

# อาหารยุคใหม่ "พิมพ์" ได้แล้วนะ รึยัง?

เรียบเรียงโดย ศ.พ.ดร. ประสิทธิ์ ภาสตันด์

พวกเราเคยดูภาพยนตร์ sci-fi อย่างเรื่อง startrek ที่ลูกเรือสามารถสั่งอาหารจากเครื่อง แล้วก็ได้อาหารหรือเครื่องดื่ม ที่สามารถดื่มหรือรับประทานได้จริง ๆ หรืออย่างในภาพยนตร์เรื่อง harry potter พวกเราคงจะคุ้นตากับฉากที่เด็ก ๆ ประจำบ้านต่าง ๆ ใน Hogwarts นั่งรายรอบโต๊ะอาหาร ที่ว่างเปล่า จากนั้น อาจารย์ใหญ่ ดัมเบิลดอร์ ก็โบกไม้กายสิทธิ์หนึ่งครั้ง แล้วก็ปรากฏอาหารขึ้นมาเต็มโต๊ะ ที่สามารถกินได้จริง ๆ เสียด้วย เมื่อเห็นสิ่งต่าง ๆ เหล่านี้ในภาพยนตร์แล้ว เราอาจจะคิดในใจว่า ถ้าเรามีเครื่องหรือมีเวทมนตร์อย่างนี้ก็น่าจะดีนะ อยากจะกินจะดื่มอะไร ก็สามารถสั่งผ่านเครื่อง หรือโบกมือหนึ่งครั้งแล้วของเหล่านั้นก็ปรากฏขึ้น โดยไม่ต้องรอให้ grab หรือ lineman มาส่ง

แล้วถ้าวันนี้ ความฝันเหล่านี้ กำลังจะเป็นความจริงแล้วเพื่อน ๆ จะคิดอย่างไร?

ใช่แล้วครับ. วันนี้เรากำลังจะมาชวนคุยเรื่อง เครื่องพิมพ์สามมิติ หรือ 3D printer ซึ่งในปัจจุบันนอกจากจะสามารถพิมพ์เครื่องมือเครื่องใช้ในงานประเภทต่าง ๆ ตั้งแต่งานก่อสร้างงานแฟชั่น ไปจนถึง งานทางทันตกรรม ได้ราวกับเนรมิตแล้ว พวกเราทราบกันไหมว่า เครื่องพิมพ์เหล่านี้ ยังสามารถพิมพ์อาหาร และมีการใช้งานจริงในร้านอาหารหลาย ๆ แห่งในปัจจุบันแล้ว วันนี้มันอาจจะยังไม่เก่งพอที่จะสั่งงานด้วยวาจาแล้วได้อาหารหรือเครื่องดื่มที่ต้องการ แต่ก็ใกล้ความเป็นจริงมากขึ้นเรื่อย ๆ แล้ว

ก่อนอื่น เรามารู้จักเทคโนโลยีที่เรียกว่า 3D printing นี้กันก่อน

แนวคิดของเทคโนโลยีการพิมพ์แบบสามมิติ หรือ three-dimensional (3D) printing นี้มีการพัฒนาขึ้นมาตั้งแต่ช่วงปี คศ 1980s หรือกว่าสี่สิบปีมาแล้ว โดยอาศัยพื้นฐานเทคโนโลยีแบบ additive manufacturing หรือ AM ซึ่งเป็นรูปแบบของการพิมพ์ ในลักษณะของการเติมวัสดุลงไปทีละชั้นทีละชั้น (layer by layer) และเมื่อใช้การควบคุมของคอมพิวเตอร์ ที่กำหนดการเคลื่อนไหวของหัวฉีด ก็จะทำให้ได้ให้เกิดงานพิมพ์ที่มีเป็นรูปร่างของชิ้นงานตามที่เรากำหนดไว้อย่างแม่นยำ ซึ่งก็เป็นหลักการคล้ายกับเทคโนโลยี CAD-CAM ที่เราเคยเล่าสู่กันฟังมาแล้ว (CAD/CAM in dentistry : อยู่ในข่าวสารทันตแพทย์เล่ม 5/2017) ตั้งแต่เริ่มการพัฒนาเทคโนโลยีมาจนถึงปัจจุบัน มีการใช้เทคโนโลยีนี้ในการผลิตชิ้นส่วนหรืออุปกรณ์ต่าง ๆ ในแทบทุกวงการ ตั้งแต่การก่อสร้าง การออกแบบ ชิ้นส่วนของเครื่องมือต่าง ๆ รวมทั้งอุปกรณ์ทางการแพทย์ และในทางทันตกรรม และที่เราจะคุยกันวันนี้ คือ การใช้เทคโนโลยีนี้ในอุตสาหกรรมอาหาร





