

## การประมาณค่าความหนาแน่นของแตงโมจากการวิเคราะห์ภาพสองมิติ

## The estimation of the watermelon density from a two-dimensional photograph

ชูจิต สาระภาค

Choojit Sarapak

Received: 16 January 2019 ; Revised : 18 March 2019 ; Accepted: 1 May 2019

## บทคัดย่อ

การประมาณค่าความหนาแน่นของแตงโมจากหลักการเชิงเรขาคณิตโดยการถ่ายภาพแตงโมที่อยู่ในภาชนะบรรจุน้ำ การประมาณค่าความหนาแน่นดังกล่าวไม่จำเป็นต้องวัดค่าความยาว ความกว้างและความสูงของผลแตงโม โดยแตงโมดังกล่าวจะถูกสมมติให้มีรูปร่างเป็นทรงกลม ผลจากทฤษฎีในการประมาณค่าจะสามารถนำไปเปรียบเทียบกับค่าจากการทดลองในห้องปฏิบัติการได้โดยผลการทดลองดังกล่าวสามารถนำไปใช้ประกอบการเรียนการสอนฟิสิกส์ได้

**คำสำคัญ :** การประมาณค่าความหนาแน่น หลักการเชิงเรขาคณิต

## Abstract

The density of a watermelon floating in a container of water is estimated with a simplified method from theoretical geometry without consideration of three –dimensional effects. The watermelon was approximated as a sphere. The results of the theoretical geometry can be compared with the results from the laboratory and the result can be introduced to physics classes.

**Keywords :** density estimation, theoretical geometry,

## บทนำ

การพัฒนากิจกรรมในห้องเรียนฟิสิกส์เกี่ยวกับเรื่อง ความหนาแน่นของวัตถุซึ่งสัมพันธ์กับการจมและ การลอยนั้นสามารถนำมาใช้ในการเรียนการสอนกับ นักศึกษาที่เรียนวิชาฟิสิกส์ได้ ซึ่งกิจกรรมดังกล่าวทำให้ผู้เรียนเกิดความสนุกและตื่นตัวกับกิจกรรม ผู้วิจัย ได้นำผลไม้หลายชนิดใส่ในภาชนะที่มีบรรจุน้ำอยู่แล้ว ให้นักศึกษาลองหาความหนาแน่นของผลไม้ในแต่ละชนิดโดยผลไม้ดังกล่าวมีขนาดต่าง ๆ กัน สำหรับแตงโมนี้ผู้วิจัยจะถามคำถามให้ผู้เรียนตอบว่าแตงโมดังกล่าว จะจมหรือลอย แต่ถ้ากรณีที่ไม่ได้นำแตงโมมาในชั้น เรียนผู้ทดลองสามารถนำภาพถ่ายของแตงโมที่อยู่ใน ภาชนะบรรจุด้วยน้ำแสดงให้ผู้เรียนดูดัง Figure 1 แล้วถามคำถามว่า “แตงโมจมหรือลอย” ถ้าต้องการทราบความหนาแน่นของแตงโมนี้จะทำ อย่างไร แน่นอนว่าผู้เรียนต้องมีการประมาณค่าคู่กับการคำนวณค่าไปพร้อมกัน<sup>1</sup> จาก Figure 1 ดังกล่าว ถ้ากำหนดให้ความหนาแน่นและปริมาตรของแตงโม เป็น  $\rho_m$  และ  $V_m$  ตามลำดับ ดังนั้นมวลของแตงโม จะสามารถหาได้จาก

$$m_m = \rho_m V_m \quad (1)$$

ส่วนน้ำหนักก็สามารถหาได้จาก

$$w_m = \rho_m V_m g \quad (2)$$

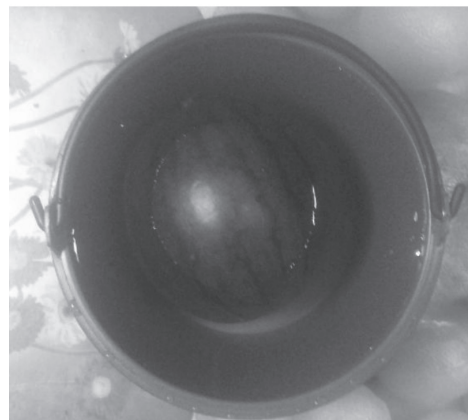


Figure 1 Watermelon in water

<sup>1</sup> ผู้ช่วยศาสตราจารย์ หลักสูตรฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์

