหล่งโบราณคดี ถ่ายภาพด้วยกล้องจุลทรรศน์ชนิดสเตอริโอ รุ่น คาร์ล ไซส์ ไมโครสโคปี แอกซิโอ เอ วันกำลังขยาย 50x

หมายเลขโครงกระดูก	ร่องรอยที่สังเกตได้	ภาพลายเส้นของร่องรอย	ร่องรอยขูดขีด (scratch)	ร่องรอยหลุม (pit)
065 เพศหญิง อายุประมาณ 20-25 ปี			71	4
067 ไม่สามารถระบุเพศได้ อายุประมาณ 25-30 ปี			97	16

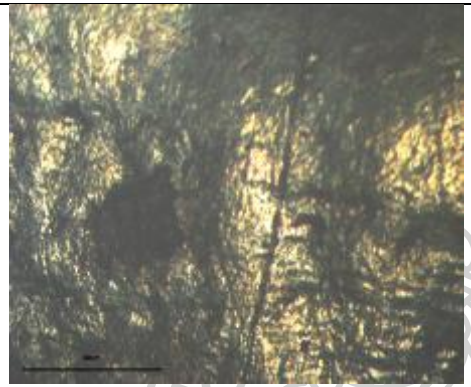
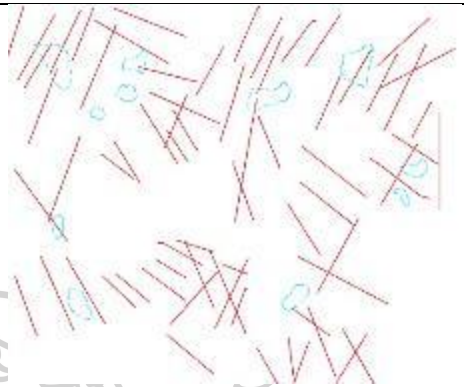
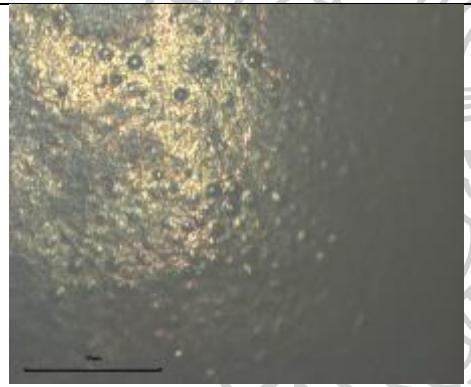
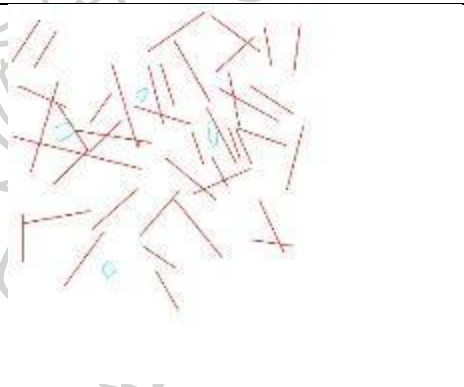
ตารางที่ 17 (ต่อ)

หมายเลขโครงกระดูก	ร่องรอยที่สังเกตได้	ภาพลายเส้นของร่องรอย	ร่องรอยขูดขีด (scratch)	ร่องรอยหลุม (pit)
071 เพศหญิง อายุประมาณ 25-35 ปี			68	2

072 เพศหญิง อายุประมาณ 30-35 ปี			53	3

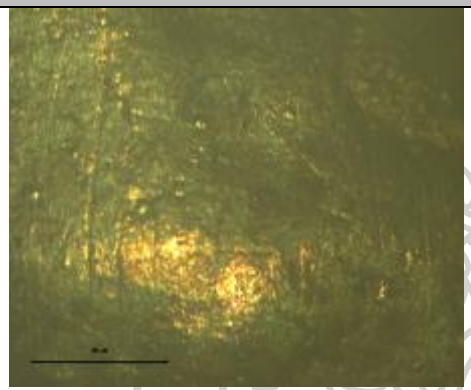
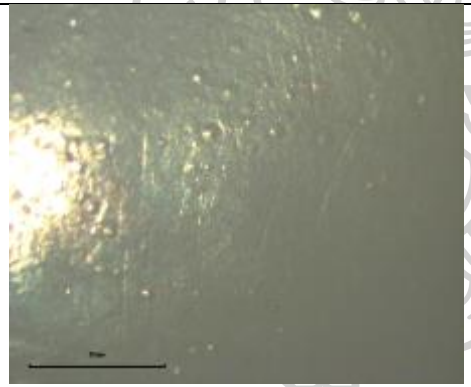
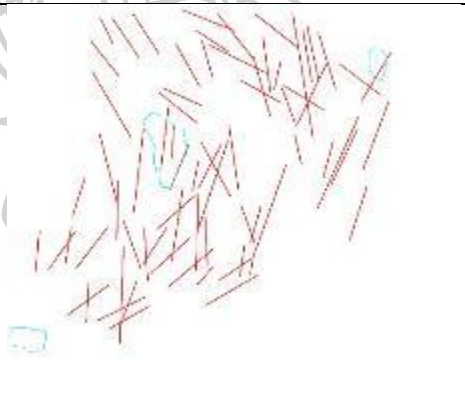
ตารางที่ 17 (ต่อ)

หมายเลขโครงกระดูก	ร่องรอยที่สังเกตได้	ภาพลายเส้นของร่องรอย	ร่องรอยขูดขีด (scratch)	ร่องรอยหลุม (pit)

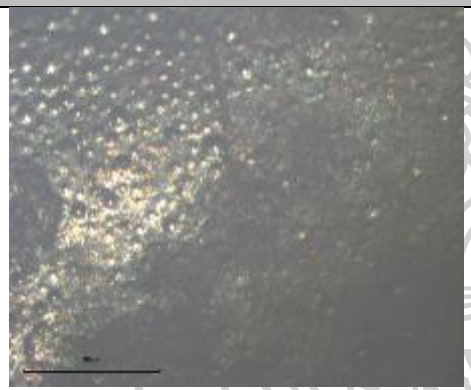
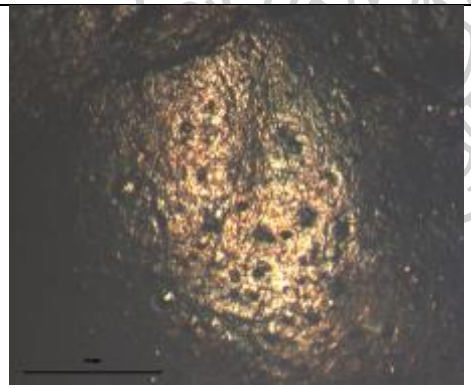
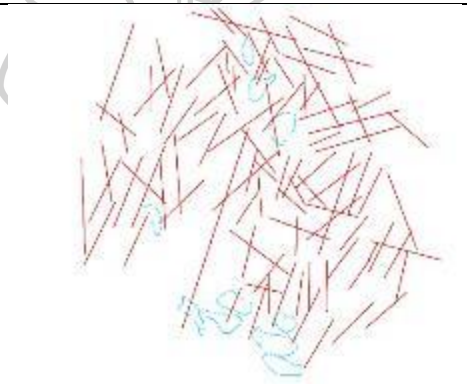
076 เพศชาย อายุประมาณ 25-30 ปี			68	11
077 ไม่สามารถระบุเพศได้ อายุประมาณ 25-30 ปี			41	4

ตารางที่ 17 (ต่อ)

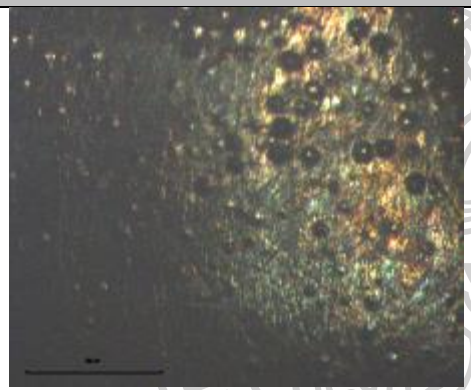
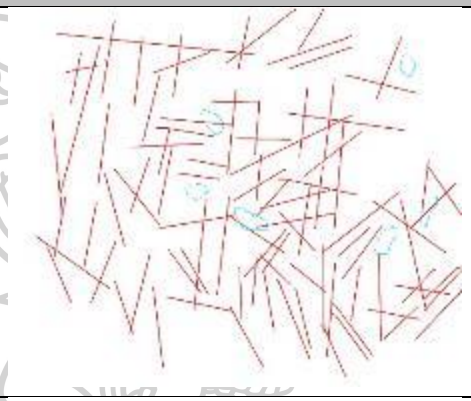
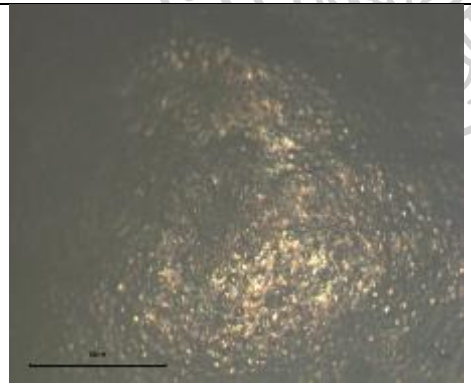
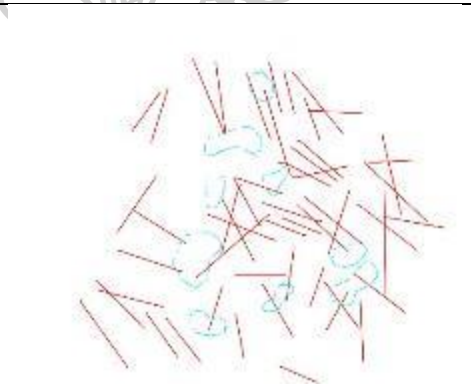
หมายเลขโครงกระดูก	ร่องรอยที่สังเกตได้	ภาพลายเส้นของร่องรอย	ร่องรอยขูดขีด (scratch)	ร่องรอยหลุม

				(pit)
078 เพศหญิง อายุประมาณ 20-25 ปี			75	4
079 ไม่สามารถระบุเพศได้ อายุประมาณ 30-35 ปี			72	3

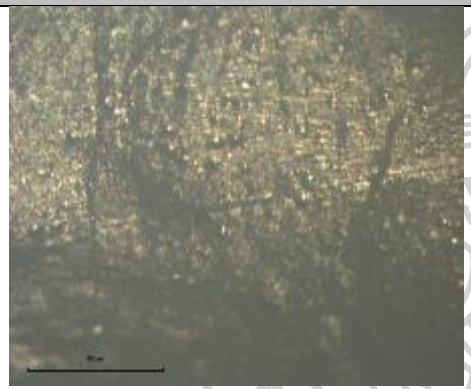
ตารางที่ 17 (ต่อ)

หมายเลขโครงกระดูก	ร่องรอยที่สังเกตได้	ภาพลายเส้นของร่องรอย	ร่องรอยขูดขีด (scratch)	ร่องรอยหลุม (pit)
080 เพศชาย อายุประมาณ 25-30 ปี			62	0
083 เพศหญิง อายุประมาณ 30-35 ปี			94	10

ตารางที่ 17 (ต่อ)

