



## ผลงานวิจัย และนวัตกรรมดีเด่น ๖๐ ปี วช.

### ประเภทนวัตกรรม

#### ๑. ชื่อผลงานนวัตกรรม

เครื่องตรวจความผิดปกติของนม ยู. เอช. ที. หรือผลิตภัณฑ์อาหารเหลวบรรจุกล่องแบบไม่ทำลาย

#### ๒. คณะผู้ร่วมประดิษฐ์ผลงาน และนวัตกรรม

(๑) ชื่อ นายสุวรรณ นามสกุล หอมหวล

หน่วยงาน/สถานที่ติดต่อ ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล / ศูนย์ทดสอบประตูหน้าต่างและระบบผนัง curtain wall สำหรับอาคาร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน  
โทรศัพท์ที่ทำงาน ๐๓๔ ๓๕๕๓๑๐ มือถือ ๐๘๖ ๘๐๔๒๒๓๘ e-mail: fengsw@ku.ac.th

(๒) ชื่อ นายณัฐดนัย นามสกุล ต้นทวีรุพ์

หน่วยงาน/สถานที่ติดต่อ ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์  
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน  
โทรศัพท์ที่ทำงาน ๐๓๔ ๓๕๕๓๑๐

(๓) ชื่อ นายจรัสพงษ์ นามสกุล เจริญภูมธานนท์

หน่วยงาน/สถานที่ติดต่อ ศูนย์ทดสอบประตูหน้าต่างและระบบผนัง curtain wall สำหรับอาคาร  
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน  
โทรศัพท์ที่ทำงาน ๐๖๒ ๔๖๒๖๐๔๓

(๔) ชื่อ นายสุทิน นามสกุล พรหมชาติ

หน่วยงาน/สถานที่ติดต่อ ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์  
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน  
โทรศัพท์ที่ทำงาน ๐๓๔ ๓๕๕๓๑๐

๓. กลุ่มเรื่องตามมิติการนำผลงานไปใช้ประโยชน์

- การพัฒนาสังคม
- การพัฒนาชุมชนและพื้นที่
- การพัฒนาเศรษฐกิจ/อุตสาหกรรม
- การสร้างความเข้มแข็งทางวิชาการ

#### ๔. ได้รับรางวัลจาก วช.

ได้รับรางวัลสภาวิจัยแห่งชาติ ประเภทรางวัลประกาศเกียรติคุณ รางวัลระดับดี ผลประดิษฐ์คิดค้น ประจำปี พ.ศ.๒๕๕๓ รับโล่ และเงินรางวัล ๑๕๐,๐๐๐ บาท ด้านวิศวกรรมศาสตร์และอุตสาหกรรม

ได้รับรางวัลสภาวิจัยแห่งชาติ ประเภทรางวัลประกาศเกียรติคุณ รางวัลระดับดี ผลประดิษฐ์คิดค้น ประจำปี พ.ศ.๒๕๕๕ รับโล่ และเงินรางวัล ๑๕๐,๐๐๐ บาท ด้านวิศวกรรมศาสตร์และอุตสาหกรรม

## ๑. ความสำคัญของปัญหา

ผลิตภัณฑ์นม ยู.เอช.ที ผลิตโดยใช้ความร้อนในการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ช่วงอุณหภูมิ ๑๔๐-๑๔๕ องศาเซลเซียส ในเวลาสั้นมาก โดยกระบวนการแต่ละขั้นตอนจะปลอดเชื้อจุลินทรีย์โดยผลิตในระบบปิด แต่มีโอกาสที่นมจะเสียได้เนื่องจากอุณหภูมิ ประสิทธิภาพของเครื่องจักร และสภาพการผลิตที่ไม่ปลอดเชื้อจริง ทำให้การตรวจสอบคุณภาพของนมหลังจากการบรรจุจึงมีความสำคัญ เพื่อไม่ให้ผู้บริโภค เช่นนักเรียน (โครงการนมโรงเรียน) หรือประชาชนทั่วไป เมื่อเปิดกล่องหรือดื่มบริโภคจากกล่องเป็นนมคุณภาพไม่ดี โดยสาเหตุมาจากกระบวนการผลิตตั้งแต่ให้ความร้อนจนถึงการบรรจุกล่อง ผลิตภัณฑ์นมอาจเกิดการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์มาจากหลายสาเหตุ เช่น ท่อขนส่งนมไม่สะอาด หรือผู้ปฏิบัติงานมีความสะอาดไม่เพียงพอส่งผลให้ผลิตภัณฑ์อาจหมดอายุก่อนกำหนดได้ **ดังนั้นจึงจำเป็นต้องตรวจนมที่บรรจุกล่องแล้ว เพื่อคัดนมที่ผิดปกติทิ้งก่อนจำหน่าย** ให้แก่ผู้บริโภค โดยเจ้าหน้าที่ ทำการสุ่มตัวอย่างน้ำนมในช่วงการผลิต ไปเพาะเชื้อ และหากตัวอย่างใดมีปริมาณจุลินทรีย์เกินเกณฑ์มาตรฐานก็นำนมที่ผลิตในช่วงเวลาดังกล่าวไป รีไซเคิล หรือไปใช้ประโยชน์อย่างอื่นแทนแต่เป็นการเปิดกล่องออกดูทั้งหมด แต่นมที่ผลิตในช่วงเวลาดังกล่าวไม่ได้ปนเปื้อนจุลินทรีย์ทุกกล่อง เพราะการปนเปื้อนจุลินทรีย์ในกระบวนการผลิตเป็นการปนเปื้อนเชื้อเพียงเล็กน้อย นมจึงไม่เสียทันที แต่จะค่อยๆ เสีย ทำให้นมมีรสเปรี้ยว จับตัวเป็นก้อน หรือแยกตกตะกอนอย่างชัดเจนแสดงดังรูปที่ ๑ ก,ข ทำให้นมที่ปกติหรือดีไม่เสียหายจะถูกทำลายไปด้วย เป็นการตรวจสอบแบบทำลาย



