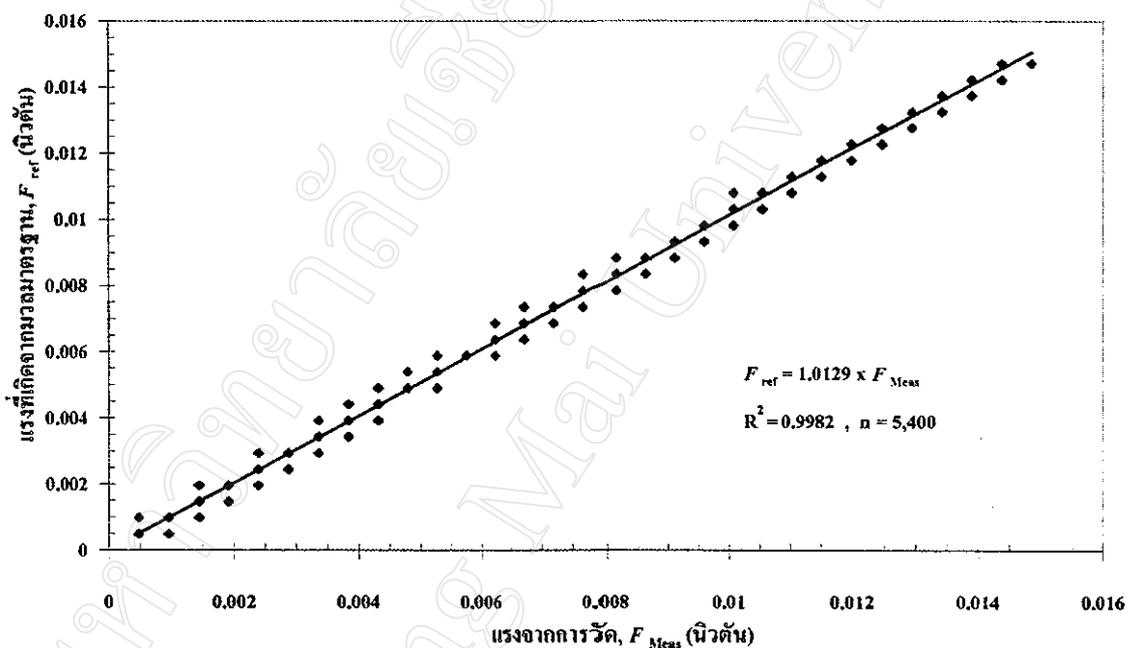


บทที่ 4

ผลการทดสอบและวิจารณ์ผลการทดสอบ

4.1 ผลเปรียบเทียบค่าของเครื่องวัดแรงต้านทางอากาศพลศาสตร์กับน้ำหนักมาตรฐาน

น้ำหนักมาตรฐาน (ดินน้ำมัน) ที่ใช้ในการทดสอบจะใช้ตั้งแต่ 0 ถึง 1.5 กรัม (แรงเนื่องจากรน้ำหนักมาตรฐาน 0 ถึง 0.014715 นิวตัน) โดยจะเพิ่มน้ำหนักมาตรฐานขึ้นครั้งละ 0.05 กรัม



รูปที่ 4.1 กราฟแสดงการเปรียบเทียบเครื่องวัดต้านทางอากาศพลศาสตร์กับน้ำหนักมาตรฐาน

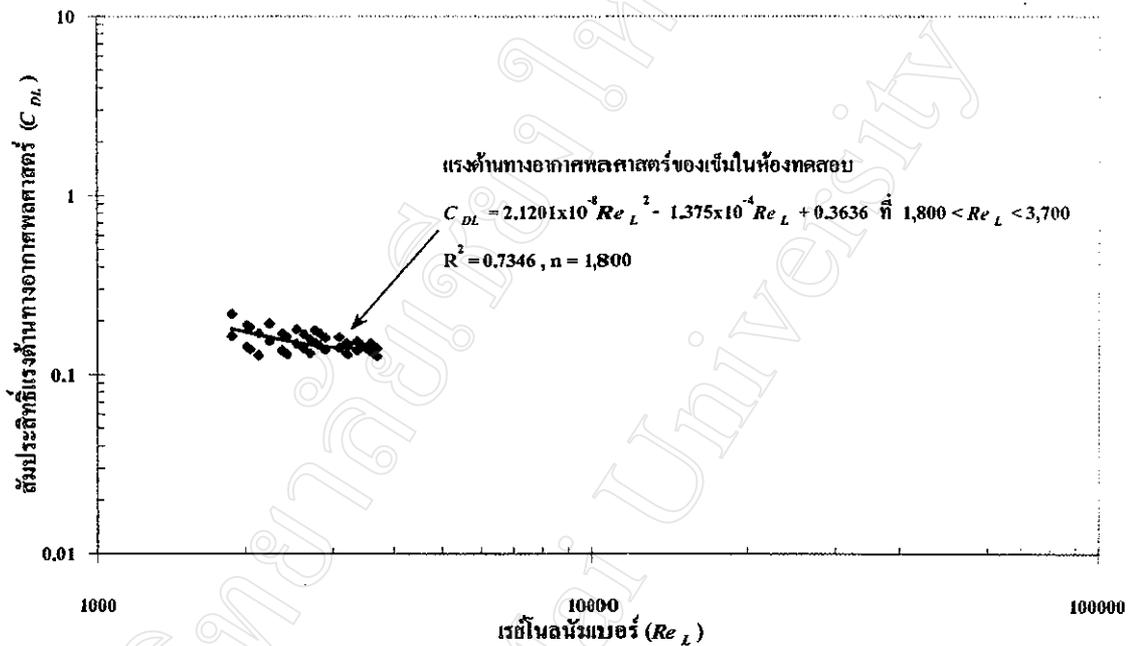
จากรูปที่ 4.1 จะเป็นความสัมพันธ์ระหว่างค่าแรงที่ได้จากการวัด F_{meas} เทียบกับค่าแรงที่เกิดจากน้ำหนักมาตรฐาน F_{ref} ในการทดลองและเก็บบันทึกข้อมูล โดยจะเก็บบันทึกข้อมูลของการวัดครั้งละ 60 จุด จำนวนน้ำหนักมาตรฐานที่ใช้ในการทดสอบ 30 ค่า (ภาคผนวก ค) และในแต่ละน้ำหนักมาตรฐานจะทดลอง 3 ชั่วโมง ดังนั้นจะได้จำนวนข้อมูล $60 \times 30 \times 3$ ซึ่งจะนำข้อมูลจำนวน 5,400 จุด ที่ได้จากการทดสอบมาเขียนกราฟจะมีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient of Determination, R^2) เท่ากับ 0.9982 ดังสมการ