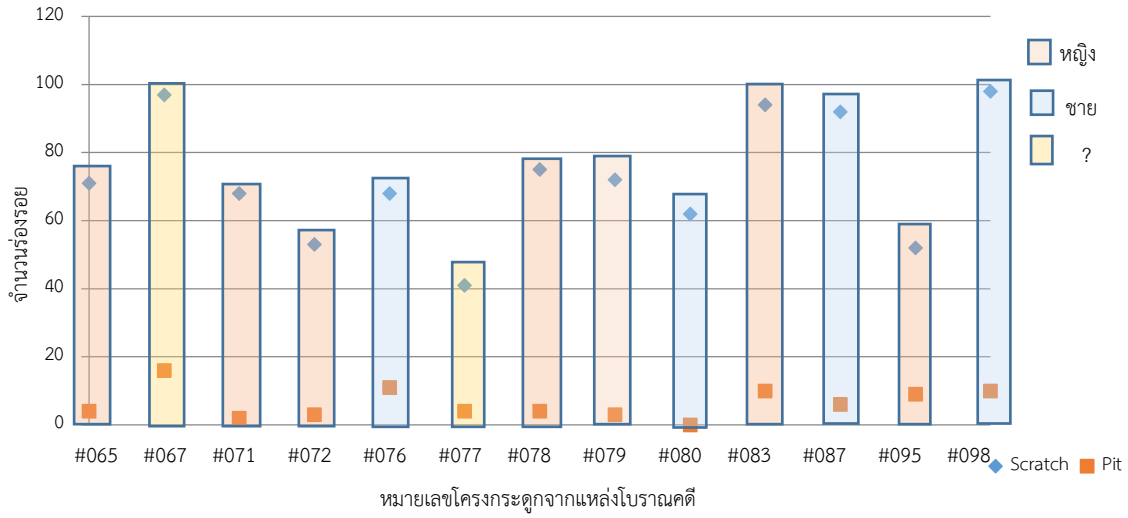
หมายเลขโครงกระดูก	ร่องรอยที่สังเกตได้	ภาพลายเส้นของร่องรอย	ร่องรอยขูดขีด (scratch)	ร่องรอยหลุม (pit)
087 เพศชาย อายุประมาณ 20-25 ปี			92	6
095 เพศหญิง อายุประมาณ 20-25 ปี			52	9

ตารางที่ 17 (ต่อ)

หมายเลขโครงกระดูก	ร่องรอยที่สังเกตได้	ภาพลายเส้นของร่องรอย	ร่องรอยขูดขีด (scratch)	ร่องรอยหลุม (pit)
098 เพศหญิง อายุประมาณ 25-30 ปี			98	10

จากตารางที่ 17 สามารถนับจำนวนของร่องรอยแต่ละประเภทได้ตามลักษณะของฟันจากโครงกระดูกทั้ง 13 ตัวอย่าง แสดงให้เห็นดังแผนภูมิต่อไปนี้

แผนภูมิ 3 แผนภูมิแสดงจำนวนร่องรอยที่สังเกตได้จากตัวอย่างฟันในแหล่งโบราณคดี



จากแผนภูมินี้จะเห็นได้ว่าจำนวนของร่องรอยขูดขีดมีจำนวนมากกว่าร่องรอยหลุมอย่างเห็นได้ชัด ค่าเฉลี่ยของร่องรอยขูดขีดมีค่าเท่ากับ 72.54 ค่าเฉลี่ยของร่องรอยหลุมมีค่า 6.31 เมื่อคิดเป็นอัตราส่วนการเกิดร่องรอยขูดขีดต่อร่องรอยหลุมนั้นมีค่าเท่ากับ 12:1 ซึ่งเป็นอัตราการเกิดร่องรอยทั้งสองที่แตกต่างกันมาก ในตัวอย่างจากแหล่งโบราณคดีพบว่ามีอัตราการเกิดร่องรอยขูดขีดสูงกว่าร่องรอยหลุมอยู่มากถึง 12 เท่า

จากภาพรวมของลักษณะร่องรอยการสึกของฟันที่เกิดขึ้นในตัวอย่างฟันทั้ง 13 ตัวอย่างพบว่าในชั้นวัฒนธรรมที่ 1 จากตัวอย่างทั้ง 3 ได้แก่ 076, 077, 078 พบร่องรอยการสึกในลักษณะที่มีร่องรอยขูดขีดมากกว่าร่องรอยหลุม ร่องรอยมีความตื้นและลึกปะปนกัน มีทิศทางการวางตัวของร่องรอยไม่แน่นอน

ในชั้นวัฒนธรรมที่ 2 ทั้ง 10 ตัวอย่าง ได้แก่ 065, 067, 071, 072, 079, 080, 083, 087, 095 และ 098 ร่องรอยการสึกที่พบส่วนใหญ่เป็นร่องรอยขูดขีดมากกว่าร่องรอยหลุม ร่องรอยมีความตื้นและลึกปะปนกัน มีทิศทางการวางตัวของร่องรอยไม่แน่นอน

ร่องรอยการสึกที่เกิดขึ้นบนผิวฟันในทั้งสองชั้นวัฒนธรรมมีแบบแผนการเกิดร่องรอยที่คล้ายกัน นั่นคือ พบร่องรอยขูดขีดมากกว่าร่องรอยหลุม ทั้งในเพศหญิงและเพศชายรวมถึงโครงกระดูกที่ไม่สามารถระบุเพศได้

5.3 การจัดรูปแบบร่องรอยการสึกขนาดเล็กบนผิวฟัน

การจัดรูปแบบการสึกขนาดเล็กบนผิวฟัน เป็นการจัดรูปแบบลักษณะของร่องรอยที่เกิดขึ้นเพื่ออธิบายลักษณะของอาหารที่ได้บริโภคเมื่อครั้งยังมีชีวิตของตัวอย่างที่ศึกษา จากภาพการจัดแบ่งกลุ่มรูปแบบร่องรอยการสึกขนาดเล็กบนผิวฟันตามวิธีของ Scott (2006) (Scott, 2006) ที่ศึกษาและจัดรูปแบบการสึกของ นั่นคือการแบ่งตามลักษณะของร่องรอยที่พบ สามารถแบ่งเป็นสองกลุ่มคือ Anisotropic texture และ Complex texture แต่ละกลุ่มนั้นจะมีองค์ประกอบของรูปแบบที่แตกต่างกัน Anisotropic texture เป็นรูปแบบของร่องรอยที่มีลักษณะเป็นริ้วขนาน มีทิศทางไม่แน่นอน เกิดจากการกินอาหารที่มีลักษณะเป็นเส้นใยหยาบ เช่น ใบพืชชนิดต่างๆ Complex texture เป็นรูปแบบของร่องรอยที่มีความซับซ้อนและปะปนกันระหว่างร่องรอยเส้นตรงและร่องรอยหลุม เกิดจากการกินอาหารที่มีความหลากหลายทั้งเป็นเส้นใยและอาหารที่มีความแข็ง จำพวกเมล็ดพืช เมล็ดผลไม้เปลือกแข็งต่างๆ

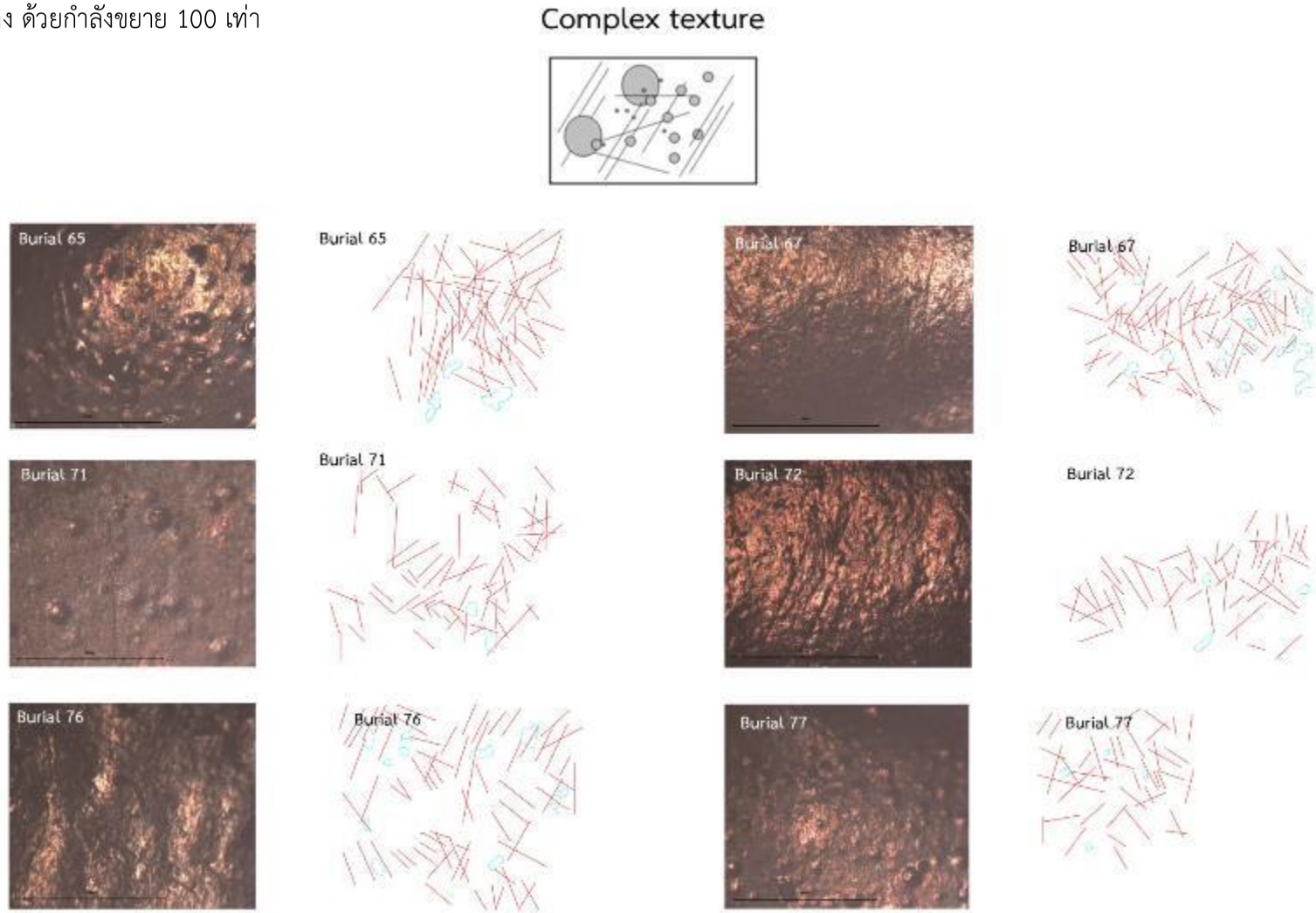
จากตัวอย่างฟันทั้ง 13 ตัวอย่าง พบว่าร่องรอยการสึกขนาดเล็กในกลุ่ม Anisotropic texture ทั้งหมด 1 ตัวอย่าง ได้แก่ ฟันจากโครงกระดูกหมายเลข 80 ลักษณะที่พบเป็นร่องรอยขูดขีดเป็นเส้นตรง (Scratch mark) มีความลึกแตกต่างกัน ทิศทางของร่องรอยไม่แน่นอน ไม่พบร่องรอยหลุมปะปน ตัวอย่างฟันในกลุ่ม Complex texture พบทั้งหมด 12 ตัวอย่าง ได้แก่ 65, 67, 71, 72, 76, 77, 78, 79, 83, 87, 95 และ 98 ลักษณะของร่องรอยที่พบเป็นร่องรอยขูดขีดทั้งตื้นและลึก ทิศทางของร่องรอยไม่แน่นอนปะปนกับร่องรอยของหลุม (Pit mark) พื้นผิวของฟันค่อนข้างขรุขระ

อย่างไรก็ตามลักษณะของร่องรอยที่สังเกตพบและจัดจำแนกตามกลุ่มรูปแบบข้างต้นสามารถสันนิษฐานถึงลักษณะของอาหารที่บริโภคเมื่อครั้งมีชีวิตอยู่ของคนโบราณที่แหล่งโบราณคดีหนองราช-วัตรได้ว่า ส่วนใหญ่มีการบริโภคอาหารที่มีความหลากหลาย อาหารมีลักษณะเป็นเส้นใยมีความหยาบ และอาหารที่มีความแข็งแต่ไม่แข็งมาก เนื่องจากส่วนใหญ่พบในรูปแบบ complex