โดยจุดเด่นที่ทำให้ การใช้เครื่องพิมพ์สามมิติ คือทำให้ได้งานที่มีความเที่ยงตรง แม่นยำ รวมทั้งตอบโจทย์ green technology เนื่องจากมีของเสียจากการผลิตน้อยกว่า และที่สำคัญคือ สามารถผลิตชิ้นส่วนวัสดุ แบบ customized คือทำตามแบบที่ต้องการได้ ซึ่งจุดเด่นนี้ เหมาะมากสำหรับอุตสาหกรรมอาหาร เนื่องจากสามารถจัดการ พิมพ์ อาหาร ที่มีส่วนผสมของสารอาหารที่เหมาะสมสำหรับบุคคล ได้ สามารถทำอาหารที่เหมาะสมกับผู้สูงอายุ ผู้ที่แพ้สารอาหารบางอย่าง ผู้ป่วยมะเร็ง นอกจากนี้ ยังไม่มีการเบียดเบียนชีวิตด้วย เพราะเราสามารถพัฒนา ผงหมึก ที่ใช้พิมพ์ จากพืช หรือจากเศษอาหาร โดยการนำกลับมาใช้ใหม่ ซึ่งจะแก้ปัญหาเรื่องของสิ่งแวดล้อมของโลก รวมทั้งปัญหาการขาดแคลนอาหารในประเทศที่ยากจนได้เป็นอย่างดี

## เทคโนโลยีการพิมพ์อาหาร

ในปัจจุบัน วิธีการ “พิมพ์” อาหารที่ทำกันอยู่นั้น จะมีด้วยกัน สามวิธี ได้แก่

### 1. Extrusion-based printing

การพิมพ์ด้วยวิธีนี้ จะใช้การอัด หรือฉีด หมึกพิมพ์ (ซึ่งทำมาจากสารอาหาร) ผ่านหัวฉีด หรือ nozzle ด้วยแรงดันที่เหมาะสม โดยการอัด หรือฉีดหมึกนี้ หัวฉีดจะเคลื่อนตัวไปตาม รูปแบบของอาหาร ที่กำหนดไว้ การฉีดหมึกนี้จะทำเป็นชั้น ๆ เหมือนที่อธิบายข้างต้น จนได้รูปร่างของอาหารที่ต้องการ ซึ่งเทคโนโลยีนี้ เป็นวิธีการที่ไม่ยุ่งยากซับซ้อน และเครื่องพิมพ์ชนิดนี้ มีราคาไม่แพงนัก โดยจะพิมพ์อาหารอะไรได้บ้างนั้น ก็จะขึ้นกับหมึกพิมพ์ เช่นพิมพ์ด้วย chocolate เป็นต้น

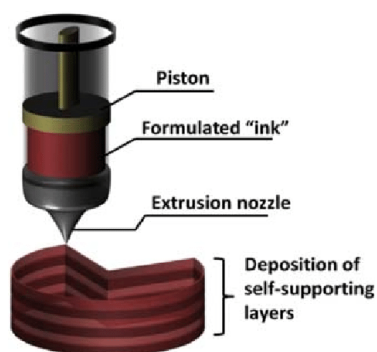


diagram แสดงการสร้างอาหารแบบวิธี extrusion (รูปจาก [https://www.researchgate.net/figure/Schematic-diagram-of-3D-food-printing-extrusion-processes-see-on-line-version-for-colours\\_fig5\\_330898185](https://www.researchgate.net/figure/Schematic-diagram-of-3D-food-printing-extrusion-processes-see-on-line-version-for-colours_fig5_330898185))

