**เครื่องแสดงค่าเปอร์เซ็นต์น้ำมันปาล์มและค่าพีเอชของทะลายปาล์มน้ำมัน**

**Machine for Displaying Palm Oil Percentage and pH Values of Oil Palm Branch**

ปุณยวีร์ จามจรีกุลกาญจน์1,\*, พชรพล จันทร์ขุน1, วิทยา เชื้อสง่า1, วิษณุ จิรพัฒนานนท์1

**Punyawi Jamjareegulgarn, Pajarapo lJankhun, Wittaya Chuengsagha, Wisunu Jirapattananon**

บทคัดย่อ

บทความวิจัยฉบับนี้จัดทำขึ้นเพื่อเป็นตัวอย่างสำหรับการจัดทำบทความวิจัยเพื่อตีพิมพ์ลงในหนังสือรายงานการวิจัย (Proceedings book) ของการประชุมวิชาการระดับชาติ IAMBEST ครั้งที่ 1เท่านั้น บทความวิจัยฉบับนี้ได้ถูกแก้ไข ดัดแปลงและปรับปรุงเพิ่มเติมจากบทความวิจัยที่ได้ตีพิมพ์ก่อนหน้านี้ในการประชุมวิชาการวิศวกรรมไฟฟ้าครั้งที่ 37 (EECON 37) เพื่อให้สอดคล้องกับคำแนะนำการเขียนต้นฉบับสำหรับตีพิมพ์ลงในหนังสือรายงานการวิจัย

**คำสำคัญ:** ดีเอกซ์พี, ทะลายปาล์มน้ำมัน, เปอร์เซ็นต์น้ำมันปาล์ม, พีเอช

Abstract

This research paper is ONLY provided as a manuscript sample for publishing in Proceedings book of the 1st IAMBEST conference. This paper is edited, modified, and updated from a previously published paper in EECON 37 conference corresponding to the manuscript guideline for the 1st IAMBEST Proceedings book.

**Keywords:** DxP, oil palm branch, palm oil percentage, pH

1ภาควิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร ชุมพร 86160 ประเทศไทย

\*อีเมล์: kjpunyaw@kmitl.ac.th

1Department of Electronics Engineering, King Mongkut’s Institute of Technology Ladkrabang, Prince of Chumphon, Chumphon Province, Chumphon 86160, Thailand

\*e-mail: kjpunyaw@kmitl.ac.th

1. บทนำ

ในหัวข้อที่ 1 บทนำนี้ จะบรรยายเกี่ยวกับความเป็นมาและความสำคัญของปัญหาการวิจัย รวมถึงวัตถุประสงค์ของการวิจัย ขอบเขตของการวิจัย กรอบแนวคิดของการวิจัย และสมมติฐานของการวิจัย

ปาล์มน้ำมัน (oil palm) เป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของโลก เพราะทุกส่วนของปาล์มน้ำมันสามารถนำมาแปรรูปและสร้างผลิตภัณฑ์ต่างๆ เพื่อใช้ประโยชน์ในการบริโภคและอุปโภคของมนุษย์ได้อย่างมากมาย อาทิเช่น น้ำมันปาล์ม ไบโอดีเซล สบู่ เทียนไข เป็นต้น ที่ผ่านมาการรับซื้อปาล์มน้ำมันของร้านรับซื้อและโรงงานปาล์มน้ำมันจะพิจารณาเปอร์เซ็นต์น้ำมันปาล์มจากสีของผลปาล์มที่ปรากฏบนทะลายปาล์มและผลปาล์มร่วงเป็นหลัก ดังแสดงในตารางที่ 1 (ในที่นี้ FFB ย่อมาจากคำว่า fresh fruit branch หมายถึง ทะลายปาล์มสด) จากผลการศึกษาและวิเคราะห์ พบว่า โดยส่วนใหญ่ปาล์มน้ำมันที่สุกและยังเป็นทะลายปาล์มอยู่นั้น (กรณีที่ 2 ในตารางที่ 1) จะมีเปอร์เซ็นต์น้ำมันที่มากกว่า 17% (ดูผลการทดลองในตารางที่ 5 หัวข้อที่ 4.3) อีกทั้งโรงงานปาล์มน้ำมันก็รับซื้อทะลายปาล์มแบบคละและทะลายปาล์มที่คิดเปอร์เซ็นต์น้ำมันปาล์ม 17% ในราคา 4.85 บาท/กิโลกรัม และ 5.30 บาท/กิโลกรัม ตามลำดับ และรับซื้อผลปาล์มร่วงมีค่า 6.75 บาท/กิโลกรัม (ราคาที่จังหวัดชุมพร ณ วันที่ 15 กรกฎาคม 2557) นั่นคือ เกษตรกรขายปาล์มน้ำมันในลักษณะทะลายปาล์มที่ต่ำกว่าราคาที่ควรจะได้รับเป็นอย่างมาก