รูปที่ ๑ ก,ข แสดงนมผิดปกติที่มีรสเปรี้ยว จับตัวเป็นก้อน หรือแยกตกตะกอนอย่างชัดเจน

ดังนั้นโรงงานผู้ผลิตนม UHT บรรจุกล่อง หรือผลิตภัณฑ์นมอย่างอื่น เช่น นมเปรี้ยว นมแก้วเหลือง ฯลฯ จึงจำเป็นต้องมีระบบตรวจสอบขั้นตอนสุดท้ายโดยไม่ทำลาย ทำให้สามารถตรวจสอบจำนวนตัวอย่างในปริมาณที่มากได้ (กรณีที่มีของค้างอยู่ในสโตร์หลายล้านกล่อง ซึ่งไม่แน่ใจว่านมในล็อตนั้นดีจริงหรือไม่) เพราะไม่ต้องคำนึงถึงความสูญเสียที่เกิดขึ้นจากการเปิดกล่องออกดู ทำให้สามารถสร้างหลักประกันได้ว่าผลิตภัณฑ์นม UHT บรรจุกล่อง ที่ผลิตออกไปถึงมือผู้บริโภคนั้นมีคุณภาพดีจริง

## ๒. วัตถุประสงค์

๒.๑ เพื่อวิจัย พัฒนาและสร้างเครื่องมือตรวจสอบเฉพาะด้านขึ้นใช้เองแทนการนำเข้าเครื่องมือจากต่างประเทศสำหรับตรวจความผิดปกติของน้ำนมในกล่องที่บรรจุแล้วโดยไม่เปิดออกดู (แบบไม่ทำลาย)

## ๓. คุณสมบัติ/ คุณลักษณะเฉพาะและขอบเขตการใช้งานของผลงาน และนวัตกรรม

๓.๑ เป็นเครื่องตรวจสอบที่มีลักษณะของอุปกรณ์ที่แยกการทำงานอย่างชัดเจนในส่วนทางกลและทางไฟฟ้าคือ การประมวลผลสัญญาณ

๓.๒ ใช้การควบคุมแบบ Computerized function ทำให้สามารถแสดงผลคัดแยกเป็นสัญญาณเสียงและภาพผ่านจอโดยการปรับค่าเกณฑ์การแบ่งนมดีและนมที่ต้องระงับบนโปรแกรมได้เลย

๓.๓ มีความสามารถในการตรวจวิเคราะห์คัดแยกนมดีและนมเสียโดยไม่ต้องเปิดดู สำหรับผลิตภัณฑ์นมบรรจุกล่องรสชาติต่างๆ ได้ ตั้งแต่ ๗๐๐ - ๑๒๐๐ กล่อง/ชั่วโมง ขึ้นอยู่กับความเร็วของผู้ใช้ในหยิบและวางลงบนเครื่อง

๓.๔ สามารถตรวจคัดแยกได้กับนมยู เอช ที บรรจุกล่องหรือผลิตภัณฑ์อาหารเหลวเช่น น้ำผลไม้ ฯ ทุกขนาด ๑๒๕ - ๑๐๐๐ ซีซี ที่จำหน่าย โดยทำการเปลี่ยนขนาดถาดรองรับการสั่นบนเครื่อง ที่เหมาะกับโรงงานหรือบริษัทที่ผลิตผลิตภัณฑ์อาหารเหลว UHT พร้อมตีบรรจุกล่อง (นมหรือ นมโรงเรียน น้ำผลไม้ นมถั่วเหลือง โยเกิร์ต ฯ)