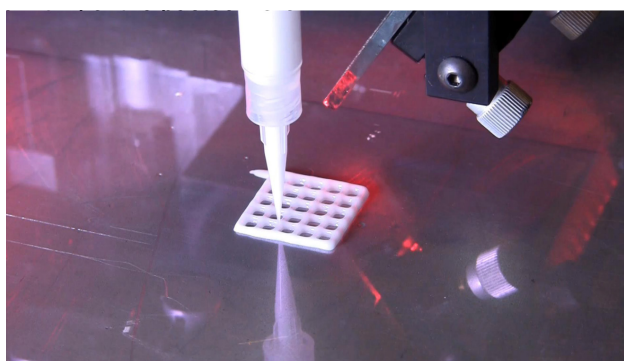


a) Multiple material cookies 3D model b) Actual printed cookies

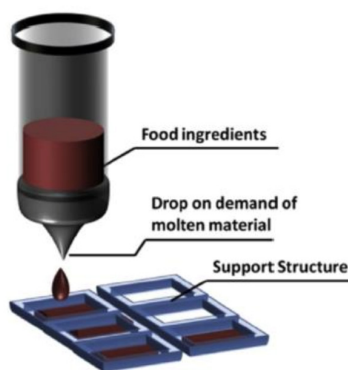
ภาพแสดงคุกกี้ที่พิมพ์แบบ extrusion โดยทางซ้ายคือ 3D model ส่วนทางขวาคือคุกกี้ที่พิมพ์ออกมาตามแบบ (รูปจาก [https://ars.els-cdn.com/content/image/1-s2.0-S0260877417300730-gr3\\_lrg.jpg](https://ars.els-cdn.com/content/image/1-s2.0-S0260877417300730-gr3_lrg.jpg))

### 2. Inkjet Printing (IJP)

การพิมพ์ด้วยเทคโนโลยีแบบอิงค์เจ็ทนี้จะคล้ายกับแบบ extrusion ข้างต้น ต่างกันตรงที่ “หมึก” ที่ใช้พิมพ์จะมีความเหลวมากกว่า ทำให้การพิมพ์ด้วยวิธีนี้ไม่สามารถพิมพ์ให้เกิดเป็นโครงสร้างเหมือนแบบ extrusion และนิยมใช้ในการพิมพ์เพื่อตกแต่งอาหารให้มีความสวยงามกว่า



## Inkjet



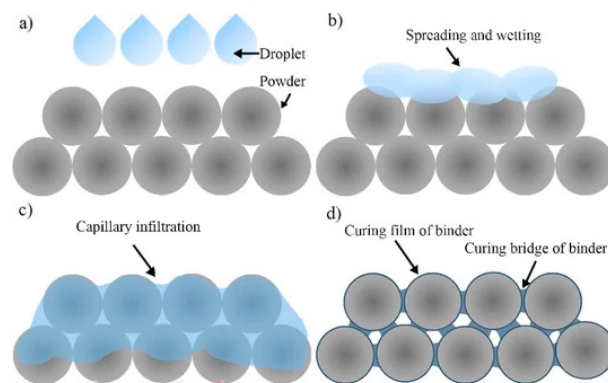
รูปจาก [https://3dfoodprintingconference.com/wp-content/uploads/2017/07/Nesli-Sozer-3D-Food-Printing-Conference\\_Sozer28062017.pdf](https://3dfoodprintingconference.com/wp-content/uploads/2017/07/Nesli-Sozer-3D-Food-Printing-Conference_Sozer28062017.pdf)

### 3. Binder jetting

เป็นวิธีการที่ซับซ้อนขึ้น แต่ก็จะได้รูปร่างของอาหารที่ซับซ้อนขึ้นด้วยเช่นกัน หลักการของ The binder jetting คือการใช้สารเชื่อม ที่มีคุณสมบัติที่สามารถไหลแทรกซึมเข้าไปในระหว่างอนุภาคของสารอาหารหลัก และเมื่อได้รับความร้อน ก็สามารถยึดโมเลกุลของสารอาหารเข้าด้วยกัน