$$F_{ref} = 1.0129 \times F_{Meas} \quad (4.1)$$

เมื่อนำค่า F_{Meas} ที่ได้จากสมการที่ 4.1 เทียบกับค่า F_{ref} ที่ได้จากข้อมูลพบว่ามีความคลาดเคลื่อนประมาณ 2.15 เปอร์เซ็นต์โดยเฉลี่ย

4.2 ค่าแรงต้านทางอากาศพลศาสตร์ของเข็มที่อยู่ในห้องทดสอบ

ค่าแรงต้านทางอากาศพลศาสตร์ของเข็มซึ่งจะเป็นแรงต้านดัดตัวของเข็มที่อยู่ในห้องทดสอบในขณะที่ทำการทดสอบ



รูปที่ 4.2 สัมประสิทธิ์แรงต้านทางอากาศพลศาสตร์ของเข็มที่อยู่ในห้องทดสอบ

จากรูปที่ 4.2 จะเป็นความสัมพันธ์ระหว่างค่าแรงต้านทางอากาศพลศาสตร์ของเข็มกับค่าเรย์โนลด์นัมเบอร์ โดยจะเก็บบันทึกข้อมูลของการวัดครั้งละ 60 จุด จำนวนความเร็วลมที่ใช้ในการทดสอบ 30 ค่า ดังนั้นจะได้จำนวนข้อมูล 60×30 ซึ่งจากการนำข้อมูลจำนวน 1,800 จุด ที่ได้จากการทดสอบมาเขียนกราฟจะมีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ 0.7346 จากรูปจะเห็นได้ว่าแรงต้านทางอากาศพลศาสตร์ของเข็มจะมีค่าลดลงเมื่อความเร็วของอากาศเพิ่มขึ้น โดยที่ค่าจะกระจายอยู่ในช่วง 0.1 ถึง 0.3 และได้ค่าแรงต้านทางอากาศพลศาสตร์ ดังสมการ

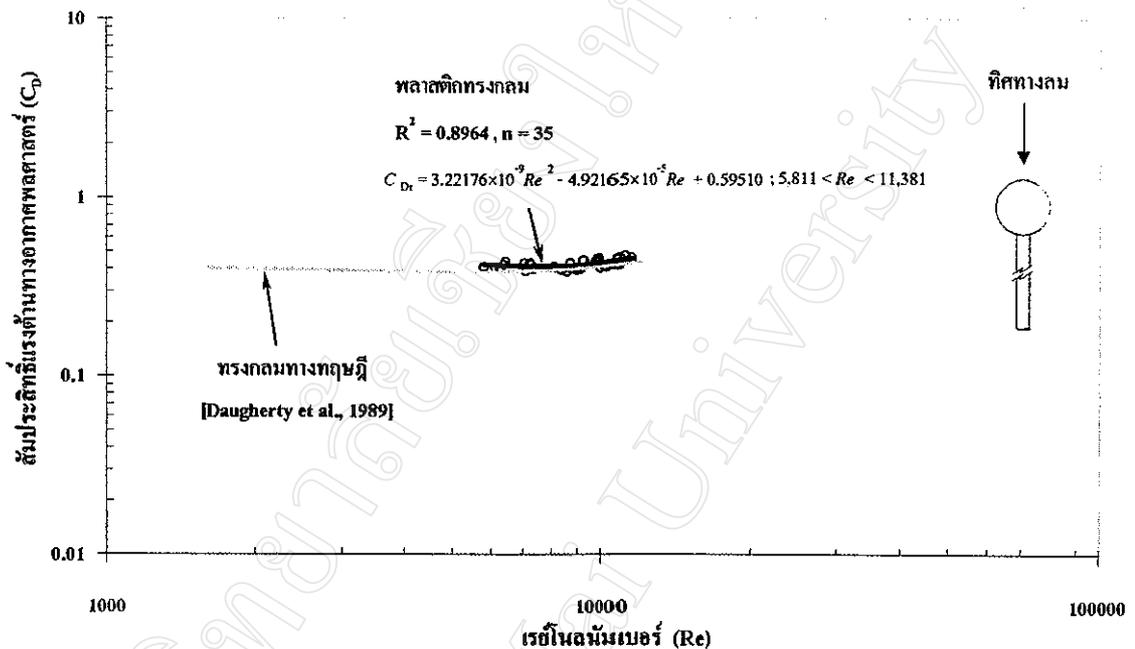
$$C_{DL} = 2.1201 \times 10^{-8} Re_L^2 - 1.375 \times 10^{-4} Re_L + 0.3636 \quad (4.2)$$