**ตารางที่ 1 ลักษณะ สี และการพิจารณา %oil/FFBจากสีของผลปาล์ม**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **ลักษณะ/สีของปาล์มน้ำมัน** | **ราคาปาล์มที่รับซื้อ** | **%oil/FFB****โดยประมาณ** | **ความถูกต้อง%oil/FFB** |
| ทะลายปาล์ม (สีม่วง) – เริ่มสุก | ซื้อในราคาทะลายปาล์ม | ต่ำกว่า 17% | ถูกต้อง |
| ทะลายปาล์ม (สีเหลือง) – สุก | ซื้อในราคาทะลายปาล์ม | 17- 19% | ไม่ถูกต้อง |
| ผลปาล์มร่วง (สีส้ม) – สุกเต็มที่ | ซื้อในราคาปาล์มร่วง | > 19% | ถูกต้อง |

งานวิจัยที่ผ่านมาและเครื่องที่มีขายเชิงพาณิชย์ในปัจจุบันนี้ยังไม่มีการนำเสนอและมีการใช้งานเกี่ยวกับเครื่องแสดงค่าเปอร์เซ็นต์น้ำมันปาล์มและค่าพีเอชของทะลายปาล์มสด แต่ทั้งนี้ทฤษฎีและไอซีต่างๆ ที่ใช้งานในโครงงาน งานวิจัยและระบบที่ใช้งานจริงก็สามารถที่จะนำมาเป็นแนวทางเพื่อออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบนี้ได้ ที่ผ่านมาศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ (2550) ได้นำเสนอและจำหน่าย[ชุดทดลองคุณภาพน้ำมันปาล์ม](http://www.mtec.or.th/index.php/2013-05-29-08-57-10/2013-10-29-09-38-02/1506-) ได้แก่ ชุดทดลองค่าความหนาแน่น/ความหนืด ชุดทดลองค่ากรด และชุดทดลองค่าไอโอดีน แต่ทั้งนี้ชุดทดลองดังกล่าวไม่ได้แสดงค่าเปอร์เซ็นต์น้ำมันปาล์ม รวมถึงไม่ได้แสดงค่า pH และค่าเปอร์เซ็นต์น้ำมันปาล์มบนจอ LCD ที่เอื้ออำนวยต่อการใช้งานที่ง่าย นอกจากนี้ ปุณยวีร์ จามจรีกุลกาญจน์ (2554) ได้ศึกษาและสร้างเครื่องตรวจจับความหนืดของน้ำมันปาล์มโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์มาแล้ว แต่ยังไม่ได้สร้างเครื่องวัดค่าเปอร์เซ็นต์น้ำมันปาล์มและค่าพีเอชของปาล์มน้ำมันออกมา

ดังนั้น ทางคณะผู้วิจัยจึงมีแนวความคิดที่จะสร้างเครื่องต้นแบบสำหรับแสดงค่าเปอร์เซ็นต์น้ำมันปาล์มและค่าพีเอชของทะลายปาล์มน้ำมันบนจอ LCD เพื่อช่วยทำให้เกษตรกรและโรงงานปาล์มน้ำมันสามารถที่ทราบเปอร์เซ็นต์น้ำมันปาล์มโดยเฉลี่ยในแต่ละครั้งได้ทันที โดยไม่ต้องรอผลการวัดและวิเคราะห์จากห้องปฏิบัติการปาล์มน้ำมัน ซึ่งต้องรอผลดังกล่าวไม่น้อยกว่า 1 วัน โดยจะทำการทดลองกับปาล์มน้ำมันลูกผสมเทเนร่าดีเอกซ์พี อายุ 12-20 ปี และเปรียบเทียบผลการทดลอง

1. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง อุปกรณ์และวิธีการ

ส่วนประกอบของเครื่องต้นแบบที่นำเสนอนี้ประกอบไปด้วยอุปกรณ์และวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่ทำงานร่วมกัน ดังนี้

1. โพรบวัดค่า pH (pH Electrode) ที่นำมาใช้ในเครื่องต้นแบบที่นำเสนอนี้คือ รุ่น PE-03 โดยรายละเอียดการใช้งานสามารถศึกษาเพิ่มเติมได้จากธำรง รักมั่น (2550).