วิธีการพิมพ์แบบนี้ จะเริ่มด้วยการเคลื่อนอนุภาคสารอาหารหลักไปบน platform ให้เรียบเสมอกัน จากนั้นหัวฉีดจะเคลื่อนไปบน platform และปล่อยสารเชื่อม หรือ binder ลงบนสารอาหารหลักนั้น แต่จะปล่อยในตำแหน่งที่ถูกกำหนดไว้ตามแบบเท่านั้น จากนั้นอนุภาคของสารอาหารหลักถูกเชื่อมติดกันด้วยความร้อน จากนั้นก็เริ่มรอบใหม่ คือเคลื่อนอนุภาคสารอาหารหลักไปบน platform ให้เรียบเสมอกัน แล้วหัวฉีดก็จะเคลื่อนไปบน platform และปล่อยสารเชื่อม และให้ความร้อน

เมื่อทำแบบนี้ไปเรื่อยๆ ในตอนสุดท้าย เมื่อเป่าเอาอนุภาคสารอาหารที่ไม่ได้รับการเชื่อมติดออก ก็จะเหลือแต่อนุภาคที่ถูกเชื่อมด้วยสารเชื่อมเท่านั้น จะได้รูปร่างของอาหารตามที่กำหนดไว้

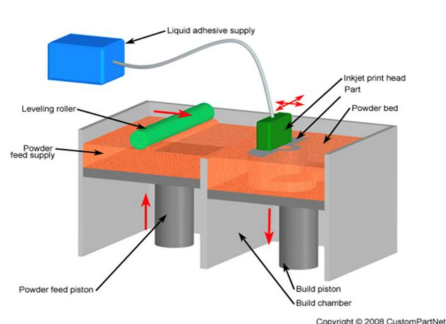


จากรูป แสดงอนุภาคหลัก (สีเทา) ที่ถูกตกลงบน platform จากนั้นหัวฉีดจะหยดตัวเชื่อมลงบนอนุภาคหลักเหล่านี้ และตัวเชื่อมจะเชื่อมอนุภาคหลักเข้าด้วยกัน แต่ในบริเวณที่ไม่ได้รับตัวเชื่อม อนุภาคหลักก็ถูกเป่าออกจนเหลือแต่โครงสร้างที่มีการเชื่อมติดเท่านั้น (รูปจาก <https://www.mdpi.com/2075-4701/10/10/1354/html>)



รูปแสดง pasta ที่มีรูปร่างวิจิตรสวยงาม ที่สร้างขึ้นโดยเครื่องพิมพ์สามมิติ (รูปจาก <https://zannifoodcuriosities.blogspot.com/>)

### Binder Jetting



จากรูป สีสน้ำตาลส้ม คืออนุภาคของสารอาหารที่เคลื่อนไปบน platform สีเทาเข้มด้วยลูกกลิ้งสีเขียว จากนั้นส่วนของหัวฉีด สีเขียวเข้ม ก็จะเคลื่อนไปยังตำแหน่งที่กำหนดไว้ แล้วปล่อยสารเชื่อมลงไปเพื่อเชื่อมอนุภาคของสารอาหารในตำแหน่งนั้น ด้วยความร้อน เรียกว่าครบหนึ่งรอบ จากนั้น ก็จะเริ่มรอบใหม่โดยการเคลื่อนสีน้ำตาลให้เต็มพื้นที่อีกครั้ง แล้วก็หยดสารเชื่อมลงในตำแหน่งที่ต้องการอีก เมื่อทำซ้ำ ๆ แบบนี้ไปหลายรอบ โครงสร้างทั้งระบบจะค่อย ๆ หนาขึ้น จนได้ความหนาที่ต้องการ แล้วเป่าส่วนสีน้ำตาลออก หรือส่วนผงที่ไม่ได้รับสารเชื่อมออกไป ก็จะเหลือแต่อนุภาคสารอาหารที่ได้รับการเชื่อมติดกัน เกิดเป็นรูปร่างอาหารที่ต้องการ (รูปจาก [https://3dfoodprintingconference.com/wp-content/uploads/2017/07/Nesli-Sozer-3D-Food-Printing-Conference\\_Sozer28062017.pdf](https://3dfoodprintingconference.com/wp-content/uploads/2017/07/Nesli-Sozer-3D-Food-Printing-Conference_Sozer28062017.pdf))

