



เครื่องประดับที่สามารถป้องกันการเจริญเติบโตของเชื้อโรคในยุคโควิด



โดย  
นายกฤติพัฒน์ ใจเชื้อ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรศิลปมหาบัณฑิต

สาขาวิชาการออกแบบเครื่องประดับ แผน ก แบบ ก 2

ภาควิชาออกแบบเครื่องประดับ

มหาวิทยาลัยศิลปากร

ปีการศึกษา 2567

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยศิลปากร

เครื่องประดับที่สามารถป้องกันการเจริญเติบโตของเชื้อโรคในยูคโควิด



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรศิลปมหาบัณฑิต

สาขาวิชาการออกแบบเครื่องประดับ แผน ก แบบ ก 2

ภาควิชาออกแบบเครื่องประดับ

มหาวิทยาลัยศิลปากร

ปีการศึกษา 2567

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยศิลปากร

JEWELRY BEYOND AESTHETICS: ANTIMICROBIAL SOLUTIONS FOR  
CONTEMPORARY WEARERS



A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements  
for Master of Fine Arts Jewelry Design  
Department of Jewelry Design  
Academic Year 2024  
Copyright of Silpakorn University

หัวข้อ เครื่องประดับที่สามารถป้องกันการเจริญเติบโตของเชื้อโรคในยุคโค  
วิด  
โดย นายกฤติพัฒน์ ใจชื่อ  
สาขาวิชา การออกแบบเครื่องประดับ แผน ก แบบ ก 2  
อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ปฐมภรณ์ ประพิศพงศ์วานิช

---

คณะมัณฑนศิลป์ มหาวิทยาลัยศิลปากร ได้รับพิจารณาอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา  
ตามหลักสูตรศิลปมหาบัณฑิต

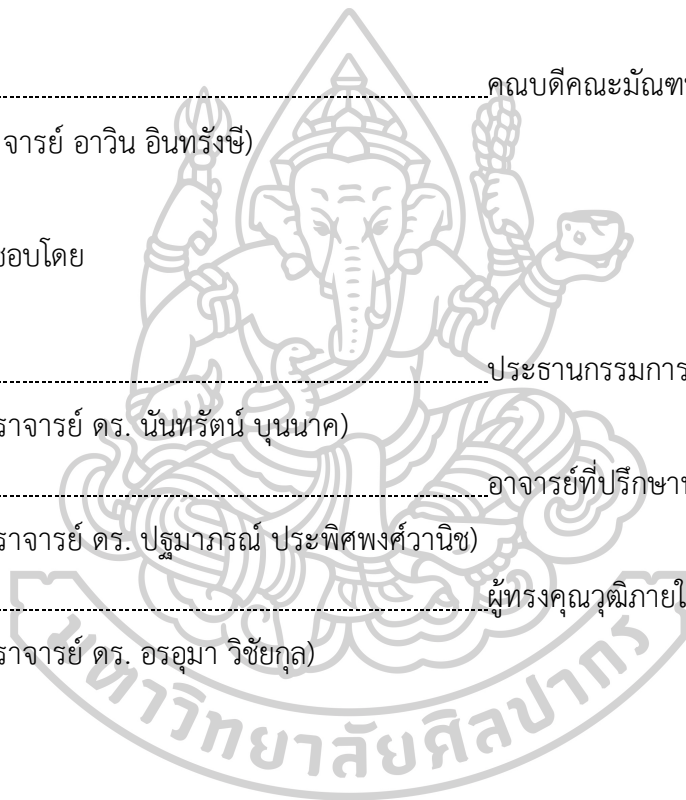
.....คณบดีคณะมัณฑนศิลป์  
(รองศาสตราจารย์ อาวิน อินทร์ซี่)

พิจารณาเห็นชอบโดย

.....ประธานกรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นันทรัตน์ บุญนาค)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ปฐมภรณ์ ประพิศพงศ์วานิช)

.....ผู้ทรงคุณวุฒิภายใน  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อรุมา วิชัยกุล)



620420017 : การออกแบบเครื่องประดับ แผน ก แบบ ก 2

คำสำคัญ : เครื่องประดับ / ทองแดง / ฆ่าเชื้อโรค / โควิด-19 / การป้องกัน

นาย กฤติพัฒน์ ใจชื่อ: เครื่องประดับที่สามารถป้องกันการเจริญเติบโตของเชื้อโรคในยุคโควิด อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ปฐมภรณ์ ประพิศพงศ์วานิช

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) สร้างสรรค์ผลงานเครื่องประดับร่วมสมัยที่ได้รับแรงบันดาลใจจากยุคโควิดสู่ผลงานเครื่องประดับที่สามารถป้องกันเชื้อโรคได้ 2) เพื่อสร้างสรรค์นวัตกรรมทางสุนทรียะจากตัวทองแดงสู่งานเครื่องประดับ 3) สร้างสรรค์ผลงานเครื่องประดับทองแดงที่สามารถป้องกันเชื้อโรคต่าง ๆ ได้

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ ศึกษาข้อมูลของการทำปฏิกิริยาออกซิเดชันของทองแดงคณะอาจารย์มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ผลจากการทดลองวัสดุของผู้วิจัยและวิธีการติดเชื้อไวรัสบนสรีระร่างกายของมนุษย์เพื่อนำไปใช้เป็นแนวทางการออกแบบของเครื่องประดับ

จากกระบวนการศึกษา การวิเคราะห์ข้อมูลและการทดลองวัสดุพบว่า ทองแดงมีความสามารถในการป้องกันเชื้อโรคได้ ดังนั้นข้าพเจ้าจึงได้นำวัสดุทองแดงและรูปแบบการเรียงตัวของเชื้อไวรัสโคโรนามาใช้เพื่อออกแบบเครื่องประดับและเมื่อได้นำชิ้นงานเครื่องประดับทองแดงมาใช้งาน ผลที่ได้คือ เกิดการทำปฏิกิริยาออกซิเดชันของทองแดงขึ้นจริง โดยทองแดงจะผลิตเกลือทองแดงออกมาบนตัวชิ้นงานเครื่องประดับ ซึ่งจะมีลักษณะเป็นก้อนมีสีเขียวอมฟ้าเหมือนสีน้ำทะเล โดยเกลือทองแดงนี้จะเกิดขึ้นบริเวณที่มีการสัมผัสเหงื่อและอากาศมากที่สุด

620420017 : Major Jewelry Design

Keyword : Jewelry / Copper / Sterilization / Covid-19 / Protection

MR. Kriddipat JAISUE : Jewelry Beyond Aesthetics: Antimicrobial Solutions for Contemporary Wearers Thesis advisor : Assistant Professor Pathamaphorn Praphitphongwanit, Ph.D.

The purposes of this research are: 1) Creating contemporary jewelry inspired by the COVID era to produce pieces that offer protection against pathogens, 2) to create aesthetic design using copper in jewelry, and 3) to develop copper jewelry that can protect against various pathogens.

The research instruments were lesson plan, studying the oxidation reaction of copper from the faculty at King Mongkut's University of Technology Thonburi, experimental results on the use of copper as a material, and understanding viral transmission pathways on the human body to inform jewelry design.

From the researching, data analysis, and material experimentation, it was discovered that copper has the ability to protect against pathogens. Consequently, I used copper and the structural arrangement of the coronavirus as inspiration for jewelry design. When the copper jewelry was put to use, Oxidation of the copper occurred, leading to the formation of copper salts on the surface of the jewelry. These salts manifested as bluish-green deposits resembling the color of the sea, particularly in areas with the most exposure to sweat and air.

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ของผู้วิจัยจะมีโอกาสสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีเลย หากไม่ได้รับความช่วยเหลือเป็นอย่างดีจากหลาย ๆ ฝ่าย ผู้วิจัยจึงใคร่อยากจะขอกล่าวขอบพระคุณไว้ ณ ที่นี้

ขอบคุณครอบครัว คุณพ่อ คุณแม่ที่เลี้ยงดูเป็นอย่างดี ส่งเสียผู้วิจัยด้วยความเหนื่อยยาก คอยแนะนำ ตักเตือน สั่งสอน สนับสนุน ส่งเสริมให้ทำในสิ่งที่ดีทุกเรื่อง ทั้งการศึกษา ความเป็นอยู่ และการดำเนินชีวิตของผู้วิจัย ให้ผู้วิจัยได้มีทุกวันนี้ ได้มีโอกาสทำในสิ่งที่ผู้วิจัยรัก ไม่ว่าจะเหนื่อยยาก สักเท่าไรก็ยังมีครอบครัวคอยอยู่เคียงข้างและให้กำลังใจอยู่เสมอมา

ขอบคุณอาจารย์ภาควิชาออกแบบเครื่องประดับทุก ๆ ท่านที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ ให้ผู้วิจัย ที่สละเวลาคอยให้คำปรึกษาที่ตลอด ให้ความช่วยเหลือ ให้กำลังใจและให้มุมมองแนวคิดในการทำงานแก่ผู้วิจัย จนสามารถทำงานลุล่วงตลอดมา

ขอบคุณพี่ ๆ เพื่อน ๆ และน้อง ๆ อีกหลายคนที่ไม่ได้เอ่ยนาม ขอบคุณที่คอยช่วยเหลือ งานต่าง ๆ ให้คำปรึกษาและแนะนำ เป็นกำลังใจให้เมื่อเหนื่อยล้าและท้อแท้หมดกำลังใจ ให้มีแรงใจสู้ ต่อไปในการทำงาน ทำให้งานวิทยานิพนธ์ของผู้วิจัยผ่านไปได้ด้วยดีจริง ๆ

สุดท้ายนี้ขอบคุณทุกสิ่งทุกอย่างที่ได้ผ่านเข้ามาในชีวิตของผู้วิจัย ไม่ว่าจะดีหรือร้าย ทั้งหมด ได้หล่อหลอมให้ผู้วิจัยได้เรียนรู้ เข้มแข็ง และพร้อมที่จะสู้กับงานที่เข้ามาในภายภาคหน้าต่อไป



กฤติพัฒน์ ใจชื่อ

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญภาพ.....	ญ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา.....	1
1.3 สมมติฐานของการศึกษา.....	2
1.4 ขอบเขตการศึกษา.....	2
1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
บทที่ 2 เอกสารข้อมูลที่เกี่ยวข้อง.....	3
2.1 Virus COVID-19.....	3
2.1.1 ไวรัสซาร์ส-โควี-2 (Severe Acute Respiratory Syndrome-Coronavirus-2; SARS-CoV-2) 4	4
2.1.2 การแพร่ระบาดของเชื้อไวรัส.....	4
2.1.3 อาการของผู้เสี่ยงติดเชื้อ.....	5
2.1.4 การปฏิบัติตนในยุคโควิด.....	6
2.2 โนโรไวรัส (Norovirus).....	7
2.2.1 การตรวจและรักษา.....	7
2.2.2 การติดต่อของโรค.....	8

2.2.3 ป้องกันระวังติดเชื้อ.....	8
2.3 ทองแดง.....	9
2.3.1 จุดเด่นของทองแดง.....	9
2.3.2 วิวัฒนาการของทองแดง.....	10
2.3.3 การทำปฏิกิริยา OXIDATION ของทองแดง.....	10
2.4 สารประกอบของโลหะทองแดง.....	11
2.5 โลหะเงิน.....	12
2.6 โลหะทองคำ.....	12
2.7 แผ่นฟิล์มทองแดงฆ่าเชื้อโรค.....	13
2.8 ช่องทางการรับเชื้อเข้าสู่ร่างกาย.....	16
2.9 ทองแดงกับเทคโนโลยีในปัจจุบัน.....	16
2.10 การทบทวนวรรณกรรม.....	18
2.10.1 การทบทวนวรรณกรรมเรื่องของวัสดุทองแดง.....	18
2.10.2 การทบทวนวรรณกรรมเรื่องของวัสดุเงิน.....	20
2.10.3 การทบทวนวรรณกรรมเรื่องของวัสดุทองคำ.....	22
2.10.4 การทบทวนวรรณกรรมเรื่องของการออกแบบโดยเน้นไปที่การป้องกันหรือปกป้อง.....	23
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	41
3.1 การวิเคราะห์ข้อมูลและการออกแบบเครื่องประดับ.....	41
3.2 แนวทางการออกแบบเครื่องประดับ.....	41
3.2.1 แนวทางที่ 1 เครื่องประดับฆ่าเชื้อโรค.....	41
3.2.2 แนวทางที่ 2 เครื่องประดับป้องกันเชื้อโรค.....	41
3.2.3 การวิเคราะห์และสรุปเลือกแนวทางการออกแบบเครื่องประดับ.....	41
3.3 สรุปวัสดุเพื่อนำมาใช้ในงานออกแบบเครื่องประดับที่สามารถป้องกันเชื้อโรคได้.....	42
3.4. ทักษะ.....	43

บทที่ 4 กระบวนการสร้างสรรค์ชิ้นงาน.....	45
4.1 ตำแหน่งการสวมใส่เครื่องประดับ .....	45
4.2 ประเภทของเครื่องประดับ .....	46
4.3 ภาพร่างเครื่องประดับ .....	46
4.4 การขึ้นรูปต้นแบบ 3 มิติ.....	49
4.5 ขั้นตอนการผลิตเครื่องประดับ.....	51
4.6 ผลที่ได้และข้อสรุป.....	84
บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ.....	88
5.1 สรุปและอภิปรายผล.....	88
5.2 ข้อเสนอแนะการวิจัย.....	89
5.3 ข้อเสนอแนะการวิจัยในครั้งต่อไป.....	89
รายการอ้างอิง.....	90
ประวัติผู้เขียน.....	94



## สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 1 3D medical animation still shot showing 2019 novel Coronavirus Structure.....	4
ภาพที่ 2 Norovirus.....	7
ภาพที่ 3 เวลาที่เชื้อไวรัสตายเมื่ออยู่บนพื้นผิวโลหะชนิดต่าง ๆ.....	9
ภาพที่ 4 กระบวนการการทำปฏิกิริยาออกซิเดชันของทองแดงกับเชื้อไวรัสและแบคทีเรีย.....	11
ภาพที่ 5 ประเมินอัตราการสลายตัวโดยใช้แบบจำลองการถดถอยแบบเบย์เซียน (Bayesian regression).....	14
ภาพที่ 6 Estimated exponential decay rates and corresponding half-lives for HCov-19 and SARS-CoV 1.....	15
ภาพที่ 7 หน้ากากที่ใช้สวมในขณะที่ผ่าตัด (Surgical mask).....	26
ภาพที่ 8 หน้ากากที่ใช้ครั้งเดียว (Disposable Particulate Respirators).....	27
ภาพที่ 9 หน้ากากครอบครึ่งหน้า (Half-Mask Replaceable Particulate Filter Respirator). 28	
ภาพที่ 10 หน้ากากครอบเต็มหน้า (Full Facepiece Replaceable Particulate Filter Respirator).....	29
ภาพที่ 11 ชุดแพทย์ช่วงกาฬโรคระบาดในช่วง ค.ศ. 1347-1351.....	30
ภาพที่ 12 Rhythm 0 (1974).....	34
ภาพที่ 13 Infinity Nets (1960).....	35
ภาพที่ 14 “Monster” series (1998-2011).....	36
ภาพที่ 15 Cyborg series (1998-2011).....	37
ภาพที่ 16 After Bruno Taut (Devolved Dome) (2008).....	38
ภาพที่ 17 ไชลินัม มาสก์ (Xylinum Mask).....	39
ภาพที่ 18 Full Metal Jacket (2020).....	40

ภาพที่ 19	ผังแนวทางการออกแบบเครื่องประดับ.....	44
ภาพที่ 20	ภาพร่างเครื่องประดับ .....	45
ภาพที่ 21	ภาพร่างเครื่องประดับแหวน.....	46
ภาพที่ 22	ภาพร่างเครื่องประดับหน้ากาก.....	47
ภาพที่ 23	ภาพร่างเครื่องประดับชุดเกราะ.....	48
ภาพที่ 24	ภาพร่างการขึ้นรูปเครื่องประดับแบบ 3 มิติ (1).....	49
ภาพที่ 25	ภาพร่างการขึ้นรูปเครื่องประดับแบบ 3 มิติ (2).....	50
ภาพที่ 26	นำแบบร่างเครื่องประดับมาติดบนแผ่นทองแดงด้านหน้า.....	51
ภาพที่ 27	นำแบบร่างเครื่องประดับมาติดบนแผ่นทองแดงด้านหลัง .....	51
ภาพที่ 28	นำแบบร่างเครื่องประดับมาติดบนแผ่นทองแดงด้านใน.....	52
ภาพที่ 29	ฉลุแผ่นทองแดงตามแบบร่าง.....	52
ภาพที่ 30	ตัดแผ่นทองแดงเป็นวงกลมเพื่อทำเป็นไวรัสโคโรน่า .....	53
ภาพที่ 31	เคาะแผ่นทองแดงให้เป็นครึ่งทรงกลมกับไม้ที่เป็นหลุมเพื่อให้มีความโค้ง.....	53
ภาพที่ 32	เชื่อมแผ่นทองแดงครึ่งทรงกลมกับแผ่นทองแดงชุดเกราะ.....	54
ภาพที่ 33	เชื่อมแผ่นทองแดงทั้งหมดเข้าด้วยกัน .....	55
ภาพที่ 34	ตะไบเก็บขอบและขัดแต่งงานให้เรียบร้อย.....	55
ภาพที่ 35	ชิ้นงานเครื่องประดับที่ขัดแต่งเรียบร้อยแล้ว (ด้านหน้า).....	56
ภาพที่ 36	ชิ้นงานเครื่องประดับที่ขัดแต่งเรียบร้อยแล้ว (ด้านหลัง).....	57
ภาพที่ 37	นำแผ่นตะแกรงทองแดงมาตัดเพื่อติดเสริมเข้าไปในช่องว่างของชิ้นงาน เพื่อให้ชิ้นงานดูสมบูรณ์ขึ้น.....	58
ภาพที่ 38	ใช้กาวเชื่อมติดตะแกรงทองแดงกับชุดเกราะ .....	58
ภาพที่ 39	ชิ้นงานชุดเกราะเสร็จสมบูรณ์.....	59
ภาพที่ 40	ตัดแผ่นทองแดงเพื่อทำแหวน.....	60
ภาพที่ 41	แผ่นทองแดงที่ตัดเสร็จเรียบร้อยแล้ว.....	61

ภาพที่ 42	นำแผ่นทองแดงมาตัดเพื่อขึ้นรูปเป็นแหวน.....	62
ภาพที่ 43	หัวเจียรเพชร.....	63
ภาพที่ 44	นำหัวเจียรเพชรมาต่อกับแผ่นทองแดงเพื่อทำลวดลายของตัวไวรัส.....	63
ภาพที่ 45	นำแหวนแต่ละชิ้นมาประกอบเข้าด้วยกัน.....	64
ภาพที่ 46	ใช้เทคนิคตอกหมุดโดยการเจาะรูเพื่อทำแกนหมุนของแหวน.....	65
ภาพที่ 47	เชื่อมแหวนทั้งหมดเข้าด้วยกัน.....	66
ภาพที่ 48	ขัดแต่งแหวนให้สมบูรณ์.....	67
ภาพที่ 49	ขึ้นงานแหวนเสร็จสมบูรณ์.....	68
ภาพที่ 50	ตัดแผ่นทองแดงเพื่อทำหน้ากาก.....	69
ภาพที่ 51	ฉลุแผ่นทองแดงเพื่อทำลวดลายคล้ายกับเนื้อเยื่อร่างกายมนุษย์.....	70
ภาพที่ 52	ใช้คีมตัดทองแดงเพื่อทำให้ทองแดงสามารถปิดทับหน้ากากด้านในได้.....	71
ภาพที่ 53	นำหน้ากากทองแดงมาสวมทับหน้ากากอะคริลิค.....	72
ภาพที่ 54	ฉลุช่องเพื่อให้ยางยืดสามารถเข้าไปได้.....	73
ภาพที่ 55	ฉลุช่องเพื่อให้ตัวยึดจากหน้ากากอะคริลิคสามารถใส่ได้.....	74
ภาพที่ 56	เชื่อมแผ่นทองแดงที่เป็นรูปร่างของเนื้อเยื่อกับหน้ากากทองแดงเข้าด้วยกัน.....	75
ภาพที่ 57	ตะไบขอบทองแดงเพื่อความเรียบร้อยของชิ้นงาน.....	76
ภาพที่ 58	เตรียมอุปกรณ์ทำความสะอาดทองแดง.....	77
ภาพที่ 59	แช่หน้ากากทองแดงในน้ำกรดกำมะถัน.....	78
ภาพที่ 60	ล้างน้ำเปล่าให้สะอาด.....	79
ภาพที่ 61	นำชิ้นงานหน้ากากทองแดงมาขัดเงา.....	80
ภาพที่ 62	เครื่องประดับหน้ากากที่ขัดเงาเสร็จแล้ว.....	81
ภาพที่ 63	ตัดตะแกรงทองแดงและติดกาวกับหน้ากากทองแดง.....	82
ภาพที่ 64	ชิ้นงานหน้ากากทองแดงเสร็จสมบูรณ์.....	83

ภาพที่ 65	การทำปฏิกิริยาออกซิเดชันของทองแดงทำให้เกิดเกลือทองแดงขึ้นบนชิ้นงาน เครื่องประดับ .....	84
ภาพที่ 66	ชิ้นงานเครื่องประดับชุดเกราะเสร็จสมบูรณ์ .....	85
ภาพที่ 67	ชิ้นงานเครื่องประดับแหวนเสร็จสมบูรณ์ .....	86
ภาพที่ 68	ชิ้นงานเครื่องประดับหน้ากาก .....	87



# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

จากสถานการณ์โรคโควิด-19 (ไวรัสโคโรนา สายพันธุ์ใหม่ 2019) COVID-19 คือ ชื่ออย่างเป็นทางการสำหรับเชื้อไวรัสโคโรนาสายพันธุ์ใหม่ 2019 โดยใช้ชื่อว่า COVID-19 ซึ่งย่อมาจาก “coronavirus disease starting in 2019” หรือโรคไวรัสโคโรนาที่เริ่มต้นในปี ค.ศ.2019 ได้รับการประกาศจากองค์การอนามัยโลก เมื่อ 12 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2563 Coronavirus เป็นกลุ่มของเชื้อไวรัสที่สามารถก่อให้เกิดโรคทางเดินหายใจในคน ซึ่งไวรัสในกลุ่มนี้มีหลายสายพันธุ์ ส่วนใหญ่ทำให้เกิดอาการที่ไม่รุนแรง คือ เป็นไข้หวัดธรรมดา ในขณะที่บางสายพันธุ์อาจก่อให้เกิดอาการรุนแรงจนเป็นปอดอักเสบได้ เช่น โรคติดเชื้อไวรัสทางเดินหายใจตะวันออกกลาง (เมอร์ส) หรือ โรคซาร์ (SARS) ซึ่งในปัจจุบันยาค่าเชื้อไวรัสโคโรน่านั้นยังไม่เพียงพอกับประชากรโลก จากการค้นคว้าของผู้วิจัยได้พบว่า ทองแดงนั้นสามารถฆ่าเชื้อโรคได้จากวิธีการทำงานของทองแดง โดยปกติโลหะทองแดง รวมถึงโลหะชนิดอื่น ๆ มักจะเหนี่ยวนำให้เกิดปฏิกิริยา Oxidation อยู่แล้ว โดยในช่วงเวลาที่มีการเกิด Oxidation เมื่อมีเชื้อไวรัสหรือเชื้อโรคตกกระทบลงบนพื้นผิวหรือแม้แต่น้ำที่ละลายเข้ามาใกล้ อิเล็กตรอนที่เกิดขึ้นจะเริ่มทำปฏิกิริยา โดยการเจาะให้ผนังเซลล์ของเชื้อไวรัสเปิด เมื่อผนังเซลล์เปิด เชื้อโรคก็จะเริ่มพินาศและทำงานได้ไม่เต็มที่ 100% จนกระทั่งค่อย ๆ ตายไป

ดังนั้นผู้วิจัยจึงเห็นว่า การนำทองแดงมาใช้เป็นวัสดุเพื่อป้องกันเชื้อโรคนั้นน่าสนใจ จึงทำให้เกิดแรงบันดาลใจในการสร้างสรรค์เครื่องประดับให้มีการป้องกันเชื้อโรค เพื่อให้เราสามารถป้องกันตัวเองจากเชื้อโรคต่าง ๆ ได้

### 1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา

1.2.1 สร้างสรรค์ผลงานเครื่องประดับร่วมสมัยที่ได้รับแรงบันดาลใจจากยุคโควิดสู่ผลงานเครื่องประดับที่สามารถป้องกันเชื้อโรคได้

1.2.2 เพื่อสร้างสรรค์สุนทรียะจากตัวทองแดงสู่งานเครื่องประดับ

1.2.3 สร้างสรรค์ผลงานเครื่องประดับทองแดงที่สามารถป้องกันเชื้อโรคต่าง ๆ ได้

### 1.3 สมมติฐานของการศึกษา

- 1.3.1 ได้ผลงานเครื่องประดับร่วมสมัยที่ได้รับแรงบันดาลใจจากยุคโควิดสู่ผลงานเครื่องประดับที่สามารถป้องกันเชื้อโรคได้
- 1.3.2 ได้รับสุนทรียะจากโลหะทองแดงสู่งานเครื่องประดับ
- 1.3.3 ได้ผลงานเครื่องประดับทองแดงที่สามารถสื่อถึงการป้องกัน

### 1.4 ขอบเขตการศึกษา

- 1.4.1 ศึกษาข้อมูลเชิงลึกของเชื้อโควิด
- 1.4.2 ศึกษาข้อมูลเชิงลึกเกี่ยวกับวิธีการฆ่าเชื้อโรคของทองแดง
- 1.4.3 ศึกษาการจัดองค์ประกอบศิลป์ หลักการออกแบบจากการแพร่เชื้อไวรัสสู่ร่างกาย
- 1.4.4 ศึกษาวัสดุ วิธีการ และเทคนิคในการสร้างสรรค์ชิ้นงานให้ตอบสนองกับแนวคิดการออกแบบเครื่องประดับ
- 1.4.5 ศึกษาค้นหาตำแหน่งของเครื่องประดับบนสรีระร่างกาย
- 1.4.6 ศึกษาความหมายของการป้องกัน

### 1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

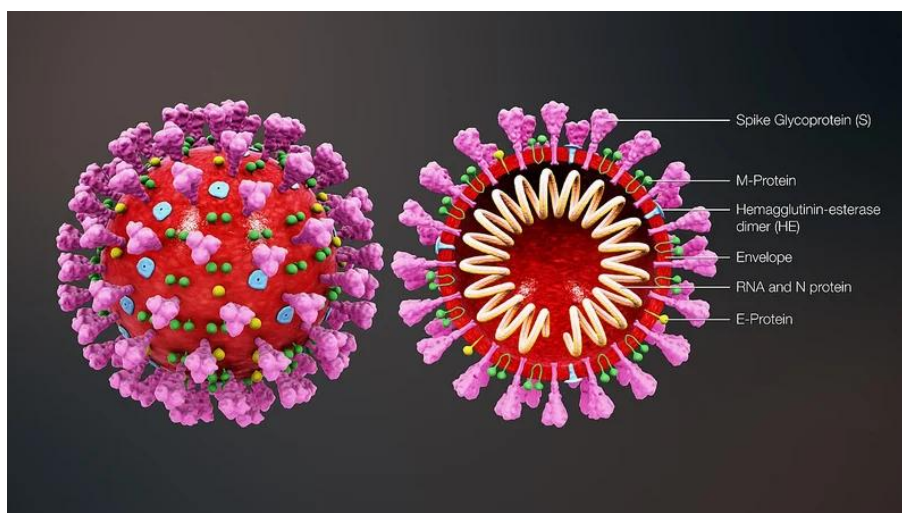
ได้ผลงานเครื่องประดับที่เป็นมากกว่าเครื่องประดับคือนอกจากใส่เพื่อความสวยงามยังสามารถปกป้องและยับยั้งรวมไปถึงการลดความเสี่ยงในการสัมผัสกับสิ่งแปลกปลอมไม่ว่าจะเป็นมลพิษทางอากาศหรือเชื้อโรคและแบคทีเรียที่เกิดจากการสัมผัสได้

## บทที่ 2

### เอกสารข้อมูลที่เกี่ยวข้อง

#### 2.1 Virus COVID-19

ไวรัสโคโรนา เป็นไวรัสชนิดอาร์เอ็นเอสายเดี่ยวที่มีเยื่อหุ้มไขมันล้อมรอบ (enveloped positive-stranded RNA virus) จัดอยู่ในตระกูล (family) Coronaviridae ซึ่งสามารถแบ่งได้เป็น 4 สกุล (genus) ได้แก่ Alphacoronavirus, Betacoronavirus, Deltacoronavirus และ Gammacoronavirus ไวรัสโคโรนาจัดเป็นไวรัสที่มีขนาดใหญ่ที่สุดในกลุ่มไวรัสที่มีสารพันธุกรรมอาร์เอ็นเอ (RNA virus) โดยคำว่า “โคโรนา (corona)” มาจากคำว่า crown ในภาษาละติน ซึ่งแปลว่ามงกุฏ เนื่องจากเชื้อไวรัสชนิดนี้เมื่อส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนจะเห็นกลุ่มของคาร์โบไฮเดรตเป็นปุ่ม (spike) ยื่นออกจากอนุภาคไวรัส ทำให้มีลักษณะคล้ายมงกุฏล้อมรอบ ในปัจจุบันไวรัสโคโรนาที่สามารถก่อโรคในคน (human coronavirus; HCoV) มีทั้งหมด 7 สายพันธุ์ ประกอบด้วย สายพันธุ์ที่ก่อโรคไม่รุนแรง จำนวน 4 สายพันธุ์ ได้แก่ HCoV-229E, HCoV-OC43, HCoV-NL63 และ HCoV-HKU1 ที่มักก่อให้เกิดการติดเชื้อในระบบทางเดินหายใจส่วนบน (upper respiratory tract infection) และสายพันธุ์ที่ก่อโรครุนแรง จำนวน 3 สายพันธุ์ ได้แก่ ไวรัสซาร์ส-โควี (SARS-CoV) ที่ทำให้เกิดโรคทางเดินหายใจเฉียบพลันรุนแรงหรือโรคซาร์ส ในประเทศจีนและฮ่องกง ช่วงปี พ.ศ. 2545-2546 ไวรัสเมอร์ส-โควี (MERS-CoV) ที่ทำให้เกิดโรคทางเดินหายใจตะวันออกกลางหรือโรคเมอร์ส ในช่วงปี พ.ศ. 2555-2556 และไวรัสซาร์ส-โควี-2 (SARS-CoV-2) ซึ่งถือเป็นไวรัสสายพันธุ์ล่าสุดที่เพิ่งค้นพบ และทำให้เกิดโรคโควิด-19 ที่มีการระบาดใหญ่ทั่วโลก (ภาพที่ 1)