2. วงจรวัดค่าพีเอช (pH meter) ทำหน้าที่เชื่อมต่อกับโพรบวัดค่า pH โดยตรงซึ่งประกอบไปด้วยวงจรขยายแรงดันไฟฟ้าที่ส่งมาจากโพรบวัดค่า pH ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้นำวงจรวัดค่าพีเอชดังกล่าวมาจากสมชาย ขยันยิ่งหนัก (2551) ซึ่งจะใช้วงจร non-inverting amplifier ที่มีอัตราขยายเท่ากับ 5.7 เท่า หลังจากนั้นสัญญาณจะถูกปรับระดับแรงดันไฟฟ้าด้วยวงจรขยาย/ออฟเซต เพื่อที่จะทำให้ pH = 0 และpH = 14 มีค่าเท่ากับ 0.3V และ 4.5V ตามลำดับ ก่อนที่จะส่งสัญญาณต่อไปยัง ADC ดังในรูปที่ 1

3. วงจรแปลงสัญญาณแอนะลอกไปเป็นสัญญาณดิจิทัล (Analog-to-Digital Converter หรือ ADC) ทำหน้าที่แปลงสัญญาณแอนะลอกที่รับได้จาก pH meter ไปเป็นสัญญาณดิจิทัล แล้วส่งต่อให้กับไมโครคอนโทรเลอร์ ในที่นี้ผู้วิจัยจะเลือกใช้ไอซีเบอร์ MCP3201 (ADC ขนาด 12 บิต)

4. ไมโครคอนโทรลเลอร์ AT89C51– ที่ผ่านมานคร และ ชัยวัฒน์ (2545) ได้นำเสนอหลักการที่ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ในการประมวลผลสัญญาณดิจิทัลที่ส่งเข้ามาจากวงจร ADC แล้วนำค่า pH ที่ได้แทนลงไปในสมการเส้นตรงที่เป็นความสัมพันธ์ระหว่างค่า pH กับค่าเปอร์เซ็นต์น้ำมันปาล์มซึ่งจะกล่าวต่อไปในหัวข้อย่อยที่ 3.3 หลังจากนั้นก็จะแสดงค่าแรงดันไฟฟ้า, ค่า pH และค่าเปอร์เซ็นต์น้ำมันปาล์มออกทางจอ LCD



**รูปที่ 1 วงจรอ่านค่าพีเอช (pH meter)**

ขั้นตอนการทำงานหลักของเครื่อง คือ กดปุ่ม 1 เพื่อที่จะแสดงค่า แรงดัน และ pH เท่านั้น หรือกดปุ่ม 2 เพื่อที่จะแสดงค่าแรงดัน, ค่า pH และค่าเปอร์เซ็นต์น้ำมันปาล์ม (%oil/FFB) บนจอ LCD

1. ผลการทดลองและวิจารณ์

**3.1 ผลการทดลองวงจรวัดค่าพีเอชที่สร้างขึ้น**

หลังจากที่ได้ทำการสร้างวงจรวัดค่าพีเอชเสร็จแล้ว จะนำวงจรดังกล่าวไปทดลองวัดค่า pH ในสารละลายมาตรฐาน (ค่า pH เท่ากับ 4, 7 และ 10) และของเหลวชนิดต่างๆ ที่มีค่า pH ไม่เท่ากัน พร้อมทั้งพิจารณาค่าความคลาดเคลื่อนของค่า pH (% pH error) ผลการทดลองมีแสดงไว้ในตารางที่ 2 จากตารางที่ 2 พบว่า ค่า pH ที่วัดได้จาก pH meter ที่ซื้อมา (PH-221 กับโพรบวัด pH รุ่น PE-03) มีค่าใกล้เคียงกับค่า pH ที่วัดได้จากเครื่องที่สร้างขึ้น โดย pH error มีค่าต่ำสุดและค่าสูงสุดเท่ากับ 0.20% และ 0.43% ตามลำดับ ค่า pH error เฉลี่ยจากการวัดค่าสารละลาย pH < 7 และ pH >= 7ของเครื่องที่สร้างขึ้น มีค่าเท่ากับ 0.31% และ 0.25% ตามลำดับ