สมการที่ 4.2 ใช้สำหรับหาค่า C_{DL} ที่มีค่าเรย์โนลด์นัมเบอร์อยู่ในช่วง $1,800 < Re_L < 3,700$

เมื่อนำค่า C_{DL} ที่ได้จากสมการที่ 4.2 เทียบกับค่า C_{DL} ที่ได้จากข้อมูลพบว่ามีความคลาดเคลื่อนประมาณ 6.48 เปอร์เซ็นต์โดยเฉลี่ย

4.3 ค่าแรงต้านทางอากาศพลศาสตร์ของเม็ดพลาสติกทรงกลม

ค่าแรงต้านทางอากาศพลศาสตร์ของเม็ดพลาสติกทรงกลมจะแสดงในรูปของกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าแรงต้านทางอากาศพลศาสตร์กับค่าเรย์โนลด์นัมเบอร์ ดังรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.3 สัมประสิทธิ์แรงต้านทางอากาศพลศาสตร์ของเม็ดพลาสติกทรงกลม

จากรูปที่ 4.3 จะเป็นความสัมพันธ์ระหว่างค่าแรงต้านทางอากาศพลศาสตร์ของเม็ดพลาสติกทรงกลมกับค่าเรย์โนลด์นัมเบอร์ โดยจะเก็บบันทึกข้อมูลของการวัดครั้งละ 60 จุดแล้วนำมาหาค่าเฉลี่ยจำนวน 1 ค่า เพื่อนำค่ามาใช้งาน จำนวนความเร็วลมที่ใช้ในการทดสอบ 7 ค่า และจำนวนเม็ดพลาสติกทรงกลมที่ใช้ในการทดสอบ 5 เม็ด ดังนั้นจะได้จำนวนข้อมูล $1 \times 7 \times 5$ ซึ่งจากการนำข้อมูลจำนวน 35 จุด ที่ได้จากการทดสอบมาเขียนกราฟจะมีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ 0.8964 และมีค่าแรงต้านทางอากาศพลศาสตร์เท่ากับ 0.419 โดยเฉลี่ย ในช่วงของเรย์โนลด์นัมเบอร์ 5,811 ถึง 11,381 จากรูปจะเห็นได้ว่าเม็ดพลาสติกทรงกลมที่ได้จากการทดสอบจะมีค่าคลาดเคลื่อน 8.60 เปอร์เซ็นต์ จากทรงกลมทางทฤษฎี [Daugherty et al., 1989] อาจจะเนื่องมาจากความแตกต่างของเงื่อนไขการทดสอบต่างๆ ได้แก่ เงื่อนไขของกระแสอิสระ การรบกวนจากจุดติดตั้งการทดสอบ และความขรุขระของผิวของเม็ดพลาสติกทรงกลม