ภาพที่ 1 3D medical animation still shot showing 2019 novel Coronavirus Structure ที่มา: KAUSALYA. (2020). **3D medical animation still shot showing 2019 novel Coronavirus Structure**. Accessed October 10. Available from <https://www.scientificanimations.com/coronavirus-symptoms-and-prevention-explained-through-medical-animation/>

### 2.1.1 ไวรัสซาร์ส-โควี-2 (Severe Acute Respiratory Syndrome-Coronavirus-2; SARS-CoV-2)

รหัสพันธุกรรมและลำดับนิวคลีโอไทด์ทั้งหมดในจีโนม (whole genome sequencing) ของเชื้อไวรัสซาร์ส-โควี-2 พบว่า มีลำดับนิวคลีโอไทด์ทั้งหมดประมาณ 29,903 คู่เบส และถูกจัดอยู่ในตระกูล (family) Coronaviridae สกุล (genus) Betacoronavirus สกุลย่อย (sub-genus) Sarbecovirus เช่นเดียวกับไวรัสซาร์สที่พบก่อนหน้านี้โดยเมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงวิวัฒนาการ (phylogenetic tree) พบว่า เชื้อไวรัสซาร์ส-โควี-2 มีความใกล้เคียงกับเชื้อไวรัสซาร์สของค้างคาว (bat SARS-like coronavirus) ที่พบในประเทศจีน ประมาณร้อยละ 96 และไวรัสซาร์สของมนุษย์ (SARS-CoV) ประมาณร้อยละ 80

### 2.1.2 การแพร่ระบาดของเชื้อไวรัส

การระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (Coronavirus disease 2019 หรือ COVID-19) เริ่มขึ้นตั้งแต่วันที่ 30 ธันวาคม พ.ศ.2562 ที่มีรายงานกลุ่มผู้ป่วยด้วยโรคปอดอักเสบไม่ทราบสาเหตุเกิดขึ้นที่เมืองอู่ฮั่น มณฑลหูเป่ย์ สาธารณรัฐประชาชนจีน ต่อมาในวันที่ 7 มกราคม พ.ศ.2563 ศูนย์ควบคุมและป้องกันโรคแห่งสาธารณรัฐประชาชนจีน (Chinese Center for Disease

Control and Prevention; China CDC) ได้ออกมาประกาศอย่างเป็นทางการว่า สาเหตุของโรคปอดอักเสบดังกล่าวนี้ เกิดจากเชื้อไวรัสโคโรนาชนิดใหม่ ที่ไม่ใช่ไวรัสซาร์ส-โควี (Severe Acute Respiratory Syndrome-Coronavirus; SARS-CoV) ซึ่งเป็นไวรัสที่ก่อให้เกิดโรคทางเดินหายใจเฉียบพลันรุนแรงหรือโรคซาร์ส และไม่ใช่ไวรัสเมอร์ส-โควี (Middle East Respiratory Syndrome-Coronavirus; MERS-CoV) ซึ่งทำให้เกิดโรคทางเดินหายใจตะวันออกกลางหรือโรคเมอร์ส จึงตั้งชื่อไวรัสชนิดนี้ในตอนแรกว่า 2019-Novel Corona Virus (2019-nCoV) และในวันที่ 11 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2563 ทาง The International Committee on Taxonomy of Viruses (ICTV) ได้ออกมาประกาศชื่อใหม่ของไวรัสว่า ไวรัสซาร์ส-โควี-2 (Severe Acute Respiratory Syndrome-Coronavirus-2; SARS-CoV-2) และตั้งชื่อโรคที่เกิดจากการติดเชื้อไวรัสดังกล่าวว่า โรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 หรือโรคโควิด-19 (Coronavirus disease 2019; COVID-19) การระบาดของโรคโควิด-19 ได้กระจายเป็นวงกว้างอย่างรวดเร็ว จากเริ่มแรกมีการระบาดแคในสาธารณรัฐประชาชนจีนเพียงประเทศเดียว ต่อมาได้กระจายไปยังประเทศและภูมิภาคอื่น ๆ ทั่วโลก โดยในวันที่ 11 มีนาคม พ.ศ. 2563 องค์การอนามัยโลกได้ประกาศให้โรคโควิด-19 เป็นโรคระบาดใหญ่ทั่วโลก (pandemic) ในปัจจุบันยังคงมีผู้ติดเชื้อ ผู้ป่วยและผู้เสียชีวิตด้วยโรคโควิด-19 เพิ่มจำนวนขึ้นอย่างต่อเนื่อง และในหลายประเทศทั่วโลกยังคงควบคุมสถานการณ์การระบาดของโรคไม่สำเร็จ

เชื้อไวรัส SARS-CoV-2 สามารถแพร่กระจายเชื้อผ่านทางอากาศ (Airborne) สิ่งมีชีวิตที่เป็นพาหะ แพร่เชื้อผ่านทางสารคัดหลั่งกระจายออกมาทางปากหรือเสมหะ เป็นต้น ผู้ที่อยู่ใกล้เคียงสุดดมละอองเข้าไป อาจจะเป็นละอองฝอยขนาดใหญ่ (Droplet) หรืออาจจะเป็นละอองฝอยขนาดเล็ก (<5 ไมครอน (Aerosol)) ยิ่งไปกว่านั้น เชื้อ CoV-2 ยังสามารถติดเชื้อผ่านการสัมผัส เช่น การจับมือกันหรือใช้ของร่วมกัน แล้วยำมือที่สัมผัสเชื้อไวรัสมาสัมผัสตาหรือจมูก แล้วอาจติดเชื้อได้ เชื้อ CoV-2 สามารถติดต่อผ่านทางอุจจาระได้อีกด้วย (ติดต่อผ่านทางละอองฝอยอุจจาระ ควรปิดฝาชักโครกตอนกดชักโครกเพื่อป้องกันการแพร่เชื้อ) ดังนั้นการปฏิบัติตนเพื่อรักษาความสะอาดและรักษาความปลอดภัยเป็นสิ่งสำคัญในการป้องกันการติดเชื้อของโรค COVID-19

### 2.1.3 อาการของผู้เสี่ยงติดเชื้อ

อาการทั่วไปของโรคโควิด 19 พบมากที่สุดคือ ไข้ (อุณหภูมิมากกว่า 37.5 องศาเซลเซียส) ไอ และอ่อนเพลีย อาการอื่น ๆ ได้แก่ ปวดเมื่อย เจ็บคอ จมูกไม่ได้กลิ่น ลิ้นไม่รับรส คัดจมูก น้ำมูกไหล ท้องเสีย หรือผื่นตามผิวหนัง หรือสีผิวเปลี่ยนแปลงตามนิ้วมือ นิ้วเท้า อาการเหล่านี้มักจะไม่รุนแรงนัก และค่อย ๆ เริ่มทีละน้อย บางรายติดเชื้อแต่มีอาการไม่รุนแรง ผู้ป่วยส่วนมาก (80%) หายป่วยได้โดยไม่ต้องเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาล

หากไม่ได้กลิ่นและไม่รู้รสชาติ มีความเสี่ยงมากกว่า 10 เท่าที่จะติดเชื้อโควิด-19 มากกว่าอาการมีไข้ ไอ จาม เสียอีก โดยผู้ติดเชื้ออาจยังสามารถรับรู้ความแตกต่างของรสชาติได้บ้าง อย่างความเค็มหรือความหวาน แต่จะไม่สามารถบอกรสชาติได้ชัดเจน และคนที่สูญเสียความสามารถในการรับรู้กลิ่น ก็มักจะสูญเสียความสามารถในการรับรู้รสได้เช่นกัน ประมาณ 1 ใน 5 ของผู้ติดเชื้อโควิด 19 ที่มีอาการหนักและหายใจลำบาก แล้วเป็นผู้สูงอายุและมีโรคประจำตัว เช่น โรคหัวใจ โรคเบาหวาน ความดันโลหิตสูง หรือมะเร็ง พบว่า จะมีแนวโน้มของอาการป่วยรุนแรงมากกว่ากลุ่มอื่น อย่างไรก็ตามทุกคนสามารถติดโรคโควิด 19 ได้ และมีโอกาสพัฒนาไปมีอาการรุนแรงได้เช่นกัน ดังนั้นการรักษาความสะอาดและการปฏิบัติตนให้ถูกต้อง เช่น การสวมหน้ากากอนามัย เป็นวิธีที่ดีในการป้องกันตนเองและผู้อื่น เนื่องจากทุกคนมีโอกาสที่จะติดโควิดได้ทุกเมื่อทุกเวลา

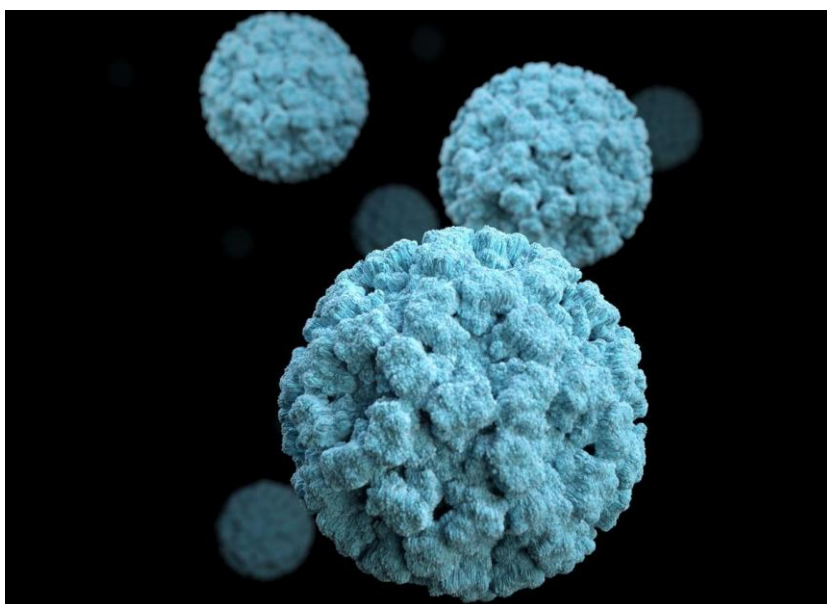
#### 2.1.4 การปฏิบัติตนในยุคโควิด

ในยุคโควิด-19 แนวทางที่สามารถปฏิบัติตนเพื่อความปลอดภัยของตนเองและผู้อื่นคือสิ่งสำคัญ เพื่อป้องกันการแพร่เชื้อของไวรัส สวมหน้ากากอนามัยเมื่ออยู่ในที่สาธารณะหรือที่ที่มีคนมาก ๆ เช่น ห้างสรรพสินค้า ร้านอาหาร การรักษาระยะห่างทางสังคม รักษาระยะห่างตัวจากคนอื่นอย่างน้อย 1-2 เมตร เพื่อลดโอกาสการติดเชื้อ การล้างมือ โดยใช้สบู่ และน้ำ หรือใช้เจลล้างมือที่มีแอลกอฮอล์หลีกเลี่ยงการสัมผัสหน้า ตา และปากโดยไม่จำเป็น การทำความสะอาดและฆ่าเชื้อพื้นผิวและวัสดุที่สัมผัสบ่อย เช่น โทรศัพท์มือถือ คีย์บอร์ดคอมพิวเตอร์ การปฏิบัติตนเมื่อไม่สบาย หากมีอาการไข้ ไอ หรืออาการไม่สบายอื่น ๆ ควรอยู่บ้านและหลีกเลี่ยงการพบเจอผู้คน การพักผ่อน และดูแลสุขภาพ ควรออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอ รับประทานอาหารเพื่อสุขภาพและพักผ่อนให้เพียงพอ ในช่วงของการเกิดโรคระบาดโควิด-19 จะเห็นได้ว่า ทุกคนต้องปรับเปลี่ยนการใช้ชีวิตเป็นอย่างมาก เพื่อให้ตัวเองและคนรอบข้างห่างไกลจากโรคโควิด-19 มากที่สุด จึงทำให้มนุษย์เกิดการคิดค้นสิ่งประดิษฐ์ใหม่ขึ้น เพื่อช่วยตอบสนองการใช้ชีวิตประจำวันให้สะดวกสบายและสะอาดปลอดภัยจากโรค เช่น การคิดค้นแผ่นฟิล์มทองแดงเพื่อใช้บริเวณปุ่มกดของลิฟต์โดยสารหรือด้ามจับประตู เพื่อป้องกันเชื้อโรคจากการสัมผัสนั่นเอง

สรุปสาเหตุจากการติดเชื้อของเชื้อโควิด-19 สามารถติดต่อได้จากการสัมผัสวัตถุหรือสัมผัสร่างกายของผู้ติดเชื้อโดยตรงหรือจากการหายใจ ผู้วิจัยจึงอยากสร้างสรรค์ชิ้นงานที่สามารถป้องกันหรือลดการสัมผัสกับเชื้อไวรัสได้

## 2.2 โนโรไวรัส (Norovirus)

ไวรัสที่ทำให้เกิดการอักเสบของระบบทางเดินอาหาร ไวรัสชนิดนี้ระบาดได้ง่ายและรวดเร็ว แม้ร่างกายได้รับเชื้อในปริมาณเพียงเล็กน้อย ที่สำคัญทนต่อความร้อนและน้ำยาฆ่าเชื้อต่าง ๆ ได้ดี ดังนั้นเมื่อเกิดการปนเปื้อนของโนโรไวรัสในอาหารและน้ำดื่ม จึงทำให้เกิดอาการท้องเสีย อาเจียน และสามารถติดต่อกันได้ง่าย เนื่องจากใช้เวลาเพียงไม่นานในการแพร่กระจายเชื้อ ไวรัสนี้พบระบาดได้มากในฤดูหนาว ติดต่อได้ง่ายในสภาพอากาศเย็น และทำให้เกิดโรคทั้งในเด็กและผู้ใหญ่ (ภาพที่ 2)



ภาพที่ 2 Norovirus

ที่มา: Rachael Rettner. (2018). **3D graphical representation of norovirus particles is based on electron microscopic imagery of actual virus particles.** Accessed October 12. Available from <https://www.livescience.com/61949-norovirus-prevention-math.html>

### 2.2.1 การตรวจและรักษา

ตรวจวินิจฉัยการติดเชื้อโนโรไวรัส ทำได้โดยการเก็บตัวอย่างอุจจาระเพื่อส่งตรวจพิเศษกับห้องปฏิบัติการ หากพบว่า ติดเชื้อโนโรไวรัส แพทย์จะทำการดูแลรักษาตามอาการเป็นสำคัญ หากเด็กมีภูมิคุ้มกันที่ต่ำอาการจะดีขึ้นและหายได้เองภายใน 2-3 วัน แต่หากเด็กเกิดการขาดน้ำ อาจทดแทนด้วยการดื่มน้ำเกลือแร่หรือการให้น้ำเกลือทางหลอดเลือด รับประทานอาหารอ่อน ๆ หรือให้ยาแก้อาเจียนและยาแก้ปวดท้อง แต่ถ้าเด็กภูมิคุ้มกันต่ำ มีอาการรุนแรงถึงขั้นถ่ายตลอดเวลา ต้องนำส่งโรงพยาบาลทันทีและอยู่ภายใต้การดูแลของแพทย์อย่างใกล้ชิด เพราะอาจเกิดการช็อก ความดันต่ำ และเสียชีวิตได้

### 2.2.2 การติดต่อของโรค

เชื้อโนโรไวรัสสามารถติดต่อได้ง่ายจากคนหนึ่งไปสู่อีกคนหนึ่ง ด้วยพฤติกรรมต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. รับประทานอาหารหรือดื่มน้ำที่มีเชื้อโนโรไวรัส พบบ่อยในน้ำดื่ม น้ำแข็ง ผักผลไม้สด หอยนางรม เป็นต้น
2. เด็กจับหรือสัมผัสกับสิ่งของที่มีเชื้อโนโรไวรัสแล้วเอานิ้วเข้าปาก
3. สัมผัสกับผู้ป่วยโดยตรง

### 2.2.3 ป้องกันระวังติดเชื้อ

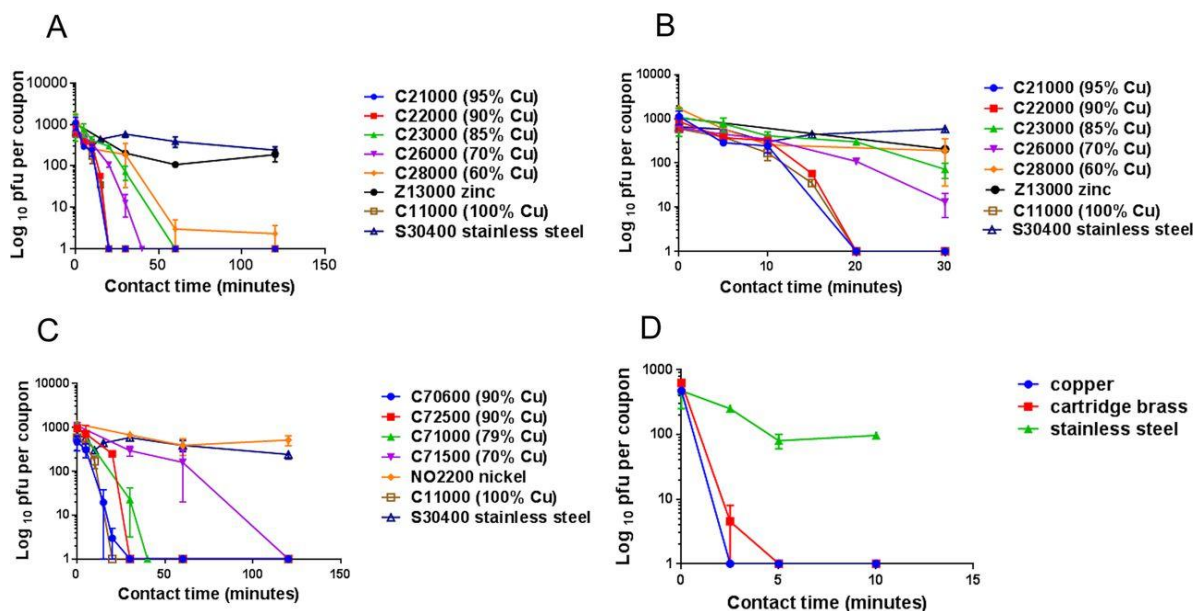
การดูแลใส่ใจเรื่องความสะอาดคือหัวใจสำคัญของการป้องกันการติดเชื้อโนโรไวรัส ได้แก่

1. ก่อนทานหรือหยิบจับอาหารและหลังเข้าห้องน้ำต้องล้างมือให้สะอาดทุกครั้ง
2. การล้างมือให้สะอาดต้องล้างด้วยน้ำสบู่ โดยให้น้ำไหลผ่านไม่ต่ำกว่า 15 วินาที
3. ดื่มน้ำที่สะอาด เลือกรับประทานอาหารที่สุก สะอาด สดใหม่
4. เลี่ยงการหยิบจับหรือทำอาหารให้ผู้อื่น

จากที่กล่าวมาจะเห็นได้ว่า เชื้อไวรัสโนโรไวรัสมีกลไกคล้ายคลึงกับเชื้อไวรัสโคโรนาในเรื่องของอนุภาคที่เชื้อโรคมักจะเติบโตในที่อากาศที่เย็นและการติดต่อเข้าสู่ร่างกาย ผู้วิจัยได้ศึกษา งานวิจัยและพบว่า มีงานวิจัยในปี ค.ศ.2015 ของประเทศอังกฤษ โดยมีผลการวิจัยว่า โนโรไวรัส หากอยู่บนพื้นผิวทองแดง 90เปอร์เซ็นต์ขึ้นไป ไวรัสโนโรไวรัสจะตายในเวลา 20 นาที ในขณะที่อยู่บนผิววัสดุอื่นไวรัสจะยังคงมีชีวิตอยู่ได้นานมาก<sup>1</sup> (ภาพที่ 3)

---

<sup>1</sup> Sarah L. Warnes, Zoë R. Little, and C. William Keevil, **Inactivation of norovirus on dry copper alloy surfaces**, (2014), accessed October 15, 2022, available from <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24040380/>



ภาพที่ 3 เวลาที่เชื้อไวรัสตายเมื่ออยู่บนพื้นผิวโลหะชนิดต่าง ๆ

ที่ มา: Sarah L. Warnes, Zoë R. Little, and C. William Keevil, **Human Coronavirus 229E Remains Infectious on Common Touch Surface Materials**, Accessed October 20, 2015, Available from <https://journals.asm.org/doi/10.1128/mbio.01697-15>

## 2.3 ทองแดง

เมื่อพูดถึงโลหะที่มนุษย์รู้จักและมีการนำมาใช้งานเป็นชนิดแรก ๆ ก็ต้องนึกถึงทองแดง เพราะทองแดงนั้น มีหลักฐานพบว่า มนุษย์เริ่มรู้จักและมีการนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์ตั้งแต่ยุคก่อนประวัติศาสตร์ โดยมีการถลุงทองแดงขึ้นมา แล้วนำมาใช้ทำเป็นเครื่องมือเครื่องใช้ต่าง ๆ ทองแดงถือเป็นโลหะที่พบได้น้อยที่สุดบนเปลือกโลกของเรา โดยมีอยู่เพียง 0.0001% เท่านั้น แต่อย่างไรก็ดีถือว่า เป็นโลหะที่มีตระกูล ทั้งสามารถพบได้ทั้งในรูปอิสระและรูปสารประกอบอีกด้วย ซึ่งในปัจจุบันการจะถลุงแร่ทองแดงออกมาใช้นั้นจะต้องนำสินแร่ทองแดงมาเผาในอากาศให้ได้ทองแดงที่บริสุทธิ์ และนำมาแยกด้วยกระแสไฟฟ้าอีกครั้ง จึงจะได้ทองแดงที่มีความบริสุทธิ์มากกว่า 99% และสามารถนำมาใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด

### 2.3.1 จุดเด่นของทองแดง

ทองแดง มีจุดเด่นคือ ความสามารถในการทนต่อการกัดกร่อนได้เป็นอย่างดี แม้อยู่ในน้ำทะเลที่มีฤทธิ์ในการกัดกร่อนมากที่สุด ทองแดงก็ยังสามารถคงสภาพเดิมได้ ยกตัวอย่างเมื่อคริสต์ศตวรรษที่ 16 ได้มีการพบซากเรือที่จมอยู่ใต้ทะเล คาดว่า จมอยู่นานหลายปีแล้ว และพบ

รอกที่ทำจากทองแดง ซึ่งยังมีสภาพดีและใช้งานได้อย่างปกติ จึงทำให้ทราบว่า ทองแดงสามารถทนต่อการกัดกร่อนได้ดีและอีกจุดเด่นที่น่าสนใจของทองแดง ก็คือ การเป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิตเล็ก ๆ จึงทำให้นิยมนำทองแดงมาทำเป็นปลอกในการหุ้มแผ่นไม้ต่อเรือ เพื่อป้องกันไม่ให้เฟรียงหรือแมลงบางชนิดเข้ามากัดเซาะหรือทำลายไม้ได้ และการนำมาทำเป็นท่อส่งน้ำดื่มเพื่อฆ่าเชื้อโรคและเชื้อราต่าง ๆ ที่อยู่ในแหล่งน้ำอีกด้วยนั่นเอง

แม้ว่า ทองแดงจะมีความเป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิตขนาดเล็ก แต่การใช้ทองแดงในการผลิตท่อส่งน้ำดื่มไม่ได้ก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพของมนุษย์ เนื่องจากปริมาณทองแดงที่อาจละลายปนเปื้อนในน้ำจากท่อนั้นมีอยู่น้อยมากและต่ำกว่าระดับที่เป็นอันตรายต่อร่างกายมนุษย์ อีกทั้งร่างกายยังมีกลไกธรรมชาติในการกำจัดทองแดงส่วนเกินออกได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นจึงสามารถมั่นใจได้ว่าการใช้ท่อทองแดงสำหรับระบบน้ำดื่มในปริมาณที่เหมาะสมจะไม่ก่อให้เกิดปัญหาด้านสุขภาพ

เนื่องจากโลหะทองแดงมักจะพบในรูปของสารประกอบ การจะเรียกว่า ทองแดงได้นั้น จึงต้องทำการแยกทองแดงออกมาให้เป็นทองแดงบริสุทธิ์ที่มีแร่อื่นผสมอยู่ไม่เกิน 0.5% ซึ่งทองแดงในรูปของสารประกอบที่พบบ่อยที่สุด ก็คือ ซัลไฟด์ โดยมีอยู่ 2 ชนิดด้วยกัน คือ แร่ทองแดงคาลไซต์ สีเทาดำและแร่คาลดีไฟไรต์ สีเหลือง อีกทั้งแหล่งที่มักจะพบทองแดงได้มากที่สุด ก็คือ ซิลี แอฟริกา และสหรัฐอเมริกา

### 2.3.2 วิวัฒนาการของทองแดง

ได้ถือกำเนิดมาเป็นเวลา 10,000 ปีแล้ว เริ่มจากที่มนุษย์ยุคหินได้นำทองแดงมาทำเป็นอาวุธ ทั้งนี้ก็เพราะว่า ทองแดงมีสมบัติที่เหมาะสมกับการนำมาทำเป็นอาวุธคือ มีความเหนียว ขึ้นรูปง่าย มีความทนทานต่อการกัดกร่อนได้ดี แต่ถึงอย่างนั้น ทองแดงก็ยังมีข้อเสีย คือมีความแข็งแรงต่ำ การนำมาใช้งานจึงต้องอยู่ในขอบเขตจำกัดเท่านั้น

### 2.3.3 การทำปฏิกิริยา OXIDATION ของทองแดง

จากที่กล่าวข้างต้นว่า ทองแดงมีสมบัติที่เป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิตเล็ก ๆ เกิดจากการที่ทองแดงทำปฏิกิริยา Oxidation ทำให้สามารถฆ่าเชื้อโรคได้ในปี ค.ศ.1852 ซึ่งนักฟิสิกส์ชื่อ Victor Burq ค้นพบว่า ผู้ที่ทำงานกับทองแดงมีโอกาสเสียชีวิตจากอหิวาตกโรคน้อยกว่าคนอื่นมาก และยังมีงานวิจัยมากมายที่ยืนยันเรื่องนี้ ในปี พ.ศ.2410 ได้นำเสนอการค้นพบของเขาต่อสถาบันวิทยาศาสตร์และการแพทย์ของฝรั่งเศสว่า การใส่ทองแดงลงบนผิวมีประสิทธิภาพในการป้องกันไม่ให้ติดเชื้ออหิวาตกโรค

ในปีค.ศ.2020 มีผลงานวิจัยยืนยันว่า เชื้อไวรัสโควิด-19 หากอยู่บนพื้นผิวทองแดง จะตายภายใน 4 ชั่วโมง ในสภาพอากาศเย็น แต่ประเทศไทยอากาศร้อนไวรัสอาจตายเร็วกว่านั้น<sup>2</sup> และต่อมาในปี พ.ศ.2558 ได้มีการทดสอบทองแดงกับเชื้อไวรัสโรคซาร์สและเมอร์ส ซึ่งเป็นเชื้อไวรัสตระกูลเดียวกับเชื้อไวรัสโคโรนา ปรากฏว่า สามารถทำร้ายเซลล์ของไวรัสได้

นอกจากนี้กล่าวว่า ในแวดวงการแพทย์และนักวิทยาศาสตร์เป็นที่รู้กันอยู่แล้วว่า ทองแดงเข้มข้น 95% มีสมบัติสามารถฆ่าเชื้อไวรัสโคโรนาได้ โดยกลไกที่ทองแดงสามารถฆ่าเชื้อไวรัส และแบคทีเรียได้นั้นใช้เวลาเพียง 2.5 นาทีเกิดขึ้นได้เมื่อทองแดงไปสัมผัสกับเยื่อหุ้มเซลล์ จากนั้น Copper ion จะเข้าไปแทรกในเยื่อหุ้มเซลล์เพื่อทำลายส่วนประกอบต่าง ๆ ภายในเซลล์ จึงทำให้ เซลล์ตาย<sup>3</sup> (ภาพที่ 4)



ภาพที่ 4 กระบวนการการทำปฏิกิริยาออกซิเดชันของทองแดงกับเชื้อไวรัสและแบคทีเรีย ที่มา: วีรชัย พุทธวงศ์, **ฟิล์มทองแดงฆ่าเชื้อไวรัสโคโรนา**, Accessed October 26, 2020, Available from <https://www.bangkokbiznews.com/social/882180>

## 2.4 สารประกอบของโลหะทองแดง

สารประกอบของโลหะก็สามารถฆ่าเชื้อโรคได้ ซึ่งทองแดงนั้นเป็น 1 ในกลุ่มของสารประกอบที่สามารถฆ่าเชื้อโรคได้เช่นกัน กลุ่มของ Heavy metal กลไก : ตกตะกอนโปรตีนของจุลินทรีย์ Oxidise หมู่ Thiol (-SH group) และยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ของแบคทีเรียและเนื้อเยื่อ ข้อเสียคือโลหะไอออนบางชนิดมีพิษสูงมาก เช่น  $Hg^{2+}$  ไอออนของโลหะหลายชนิดโดยเฉพาะโลหะหนักมีสมบัติ Oligodynamic effect ต่อเซลล์ทั้ง Prokaryote, Eukaryote และสปอร์ของสิ่งมีชีวิตด้วย

<sup>2</sup> Neeltje van Doremalen and Trenton Bushmaker, "Aerosol and Surface Stability of SARS-CoV-2 as Compared with SARS-CoV-1," *The New England Journal of Medicine* 10, 1564 (March 2020): 1-2.