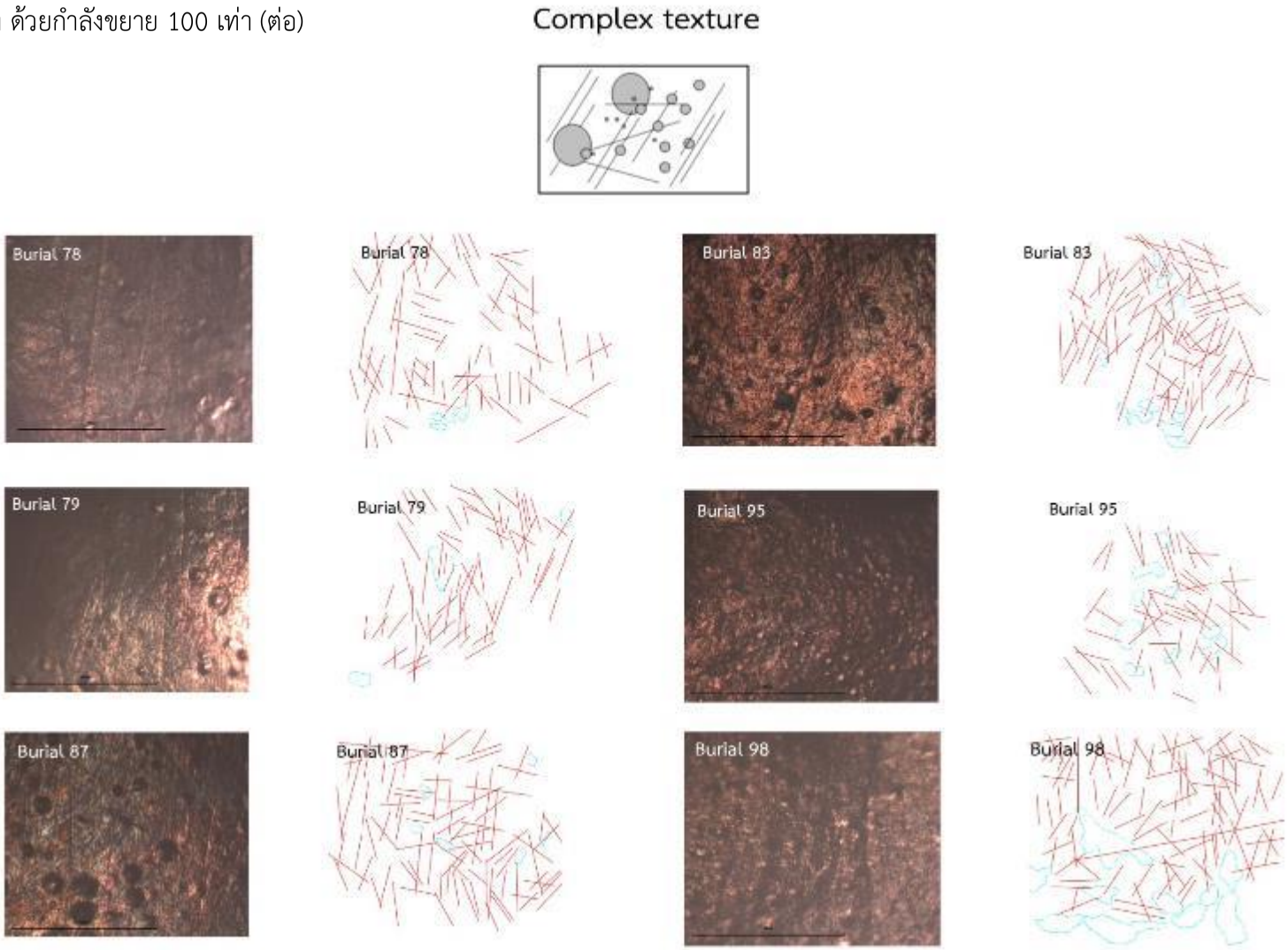
texture ซึ่งเป็นรูปแบบที่มีการสึกซับซ้อน พบเพียง 1 ตัวอย่างเท่านั้นที่สันนิษฐานว่าอาจบริโภคอาหารที่มีลักษณะ เป็นเส้นใยที่ไม่หยาบและแข็งมาก เนื่องจากไม่พบร่องรอยหลุมปะปนอยู่บนผิวฟัน

มหาวิทยาลัยศิลปากร

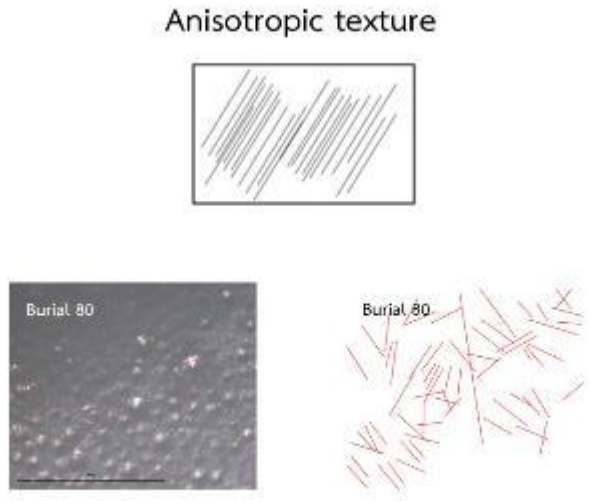
ภาพที่ 92 การจัดรูปแบบของร่องรอยการสึกขนาดเล็กบนผิวฟันตามวิธีของ สก็อต (2006) (Scott, 2006) ตัวอย่างฟันจากแหล่งโบราณคดีหนองราชวัตร จำนวน 13 ตัวอย่าง ด้วยกำลังขยาย 100 เท่า



ภาพที่ 93 การจัดรูปแบบของร่องรอยการสึกขนาดเล็กบนผิวฟันตามวิธีของ สก็อต (2006) (Scott, 2006) ตัวอย่างฟันจากแหล่งโบราณคดีหนองราชวัตร จำนวน 13 ตัวอย่าง ด้วยกำลังขยาย 100 เท่า (ต่อ)



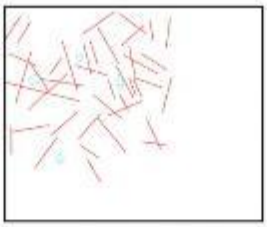
ภาพที่ 94 การจัดรูปแบบของร่องรอยการสึกขนาดเล็กบนผิวฟันตามวิธีของ สก็อต (2006) (Scott, 2006) ตัวอย่างฟันจากแหล่งโบราณคดีหนองราชวัตร จำนวน 13 ตัวอย่าง ด้วยกำลังขยาย 100 เท่า (ต่อ)



ในการศึกษาร่องรอยการสึกขนาดเล็กบนผิวฟันจากตัวอย่างฟันทั้ง 13 ตัวอย่างจากแหล่งโบราณคดีหนองราชวัตรสามารถแบ่งออกเป็นชั้นวัฒนธรรมได้ 2 ชั้น เพื่อศึกษาความเปลี่ยนแปลงรูปแบบการสึกที่เกิดขึ้น แสดงให้เห็นในภาพลายเส้นได้ ดังนี้

ชั้นวัฒนธรรมที่ 1

B#076

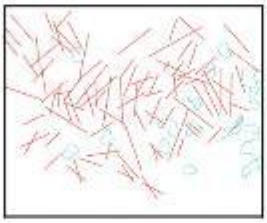


B#077

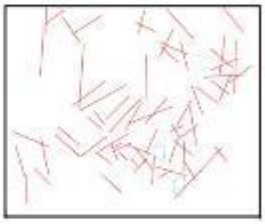
B#078

ชั้นวัฒนธรรมที่ 2

B#065

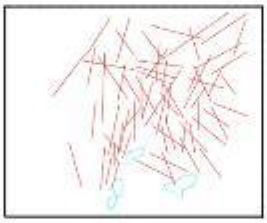


B#067



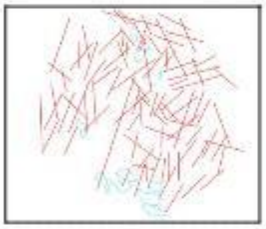
B#071

B#072

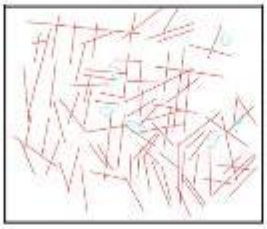


B#079

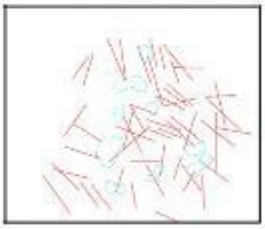
B#080



B#083



B#087

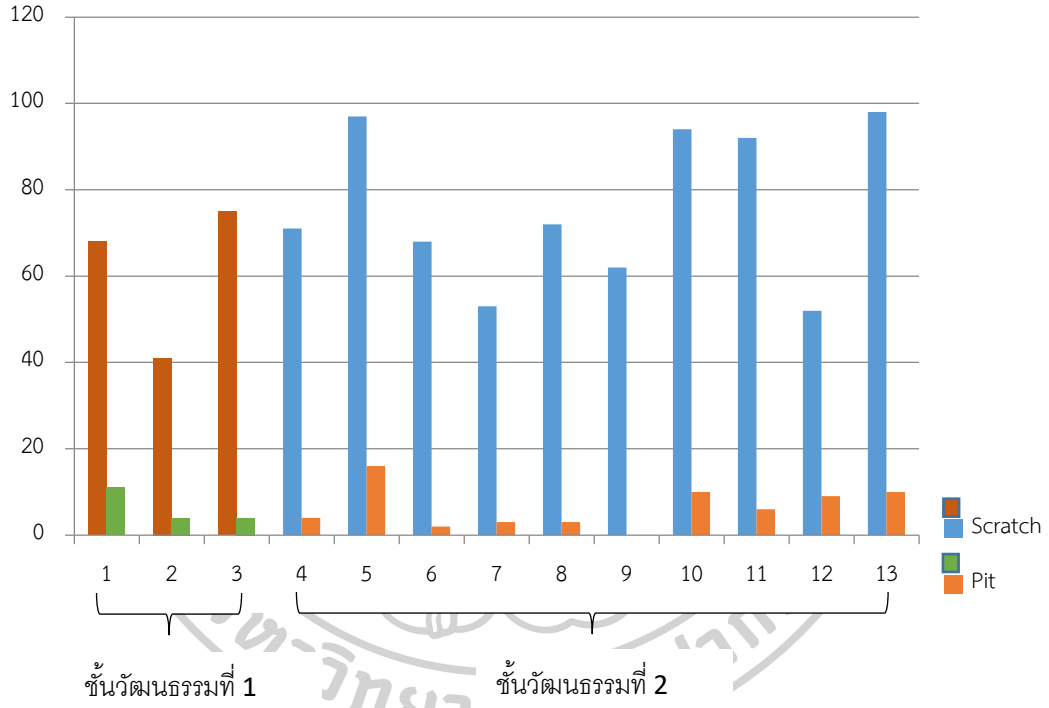


B#095

B#098

จากภาพลายเส้นข้างต้น ไม่พบความแตกต่างในรูปแบบของการเกิดร่องรอยการสึกขนาดเล็กบนผิวฟันในทั้งสองชั้นวัฒนธรรม พบว่าเกิดร่องรอยขูดขีดหนาแน่นกว่าร่องรอยหลุม และเกิดขึ้นทั้งสองร่องรอยปะปนกันในพื้นที่ที่ทำการศึกษา แสดงให้เห็นว่ารูปแบบการสึกที่เกิดขึ้นใน 2 ช่วงเวลามีความคล้ายคลึงกัน สันนิษฐานได้ว่าประเภทของอาหารไม่เปลี่ยนแปลง กรรมวิธีในการปรุงอาหารอาจไม่แตกต่างกันมากนัก

แผนภูมิ 4 แสดงจำนวนร่องรอยการสึกขนาดเล็กบนผิวฟันแต่ละประเภทที่พบในตัวอย่างฟันจากแหล่งโบราณคดีหนองราชวัตรในชั้นวัฒนธรรมที่ 1 และ 2