#### ๔. จุดเด่น หรือกลไกการทำงานที่เป็นจุดเด่นที่แตกต่างจากของผู้อื่นที่มีอยู่แล้ว (กรุณาระบุให้ชัดเจน)

เนื่องจากผลิตภัณฑ์อาหารเหลวหรือนมที่อยู่ในกล่องบรรจุภัณฑ์ที่ทำจากวัสดุอื่นรวมถึงกระดาษเป็นชั้นบางโดยมีฟอยล์อยู่ชั้นตรงกลางจำนวนประมาณ ๕-๗ ชั้น (ขึ้นอยู่กับบริษัทผู้ผลิต) ทำให้การตรวจแบบไม่ทำลายด้วยคลื่น NIR , X-ray หรือคลื่นเสียงไม้อาจแยกความแตกต่างได้ จึงต้องใช้หลักการสั่นสะเทือนทางกลแทนโดยออกแบบระบบให้เกิดการเคลื่อนตัวของๆเหลวภายในบรรจุภัณฑ์

เครื่องตรวจความผิดปกติของนมกล่องโดยไม่ต้องเปิดกล่องออกดูจึงมีความสำคัญในแง่การลดความสูญเสียของโรงงานผู้ผลิต รวมถึงความปลอดภัยของผู้บริโภค ปัจจุบันมีการนำเข้าจากต่างประเทศมีชื่อทางการค้าว่า เครื่อง Electester มีส่วนประกอบซับซ้อน แสดงดังรูปที่ ๒ ก,ข ราคามากกว่า ๓ ล้านบาทต่อเครื่อง



รูปที่ ๒ ก,ข.เครื่องตรวจสอบแบบไม่ทำลาย (Electester) ที่ใช้ในโรงงานผลิตนม ฯ นำเข้าจากต่างประเทศ

ส่วนเครื่องตรวจความผิดปกติของนมแบบไม่ทำลายนี้ ประยุกต์ใช้ทฤษฎีการสั่นทางกล แบบการสั่นสะเทือนเสรีแบบมีตัวหน่วงชนิดของเหลวหนืดกรณีหน่วงน้อยเกินไป ได้จดสิทธิบัตรตามรูปที่ ๓ก. เพื่อตรวจวิเคราะห์และคัดแยกนมรสชาติต่างๆ หรืออาหารเหลวที่บรรจุกล่องขนาดต่างๆที่ปนเปื้อนเพียงเล็กน้อย ซึ่งนมหรืออาหารเหลวไม่เสียทันที แต่ค่อยๆเสียและจะกลายเป็นนมหมดอายุก่อนกำหนดในอนาคต นมมีความหนืดและพฤติกรรมไหลต่างกัน การสั่นเขย่าแบบเกิดการหน่วงน้อยเกินไป จึงส่งผลให้มีการตอบสนองต่อการสั่นต่างกัน จึงสามารถประมวลสัญญาณการสั่นในค่าที่แตกต่างกันได้ สามารถแบ่งนมดีและนมที่มีแนวโน้มจะเสียก่อนวันหมดอายุได้โดยการตั้งค่ามาตรฐาน มีระบบแสดงผลเป็นสัญญาณเสียงและภาพผ่านจอได้ มีกลไกการทำงานไม่ยุ่งยากสามารถเรียนรู้ได้ง่าย การทำชิ้นงาน ประกอบโครง และวัสดุต่าง ๆ สามารถหาและทำในประเทศเป็นส่วนใหญ่แสดงดังรูปที่ ๓ ข



รูปที่ ๓ ก, ข. แสดงสิทธิบัตร และเครื่องตรวจสอบแบบไม่ทำลาย (Electester) ที่ใช้ในโรงงานผลิตนมในประเทศ

### ๕. ประโยชน์และคุณค่าของผลงาน และนวัตกรรม

หลังจากพัฒนารูปแบบและลักษณะเครื่องให้เหมาะกับการใช้ในอุตสาหกรรมในเชิงพาณิชย์ รวมถึงจดสิทธิบัตรแล้ว