**ตารางที่ 2 ผลการทดลองวัดค่า pH ของวงจรวัดค่าพีเอชที่สร้างขึ้น**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **pH (เครื่องมาตรฐาน)** | **pH (เครื่องที่สร้าง)** | **% pH error** |
| 2.35 | 2.34 | 0.43% |
| 2.5 | 2.51 | 0.40% |
| 4 | 4.01 | 0.25% |
| 10 | 10.02 | 0.20% |

**3.2 ผลการทดลองวัดค่าพีเอชในแต่ละชั้นของทะลายปาล์ม**

หลังจากที่ได้สร้างวงจรวัดค่าพีเอชที่ได้ค่าใกล้เคียงกับมาตรฐานแล้ว จะนำวงจรดังกล่าวไปวัดค่า pH ในแต่ละชั้นของปาล์มน้ำมันใน 1 ทะลายปาล์ม โดยใน 1 ทะลายปาล์มนั้นจะมีระดับความสุกของผลปาล์มที่ไม่เท่ากัน จึงแบ่งเป็น 3 ระดับ โดยมีขั้นตอนการทดลองดังนี้

1. สุ่มหยิบ 1 ทะลายปาล์มมาผ่าครึ่ง แล้วสุ่มหยิบผลปาล์มในแต่ละชั้น (ชั้นนอก,ชั้นกลาง และชั้นใน) ออกมาให้ครบทั้ง 3 ชั้น

2. หั่นเนื้อผลปาล์มในแต่ละชั้นแล้วใส่ลงไปในบีกเกอร์ (beaker)

3. เตรียมสารละลาย

4. เติมสารละลายข้อ 3 ลงไปในบีกเกอร์ที่มีเนื้อปาล์ม

5. คนให้สารละลายเข้ากับเนื้อปาล์มแล้วทำการวัดค่าพีเอช

ตารางที่ 3 แสดงผลการทดลองที่ได้รับจากการวัดค่า pH ในแต่ละชั้นของ 1 ทะลายปาล์ม พบว่า ผลการทดลองเป็นไปตามที่คาดการณ์ไว้ กล่าวคือ ชั้นนอกสุดที่มีระดับความสุกสูงสุดจะมีเปอร์เซ็นต์น้ำมันปาล์มที่มากที่สุด ปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัวก็มากที่สุด ดังนั้นค่า pH จึงมีค่าต่ำที่สุด สำหรับชั้นกลางและชั้นในก็สามารถอธิบายได้ในทำนองเดียวกัน

**ตารางที่ 3 ผลการทดลองวัดค่า pH ในแต่ละชั้นของ 1 ทะลายปาล์ม**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **ระดับชั้น** | **pH (เครื่องมาตรฐาน)** | **pH (เครื่องที่สร้างขึ้น)** | **%pH error** |
| ชั้นนอก | 5.20 | 5.23 | 0.58% |
| ชั้นกลาง | 5.21 | 5.22 | 0.19% |
| ชั้นใน | 5.29 | 5.31 | 0.38% |

**3.3 ผลการทดลองวัดค่าพีเอชและการแสดงค่า %oil/FFB**

ในการทดลองหาค่าเปอร์เซ็นต์น้ำมันปาล์มนั้นหาค่าได้จากการนำสัดส่วนปาล์มและ %oil/Fruit (เปอร์เซ็นต์น้ำมันปาล์มใน 1 ผลปาล์ม) นั้น เราจะเริ่มต้นทำการทดลองเช่นเดียวกับหัวข้อย่อยที่ 3.2 ทุกประการ โดยจะสุ่มหยิบ 1 ทะลายปาล์มของแต่ละสวนออกมา แล้วนำมาทดสอบเพื่อวัดค่า pH ของผลปาล์มในทะลายปาล์มนั้นๆ พร้อมกับคำนวณหาค่า %oil/FFB ของทะลายปาล์ม

ตารางที่ 4 แสดงค่า pH ของเครื่องมาตรฐานและเครื่องที่สร้าง, ค่า%oil/FFB ของ CPI และเครื่องที่สร้าง รวมถึงค่า error เฉลี่ยของค่า pH และ %oil/FFB ของชาวสวนปาล์ม 10 ราย ซึ่งเป็นผลการทดลองที่นำมาแสดงเพียงบางส่วน ส่วนรูปที่ 2 แสดงผลการทดลอง 1 ตัวอย่างของ ค่าแรงดันไฟฟ้า, ค่า pH และค่า %oil/FFB ที่แสดงบนตัวเครื่องที่สร้างขึ้น