<sup>3</sup> วีรชัย พุทธวงศ์, **'ฟิล์มทองแดง' ฆ่าไวรัสโควิด-19** นวัตกรรมใหม่เพื่อชีวิตห่างไกลเชื้อโรค, เข้าถึงเมื่อ 25 เมษายน 2563, เข้าถึงได้จาก <https://workpointtoday.com/copper-plus-film/>

แม้จะมีความเข้มข้นของไอออนเพียงเล็กน้อยก็ตาม เป็น Effect ที่ค้นพบเมื่อปี ค.ศ.1893 โดย Karl Wilhelm von Nägeli นักพฤกษศาสตร์ชาวสวิส นอกจากนั้นยังคาดว่า โลหะไอออนสามารถรบกวนกระบวนการ Metabolism บางอย่างของเซลล์ได้ด้วย

พื้นผิวโลหะผสมที่มีทองแดงเป็นองค์ประกอบสามารถทำลายจุลินทรีย์ได้หลากหลายชนิด เช่น E. coli, Staphylococcus spp. หรือ Staphylococcus aureus ชนิดที่ดื้อต่อยา Methicillin (MRSA), Clostridium difficile, Influenza A, Adenovirus และเชื้อรา โดยยังไม่ทราบกลไกการฆ่าเชื้ออย่างแน่ชัด

พื้นผิวโลหะผสมทองแดงที่ทำความสะอาดเป็นประจำสามารถลดการปนเปื้อนของแบคทีเรียได้ถึง 99% ภายในสองชั่วโมง โดยกำจัดแบคทีเรียได้ทั้งแกรมบวกและลบ ดังนั้นจึงมีอุปกรณ์และเครื่องใช้หลายชนิดที่มีส่วนประกอบเป็นโลหะผสมทองแดง เช่น ราวบันได ราวเตียงนอน ก๊อกและอ่างน้ำ สุขภัณฑ์ อุปกรณ์ในสถานออกกำลังกาย หรืออุปกรณ์ทางการแพทย์ เช่น อุปกรณ์การรักษาทางหลอดเลือดดำ (Intravenous therapy; IV) เรียกวัสดุเหล่านี้ว่า Antimicrobial copper-alloy touch surfaces

## 2.5 โลหะเงิน

โลหะเงินมีสัญลักษณ์ธาตุคือ Ag ซึ่งมาจากภาษาละตินชื่อว่า Argentum เงินเป็นโลหะที่มีความวาวและอ่อนมีความเหนียวสูงสามารถขึ้นรูปได้ง่ายมีความสามารถในการนำไฟฟ้าและความร้อนได้ดีไม่เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน ที่อุณหภูมิห้อง แต่ในขณะที่โลหะเงินหลอมละลายในอากาศออกซิเจนจะแพร่เข้าไปได้ โลหะเงินบริสุทธิ์ไม่นิยมนำมาทำเครื่องประดับเนื่องจากมีความอ่อนตัวสูงทำให้เสียรูปทรงได้ง่ายความสามารถในการยึดเกาะอัญมณีไม่ดี จึงนิยมนำโลหะอื่น ๆ มาผสมเป็นธาตุเจือเพื่อเพิ่มความแข็งและสมบัติด้านต่าง ๆ

## 2.6 โลหะทองคำ

คือธาตุเคมีที่มีหมายเลขอะตอม 79 และสัญลักษณ์คือ Au (มาจากภาษาละตินว่า aurum) จัดอยู่ในกลุ่มธาตุโลหะมีสกุลชนิดหนึ่ง ทองคำเป็นธาตุโลหะทรานซิชันสีเหลืองทองมันวาวเนื้ออ่อนนุ่มสามารถยืดและตีเป็นแผ่นได้ ทองคำไม่ทำปฏิกิริยากับสารเคมีส่วนใหญ่ ทองคำใช้เป็นทุนสำรองทางการเงินของหลายประเทศ ใช้ประโยชน์เป็นเครื่องประดับ งานทันตกรรม และอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ สมบัติของทองคำ คือมีความแวววาวอยู่เสมอ ทองคำไม่ทำปฏิกิริยากับออกซิเจนดังนั้น เมื่อสัมผัสถูกอากาศสีของทองจะไม่หมองและไม่เกิดสนิม มีความอ่อนตัว ทองคำเป็นโลหะที่มีความอ่อนตัวมากที่สุด ทองคำเป็นโลหะชนิดหนึ่งที่สามารถนำไฟฟ้าได้ดี สะท้อนความร้อนได้ดี ทองคำสามารถสะท้อนความร้อนได้ดี

## 2.7 แผ่นฟิล์มทองแดงฆ่าเชื้อโรค

อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมหล่อโลหะและโลหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ได้กล่าวถึงการใช้ประโยชน์จากทองแดงในอดีต โดยชี้ให้เห็นว่า ในยุคสมัยโบราณ ทองแดงถูกนำมาใช้ในการผลิตแก้วน้ำและภาชนะสำหรับใส่อาหาร ด้วยสมบัติที่สามารถรักษาความสดใหม่และป้องกันการบูดเสียง่าย แม้ว่า คนสมัยก่อนจะไม่ทราบถึงกลไกที่แท้จริงก็ตาม การใช้งานดังกล่าวได้ถูกสืบทอดต่อกันมาโดยไม่รู้สาเหตุ<sup>4</sup> จนกระทั่งในปี ค.ศ.1973 มีงานวิจัยที่ตีพิมพ์ในต่างประเทศ ซึ่งเปิดเผยว่า ทองแดงมีความสามารถในการฆ่าเชื้อโรคได้ นับเป็นหนึ่งในค้นพบทางวิชาการที่สำคัญครั้งแรก ๆ ของโลกในด้านนี้

แต่ปัจจุบันไม่นิยมใช้ทองแดงทำภาชนะ เพราะใช้ไปนาน ๆ จะเกิดสนิมสีเขียวทำให้ไม่สวยงาม จึงถูกนำไปใช้งานในลักษณะอื่นมากกว่า เช่น ปุ่มลิฟต์ ลูกบิดประตู เครื่องใช้ต่าง ๆ นิยมใช้สแตนเลส เพราะสวยงามทำความสะอาดง่ายและเกิดสนิมได้ยากกว่า เป็นต้น

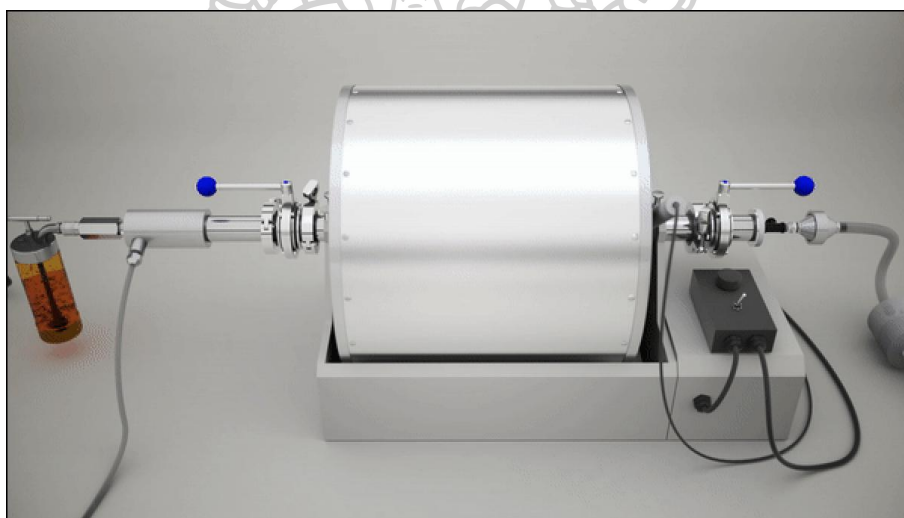
สถานการณ์ปัจจุบันพบว่า มีการใช้ทองแดงกับอุปกรณ์การแพทย์และเครื่องใช้ เพื่อยับยั้งการแพร่ระบาดของเชื้อโรคจำนวนมากในต่างประเทศ ซึ่งการศึกษาประเด็นนี้ไม่ใช่เรื่องใหม่ โดยทีมอาจารย์และนักวิจัย มจร. จึงนำแผ่นทองแดงมาประยุกต์เป็นปุ่มลิฟต์โดยสาร ซึ่งเป็นจุดที่จำเป็นต้องใช้นิ้วสัมผัสและจุดเสี่ยงในการแพร่ระบาดของเชื้อโรค หากมีเชื้อโรคอยู่บนพื้นผิววัสดุทองแดงทั้งจากน้ำลายหรือเชื้อโรคอื่น ๆ ที่ติดอยู่ที่นิ้วมือที่สัมผัสกับปุ่มลิฟต์ เช่น แบคทีเรียหรือไวรัส<sup>5</sup> จากงานวิจัยด้านชีววิทยาพบว่าอ็อกซิเจนของทองแดงจะเข้าไปทำลายลิพิดเมมเบรน (Lipid membrane) ของเชื้อโรค ทำให้เชื้อโรคตายไปเองในที่สุดสำหรับนวัตกรรม "แผ่นฟิล์มทองแดง" จากที่ทางห้องแล็บสถาบันได้ทำการตรวจสอบและวิจัยพบว่า ฟิล์มชนิดดังกล่าวนั้นเป็นเหมือนการผสมทองแดงลงไปแผ่นพลาสติก (สารโพลีเมอร์) ที่ใช้นาโนคอปเปอร์เป็นองค์ประกอบ หรือเรียกง่าย ๆ ว่า "แผ่นฟิล์มที่มีส่วนผสมของอนุภาคทองแดง" เมื่อมีเชื้อแบคทีเรียหรือเชื้อไวรัสลอยมาสัมผัสแผ่นฟิล์มก็จะทำปฏิกิริยาที่สามารถทำลายผนังเซลล์ของไวรัสได้ จนทำให้เซลล์ดังกล่าวหยุดการทำงานและตายไปในที่สุด แผ่นฟิล์มทองแดงนี้ได้รับการการันตีโดยสถาบันชั้นนำจากต่างประเทศว่าสามารถป้องกันและฆ่าเชื้อแบคทีเรียและไวรัส (รวมถึงไวรัสจำพวกโคโรนาไวรัส) ซึ่งในส่วนของประเทศไทยเองได้ทำการทดสอบแล้วพบว่าสามารถฆ่าเชื้อแบคทีเรียได้ อีกทั้งนวัตกรรมดังกล่าวมาในรูปแบบพลาสติกจึงง่ายแก่การใช้ เพราะสามารถเขารูปได้กับทุกวัสดุที่นำไปติดตั้ง สามารถนำไปติดหรือแปะตามพื้นที่ต่าง ๆ ที่เราสัมผัส

<sup>4</sup> ก้องเกียรติ ปุรัตนพงษ์, วิศวะมจร.แนะใช้"ทองแดง"ทำปุ่มลิฟต์ มีคุณสมบัติฆ่าเชื้อโคโรนาได้ตามธรรมชาติ, เข้าถึงเมื่อ 30 พฤษภาคม 2563, เข้าถึงได้จาก <https://www.thaipost.net/main/detail/62279>

<sup>5</sup> ชาวลิต ลิ้มณวีจิตร, ศุภฤกษ์ บุญเทียร และ ก้องเกียรติ ปุรัตนพงษ์, วิศวฯอุตสาหกรรม มจร. แนะนำทองแดงมีสมบัติทำลายเชื้อโรคได้โดยธรรมชาติ, เข้าถึงเมื่อ 3 มิถุนายน 2563, เข้าถึงได้จาก <https://pr.kmutt.ac.th/pr2/research-innovation-news/วิศวฯอุตสาหกรรม-มจร-แนะท/>

บ่อยครั้งได้ ไม่ว่าจะเป็นที่กดลิฟต์ ประตู ลูกบิดประตู ที่โหนดไฟฟ้า ราวบันได ตลอดจนโต๊ะทำงาน โต๊ะนักเรียนเมื่อเราเอามือไปสัมผัสที่แผ่นฟิล์มแทนการสัมผัสโดยตรง แผ่นฟิล์มก็จะทำให้เกิดการฆ่าเชื้อโรคที่ติดมากับมือของเราได้ แผ่นฟิล์มทำมาจากวัสดุพลาสติก มีความทนทานต่อการใช้งาน ราคาไม่แพง อนึ่ง ก้องเกียรติ ปุภรัตน์พงษ์ เชื่อว่า นวัตกรรมชิ้นนี้ถือเป็นหนึ่งอุปกรณ์สำคัญในการใช้ชีวิตในยุค New Normal ในการป้องกันเชื้อแบคทีเรียและไวรัสในเชิงรุกได้เป็นอย่างดี

โดยข้อมูลล่าสุดปี ค.ศ.2020 นักวิจัยจากสหรัฐอเมริกาได้ทำการทดลองวิธีฆ่าเชื้อไวรัสโดยใช้แผ่นทองแดงและโลหะอื่น ๆ เป็นตัวทดลองโดยเริ่มจากประเมินเสถียรภาพของไวรัส SARS-CoV-2 ในละอองลอยและโพลีเอทิลีนความหนาแน่นสูง (เพื่อแสดงพื้นผิวทั่วไป) และประเมินอัตราการสลายตัวโดยใช้แบบจำลองการถดถอยแบบเบย์เซียน (Bayesian regression model) เราสร้างละอองลอย (<math>< 5 \mu\text{m}</math>) (น้อยกว่า 5 ไมโครเมตร) ที่มี SARS-CoV-2 โดยใช้เครื่องพ่นละออง Collision แบบ 3 เจ็ท และป้อนเข้าไปในถัง Goldberg เพื่อสร้างสภาพแวดล้อมที่มีละอองลอย<sup>6</sup> (ภาพที่ 5)

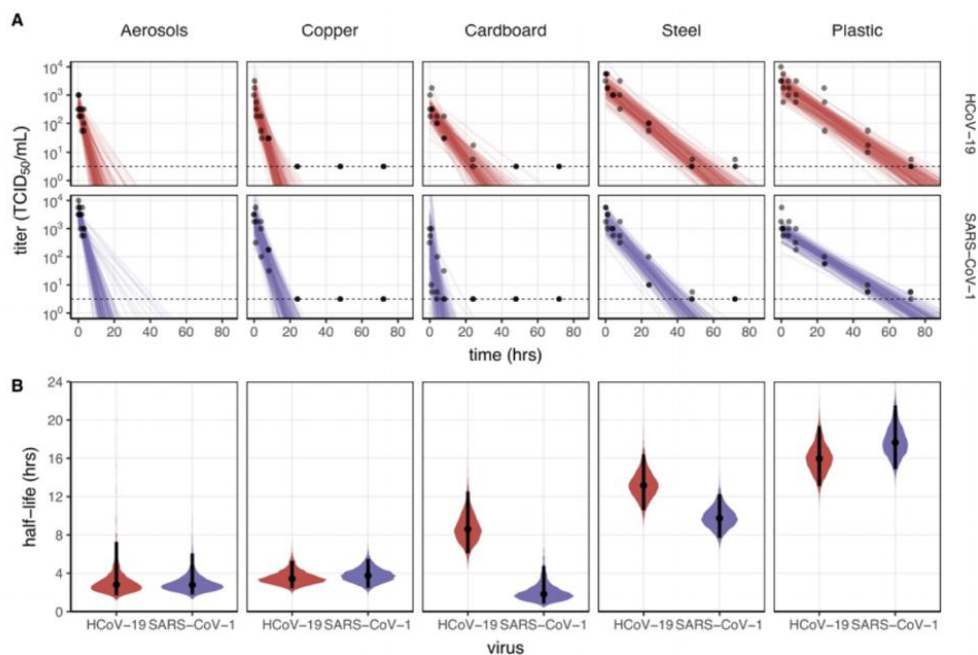


ภาพที่ 5 ประเมินอัตราการสลายตัวโดยใช้แบบจำลองการถดถอยแบบเบย์เซียน (Bayesian regression)

ที่มา: Trenton Bushmaker, and others, **Comparative Aerosol and Surface Stability of SARS-CoV-2 Variants of Concern**, Accessed November 10, 2023, Available from [https://wwwnc.cdc.gov/eid/article/29/5/22-1752\\_article](https://wwwnc.cdc.gov/eid/article/29/5/22-1752_article)

<sup>6</sup> Trenton Bushmaker and others, **Comparative Aerosol and Surface Stability of SARS-CoV-2 Variants of Concern**, Accessed November 10, 2023, Available from [https://wwwnc.cdc.gov/eid/article/29/5/22-1752\\_article](https://wwwnc.cdc.gov/eid/article/29/5/22-1752_article)

โดยใช้สต็อกไวรัสเริ่มต้น  $105.75-10^6$  (50%) ปริมาณการติดเชื้อจากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ (TCID<sub>50</sub>) ต่อมิลลิลิตร เพื่อวัดเสถียรภาพของพื้นผิว และสะสมไวรัส 50  $\mu\text{L}$  (ลูกบาศก์มิลลิเมตร) ที่มี 105 TCID<sub>50</sub> ลงบนโพลีโพรพิลีน เพื่อความเสถียรของละอองลอย นักวิจัยจึงเปรียบเทียบอัตราการสลายตัวของแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลของเชื้อแยก SARS-CoV-2 ที่แตกต่างกันโดยตรง โดยวัดไทเทรตของไวรัสที่ 0, 3 และ 8 ชั่วโมง โดยเลือกจุดเวลา 8 ชั่วโมงผ่านการสร้างแบบจำลองเพื่อเพิ่มข้อมูลอัตราการสลายตัวสูงสุด โดยพิจารณาจากการสลายตัวเริ่มสังเกตได้ที่ 3 ชั่วโมง ทำการทดลองเป็นรอบเดียว (0 ถึง 3 หรือ 0 ถึง 8 ชั่วโมง) และเก็บตัวอย่างเมื่อเริ่มต้นและสิ้นสุดเพื่อลดการสูญเสียไวรัสและการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นจากการสู่มตัวอย่างซ้ำ โดยดำเนินการทดลองทั้งหมด 3 ครั้ง เพื่อประมาณปริมาณไวรัสที่สู่มตัวอย่าง หลังจากนั้นจึงวิเคราะห์ตัวอย่างอากาศที่เก็บรวบรวมได้ หลังการพ่นละอองลอย 0, 3 หรือ 8 ชั่วโมง (ภาพที่ 6)



ภาพที่ 6 Estimated exponential decay rates and corresponding half-lives for HCoV-19 and SARS-CoV 1.

ที่มา: Nation Library of Medicine, **Estimated exponential decay rates and corresponding half-lives for HCoV-19 and SARS-CoV 1**, Accessed November 20, 2020, Available from <https://www.nejm.org/doi/full/10.1056/NEJMc2004973>

จากการศึกษาผู้วิจัยเลือกใช้วัสดุทองแดง เพราะว่าทองแดงนั้นมีการทำปฏิกิริยาออกซิเดชัน จึงทำให้นิวเคลียสของเชื้อโรคแตกสลายในระยะเวลาอันสั้นและมีประสิทธิภาพที่สุดเมื่อเทียบกับวัสดุอื่น อีกทั้งยังตรงตามวัตถุประสงค์ของโครงการวิจัยที่ผู้วิจัยได้ตั้งไว้

## 2.8 ช่องทางการรับเชื้อเข้าสู่ร่างกาย

2.8.1 ระบบทางเดินหายใจหรือทางอากาศ (Airborne infection) โดยการไอ การจาม ในระยะต่ำกว่า 3 ฟุต คนที่อยู่ใกล้กัน ขณะพูดคุยอาจสูดเอาฝอยละอองเข้าไปในทางเดินหายใจ จึงเกิดการติดเชื้อโรคได้ ได้แก่ เชื้อโรคคอตีบ ไอกรน นอกจากนี้เชื้อโรคบางชนิด เช่น หัด อีสุกอีใส สามารถลอยแพร่กระจายเข้าไปในอากาศได้ไกลกว่าเพราะเป็นฝอยละอองขนาดเล็ก

2.8.2 ระบบทางเดินอาหารหรือทางอาหาร (Foodborne infection) สามารถติดต่อดีจากอาหาร น้ำดื่มที่มีการปนเปื้อนเชื้อโรค เมื่อรับประทานจึงเกิดภาวะเจ็บป่วย เช่น บิด โปลิโอ อหิวาตกโรค เป็นต้น

2.8.3 ทางผิวหนัง (Per-cutaneous infection) อาจเกิดจากการสัมผัสโดนเชื้อโรคโดยตรง หรือร่างกายมีบาดแผลจากของมีคมสกปรก ทิมแทงอาจทำให้เกิดโรคบาดทะยัก หรืออาจเกิดจากมีแมลงและสัตว์เป็นพาหะ เช่น ยุง แมลง กัดจนทำให้เกิดการรับเชื้อก่อให้เกิดโรคไข้มาลาเรีย ไข้เลือดออก เป็นต้น โอกาสการรับเชื้อทางผิวหนังอาจเกิดจากการใช้ของร่วมกัน เช่น ร้านเสริมสวย การใช้มีดโกนใบเดิมในผู้รับบริการกลุ่มเสี่ยง ทำให้เสี่ยงต่อการติดเชื้อก่อโรค HIV ไวรัสตับอักเสบบี ทางเยื่อต่างๆ (Mucous membrane infection) โดยไม่จำเป็นต้องมีบาดแผลหรือไม่ก็ได้ เช่น โรคตาแดง สามารถติดต่อกันได้โดยการสัมผัสเชื้อและติดต่อผ่านเยื่อตา เป็นต้น

2.8.4 ทางระบบอวัยวะสืบพันธุ์หรือติดต่อทางเพศสัมพันธ์ (Sexual intercourse infection) เช่น โรคไวรัสตับอักเสบบี โรค HIV

2.8.5 ทางเลือดและรก (Trans-placental infection) หมายถึง การส่งผ่านเชื้อจากมารดาสู่ทารกในครรภ์ผ่านทางรก

สรุปผู้วิจัยจึงอยากสร้างสรรค์เครื่องประดับที่สื่อถึงความรู้สึกรักปกป้องและคอยเป็นเกราะบนผิวหนังของเราอีกชั้นหนึ่ง โดยการนำทัศนศิลป์ของเชื้อไวรัสโคโรน่ากับเนื้อเยื่อบนร่างกายมาออกแบบชิ้นงานเพื่อช่วยลดการรับเชื้อโรคเข้าสู่ร่างกายให้ได้มากที่สุด

## 2.9 ท่องแต่งกับเทคโนโลยีในปัจจุบัน

ในโลกที่เติบโตและพัฒนาอย่างรวดเร็ว เทคโนโลยีมีบทบาทสำคัญในการสร้างสรรค์นวัตกรรมที่เปลี่ยนแปลงวิถีชีวิตของมนุษย์ไปอย่างสิ้นเชิง และหนึ่งในวัสดุที่กำลังได้รับความนิยมเพื่อสร้างสรรค์และพัฒนาเทคโนโลยีใหม่ ๆ คือทองแดง ซึ่งผลจากการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีเชิงนวัตกรรมค้นพบว่า ทองแดงเป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงที่ส่งผลต่ออนาคต

เทคโนโลยีในอนาคตภายภาคหน้า คาดว่าหากมีทองแดงเป็นส่วนประกอบจะส่งผลกระทบต่อหลายสาขาธุรกิจ ในอนาคตภายหน้าเราอาจจะมีอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ผลิตด้วยเทคโนโลยีใหม่ ๆ และมีประสิทธิภาพเป็นที่ทราบกันดีว่าทองแดงมีความสามารถในการนำกระแสไฟฟ้า และเป็นวัสดุ

สำคัญของการสร้างวงจรอิเล็กทรอนิกส์ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้ทองแดง ทำให้สามารถทำได้หลายฟังก์ชันต่าง ๆ เช่น การสื่อสารไร้สาย การเก็บข้อมูล หรือการรับส่งสัญญาณต่าง ๆ ที่มีความเร็วและประสิทธิภาพที่ดีกว่าเทคโนโลยีในปัจจุบัน

การคมนาคมถือเป็นปัจจัยหนึ่งที่อำนวยความสะดวกสบายให้มนุษย์ ภายในโลกอนาคตเราอาจจะได้เห็นยานอวกาศหรือยานพาหนะต่าง ๆ ที่นำทองแดงมาใช้ในการพัฒนา เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพที่ดีขึ้น และเหมาะสมกับสภาพแวดล้อม เช่น ยานอวกาศที่มีความทนทานต่ออุณหภูมิที่สูง หรือยานพาหนะที่นำทองแดงมาสร้างกระแสไฟฟ้า หรือลดการใช้รถยนต์ที่ใช้น้ำมัน โดยใช้พลังงานที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมแทน

นอกจากนี้ เทคโนโลยีในอนาคตที่ใช้ทองแดง สามารถส่งผลถึงทางการแพทย์ได้อีกด้วยกัน สนิมทองแดงอาจถูกนำมาใช้ในการพัฒนาวัสดุที่มีความแข็งแรงและมีโอกาสเป็นส่วนประกอบของตัวป้องกันเชื้อโรค ซึ่งอาจเป็นการใช้เทคโนโลยีทองแดงในการควบคุมการแพร่กระจายของเชื้อโรคต่าง ๆ

สรุปอนาคตที่ใช้เทคโนโลยีทองแดงอาจเป็นสิ่งที่น่าตื่นตาตื่นใจและส่งผลกระทบต่อการใช้ชีวิตของมนุษย์มากขึ้น เราอาจจะได้เห็นนวัตกรรมใหม่ ๆ ที่เกิดจากทองแดง ช่วยสร้างสรรค์นวัตกรรมที่เปลี่ยนแปลงวิถีชีวิตของมนุษย์อย่างไม่น่าเชื่อ จึงไม่แปลกที่ทองแดงจะมีบทบาทสำคัญเป็นวัสดุในโลกอนาคต ด้วยความทนทาน ประสิทธิภาพ และความหลากหลายในการใช้งาน เทคโนโลยีใหม่ ๆ ที่ใช้ทองแดงอาจเป็นเพียงเรื่องเล็กน้อยในโลกของเราในปัจจุบัน แต่อนาคตภายหน้าวิวัฒนาการต่าง ๆ ทองแดงสามารถส่งผลกระทบต่อการดำเนินชีวิตของเราให้สะดวกสบายมากขึ้นและอาจจะต่อยอดให้เกิดเทคโนโลยีใหม่ ๆ ในอนาคต ผู้วิจัยจึงอยากนำทองแดงซึ่งเป็นวัสดุที่ตรงตามจุดประสงค์ของวิทยานิพนธ์นี้ออกแบบเครื่องประดับที่สามารถช่วยปกป้องผู้สวมใส่จากเชื้อไวรัสและยังคงความร่วมมือของการออกแบบเครื่องประดับไว้ในชิ้นงานอีกด้วย

จากการค้นคว้าการทดลองโลหะทองแดง ของคณะอาจารย์มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี (มจธ.) ได้ค้นพบว่าทองแดงมีความสามารถในการป้องกันเชื้อโรคได้ และสืบเนื่องจากการค้นคว้าของผู้วิจัยทำให้ทราบว่าทองแดงยังเป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิตเล็ก ๆ ซึ่งสมบัติที่ว่านี้เกิดจากการที่ทองแดงทำปฏิกิริยาออกซิเดชัน<sup>7</sup> ซึ่งตัวทองแดงเองก็ได้มีรายงานทางวิทยาศาสตร์ว่าสามารถฆ่าเชื้อโรคได้ในปี.ศ.1852 มีนักฟิสิกส์ ค้นพบว่าผู้ที่ทำงานกับทองแดงมีผู้เสียชีวิตจาก

<sup>7</sup> ศุภฤกษ์ บุญเตียร, เขาวลิต ลิ้มมณีวิจิตร และก้องเกียรติ ปุภรัตน์พงษ์, วิชาอุตสาหกรรม มจธ. **แนะทองแดงมีสมบัติทำลายเชื้อโรคได้โดยธรรมชาติ**, เข้าถึงเมื่อ 3 มิถุนายน 2563, เข้าถึงได้จาก <https://pr.kmutt.ac.th/pr2/research-innovation-news/วิชาอุตสาหกรรม-มจธ-แนะ/>

อหิวาตกโรคน้อยกว่าคนอื่นมาก<sup>8</sup> และยังมีงานวิจัยมากมายที่ยืนยันเรื่องนี้ในปี พ.ศ.2410 ได้นำเสนอข้อค้นพบของเขาต่อสถาบันวิทยาศาสตร์และการแพทย์ของฝรั่งเศส ว่าการใส่ทองแดงลงบนผิวมีประสิทธิภาพในการป้องกันไม่ให้ติดเชื้ออหิวาตกโรค และต่อมาในปี พ.ศ.2558 ได้มีการทดสอบทองแดงกับเชื้อไวรัสโรคซาร์สและเมอร์ส ซึ่งเป็นเชื้อไวรัสตระกูลเดียวกับเชื้อไวรัสโคโรนา ปรากฏว่าสามารถทำลายเซลล์ของไวรัสได้

## 2.10 การทบทวนวรรณกรรม

### 2.10.1 การทบทวนวรรณกรรมเรื่องวัสดุทองแดง

ทองแดง เป็นวัสดุ ด้านจุลชีพ ตามธรรมชาติ ในยุคโบราณใช้ประโยชน์จากสมบัติด้านจุลชีพของทองแดงมานานก่อนที่แนวคิดเรื่องจุลินทรีย์จะถูกเข้าใจในศตวรรษที่สิบเก้า นอกเหนือจากการเตรียมยาหรือเกี่ยวกับการแพทย์ ยังพบว่าศตวรรษที่ผ่านมาว่าน้ำที่มีอยู่ในภาชนะทองแดงหรือขนส่งในระบบการขนส่งผ่านท่อทองแดงมีคุณภาพที่ดีขึ้น (เช่น ไม่มีการก่อตัวของแบคทีเรียหรือจุลชีพ (biofouling) มากกว่าน้ำที่บรรจุหรือขนส่งผ่านท่อด้วยวัสดุอื่น คุณสมบัติด้านจุลชีพของทองแดงยังอยู่ภายใต้การวิจัยที่เข้มข้น นักวิทยาศาสตร์ยังแสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพที่แท้จริงของโลหะผสมทองแดง “ผิวสัมผัส” เพื่อทำลายจุลินทรีย์หลากหลายชนิดที่ก่อให้เกิดผลกระทบที่ไม่ดีต่อสุขภาพของมนุษย์ จากการศึกษาและงานวิจัยพบว่าโลหะผสมทองแดงหรือทองเหลือง ที่มีส่วนผสมระหว่างทองแดงและสังกะสี มีความสามารถในการกำจัดเชื้อแบคทีเรียโดยไอออนของทองแดงที่ปลดปล่อยออกมาในน้ำนั้นจะไปรบกวนระบบชีววิทยาของแบคทีเรียโดยการไปทำลายเยื่อหุ้มเซลล์และมีผลต่อการทำงานของเอนไซม์ภายในเซลล์ได้<sup>9</sup>

นอกจากนี้ทองแดง (Cu) มีหน้าที่ทางอ้อมในกระบวนการสร้างคลอโรฟิลล์ช่วยป้องกันการทำลาย คลอโรฟิลล์จึงทำให้พืชมีอายุยืนขึ้นเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาของเอนไซม์ เช่น ascorbic acid oxidase lactase และ tyrosinase เป็นองค์ประกอบของโปรตีนทำหน้าที่เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาในกระบวนการ ออกซิเดชัน นอกจากนี้ยังช่วยในกระบวนการหายใจของพืชทำให้พืชใช้ Fe ได้มากขึ้น เมื่อพืชขาด Cu ใบจะมีสีเขียวเข้ม ในระยะแรกและจะค่อย ๆ เหลือง จนชะงัก การเจริญเติบโต<sup>10</sup>

<sup>8</sup> Victor Burq, *The Scientific Illusion of Victor Burq*, Accessed June 26, 1852, Available <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29514153/>

<sup>9</sup> จิตตมาศ ตรีรัตนภรณ์, “การพัฒนาสารเคลือบป้องกันการติดเชื้อจากซิลเวอร์คอปเปอร์ซีโอไลต์สำหรับวัสดุหนังหุ้ม” (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาธุรกิจเทคโนโลยีและการจัดการนวัตกรรม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2564).