จากภาพการเปรียบเทียบร่องรอยการสึกและแผนภูมิแสดงจำนวนร่องรอยการสึกข้างต้นของตัวอย่างฟันจากแหล่งโบราณคดีหนองราชวัตรทั้งสองชั้นวัฒนธรรมพบว่า **ไม่มีการเปลี่ยนแปลงของรูปแบบร่องรอยการสึก** พบทั้งร่องรอยขูดขีดและร่องรอยหลุม จำนวนของร่องรอยที่เกิดขึ้นในตัวอย่างฟันที่ได้จากชั้นวัฒนธรรมที่ 1 พบร่องรอยขูดขีดมากกว่าร่องรอยหลุมในอัตราส่วน 9:1 ในชั้นวัฒนธรรมที่ 2 พบร่องรอยขูดขีดมากกว่าร่องรอยหลุมในอัตราส่วน 12:1 จากค่าเฉลี่ยดังกล่าวพบว่าในชั้นวัฒนธรรมที่ 2 มีอัตราการเกิดร่องรอยขูดขีดมากขึ้นจากชั้นวัฒนธรรมที่ 1 ประมาณ 1.3 เท่า

5.4 การวิเคราะห์ร่องรอยการสึกขนาดเล็กบนผิวฟันของตัวอย่างจากแหล่งโบราณคดีเปรียบเทียบจากการศึกษาในคนปัจจุบัน

เมื่อนำตัวอย่างฟันจากแหล่งโบราณคดีหนองราชวัตรทั้ง 13 ตัวอย่างมาเปรียบเทียบกับตัวอย่างจากคนปัจจุบันทั้ง 2 กลุ่ม คือกลุ่มบริโภคเนื้อสัตว์เป็นส่วนใหญ่และกลุ่มบริโภคพืชเป็นส่วนใหญ่ จำนวน 10 ตัวอย่าง มีการสึกสาเหตุจากการบดเคี้ยว (Abrasion) เมื่อนับจำนวนร่องรอยการสึกแต่ละประเภทที่สามารถนับจำนวนได้พบว่ากลุ่มคนบริโภคเนื้อสัตว์เป็นส่วนใหญ่พบร่องรอยขูดขีดมากกว่าร่องรอยหลุม กลุ่มคนบริโภคพืชเป็นส่วนใหญ่พบร่องรอยขูดขีดและไม่พบร่องรอยหลุม (ยกเว้นตัวอย่างที่ 1 ร่องรอยหลุมที่เกิดขึ้นสันนิษฐานว่าเกิดจากการบริโภคอาหารที่มีฤทธิ์เป็นกรดส่งผลให้เกิดการสึกกร่อน (Erosion) บริเวณผิวฟันและปรากฏร่องรอยหลุมจำนวนมากกระจายอยู่ทั่วพื้นที่ที่ศึกษา แต่เนื่องด้วยข้อจำกัดในการศึกษาเรื่องการเลือกกลุ่มประชากรตัวอย่างทำให้กลุ่มประชากรทั้งสองกลุ่มมีจำนวนไม่เท่ากัน ดังนั้นในการวิเคราะห์หรือการเปรียบเทียบนั้นต้องระลึกถึงข้อจำกัดนี้เสมอว่าไม่สามารถใช้เป็นตัวแทนของกลุ่มคนบริโภคพืชเป็นส่วนใหญ่ได้ทั้งหมด ในที่นี้จะใช้เพียงกับการศึกษานี้เท่านั้น

จากการวิเคราะห์ประเภทอาหารของตัวอย่างในปัจจุบัน พบว่ามีการบริโภคที่มีชนิดหลากหลายและผ่านกรรมวิธีทำให้อาหารนั้นสุกก่อนจึงนำมารับประทาน ความร้อนมีผลทำให้อาหารมีความอ่อนนิ่มลง ซึ่งทำให้เกิดร่องรอยการสึกบนผิวฟันน้อยกว่าร่องรอยที่เกิดขึ้นกับตัวอย่างจากแหล่งโบราณคดี แต่ในตัวอย่างจากปัจจุบันพบว่ามีร่องรอยหลุมที่ค่อนข้างหนาแน่นกว่าตัวอย่างจากแหล่งโบราณคดี เมื่อศึกษาการทดลองของ Andrews (1999) (King et al., 1999) ที่ได้นำตัวอย่างฟันแช่ในกรดซิตริกเป็นเวลา 2 ชั่วโมง พบว่าฟันมีการสึกกร่อนเพิ่มขึ้น โดยร่องรอยที่พบมีขนาดกว้างและขรุขระมากขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับสภาพก่อนการทดลอง จากการเก็บข้อมูลของผู้ศึกษาพบว่าพฤติกรรมบริโภคอาหารของตัวอย่างในปัจจุบันที่มีการบริโภคอาหารที่มีฤทธิ์เป็นกรด เช่น กาแฟ น้ำอัดลมและอาหารที่มีรสชาติเปรี้ยว ทำให้เกิดการกัดกร่อนบริเวณผิวฟัน พบในตัวอย่างประชากรในปัจจุบันหมายเลข 1, 5, 6, 8 และ 10 โดยเฉพาะตัวอย่างที่ 1 และ 6 พบว่ามีร่องรอยหลุมขนาดใหญ่กว่าตัวอย่างอื่นๆ จากพฤติกรรมการบริโภคอาหารของตัวอย่างที่ 1 พบว่ามีการดื่มกาแฟและอาหารรสเปรี้ยวเป็นประจำ และพฤติกรรมการบริโภคอาหารของตัวอย่างหมายเลข 6 พบว่ามีการดื่มน้ำอัดลมเป็นประจำ จากปัจจัยดังกล่าวส่งผลให้ผิวฟันเกิดการสึกกร่อนเป็นหลุมขนาดใหญ่ ผลการศึกษาดังกล่าวสอดคล้องกับการทดลองของ Andrews ตัวอย่างจากแหล่งโบราณคดีหมายเลข

067, 095 และ 098 มีร่องรอยหลุมที่มีขนาดกว้างและค่อนข้างหนาแน่น (เมื่อเทียบกันในกลุ่มตัวอย่างจากแหล่งโบราณคดี) คล้ายกับตัวอย่างในปัจจุบันหมายเลข 1 และ 6 จากพฤติกรรมการบริโภคอาหารของตัวอย่างทั้งสองที่มีการบริโภคอาหารประเภทกรดเป็นประจำ จึงสันนิษฐานว่าตัวอย่างจากแหล่งโบราณคดีหมายเลข 067, 095 และ 098 อาจมีการบริโภคอาหารประเภทกรดคล้ายกับตัวอย่างในปัจจุบัน

ตัวอย่างจากแหล่งโบราณคดีหมายเลข 080 พบว่ามีร่องรอยขูดขีดเท่านั้น คล้ายกับกลุ่มตัวอย่างปัจจุบันที่มีการบริโภคพืชเป็นหลักแต่มีปริมาณร่องรอยที่หนาแน่นกว่า สันนิษฐานได้ว่าอาจมีการบริโภคอาหารที่เป็นพืชมีลักษณะเส้นใยหยาบกว่าในปัจจุบัน เมื่อศึกษางานวิจัยจากคณะวิจัยของกัลบานี (2009) (Galbany, 2009) ที่ได้ทำการศึกษาลักษณะการสึกของฟันสัตว์กินพืช พบว่าร่องรอยการสึกที่เกิดขึ้นนั้นเป็นร่องรอยขูดขีดกระจายตัวอย่างหนาแน่น พบทั้งร่องรอยที่มีความลึกและตื้นปะปนกัน อย่างไรก็ตามในการศึกษานี้ได้ศึกษากับลิง 2 สายพันธุ์ได้แก่ชิมแพนซีและกอลิลา ซึ่งมีพฤติกรรมการกินที่แตกต่างกัน แม้ว่าจะเป็นสัตว์กินพืชเป็นส่วนใหญ่คล้ายกัน โดยในชิมแพนซีที่มีการกินอาหารที่หลากหลายกว่ากอลิลา จึงพบทั้งร่องรอยขูดขีดและร่องรอยหลุม รอยขูดขีดมีลักษณะเป็นเส้นสั้นๆ พบทั้งร่องรอยตื้นและลึกปะปนกัน และร่องรอยหลุมเป็นร่องรอยขนาดเล็กไม่กว้างและลึกมากนัก

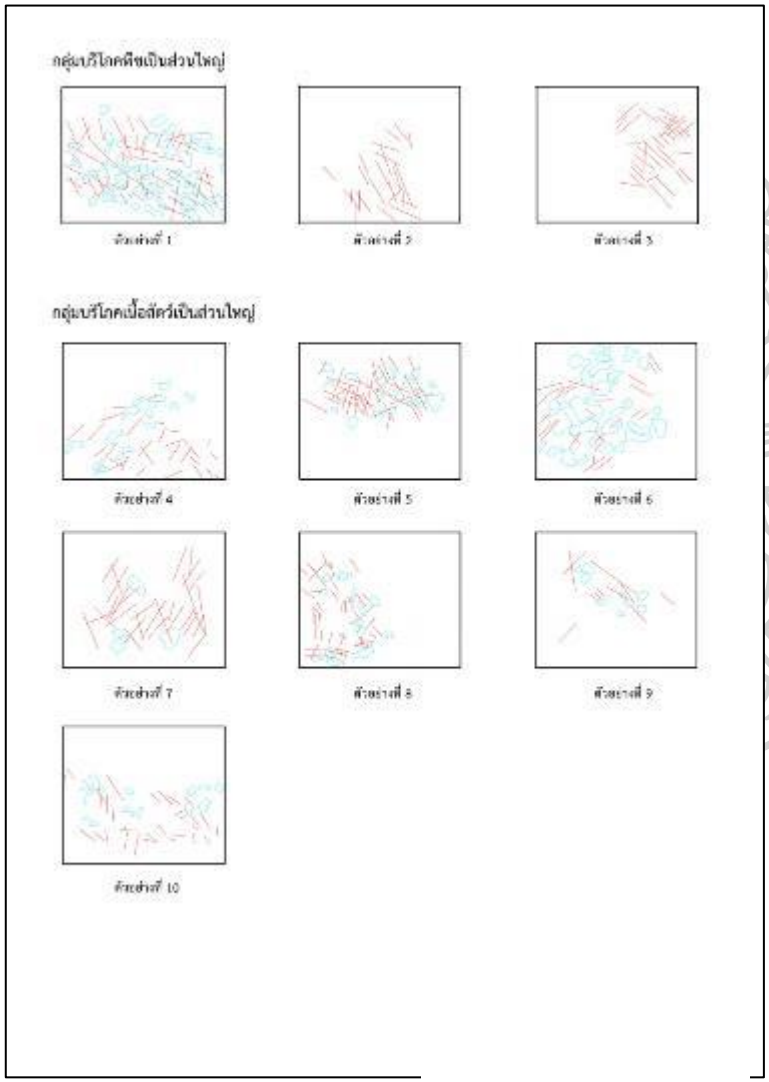
อย่างไรก็ตามการนำเอาตัวอย่างที่มีการศึกษาจากพฤติกรรมการกินอาหารของสัตว์มาเปรียบเทียบกับพฤติกรรมการบริโภคอาหารของคนนั้นเป็นสิ่งที่แตกต่างกันทั้งในเรื่องของสายพันธุ์และพฤติกรรมการเลือกอาหาร การบดเคี้ยวอาหารและประเภทของอาหารก็ตาม แต่ผู้ศึกษาได้นำเอามาเปรียบเทียบให้เห็นถึงลักษณะของร่องรอยที่เกิดขึ้นสาเหตุจากประเภทของอาหารเป็นหลัก คือร่องรอยที่เกิดจากการบริโภคพืชและร่องรอยที่เกิดจากการบริโภคเนื้อสัตว์ว่ามีความเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร เพื่อเป็นต้นแบบในการศึกษาเปรียบเทียบ จากการศึกษางานวิจัยที่ผ่านมาพบว่าร่องรอยที่เกิดจากการบริโภคพืชมักมีลักษณะเป็นร่องรอยขูดขีด ร่องรอยมีความลึกและตื้นปะปนกัน ร่องรอยที่เกิดจากการบริโภคสัตว์หรืออาหารที่มีความแข็ง เช่น กระดูกสัตว์ จะเกิดร่องรอยในลักษณะที่เป็นร่องรอยหลุม มีลักษณะพื้นผิวที่ขรุขระ ความสูงต่ำของร่องรอยไม่เท่ากัน