<sup>1</sup> Assistant Professor, Physic, Faculty of Science and Technology, Surin Rajabhat University

\* E-mail:csarapak@gmail.com

ถ้าปล่อยลูกแตงโมลงในน้ำ นั่นคือ การนำเอาปริมาตรของแตงโมลงไปแทนที่ในปริมาตรของน้ำซึ่งแทนด้วย  $V_w$  และกำหนดให้ความหนาแน่นของน้ำเป็น  $\rho_w$  ดังนั้นน้ำหนักของน้ำที่ถูกแทนที่ด้วยลูกแตงโมจึงเป็น  $w_w = \rho_w V_w g$  จะสอดคล้องกับหลักการของอาร์คิมิดีส (Archimedes' principle) เมื่อแตงโมลอย อย่างสมดุลในน้ำจะสามารถเขียนสมการได้เป็น  $\rho_m V_m = \rho_w V_w$  ดังนั้นจึงสามารถหาความหนาแน่นของแตงโมจากสมการ

$$\rho_m = \frac{\rho_w V_w}{V_m} \tag{3}$$

เมื่อทราบความหนาแน่นของน้ำแล้วหมายความว่าผู้ทดลองจำเป็นต้องทราบเพียงอัตราส่วนของปริมาตรของแตงโมที่จมในน้ำต่อปริมาตรของแตงโมทั้งหมดเพื่อที่จะทราบค่าความหนาแน่นของแตงโมดังกล่าว

**วัสดุอุปกรณ์และวิธีการวิจัย**

การทดลองครั้งนี้ใช้อุปกรณ์ ดังนี้

- (1) กล้องถ่ายรูป หรือกล้องถ่ายรูปจากโทรศัพท์มือถือ
  - (2) แตงโม
  - (3) ภาชนะที่บรรจุด้วยน้ำที่มีขนาดใหญ่กว่าลูกแตงโม
- เมื่อถ่ายภาพแตงโมแล้วให้นำภาพดังกล่าวมาพิจารณา (อาจจะแสดงบนเครื่องฉายภาพหนึ่งเพื่อให้ผู้เรียนทุกคนได้ร่วมกันพิจารณา) การพิจารณาค้างนี้ให้ถือว่าแตงโมมีรูปร่างที่เป็นทรงกลมอย่างสมบูรณ์ดัง Figure 2 และ Figure 3

**ผลการศึกษาและอภิปรายผล**

**การหาปริมาตรย่อยของทรงกลม**

เพื่อที่จะหาสมการความสัมพันธ์ของปริมาตรของแตงโมที่ลจไปแทนที่ปริมาตรของน้ำ  $V_w$  กำหนดให้  $r$  เป็นรัศมีของทรงกลมจะมีละติจูดตัดขวางที่มีมุม  $\theta$  และระดับน้ำที่แตงโมจมอยู่มีละติจูดรัศมี  $w$  ซึ่งเป็น ด้านตรงข้ามมุม  $\theta_0$  ดัง Figure 2 ถ้ากำหนดให้ ทรงกลมประกอบไปด้วยแผ่นบางๆ ที่ถูกเฉือนแบ่งออกเป็นแผ่นๆ ดัง Figure 3 โดยรัศมีของแผ่นบาง ดังกล่าวเป็น  $r \sin \theta$  ส่วนโค้งของขอบแผ่นบาง มีขนาดเป็น  $rd\theta$  และแผ่นดังกล่าวมีความหนาเป็น  $rd\theta \sin \theta$  ปริมาตรของแผ่นดังกล่าวสามารถเขียนได้เป็น  $\pi r^3 \sin^3 \theta d\theta$  ดังนั้น

$$V_0 = \pi r^3 \int_{\theta_0}^{\pi} \sin^3 \theta d\theta = \pi r^3 \left[ \frac{1}{3} \cos^3 \theta - \cos \theta \right]_{\theta_0}^{\pi}$$

$$V_0 = \frac{2}{3} \pi r^3 \left( 1 + \frac{1}{2} \cos \theta_0 (3 - \cos^2 \theta_0) \right) \tag{4}$$

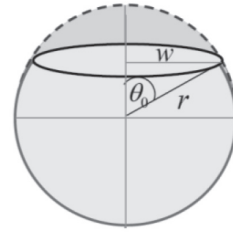


Figure 2 Geometry of sphere (watermelon)