<sup>10</sup> ชิตยา คู่แก้ว, “การใช้แคลเซียมแมกนีเซียมและธาตุอาหารเสริมและการวินิจฉัยสถานะของธาตุอาหารในมันสำปะหลัง” (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, 2560).

อย่างไรก็ตามจากการทดสอบสมบัติการต้านเชื้อแบคทีเรียใน คณะสัตวแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย แนะนำให้ใช้เชื้อแบคทีเรียมาตรฐาน 4 ชนิด ได้แก่ *Escherichia coli*, *Salmonella enteritis*, *Staphylococcus epidermidis* และ *Staphylococcus aureus*

โลหะออกไซด์และอัลลอยมีสมบัติในการต้านเชื้อแบคทีเรีย รวมถึงทองแดงซึ่งเป็นที่นิยม เนื่องจากทำปฏิกิริยาที่พื้นผิวได้ดีกว่าโลหะอื่น มักถูกนำไปใช้ในหลายรูปแบบ เช่น สารเคลือบผิว อนุภาคนาโนในเครื่องนุ่งห่ม และส่วนผสมในสารทำความสะอาด

สมบัติการต้านเชื้อแบคทีเรียของทองแดงมีลักษณะเป็น Oligodynamic effect ทำให้เกิดความเสียหายแก่แบคทีเรียในระดับเซลล์ โดยมี 4 กลไกหลัก:

1. ทองแดงอนุภาคนาโนและออกไซด์เกาะกับโปรตีน (ทั้งภายนอกและภายในเซลล์) เนื่องจากขนาดเล็ก จึงเข้าสู่เซลล์ได้ง่าย และมีพื้นผิวในการทำปฏิกิริยาเคมีมากขึ้น
2. การเกาะกับโปรตีนทำให้โปรตีนเสียสภาพ ทำให้เซลล์มีรูรั่ว ไอออนและสารแปลกปลอมไหลเข้าออกได้ ทำให้เซลล์ตายจากการสูญเสียความสามารถในการควบคุมการเข้าออกของสาร
3. ไอออนของทองแดง (โดยเฉพาะ  $\text{Cu}^{2+}$ ) รบกวนการทำงานภายในเซลล์และเพิ่มปริมาณ Reactive Oxygen Species (ROS) มากเกินไป ทำให้กระบวนการต่างๆ ในเซลล์ทำงานผิดปกติ และสร้างความเสียหายให้แก่ DNA  $4.\text{Cu}^{2+}$  ถูกเปลี่ยนเป็น  $\text{Cu}^+$  จาก ROS ภายในเซลล์ ซึ่ง  $\text{Cu}^+$  สามารถทำลายโปรตีน เอนไซม์ RNA และ DNA ภายในเซลล์ได้อย่างรวดเร็ว นำไปสู่การตายของเซลล์<sup>11</sup>

จากที่กล่าวมามีการทดลองพบว่าสารก่อโรคทางเดินหายใจหลายชนิด เช่น ไข้หวัดใหญ่, SARS-CoV, MERS-CoV และ HCoV ได้สัมผัสกับทองแดงในรูปแบบต่าง ๆ (พื้นผิวแห้งของโลหะผสมทองแดง, โซเดียมคอปเปอร์, ไอออนิกคอปเปอร์ออกไซด์, คอปเปอร์ไฮดรอกไซด์,  $\text{Cu}^{2+}$  และเลเยร์คอปเปอร์) ในอาหารเลี้ยงเชื้อหลายชนิด (MDCK, โลหะ, สิ่งทอ, สารละลายในน้ำ, พื้นผิวแห้ง) โดยได้ผลลัพธ์ที่คล้ายคลึงกันและได้ข้อสรุปเดียวกัน: ทองแดงสามารถยับยั้ง, ทำให้หมดฤทธิ์, ลด และทำลายไวรัสโคโรนา, ไวรัสไข้หวัดใหญ่ และสารก่อโรคอื่นๆ ได้อย่างถาวรในเวลาไม่กี่นาที่<sup>12</sup>

นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยพบว่าทองแดงมีสมบัติต้านไวรัสที่มีศักยภาพ และทองแดงช่วยลดฤทธิ์ของไวรัสหูดมออักเสบ, โปลิโอไวรัส, ไวรัสมุ้กุ่มก้นบกพร่องในมนุษย์ชนิดที่ 1 (HIV-1) และไวรัส DNA และ RNA ที่มีเปลือกหุ้มหรือไม่มีเปลือกหุ้มสายเดี่ยวหรือสายคู่อนุภาคนาโนคอปเปอร์ออกไซด์ ( $\text{CuO}$ ) ที่ออกซิไดซ์ได้ง่าย ( $\text{CuONPs}$ ) ถูกใช้กันอย่างแพร่หลายในฐานะตัวเร่งปฏิกิริยา ซึ่งความสามารถของ  $\text{CuONPs}$  ในการลดแบคทีเรียและการประยุกต์ใช้ไวรัสได้รับการปรับปรุงให้ดีขึ้น

<sup>11</sup> พชร ชลาชน, “การสังเคราะห์อนุภาคนาโนของทองแดงโดยใช้กระบวนการทางไฟฟ้าช่วย” (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2563).

<sup>12</sup> Aaron A. Cortes and Jorge M. Zuñiga, “Diagnostic Microbiology and Infectious Disease,” ScienceDirect Elsevier 98, 4 (December 2020): 2-4.

อนุภาคนาโนคอปเปอร์ (I) ไอโอไดด์ยังแสดงให้เห็นถึงฤทธิ์ในการยับยั้งไวรัสไข้หวัดใหญ่ H1N1 และอนุภาคนาโนโกลด์คอปเปอร์ซัลไฟด์ (Au/CuS NPs) แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพในการฆ่าไวรัสที่แตกต่างกับต่อโนโรไวรัสของมนุษย์ (HuNoV) โดยมีการยับยั้งการสลายโปรตีนแคปซิดของไวรัส<sup>13</sup>

### 2.10.2 การทบทวนวรรณกรรมเรื่องของวัสดุเงิน

งานวิจัยของ M. Guzman และคณะ กล่าวว่า การยับยั้งเชื้อแบคทีเรียของอนุภาคนาโนซิลเวอร์มี 3 ขั้นตอนได้แก่ ขั้นที่หนึ่ง อนุภาคนาโนซิลเวอร์จะไปสัมผัสกับผนังเซลล์หรือเยื่อหุ้มเซลล์ จะไปรบกวนการแพร่ผ่าน (Permeability) และการหายใจ (Respiration) ของเซลล์ โดยจะขึ้นอยู่กับขนาดของอนุภาคนาโนซิลเวอร์ ยิ่งมีขนาดเล็กมากก็จะสามารถเข้าไปเกาะและส่งผลกระทบต่อแบคทีเรียได้มากกว่าอนุภาคนาโนซิลเวอร์ที่มีขนาดใหญ่ ขั้นที่สอง อนุภาคนาโนซิลเวอร์สามารถแพร่ผ่านเข้าไปในเซลล์ของแบคทีเรียหรือเชื้อราได้ โดยอนุภาคนาโนซิลเวอร์จะไปเกาะกับพอสฟอรัสและซัลเฟอร์ซึ่งเป็นส่วนประกอบของ DNA จะส่งผลให้เอนไซม์ไม่สามารถทำงานได้และทำให้เซลล์ตายในที่สุด และในขั้นที่สามอนุภาคนาโนซิลเวอร์จะปล่อยไอออนของเงินออกมาและ จะเกิดปฏิกิริยากับ DNA และยังเข้าไปทำปฏิกิริยากับส่วนต่าง ๆ ที่อยู่ในไซโตพลาสซึมและกรดนิวคลีอิก<sup>14</sup>

กล่าวว่าโลหะเงินและสารประกอบของโลหะเงินถูกใช้เป็นยาฆ่าเชื้อโรคมานานแต่โบราณ Q.L.Feng และคณะ (2000) พบว่า Silver Ion (Ag<sup>+</sup>) สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตและฆ่าเชื้อแบคทีเรียแกรมบวก (*S. aureus*) และแบคทีเรียแกรมลบ (*E. coli*) โดย Silver Ion จะกระจายอยู่ตามผนังเซลล์และแทรกเข้าไปภายในเซลล์ ทำให้เกิดการรวมตัวของดีเอ็นเอ

กลไกคือ Silver Ion จับกับโปรตีนที่ผนังเซลล์ของแบคทีเรียที่หมู่ thiol (-SH) ทำให้โปรตีนแปลงสภาพ ควบคุมการขนส่งสารผิดปกติ Silver Ion แทรกเข้าสู่ภายในเซลล์ ทำให้ดีเอ็นเอรวมตัวและสูญเสียความสามารถในการเพิ่มจำนวน และยังจับกับโปรตีนสำคัญอื่น ๆ ทำให้แบคทีเรียตาย นอกจากนี้ การขนส่งสารผิดปกติยังทำให้เซลล์แตก Silver Ion มีประสิทธิภาพสูงกับแบคทีเรียแกรมลบมากกว่าแกรมบวก เนื่องจากแบคทีเรียแกรมลบมีชั้น Peptidoglycan ที่บางกว่า<sup>15</sup>

<sup>13</sup> Tsuneo Ishida. (2018). "Antiviral Activities of Cu<sup>2+</sup> Ions in Viral Prevention, Replication, RNA Degradation, and for Antiviral Efficacies of Lytic Virus, ROS-Mediated Virus, Copper Chelation." *World Scientific News* 99 (May): 125-145.

<sup>14</sup> กันต์กวี สุขถาวร. (2559). "การเพิ่มสมบัติการเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาเชิงแสงและสมบัติการต้านจุลชีพของซิงค์ออกไซด์ด้วยนาโนซิลเวอร์และใช้เป็นตัวเสริมแต่งในฟิล์มพอลิแลคติกแอซิดผสมพอลิไบิวทิลีนซัคซิเนต." วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมวัสดุ บัณฑิตวิทยาลัย เทคโนโลยีราชชมงคลธัญบุรี.

<sup>15</sup> ธนาธิป วิริยะ "การศึกษาโอกาสและความเป็นไปได้ของธุรกิจน้ำยาซักกลิ่นและแบคทีเรีย รองเท้าก็หา "Mr.Cleaner"" (วิทยานิพนธ์ปริญญาการจัดการมหาบัณฑิต สาขาการจัดการ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล, 2559).

การสังเคราะห์อนุภาคนาโนเงิน เพื่อใช้ในการเคลือบวัสดุผ้าฝ้าย ซึ่งได้ทำการสังเคราะห์ด้วยวิธีรีดักชัน ซึ่งพบว่าสำหรับการยับยั้งแบคทีเรียโดยอนุภาคนาโนเงิน เมื่ออยู่ในสารละลาย เช่น น้ำอนุภาคนาโนเงินจะเปลี่ยนเป็นไอออนเงิน ไอออนเงินดังกล่าวจะเข้าไปยับยั้งแบคทีเรียโดยไอออนเงินจะเข้าไปจับกับโปรตีนในแบคทีเรียทำให้โปรตีนเหล่านั้นไม่สามารถใช้งานได้<sup>16</sup>

อนุภาคนาโนซิลเวอร์มีสมบัติที่โดดเด่นในการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรีย ทั้งแบคทีเรียแกรมบวกและแบคทีเรียแกรมลบ ซึ่งฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียขึ้นอยู่กับขนาดและรูปร่างของ อนุภาคนาโนซิลเวอร์ โดย Pal และทีมีวิจัยจากมหาวิทยาลัยไซล ประเทศเกาหลี มีการสังเคราะห์อนุภาคนาโนซิลเวอร์ที่มีรูปร่างแตกต่างกัน ได้แก่ ทรงกลม สามเหลี่ยม และแท่ง และนำไปทดสอบฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียทั้งแกรมบวกและแกรมลบ ซึ่งพบว่าฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียของอนุภาคนาโนซิลเวอร์ทั้ง 3 แบบมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และเป็นที่น่าสนใจที่ว่าอนุภาคนาโนซิลเวอร์ที่มีรูปร่างสามเหลี่ยม สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียได้สูงที่สุด<sup>17</sup>

จากที่กล่าวมามีงานวิจัยพบว่ากลไกการฆ่าเชื้อแบคทีเรียของอนุภาคนาโนซิลเวอร์เกิดขึ้นเมื่ออนุภาคนาโนซิลเวอร์เกิดการเกาะที่ผนังเซลล์และแทรกเข้าไปในเซลล์ของแบคทีเรีย โดยอนุภาคนาโนซิลเวอร์จะถูกออกซิไดซ์ด้วย ออกซิเจน ( $O_2$ ) ที่ผิวสัมผัสของเยื่อหุ้มเซลล์ของแบคทีเรียแล้วเกิดการแตกตัวเป็นซิลเวอร์ไอออน ( $Ag^+$ ) ซึ่งจะสามารถเกิดการรวมตัวกับดีเอ็นเอภายในเซลล์แบคทีเรีย โดยประจุบวกของซิลเวอร์ไอออนจะเข้าไปจับกับเอนไซม์โปรตีนเนส (proteinase) ที่ทำหน้าที่เกี่ยวกับระบบเมตาบอลิซึม (metabolism) ของเซลล์และหมู่ซัลไฟไพลดริล (Sulphydryl: -SH) ของเอนไซม์ ที่มีอะตอมของ ซัลเฟอร์เป็นองค์ประกอบและมีประจุเป็นลบ ส่งผลให้โปรตีนเกิดการแปลงสภาพ (denature) การควบคุมระบบลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ผิดปกติ นอกจากนี้ซิลเวอร์ไอออนยังจับกับโปรตีนที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสืบพันธุ์ (reproduction) และการหายใจระดับเซลล์ (respiration) ของเซลล์แบคทีเรีย ส่งผลให้เซลล์แบคทีเรียหยุดการเจริญเติบโต เสื่อมสภาพและตายในที่สุด ซึ่งความสามารถในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียของอนุภาคนาโนซิลเวอร์ขึ้นกับความเร็วในการแตกตัวเป็น ซิลเวอร์ไอออน โดยอนุภาคนาโนซิลเวอร์ที่มีอนุภาคขนาดเล็กจะสามารถแตกตัวเป็นซิลเวอร์ไอออนได้เร็วกว่าอนุภาคขนาดใหญ่ เนื่องจากมีพื้นที่ผิวมากกว่า จึงมีความสามารถในการยับยั้งแบคทีเรียได้ดีกว่า<sup>18</sup>

<sup>16</sup> เณศรา แก้วคง, “การพัฒนาขยับยั้งแบคทีเรียบนวัสดุสิ่งทอ” (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเคมีนวัตกรรม บัณฑิตวิทยาลัย เทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, 2557).

<sup>17</sup> สีนินาฏ ศิริ และ คำจันทร์ บำรุงนอก, “ผลกระทบทางชีววิทยาของอนุภาคนาโนของเงินต่อกบนา.” (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, 2562).

<sup>18</sup> ชนิกานต์ มุจรินทร์. “การย้อมสีและการเพิ่มสมบัติต้านแบคทีเรียแก่เส้นด้ายไหมโดยการเคลือบด้วยอนุภาคนาโนซิลเวอร์และไททาเนีย” (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีเซรามิก บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2562).

เงินอยู่ในสถานะโลหะที่คงที่ แต่จะทำปฏิกิริยากับความชื้นในผิวหนังและของเหลวในบาดแผลและกลายเป็นไอออน เงินที่แตกตัวเป็นไอออนนั้นมีปฏิกิริยาสูงมาก เนื่องจากมันจับกับโปรตีนในเนื้อเยื่อและนำมาซึ่งการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างในผนังเซลล์ของแบคทีเรียและเชื้อเห็ดรา นิวเคลียส นำไปสู่การบิดเบือนเซลล์และการตายของเซลล์ เงินจับกับจีโนมของจุลินทรีย์ (DNA หรือ RNA) โดยการทำให้เสียสภาพและยับยั้งการจำลองแบบ ภาวะเงินยังใช้เพื่อทำให้น้ำดื่มได้ซึ่งจะปลอดภัยเนื่องจากความเข้มข้นของไอออน Ag<sup>+</sup> ต่ำมาก สิ่งนี้จึงถูกเรียกว่าการทำงานแบบโอลิโกไดนามิก<sup>19</sup>

### 2.10.3 การทบทวนวรรณกรรมเรื่องของวัสดุทองคำ

จากการค้นคว้าเกี่ยวกับครีมทาผิวโดยนำสารสกัดที่มาจากธรรมชาติอย่างกรดโคจิกที่ทำให้ผิวขาว มาผสมกับโกลด์นาโนพาร์ติเคิลที่มาจากทองคำ ทำให้สารสกัดกรดโคจิกซึมลงใต้ผิวหนัง แก้ปัญหาเรื่องรอยหมองคล้ำ ฝ้า กระ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ<sup>20</sup>

จากที่กล่าวมา มีการวิจัยเกี่ยวกับภาวะเครียดออกซิเดชันเป็นปัจจัยสำคัญในการเกิดโรคเรื้อรังและโรคทางระบบประสาท การตรวจจับภาวะนี้ด้วยเทคนิคไซคลิกโวลแทมเมตรี (CV) สามารถเพิ่มความแม่นยำได้โดยการปรับปรุงขั้วไฟฟ้า SPCE ด้วยอนุภาคนาโนทองคำ (AuNPs) และใช้เทคนิคการชุบไฟฟ้าบน SPCE เพื่อเพิ่มความไวในการตรวจจับ โดยใช้กระแสไฟฟ้าที่ศักย์ -0.25 โวลต์ พบว่าปรับปรุงสัญญาณได้ดีที่สุด ผลการวิเคราะห์ด้วย XRD และ SEM ยืนยันโครงสร้างผลึกแบบ FCC ของอนุภาคนาโนที่ขนาดเฉลี่ย 6.4 นาโนเมตร การทดลองด้วย CV แสดงว่าอิเล็กโทรดที่ศักย์ -0.25 โวลต์ มีคุณภาพพิกและเชิงเส้นที่ดีที่สุด ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการพัฒนาวิธีวินิจฉัยทางการแพทย์ได้อย่างมีประสิทธิภาพได้ในอนาคต<sup>21</sup>

<sup>19</sup> N. Khandelwal, G. Kaur, N. Kumara, and others, "Application of silver nanoparticles in viral inhibition: a new hope for antivirals," *Digest Journal of Nanomaterials and Biostructures* 9, 1 (January 2014): 175-186.

<sup>20</sup> เกษม พยุหเดชชาติพัฒน์ "นวัตกรรมเครื่องสำอางไวท์เทนนิ่งครีมที่มีโกลด์นาโนและสารสกัดธรรมชาติ โคจิกแอซิด" (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาธุรกิจเทคโนโลยีและการจัดการนวัตกรรม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2560).

<sup>21</sup> สนธยา พงษ์ธานี และคณะ, "การเพิ่มประสิทธิภาพอิเล็กโทรด SPCE ด้วยอนุภาคนาโนของทองคำ และแพลทินัมเพื่อปรับปรุงการตรวจจับภาวะเครียดจากปฏิกิริยาออกซิเดชัน," *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์* 8, 2 (กรกฎาคม 2567): 79-94.

นอกจากนี้ยังมีการวิจัยเพื่อหาเครื่องมือช่วยตรวจจับมะเร็งต่อมลูกหมาก (Pca) ซึ่งทางคณะพบว่าการใช้ทองคำในรูปแบบนาโนเทคโนโลยีสามารถช่วยตรวจหา สารซาร์โคซินและ PCA3 ในปีสภาวะ เพื่อใช้ในการคัดกรองและวินิจฉัย มะเร็งต่อมลูกหมากได้<sup>22</sup>

ได้นำอนุภาคนาโนทองคำถูกสังเคราะห์โดยใช้วิธี Turkevich และนำอนุภาคนาโนทองคำมาผสมกับโพลีเอทิลีนไกลคอล (PEG) และได้ทำการทดลองกับเชื้อ HIV พบว่าอนุภาคนาโนทองคำที่ถูกเติมโพลีเอทิลีนไกลคอล (PEG) มีประสิทธิภาพมากกว่าในการเป็นสารยับยั้งการเข้าเซลล์ ก่อนการติดเชื้อมากกว่าที่จะเป็นสารทำให้ไวรัสเป็นกลางหลังการติดเชื้อ<sup>23</sup>

สรุปจากงานค้นคว้างานวิจัยในเรื่องวัสดุทั้ง 3 ชนิดจะเห็นได้ว่าวัสดุอย่างเงินและทองคำก็สามารถยับยั้งเชื้อไวรัสและแบคทีเรียได้เหมือนกับทองแดง แต่ด้วยสมบัติเฉพาะตัวของเงินและทองคำต้องนำไปเพิ่มกระบวนการเพื่อเร่งปฏิกิริยาเพื่อให้เห็นประสิทธิภาพมากที่สุด ซึ่งงานวิจัยส่วนใหญ่จะนำเทคโนโลยีนาโนเงินและเทคโนโลยีทองคำมาใช้ในงานวิจัย ซึ่งผู้วิจัยไม่มีงบประมาณมากพอที่จะทำการทดลองแบบนาโนเทคโนโลยีและรวมไปถึงการใช้วัสดุเงินและทองคำนั้นยังมีราคาที่สูงกว่าทองแดงอย่างมาก ผู้วิจัยจึงเห็นว่าการเลือกใช้วัสดุอย่างทองแดงนั้นเหมาะสมกับวัตถุประสงค์และขอบเขตของโครงการวิจัยและยังสอดคล้องกับการออกแบบเพื่อใช้ปกป้องร่างกายจากเชื้อโรคมากที่สุดและยังมีราคาไม่ค่อสูงมากเมื่อเทียบกับวัสดุอีก 2 ชนิดอีกด้วยและคนส่วนใหญ่มีโอกาสใช้และเข้าถึงได้ง่ายกว่า

#### 2.10.4 การทบทวนวรรณกรรมเรื่องของการออกแบบโดยเน้นไปที่การป้องกันหรือปกป้อง

การป้องกัน หมายถึง การกระทำหรือมาตรการที่ทำเพื่อหลีกเลี่ยง, ลดความเสี่ยง, หรือป้องกันไม่ให้เกิดสิ่งที่ไม่พึงประสงค์ เช่น อันตราย, ความเสียหาย, โรคภัยไข้เจ็บ หรือการโจมตี นอกจากนี้ “ป้องกัน”

ตามพจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. ๒๕๕๔ ยังมีความหมายเพิ่มเติมว่า

ก. กีดกันไว้, กันไว้, เช่น ป้องกันอัคคีภัย ป้องกันข้าศึก.

น. การกีดกัน, การกัน, เช่น เครื่องป้องกัน.

<sup>22</sup> วรารวรรณ เอี่ยมพิงพรและคณะ, “โครงการ การพัฒนาชุดตรวจวิเคราะห์ตัวบ่งชี้ทางชีวภาพ เพื่อช่วยในการตรวจคัดกรองและวินิจฉัยมะเร็งต่อมลูกหมาก ” (สถาบันวิจัยระบบสาธารณสุข คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยมหิดล, 2562).

<sup>23</sup> Rohan Kesarkar, Goldie Oza, and others, “Gold nanoparticles: effective as both entry inhibitors and virus neutralizing agents against HIV,” *Madhuri Sharon et al* 2, 2 (February 2012): 276-283.

ดังนั้น ในความหมายตามพจนานุกรมราชบัณฑิตยสถาน “การป้องกัน” จึงเน้นที่การกีดกันหรือกั้นไม่ให้เกิดสิ่งที่ไม่พึงประสงค์ต่าง ๆ<sup>24</sup>

การป้องกันโรค (Prevention) เป็นการควบคุมสาเหตุและปัจจัยเสี่ยงของการเกิดโรค ช่วยไม่ให้คนสัมผัสเชื้อ / หากสัมผัสเชื้อก็สามารถต้านทานโรคได้

การป้องกันโรค เป็นการควบคุมปัจจัยสาเหตุที่ทำให้เกิดโรคติดต่อโดยแบ่งออกเป็น 3 ระดับ

การป้องกันระดับปฐมภูมิ หมายถึง การป้องกันไม่ให้ร่างกายติดเชื่อหรือได้รับเชื้อ เช่น การสวมหน้ากากอนามัย กินช้อนกลาง ล้างมือ รวมถึงการใช้วัคซีนป้องกันโรค

การป้องกันระดับทุติยภูมิ หมายถึง การป้องกันไม่ให้ป่วยเป็นโรคหลังสัมผัสเชื้อเช่น วัคซีนให้รับวัคซีนป้องกันโรคหัดภายหลังสัมผัสโรคภายใน 24-48 ชม. ร่างกายยังคงสร้างภูมิคุ้มกันได้ทัน ทำให้ไม่ป่วยเป็นโรคหัด โรคที่มีหลักฐานสนับสนุนให้มีการใช้วัคซีนในการป้องกันโรคแบบทุติยภูมิ ได้แก่ หัด สุกใส พิษสุนัขบ้า บาดทะยัก

การป้องกันแบบตติยภูมิ หมายถึง การป้องกันไม่ให้เกิดภาวะแทรกซ้อนที่เกิดจากการเจ็บป่วย เช่น การให้วิตามินเอในเด็กที่ป่วยเป็นโรคหัดสามารถช่วยลดอุบัติการณ์ของตาบอดได้

### รูปแบบของการป้องกัน

การป้องกันเป็นสิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้นเพื่อควบคุมหรือลดความเสี่ยงจากสิ่งไม่พึงประสงค์ต่าง ๆ รวมถึงการปกป้องร่างกายเพราะร่างกายมนุษย์เราไม่ได้สามารถหาชิ้นส่วนมาทดแทนได้ซึ่งมีรูปแบบและวิธีการที่แตกต่างกันออกไปโดยที่ประสาทสัมผัสของมนุษย์มี 5 อย่างคือ การสัมผัส การมองเห็น การได้ยิน การได้รับกลิ่นและการได้รับรส ซึ่งจากการค้นคว้าเรื่องการรับเชื่อเข้าสู่ร่างกายมี 2 ทางคือ ทางเดินหายใจและทางการสัมผัสกับผู้ติดเชื้อทำให้ผู้วิจัยจึงนำการป้องกันการสัมผัสอากาศและการป้องกันการสัมผัสร่างกายมาวิเคราะห์เพื่อหาแนวทางในการออกแบบเครื่องประดับ

#### 1. การป้องกันการสัมผัส

ความสำคัญของการป้องกันการสัมผัสมีหลายประการขึ้นอยู่กับสถานการณ์ แต่โดยทั่วไปแล้วมีความสำคัญดังนี้

ลดความเสี่ยงในการแพร่กระจายเชื้อโรค การสัมผัสเป็นช่องทางหลักในการแพร่กระจายเชื้อโรคหลายชนิด เช่น แบคทีเรีย ไวรัส และเชื้อรา การลดการสัมผัสจึงช่วยลดโอกาสในการรับและแพร่กระจายเชื้อเหล่านี้ได้

<sup>24</sup> ราชบัณฑิตยสถาน, พจนานุกรม ฉบับราชบัณฑิตยสถาน, พิมพ์ครั้งที่ 2 (กรุงเทพฯ ฯ: ธนาพลส, 2554).