- เป็นตัวแทนของการวิจัยและพัฒนาเครื่องมือตรวจสอบเฉพาะด้านขึ้นใช้เองแทนการนำเข้าเครื่องมือที่มีวัตถุประสงค์การใช้งานอย่างเดียวกัน ทำให้ประหยัดเงินตราได้มากกว่า ๒ ล้านบาทต่อการซื้อ ๑ เครื่อง (มูลค่าเครื่องที่ผลิตเองประมาณ ๑ ล้านบาท)
- สามารถนำไปใช้ในกระบวนการสุดท้ายของการผลิตผลิตภัณฑ์นม หรืออาหารเหลว ในอุตสาหกรรมอาหารที่บรรจุลงกล่องขนาดต่างๆ สำหรับตรวจความผิดปกติที่ผู้ปฏิบัติงานไม่สามารถแยกได้ถ้าไม่เปิดออกดู ทำให้ลดต้นทุนการควบคุมคุณภาพให้แก่โรงงานนมและอาหารในประเทศได้
- เข้าไปมีส่วนในการแก้ปัญหาการตรวจคุณภาพนมโรงเรียนบรรจุกล่องตั้งแต่ปี พ.ศ. ๒๕๕๙ เพื่อให้ผู้ผลิตที่ได้ โควตาผลิตนมโรงเรียนบรรจุกล่องได้มีระบบตรวจสอบคุณภาพที่มีหลักประกันที่ชัดเจนขึ้น แทนการสุ่มตรวจแล้วเปิดออกดูที่เป็นวิธีการ QC แบบเดิม

### ๖. การนำผลงาน และนวัตกรรมไปใช้ประโยชน์

มีผู้ใช้ประโยชน์คือโรงงานผู้ผลิตผลิตภัณฑ์นมพร้อมดื่ม ยู.เอช.ที. ทั้งของ เอกชน และของสหกรณ์ เป็นการยกระดับคุ้มครองผู้บริโภค โดยเฉพาะนมโรงเรียน ผลิตผลงานในรูปแบบโครงการพัฒนาวิชาการ ให้คำปรึกษา ออกแบบและสร้างเครื่องให้กับผู้ประกอบการ รวมถึงทำโครงการ สนับสนุนการพัฒนาเทคโนโลยีของอุตสาหกรรมไทย (ITAP) สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช) ให้กับสหกรณ์ที่ได้โควตาผลิตนมโรงเรียน เพื่อใช้ในกระบวนการตรวจคุณภาพนม ยู.เอช.ที. บรรจุกล่องดังนี้ (พ.ศ. ๒๕๕๒ - ๒๕๖๒)

- โรงงานผลิตนมโรงเรียน บริษัทเชียงใหม่เฟรมิลล์จำกัด อ.สารภี จ. เชียงใหม่ จำนวน ๒ เครื่อง (พ.ศ.๒๕๕๒)
- สร้างถวายโครงการส่วนพระองค์ (โรงงานนมสวนจิตรลดา) (พ.ศ. ๒๕๕๓)
- โรงงานผลิตนมโรงเรียน บริษัท ยู.เอ็ม โภคภัณฑ์ จำกัด อ.แม่ทะ จ.ลำปางจำนวน ๒ เครื่อง
- โรงงานผลิตนมโรงเรียน บริษัทอูตรเคร์ฟูดส์ อ.เมือง จ.อุตรธานี จำนวน ๑ เครื่อง (พ.ศ.๒๕๕๕)
- สหกรณ์การเกษตรสีคิ้ว จำกัด อ.สีคิ้ว จ.นครราชสีมา จำนวน ๑ เครื่อง (พ.ศ.๒๕๕๕)

- โรงงานผลิตนมสหกรณ์โคนมมวกเหล็ก จ.สระบุรี ผลิตนมโรงเรียน จำนวน ๑ เครื่อง (พ.ศ.๒๕๕๖)
- บริษัท เอบีโก้ แครี่ ฟาร์ม จำกัด จ.ปทุมธานี (ผลิตภัณฑ์ ไมโล) จำนวน ๒ เครื่อง(พ.ศ.๒๕๕๗)
- สหกรณ์โคนมเชียงใหม่จำกัด จังหวัดเชียงใหม่ ผลิตนมโรงเรียนและนมพาณิชย์ จำนวน ๑ เครื่อง (พ.ศ. ๒๕๖๐)
- สหกรณ์โคนมไทยมิลค์ จำกัด จังหวัดสระบุรี ผลิตนมโรงเรียนและนมพาณิชย์จำนวน ๒ เครื่อง (พ.ศ.๒๕๖๐)
- สหกรณ์โคนมไทยมิลค์ จำกัด จังหวัดสระบุรี ระบบตรวจสอบผลิตภัณฑ์นม ยู.เอช.ที.บรรจุกล่องแบบอัตโนมัติ ๑ ระบบ (พ.ศ.๒๕๖๑) โครงการ ITAP
- สหกรณ์การเกษตรสีคิ้ว จำกัด อ.สีคิ้ว จ.นครราชสีมา ระบบตรวจสอบผลิตภัณฑ์นม ยู.เอช.ที.บรรจุกล่องแบบกึ่งอัตโนมัติจำนวน ๑ ระบบ และ ๑ เครื่อง (พ.ศ.๒๕๖๑-๖๒) โครงการ ITAP
- สหกรณ์โคนมกำแพงแสน จำกัด อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม ระบบตรวจสอบผลิตภัณฑ์นม ยู.เอช.ที.บรรจุกล่องแบบกึ่งอัตโนมัติจำนวน ๑ ระบบ และ ๑ เครื่อง (พ.ศ.๒๕๖๒) โครงการ ITAP