**ตารางที่ 4 ผลการวัดค่า pH และค่า %oil/FFB ของทะลายปาล์มน้ำมัน DxPของชาวสวนปาล์ม**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **ชื่อเจ้าของสวน** | **pH (เครื่องมาตรฐาน)** | **pH (เครื่องที่สร้าง)** | **สัดส่วน ปาล์ม (CPI)** | **%oil/fruit (CPI)** | **%oil/FFB****(CPI)** | **%oil/FFB (เครื่องที่สร้าง)** |
| **ทัศนา** | 5.51 | 5.53 | 71.86 | 29.50 | 21.20 | 21.30 |
| **อภิรักษ์** | 5.17 | 5.16 | 75.00 | 41.50 | 31.13 | 31.62 |
| **CPI 100** | 5.25 | 5.23 | 71.99 | 41.20 | 29.66 | 29.67 |
| **สมศักดิ์** | 5.42 | 5.43 | 67.70 | 35.67 | 24.15 | 24.09 |

****

**รูปที่ 2 ตัวอย่างของค่า Vout, ค่า pH และค่า %oil/FFB บนตัวเครื่อง**

1. สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

เครื่องต้นแบบที่นำเสนอนี้สามารถวัดค่าพีเอชและแสดงค่าเปอร์เซ็นต์น้ำมันปาล์มออกมาได้สำเร็จตามที่ต้องการ โดยเครื่องนี้จะมีประโยชน์อย่างมากต่อเกษตรกรชาวสวนปาล์มเพราะชาวสวนปาล์มสามารถทราบเปอร์เซ็นต์น้ำมันปาล์มเฉลี่ยจากปาล์มน้ำมันที่ตนนำไปขายในแต่ละครั้งได้ทันที ทราบช่วงเวลาในการให้น้ำและใส่ปุ๋ยได้ มีรายได้ที่เพิ่มขึ้นจากการขายปาล์มน้ำมันที่พิจารณาราคาซื้อขายจากเปอร์เซ็นต์น้ำมันปาล์ม และรัฐบาลสามารถส่งเสริมและควบคุมคุณภาพในการปลูกปาล์มน้ำมันของประเทศไทยให้ดีขึ้นได้ นอกจากนี้เครื่องนี้ยังส่งผลดีต่อร้านรับซื้อและโรงงานปาล์มน้ำมันอีกด้วย เพราะสามารถทราบเปอร์เซ็นต์น้ำมันปาล์มและกำหนดราคารับซื้อได้ทันที ไม่เสี่ยงต่อการขาดทุนในการรับซื้อปาล์มน้ำมันและไม่ต้องรอผลการวัดจากห้องปฏิบัติการ

1. กิตติกรรมประกาศ

บทความนี้ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ และขอขอบคุณนักศึกษาและเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องทุกๆ ท่าน ที่ให้ความช่วยเหลือ รวมถึงให้ความรู้และให้คำแนะนำ

1. เอกสารอ้างอิง

ธำรง รักมั่น. (2550). **คู่มือการใช้งานเซนเซอร์และเครื่องวัดค่าพีเอช**. กรุงเทพฯ : รักดีการพิมพ์.

นคร ภักดีชาติและ ชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล. (2545). **ทดลองและใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ด้วยโปรแกรมภาษา C ฉบับ P89V51RD2**. กรุงเทพฯ : อินโนเวตีฟเอ็กเพอริเมนต์.

ปุณยวีร์ จามจรีกุลกาญจน์. (2554). เครื่องตรวจจับความหนืดของน้ำมันปาล์มโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์. **Journal of Oil Palm**, 1(1), 1-12.

ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ. (2550). [**ชุดทดลองคุณภาพน้ำมันปาล์ม**](http://www.mtec.or.th/index.php/2013-05-29-08-57-10/2013-10-29-09-38-02/1506-). ค้นเมื่อวันที่ 9 กันยายน 2552, จากhttp://www.mtec.or.th/index.php?option=com\_content&task=view&Itemid=62.

สมชาย ขยันยิ่งหนัก. (2551). **คู่มือการสร้างวงจรไฟฟ้า**. กรุงเทพฯ : ก้าวหน้าการพิมพ์.