ป้องกันการปนเปื้อน ในบางอุตสาหกรรม เช่น อาหารและยา การสัมผัสอาจนำไปสู่การปนเปื้อนของผลิตภัณฑ์ ซึ่งอาจเป็นอันตรายต่อผู้บริโภคได้ การป้องกันการสัมผัสจึงช่วยรักษาคุณภาพและความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์

ลดความเสี่ยงในการเกิดอาการแพ้ สำหรับผู้ที่มีอาการแพ้ การสัมผัสกับสารก่อภูมิแพ้อาจทำให้เกิดอาการแพ้ได้ การป้องกันการสัมผัสจึงช่วยลดความเสี่ยงในการเกิดอาการแพ้

ป้องกันความเสียหาย ในบางกรณี การสัมผัสอาจทำให้เกิดความเสียหายต่อวัตถุหรือพื้นผิวบางชนิด การป้องกันการสัมผัสจึงช่วยรักษาความสมบูรณ์ของวัตถุหรือพื้นผิวเหล่านั้น

รักษาสุขอนามัยส่วนบุคคล การหลีกเลี่ยงการสัมผัสใบหน้า โดยเฉพาะอย่างยิ่งดวงตา จมูก และปาก ช่วยลดความเสี่ยงในการติดเชื้อผ่านเยื่อเมือก

ความสำคัญของการป้องกันการสัมผัสอยู่ที่การลดความเสี่ยงในการเกิดปัญหาต่าง ๆ ที่อาจเกิดขึ้นจากการสัมผัสโดยตรง ไม่ว่าจะเป็นปัญหาด้านสุขภาพ ความปลอดภัย หรือคุณภาพของผลิตภัณฑ์

## 2. การป้องกันจากการสัมผัสอากาศ

ในปัจจุบันมลพิษทางอากาศมีปัญหามากขึ้นทุกวันเพราะฉะนั้นเราจึงต้องหาอุปกรณ์มาป้องกันตัวเองเพื่อไม่ให้เราต้องเจ็บป่วยจากมลพิษทางอากาศ หน้ากากที่ป้องกันมลพิษนั้นมีหลายประเภทตามลักษณะการนำไปใช้ในสภาวะแวดล้อมต่าง ๆ ดังนี้

### หน้ากากอนามัย

การ ไอ จามแต่ละครั้งจะทำให้เชื้อโรคแพร่กระจายออกไปได้ไกลถึง 3 ฟุต และมีชีวิตลอยปะปนอยู่ในอากาศ ทำให้ผู้ที่อยู่ใกล้ชิดมีโอกาสได้รับเชื้อ จากงานวิจัยขององค์การอนามัยโลกพบว่า การใส่หน้ากากอนามัยสามารถลดการแพร่กระจายของอนุภาคเล็ก ๆ ที่มีเชื้อโรคปนเปื้อนได้ถึงร้อยละ 80 ควรใส่หน้ากากอนามัยเมื่อจำเป็นต้องออกไปในที่ชุมชนหรือต้องอยู่ร่วมกับผู้อื่นในที่สาธารณะ เช่น ห้องเรียน ห้องทำงาน ห้างสรรพสินค้า โรงพยาบาล โรงแรม โรงพยาบาล รถโดยสาร เครื่องบิน โดยเฉพาะในห้องปรับอากาศ ฯลฯ แต่ไม่จำเป็นต้องใส่หน้ากากอนามัยเมื่ออยู่คนเดียววิธีที่จะช่วยป้องกันทั้งการแพร่เชื้อและการติดเชื้อได้ก็คือ การใช้หน้ากากอนามัย หน้ากากอนามัยมีด้วยกันหลายชนิดการเลือกใช้อย่างเหมาะสมจะสามารถป้องกันการติดเชื้อทางเดินระบบหายใจ และยังสามารถป้องกันอันตรายจากพิษของฝุ่นบางประเภทได้ด้วย หน้ากากป้องกันการติดเชื้อที่ดีต้องมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

- สามารถกรองที่มีขนาดตั้งแต่ 1µm ประสิทธิภาพในการกรอง 95% ที่อัตราการไหลเวียนของอากาศ 50 ลิตร/นาที(คำอธิบาย ขนาดของเสมหะมี 1-5µm ดังนั้นหน้ากากต้องกรองเสมหะที่มีขนาดเล็กที่สุด อัตราการไหลเวียน 50 ลิตร/นาทีเป็นปริมาตรของอากาศที่ไหลผ่านเข้าออกเมื่อคนสวมหายใจในขณะที่ออกกำลังกาย)

- หน้ากากต้องสามารถทดสอบการรั่วได้ไม่เกิน 10%

### ชนิดของหน้ากาก

#### หน้ากากที่ใช้สวมในขณะที่ผ่าตัด (Surgical mask) (ภาพที่ 7)

หน้ากากที่ใช้สวมขณะผ่าตัดเพื่อป้องกันเลือด หรือเสมหะของผู้ป่วยที่จะกระเด็นเข้าปาก และจมูกของหมอผ่าตัด และป้องกันเสมหะหรือน้ำลายของแพทย์ที่จะไปปนเปื้อนบริเวณที่จะผ่าตัด สามารถกรองอนุภาคได้ 5 ไมครอน จึงสามารถกันเชื้อโรคได้บางชนิด เท่านั้น โดยทั่วไปแล้วหน้ากากชนิดนี้จะใช้สำหรับกันการไอจามของผู้ป่วยออกสู่ภายนอก แต่ไม่สามารถใช้หายใจในสถานที่ที่มีเชื้อโรคหรือไวรัสที่มีขนาดเล็กได้<sup>25</sup>



ภาพที่ 7 หน้ากากที่ใช้สวมในขณะที่ผ่าตัด (Surgical mask)

ที่มา: Kamonpong Yiengsawang, **ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับ อุปกรณ์ปกป้องทางเดินหายใจ**, Accessed June 4, 2019, Available from <https://hmgrouphailand.com/th/blog/detail/masks-breathing-protection>.

#### หน้ากากที่ใช้ครั้งเดียว (Disposable Particulate Respirators)<sup>26</sup> (ภาพที่ 8)

ตามมาตรฐานของ NIOSH จะมีชนิด N,R,P และมาตรฐานยุโรป EN --P1,P2,P3 ซึ่งจะมีหรือไม่มีช่องสำหรับหายใจออก (exhalation valve) ก็ได้ โดยหน้ากากอนามัยที่เหมาะสมจะใช้สำหรับการป้องกันเชื้อไวรัส ได้แก่ หน้ากากอนามัยชนิด N95 (Niosh) หรือ P2 (EN) ซึ่งมีประสิทธิภาพในการกรองอนุภาคได้ถึง 0.3 ไมครอน และประสิทธิภาพในการกรอง 95%

อย่างไรก็ตาม อาจพบปัญหาจากการใช้หน้ากากอนามัยชนิด N95 ได้ในผู้ป่วยที่เป็นโรคหอบหืด โรคปอดและทางเดินหายใจ และหญิงตั้งครรภ์ เนื่องจากลมหายใจจะผ่านเข้าออกได้ยากขึ้นเนื่องจากแรงต้านภายใน นอกจากนี้ หน้ากากอนามัยชนิด N95 ออกแบบมาสำหรับผู้ใหญ่ หากนำมาให้เด็กใช้ ต้องดูแลเอาใจใส่เป็นพิเศษ ข้อดีของหน้ากากชนิดนี้ คือ ใช้แล้วทิ้ง ไม่จำเป็นต้องมีอุปกรณ์สำหรับทำความสะอาด น้ำหนักเบาและสวมใส่ง่าย

<sup>25</sup> Kamonpong Yiengsawang, **ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับ อุปกรณ์ปกป้องทางเดินหายใจ**, Accessed June 4, 2019, Available from <https://hmgrouphailand.com/th/blog/detail/masks-breathing-protection>

<sup>26</sup> เรื่องเดียวกัน.

### ข้อเสียของหน้ากากชนิดนี้

- เนื่องจากการหายใจเข้าจะทำให้เกิดความดันในหน้ากากต่ำกว่าภายนอก อากาศอาจจะเล็ดรอดทางรูรั่วได้
- หน้ากากที่มีท่อสำหรับหายใจออกไม่เหมาะที่จะใช้ในห้องผ่าตัดเพราะจะทำให้บริเวณผ่าตัดสกปรก



### ภาพที่ 8 หน้ากากที่ใช้ครั้งเดียว (Disposable Particulate Respirators)

ที่มา: Kamonpong Yiengsawang, **ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับ อุปกรณ์ปกป้องทางเดินหายใจ**, Accessed June 4, 2019, Available from <https://hmgrouphailand.com//th/blog/detail/masks-breathing-protection>.

### หน้ากากครอบครึ่งหน้า (Half-Mask Replaceable Particulate Filter Respirator)<sup>27</sup>

(ภาพที่ 9)

อาจจะมีที่กรอง 1-2 ช่อง อาจจะต้องใช้ร่วมกับแว่นกันใบหน้า  
ข้อดีของหน้ากากชนิดนี้

- น้ำหนักเบา ใช้ได้สะดวก
- หน้ากากนี้ทำด้วยยางใช้ได้นาน สามารถเปลี่ยนไส้กรองก็นำมาใช้ใหม่

### ข้อเสียของหน้ากากชนิดนี้

- ต้องหมั่นตรวจสอบรอยรั่ว การเสื่อมของหน้ากาก การทำความสะอาด
- เนื่องจากการหายใจเข้าอาจจะทำให้การรั่วของอากาศโดยไม่ผ่านไส้กรอง
- สื่อสารกับคนอื่นลำบาก
- ไม่สามารถใช้ในห้องผ่าตัด

<sup>27</sup> Kamonpong Yiengsawang, **ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับ อุปกรณ์ปกป้องทางเดินหายใจ**, Accessed June 4, 2019, Available from <https://hmgrouphailand.com//th/blog/detail/masks-breathing-protection>



ภาพที่ 9 หน้ากากครอบครึ่งหน้า (Half-Mask Replaceable Particulate Filter Respirator)  
ที่มา: Kamonpong Yiengsawang, ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับ อุปกรณ์ปกป้องทางเดินหายใจ, Accessed June 4, 2019, Available from <https://hmgroupthailand.com//th/blog/detail/masks-breathing-protection>.

### หน้ากากครอบเต็มหน้า (Full Facepiece Replaceable Particulate Filter Respirator)<sup>28</sup>

(ภาพที่ 10)

ข้อดีของหน้ากาก

- การรั่วของอากาศน้อย
- สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ โดยการเปลี่ยนไส้กรอง
- ป้องกันตาจากการกระเด็นของเสมหะ

ข้อเสียของหน้ากากชนิดนี้

- ไม่สามารถใช้ในห้องผ่าตัด
- ต้องมีการทำความสะอาด ตรวจสอบรอยรั่ว
- อาจจะมีการรั่วของอากาศ
- การสื่อสารทำได้ลำบาก

<sup>28</sup> Kamonpong Yiengsawang, ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับ อุปกรณ์ปกป้องทางเดินหายใจ, Accessed June 4, 2019, Available from <https://hmgroupthailand.com//th/blog/detail/masks-breathing-protection>



ภาพที่ 10 หน้ากากครอบเต็มหน้า (Full Facepiece Replaceable Particulate Filter Respirator) ที่มา: Kamonpong Yiengsawang, **ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับ อุปกรณ์ปกป้องทางเดินหายใจ**, Accessed June 4, 2019, Available from <https://hmgrouphailand.com//th/blog/detail/masks-breathing-protection>.

ในชีวิตประจำวันบุคคลที่ติดเชื้อโรคต่าง ๆ สามารถแพร่เชื้อได้แม้จะไม่แสดงอาการยิ่งในสถานการณ์ที่เราต้องอยู่บนพื้นที่แออัดเราจึงต้องป้องกันตนเองด้วยการใช้หน้ากากอนามัย ซึ่งองค์การอนามัยโลกไม่แนะนำให้ใช้หน้ากากที่มีวาล์วระบายอากาศ เนื่องจากทำให้อากาศที่ไม่กรองเล็ดลอดได้ซึ่งทำให้ประสิทธิภาพด้อยลงในการป้องกันการแพร่กระจายของเชื้อโรคต่าง ๆ และนอกจากจะป้องกันตนเองแล้วยังสามารถป้องกันคนในครอบครัวได้อีกด้วย<sup>29</sup>

นอกจากนี้ได้กล่าวว่าหน้าที่ของหน้ากากอนามัย คือปกป้องผู้สวมใส่ให้ปลอดภัยจากการสัมผัสละอองฝอยของน้ำมูกน้ำลาย ซึ่งอาจมีเชื้อ และเพื่อป้องกันไม่ให้ผู้ป่วยที่สวมใส่แพร่เชื้อออกไป ซึ่งการสวมหน้ากาก 2 ชั้น (Double Masking) ยังช่วยลดการแพร่เชื้อและลดการรับเชื้อโควิด-19 ได้ดียิ่งขึ้น ซึ่งมีการอ้างอิงจากข้อมูลผลการทดลองในห้องปฏิบัติการ (Laboratory) ของสหรัฐอเมริกาว่ามีประสิทธิภาพป้องกันได้เกือบ 100 เปอร์เซ็นต์ และหากทุกคนสวมหน้ากาก พร้อมทั้งมีการเพิ่มระยะห่างในการเข้าสังคม (Social Distance) การลดปฏิสัมพันธ์ใกล้ชิดระหว่างตัวเรากับบุคคลอื่น หรือลดการแพร่ระบาดของเชื้อที่ติดต่อทางละอองฝอยหรือการสัมผัส โดยการยืนหรือนั่งห่างกันอย่างน้อย 1 - 2 เมตร เพื่อลดโอกาสรับละอองฝอยโรคติดเชื้อทางเดินหายใจ<sup>30</sup>

<sup>29</sup> United Nations Children's Fund, **โควิด-19 กับหน้ากาก: คำแนะนำสำหรับครอบครัว**, 2020, เข้าถึงเมื่อ 8 มิถุนายน 2567, เข้าถึงได้จาก <https://www.unicef.org/thailand/th/stories/โควิด-19-กับ-หน้ากาก-คำแนะนำสำหรับครอบครัว>

<sup>30</sup> โรงพยาบาลบางปะกอก3, **ใส่หน้ากากและห่างกัน ความเสี่ยงติดเชื้อ = 0%**, 2565, เข้าถึงเมื่อ 8 มิถุนายน 2567, เข้าถึงได้จาก [https://www.bangpakok3.com/care\\_blog/view/149](https://www.bangpakok3.com/care_blog/view/149)

อย่างไรก็ตามการสวมหน้ากากด้วยเหตุผลด้านสุขอนามัยครั้งแรก สามารถนับย้อนไปได้ถึงยุค 600 ปีก่อนคริสตกาล โดยนักโบราณคดีพบภาพคนสวมผ้าปิดปากอยู่ที่บ้านประตูทางเข้าสู่สถานแห่งหนึ่งของจักรวรรดิเปอร์เซีย ส่วนบันทึกของมาร์โคโพลโลในศตวรรษที่ 13 ระบุว่า ชำรับใช้ในพระราชวังจีนสมัยราชวงศ์หยวนใช้ผ้าทอบางคลุมหน้า เพื่อป้องกันไม่ให้ลมหายใจปนเปื้อนลงในพระกระยาหารขององค์จักรพรรดิ และในศตวรรษที่ 14 เกิดการระบาดของโรคกาฬโรคทำให้มีผู้เสียชีวิตไปอย่างน้อยถึง 25 ล้านคน ระหว่างช่วงปีค.ศ. 1347-1351 โรคภัยนี้ยังทำให้มีการคิดค้นหน้ากากป้องกันเชื้อ เนื่องจากแพทย์สมัยนั้นเชื่อว่ากาฬโรคแพร่กระจายผ่านอากาศที่เป็นพิษและทำให้ของเหลวในร่างกายผู้ป่วยเสียสมดุล จึงต้องใช้หน้ากากปิดบังใบหน้า รวมทั้งพกถุงดอกไม้หอมและสมุนไพรติดตัวเสมอ ส่วนหน้ากากรูปทรงหัวนกที่เป็นสัญลักษณ์ติดตาของยุคนี้ เพิ่งจะมีผู้ประดิษฐ์ขึ้นในช่วงการระบาดระลอกท้าย ๆ กลางศตวรรษที่ 17 โดยผู้ใช้จะยึดของหอมและเครื่องเทศเข้าไปในจะงอยปากนก ส่วนในการระบาดครั้งใหญ่ของกาฬโรคปีค.ศ. 1665 แพทย์จะสวมชุดหนึ่งที่ค่อนข้างหนา รวมทั้งถุงมือ หมวก และแว่นตาเอาไว้ขณะรักษาคนไข้ด้วย<sup>31</sup> (ภาพที่ 11)



ภาพที่ 11 ชุดแพทย์ช่วงกาฬโรคระบาดในช่วง ค.ศ. 1347-1351

ที่มา: บีเอ็น เบลล์, หน้ากากหลากชนิดกับการคิดวิธีป้องกันสุขภาพในรอบหลายศตวรรษของชาวลอนดอน, Accessed June 4, 2021, Available from <https://www.bbc.com/thai/56156998>.

<sup>31</sup> บีเอ็น เบลล์, หน้ากากหลากชนิดกับการคิดวิธีป้องกันสุขภาพในรอบหลายศตวรรษของชาวลอนดอน, Accessed June 9, 2021, Available from <https://www.bbc.com/thai/56156998>

ปีเรน เบลล์ ยังกล่าวอีกว่านอกจากการสวมหน้ากากจะยังช่วยเราป้องกันเชื้อโรคแล้วยังสามารถปกปิดตัวตนจากความโด่งดังอย่างเช่น บรรดาคนดังที่ต้องการเรียกร้องความสนใจ ขณะเดียวกันก็เชื่อว่าคนอื่นจะจำพวกเขาไม่ได้ "ฉันไม่ต้องให้ใครจำได้ ฉันเลยใส่หน้ากากที่สะดุดตา"

### 3. การป้องกันจากการสัมผัสร่างกาย

การสัมผัส ถือเป็นประสาทสัมผัสรูปแบบแรก ที่มนุษย์มีการพัฒนาขึ้น คนเรารับรู้ การสัมผัส ได้ด้วยการสื่อสารไปยังสมองผ่านทางเส้นประสาทพิเศษในผิวหนัง นอกจากนี้คนเรารับรู้ ถึงแรงดัน อุณหภูมิ การสั่น ความเจ็บปวด ทั้งหมดนี้ล้วนแล้วแต่เป็นส่วนหนึ่งของประสาทสัมผัส ในรูปแบบการสัมผัสทั้งสิ้น โดยที่เราจะรับรู้ได้ผ่านทางตัวรับที่แตกต่างกันในผิวหนัง

การสัมผัสไม่ใช่สิ่งที่เรารับรู้ได้เพียงอย่างเดียว แต่ยังเป็นการสื่อสารแบบอวัจนภาษา รูปแบบหนึ่ง เช่น เมื่อเพื่อนเสียใจเราเพียงตบๆ ลูบหลังลอบใจเท่านั้นเพื่อนก็สามารถรับรู้ได้ถึง ความห่วงใยที่เราส่งผ่านการสัมผัสได้เช่นกันหรือการกอดก็เป็น การแสดงความรักผ่านการสัมผัสรูปแบบหนึ่ง

นอกจากนี้การสัมผัสยังเป็นสิ่งที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจของมนุษย์ จากการวิจัย 6 ชิ้นของ มหาวิทยาลัยฮาร์วาร์ดและมหาวิทยาลัยเยล พบว่า ผิวสัมผัสมีผลต่อแนวคิดและจินตนาการของมนุษย์ การที่เราได้สัมผัสสิ่งที่มีพื้นผิวแตกต่างกันจะช่วยให้เราสามารถตัดสินใจและรับรู้ได้ว่าสิ่งที่สัมผัสคืออะไร

การสัมผัสกับอากาศหนาวเย็นในช่วงฤดูหนาว ระหว่างเดือนตุลาคม – มกราคม ของทุก ๆ ปี ได้ส่งผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์และสัตว์ การ เกิดภาวะอุณหภูมิร่างกายต่ำลง (Hypothermia) หรือ การที่ร่างกาย มีอุณหภูมิต่ำกว่า 95 องศาฟาเรนไฮต์ (ต่ำกว่า 35 องศาเซลเซียส) ซึ่งเป็นอันตรายอย่าง หนึ่งของผลจากการสัมผัสอากาศหนาวเย็นที่รุนแรงและอาจเสียชีวิตได้ง่าย โดยเฉพาะในกลุ่มเด็กเล็ก คนสูงอายุ หรือ ผู้ที่มีโรคเรื้อรัง โรคประจำตัว ได้แก่ โรคหัวใจ ความดันโลหิตสูง ปอดอักเสบเรื้อรัง หอบหืด เป็นต้น โดยแบ่งเป็น 3 ระดับ ได้แก่ น้อย (Mild), ปานกลาง (Moderate) และรุนแรง (Severe) ซึ่งจะสามารถเพิ่มความอบอุ่นให้ร่างกายด้วยการหาเครื่องนุ่งห่ม ป้องกันอากาศหนาวเย็น<sup>32</sup>

ส่วนแสงแดดประปรายรังสียูวีเอและรังสียูวีบี สามารถทำให้เกิดผิวไหม้, ริ้วรอยก่อนวัย, มีผลเสียต่อดวงตา, ระบบภูมิคุ้มกันอ่อนแอ, ผื่นแพ้แดด (Photoallergic) และผื่นที่เหมือนกับถูกแดดเผาไหม้ ( Phototoxic Reactions) และแม้แต่โรคมะเร็งผิวหนัง จะมีความสัมพันธ์ที่เชื่อมโยงกัน ระหว่างความถี่ของการเกิดโรคมะเร็งผิวหนัง และขอบเขตของความเสียหายของดีเอ็นเอ โดยพบมากกว่า 90% ของมะเร็งผิวหนัง เป็นผลมาจากแสงแดด และเป็นที่ยอมรับกันดีว่าการรักษาที่ดีที่สุด คือ การป้องกัน โดยการปกป้องผิวจากแสงแดด<sup>33</sup>

<sup>32</sup> แสงโฉม ศิริพานิช, “การป้องกันและดูแลภาวะอุณหภูมิร่างกายต่ำ (Hypothermia) ในช่วงอากาศหนาวเย็น” รายงานการเฝ้าระวังประจำปี 43, 2 (มกราคม 2555): 17-19.

<sup>33</sup> ชนิสราน นพคุณ, “การพัฒนาสารสกัดย่านางในรูปแบบอัลฟาเจลิมัลชันเพื่อปกป้องผิวจากมลภาวะ” (วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาการแพทย์แผนตะวันออก บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยรังสิต, 2565).

จากที่กล่าวมายังมีโรคไข้เลือดออกเป็นโรคประจำถิ่นที่เป็นปัญหาสาธารณสุขอันดับต้น ๆ ของประเทศไทย ซึ่งสามารถติดต่อโดยมียุงลายเป็นพาหะจึงได้พัฒนาต้นแบบเครื่องพ่นละอองขนาดเล็กของเพอร์เมทรินเคลือบชุดนักเรียนเพื่อเพิ่มคุณสมบัติในการป้องกันยุง เป็นการเคลือบสารเคมีไว้ที่ผิวนอกของชุดนักเรียน เพื่อให้ผ้าที่ถูกละอองมีคุณสมบัติเปลี่ยนไปจากเดิมน้อยที่สุด ลดการสัมผัสต่อผิวหนังของผู้ใช้โดยตรง<sup>34</sup>

อย่างไรก็ตามการใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล จะช่วยลดความเสี่ยงของบุคลากรต่อการสัมผัสเลือดและ สารน้ำจากร่างกายโดยตรง เพื่อป้องกันการติดเชื้อและการแพร่กระจายเชื้อในการเลือกใช้อุปกรณ์ป้องกัน อย่างถุงมือเป็นอุปกรณ์ป้องกันที่ใช้มากที่สุดในสถานบริการสาธารณสุข มีประโยชน์ในการป้องกัน ไม่ให้สัมผัสกับสิ่งสกปรก สารพิษ หรือเชื้อโรคต่าง ๆ เหตุผลที่ต้องใส่ถุงมือก็เพื่อป้องกันผู้ให้บริการได้รับเชื้อจากการโดนการสัมผัสกับเลือดหรือสารน้ำจากร่างกาย<sup>35</sup>

จากการป้องกันทางเดินหายใจเราจะเห็นได้ว่าการสวมหน้ากากนั้นเป็นปัจจัยที่สำคัญในการป้องกันรวมถึงการเลือกใช้น้ำกากในแต่ละชนิดมีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับการใช้งาน ผู้วิจัยเห็นว่าการเลือกใช้น้ำกากแบบหน้ากากครอบเต็มหน้า (Full Facepiece Replaceable Particulate Filter Respirator) เหมาะกับการนำมาใช้ในงานเครื่องประดับของผู้วิจัยเนื่องจากการออกแบบที่ไม่เพียงปกป้องระบบทางเดินหายใจยังปกป้องช่องทางการรับเชื้อโรคเข้าสู่ร่างกายอย่างเยื่อตาทำให้หน้ากากชนิดนี้มีความปลอดภัย ลดความเสี่ยงในการติดเชื้อโรคและยังสอดคล้องกับวัตถุประสงค์และขอบเขตของโครงการวิทยานิพนธ์มากที่สุด

จากประสาทสัมผัสแรกที่มีมนุษย์พัฒนาขึ้น ทำให้รับรู้ถึงแรงดัน อุณหภูมิ การสั่นสะเทือน และความเจ็บปวด การสัมผัสยังเป็นการสื่อสารแบบอวัจนภาษา และมีอิทธิพลต่อการตัดสินใจ ทำให้การป้องกันการสัมผัสนั้นสำคัญไม่ว่าจะเป็นสวมใส่เสื้อผ้า เครื่องนุ่งห่ม หรือแม้กระทั่งถุงมือเพื่อช่วยลดการสัมผัสสิ่งของหรือวัตถุซึ่งเมื่ออยู่ในสถานที่สาธารณะการหลีกเลี่ยงการสัมผัสนั้นค่อนข้างยากเราจึงจำเป็นต้องสวมอุปกรณ์ในการป้องกันร่างกายจากการสัมผัสจากสิ่งไม่พึงประสงค์ต่อร่างกาย ผู้วิจัยจึงเห็นว่าอุปกรณ์ป้องกันร่างกายนั้นช่วยลดความเสี่ยงในการติดเชื้อโรคและยังสอดคล้องกับวัตถุประสงค์และขอบเขตของโครงการวิทยานิพนธ์มากที่สุด

<sup>34</sup> รวิพร ชัยรุ่งมณีดำรง, “ชุดนักเรียนกันยุงเพื่อป้องกันการระบาดของไข้เลือดออก” (วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาธุรกิจเทคโนโลยีและการจัดการนวัตกรรม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2563).

<sup>35</sup> ศูนย์อนามัยที่ 9, **แนวทางการใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล**, 2019, เข้าถึงเมื่อ 10 มิถุนายน 2567, เข้าถึงได้จาก [https://hpc9.anamai.moph.go.th/web-upload/migrated/files/hpc9/n2715\\_fe47aafd31ae7d7bc2a8b679bb947d92\\_article\\_20200227105039.pdf](https://hpc9.anamai.moph.go.th/web-upload/migrated/files/hpc9/n2715_fe47aafd31ae7d7bc2a8b679bb947d92_article_20200227105039.pdf)

## การป้องกันในรูปแบบของงานศิลปะ

การป้องกันร่างกายเป็นสิ่งที่มนุษย์เราควรทำเป็นสิ่งแรก ๆ เนื่องจากร่างกายของแต่ละคนไม่สามารถมีอะไรมาทดแทนได้ เพราะฉะนั้นการปกป้องร่างกายให้ปลอดภัย และลดความเสี่ยงต่อสิ่งแปลกปลอมต่าง ๆ เป็นรูปแบบที่น่าสนใจ นอกจากนี้แนวคิดการป้องกันยังนำมาใช้ในงานออกแบบและงานศิลปะโดยศิลปินได้นำเสนอความคิดที่น่าสนใจผ่านผลงานดังนี้

### 1. มารินา อบราโมวิช (Marina Abramović)

เป็นศิลปินร่วมสมัยคนสำคัญผู้มีชื่อเสียงโดดเด่นเป็นที่รู้จักมากที่สุดของโลกคนหนึ่ง เธอเป็นที่รู้จักในฐานะศิลปินเพอร์ฟอร์แมนซ์ (Performance artist) ชาวเซอร์เบียนี้ ผู้ทำงานศิลปะอันท้าทายมากกว่าสี่ทศวรรษ กับฉายา “Grandmother of Performance Art” ผลงานของเธอมักเกี่ยวข้องกับ การท้าทายขีดจำกัดความอดทนของร่างกายและจิตใจ และมีเนื้อหาเกี่ยวกับ ความรุนแรง ความเจ็บปวด ความไม่จริงยั่งยืนของชีวิต ประเด็นทางเพศ, การเมือง และการต่อต้านสงคราม ผลงานของเธอสำรวจประเด็นเกี่ยวกับความไว้วางใจ ความอดทนอดกลั้น การชำระล้าง และการเดินทางค้นหาความหมายของชีวิต เธอมองว่าการทดสอบขีดจำกัดของร่างกายเป็นจุดเริ่มต้นของการพัฒนาทางจิตวิญญาณ เธอมักทำลายระยะห่างระหว่างศิลปินและผู้ชมด้วยการใช้ร่างกายของตัวเองเป็นสื่อทางศิลปะ

เป้าหมายในการทำงานศิลปะแสดงสดของเธอคือการเอาชนะความเจ็บปวดทั้งทางร่างกายและจิตวิญญาณ เธอใช้ศิลปะข้ามทุกขอบเขตจำกัด หลายครั้งที่เธอต้องเสี่ยงต่อการบาดเจ็บหนักและเสี่ยงชีวิตในการทำการแสดงสด “ศิลปะไม่ควรเป็นอะไรที่เกี่ยวกับแค่ความสวยงามเพียงอย่างเดียว แต่มันก็ไม่ควรเป็นอะไรที่เกี่ยวกับแค่ความเจ็บปวดและการเมือง เพียงอย่างเดียวด้วยเช่นกัน ศิลปะควรมีหลากหลายแง่มุม” อบราโมวิชกล่าว

ผลงานที่โดดเด่นที่สุดของเธอคือ Rhythm 0 (1974) ศิลปะแสดงสด (ภาพที่ 12) ที่เธอเตรียมอุปกรณ์ต่าง ๆ จำนวน 72 ชิ้น ไม่ว่าจะเป็น ดอกกุหลาบ, กรรไกร, ปากกา, หรือแม้แต่ปืนพกบรรจุกระสุน และเชิญผู้ชมให้ใช้อุปกรณ์เหล่านี้ทำอะไรกับเธอก็ได้ตามใจ เป็นเวลา 6 ชั่วโมง โดยที่เธอไม่ต่อต้านหรือป้องกันตัวเองแม้แต่น้อย ตอนแรกผู้ชมเริ่มต้นด้วยอะไรเบา ๆ อย่างการจูบ หรือเอาขนนกแหย่เธอ ต่อมาก็เริ่มหนักขึ้นเรื่อย ๆ บางคนเอาปากกาเขียนบนตัวเธอ บางคนใช้กรรไกรตัดเสื้อผ้าเธอ บางคนกรีดร่างเธอด้วยมีดแล้วดูตุลิวเลือดของเธอ บางคนลวนลามเธอ หนักที่สุดคือบางคนเอาปืนจ่อหัวเธอ ผลงานชุดนี้นอกจากจะแสดงให้เห็นว่า ถ้าไม่ต้องรับผิดชอบต่อผลการกระทำของตัวเอง มนุษย์เราก็สามารถทำอะไรเลวร้ายได้อย่างง่ายดายแล้ว เธอยังต้องการให้ผู้ชมร่วมเป็นส่วนหนึ่งในผลงานศิลปะของเธอมากกว่าจะเป็นแค่ผู้สังเกตการณ์อยู่เฉย ๆ ในช่วงปลายยุค 1970s เธอพบกับศิลปินชาวเยอรมัน อุไลย์ (Ulay) และใช้ชีวิตร่วมกันในฐานะคู่รักและศิลปินคู่ และร่วมกันทำศิลปะแสดงสดอันสุดแสนจะท้าทายร่วมกัน อย่างเช่น ผลงาน Rest Energy (1980) ที่เล่นกับ

ความเปราะบางระหว่างชีวิตและความตาย ด้วยการที่ออบราโมวิชและอูไลย์ยืนประจันหน้ากัน มือของเธอรั้งคันธนู ในขณะที่มือของเขาเหนี่ยวลูกธนูบนสาย โดยที่ปลายลูกธนูห่างจากหัวใจของเธอเพียงไม่กี่นิ้ว



ภาพที่ 12 Rhythm 0 (1974)

ที่มา: Xspace, ศิลปินแสดงสดผู้ใช้ร่างกายทำทนายชิตจำกัดมนุษย์ Marina Abramović. Accessed June 4, 2020, Available from [https://xspace.gallery/blogview?i\\_uid=jjma82qty5ki](https://xspace.gallery/blogview?i_uid=jjma82qty5ki).