4.4 แรงต้านทางอากาศพลศาสตร์ของเมล็ดข้าวเปลือก

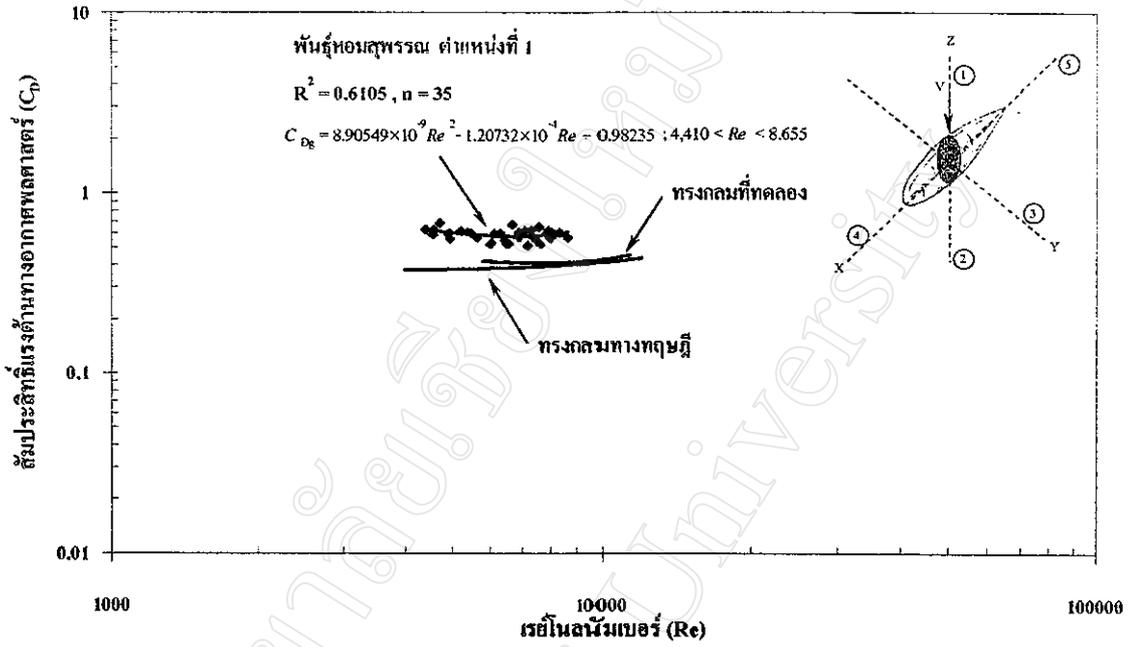
ค่าแรงต้านทางอากาศพลศาสตร์ของเมล็ดข้าวเปลือกที่ได้จากการทดสอบ จะแสดงในรูปของกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าแรงต้านทางอากาศพลศาสตร์กับค่าเรย์โนลด์นัมเบอร์ โดยจะเก็บบันทึกข้อมูลของการวัดครั้งละ 60 จุดแล้วนำมาหาค่าเฉลี่ยจำนวน 1 ค่า เพื่อนำค่ามาใช้งาน จำนวนความเร็วลมที่ใช้ในการทดสอบ 7 ค่า และจำนวนเมล็ดข้าวเปลือกที่ใช้ในการทดสอบ 5 เมล็ด ดังนั้นจะได้จำนวนข้อมูล $1 \times 7 \times 5$ คือ 35 จุด ซึ่งค่าแรงต้านทางอากาศพลศาสตร์ของเมล็ดข้าวเปลือกนี้จะคิดที่ภายใต้พื้นฐานเส้นผ่าศูนย์กลาง (d_g) เดียวกันและได้ทำการหาค่าแรงต้านทางอากาศพลศาสตร์ของที่ติดตั้งตัวอย่างทดสอบ (แรงต้านติดตัวเข็มฉีดยาเบอร์ 18 G) ออกแล้ว ซึ่งการหาค่าแรงต้านทางอากาศพลศาสตร์ของเมล็ดข้าวเปลือกสามารถอธิบายได้จากรูปที่ 3.25

จากรูปกราฟจะประกอบด้วยเส้นแรงต้านทางอากาศพลศาสตร์ของเมล็ดข้าวเปลือก เส้นแรงต้านทางอากาศพลศาสตร์ของเม็ดพลาสติกทรงกลม และเส้นเส้นแรงต้านทางอากาศพลศาสตร์ของทรงกลมทางทฤษฎี [Daugherty et al., 1989] ซึ่งจะเป็นเส้นแนวโน้มที่สร้างขึ้นด้วยสมการ โพลีโนเมียล ดีกรีสอง ดังรูปสมการ

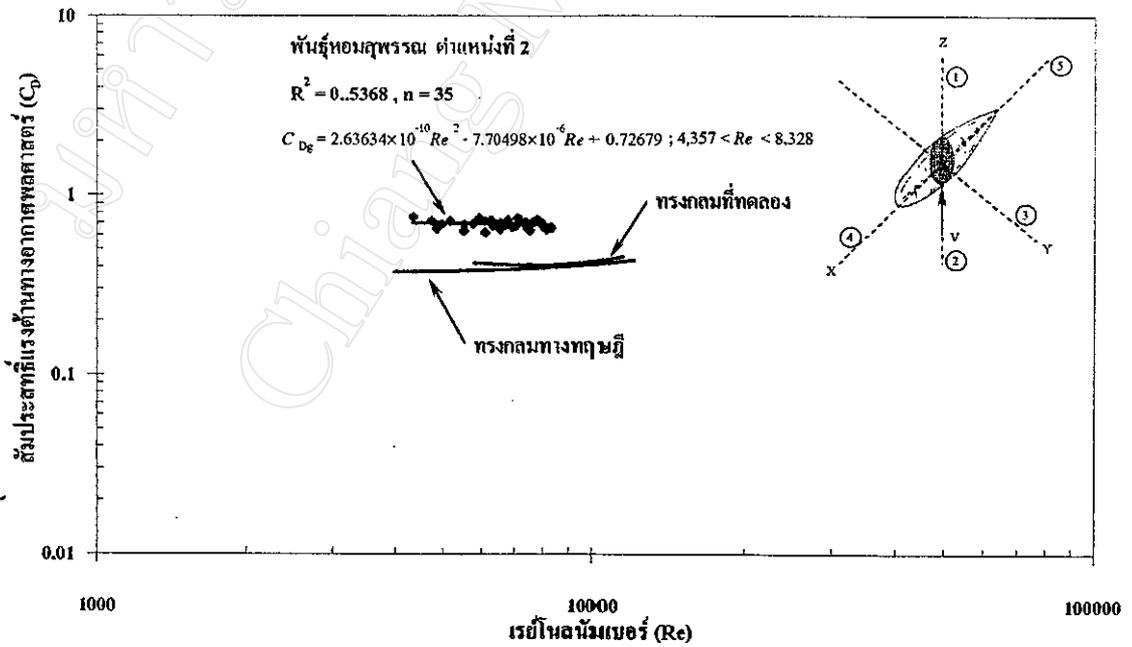
$$C_{Dg} = C_1 Re_g^2 + C_2 Re_g + C_3 \quad (4.3)$$