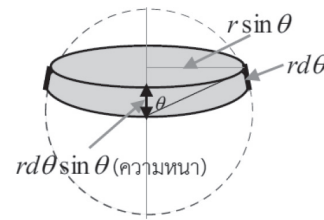


Figure 3 Slice of sphere

**การหาปริมาตรที่จมอยู่ในน้ำและความหนาแน่นของแตงโม**

จาก Figure 1. ถ้าพิจารณารูปแตงโมนั้นมีความยากมากในการหาค่ามุม  $\theta_0$  ได้โดยตรงเพื่อลดความยุ่งยาก ดังนั้นจึงหาค่ามุมจากความสัมพันธ์  $\sin \theta_0 = \frac{w}{r}$  และ กำหนดให้  $\mu$  เป็นอัตราส่วนของ เส้นผ่าศูนย์กลางของละติจูดที่มีรัศมี  $w$  แทนด้วย  $D_w = 2w$  และเส้นผ่าศูนย์กลางตรงกึ่งกลางทรงกลม (เส้นศูนย์สูตร) คือ  $D_r = 2r$  โดย  $\mu = \frac{D_w}{D_r}$  แล้วแทนค่า  $\cos \theta_0$  ด้วย  $\sqrt{1 - \mu^2}$  ในสมการที่ 4 จะได้

$$V_0 = \frac{2}{3} \pi r^3 \left( 1 + \left( 1 + \frac{1}{2} \mu^2 \sqrt{1 - \mu^2} \right) \right) \tag{5}$$

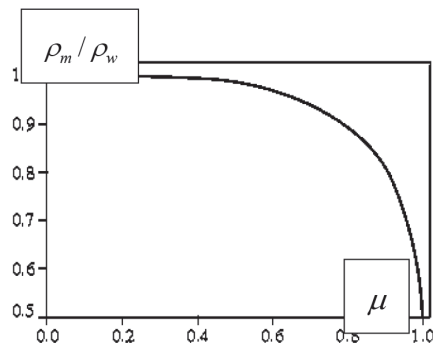


Figure 4 Graph of the relationship between<sup>3</sup>

$\frac{\rho_m}{\rho_w}$  and  $\mu$  ถ้าปริมาตรของแตงโมเป็น  $V_m = \frac{4}{3} \pi r^3$  จะสามารถเขียนอัตราส่วนของปริมาตรที่จมในน้ำได้เป็น

$$\frac{V_w}{V_m} = \frac{1}{2} \left( 1 + \left( 1 + \frac{1}{2} \mu^2 \right) \sqrt{1 - \mu^2} \right) \quad (6)$$

ดังนั้นจึงสามารถเขียนสมการที่ 3 ใหม่ได้เป็น

$$\frac{\rho_m}{\rho_w} = \frac{1}{2} \left( 1 + \left( 1 + \frac{1}{2} \mu^2 \right) \sqrt{1 - \mu^2} \right) \quad (7)$$

ดังนั้นความแม่นยำในการหาอัตราส่วนปริมาตรของ แดงโม และความหนาแน่นของแดงโมจึงขึ้นอยู่กับอัตราส่วน  $\mu$  ดัง Figure 4 แสดงถึงกราฟอัตราส่วน ของปริมาตรของ แดงโมที่จมในน้ำกับปริมาตรของน้ำที่ถูกแทนที่นั่นคือ  $\frac{V_w}{V_m}$  หรือมีค่าเท่ากับ  $\frac{\rho_m}{\rho_w}$  คือ อัตราส่วนความหนาแน่นของลูก แดงโมต่อความหนาแน่นของน้ำในฟังก์ชันของ  $\mu$  อัตราส่วน ดังกล่าวจะเริ่มที่ 1 เมื่อ  $\mu = 0$  ซึ่งนั่นคือแดงโม จมในน้ำอย่าง สมบูรณ์ (ไม่มีส่วนที่อยู่เหนือน้ำ) อัตราส่วนระหว่าง  $\frac{\rho_m}{\rho_w}$  จะ ลดลงอย่างช้าๆ ขณะที่ค่า  $\mu$  จะเพิ่มขึ้น จาก Figure 2 จะเห็น ว่าถ้าค่า  $\mu$  มีค่าน้อยแสดงว่าส่วนปริมาตรในส่วนที่อยู่เหนือ น้ำจะมีค่าน้อยลง ถ้าเปรียบเทียบกับโลก ก็คือละติจูดที่ พิจารณาจะอยู่ใกล้กับขั้วโลกเหนือนั่นเอง (สังเกตส่วนที่เป็น เส้นประใน Figure 2 อัตราส่วนดังกล่าวจะค่อยๆ ลดลงจนเมื่อ  $\mu \approx 0.7$  และหลังจาก  $\mu \approx 0.85$  อัตราส่วนจะลดลงอย่าง รวดเร็ว