### เนื้อสัตว์จากการพิมพ์สามมิติ คุณเคยลองแล้วหรือยัง?

วิธีการพิมพ์อาหารตามที่กล่าวมาข้างต้น มีพัฒนาการมาระยะหนึ่งแล้ว โดยหมึกพิมพ์ที่ใช้ก็มักจะเป็นพวกแป้ง หรือสารในกลุ่มคาร์โบไฮเดรต ผสมกับสารแต่งกลิ่นแต่งรสต่าง ๆ ความแปลกใหม่ของอาหารจากงานพิมพ์สามมิติ คือรูปร่างที่สวยงาม ของอาหารที่รังสรรค์ขึ้น แต่ถ้าเป็น meat lover แต่ก็ยังเป็น environmental activist ด้วย คืออยากจะกินเนื้อที่ไม่มีผลกระทบต่อธรรมชาติ ก็นำไปสู่ความท้าทายใหม่ๆ กล่าวคือ เราจะสามารถพิมพ์โปรตีนได้หรือไม่







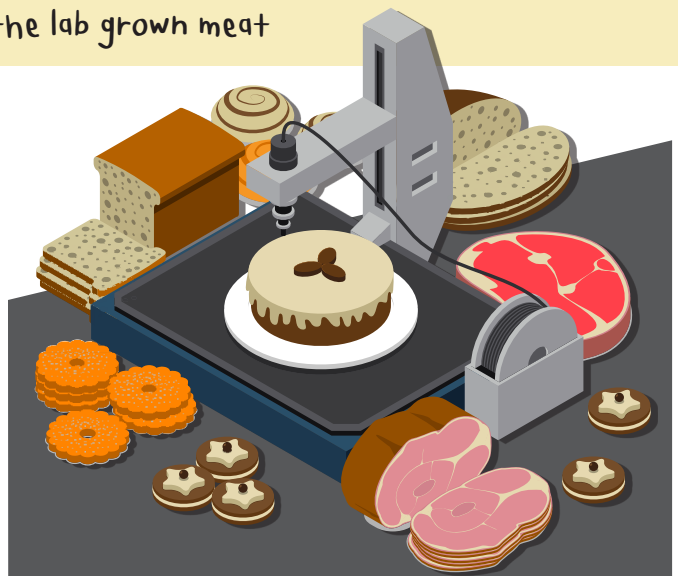
## Before 3D printing meat is the lab grown meat

จริง ๆ แล้ว ก่อนที่เราจะพิมพ์เนื้อได้นั้น เรามีการสร้างเนื้อสัตว์ขึ้นมาจากเซลล์ที่เพาะเลี้ยงในห้องปฏิบัติการมาก่อน ถ้าเรานั่ง time machine ย้อนกลับไปในอดีต เพื่อติดตามดูความพยายามของนักวิทยาศาสตร์ ในการผลิตเนื้อจากห้องปฏิบัติการจะพบพัฒนาการในเรื่องนี้ที่น่าทึ่งมาก

แนวคิดในการสร้างเนื้อจากจานเลี้ยงเซลล์เริ่มขึ้นตั้งแต่ปี 1950s, โดยนักวิทยาศาสตร์ชาวเนเธอร์แลนด์ที่ชื่อว่า William Van Eelen แต่กว่าที่เราจะเลี้ยงเซลล์กล้ามเนื้อได้สำเร็จ ก็ต้องใช้เวลามากกว่า 20 ปี กว่าที่จะประสบความสำเร็จในการเลี้ยงเซลล์กล้ามเนื้อบนจานเลี้ยงเซลล์ โดย Russel Ross เป็นคนแรกที่รายงานผลการเลี้ยงเซลล์กล้ามเนื้อในห้องปฏิบัติการ และได้บรรยายความสำเร็จนี้ ไว้ในบทความของเขาว่า