เมื่อ C_1, C_2 และ C_3 เป็นค่าคงที่

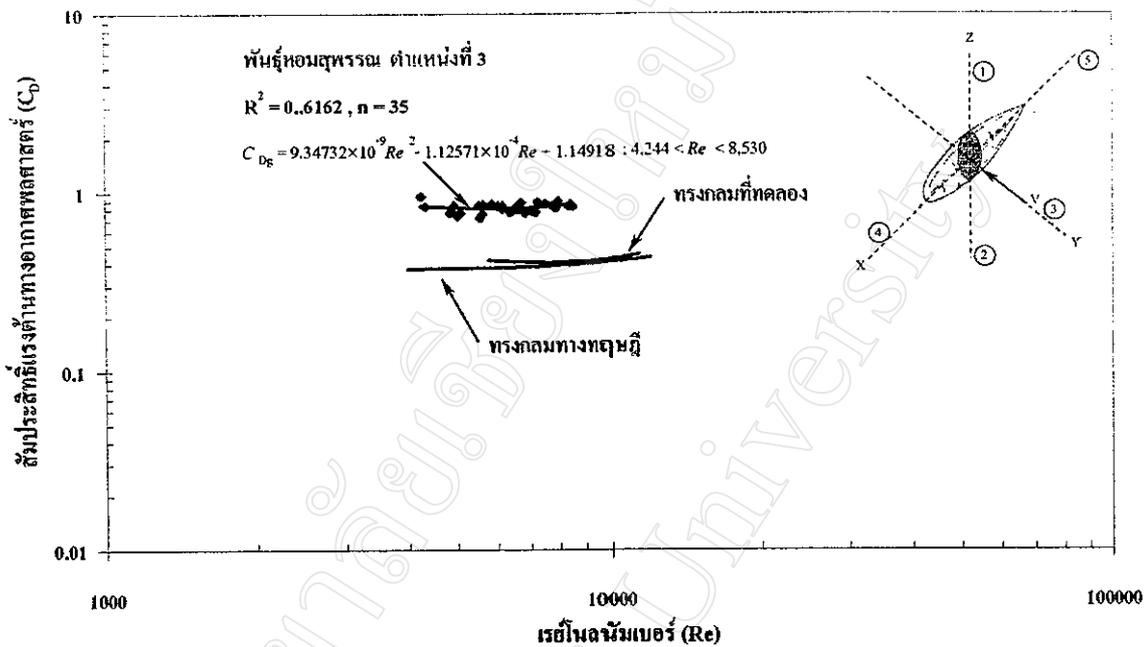
4.4.1 ข้าวเจ้า



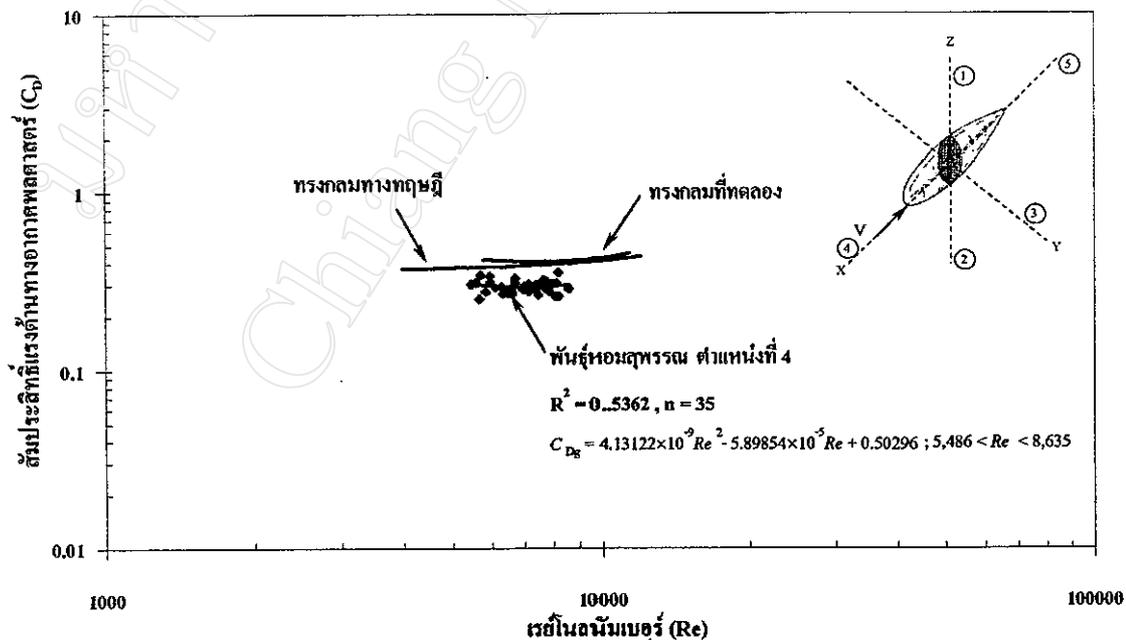
รูปที่ 4.4 สัมประสิทธิ์แรงต้านทางอากาศพลศาสตร์ของข้าวเจ้าพันธุ์หอมสุพรรณ ตำแหน่งที่ 1