ความจริงแล้วการคำนวณหาค่า  $\mu$  นั้น มีความ ซับซ้อนมากถ้าพิจารณาจากรูปที่เป็นเพียง 2 มิติ นอกจากนั้น เส้นผ่าศูนย์กลาง  $D_w$  และ  $D_r$  นั้นไม่ได้อยู่ในแนวระนาบ เดียวกันนี่คือสิ่งที่น่าข้อ จำกัดอย่างไรก็ตามจะเห็นว่าถ้าค่า  $\mu \approx 0.7$  หรือน้อยกว่า สำหรับแดงโมนั้น ค่าความหนาแน่น ที่ได้จะเกิดความคลาดเคลื่อน เนื่องจากมีความคลาดเคลื่อน ในการวัดค่า  $\mu$  ดังกล่าว

**การประมาณค่าโดยไม่พิจารณาการหักเหของ แสงในพื้นน้ำและส่วนที่แยกจากกันระหว่าง  $D_w$  และ  $D_r$**

สมมติว่ากำหนดให้  $D_w$  และ  $D_r$  อยู่ในระนาบในแนว ระดับเดียวกัน โดยการวัด  $w$  และ  $r'$  จะทำบนภาพถ่ายที่ได้ โดยใช้ไม้บรรทัดในการวัดค่า ซึ่งผลที่ได้สามารถแสดงตาม table 1 จะพบว่าค่า  $\mu$  ที่ได้จะอยู่ประมาณ 0.83 เมื่อแทนค่า  $\mu$  ลงในสมการที่ 7 จะได้เป็น

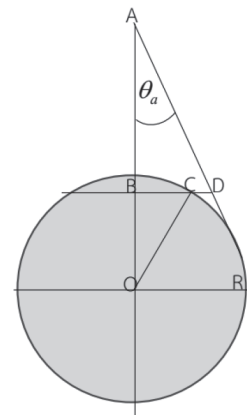
$$\begin{aligned} \frac{\rho_m}{\rho_w} &= \frac{1}{2} \left( 1 + \left( 1 + \frac{0.68}{2} \right) \sqrt{1 - 0.68} \right) \\ \frac{\rho_m}{\rho_w} &= \frac{1}{2} \left( 1 + (1.34) \sqrt{0.32} \right) \\ \rho_m &= 0.87 \text{ gcm}^{-3} \end{aligned}$$

**Table 1** Estimation  $\rho_m$  without considering the refraction at water surface and the spatial separation between  $D_w$  and  $D_r$

Watermelon	$D_w$	$D_r$	$\mu$	$\rho_m$
w1	12	13.7	0.87	0.83
w2	10.3	11.6	0.88	0.82
w3	11	13	0.84	0.86
w4	11.2	13.5	0.83	0.87
w5	11.5	13.6	0.84	0.86

**การประมาณค่าโดยไม่พิจารณาการหักเหของ แสงในน้ำแต่พิจารณาส่วนที่แยกจากกันระหว่าง  $D_w$  และ  $D_r$**

ในกรณีที่กำหนดให้  $D_w$  และ  $D_r$  ไม่ได้อยู่ใน ระนาบ เดียวกันนั่นหมายความว่า  $D_r$  จะมีขนาดที่ยาว กว่า  $D_w$  นั่นคือ ค่า  $\mu$  จะน้อย ดังนั้นแนวโน้มของการ เพิ่มขึ้นของอัตราส่วน ของปริมาตรที่จมน้ำและการเพิ่มขึ้นของความหนาแน่นของ แดงโม จะสามารถอธิบายได้จาก Figure 5