ผลงานของ มารินา ออบราโมวิช (Marina Abramović) ที่มักใช้ร่างกายของตนเองเป็นสื่อในการแสดงออก โดยสำรวจขีดจำกัดทางกายภาพและจิตใจ รวมถึงการเผชิญหน้ากับความกลัวและความเจ็บปวด ผลงานของเธออาจตีความได้ว่าเป็นการสำรวจความเปราะบางของร่างกายและการแสวงหาการปกป้องตนเอง

## 2. ยาโยย คูซามะ (Yayoi Kusama)

หลายคนรู้จักเธอในฉายา ‘ราชินีลายจุด’ (Polka Dot Queen) ผู้ทำงานศิลปะในหลากหลายสื่อหลายแขนง ไม่ว่าจะเป็นงานจิตรกรรม, คอลลาจ (ภาพตัดแปะ), ประติมากรรมนุ่มนิ่ม (Soft Sculpture), ศิลปะแสดงสด (Performance Art) และศิลปะจัดวางกับสภาพแวดล้อม (Environmental Installations) ที่มุ่งเน้นในการนำเสนอสีอันหลอนประสาท รูปทรงและลวดลายซ้ำ ๆ กัน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ลวดลายจุดกลม หรือ (Polka Dot) และลวดลายดวงตาคัลเลอร์อย่างจำนวนนับไม่ถ้วน เธอเป็นศิลปินผู้บุกเบิกกระแสศิลปะที่ผสมผสานหลากหลายแนวทาง และเป็นศิลปินหญิงชาวเอเชียไม่กี่คนที่ร่วมแสดงงานเคียงบ่าเคียงไหล่ศิลปินชื่อดังของโลกอย่าง แอนดี้ วอร์ฮอล (Andy

Warhol), เคลย์ส โอลเดนเบิร์ก (Claes Oldenburg) และ จอร์จ ซีกัล (George Segal) เนื่องจากพ่อของเธอเป็นคนเจ้าชู้หลายใจ ส่วนแม่ของเธอก็มักจะทุบตีทำร้ายร่างกายของเธอบ่อย ๆ เธอกล่าวว่าแม่มักจะส่งเธอให้ไปลอบสะกดรอยตามพ่อเวลาเขาแอบดอตไปมีสัมพันธ์สวาทกับชู้รัก หน้าซ้ำ บางครั้งเธอลงถึงกับได้เห็นกิจกรรมทางเพศของทั้งคู่ด้วยตาตัวเอง สิ่งนี้ส่งผลต่อทัศนคติทางเพศในชีวิตของเธอในภายหลังอย่างมาก

“ฉันไม่ชอบเซ็กซ์ แต่ฉันก็มีความลุ่มหลงเซ็กซ์ไปพร้อม ๆ กัน เมื่อฉันเป็นเด็ก ฉันได้เห็นพ่อมีชู้รักมากหน้าหลายตา เพราะแม่ส่งฉันไปสะกดรอยตามพ่อ ทำให้เมื่อฉันโตเป็นสาว ฉันเลยหวาดกลัวและไม่กล้ามีเซ็กซ์กับใครเลยเป็นเวลาหลายปี ความลุ่มหลงและความหวาดกลัวในเซ็กซ์ฝังลึกอยู่ในตัวฉันตลอดมานับแต่นั้น”

ผลงานที่ทำให้เธอเริ่มมีชื่อเสียงเป็นที่รู้จักคือ Infinity Nets (1960) (ภาพที่ 13) ภาพวาดทุ่งลายจุดกลมอันกว้างใหญ่ที่เกิดจากช่องว่างกึ่งกลางขดวงกลมที่วาดทับซ้อนจำนวนนับไม่ถ้วนจนดูเหมือนตาข่ายขนาดมหึมา ซึ่งเธอได้แรงบันดาลใจโดยตรงมาจากอาการประสาทหลอนของตัวเอง โดยเธอวาดภาพลวดลายจุดกลมนี้ตั้งแต่ตอน 10 ขวบ ซึ่งเป็นภาพของผู้หญิงญี่ปุ่นสวมชุดกิโมโน ที่น่าจะเป็นภาพของแม่ของเธอเอง ที่ถูกปกคลุมด้วยลายจุด ผลงานชุดนี้ของเธอบางชิ้นมีขนาดใหญ่กว่า 30 ฟุต



ภาพที่ 13 Infinity Nets (1960)

ที่มา: James Romaine, **Yayoi Kusama's Infinity Nets: Sublime or Spectacle**, Accessed June 4, 2009, Available from <https://comment.org/yayoi-kusamas-infinity-nets-sublime-or-spectacle/>.

เธอกล่าวถึงประสบการณ์ภาพหลอนในวัยเด็กอันเป็นจุดเริ่มต้นของผลงานศิลปะของเธอว่า “วันหนึ่ง ฉันมองไปที่ลวดลายดอกไม้สีแดงบนผ้าปูโต๊ะ เมื่อฉันละสายตาไปมองที่อื่น ลวดลายเหล่านี้ก็คืบคลานมาปกคลุมผ้าพาดาน หน้าต่าง ผผนัง และในที่สุดก็ปกคลุมไปทั่วทั้งห้อง ปกคลุมไปทั่วทั้งตัวฉัน ทั่วทั้งจักรวาล ฉันรู้สึกว่าคุณกำลังถูกลบเลือนตัวตน และหมุนวนเข้าไปในห้วงเวลาอันเป็นอนันต์แห่ง

กาลเวลาอันไม่มีที่สิ้นสุด และถูกกลืนกลับสู่ความว่างเปล่า และฉันตระหนักได้ว่าสิ่งนี้ไม่ได้เป็นแค่เพียงจินตนาการ แต่กำลังเกิดขึ้นจริง ๆ ฉันรู้สึกหวาดกลัว และคิดว่าต้องวิ่งหนีจากการไล่ล่า และกลืนกินโดยดอกไม้แดงเหล่านั้น ฉันวิ่งหนีไปที่บันไดอย่างสิ้นหวัง ขึ้นบันไดได้ฝ่าเท้าฉันค่อยๆ แตกสลายร่วงหล่น และค่อยๆ ดิ่งฉันให้จมดิ่งลงไป”

ยาโยย คูซามะ (Yayoi Kusama) ศิลปินที่สร้างสรรค์ผลงานที่มีลักษณะเฉพาะตัวด้วยลายจุด (polka dots) ซึ่งผลงานของเธออาจตีความได้ว่าเป็นการสร้างเกราะป้องกันตนเองจากความวิตกกังวลและความกลัว

3. Lee Bul (อี บุล, เกิดปี 1964) เป็นศิลปินชาวเกาหลีใต้ที่มีชื่อเสียงในระดับนานาชาติ ผลงานของเธอมีความหลากหลาย มักผสมผสานงานประติมากรรม (Sculpture), ศิลปะจัดวาง (Installation Art), ศิลปะการแสดงสด (Performance Art), ศิลปะเฉพาะพื้นที่ (Site Specific Art), งานด้านการออกแบบ (Design) เพื่อสำรวจประเด็นเกี่ยวกับร่างกาย อัตลักษณ์ เทคโนโลยี และความสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับเครื่องจักร

ผลงานที่สื่อถึงการป้องกัน (โดยนัย) แม้ว่า Lee Bul จะไม่ได้สร้างผลงานที่สื่อถึง "การป้องกันจากการสัมผัส" โดยตรง แต่ผลงานหลายชิ้นของเธอสำรวจแนวคิดที่เกี่ยวข้อง เช่น การปกป้องร่างกาย การสร้างเกราะป้องกัน และการเผชิญหน้ากับความกลัวและความไม่แน่นอน อย่างเช่น

- “Monster” series (1998-2011) (ภาพที่ 14)



ภาพที่ 14 “Monster” series (1998-2011)

ที่มา: Linda Nyland, *The Korean artist’s London retrospective shines brightest when it is clear and direct*, Accessed June 4, 2018, Available from <https://www.studiointernational.com/lee-bul-review-hayward-gallery-london-south-korea>.

ผลงาน “Monster” series (1998-2011) เป็นงานประติมากรรมขนาดใหญ่ที่มีรูปร่างคล้ายสัตว์ประหลาดหรือสิ่งมีชีวิตกลายพันธุ์ สร้างขึ้นจากวัสดุหลากหลายชนิด เช่น โฟม หนังเทียม และคริสตัล ผลงานชุดนี้อาจตีความได้ว่าเป็นการสร้างเกราะป้องกันตนเองจากโลกภายนอก หรือเป็นการสำรวจความกังวลเกี่ยวกับเทคโนโลยีและการเปลี่ยนแปลงทางชีวภาพ

- “Cyborg” series (1998-2011) (ภาพที่ 15)

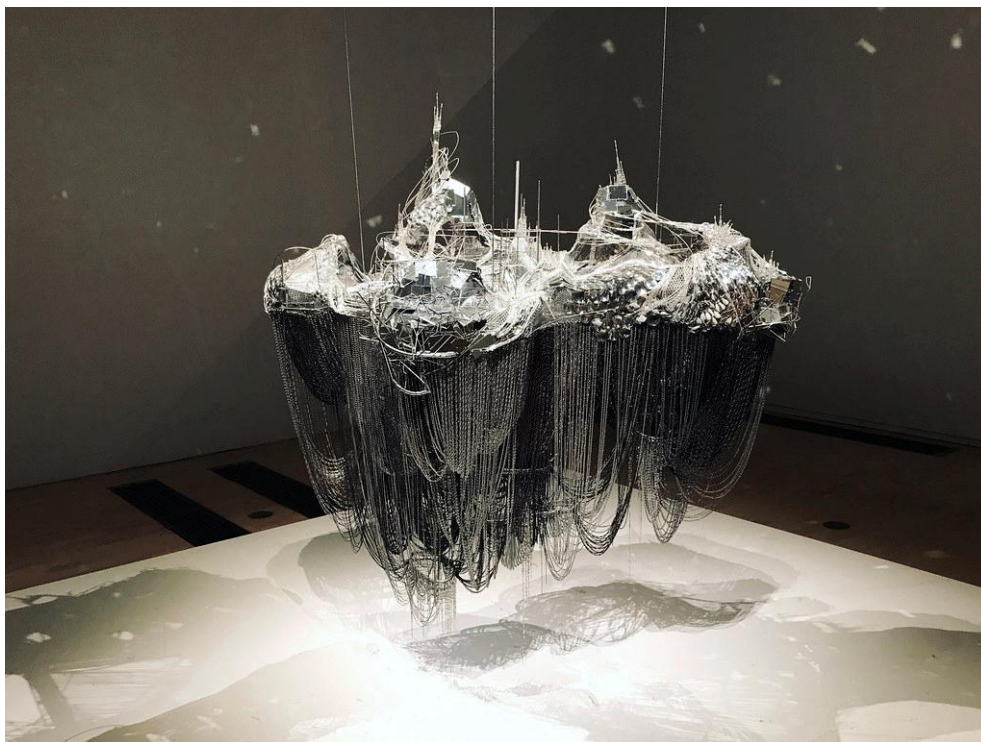


ภาพที่ 15 Cyborg series (1998-2011)

ที่มา : Thaddaeus ropac, **Lee Bul Cyborg W1, 1998**, Accessed June 4, 1988, Available from <https://ropac.net/ko/artists/64-/works/11870-lee-bul-cyborg-w1-1998/>.

ผลงาน “Cyborg” series (1998-2011) ประติมากรรมที่ผสมผสานร่างกายมนุษย์กับเครื่องจักร โดยนำเสนอภาพของสิ่งมีชีวิตกึ่งมนุษย์กึ่งจักรกล ผลงานชุดนี้อาจสื่อถึงความปรารถนาที่จะเสริมสร้างความแข็งแกร่งของร่างกายผ่านเทคโนโลยี หรือเป็นการสำรวจความสัมพันธ์ที่ซับซ้อนระหว่างมนุษย์กับเครื่องจักร

- “After Bruno Taut (Devolved Dome)” (2008) (ภาพที่ 16)



ภาพที่ 16 After Bruno Taut (Devolved Dome) (2008)

ที่มา: Phil Masters, *Artwork by Lee Bul (2013), after Bruno Taut's "Devotion to Drift", at Birmingham Museum & Art Gallery, 5th June 2022*, Accessed June 4, 2022, Available from [https://www.flickr.com/photos/phil\\_masters/52368408402](https://www.flickr.com/photos/phil_masters/52368408402).

ผลงาน “After Bruno Taut (Devolved Dome)” (2008): โครงสร้างรูปทรงคล้ายโดมที่ทำจากคริสตัลและกระจก ผลงานนี้อาจตีความได้ว่าเป็นพื้นที่ศักดิ์สิทธิ์ที่ให้ความรู้สึกปลอดภัยหรือเป็นการสะท้อนถึงความเปราะบางและความไม่แน่นอนของโลก

**4. Elizabeth bridges และ Garrett benisch** สองศิลปินและนักออกแบบชีวภาพจาก Sum Studio เป็นศิลปินที่ทำงานร่วมกันในนาม Laboratory 5 โดยสร้างสรรค์ผลงานศิลปะที่ผสมผสานระหว่างศิลปะ วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี แนวทางของพวกเขาเกี่ยวข้องกับชีววิทยาและการตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตและสภาพแวดล้อม ผลงานของพวกเขาเกี่ยวข้องกับชีววิทยาและระบบนิเวศวิทยา โดยใช้วัสดุชีวภาพ เช่น แบคทีเรีย สาหร่าย และพืช ในการสร้างสรรค์ผลงาน อย่างเช่น ‘ไซลินัม มาสก์’ (Xylinum Mask) (ภาพที่ 17)



ภาพที่ 17 ไชลินัม มาส์ก (Xylinum Mask)

ที่มา: อัจฉรวาทิ ศรีสร้อย, หน้ากากอนามัยจากเชื้อแบคทีเรีย. Accessed June 4, 2020, Available from <https://urbancreature.co/cellulose-mask-sumstudio/>.

ผลงานของทั้งคู่ เริ่มจากการเลี้ยงเซลล์ลูโลสที่ใช้เวลาเพียง 2 อาทิตย์ เมื่อแบคทีเรียที่วิเศษขึ้นพวกมันจะถักเส้นใยเซลลูโลส ให้เหมือนเป็นเยื่อหุ้มเซลล์ สังเกตได้จากฟังผืดที่เป็นแผ่นบางใส ๆ เริ่มก่อตัวขึ้นมาบนพื้นผิวของเหลวที่พวกมันอาศัยอยู่ หลังจากที่ได้ความหนาแน่นที่เพียงพอแล้ว จะถูกเก็บขึ้นมานำไปแขวนและตากให้แห้ง จากนั้นจะถูกตัดแต่งให้เป็นทรงของหน้ากากอนามัย เห็นแบบนี้แล้วแผ่นที่ปิดปากและจมูกเรานั้น นอกจากจะแข็งแรง ยังมีความยืดหยุ่นอีกด้วย ที่สำคัญสามารถย่อยสลายกลับคือสู่ธรรมชาติได้ง่าย ๆ แล้วยังทำได้ในครัวเรือน และนักออกแบบเชื่อว่าเป็นการแก้ปัญหาที่ยั่งยืนโดยไม่ทำลายสภาพแวดล้อม ไม่เหมือนหน้ากากพลาสติกปิโตรเลียมที่ใช้เพียงครั้งเดียวและคงอยู่ในสภาพแวดล้อมของเราเป็นเวลาหลายปี และถึงแม้จะเป็นวัสดุที่ดูโปร่งแสงและนุ่มนวล แต่เมื่อนำไปส่องกล้องแล้วนั้น จะเห็นถึงเส้นใยที่หนาแน่นของเซลลูโลสที่ถักประกอบขึ้นมาเองอย่างน่าทึ่ง เสมือนเป็นผ้าบาง ๆ แต่สามารถกันสิ่งแปลกปลอมที่จะเข้ามาในร่างกายได้อย่างดีเยี่ยม

**5. Vollebak** หนึ่งในแบรนด์ที่โดดเด่นด้วยการนำเทคโนโลยี และนวัตกรรมสุดล้ำมาพัฒนาเป็นเป็นเนื้อผ้าสำหรับดีไซน์เป็นแจ็คเก็ตที่ได้ปล่อย Full Metal Jacket (ภาพที่ 18) ที่ใช้ทองแดงมากถึง 11 กิโลกรัมสำหรับการทำแจ็คเก็ตแต่ละตัว ซึ่งนี่ถือเป็นแจ็คเก็ตสุดอัจฉริยะสำหรับอนาคตที่ถูกดีไซน์มาเพื่อสกัดกั้นการแพร่กระจายของเชื้อโรค ด้วยคุณสมบัติทางธรรมชาติของทองแดงที่สามารถฆ่าเชื้อแบคทีเรียและไวรัสเมื่อถูกสัมผัส โดยแจ็คเก็ตชิ้นนี้มีส่วนผสมของทองแดง 65 % ที่ถูกเคลือบลงบนเส้นใยทุกเส้น พร้อมสมบัติอ่อนนุ่ม ยืดหยุ่น กันน้ำกันลม แต่ระบายอากาศได้อย่างยอดเยี่ยม แล้วยังไม่มีมีกลิ่น และต้องซักด้วย เพียงแค่วางทิ้งไว้กลางแดดก็จะได้แจ็คเก็ตที่สะอาดเหมือนของใหม่ อยู่ตลอดเวลา



ภาพที่ 18 Full Metal Jacket (2020)

ที่มา: V. Saruya, “Vollebak Full Metal Jacket” นวัตกรรมแห่งอนาคต ปลอดภัยแบบที่เรียและไวรัล, Accessed June 4, 2020, Available from <https://cheezelooker.com/web/article/CHZ200500192>.

หลังจากได้ศึกษาผลงานของศิลปินและนักออกแบบที่นำแนวคิดการป้องกันมาเป็นแรงบันดาลใจในการสร้างสรรค์ผลงานสามารถวิเคราะห์แนวคิดจากศิลปินและนักออกแบบแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มดังนี้

1. แนวคิดการป้องกันร่างกายโดยการฆ่าเชื้อโรค แนวคิดนี้มุ่งเน้นการสร้างสรรค์ผลงานที่สามารถกำจัดหรือทำลายเชื้อโรคที่อาจเป็นอันตรายต่อร่างกายได้ เช่นผลงานของแบรนด์ Vollebak โดยอาจใช้วัสดุที่มีคุณสมบัติต้านจุลชีพ (antimicrobial) หรือใช้เทคโนโลยีที่สามารถฆ่าเชื้อโรคได้โดยตรง ใช้วัสดุที่มีคุณสมบัติต้านเชื้อแบคทีเรีย ต้านไวรัส หรือต้านเชื้อรา เช่น ทองแดง เงิน ไทเทเนียมไดออกไซด์ หรือสารเคมีฆ่าเชื้อโรค

2. แนวคิดการป้องกันร่างกายจากการสัมผัส แนวคิดนี้มุ่งเน้นการสร้างสรรค์ผลงานที่ช่วยลดการสัมผัสโดยตรงระหว่างร่างกายกับวัตถุที่อาจปนเปื้อนเชื้อโรค หรือเป็นอันตรายต่อผิวหนัง เช่นผลงานของ Elizabeth bridges และ Garrett benisch โดยการสร้างเกราะป้องกันหรือใช้อุปกรณ์ที่ช่วยลดการสัมผัส ใช้วัสดุที่ทนทาน ทำความสะอาดง่าย และไม่ก่อให้เกิดการสะสมของเชื้อโรค เช่น ทองแดง เงิน

## บทที่ 3

### วิธีดำเนินการวิจัย

#### 3.1 การวิเคราะห์ข้อมูลและการออกแบบเครื่องประดับ

จากบทที่ 2 ที่ผู้วิจัยได้นำเสนอเรื่องที่มาของเชื้อไวรัส COVID-19 และผลกระทบของเชื้อไวรัสกับร่างกายมนุษย์ ซึ่งการทำปฏิกิริยา Oxidation ของทองแดงสามารถทำให้เชื้อไวรัสหรือเชื้อโรคในอากาศที่มาสัมผัสพื้นผิวของทองแดงนั้นเกิดการแตกตัว ทำให้ผนังเยื่อหุ้มเซลล์ของไวรัสสลายและนิวเคลียสของไวรัสไม่สามารถอยู่ได้โดยไม่มีเยื่อหุ้ม จึงทำให้ไวรัสถูกกำจัดจากการสัมผัสผิวทองแดงจากการเก็บข้อมูลในเชิงรูปแบบของวิทยาศาสตร์ อย่างเช่น สูตรโมเลกุลต่าง ๆ ของตัวไวรัสและทองแดง ทำให้ผู้วิจัยนำรูปแบบการจับตัวของโมเลกุลมาใช้ในการออกแบบรูปทรงของชิ้นงาน และจากวัตถุประสงค์ ขอบเขตของวิทยานิพนธ์ ทำให้สามารถจำกัดวัสดุที่นำมาใช้งานได้ ซึ่งเป็นวัสดุที่สามารถทำลายเชื้อโรคได้ คือการสร้างสรรค์เครื่องประดับที่เป็นมากกว่าเครื่องประดับที่สวมใส่ทั่ว ๆ ไป แต่ยังสามารถป้องกันไวรัสหรือเชื้อโรคได้ ทำให้ผู้สวมใส่รู้สึกสบายใจและปลอดภัยกับเครื่องประดับทองแดงนี้ได้

#### 3.2 แนวทางการออกแบบเครื่องประดับ

##### 3.2.1 แนวทางที่ 1 เครื่องประดับฆ่าเชื้อโรค

ชิ้นงานเครื่องประดับจะเป็นวัสดุที่สามารถฆ่าเชื้อโรค เมื่อผิวทองแดงสัมผัสกับเชื้อไวรัสจะเกิดปฏิกิริยา Oxidation ทำให้เยื่อหุ้มเซลล์ของไวรัสแตกสลาย นิวเคลียสของไวรัสจึงไม่สามารถอยู่ได้โดยปราศจากเยื่อหุ้มเซลล์ แต่เครื่องประดับแนวทางการนี้จะใช้เวลาในการกำจัดเชื้อไวรัสถึง 4 ชั่วโมง หลังจากสัมผัส เมื่อนำมาสวมใส่ในชีวิตประจำวัน โดยนำรูปแบบการแตกสลายของเชื้อไวรัสที่มากกระทบกับทองแดงเป็นแนวทางการออกแบบ

##### 3.2.2 แนวทางที่ 2 เครื่องประดับป้องกันเชื้อโรค

เป็นแนวทางการออกแบบเครื่องประดับในการลดการสัมผัสเพื่อป้องกันการติดเชื้อผ่านอวัยวะบนร่างกาย โดยคำนึงถึงการใช้ชีวิตประจำวัน ดังนั้นรูปแบบเครื่องประดับในแนวทางการนี้จะเป็วัสดุหรือสิ่งของที่ใช้กันในชีวิตประจำวันเพื่อลดการสัมผัส

##### 3.2.3 การวิเคราะห์และสรุปเลือกแนวทางการออกแบบเครื่องประดับ

จากแนวทางที่ 1 เครื่องประดับที่สวมใส่เพื่อฆ่าเชื้อไวรัส เมื่อผิวทองแดงสัมผัสกับเชื้อไวรัสจะเกิดปฏิกิริยา Oxidation ทำให้เยื่อหุ้มเซลล์ของไวรัสแตกสลาย นิวเคลียสของไวรัสจึงไม่สามารถอยู่ได้โดยปราศจากเยื่อหุ้มเซลล์ แต่เครื่องประดับแนวทางการนี้จะใช้เวลาในการกำจัดเชื้อไวรัสถึง

4 ชั่วโมง ซึ่งในชีวิตประจำวันเราไม่สามารถรอถึง 4 ชั่วโมง ในการฆ่าเชื้อไวรัสจากเครื่องประดับได้ ส่วนแนวทางที่ 2 เครื่องประดับป้องกันเชื้อโรค เราไม่สามารถเลี่ยงการสัมผัสวัตถุได้ในชีวิตประจำวัน แนวทางนี้จึงเป็นทางเลือกเพื่อลดการสัมผัสวัตถุต่าง ๆ นอกสถานที่โดยเครื่องประดับเป็นตัวห่อหุ้ม ปกป้องอวัยวะทำให้เชื้อไวรัสไม่สามารถสัมผัสตัวเราได้

จากแนวทางการออกแบบทั้ง 2 แนวทาง แนวทางที่ 2 มีความเหมาะสมและสอดคล้อง กับวัตถุประสงค์และขอบเขตที่ตั้งไว้มากที่สุด ซึ่งผู้วิจัยนำแนวทางการออกแบบเครื่องประดับที่ 2 นี้ ไปพัฒนารูปแบบให้มากขึ้นในขั้นตอนการพัฒนาแบบร่างต่อไป

### 3.3 สรุปวัสดุเพื่อนำมาใช้ในงานออกแบบเครื่องประดับที่สามารถป้องกันเชื้อโรคได้

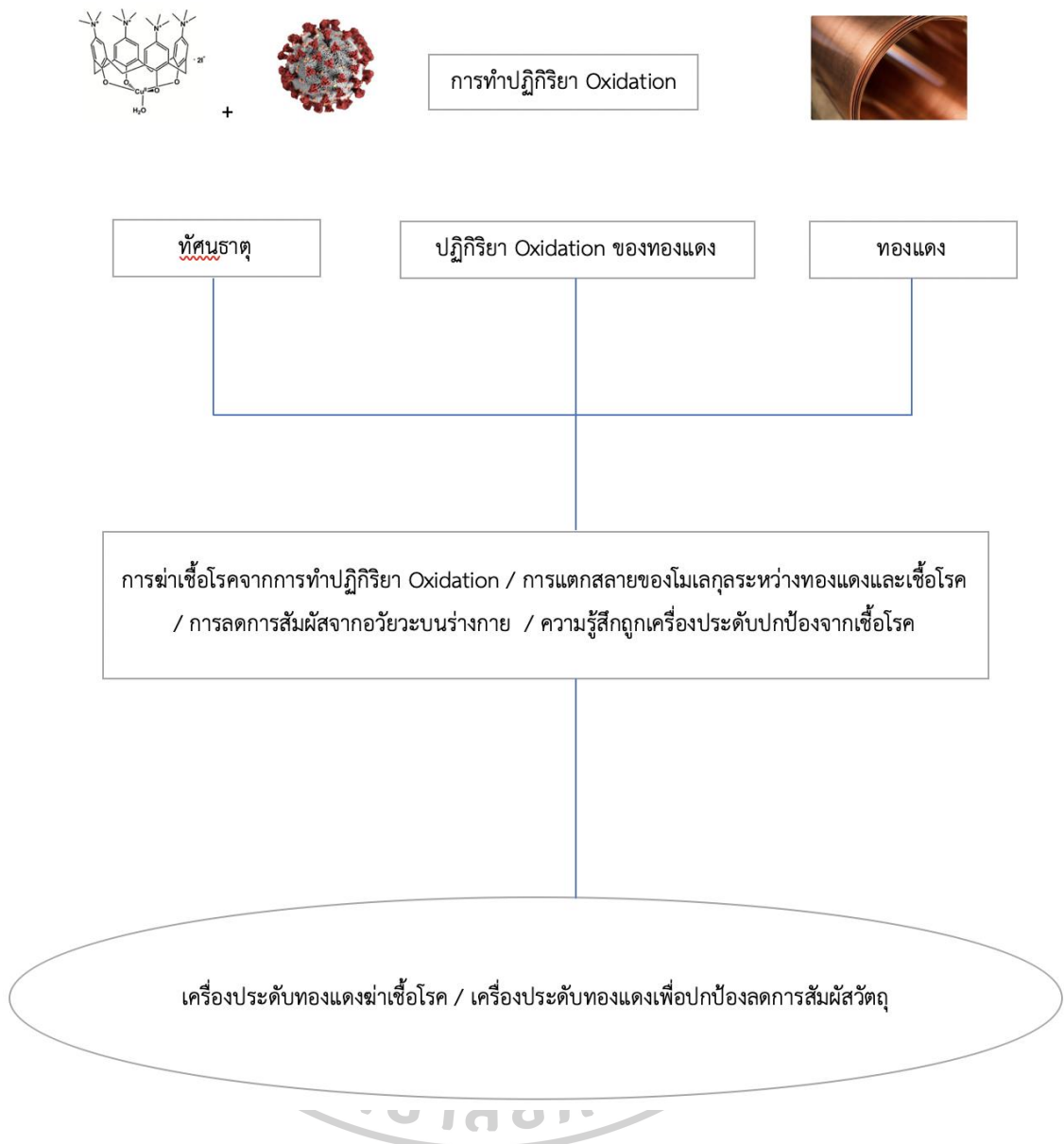
ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบวัสดุทั้ง 3 ชนิด จากงานวิจัยต่าง ๆ

ชื่อผู้แต่ง	วัสดุ	วัสดุสามารถป้องกันเชื้อโรคได้	ราคา
จิตตมาศ ตริรัตน์ภรณ์	ทองแดง	✓	ต่ำ
จิตติยา คู่แก้ว	ทองแดง	✓	ต่ำ
พชร ชลาายน	ทองแดง	✓	ต่ำ
Aaron A. Cortes and Jorge M. Zuñiga	ทองแดง	✓	ต่ำ
Tsuneo Ishida	ทองแดง	✓	ต่ำ
กันต์กวี สุขถาวร	โลหะเงิน	✓	สูง
ธนาริป์ วิริยะ	โลหะเงิน	✓	สูง
ณศร่า แก้วคง	โลหะเงิน	✓	สูง
สินีนานู ศิริ และ คำจันทร์ บำรุงนอก	โลหะเงิน	✓	สูง
ชนิกานต์ มุลรัตน์	โลหะเงิน	✓	สูง
N. KHANDELWAL, G. KAUR, N. KUMARa, and A. TIWARI	โลหะเงิน	✓	สูง
เกษม พยุทธเดชาพิพัฒน์	ทองคำ	✓	ค่อนข้างสูงมาก
สนธยา พงษ์ธานี และคณะ	ทองคำ	✓	ค่อนข้างสูงมาก
วรารวรรณ เอี่ยมพิงพรและคณะ	ทองคำ	✓	ค่อนข้างสูงมาก
Rohan Kesarkar, Goldie Oza, and others	ทองคำ	✓	ค่อนข้างสูงมาก