จากการศึกษาตัวอย่างของคนปัจจุบันและตัวอย่างจากแหล่งโบราณคดีพบว่าร่องรอยที่เกิดขึ้นมีลักษณะผสมทั้งร่องรอยขูดขีดและร่องรอยหลุม ในปริมาณที่แตกต่างกัน ความหนาแน่นของ

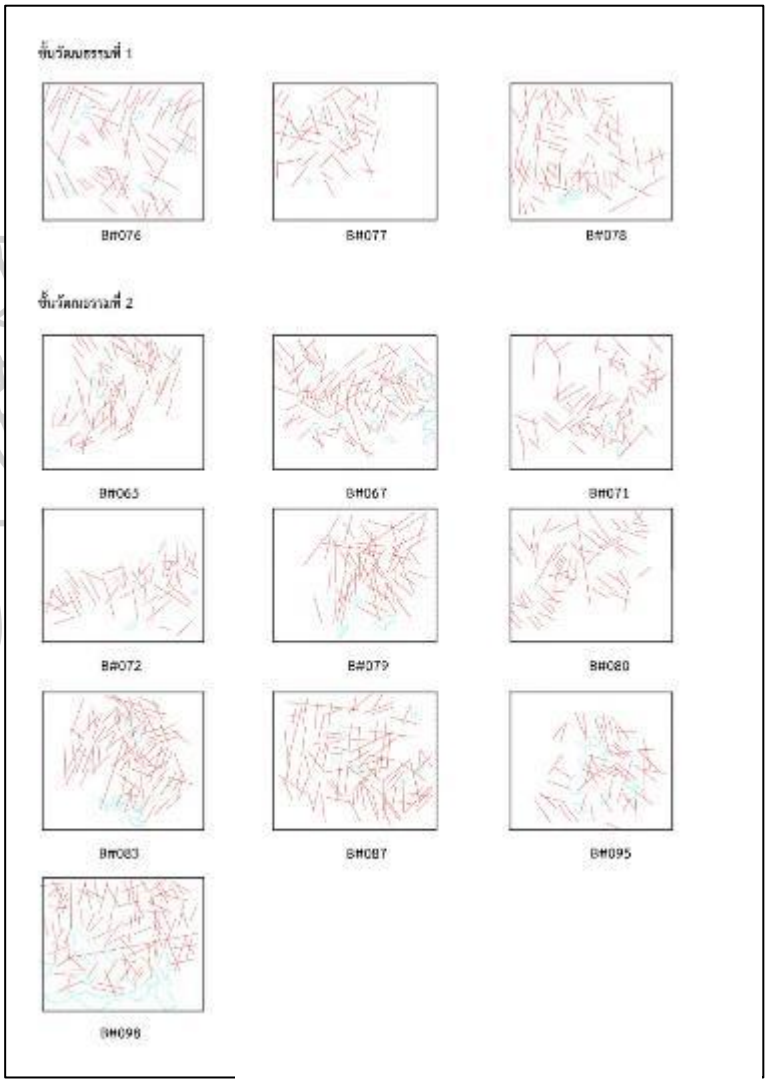
ร่องรอยไม่เท่ากัน ขึ้นอยู่กับพฤติกรรมการบริโภคอาหารของแต่ละบุคคลและประเภทอาหารแต่ละยุคสมัย ปัจจุบันขั้นตอนการปรุงอาหารและกรรมวิธีทำอาหารให้สุกมีขั้นตอนที่หลากหลาย ทั้งการนึ่ง ต้ม ผัด ทอด ย่าง ล้วนแต่เป็นกรรมวิธีที่ใช้ความร้อนทั้งสิ้น อีกทั้งในปัจจุบันมีการปรุงแต่งรสชาติอาหารตามความชอบเป็นหลัก รวมทั้งอาหารและเครื่องดื่มส่วนใหญ่มีค่าความเป็นกรดแทบทั้งสิ้น อาหารที่ทำให้ร่างกายเกิดสภาวะเป็นกรด ได้แก่ อาหารประเภทแป้งและคาร์โบไฮเดรต อาหารที่มีส่วนผสมของน้ำตาล น้ำอัดลม กาแฟ เนื้อสัตว์ น้ำมัน ไขมันทุกชนิด และอาหารที่ผ่านกรรมวิธีการทอด สารปรุงแต่งรสชาติอาหารซึ่งมีทั้งชนิดที่เป็นกรด เช่น น้ำมะนาว น้ำส้มสายชู และชนิดที่มีคุณสมบัติเป็นกลาง เช่น เกลือ น้ำตาลทราย ผงชูรส (อิสรา เพ็ชรยิ้ม, 2557, 2-3)

ลักษณะอาหารในอดีตจากผลการวิเคราะห์กระดูกสัตว์ของแววจันทร์ สุขปัน (2559) พบว่าในชั้นวัฒนธรรมที่ 1 และ 2 มีความคล้ายกันในชนิดของสัตว์ แต่ในชั้นวัฒนธรรมที่ 2 พบกระดูกสัตว์ในปริมาณที่มากขึ้น โดยเฉพาะ กวาง หมู และเต่า สันนิษฐานได้ว่าในชั้นวัฒนธรรมที่ 2 มีการล่าสัตว์มาเป็นอาหารมากขึ้นเนื่องจากการเพิ่มจำนวนของประชากร นอกจากนี้ยังพบแกลบข้าวผสมอยู่ในเนื้อภาชนะดินเผา สันนิษฐานทางอ้อมได้ว่าในชุมชนแห่งนี้มีการบริโภคข้าวร่วมกับการบริโภคเนื้อสัตว์แล้ว ในปัจจุบันแหล่งโบราณคดีหนองราชวัตรยังขาดการศึกษาเกี่ยวกับพืชในอดีตทำให้ไม่สามารถระบุได้อย่างชัดเจนว่ามีการเพาะปลูกเกิดขึ้นอย่างเข้มข้นมากน้อยเพียงใด จากการทบทวนวรรณกรรมเกี่ยวกับพืชพรรณในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้พบว่าในประเทศไทยเป็นต้นกำเนิดผลไม้ประเภทมะนาว (Citrus Macroptera) และมะม่วง (Mangifera foetida) แต่ไม่สามารถระบุพื้นที่ต้นกำเนิดได้อย่างชัดเจน (Blench, 2004, 5-9) แม้ว่ายังไม่มีการค้นพบพืชพรรณประเภทดังกล่าวในแหล่งโบราณคดีหนองราชวัตร แต่สามารถคาดการณ์ได้ถึงการมีอยู่ของแหล่งทรัพยากรอาหารที่มีรสชาติเปรี้ยว มีความเป็นกรดที่คนก่อนประวัติศาสตร์อาจมีการนำมาบริโภค ตัวอย่างฟันจากแหล่งโบราณคดีหนองราชวัตรหมายเลข 067, 095 และ 098 พบร่องรอยการสึกในลักษณะที่เป็นหลุมกว้างคล้ายการสึกกร่อน เป็นไปได้ว่าอาจมีการบริโภคอาหารที่มีรสเปรี้ยว จนเกิดการสึกร่อนที่ผิวฟันและเกิดร่องรอยในลักษณะที่เป็นหลุมกว้าง ผิวฟันมีความขรุขระคล้ายกับตัวอย่างคนปัจจุบันหมายเลข 1 และ 6 ที่มีพฤติกรรมบริโภคอาหารที่เป็นกรดอยู่เป็นประจำ

ภาพที่ 95 การเปรียบเทียบร่องรอยการสึกขนาดเล็กที่เกิดขึ้นบนผิวฟันระหว่างตัวอย่างคนปัจจุบันกับตัวอย่างจากแหล่งโบราณคดีหนองราชวัตร



ตัวอย่างจากคนปัจจุบัน



ตัวอย่างจากแหล่งโบราณคดีหนองราชวัตร

5.5 การอภิปรายผลศึกษารูปแบบการสึกขนาดเล็กที่เกิดขึ้นบนผิวฟันจากตัวอย่างคนปัจจุบันและตัวอย่างจากแหล่งโบราณคดีหนองราชวัตร

การศึกษารูปแบบการสึกขนาดเล็กบนผิวฟันจากตัวอย่างคนปัจจุบันและตัวอย่างจากแหล่งโบราณคดีหนองราชวัตรพบว่าประเภทการสึกที่เกิดขึ้นเป็นการสึกเนื่องจากการบดเคี้ยวอาหาร (Abrasion) เป็นสาเหตุหลักและสาเหตุจากการสึกกร่อน (Erosion) เนื่องจากการสลายตัวของสารประกอบในเคลือบฟันที่เกิดจากการกระทำของกรด ซึ่งพบในบางตัวอย่างเท่านั้น โดยการสึกจากการบดเคี้ยวที่เป็นสาเหตุหลักของการเกิดร่องรอยการสึกขนาดเล็กนี้สามารถจัดจำแนกรูปแบบและลักษณะของร่องรอยที่เกิดขึ้นกับทั้งสองกลุ่มตัวอย่างได้ ดังนี้

การศึกษาร่องรอยการสึกขนาดเล็กบนผิวฟันจากตัวอย่างจากคนปัจจุบัน 10 ตัวอย่าง โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มบริโภคพืชเป็นส่วนใหญ่ จำนวน 3 ตัวอย่าง และกลุ่มบริโภคเนื้อสัตว์เป็นส่วนใหญ่ จำนวน 7 ตัวอย่าง พบร่องรอยการสึกขนาดเล็ก 2 ประเภท คือ ร่องรอยขูดขีดและร่องรอยหลุม โดยสามารถจัดจำแนกรูปแบบของร่องรอยได้ 2 กลุ่มคือ กลุ่มรูปแบบซับซ้อน (Complex texture) เป็นกลุ่มที่มีร่องรอยทั้ง 2 ประเภทปะปนกัน และกลุ่มร่องรอยไม่สม่ำเสมอ (Anisotropic texture) เป็นกลุ่มที่พบเพียงร่องรอยขูดขีดเพียงอย่างเดียว เมื่อพิจารณาจากพฤติกรรมการบริโภคอาหารพบว่ากลุ่มบริโภคเนื้อสัตว์เป็นส่วนใหญ่จัดอยู่ในรูปแบบซับซ้อน และกลุ่มบริโภคพืชเป็นส่วนใหญ่จัดอยู่ในกลุ่มร่องรอยไม่สม่ำเสมอ (ยกเว้นในตัวอย่างที่ 1 ที่มีรูปแบบซับซ้อน เนื่องจากมีร่องรอยหลุมที่เกิดจากการสึกกร่อน มีสาเหตุจากการบริโภคอาหารที่มีฤทธิ์ในการกัดกร่อน ได้แก่ กาแฟและอาหารรสเปรี้ยวเป็นประจำ) การเกิดร่องรอยการสึกขนาดเล็กบนผิวฟันในประชากรปัจจุบันนั้นมีสาเหตุมาจากหลายปัจจัยทั้งประเภทอาหาร ความอ่อนนิ่ม ความแข็ง ความหยาบ ความเป็นกรด-ด่างของอาหารและพฤติกรรมการแปรงฟันที่ส่งผลต่อการเกิดร่องรอยดังกล่าว

ปัจจุบันพบว่าอาหารที่บริโภคเป็นสาเหตุหลักที่ส่งผลต่อการสึกของฟัน เนื่องจากอาหารในปัจจุบันมีการปรุงแต่งรสชาติและมีสภาพเป็นกรดเป็นส่วนใหญ่ ทั้งเครื่องปรุงรส อาหารประเภทคาร์โบไฮเดรต เนื้อสัตว์ ไขมันทุกชนิดและกรรมวิธีในการทำให้อาหารสุก เช่น การทอด กระบวนการเหล่านี้ส่งผลให้อาหารที่คนปัจจุบันบริโภคมีสภาพเป็นกรด (อิสรา เพ็ชรยิ้ม, 2557, 2-3) นอกจากนี้อาหารในปัจจุบันมีความอ่อนนิ่มมากกว่าในสมัยก่อนประวัติศาสตร์ เนื่องจากกรรมวิธีในการทำให้อาหารสุกมีความหลากหลาย ทั้ง ทอด ต้ม นึ่ง ย่าง กระบวนการเหล่านี้ต้องใช้ความร้อนสูงเพื่อให้อาหารสุกซึ่งความร้อนจะทำลายโปรตีนเส้นใยกล้ามเนื้อทำให้เนื้อสัตว์มีความอ่อนนิ่ม เมื่อพิจารณา