**Figure 5** Radius on the photograph is BD while the camera is on A and no light refraction at D

ให้ A เป็นตำแหน่งของกล้องถ่ายรูป ซึ่งสมมติว่ามี ความสูงจากระดับน้ำมาก จะแสดงให้เห็นว่าระนาบใน แนวราบผ่านจุด B, C และ D ถ้ากล้องถ่ายรูปอยู่สูง พอจะทำให้ เห็นว่า ละติจูดที่พิจารณานั้นอยู่ใกล้จุด กึ่งกลาง (บริเวณ ศูนย์สูตร) โดยไม่พิจารณาการหักเห ของแสงที่จุด D จาก Figure 5 กำหนดให้  $BC = w$  และ  $OC = OR = r$  และ  $BD = r'$  ซึ่งคือรัศมี ปรากฏบนพื้นผิวน้ำจะเห็นได้ชัดว่ารัศมี จริงของแดงโม จะมีขนาดมากกว่ารัศมีที่วัดได้จากภาพ

เพื่อที่จะหาค่าความยาวของ  $D_w$  และ  $D_r$  ก่อนอื่น จะกล่าวถึงภาพขณะที่บรรจุหน้านั้นคือภาพที่ใช้ตามบ้านเรือน

ทั่วไปซึ่งมีขนาดความสูงประมาณ 22 เซนติเมตร ระดับน้ำในภาชนะดังกล่าวเกือบจะเต็ม ดังนั้นเมื่อวัดค่า  $w = 5.6 \text{ cm}$  และ  $r' = 6.75 \text{ cm}$  ความสูงของภาชนะ คือ 22 เซนติเมตร ข้อมูลทั้งหมดนี้จะถูก นำมาใช้หาระยะ AB นั่นคือ  $h$  เมื่อรัศมีของลูกแตงโม

จากการวัดจากภาพ Figure 5. คือ  $\tan \theta_a$  ซึ่งเท่ากับ  $r'/h$  และ  $r/(h^2 + \sqrt{r^2 - w^2})$  จากสามเหลี่ยม ABD และ AOR ตามลำดับ (สมมติว่าเส้น ADR คือ ด้านตรงข้ามมุมฉากของสามเหลี่ยม AOR และถ้าระยะ OA มีค่ามากจะมีความคลาดเคลื่อนน้อยมาก) จาก Figure 5 สามารถเขียนความสัมพันธ์ได้เป็น

$$(h^2 - r'^2)r^2 - 2h^2r'r + r'^2(h^2 + w^2) = 0 \quad (8)$$

จะได้

$$r = \left( \frac{h^2 \pm \sqrt{h^2(r'^2 - w^2) + r'^2w^2}}{h^2 - r'^2} \right) r' \quad (9)$$

กรณีถ้าผู้ถ่ายภาพสูงประมาณ 153 เซนติเมตร และตั้งกล้องถ่ายภาพสูงจากพื้นเป็น 72 เซนติเมตร เนื่องจากภาชนะบรรจุน้ำสูง 22 เซนติเมตร ระยะ AB จึงเป็น  $h = 50$  เซนติเมตร แทนค่า  $r'$  และ  $w$  ลงในสมการที่ 9 จะได้  $r = 7.40$  เซนติเมตร ดังนั้น  $\mu = \frac{w}{r} = \frac{5.6}{7.40} = 0.75$  (ใช้  $r = 7.20$  เนื่องจาก  $r$  ต้องมีค่ามากกว่า  $r'$ ) จะเห็นว่าค่า  $\mu$  มีค่าน้อยลง (สมมติว่าแนวกึ่งกลาง (แนวศูนย์กลางสูตร) ของแตงโมอยู่ ตรงระดับน้ำพอดี) ซึ่งแตงโมมีความหนาแน่นมากกว่าน้ำ ดังนั้น  $\mu^2 = 0.57$  แทนลงในสมการที่ 7 จะได้เป็น

$$\frac{\rho_m}{\rho_w} = \frac{1}{2} \left( 1 + \left( 1 + \frac{0.57}{2} \right) \sqrt{1 - 0.57} \right)$$

$$\rho_m = 0.92 \text{ gcm}^{-3}$$

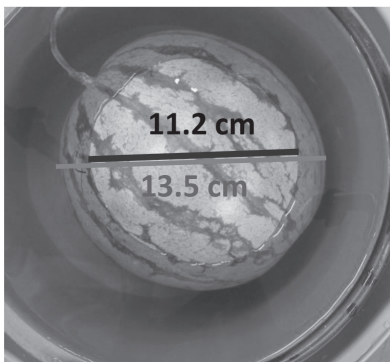


Figure 6. Diameters on the photograph as  $D_w = 11.5 \text{ cm}$  and  $D_{r'} = 13.5 \text{ cm}$