สรุปการศึกษาวัสดุที่ใช้ในการออกแบบเครื่องประดับที่สามารถป้องกันเชื้อโรคได้ ผู้วิจัยพบว่า วัสดุทั้ง 3 ชนิดนั้นสามารถป้องกันเชื้อโรคได้ แต่จากบทที่ 2 ทำให้ผู้วิจัยทราบว่าสมบัติของแต่ละโลหะ มีความแตกต่างกันในเรื่องของการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน เริ่มจากโลหะเงิน โดยปกติแล้ว เงินไม่ทำปฏิกิริยาออกซิเดชันอย่างรวดเร็วในอากาศที่อุณหภูมิห้องเหมือนเหล็กที่เกิดสนิมได้ง่าย อย่างไรก็ตามเงินสามารถทำปฏิกิริยากับสารประกอบกำมะถันในอากาศ ซึ่งนำไปสู่การเกิดคราบหมอง (tarnish) สีดำบนพื้นผิว แต่ปฏิกิริยานี้ไม่ใช่การออกซิเดชันโดยตรง แต่เป็นการเกิดสารประกอบซิลเวอร์ซัลไฟด์ (Ag<sub>2</sub>S) ถ้าจะให้เงินเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันโดยตรง จะต้องใช้อุณหภูมิที่สูงขึ้น หรือมีตัวเร่งปฏิกิริยาช่วย ส่วนทองคำ ไม่ทำปฏิกิริยาออกซิเดชันที่อุณหภูมิห้อง นั่นเป็นเหตุผลหนึ่งที่ทองคำถูกมองว่าเป็นโลหะมีค่า เพราะมีความเสถียรสูง ไม่ขึ้นสนิม ไม่หมองง่าย และไม่ทำปฏิกิริยากับออกซิเจนในอากาศ ภายใต้สภาวะปกติ จึงทำให้ทองแดงที่ทำปฏิกิริยาออกซิเดชันกับออกซิเจนในอากาศที่อุณหภูมิห้องได้ แต่ปฏิกิริยาเกิดขึ้นช้า ๆ เมื่อทองแดงสัมผัสกับอากาศและความชื้น จะเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน ทำให้เกิดเป็นคราบสีเขียว (copper carbonate) หรือที่เรียกว่า "สนิมทองแดง" บนพื้นผิว ดังนั้น การที่ทองแดงทำปฏิกิริยาออกซิเดชันได้ที่อุณหภูมิห้อง จึงเป็นเหตุผลที่ทำให้ทองแดงมีสมบัติในการฆ่าเชื้อโรคได้ เนื่องจากปฏิกิริยานี้จะปล่อยไอออนของทองแดงออกมา ซึ่งสามารถทำลายเซลล์ของแบคทีเรียและไวรัสได้ และยังรวมไปถึงทองแดงมีราคาที่ไม่สูงทำให้เป็นตัวเลือกที่เหมาะสมที่จะนำมาใช้ในโครงการวิจัยนี้มากที่สุด

### 3.4. ทัศนธาตุ

การเลือกใช้ทัศนธาตุนั้นผู้วิจัยจะนำเอาทัศนธาตุจากการเรียงตัวของโมเลกุล ธาตุทองแดง รูปแบบโมเลกุลของไวรัสโคโรนา และตำแหน่งการสวมใส่เครื่องประดับในชีวิตประจำวัน รวมไปถึงการนำลักษณะของปฏิกิริยา Oxidation มาใช้ดังภาพที่ 19



ภาพที่ 19 ผังแนวทางการออกแบบเครื่องประดับ

ผู้วิจัยนำทัศนธาตุรูปแบบการเรียงตัวของโมเลกุลทองแดงมาเป็นลวดลาย และนำความหมายของการทำปฏิกิริยา Oxidation ที่หมายถึงการแตกสลายและความตายจากเชื้อโรคมาผนวกกับการเปรียบเทียบวัสดุของผู้วิจัยมาเป็นเครื่องประดับในรูปแบบต่าง ๆ ตามแนวทางที่กล่าวไปข้างต้น

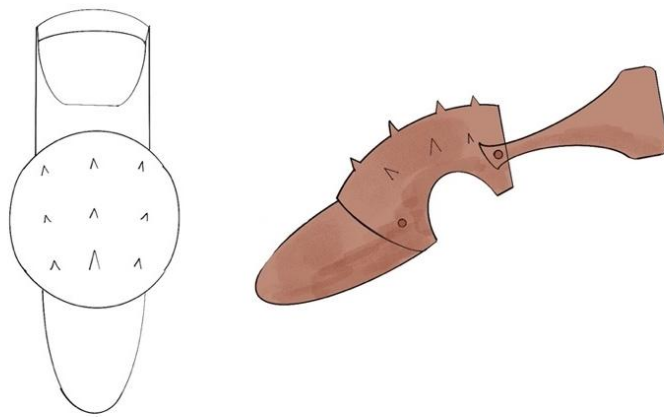


#### 4.2 ประเภทของเครื่องประดับ (ภาพที่ 21-23)

จากแบบร่างข้างต้นเครื่องประดับคือแหวน เครื่องประดับเสื้อเกราะ และเครื่องประดับหน้ากาก เพื่อสอดคล้องกับการลดการสัมผัสและการถูกปกป้อง แต่เนื่องจากภาพค่อนข้างจะยังไม่มีความชัดเจน ผู้วิจัยจึงได้ทำต้นแบบ 3 มิติ (Model) ขึ้นมาเพื่อจะได้มองเห็นภาพได้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น

#### 4.3 ภาพร่างเครื่องประดับ (ภาพที่ 21-23)

ข้าพเจ้าได้นำทัศนธาตุจากรูปแบบลักษณะของไวรัสโคโรนาและเนื้อเยื่อผิวหนังของมนุษย์มาออกแบบ

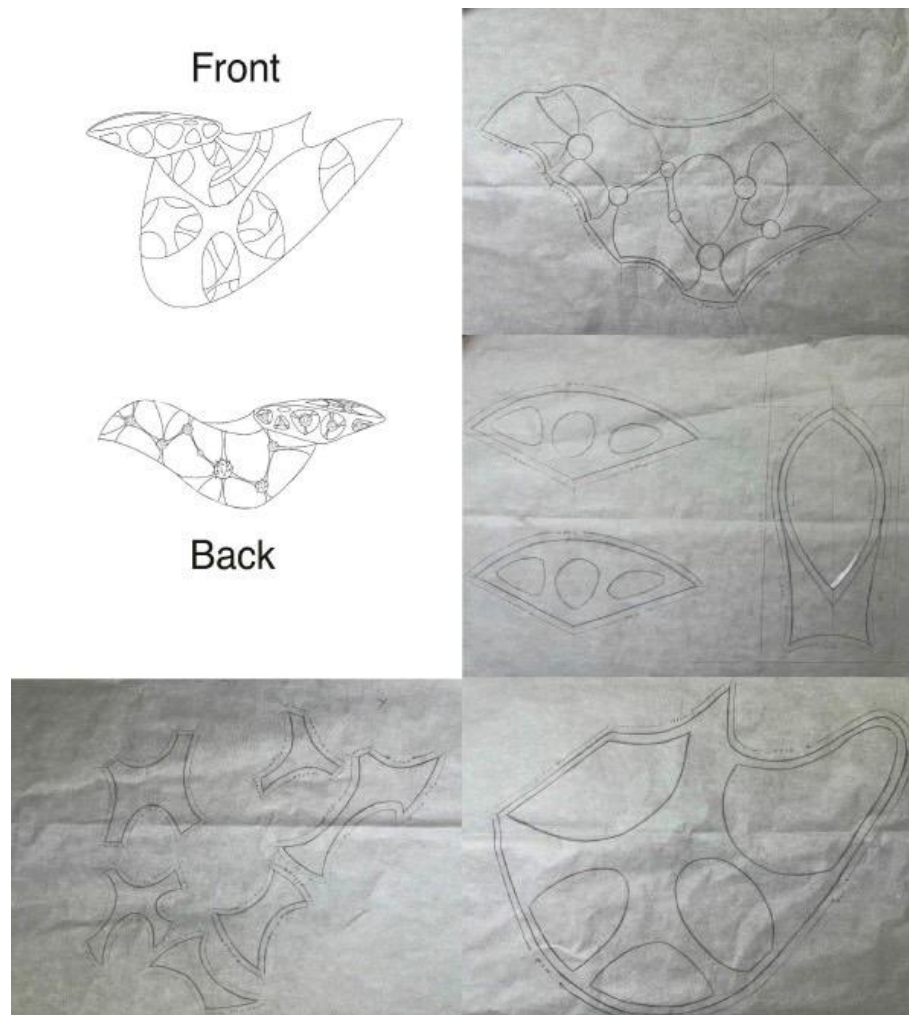


ภาพที่ 21 ภาพร่างเครื่องประดับแหวน





ภาพที่ 22 ภาพร่างเครื่องประดับหน้าปก

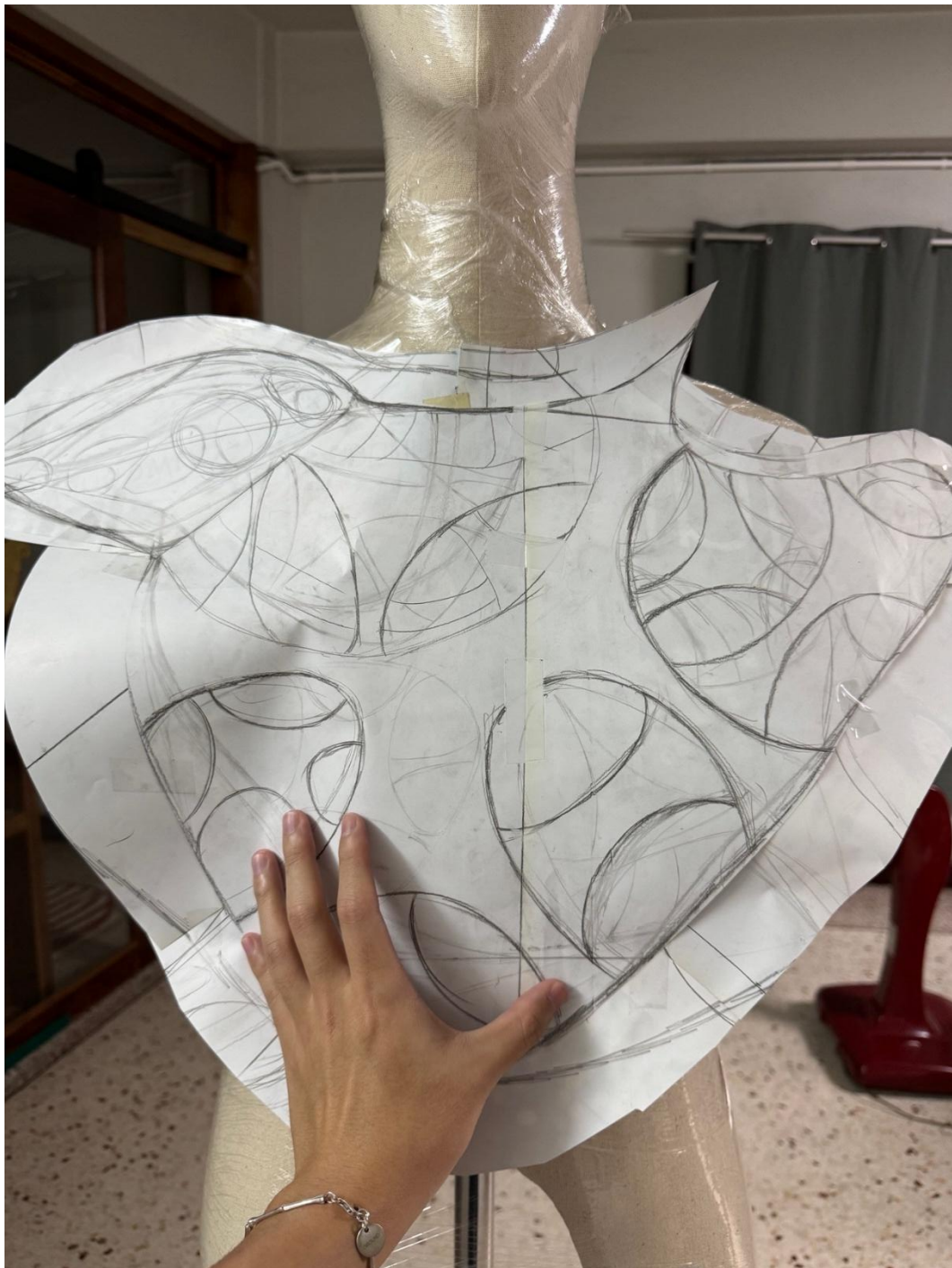


ภาพที่ 23 ภาพร่างเครื่องประดับชุดเกราะ



#### 4.4 การขึ้นรูปต้นแบบ 3 มิติ (ภาพที่ 24-25)

ขั้นตอนการสร้างต้นแบบ 3 มิติ ผู้วิจัยทำการตัดกระดาษแข็งให้ออกมามีลวดลายและขนาดที่สามารถสวมใส่ศีรษะของผู้วิจัยได้



ภาพที่ 24 ภาพร่างการขึ้นรูปเครื่องประดับแบบ 3 มิติ (1)



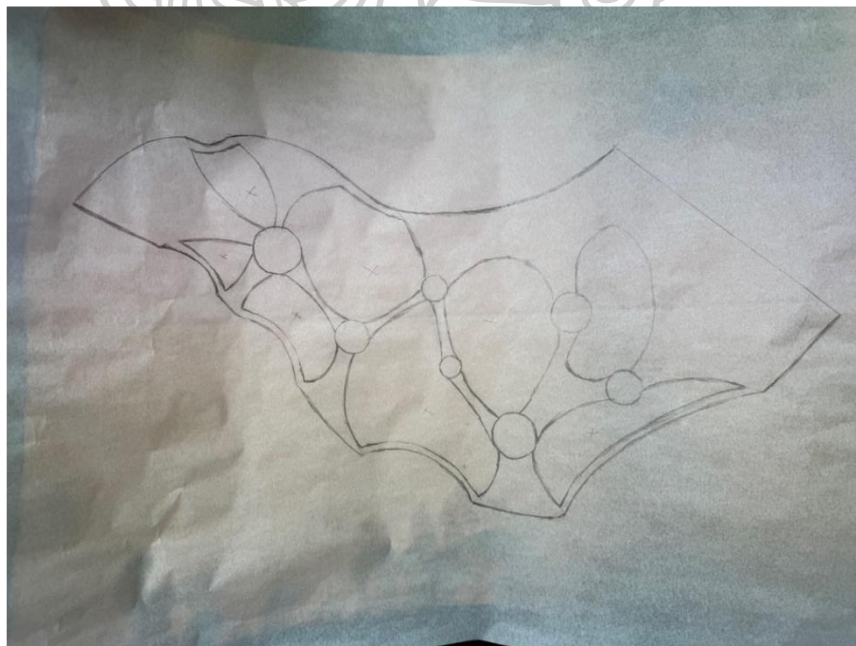
ภาพที่ 25 ภาพร่างการขึ้นรูปเครื่องประดับแบบ 3 มิติ (2)

## 4.5 ขั้นตอนการผลิตเครื่องประดับ

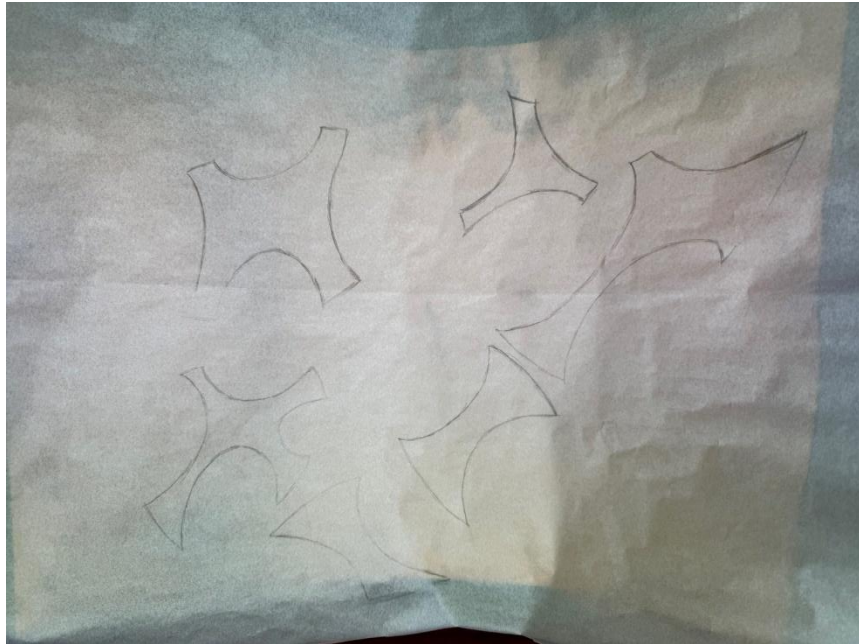
### 4.5.1 ชุดเกราะ (ภาพที่ 26-39)



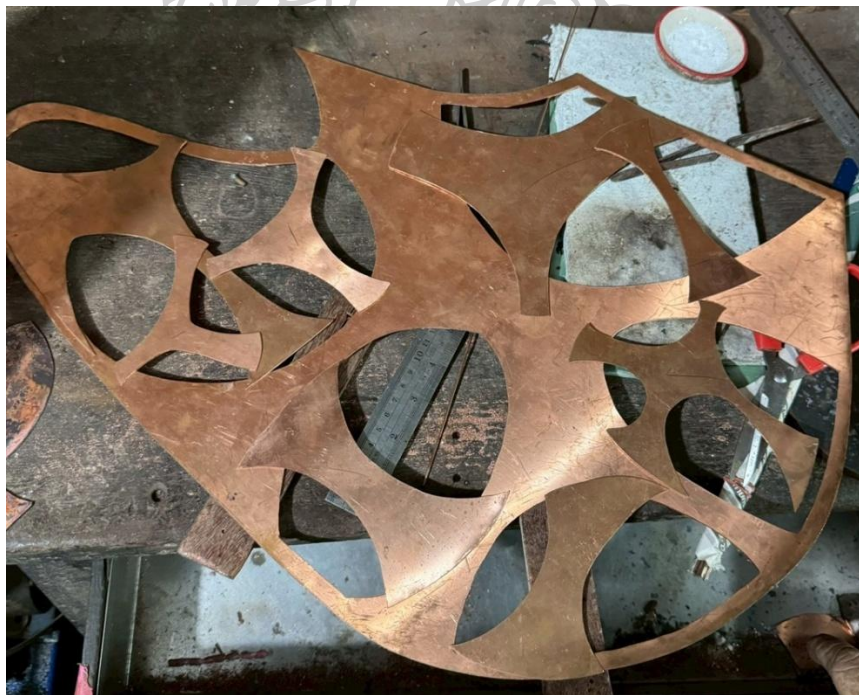
ภาพที่ 26 นำแบบร่างเครื่องประดับมาติดบนแผ่นทองแดงด้านหน้า



ภาพที่ 27 นำแบบร่างเครื่องประดับมาติดบนแผ่นทองแดงด้านหลัง



ภาพที่ 28 นำแบบร่างเครื่องประดับมาติดบนแผ่นทองแดงด้านใน



ภาพที่ 29 ฉลุแผ่นทองแดงตามแบบร่าง



ภาพที่ 30 ตัดแผ่นทองแดงเป็นวงกลมเพื่อทำเป็นไวรัสโคโรนา



ภาพที่ 31 เคาะแผ่นทองแดงให้เป็นครึ่งทรงกลมกับไม้ที่เป็นหลุมเพื่อให้มีความโค้ง



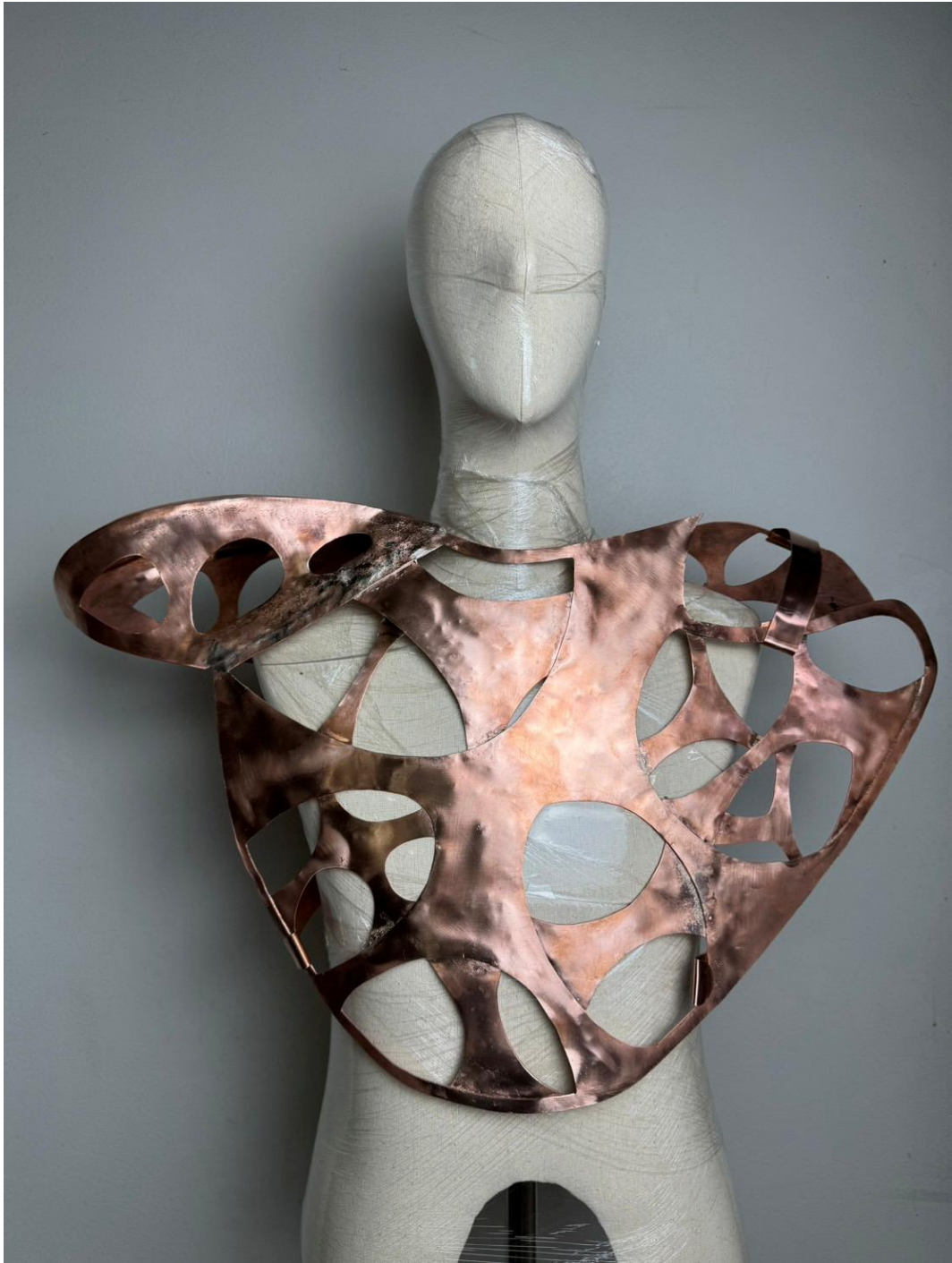
ภาพที่ 32 เชื่อมแผ่นทองแดงครึ่งทรงกลมกับแผ่นทองแดงชุดเกราะ



ภาพที่ 33 เชื่อมแผ่นทองแดงทั้งหมดเข้าด้วยกัน



ภาพที่ 34 ตะไบเก็บขอบและขัดแต่งงานให้เรียบร้อย



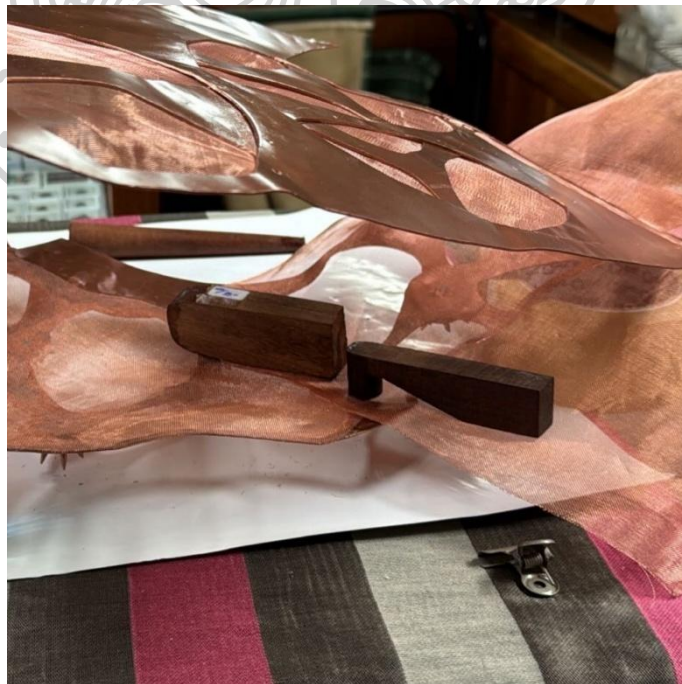
ภาพที่ 35 ชิ้นงานเครื่องประดับที่ขัดแต่งเรียบร้อยแล้ว (ด้านหน้า)



ภาพที่ 36 ชิ้นงานเครื่องประดับที่ขัดแต่งเรียบร้อยแล้ว (ด้านหลัง)



ภาพที่ 37 นำแผ่นตะแกรงทองแดงมาตัดเพื่อติดเสริมเข้าไปในช่องว่างของชิ้นงานเพื่อให้ชิ้นงานดูสมบูรณ์ขึ้น



ภาพที่ 38 ใช้กาวเชื่อมติดตะแกรงทองแดงกับชุดเกราะ



ภาพที่ 39 ชิ้นงานชุดเกราะเสร็จสมบูรณ์



## 4.5.2 แหวน (ภาพที่ 40-49)



ภาพที่ 40 ตัดแผ่นทองแดงเพื่อทำแหวน



ภาพที่ 41 แผ่นทองแดงที่ตัดเสร็จเรียบร้อยแล้ว



ภาพที่ 42 นำแผ่นทองแดงมาดัดเพื่อขึ้นรูปเป็นแหวน



ภาพที่ 43 หัวเจียรเพชร



ภาพที่ 44 นำหัวเจียรเพชรมาต่อกับแผ่นทองแดงเพื่อทำลวดลายของตัวไวรัส



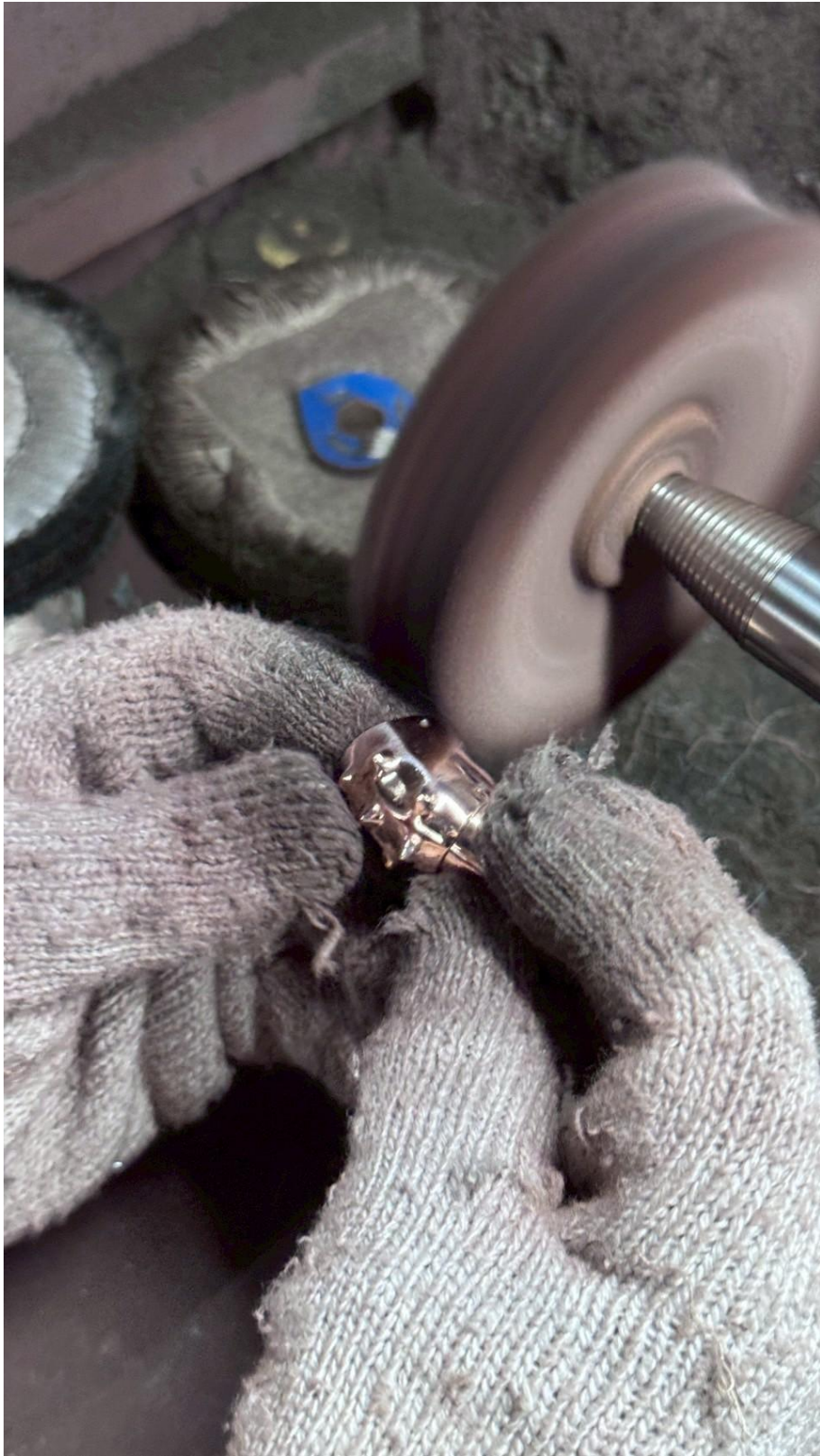
ภาพที่ 45 นำแหวนแต่ละชิ้นมาประกอบเข้าด้วยกัน