ร่องรอยการสึกขนาดเล็กบนผิวฟันของตัวอย่างประชากรในปัจจุบันพบว่า เกิดร่องรอยการสึกในลักษณะร่องรอยหลุมและร่องรอยขูดขีดในปริมาณไม่หนาแน่นเมื่อเทียบกับตัวอย่างจากแหล่งโบราณคดี อัตราการเกิดร่องรอยขูดขีดต่อร่องรอยหลุมในกลุ่มบริโภคเนื้อสัตว์เป็นส่วนใหญ่เท่ากับ 2:1 ในกลุ่มบริโภคพืชเป็นส่วนใหญ่เท่ากับ 5:1 และในตัวอย่างจากแหล่งโบราณคดีหนองราชวัตรเท่ากับ 12:1 ซึ่งเป็นอัตราการเกิดร่องรอยขูดขีดต่อร่องรอยหลุมที่สูงกว่าเมื่อเทียบกับตัวอย่างคนปัจจุบัน เมื่อวิเคราะห์จากลักษณะอาหารและร่องรอยการสึกพบว่ามีความสอดคล้องกับอัตราการเกิดร่องรอยที่เกิดขึ้น กล่าวคือในตัวอย่างปัจจุบันอาหารมีความอ่อนนิ่มสูงแต่มีสภาพเป็นกรดมากกว่า (โดยเฉพาะตัวอย่างปัจจุบันหมายเลข 1 และ 6 พบการสึกกร่อนของฟันสูง เนื่องจากบริโภคอาหารที่มีสภาพเป็นกรดสูงอยู่เป็นประจำ) แต่ในตัวอย่างจากแหล่งโบราณคดีสามารถสันนิษฐานได้ว่าเป็นอาหารที่มีลักษณะเส้นใยหยาบและแข็งมากกว่าปัจจุบันเนื่องจากพบร่องรอยขูดขีดในปริมาณที่หนาแน่นกว่า 2-6 เท่า

ตัวอย่างจากแหล่งโบราณคดีพบร่องรอยการสึกทั้งในรูปแบบซับซ้อน จำนวน 12 ตัวอย่าง ได้แก่โครงกระดูกหมายเลข 065, 067, 071, 072, 076, 077, 078, 079, 083, 087, 095 และ 098 และรูปแบบไม่สม่ำเสมอ จำนวน 1 ตัวอย่าง คือโครงกระดูกหมายเลข 080 แสดงให้เห็นถึงพฤติกรรมการบริโภคอาหารของคนก่อนประวัติศาสตร์ที่มีความหลากหลาย ทั้งการบริโภคอาหารที่มีความเหนียว ความหยาบและแข็งจนทำให้เกิดร่องรอยการสึกในลักษณะร่องรอยขูดขีดและร่องรอยหลุม เมื่อพิจารณาจากหลักฐานทางโบราณคดีอื่นๆที่พบร่วมกัน เช่น กระดูกสัตว์ พบว่า ในชั้นวัฒนธรรมที่ 1 มีการบริโภคสัตว์หลายขนาดและหลายชนิด ได้แก่ วงศ์วัว/ควาย วงศ์กวาง หมู เต่า และในชั้นวัฒนธรรมที่ 2 พบกระดูกสัตว์ประเภทเดิมยกเว้นวงศ์วัว/ควาย และมีปริมาณเพิ่มขึ้นมากขึ้นจากชั้นวัฒนธรรมที่ 1 อีกทั้งยังพบร่องรอยของแกลบข้าวและใยพืชผสมอยู่ในเนื้อภาชนะดินเผาที่ใช้ในชีวิตประจำวัน กรรมวิธีในการเตรียมอาหารอาจมีผลต่อการเกิดร่องรอยเช่นกัน การศึกษาของ ลี (1928) ได้เสนอว่าการใช้เครื่องมือทุบหรือสับสัตว์ที่มีขนาดเล็กให้กระดูกหักและขาดออกจากกัน แล้วบริโภคทุกส่วนของสัตว์ขนาดเล็ก กระดูกที่แตกหักอาจเกิดการขัดถูกับผิวฟันขณะบดเคี้ยวอาหารจนทำให้ฟันเกิดร่องรอยขนาดเล็กในลักษณะเป็นหลุมหรือรอยขูดขีดที่เกิดจากความแข็งของกระดูกสัตว์ขณะบดเคี้ยว(Leigh, 1925, 179-180) สัมพันธ์กับร่องรอยการสึกที่พบบนผิวฟัน โดยส่วนใหญ่ร่องรอยที่เกิดขึ้นเป็นร่องรอยขูดขีดที่มีร่องไม่ลึกมากและมีร่องรอยหลุมปะปนในปริมาณไม่หนาแน่น จากการเปรียบเทียบรูปแบบการสึกของฟันพบว่ารูปแบบการสึกของฟันส่วนใหญ่เป็นรูปแบบซับซ้อน

คล้ายกับกลุ่มบริโภคเนื้อสัตว์เป็นส่วนใหญ่ในตัวอย่างประชากรปัจจุบัน นอกจากนี้เมื่อพิจารณาร่องรอยหลุมที่เกิดขึ้นในประชากรปัจจุบันที่มีพฤติกรรมบริโภคอาหารที่มีสภาพเป็นกรดอยู่เป็นประจำ พบว่าลักษณะของร่องรอยหลุมมีลักษณะกว้างและขรุขระ (ตัวอย่างประชากรปัจจุบันหมายเลข 1 และ 6) พบว่าร่องรอยดังกล่าวเกิดขึ้นในตัวอย่างจากแหล่งโบราณคดีหมายเลข 067, 095 และ 098 ซึ่งพบร่องรอยหลุมที่มีขนาดกว้างและมีความขรุขระคล้ายกัน จากข้อสังเกตนี้สันนิษฐานได้ว่าคนก่อนประวัติศาสตร์ที่แหล่งโบราณคดีหนองราชวัตรอาจมีการบริโภคอาหารที่มีสภาพเป็นกรดเช่นเดียวกับตัวอย่างในปัจจุบัน นอกจากนี้สภาพแวดล้อมอาจส่งผลต่อการเลือกอาหารที่นำมาบริโภค จากงานของทีฟอร์ด (1985) (Teaford, 1985) ที่ได้ทำการศึกษาการเลือกบริโภคอาหารของลิงตระกูลซีบัส พบว่ามีการเลือกอาหารตามแหล่งทรัพยากรในสภาพแวดล้อมบริเวณนั้นๆ ในแหล่งโบราณคดีหนองราชวัตรในอดีตนั้นสันนิษฐานว่าเป็นป่าโปร่ง จากชนิดของกระดูกสัตว์ที่พบจากการขุดค้นทางโบราณคดีและวิเคราะห์โดยแววจันทร์ สุขปัน (2560) (แววจันทร์ สุขปัน, 2559) พบว่าสัตว์ที่อาศัยในบริเวณใกล้ๆกับแหล่งโบราณคดีเป็นสัตว์ที่อาศัยอยู่ในสภาพแวดล้อมที่เป็นป่าโปร่ง เช่น เก้ง กวาง วัว ควาย หมูป่า ดังนั้น สภาพแวดล้อมของอาหารที่คนสมัยก่อนประวัติศาสตร์ที่แหล่งโบราณคดีหนองราชวัตรบริโภคนั้นเป็นสภาพแวดล้อมที่ไม่แห้งแล้ง อาจไม่มีการเจือปนของเม็ดทรายจากสภาพอากาศที่แห้งแล้งเช่นเดียวกับคนที่อาศัยอยู่ในสภาพแวดล้อมที่แห้งและเต็มไปด้วยทราย (Brothwell, 1963, 242)

ร่องรอยการสึกขนาดเล็กที่ปรากฏบนผิวฟันนั้นนอกจากบอกข้อมูลเกี่ยวกับด้านอาหารการกินแล้วนั้นยังสามารถสันนิษฐานถึงพฤติกรรมการบริโภคอาหารของแต่ละเพศได้เช่นกัน เมื่อพิจารณาความแตกต่างระหว่างจำนวนของร่องรอยการสึกขนาดเล็กที่เกิดขึ้นในแต่ละเพศ พบว่าในชั้นวัฒนธรรมที่ 1 ตัวอย่างฟันจำนวน 3 ตัวอย่าง เป็นเพศชายจำนวน 1 ตัวอย่าง เพศหญิงจำนวน 1 ตัวอย่างและไม่สามารถระบุได้จำนวน 1 ตัวอย่าง พบว่าเพศชายมีร่องรอยขูดขีดจำนวน 68 รอยและร่องรอยหลุมจำนวน 11 รอย ในเพศหญิงมีร่องรอยขูดขีดจำนวน 75 รอยและร่องรอยหลุมจำนวน 4 รอย ในชั้นวัฒนธรรมนี้เพศชายพบร่องรอยขูดขีดน้อยกว่าเพศหญิงแต่พบร่องรอยหลุมมากกว่า อาจเกิดจากการบริโภคอาหารที่มีความแข็งและมีพฤติกรรมการเคี้ยวอาหารในลักษณะกัดหรือบดให้แตก ในชั้นวัฒนธรรมที่ 2 ตัวอย่างฟันจำนวน 10 ตัวอย่าง เป็นเพศชายจำนวน 3 ตัวอย่าง เพศหญิงจำนวน 6 ตัวอย่าง และไม่สามารถระบุได้จำนวน 1 ตัวอย่าง พบว่าในเพศชายมีค่าเฉลี่ยร่องรอยขูดขีดเท่ากับ 84 ค่าเฉลี่ยร่องรอยหลุมเท่ากับ 5.3 เพศหญิงมีค่าเฉลี่ยร่องรอยขูดขีดเท่ากับ 68.3 ค่าเฉลี่ยร่องรอย

หลุมเท่ากับ 5.1 แสดงให้เห็นว่าในชั้นวัฒนธรรมที่ 2 นี้ เพศชายเกิดร่องรอยขูดขีดมากกว่าเพศหญิง แต่ร่องรอยหลุมมีค่าไม่แตกต่างกันมาก อาจเกิดจากการบริโภคอาหารที่มีลักษณะหยาบหรือแข็งมากกว่าเพศหญิงและมีพฤติกรรมการบดเคี้ยวอาหารในลักษณะการเยื้องขากรรไกรมากกว่า ความแตกต่างของร่องรอยการสึกขนาดเล็กที่เกิดขึ้นในสองชั้นวัฒนธรรมนี้นำไปสู่การสันนิษฐานได้ว่าในสมัยแรกผู้ชายอาจมีการบริโภคอาหารที่มีลักษณะแข็ง เปราะ มากกว่าอาหารที่มีลักษณะเป็นเส้นใยหยาบเหนียวมากกว่าผู้หญิง แต่ในชั้นวัฒนธรรมที่ 2 ผู้ชายอาจมีการบริโภคอาหารที่มีลักษณะแข็งและหยาบมากกว่าเพศหญิง

การศึกษานี้มีข้อจำกัดด้านจำนวนประชากรตัวอย่างในปัจจุบัน ผลที่ได้จากการทดลองในประชากรปัจจุบันจึงสามารถใช้กับเพียงการศึกษานี้เท่านั้น ไม่สามารถใช้เป็นเกณฑ์ในการศึกษาเปรียบเทียบทั้งหมดได้ อย่างไรก็ตามในการศึกษาเปรียบเทียบโดยใช้คนปัจจุบันเป็นต้นแบบในการศึกษาตัวอย่างในอดีตนั้นต้องคำนึงถึงข้อจำกัด ความแตกต่างระหว่างยุคสมัย รวมถึงปัจจัยที่ส่งผลต่อการเกิดร่องรอยการสึกของฟันในปัจจุบันด้วย