*"Smooth muscle ..... of immature guinea pig aorta were grown for up to 8 weeks in cell culture. .... By week 4 in culture, microfibrils appeared within the spaces between the layers of cells. Analysis of the microfibrils showed that they have an amino acid composition similar to that of the microfibrillar protein of the intact elastic fiber."*

ขออนุญาตไม่แปลนะครับ กลัวจะเสียอรรถรส :)



แต่กว่าที่จะเลี้ยงเซลล์กล้ามเนื้อให้กลายเป็นชิ้นเนื้อที่รับประทานได้จริง ก็ล่วงมาถึงปี 2003 โดย รายงานจากมหาวิทยาลัย Harvard ได้นำเสนอ "steak" ขนาดจิ๋ว ที่เพาะเลี้ยงได้จากเซลล์ต้นกำเนิดของกบ frog stem cells ที่กินได้จริง ๆ เป็นครั้งแรก

สิบปีต่อมา Dr. Mark Post at Maastricht University ที่เนเธอร์แลนด์ ได้ประสบความสำเร็จในการสร้างเนื้อขนาดใหญ่เท่ากับขนาดของ burger ขึ้นเป็นครั้งแรก ซึ่งเขายอมรับว่าต้องใช้เงินมหาศาลถึง \$300,000 เพื่อให้ได้เนื้อหนึ่งชิ้น โดยการปรุงและรับประทานเนื้อชิ้นนี้ มีการถ่ายทอดสดทางโทรทัศน์ด้วยในกรุงลอนดอน และหนึ่งในผู้ที่ได้รับประทานเนื้อชิ้น ได้กล่าวถึง burger นี้ว่า *"This is meat to me... It's really something to bite on and I think the look is quite similar."*

ความสำเร็จนี้ได้ปลุกกระแสความพยายามสร้างเนื้อจากห้องปฏิบัติการขึ้นทั่วโลก มีการตั้งบริษัท startup ขึ้นมาจำนวนมาก เพื่อยุติความท้าทายที่ยอดเทคโนโลยีนี้ ให้เกิดขึ้นได้จริง ในราคาที่เหมาะสมประโยชน์ของงานวิจัยนี้

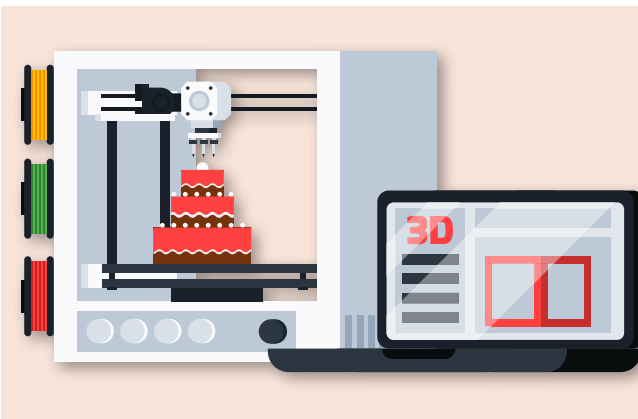
นอกจากจะเป็นการลดในเรื่องของการฆ่าสัตว์แล้ว ยังเป็นการช่วยลดมลภาวะให้โลกด้วย เนื่องจากกระบวนการในการเลี้ยงปศุสัตว์สำหรับการบริโภคนั้น มีต้นทุนทางสิ่งแวดล้อมสูงมาก ตั้งแต่เรื่องของต้นน้ำ คือ การพัฒนาอาหารสัตว์ ไปจนถึงการ กำจัดของเสียจากกระบวนการเลี้ยง และการผลิตเนื้อสัตว์

อย่างไรก็ดี ความสำเร็จที่เป็นรูปธรรมที่ชัดเจน เกิดขึ้นในปี 2020 เมื่อ องค์การ อย ของสิงคโปร์อนุญาตให้ขาย "chicken bites" ที่ผลิตจากห้องแล็บ (ซึ่งใช้เวลาในการพิจารณานานกว่าสองปี) และมีการตั้ง The "world's first commercial sale of cell-cultured meat" ขึ้นที่สิงคโปร์