ภาพที่ 46 ใช้เทคนิคตอกหมุดโดยการเจาะรูเพื่อทำแกนหมุดของแหวน



ภาพที่ 47 เชื่อมแหวนทั้งหมดเข้าด้วยกัน



ภาพที่ 48 ขัดแต่งแหวนให้สมบูรณ์



ภาพที่ 49 ชิ้นงานแหวนเสร็จสมบูรณ์

#### 4.5.3 หน้ากาก (ภาพที่ 50-64)



ภาพที่ 50 ตัดแผ่นทองแดงเพื่อทำหน้ากาก



ภาพที่ 51 ฉลุแผ่นทองแดงเพื่อทำลวดลายคล้ายกับเนื้อเยื่อร่างกายมนุษย์



ภาพที่ 52 ใช้คีมตัดทองแดงเพื่อทำให้ทองแดงสามารถปิดทับหน้ากากด้านในได้



ภาพที่ 53 หน้ากากทองแดงมาสวมทับหน้ากากอะคริลิก



ภาพที่ 54 ฉลุช่องเพื่อให้ยางยึดสามารถเข้าไปได้



ภาพที่ 55 ฉลช่องเพื่อให้ตัวยึดจากหน้ากากอะคริลิคสามารถใส่ได้



ภาพที่ 56 เชื่อมแผ่นทองแดงที่เป็นรูปร่างของเนื้อเยื่อเข้ากับหน้ากากทองแดงเข้าด้วยกัน



ภาพที่ 57 ตะไบขอบทองแดงเพื่อความเรียบร้อยของชิ้นงาน



ภาพที่ 58 เตรียมอุปกรณ์ทำความสะอาดทองแดง



ภาพที่ 59 แขน้ำกากทองแดงในน้ำกรดกำมะถัน



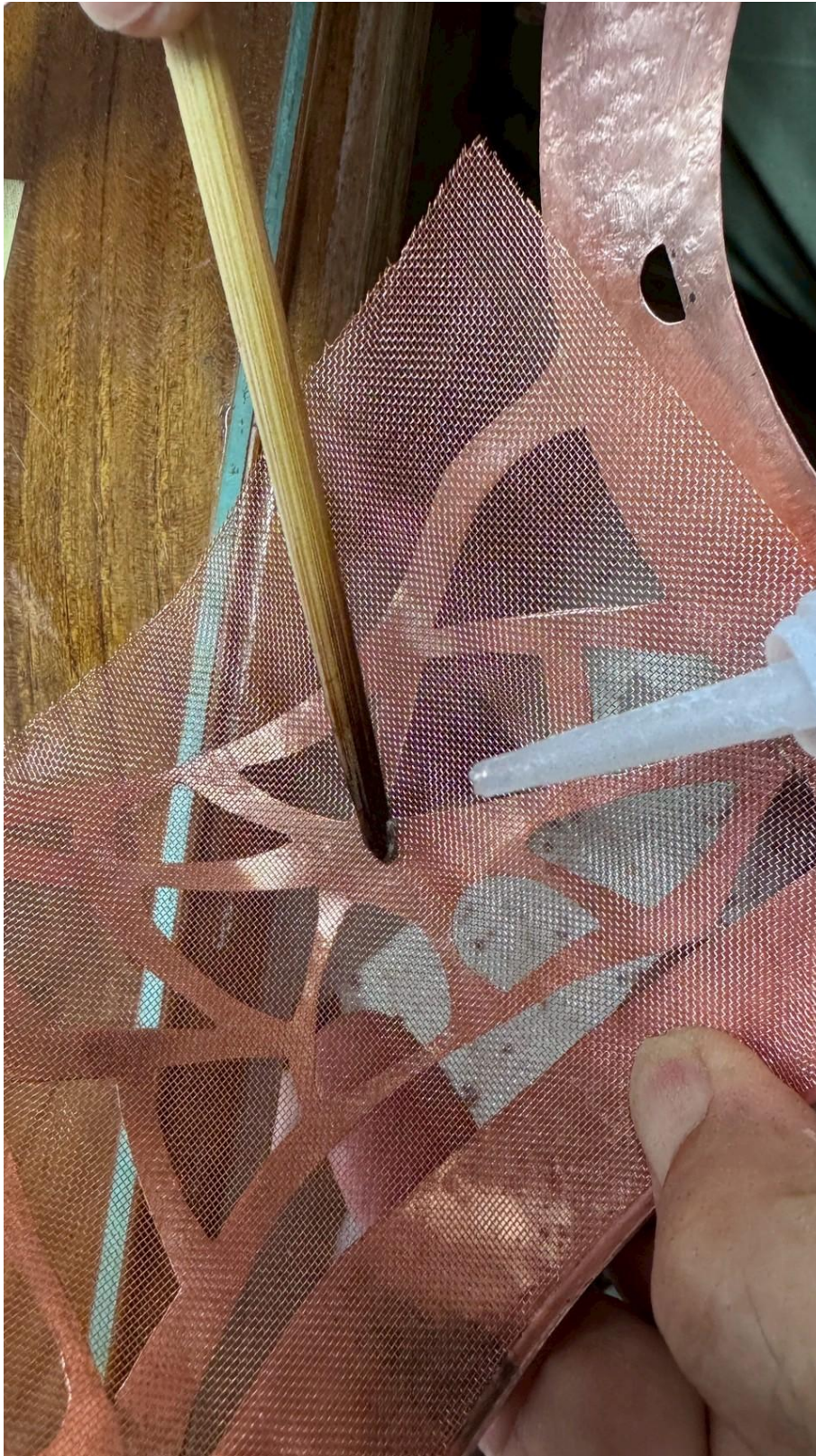
ภาพที่ 60 ล้างน้ำเปล่าให้สะอาด



ภาพที่ 61 นำชิ้นงานหน้ากากทองแดงมาขัดเงา



ภาพที่ 62 เครื่องประดับหน้าากกที่ขัดเงาเสร็จแล้ว



ภาพที่ 63 ตัดตะแกรงทองแดงและติดกาวกับหน้ากากทองแดง



ภาพที่ 64 ชิ้นงานหน้ากากทองแดงเสร็จสมบูรณ์

#### 4.6 ผลที่ได้และข้อสรุป

จากการศึกษาและค้นคว้าวัสดุของข้าพเจ้าพบว่ามีความสอดคล้องกับงานวิจัยของคณะอาจารย์มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี (มจร.) ที่ทองแดงมีความสามารถในการป้องกันเชื้อโรคได้ ดังนั้นข้าพเจ้าจึงได้นำวัสดุทองแดงมาใช้เพื่อออกแบบเครื่องประดับและเมื่อนำชิ้นงานเครื่องประดับชุดเกราะทองแดงมาใช้งาน ผลที่ได้คือ เกิดการทำปฏิกิริยาออกซิเดชันของทองแดงขึ้นจริง โดยทองแดงจะผลิตเกลือทองแดงออกมาบนตัวชิ้นงานเครื่องประดับ (ภาพที่ 65) ซึ่งจะมีลักษณะเป็นก้อนมีสีเขียวอมฟ้าเหมือนสีน้ำทะเล โดยเกลือทองแดงนี้จะเกิดขึ้นบริเวณที่มีการสัมผัสเชื้อและอากาศมากที่สุด หลังจากได้ชิ้นงานเครื่องประดับชุดเกราะเสร็จสมบูรณ์แล้ว ข้าพเจ้าได้ตีความของชิ้นงานเครื่องประดับที่ด้านหน้านั้นเปรียบเสมือนเนื้อเยื่อที่คอยห่อหุ้มร่างกายของเรา ส่วนด้านหลังคือเนื้อเยื่อที่สัมผัสกับไวรัสโคโรนาแล้วอาจจะเกิดการกลายพันธุ์ของร่างกายมนุษย์ (ภาพที่ 66)



ภาพที่ 65 การทำปฏิกิริยาออกซิเดชันของทองแดงทำให้เกิดเกลือทองแดงขึ้นบนชิ้นงานเครื่องประดับ



ภาพที่ 66 ชิ้นงานเครื่องประดับชุดเกราะเสร็จสมบูรณ์

ชิ้นงานแหวนเป็นชิ้นงานที่ผู้วิจัยเห็นว่าสามารถนำมาลดการสัมผัสวัตถุในชีวิตประจำวันได้มากที่สุดเนื่องจากเราสามารถสวมใส่ได้จริงด้วยน้ำหนักที่เบาและมีขนาดที่พอดีกับนิ้วมือ หลังจากได้ชิ้นงานเครื่องประดับแหวนเสร็จสมบูรณ์แล้ว ข้าพเจ้าได้ตีความของชิ้นงานเครื่องประดับที่สัมผัสกับเชื้อไวรัสโดยตรงจึงถูกไวรัสกลืนสภาพไปเกิดเนื้อเยื่อที่สัมผัสกับไวรัสโคโรนาแล้วอาจจะเกิดการกลายพันธุ์ของร่างกายมนุษย์ (ภาพที่ 67)



ภาพที่ 67 ชิ้นงานเครื่องประดับแหวนเสร็จสมบูรณ์

ชิ้นงานหน้ากากทองแดงเป็นชิ้นงานที่ผู้วิจัยเห็นว่าสามารถนำมาช่วยป้องกันในชีวิตประจำวันได้มากที่สุดเช่นกันเนื่องจากเราสามารถสวมใส่ได้จริงด้วยและยังป้องกันการได้รับเชื้อจากทางอากาศได้โดยตรงนอกจากนี้ยังสามารถป้องกันการแพร่เชื้อโรคเข้าสู่ดวงตาได้อีกด้วย (ภาพที่ 68)



ภาพที่ 68 ชิ้นงานเครื่องประดับหน้ากาก

## บทที่ 5

### สรุปและข้อเสนอแนะ

#### 5.1 สรุปและอภิปรายผล

จากการเปลี่ยนแปลงในยุคปัจจุบัน ผู้วิจัยได้ค้นคว้าศึกษาวัสดุที่สามารถป้องกันเชื้อโรคได้ โดยเน้นความแปลกใหม่และสมบัติที่โดดเด่น ด้วยแรงบันดาลใจจากสมบัติของทองแดง ซึ่งทำปฏิกิริยาออกซิเดชันได้ดี และมีราคาที่ไม่แพงทำให้เป็นที่จับต้องได้ในยุคปัจจุบันจึงถูกนำมาใช้ในการสร้างสรรค์เครื่องประดับที่นอกจากสวมใส่แล้วยังสามารถช่วยปกป้องผู้สวมใส่จากเชื้อโรค ความเข้าใจในรูปแบบการจับตัวของโมเลกุลโลหะ ทฤษฎีการทำปฏิกิริยาออกซิเดชัน และกายวิภาคศาสตร์มนุษย์ ถูกนำมาใช้ในการออกแบบชิ้นงาน ผู้วิจัยได้พัฒนาออกเป็นสองแนวทาง

แนวทางที่ 1 เครื่องประดับฆ่าเชื้อโรค: ทองแดงใช้เป็นวัสดุหลักที่สามารถฆ่าเชื้อโรคได้เมื่อสัมผัสเชื้อไวรัส กระบวนการออกซิเดชันจะทำให้เยื่อหุ้มเซลล์ของไวรัสแตกสลาย อย่างไรก็ตาม การใช้เวลานานถึง 4 ชั่วโมงในการทำลายเชื้อถือเป็นข้อจำกัดในการใช้งานจริง

แนวทางที่ 2 เครื่องประดับป้องกันเชื้อโรคเพื่อลดการสัมผัส: มุ่งเน้นการลดการสัมผัสระหว่างร่างกายและวัตถุที่อาจมีเชื้อโรค ประโยชน์อยู่ที่การทำงานในชีวิตประจำวัน ที่เครื่องประดับทำหน้าที่เป็นเกราะป้องกันอวัยวะจากการสัมผัสโดยตรง

จากการวิเคราะห์พบว่าแนวทางที่ 2 ตอบโจทย์ทั้งวัตถุประสงค์และความเป็นจริงในการใช้งานมากที่สุด ผู้วิจัยจึงได้ออกแบบเครื่องประดับโดยใช้แนวคิดจากโครงสร้างเยื่อหุ้มเซลล์ของไวรัส และผิวหนังมนุษย์ เพื่อสร้างสรรค์ชิ้นงานที่ทั้งสวยงามและให้ความปลอดภัยในยุคที่เชื้อโรคระบาดได้อย่างมีประสิทธิภาพ

#### การตีความและประเมินผลการใช้งานของเครื่องประดับชุดเกราะ

เมื่อได้นำชิ้นงานเครื่องประดับชุดเกราะทองแดงมาใช้งาน ผลที่ได้คือ เกิดการทำปฏิกิริยาออกซิเดชันของทองแดงขึ้นจริง โดยทองแดงจะผลิตเกลือทองแดงออกมาบนตัวชิ้นงานเครื่องประดับ ซึ่งจะมีลักษณะเป็นก้อนมีสีเขียวอมฟ้าเหมือนสีน้ำทะเล โดยเกลือทองแดงนี้จะเกิดขึ้นบริเวณที่มีการสัมผัสเหงื่อและอากาศมากที่สุด

หลังจากการสร้างสรรค์เครื่องประดับชุดเกราะเสร็จสมบูรณ์ ผู้วิจัยได้ตีความหมายของชิ้นงาน ดังนั้นด้านหน้าของเครื่องประดับถูกออกแบบให้เปรียบเสมือนเนื้อเยื่อที่ห่อหุ้มและปกป้องร่างกาย ในขณะที่ด้านหลังสื่อถึงผลกระทบจากการสัมผัสกับไวรัสโคโรนา ซึ่งอาจนำไปสู่การกลายพันธุ์ของร่างกายมนุษย์

เมื่อทดลองสวมใส่ ผู้วิจัยพบว่าเครื่องประดับให้ความรู้สึกปกป้องและเสริมสร้างความแข็งแกร่ง อีกทั้งยังช่วยลดการสัมผัสใกล้ชิดกับร่างกายได้ แต่มีข้อจำกัดว่าชิ้นงานมีน้ำหนักมาก จึงไม่เหมาะสำหรับการใช้งานในชีวิตประจำวัน ส่วนชิ้นงานเครื่องประดับแหวนเมื่อสวมใส่พบว่า เป็นชิ้นงานที่เหมาะสมกับการลดการสัมผัสกับวัตถุมากที่สุด เนื่องจากในชีวิตประจำวันอวัยวะที่สัมผัสวัตถุมากที่สุดคือมือ จึงทำให้ชิ้นงานเครื่องประดับแหวนเหมาะกับการใช้งานในชีวิตประจำวัน

เมื่อสวมใส่ชิ้นงานหน้ากากทองแดงเป็นชิ้นงานที่ผู้วิจัยเห็นว่าสามารถนำมาช่วยป้องกันในชีวิตประจำวันได้มากที่สุดเช่นกันเนื่องจากเราสามารถสวมใส่ได้จริงด้วยและยังป้องกันการได้รับเชื้อจากทางอากาศได้โดยตรง นอกจากนี้ยังสามารถป้องกันการแพร่เชื้อโรคเข้าสู่ดวงตาได้อีกด้วย

## 5.2 ข้อเสนอแนะการวิจัย

1. การสร้างผลงานเครื่องประดับที่มีขนาดใหญ่ด้วยโลหะทองแดงมีอุปสรรคในการเชื่อมและขัดเงาเนื่องจากโลหะทองแดงมีจุดหลอมเหลวที่สูงมาก ๆ จึงใช้เวลาค่อนข้างนานในการเชื่อมทองแดงแต่ละจุด
2. ละอองทองแดงที่เกิดจากการขัดตัวเครื่องประดับเมื่อมาสัมผัสกับร่างกายทำให้เกิดอาการคันได้
3. ทองแดงเมื่อใช้ไปได้สักระยะเวลาหนึ่งด้วยสมบัติการออกซิเดชันของทองแดง ทองแดงจะผลิตเกลือทองแดงขึ้นมาบนผิวโลหะทองแดงจะมีสีออกเขียวอมฟ้า ซึ่งเป็นสีเดียวกับน้ำทะเล ส่วนนี้ผู้วิจัยแก้ไขโดยการขัดชิ้นงานเมื่อเกิดเกลือทองแดงขึ้น เพื่อให้ชิ้นงานเครื่องประดับยังคงความสวยงามไว้ได้ต่อไป

## 5.3 ข้อเสนอแนะการวิจัยในครั้งต่อไป

1. การออกแบบชิ้นงานในวิทยานิพนธ์นี้เป็นเหมือนแนวทางต้นแบบ ในอนาคตถ้าสามารถใช้ทองแดงนาโนเทคโนโลยีได้จะทำให้ทองแดงมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น
2. นอกจากการนำทองแดงมาใช้เป็นเครื่องประดับบนร่างกายแล้วเราสามารถนำมาประยุกต์ให้เข้ากับของใช้ในชีวิตประจำวันได้ด้วย อย่างเช่น ที่หนีบนามบัตร แท่งกดปุ่มลิฟต์ หรือพวงกุญแจ เป็นต้น

## รายการอ้างอิง

- กันต์กวี สุขถาวร. การเพิ่มสมบัติการเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาเชิงแสงและสมบัติการต้านจุลชีพของซิงค์ออกไซด์ด้วยนาโนซิลเวอร์และใช้เป็นสารเติมแต่งในฟิล์มพอลิแลคติกแอซิดผสมพอลิบิวทิลีนซัคซิเนต. (ออนไลน์, 2559). เข้าถึงเมื่อ 2 มิถุนายน 2568. เข้าถึงได้จาก <http://repository.rmutt.ac.th/dspace/handle/123456789/2939>.
- เกษม พุทธิเตชาพิพัฒน์. นวัตกรรมเครื่องสำอางไวท์เทนนิ่งครีมที่มีไกลด์นาโนและสารสกัดธรรมชาติโคจิกแอซิด. (ออนไลน์, 2560). เข้าถึงเมื่อ 3 มิถุนายน 2568. เข้าถึงได้จาก <https://digital.car.chula.ac.th/chulaetd/1365/>.
- โกมาตร จิ่งเสถียรทรัพย์ และ นฤพนธ์ ค้วงวิเศษ. ภัยโควิด วิกฤตโคโรนา โรคอุบัติใหม่ในมิติสังคม. กรุงเทพฯ: ศูนย์มานุษยวิทยาสิรินธร (องค์การมหาชน), 2564.
- จิตตมาศ ตริรัตน์ภรณ์. การพัฒนาสารเคลือบป้องกันการติดเชื้อจากซิลเวอร์คอปเปอร์ซีโอไลต์สำหรับวัสดุหนังหุ้ม. (ออนไลน์, 2564). เข้าถึงเมื่อ 2 มิถุนายน 2568. เข้าถึงได้จาก <https://digital.car.chula.ac.th/chulaetd/5174/>.
- ชนิกานต์ มุรธารัตน์. การย้อมสีและการเพิ่มสมบัติต้านแบคทีเรียแก่เส้นด้ายไหมโดยการเคลือบด้วยอนุภาคนาโนซิลเวอร์และไททาเนีย. (ออนไลน์, 2562). เข้าถึงเมื่อ 2 มิถุนายน 2568. เข้าถึงได้จาก <https://digital.car.chula.ac.th/chula>.
- ชนิสรา นพคุณ. การพัฒนาสารสกัดย่านางในรูปแบบอัลฟาเจลอิมีลชันเพื่อปกป้องผิวจากมลภาวะ. (ออนไลน์, 2565). เข้าถึงเมื่อ 5 มิถุนายน 2568. เข้าถึงได้จาก <https://rsuir.library.rsu.ac.th/bitstream/CHANISARA20NOPAKHUN.pdf>.
- จิตยา คู่แก้ว. การใช้แคลเซียมแมกนีเซียมและธาตุอาหารเสริมและการวินิจฉัยสถานะของธาตุอาหารในมันสำปะหลัง. (ออนไลน์, 2560). เข้าถึงเมื่อ 2 มิถุนายน 2568. เข้าถึงได้จาก <http://jspui/bitstream/2/Fulltext.pdf>.
- ณศรา แก้วคง. การพัฒนาผ้ายับยั้งแบคทีเรียบนวัสดุสิ่งทอ. (ออนไลน์, 2557). เข้าถึงเมื่อ 2 มิถุนายน 2568. เข้าถึงได้จาก <http://www.repository.rmutt.ac.th/handle/123456789/2525>.
- เทคนิค/เอ็มแอนดีย์ บจ. คู่มืองานโลหะ. กรุงเทพฯ: ศูนย์หนังสือวิศวกรรม M&E, 2564.
- ธนาธิป วิริยะ. การศึกษาโอกาสและความเป็นไปได้ของธุรกิจน้ายาขจัดกลิ่นและแบคทีเรียรองแท็กีฬา “Mr.Cleaner”. (ออนไลน์, 2559). เข้าถึงเมื่อ 2 มิถุนายน 2568. เข้าถึงได้จาก <https://archive.cm.mahidol.ac.th/bitstream/.pdf>.

นำชัย ชีววิวรรธน์. **COVID-19 โคระบาดแห่งศตวรรษ** (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มติชน, 2563.

พชร ชลาชนน. **การสังเคราะห์อนุภาคนาโนของทองแดงโดยใช้กระบวนการทางไฟฟ้าช่วย.**

(ออนไลน์, 2563). เข้าถึงเมื่อ 2 มิถุนายน 2568. เข้าถึงได้จาก <https://cuir.car.chula.ac.th/bitstream/1/5971432321.pdf>.

พีรพล เจตโรจนานนท์. **การควบคุมมลพิษทางเสียงจากการจราจรทางบก.** (ออนไลน์, 2553).

เข้าถึงเมื่อ 4 มิถุนายน 2568. เข้าถึงได้จาก [https://digital.library.tu.ac.th/tu\\_dc/digital/api/DownloadDigitalFile/download\\_digi/123034/?path=thesis/la/1577/01TILE-CHARTS.pdf](https://digital.library.tu.ac.th/tu_dc/digital/api/DownloadDigitalFile/download_digi/123034/?path=thesis/la/1577/01TILE-CHARTS.pdf).

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. **ทองแดง.** (ออนไลน์, 2535). เข้าถึงได้จาก [https://archive.lib.cmu.ac.th/full/T/2535/chem0135uc\\_ch1.pdf](https://archive.lib.cmu.ac.th/full/T/2535/chem0135uc_ch1.pdf).

รวีพร ชัยรุ่งมณีดำรง. **ชุดนักเรียนกันยุงเพื่อป้องกันการระบาดของไข้เลือดออก.** (ออนไลน์, 2020).

เข้าถึงเมื่อ 5 มิถุนายน 2568. เข้าถึงได้จาก <https://digital.car.chula.ac.th/chulaetd/7382/>.

วรารวรรณ เอี่ยมพิงพร และคณะ. **Development of biomarker detection tools for screening and diagnosis of prostate cancer.** (ออนไลน์, 2562). เข้าถึงเมื่อ

3 มิถุนายน 2568. เข้าถึงได้จาก <https://kb.hsri.or.th/dspace/handle/11228/5020>.

วิศวะอุตสาหกรรม มจร. **ทองแดงมีสมบัติทำลายเชื้อโรคได้โดยธรรมชาติ.** (ออนไลน์, 2563). เข้าถึงเมื่อ 14

พฤษภาคม 2563. เข้าถึงได้จาก <https://covid-19.kmutt.ac.th/2020/05/วิศวะอุตสาหกรรม-มจร-แนะท/>

ศักรินทร์ จันทรบุศย์. **การศึกษาประสิทธิภาพการซับเสียงจากต้นไม้เพื่อลดมลภาวะทางเสียงภายใน**

**อาคาร.** (ออนไลน์, 2564). เข้าถึงเมื่อ 4 มิถุนายน 2568. เข้าถึงได้จาก

<http://dspace.bu.ac.th/bitstream/SaksornChan.pdf>.

ศุภวุฒิ สายเชื้อ. **BEATING COVID-19.** (ออนไลน์, 2563). เข้าถึงเมื่อ 1 เมษายน 2563. เข้าถึง

ได้จาก <https://media.kiatnakin.co.th/document/2020/Mar/Beating%20COVID%E2%80%9319.pdf>.

สนธยา พงษ์ธานี และคณะ. **การเพิ่มประสิทธิภาพอิเล็กโทรด SPCE ด้วยอนุภาคนาโนของทองคำและแพลทินัมเพื่อปรับปรุงการตรวจจับภาวะเครียดจากปฏิกิริยาออกซิเดชัน.** (ออนไลน์, 2567).

เข้าถึงเมื่อ 3 มิถุนายน 2568. เข้าถึงได้จาก <https://ph02.tci-thaijo.org/index.php/scibru/issue/view/>.

สินีนามู ศิริ และ คำจันทร์ บำรุงนอก. **ผลกระทบทางชีววิทยาของอนุภาคนาโนของเงินต่อกบนา.**

(ออนไลน์, 2562). เข้าถึงเมื่อ 2 มิถุนายน 2568. เข้าถึงได้จาก <http://203.158.7.92/jspui/bitstream/123456789/8176/2/Fulltext.pdf>.

สุรสิทธิ์ แก้วพระอินทร์. **โลหะวิทยาเบื้องต้น.** กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดดูเคชั่น, 2553.

แสงโถม ศิริพานิช. **การป้องกันและดูแลภาวะอุณหภูมิร่างกายต่ำ (Hypothermia) ในช่วงอากาศหนาวเย็น.** (ออนไลน์, 2555). เข้าถึงเมื่อ 4 มิถุนายน 2568. เข้าถึงได้จาก

<https://he.tcithaijo.org/index.php/WESR/article/download>.

Cortes, A. A. & Zuñiga, J. M. **The use of copper to help prevent transmission of SARS-coronavirus and influenza viruses.** (ออนไลน์, 2020). เข้าถึงเมื่อ 2 มิถุนายน 2568. เข้าถึงได้จาก <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0732889320305538#bb0160>.

Kesarkar, R., Oza, G., & others. **Gold nanoparticles: effective as both entry inhibitors and virus neutralizing agents against HIV.** (ออนไลน์, 2012).

เข้าถึงเมื่อ 3 มิถุนายน 2568. เข้าถึงได้จาก [https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/45815333/Gold\\_Nanoparticles\\_Effective\\_as\\_both\\_inh20160520-23738-rs5ssv-libre.pdf?1463782023=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DGold\\_Nanoparticles\\_Effective\\_as\\_both\\_inh.pdf&Expires=1749385735&Signature=VPZDvcKvqpoo70LODXcxlBqdY3ndZ~rJJ~QYFx8r6FINfxPe6hDY7Fk0oO430p90b3GHdEJYBwI8VCa-clpP6OErDSh89Rw0jMnOsQ7NqNQtilfctjPV60Gubu9aHi8lb3EAiXJVdstbBsVMojlXagF7~Vo69~bcIPT7VGpFT8dZa8w6QqVEzNEhq~L5~C9oSQZBnJNsXLgU6O-eSiU1NKNHZQB8CrRUcL8yFCPR~2sLC6ixua9Zfd1ZAPsGD1sCJmHc7eR-ewZ1AefqeMM00TnUQ11cfXYZmDJCz3O1aCH11~AX4aJOL9XmRB TMdnyu4DrSAmoCTtV-6zfcgCzJg\\_\\_&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/45815333/Gold_Nanoparticles_Effective_as_both_inh20160520-23738-rs5ssv-libre.pdf?1463782023=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DGold_Nanoparticles_Effective_as_both_inh.pdf&Expires=1749385735&Signature=VPZDvcKvqpoo70LODXcxlBqdY3ndZ~rJJ~QYFx8r6FINfxPe6hDY7Fk0oO430p90b3GHdEJYBwI8VCa-clpP6OErDSh89Rw0jMnOsQ7NqNQtilfctjPV60Gubu9aHi8lb3EAiXJVdstbBsVMojlXagF7~Vo69~bcIPT7VGpFT8dZa8w6QqVEzNEhq~L5~C9oSQZBnJNsXLgU6O-eSiU1NKNHZQB8CrRUcL8yFCPR~2sLC6ixua9Zfd1ZAPsGD1sCJmHc7eR-ewZ1AefqeMM00TnUQ11cfXYZmDJCz3O1aCH11~AX4aJOL9XmRB TMdnyu4DrSAmoCTtV-6zfcgCzJg__&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA).

Khandelwal, N., Kaur, G., Kumara, N., & Tiwari, A. **Application Of Silver Nanoparticles in Viral Inhibition: A New Hope for Antivirals.** (ออนไลน์, 2014). เข้าถึงเมื่อ

2 มิถุนายน 2568. เข้าถึงได้จาก [https://www.researchgate.net/profile/NitinKhandelwal8/publication/287550519\\_Application\\_of\\_silver\\_nanoparticles\\_in\\_viral\\_inhibition\\_A\\_new\\_hope\\_for\\_antivirals/links/601bea0d45851589397e05cd/Application-of-silver-nanoparticles-in-viral-inhibition-A-new-hope-for-antivirals.pdf](https://www.researchgate.net/profile/NitinKhandelwal8/publication/287550519_Application_of_silver_nanoparticles_in_viral_inhibition_A_new_hope_for_antivirals/links/601bea0d45851589397e05cd/Application-of-silver-nanoparticles-in-viral-inhibition-A-new-hope-for-antivirals.pdf).

Tsuneo Ishida. (2018). **Antiviral Activities of Cu<sup>2+</sup> Ions in Viral Prevention, Replication, RNA Degradation, and for Antiviral Efficacies of Lytic Virus, ROS-Mediated Virus, Copper Chelation.** (ออนไลน์, 2018). เข้าถึงเมื่อ 2 มิถุนายน 2568. เข้าถึงได้จาก <https://worldscientificnews.com/wpcontent.pdf..>



## ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	นายกฤติพัฒน์ ใจชื่อ
วุฒิการศึกษา	พ.ศ. 2562 สำเร็จการศึกษาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีนานาชาติสิรินธร มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ กรุงเทพมหานคร พ.ศ. 2567 สำเร็จการศึกษาศิลปมหาบัณฑิต สาขาวิชาการออกแบบเครื่องประดับ คณะมัณฑนศิลป์ มหาวิทยาลัยศิลปากร กรุงเทพมหานคร