**๗. ประโยชน์ที่เกิดขึ้นจริงทั้งทางตรงและทางอ้อมจากการนำผลงาน และนวัตกรรมไปใช้ พร้อมทั้งประเมินคุณค่าและมูลค่าของผลลัพธ์ ผลกระทบ ที่เกิดจากผลงาน และนวัตกรรมนี้**

๗.๑ เป็นตัวแทนของการวิจัยและพัฒนาเครื่องมือตรวจสอบเฉพาะด้านขึ้นใช้เองแทนการนำเข้าเครื่องมือที่มีวัตถุประสงค์การใช้งานอย่างเดียวกัน โดยผลิตไปใช้งานจริงจำนวน ๑๔ เครื่อง และ ๓ ระบบที่เป็นแบบกึ่งอัตโนมัติ ทำให้ประหยัดลดการนำเข้าไม่ต่ำกว่า ๒๕ ล้านบาท

๗.๒ ทำให้สหกรณ์หรือเอกชนที่ได้รับโควต้าผลิตนมโรงเรียนและผลิตนม ยู เอช ที บรรจุกล่องที่ทำเป็นนมพาณิชย์ แต่มีงบลงทุนไม่สูงสามารถมีระบบตรวจสอบคุณภาพของนมหลังจากการบรรจุกล่องได้ อันเป็นหลักประกันว่านมเมื่อออกจากโรงงานผู้ผลิตไปแล้วเป็นนมคุณภาพดี

๗.๓ โรงงานผู้ผลิตนมที่ได้โควต้าผลิตนมโรงเรียนนำระบบนี้มาตรวจสอบนมที่ค้างอยู่ในสโตร์หลายล้านกล่อง (เนื่องจากต้องผลิตทุกวัน) เพื่อแยกนมดีและนมเสียออกแทนการทำลายทิ้งทำให้ลดการสูญเสียหลายล้านบาท

๗.๔ สามารถแก้ปัญหาเรื่องนมโรงเรียนบูดเนื่องจากสามารถทำการตรวจสอบที่ค้างในสโตร์ได้มากเพราะไม่ต้องตรวจแบบไม่ทำลาย แทนวิธีเดิมที่ใช้วิธีการทางสถิติสุ่มแกะกล่องออกดู (กรณีบริษัทไทยมิลล์ ตามที่เป็นข่าว ในสื่อ ปี ๒๕๖๑)



เครื่องตรวจแบบ manual ส่งมอบที่โรงงานผลิต ของสหกรณ์โคนมไทยมิลค์ จำกัด จังหวัดสระบุรี (ใน ห้องสโตร์ รอการตรวจ) พ.ศ. ๒๕๖๑



เครื่องตรวจแบบ manual และระบบตรวจสอบแบบกึ่งอัตโนมัติ ส่งมอบที่โรงงานผลิตของโรงงานสหกรณ์ การเกษตรสีคิ้ว (ใน ห้องสโตร์ รอการตรวจ) พ.ศ. ๒๕๖๒

#### ๘. แนวคิดในการขยายผล ต่อยอดองค์ความรู้ หรือการถ่ายทอดเทคโนโลยีจากผลงาน และนวัตกรรมนี้

จัดอบรมและสัมมนาแลกเปลี่ยนความรู้เรื่องกระบวนการตรวจสอบคุณภาพนมขั้นต้นสุดท้าย โดยการ เพิ่มหน่วยงานด้านการตรวจคุณภาพแบบไม่ทำลายเข้าไปในแผนก QC ของสหกรณ์ และใช้การเกลี่ยพนักงาน มาทำงานด้านการตรวจคุณภาพนม UHT บรรจุกล่อง โดยไม่ทำลาย ที่ไม่ใช่เป็นการทำงานทุกวัน ตาม flow chart ด้านล่าง