Table 2 Estimation  $\rho_m$  by considering the spatial separation between  $D_w$  and  $D_r$  but no the refraction at water surface

Watermelon	$w$	$r$	$\mu$	$\rho_m$
w1	6	7.5	0.80	0.89
w2	5.15	6.2	0.83	0.87
w3	5.5	7.1	0.77	0.91
W4	5.6	7.4	0.75	0.92
W5	5.75	7.4	0.77	0.91

### การตรวจสอบความแม่นยำในการหาค่าความหนาแน่น

ปฏิบัติการนี้เป็นการตรวจสอบความแม่นยำ ในการหาค่าความหนาแน่นของแตงโมโดยการหาความหนาแน่นของแตงโมนี้จะทำในห้องปฏิบัติการ การหาปริมาตรในการจมน้ำของแตงโมทำได้โดยการเติมน้ำในภาชนะเดียวกับใน Figure 1 ให้เต็มแล้วค่อย ปล่อยลูกแตงโมลงไป น้ำ จากนั้นหาปริมาตรของน้ำที่ไหลล้นออกมา ส่วนน้ำหนักของแตงโมหาได้จากเครื่องชั่งดิจิตอล จากนั้นนำมาคำนวณหาค่าความหนาแน่น ดังที่แสดงใน Table 3 ซึ่งค่าที่ค่อนข้าง สอดคล้องกับการคำนวณโดยหลักการเชิงเรขาคณิต<sup>4</sup> ดัง table 4 ซึ่งจะเห็นว่าค่าที่ได้ค่อนข้างใกล้เคียงกัน เนื่องจากแตงโมที่เลือกมามีลักษณะค่อนข้างเป็นทรงกลม และความหนาแน่นของเนื้อแตงโม ค่อนข้างที่จะเป็นเนื้อเดียวกัน(ไส้แตงโมไม่ขาด) ซึ่งแตงโมนิดนี้มีเมล็ดกระจายอยู่กับเนื้อของแตงโมซึ่งจะไม่มีผลกับค่าความ ไม่แม่นยำของอัตราส่วนของเส้นผ่าศูนย์กลาง  $\mu = \frac{D_w}{D_r}$  ตามที่ได้กล่าวไปแล้ว

Table 3 Verification of watermelon density from Archimedes' principle

A (cm)	B (cm)	m(kg)	V (L)	$\rho_m$
16.42	16.71	2.12	2.177	0.97
14.64	14.80	1.53	1.450	1.05
16.48	16.56	2.04	2.225	0.92
15.92	16.24	2.14	2.177	0.97
16.57	16.65	2.16	2.22	0.97

A คือ ความยาวของแตงโมในแนวตามขวาง

B คือ ความยาวของแตงโมในแนวตามยาว

M คือ มวลของแตงโม

V คือ ปริมาตรของแตงโมจากการแทนที่น้ำ

**Table 4** The density of watermelon from the experiments

Watermelon	$\rho_{m1}$	$\rho_{m2}$	$\rho_{m3}$
w1	0.83	0.89	0.97
w2	0.82	0.87	1.05
w3	0.86	0.91	0.92
w4	0.87	0.92	0.97
w5	0.86	0.91	0.97

$\rho_{m1}$  คือ ความหนาแน่นของแตงโมจากการประมาณค่า โดยไม่พิจารณาการหักเหของแสงในพื้นน้ำและส่วนที่ แยกจากกันระหว่าง  $D_w$  และ  $D_r$

$\rho_{m2}$  คือ ความหนาแน่นของแตงโมจากการประมาณค่า โดยไม่พิจารณาการหักเหของแสงในน้ำแต่พิจารณา ส่วนที่แยกจากกันระหว่าง  $D_w$  และ  $D_r$