มหาวิทยาลัยศิลปากร

บทที่ 6 สรุปผลการศึกษา

การศึกษาพฤติกรรมการบริโภคอาหารของคนก่อนประวัติศาสตร์ที่แหล่งโบราณคดีหนองราชวัตร อำเภอหนองหญ้าไซ จังหวัดสุพรรณบุรี ใช้ตัวอย่างฟันจากโครงกระดูกมนุษย์ที่ได้จากการขุดค้นในปีพ.ศ.2557-2558 พบทั้งหมด 49 โครง ได้แก่ โครงกระดูกหมายเลข 065 – 113 การคัดเลือกตัวอย่างเพื่อใช้ในการศึกษาจากโครงกระดูกที่มีฟันกรามล่างสภาพค่อนข้างสมบูรณ์และฟันกรามล่างติดอยู่ในตำแหน่งเดิมบนขากรรไกร พบตัวอย่างที่สามารถนำมาศึกษาได้ทั้งหมด 13 ตัวอย่าง ได้แก่ ตัวอย่างฟันกรามล่างซี่ที่ 1 จำนวน 12 ตัวอย่างและตัวอย่างฟันกรามล่างซี่ที่ 2 จำนวน 1 ตัวอย่าง ตัวอย่างฟันจากโครงกระดูกทั้ง 13 โครงที่นำมาศึกษาสามารถแบ่งได้ 2 ชั้นวัฒนธรรม คือ ชั้นวัฒนธรรมที่ 1 จำนวน 10 ตัวอย่าง ได้แก่ โครงกระดูกหมายเลข 065, 067, 071, 072, 079 ,080, 083, 087, 095, 098 ชั้นวัฒนธรรมที่ 2 จำนวน 3 ตัวอย่าง ได้แก่ โครงกระดูกหมายเลข 076, 077, 078

การศึกษารอยสึกขนาดเล็กบนผิวฟันนี้มีการศึกษาเปรียบเทียบกับตัวอย่างฟันคนปัจจุบัน จำนวน 10 ตัวอย่าง โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างปัจจุบันเป็นสองกลุ่มคือ กลุ่มบริโภคเนื้อสัตว์เป็นส่วนใหญ่ จำนวน 7 ตัวอย่าง ผลจากการศึกษาและจัดรูปแบบร่องรอยการสึกขนาดเล็กบนผิวฟันพบว่าอยู่ในรูปแบบซับซ้อน (Complex texture) พบร่องรอยขูดขีดปะปนกับร่องรอยหลุม และกลุ่มบริโภคพืชเป็นส่วนใหญ่ จำนวน 3 ตัวอย่าง ผลการศึกษาและจัดรูปแบบร่องรอยการสึกขนาดเล็กบนผิวฟันพบว่าอยู่ในรูปแบบไม่สม่ำเสมอ (Anisotropic texture) พบเพียงร่องรอยขูดขีดเท่านั้น

จากพฤติกรรมการบริโภคอาหารของตัวอย่างประชากรปัจจุบันบางคนส่งผลต่อการเกิดร่องรอยการสึกบนผิวฟัน ทำให้ร่องรอยการสึกที่เกิดขึ้นมีลักษณะผิดปกติจากกลุ่มประชากรตัวอย่าง เช่น ตัวอย่างหมายเลข 1 เป็นตัวอย่างในกลุ่มบริโภคพืชเป็นส่วนใหญ่ แต่พบร่องรอยหลุมที่หนาแน่นกว่าตัวอย่างอื่นที่อยู่ในกลุ่มเดียวกัน เมื่อพิจารณาจากพฤติกรรมการบริโภคอาหารพบว่าเป็นผู้ที่มีพฤติกรรมบริโภคอาหารที่มีสภาพเป็นกรดอยู่เป็นประจำ ได้แก่ อาหารรสเปรี้ยวและกาแฟ ส่งผลให้เกิดการสึกกร่อนบนผิวฟันในลักษณะหลุมขนาดเล็กและกระจายอยู่ทั่วพื้นที่ที่ทำการศึกษา ตัวอย่างกลุ่มบริโภคเนื้อสัตว์เป็นส่วนใหญ่นั้นมีรูปแบบที่คล้ายกันทั้ง 7 ตัวอย่าง คือพบทั้งร่องรอยขูดขีดและร่องรอยหลุมปะปนกัน แต่ความหนาแน่นของร่องรอยขึ้นอยู่กับพฤติกรรมการบริโภคอาหารของแต่ละบุคคล

เมื่อนำตัวอย่างจากแหล่งโบราณคดีหนองราชวัตรมาศึกษาเปรียบเทียบพบว่าตัวอย่างฟันจากแหล่งโบราณคดีเมื่อศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์กำลังขยายสูง มีรูปแบบการสึกในรูปแบบซับซ้อน (Complex texture) คือมีร่องรอยขูดขีดและร่องรอยหลุมปะปนกัน แต่มีปริมาณของร่องรอยขูดขีดค่อนข้างหนาแน่นกว่าคนปัจจุบัน และร่องรอยหลุมเกิดขึ้นน้อยกว่าคนปัจจุบัน นำไปสู่การสันนิษฐานลักษณะของอาหารที่คนก่อนประวัติศาสตร์ในแหล่งโบราณคดีหนองราชวัตรนำมาบริโภคนอกจากการล่าสัตว์มาเป็นอาหารแล้วยังมีการบริโภคอาหารที่มีลักษณะเส้นใยค่อนข้างหยาบและแข็งร่วมกันด้วย

ผลการศึกษาตัวอย่างในปัจจุบันพบว่ามีร่องรอยหลุมเกิดขึ้นในปริมาณมากกว่าคนก่อนประวัติศาสตร์เนื่องจากลักษณะของอาหารและกรรมวิธีการทำอาหารของคนปัจจุบันนั้นมีสภาพเป็นกรดเป็นส่วนมาก ทั้งอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรต โปรตีน น้ำตาล น้ำอัดลม น้ำส้มสายชู อาหารทอด (อิสรา เพ็ชรยิ้ม, 2557) ล้วนแต่ทำให้ร่างกายเกิดสภาพเป็นกรดทั้งสิ้น ร่องรอยที่เกิดขึ้นจากการสึกกร่อนสาเหตุจากกรดนั้นมีลักษณะเป็นหลุมกว้างและขรุขระกระจายอยู่ทั่วบริเวณผิวฟัน กรรมวิธีการทำให้อาหารสุกมีการใช้ความร้อนสูงซึ่งความร้อนนี้ทำให้อาหารมีความอ่อนนุ่มมากขึ้น จึงทำให้ร่องรอยการสึกขนาดเล็กบนผิวฟันที่เกิดขึ้นในคนปัจจุบันค่อนข้างเบาบางกว่าตัวอย่างจากแหล่งโบราณคดี ตัวอย่างฟันจากแหล่งโบราณคดีพบร่องรอยการสึกในลักษณะที่เป็นหลุมกว้างและมีพื้นผิวขรุขระ สันนิษฐานว่าอาจเกิดจากการบริโภคอาหารที่มีฤทธิ์เป็นกรด เมื่อทบทวนวรรณกรรมพบว่าในพื้นที่ประเทศไทยเป็นต้นกำเนิดของผลไม้ที่มีรสเปรี้ยวบางชนิด เช่น มะม่วงสายพันธุ์ Horse Mango (Mangifera foetida), มะนาว (Citrus Macroptera) (Blench, 2004) แม้ว่าไม่ได้พบหลักฐานพืชเหล่านี้ในแหล่งโบราณคดีหนองราชวัตรแต่สามารถนำไปสู่การสันนิษฐานได้ว่าอาจมีการบริโภคอาหารที่มีสภาพเป็นกรดแล้วในช่วงสมัยก่อนประวัติศาสตร์

ผลการศึกษาจากแหล่งโบราณคดีหนองราชวัตร เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงของร่องรอยการสึกขนาดเล็กบนผิวฟันที่เกิดขึ้นในแหล่งโบราณคดีทั้ง 2 ชั้นวัฒนธรรม พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงด้านจำนวนของร่องรอยขูดขีดในชั้นวัฒนธรรมที่ 2 มีอัตราการเกิดร่องรอยเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยจากชั้นวัฒนธรรมที่ 1 เมื่อพิจารณาจากหลักฐานประเภทกระดูกสัตว์พบว่ามีจำนวนกระดูกสัตว์ขนาดกลางและขนาดเล็กรวมถึงสัตว์น้ำในปริมาณที่เพิ่มมากขึ้นแต่ไม่พบกระดูกสัตว์ใหญ่ในชั้นวัฒนธรรมที่ 2 จำนวนกระดูกสัตว์ที่เพิ่มขึ้นสอดคล้องกับร่องรอยขูดขีดและร่องรอยหลุมที่เพิ่มปริมาณมากขึ้นจากชั้นวัฒนธรรมที่ 1 ความแตกต่างของจำนวนร่องรอยที่เกิดขึ้นระหว่างเพศชายและเพศหญิงในแต่ละชั้นวัฒนธรรมแสดงให้เห็นว่าในชั้นวัฒนธรรมที่ 1 ผู้ชายมีการบริโภคอาหารที่มีลักษณะแข็งและเปราะมากกว่าผู้หญิง แต่ในชั้นวัฒนธรรมที่ 2 ผู้ชายมีการบริโภคอาหารที่มีลักษณะแข็งและหยาบมากขึ้น

และเกิดร่องรอยมากกว่าผู้หญิง ความแตกต่างนี้แสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงของลักษณะอาหารที่คนบริโภคและความแตกต่างของพฤติกรรมการกินในแต่ละเพศ ร่องรอยการสึกเหล่านี้อาจแสดงให้เห็นถึงความไม่เท่าเทียมกันในการบริโภคอาหารหรือไม่อาจต้องมีการศึกษาเชิงลึกในขั้นต่อไป

การศึกษาร่องรอยการสึกขนาดเล็กของฟันเป็นการศึกษาพฤติกรรมการบริโภคอาหารในระดับเบื้องต้นจากร่องรอยที่เกิดขึ้นจากการบดเคี้ยวอาหาร สามารถข้อสันนิษฐานเบื้องต้นได้ว่าเมื่อครั้งยังมีชีวิตอยู่ ผู้ตายได้บริโภคอาหารประเภทใด ในการศึกษาร่องรอยการสึกของฟันส่วนใหญ่มักศึกษาเพียงระดับการสึกบริเวณด้านบดเคี้ยว (Occlusal) เป็นหลัก โดยประเมินระดับการสึกเพื่อสันนิษฐานว่าผู้ตายบริโภคอาหารหยาบหรืออ่อนนิ่ม นอกจากการสึกแบบขูดขีด (Abrasion) โดยมีสาเหตุหลักจากการกระทำระหว่างอาหารกับฟันแล้วยังมีการสึกสาเหตุจากการบดเคี้ยว (Attrition) ที่เกิดจากการกระทำระหว่างฟันกับฟัน เช่น การนอนกัดฟัน ซึ่งการศึกษานี้มีข้อดีกว่าการประเมินระดับการสึกจากด้านบดเคี้ยว (Occlusal) คือสามารถระบุประเภทอาหารได้อย่างคร่าวๆว่ามีการบริโภคพืชหรือเนื้อสัตว์เป็นส่วนใหญ่ มีการบริโภคอาหารประเภทกรดมากน้อยเพียงใดก่อนการศึกษาในเชิงลึก เช่น การศึกษาไอโซโทป การศึกษาคราบที่หลงเหลืออยู่ในระดับขั้นต่อไป

ข้อเสนอแนะ

อย่างไรก็ตามในการศึกษาร่องรอยการสึกขนาดเล็กที่เกิดขึ้นบนผิวฟันนี้มีข้อจำกัดด้านระยะเวลาในการทดลอง จำนวนของตัวอย่างในปัจจุบันและตัวอย่างจากแหล่งโบราณคดีที่ยังมีจำนวนไม่มาก เนื่องจากเป็นการศึกษาเพื่อเป็นแนวทางในการศึกษาร่องรอยการสึกขนาดเล็กบนผิวฟันในอนาคตต่อไป การคัดเลือกประชากรตัวอย่างในการศึกษาครั้งนี้เป็นการเลือกจากบุคคลที่มีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกับตัวผู้ศึกษา ในอนาคตของการศึกษาเพื่อพัฒนาและต่อยอดขั้นต่อไปควรมีการคัดเลือกตัวอย่างกลุ่มประชากรที่มีช่วงอายุ เพศ ที่หลากหลายและควรมีการศึกษากลุ่มชาติพันธุ์ที่ยังคงดำรงชีวิตด้วยวิถีชีวิตดั้งเดิมเพื่อใช้ในการศึกษาเปรียบเทียบ ในปัจจุบันมีโปรแกรมที่ช่วยในการวิเคราะห์รูปแบบการสึกขนาดเล็กบนผิวฟัน (Scale-Sensitive Fractal Analysis) ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ต้องเสียค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูง ผู้วิจัยยังขาดทุนทรัพย์ในการศึกษาการศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์กำลังขยายสูงแล้วนับจำนวนของร่องรอยที่ผู้วิจัยได้เลือกศึกษาด้วยวิธีการนี้จึงเป็นการศึกษาที่เหมาะสมกับระยะเวลาและทุนทรัพย์ที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้

รายการอ้างอิง

Addy, M. (2005). Tooth brushing, tooth wear and dentine hypersensitivity-are they associated? *International Dental Journal,* 55, 261-267.