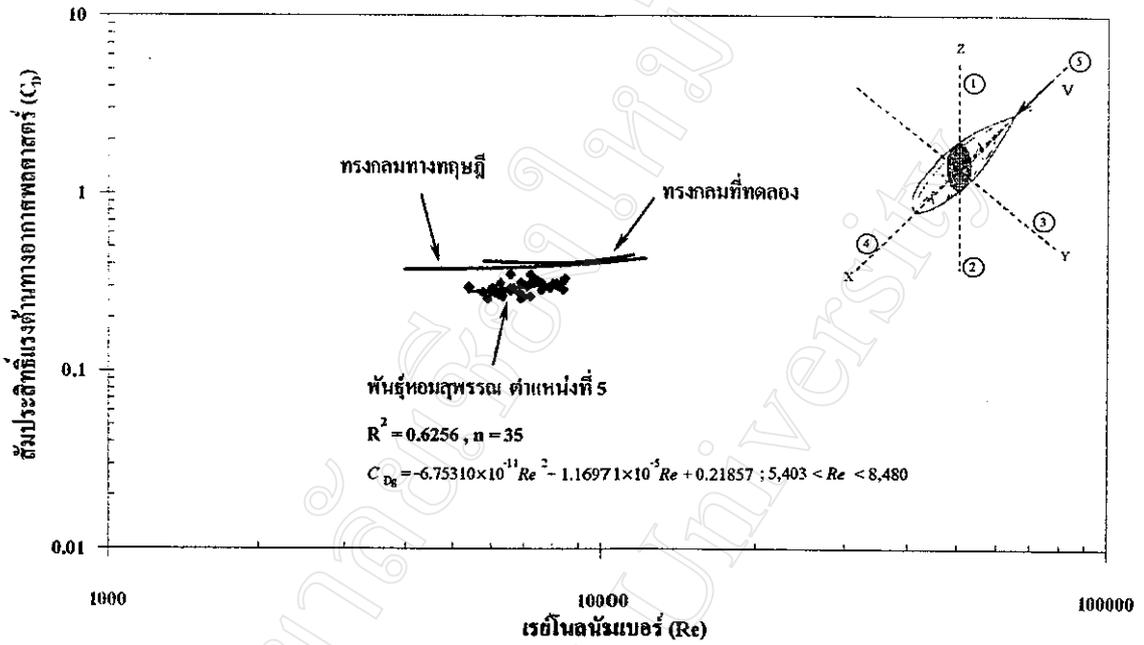
รูปที่ 4.5 สัมประสิทธิ์แรงต้านทางอากาศพลศาสตร์ของข้าวเจ้าพันธุ์หอมสุพรรณ ตำแหน่งที่ 2



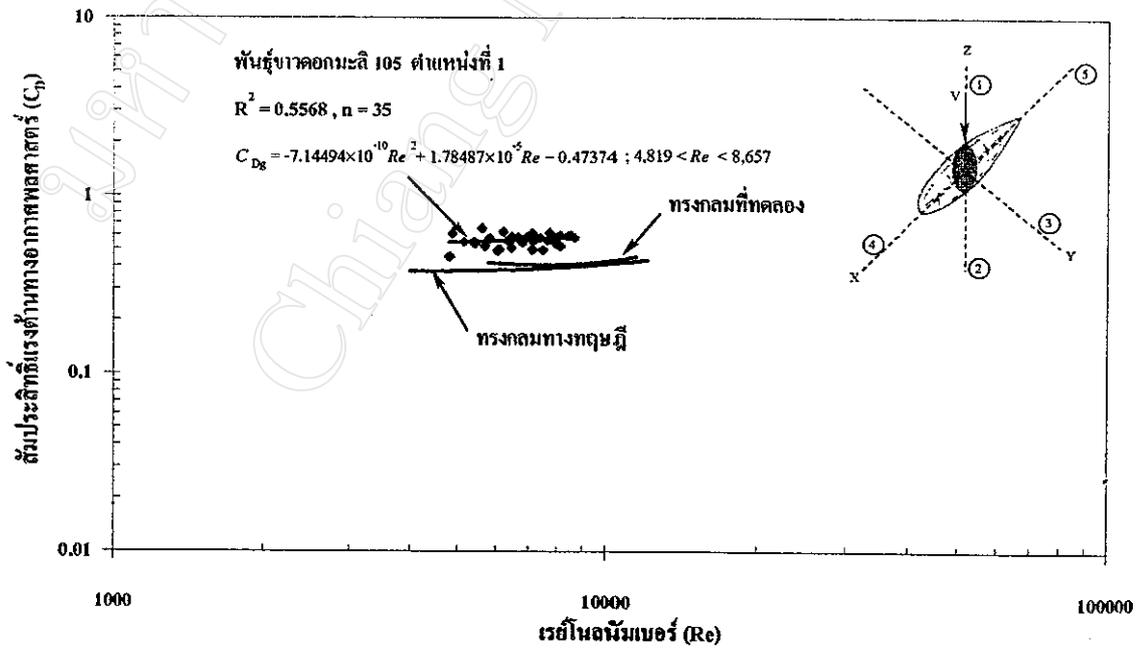
รูปที่ 4.6 สัมประสิทธิ์แรงต้านทางอากาศพลศาสตร์ของข้าวเจ้าพันธุ์หอมสุพรรณ ตำแหน่งที่ 3