อย่างไรก็ดี จากการที่ต้นทุนในการเพาะเลี้ยงเซลล์ก็ยังคงสูงและยังก่อให้เกิดมลภาวะจากการกำจัดของเสียที่เกิดขึ้น ทำให้ความพยายามในการพิมพ์ ribeye steak ยังคงดำเนินอยู่อย่างต่อเนื่อง เนื่องจากเทคโนโลยีของการพิมพ์สามมิตินั้น จะมีกระบวนการจัดการที่มีประสิทธิภาพกว่า และมีของเสียจากกระบวนการน้อยกว่ามาก และที่สำคัญคือไม่มีการใช้ผลิตภัณฑ์จากสัตว์เลย โดยผงหมักโปรตีนที่ใช้ในการผลิตนั้น ก็พัฒนามาจากโปรตีนพืช ซึ่งน่าจะถูกใจนักอนุรักษ์หลาย ๆ คน

และในที่สุด เราก็ประสบความสำเร็จในการสร้างสเต็กที่พิมพ์ขึ้นมาจากเครื่องพิมพ์สามมิติ โดยหมักพิมพ์ทั้งหมดนั้นพัฒนามาจากโปรตีนจากพืช และมีการทดสอบจากผู้บริโภคในเบื้องต้นแล้วว่า เนื้อสัตว์ที่พิมพ์ขึ้นมานั้น มีลักษณะที่คล้ายกับเนื้อสัตว์จริง โดยมีข้อได้เปรียบเมื่อเทียบกับเนื้อจากงานเลี้ยงเซลล์ตรงที่ ในกระบวนการพิมพ์นั้น สามารถใส่กลิ่น รส texture โดยเฉพาะของไขมันเข้าไปด้วย ทำให้มีความคล้ายกับเนื้อมากกว่าเนื้อที่ผลิตจากงานเลี้ยงเซลล์ นอกจากนี้ การใช้เทคโนโลยีของการพิมพ์ยังมีข้อได้เปรียบตรงที่ สามารถทำเนื้อให้มีองค์ประกอบตามความต้องการ



เฉพาะของลูกค้าแต่ละคนได้ด้วย โดยอาจจะทำให้มีสารอาหารพิเศษเพิ่มสำหรับคนป่วย มี texture ที่เหมาะกับผู้สูงอายุ หรือผู้ที่โรคประจำตัวบางอย่าง

แต่ 3D print meat จะอร่อยจริงหรือไม่ั้น ผู้เขียนบทความก็ตอบไม่ได้เพราะไม่เคยลอง แต่ถ้าใครคิดว่าอยากลอง ตอนนี้บ้านเราก็มีจำหน่ายแล้ว ซึ่งอาจจะ search หาได้ด้วย keyword plant-based burger หรือ plant-based beef

**Winston Churchill: “We shall escape the absurdity of growing a whole chicken in order to eat the breast or wing, by growing these parts separately under a suitable medium.”**

[Winston Churchill Imagined the Lab-Grown Hamburger. <https://www.smithsonianmag.com/smart-news/winston-churchill-imagined-lab-grown-hamburger-180967349>]

## หนังสืออ่านประกอบ

1. Pitayachaval P. A Review of 3D Food Printing Technology. MATEC Web of Conferences 213, 01012 (2018) ACMME 2018. <https://doi.org/10.1051/mateconf/201821301012>
2. Godoi FC, et al. An Introduction to the principles of 3D food printing. In Fundamentals of 3D Food Printing and Applications. 2019, Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814564-7.00001-8>
3. The latest developments in 3D printed meat. [https://www.3d natives.com/en/3d-printed-meat-040720204/](https://www.3dnatives.com/en/3d-printed-meat-040720204/)
4. Gholamipour-Shirazi A, Kamlow MA, T Norton I, Mills T. How to Formulate for Structure and Texture via Medium of Additive Manufacturing-A Review. Foods. 2020 Apr 15;9(4):497. doi: 10.3390/foods9040497. PMID: 32326451; PMCID: PMC7231001.