$\rho_{m3}$  คือ ความหนาแน่นของแตงโมจากหลักการ อาร์ คิเมติส

จากผลการศึกษาดังกล่าวจะพบว่าค่าของความหนาแน่นที่ได้จากทั้งสามวิธีจะมีค่าแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย เนื่องจากผู้วิจัยเลือกแตงโมที่มีลักษณะของผลค่อนข้างกลม ซึ่งจะพบว่าระยะ A และ B มีค่าแตกต่างกันเพียงเล็กน้อยเท่านั้น โดยในทางปฏิบัติแล้วการ เลือกแตงโมที่มีลักษณะเป็นทรงกลมอย่างสมบูรณ์มาทดลองนั้นเป็นเรื่องที่ทำได้ไม่ง่ายนัก ในทำนองเดียวกันการประมาณค่าความหนาแน่นของวัตถุหรือผลไม้ จากภาพถ่ายของวัตถุหรือผลไม้ที่มีรูปร่างทรงกลมอย่างสมบูรณ์นั้นจะทำให้ได้ค่าความแม่นยำมากขึ้น แต่ถ้าใช้วิธีการประมาณค่าความหนาแน่นของวัตถุ หรือ ผลไม้ที่มีรูปร่างเป็นวงรีต่างๆ วิธีการดังกล่าวไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการประมาณค่า อาจจะนำวิธีการวิเคราะห์ภาพเชิงเรขาคณิตตามหลักการของวัตถุที่มีรูปร่างเป็นแบบวงรี

### สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

การหาความหนาแน่นและปริมาตรโดยการแทนที่ในน้ำของแตงโมจากภาพถ่าย สามารถทำได้จากการประมาณค่าและการคำนวณโดยอาศัยหลักการทางเรขาคณิตเข้ามาช่วย แต่การหาค่าจากวิธีการดังกล่าว มีความยุ่งยากและซับซ้อนระดับหนึ่ง ทั้งยังต้องสมมติ ให้แตงโมดังกล่าวมีลักษณะเป็นทรงกลมอย่างสมบูรณ์ ผลที่ได้จากการศึกษาสามารถนำมาเปรียบเทียบค่า จากการหาค่าในห้องปฏิบัติการซึ่งผลที่ได้จากการ ศึกษาดังกล่าวถือว่ามีความใกล้เคียงกันอย่างมาก เนื่องจากว่าแตงโมดังกล่าวมีลักษณะค่อนข้างเป็นทรงกลมอย่างสมบูรณ์ จากผลการศึกษาดังกล่าว ผู้วิจัยได้นำไปบูรณาการในชั้นเรียนวิชาฟิสิกส์ 1 ฟิสิกส์ทั่วไป 1 และ ปฏิบัติการฟิสิกส์ 1 โดยให้

นักศึกษาได้ทดลองหาค่าความหนาแน่นของแตงโม ซึ่งทำให้นักศึกษาเกิดความสนใจที่จะเรียนรู้เป็นอย่างดี มากเนื่องจากเป็นผลไม้ที่หาได้ทั่วไปและอยู่ในชีวิตประจำวัน แต่สามารถนำมาประกอบการเรียนรู้ในวิชาฟิสิกส์ได้ และหลังจากทดลองดังกล่าวแล้ว แตงโมจะถูกนำมาผ่าออกเพื่อให้ได้เห็นลักษณะของเนื้อแตงโม และ นักศึกษายังได้รับประทานอีกด้วย โดยแนวคิดในศึกษาเพื่อหาความหนาแน่นของวัตถุนี้ สามารถทำให้ผู้เรียนได้แนวคิดและทักษะทางคณิตศาสตร์เพิ่มขึ้น โดยถือว่าเป็นวิธีการหนึ่งในการหาค่าความหนาแน่น ของวัตถุ นักศึกษาสามารถนำแนวคิดดังกล่าวไปใช้ในการทำโครงการหรือวิจัยขนาดเล็กในระดับปริญญาตรีหรือชั้นมัธยมศึกษาได้

### เอกสารอ้างอิง

1. Reza F, Hosein N. Determining the orange volume using image processing. In: 2011 International Conference on Food Engineering and Biotechnology IPCBEE, Singapore, IACSIT Press; vol.9 2011.
2. Majid R, Keyvan S. Classification of Fruit Shape in Cantaloupe Using the Analysis of Geometrical Attributes. World Journal of Agricultural Sciences 2007; 3(6): 735-740.
3. See Kit Foong and Chim Chai Lim. "Can you tell the density of the watermelon from this photograph?". Physics Education 2010. 44(4): 352-356.
4. Koc AB. Determination of watermelon volume using ellipsoid approximation and image processing. Postharvest Biology and Technology 2007; 45 (3): 366-371.