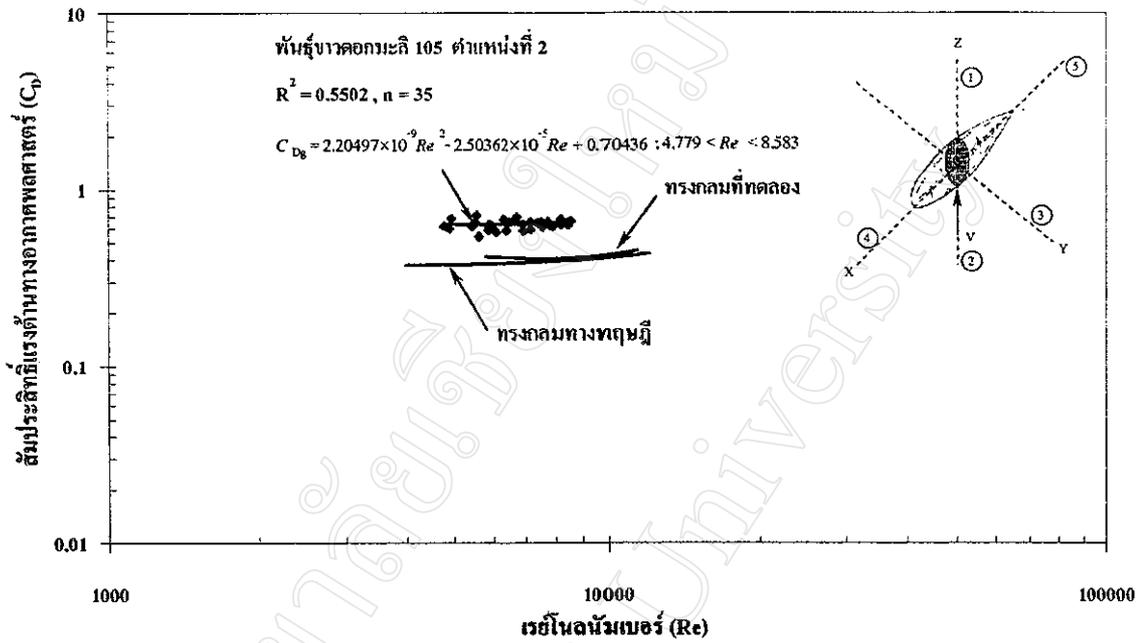
รูปที่ 4.7 สัมประสิทธิ์แรงต้านทางอากาศพลศาสตร์ของข้าวเจ้าพันธุ์หอมสุพรรณ ตำแหน่งที่ 4



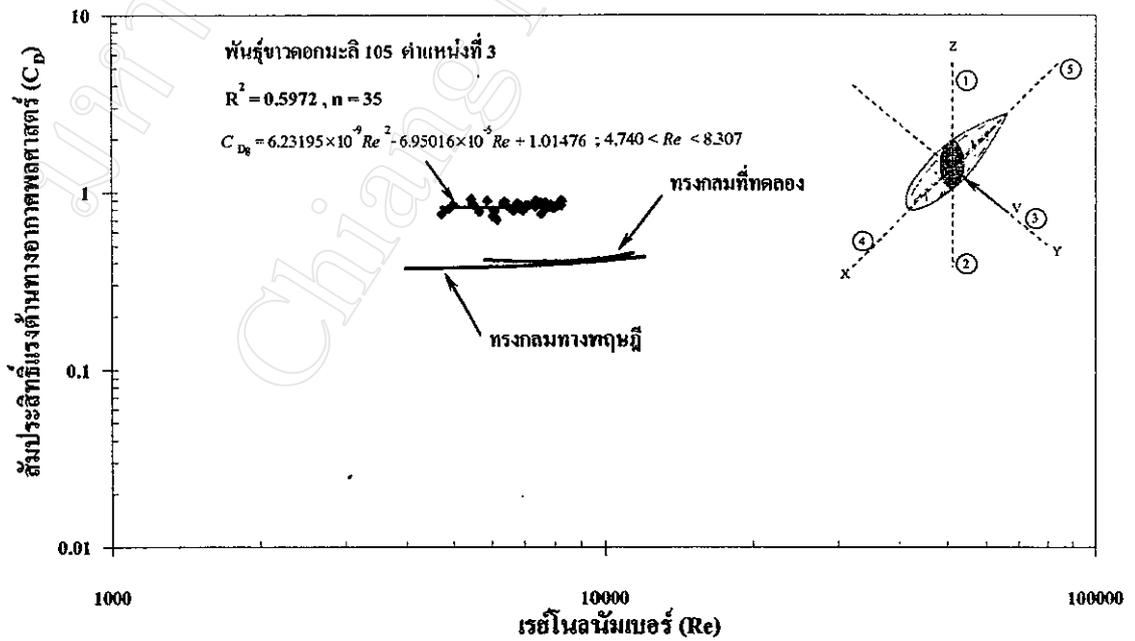
รูปที่ 4.8 สัมประสิทธิ์แรงต้านทางอากาศพลศาสตร์ของข้าวเจ้าพหุนามหอยทวารณ ตำแหน่งที่ 5