Bartlett, D. W. (2011). The association of tooth wear, diet and dietary habits in adult aged 18-30 years old. *Journal of Dentistry,* 39, 811-816.

Blench, R. (2004). *Fruits and arboriculture in the Indo-Pacific region*. Paper presented at the the 17TH Congress of the Indo-Pacific Prehistory Association, Taipei, Taiwan.

Brothwell, D. R. (1963). *Dental anthropology*. New York: Pergamon Press.

Campbell, T. D. (1939). Food, food values and food habits of the Australian Aborigines in relation to their dental conditions. Part I. *Australian Journal of Dentistry,* 43, 2-45.

Collins, H. B. (1932). Caries and crowding in the teeth of the living Alaska Eskimo. *American Journal of Physical Anthropology,* 16, 451-462.

Daeling, D. J.et al. (2016). The role of food stiffness in dental microwear feature formation. *Archives of Oral Biology,* 71, 16-23.

David, M. (Producer). (2016, 5 January 2016). permanent dentition. Retrieved from https://thesebonesofmine.wordpress.com/category/permanent-dentition

DeSantis, L. R. G. (2016). Dental microwear textures: reconstructing diets of fossil mammals. *Surface Topography: Metrology and Properties,* 4, 1-12.

DeSantis, L. R. G.et al. (2012). Implications of Diet for the Extinction of Saber-Toothed Cats and American Lions. *PLoS One,* 7(12). doi:10.1371/journal.pone.0052453

Domett, K. M. (2001). *Health in Late Prehistoric Thailand*. England: Synergie Basingstocke.

Galbany, J. (2009). Buccal dental microwear variability in extant African Hominoidea: taxonomy versus ecology. *Primate,* 50, 221-230.

Galbany, J.et al. (2004). Tooth replication techniques, SEM imaging and Microwear analysis in primate: methodological obstacles. *Antropologie, XLII*(1), 5-11.

GmbH, C. Z. M. (2017). Microscopy from Carl Zeiss. Retrieved 28 September 2017 www.zeiss.de.axioscope

Gordon, K. D. (1982). A study of Microwear on Chimpanzee Molars: Implications for Dental Microwear Analysis. *American Journal of Physical Anthropology,* 59, 195-215.

Hillson, S. W. (1996). *Dental Anthropology*. UK: Cambridge University Press.

Kaidonis, J. A. (2008). Tooth wear: the view of the anthropologist. *Clin Oral Invest,* 12, 22-26.

Kieser, J. A. (2001). Pattern of dental wear in early Maori dentition. *International Journal of Osteoarchaeology,* 11, 206-217.

King, T.et al. (1999). Effect of Tapphonomic Process on Dental Microwear. *American Journal of Physical Anthropology,* 108, 359-373.

Kirkland, S. (2010). *Dental Pathology at Promtin Tai : An Iron Age Cemetery from Central Thailand.* (Master), North Carolina State University, USA.

Koolstra, J. H. (2002). Dynamics of the human masticatory system. *Oral biology & Medicine,* 13, 368-376.

Krigbaum, J. (2003). Neolithic subsistence patterns in northern Borneo reconstructed with stable carbon isotopes of enamel. *Journal of Anthropological Archaeology,* 22, 292-304.

Latham, K. J. (2013). Human Health and the Neolithic Revolution: an Overview of Impacts of the Agricultural Transition on Oral Health, Epidemiology, and the Human Body. *Nebraska Anthropologist,* 28, 95-102.

Leigh, R. W. (1925). Dental pathology of Indian tribes of varied environmental and food conditions. *American Journal of Physical Anthropology,* 18, 179-195.

Litonjua, L. A. (2003). Tooth wear: Attrition, erosion, and abrasion. *International Journal of Periodontics and Restorative Dentistry,* 34, 435-441.

Lopez, B. O. (2014). Mechanics of microwear traces in tooth enamel. *Acta Biomaterialia,* 14, 146-153.

Molnar, S. (1971). Human tooth wear, tooth function and cultural viability. *American Journal of Physical Anthropology,* 34, 175-190.

Pietrusewsky, M. andDouglas, M. T. (2002). *Ban Chiang, a prehistoric village site in northeast Thailand I: the human skeletal remains*. Philadelphia: The University of Pennsylvania.

Romero, A.et al. (2013). Diet-Related Buccal Dental Microwear Patterns in Central african Pygmy Foragers and Bantu-Speaking Farmer and Pastoralist Populations (Publication no. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0084804). Retrieved 14 August 2016, from PLoS ONE http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0084804

Sangvichien, S.et al. (1969). *Archaeological excavations in Thailand. Vol. 3, Ban-kao : Neolithic cemeteries in the Kanchanaburi province, Part Two : the prehistoric Thai skeletons*. Copenhagen: Munksgaard.

Schmidt, C. (2015). Distinguishing dietary indicators of pastoralists and agriculturists via dental microwear texture analysis. *Surface Topography : Metrology and Properties,* 4, 1-14.

Scott, R. S. (2006). Dental microwear texture analysis: technical considerations. *Journal of Human Evolution,* 51, 339-349.

Scott, R. S.et al. (2012). Dental Microwear Texture and Anthropoid Diets. *American Journal of Physical Anthropology,* 147, 551-579.

Slavicek, G. (2010). Human mastication. *International journal of stomatology & occlusion medicine,* 3(1), 29-41. doi:10.1007/s12548-010-0044-6

Soltysiak, A. (2011). Cereal grinding technology in ancient Mesopotamia: Evidence from dental microwear. *Journal of Archaeological Science,* 38(10), 2805-2810. doi:https://doi.org/10.1016/j.jas.2011.06.025

Tayles, N. G. (2000). Agriculture and Dental Caries? The Case of Rice in Prehistoric Southeast Asia. *World Archaeology, 32*, 68-83.

Teaford, M. F. (1985). Molar microwear and diet in the genus Cebus. *American Journal of physical Anthropology,* 66, 363-370.

Teaford, M. F. andRobinson, J. G. (1989). Seasonal or ecological differences in diet and molar microwear in Cebus nigrivittatus. *American Journal of Physical Anthropology,* 80, 391-401.

Ziess. (2018). ZEISS Axio Lab.A1 – for Education and Laboratory Diagnostics. Retrieved 15 June 2018 https://www.zeiss.com/microscopy/us/products/light-microscopes/axio-lab-a1-for-biology.html

กนกนาฏ จินตกานนท์. (2550). รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ โครงการโบราณคดีบนพื้นที่สูงในอำเภอปางมะผ้า จังหวัดแม่ฮ่องสอน ระยะที่สอง (เล่มที่ 4 : ด้านมานุษยวิทยากายภาพ-ฟันคน). กรุงเทพฯ: สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.).

กรมศิลปากร. (2550). ศัพทานุกรมโบราณคดี. นครปฐม: รุ่งศิลป์การพิมพ์.

ช่อลัดดา เที่ยงพุก. (2554). เรื่องน่ารู้ของน้ำอัดลม. ข่าวสารเกษตรศาสตร์, 1, 39-45.

ชาร์ล ไฮแอม และ รัชนี ทศรัตน์. (2542). สยามดึกดำบรรพ์. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ริเวอร์บุ๊คส์.

ธนิก เลิศชาญฤทธ์ และคณะ. (2556). ทันตพยาธิวิทยาโบราณ : ผลการศึกษาเบื้องต้นจากฟันมนุษย์สมัยเหล็กในภาคกลาง. ศิลปวัฒนธรรม, 34, 28-33.

วรชัย วิริยาภิรมณ์. (2527). The human Skeletal Remains from Ban Na Di: Patterns of birth, health and death in prehistoric north east Thailand. Retrieved from http://www.sac.or.th/databases/physanth/app/works.php?id=19

วรรณวิมล อนวัชพันธุ์. (2017). ทันตนิติวิทยาศาสตร์ (Forensic dentistry). Retrieved from http://www.pathology.psu.ac.th/images/ToxicoDoc/book10_14.pdf

วัชรวิทย์ มีหนองใหญ่. (2557). ปัจจัยที่มีผลต่อความนุ่มของเนื้อโค Factors Affecting on Beef Tenderness. แก่นเกษตร, 42(3), 443-452.

วิเชฏฐ์ จินดาวณิค. (2555). การบดเคี้ยวทางทันตกรรมประดิษฐ์และระบบที่เกี่ยวข้อง” (เอกสารคำสอนภาควิชาทันตกรรมประดิษฐ์).

แววจันทร์ สุขปัน. (2559). การจำแนกกระดูกสัตว์จากแหล่งโบราณคดีหนองราชวัตร ต.หนองราชวัตร อ.หนองหญ้าไซ จ.สุพรรณบุรี (หลุมขุดค้น *D*7 *D*8 และ *D*10 และหลุมขุดค้น *N*12*E*11 และ *N*13*E*11 ขุดค้นปี พ.ศ. 2559. (สารนิพนธ์ปริญญาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยศิลปากร,

สิทธิชัย วนจันทรรักษ์. (-). ฟันแท้ (*Permanent teeth)”* (เอกสารคำสอน ภาควิชาทันตวิทยาพยาธิวิทยาช่องปาก).

สุภมาศ ดวงสกุล. (2556). โบราณคดีของสังคมเกษตรกรรม จากบ้านเก่าถึงหนองราชวัตร. สุพรรณบุรี: สำนักศิลปากรที่ 2 สุพรรณบุรี.

สุรพล นาถะพินธุ. (2550). รากเหง้าบรรพชนคนไทย: พัฒนาการทางวัฒนธรรมก่อนประวัติศาสตร์. กรุงเทพฯ: มติชน.

สุรินทร์ ภู่ขจร. (2520). รายงานผลการวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์และสรุปผลทางโบราณคดีของโครงการสำรวจและขุดค้นวัฒนธรรมยุคหินที่พบในถ้ำบริเวณ ต.บ้านเก่า จ.กาญจนบุรี ประจำปี 2520.

อิสรา เพ็ชรยิ้ม. (2557). กรด-ด่างในชีวิตประจำวัน. โครงการวิทยาศาสตร์ชีวภาพ, 1-4.

อิสราวรรณ อยู่ป้อม. (2556). รูปแบบการฝังศพที่แหล่งโบราณคดีหนองราชวัตร. In ส. ดวงสกุล (Ed.), โบราณคดีของสังคมเกษตรกรรม จากบ้านเก่าถึงหนองราชวัตร. ปราจีนบุรี: บริษัท ธุรการเจริญกิจ จำกัด, 225-330.

มหาวิทยาลัยศิลปากร

มหาวิทยาลัยศิลปากร

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	วาทินี ถนอมพลกรัง
วัน เดือน ปี เกิด	25 มีนาคม 2532
สถานที่เกิด	สกลนคร
วุฒิการศึกษา	ศิลปศาสตรบัณฑิต (โบราณคดี)
ที่อยู่ปัจจุบัน	238 หมู่ 2 ตำบลกุดบาก อำเภอกุดบาก จังหวัดสกลนคร 47180

มหาวิทยาลัยศิลปากร