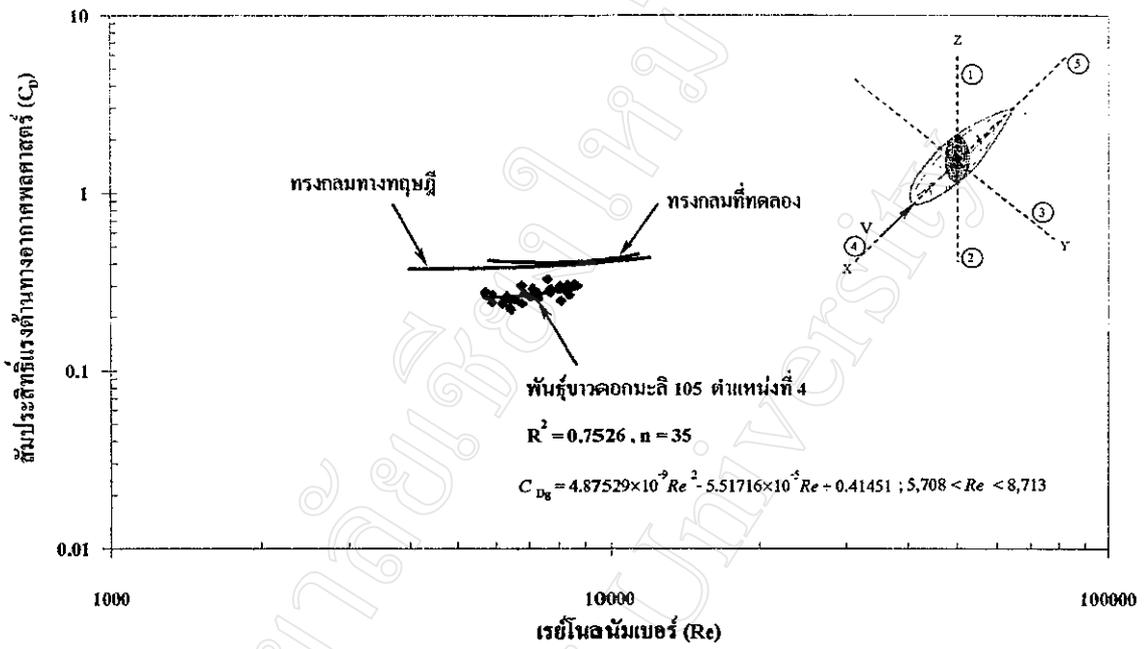
รูปที่ 4.9 สัมประสิทธิ์แรงต้านทางอากาศพลศาสตร์ของข้าวเจ้าพหุนามหอยทวารณ 105 ตำแหน่งที่ 1



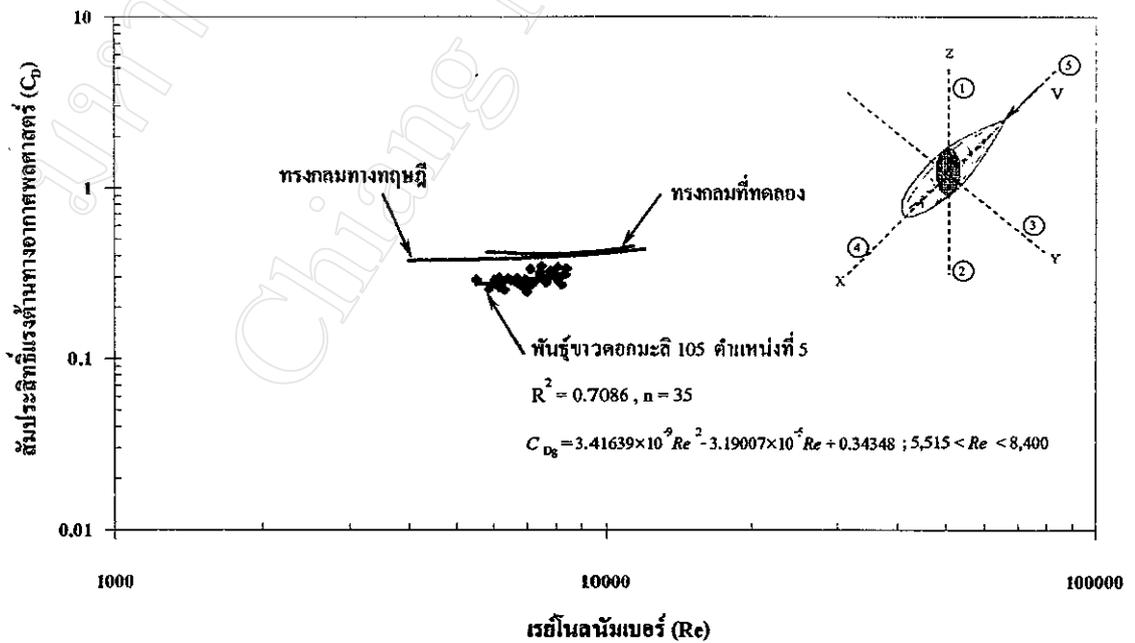
รูปที่ 4.10 สัมประสิทธิ์แรงต้านทางอากาศพลศาสตร์ของข้าวเจ้าพินธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ตำแหน่งที่ 2



รูปที่ 4.11 สัมประสิทธิ์แรงต้านทางอากาศพลศาสตร์ของข้าวเจ้าพินธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ตำแหน่งที่ 3

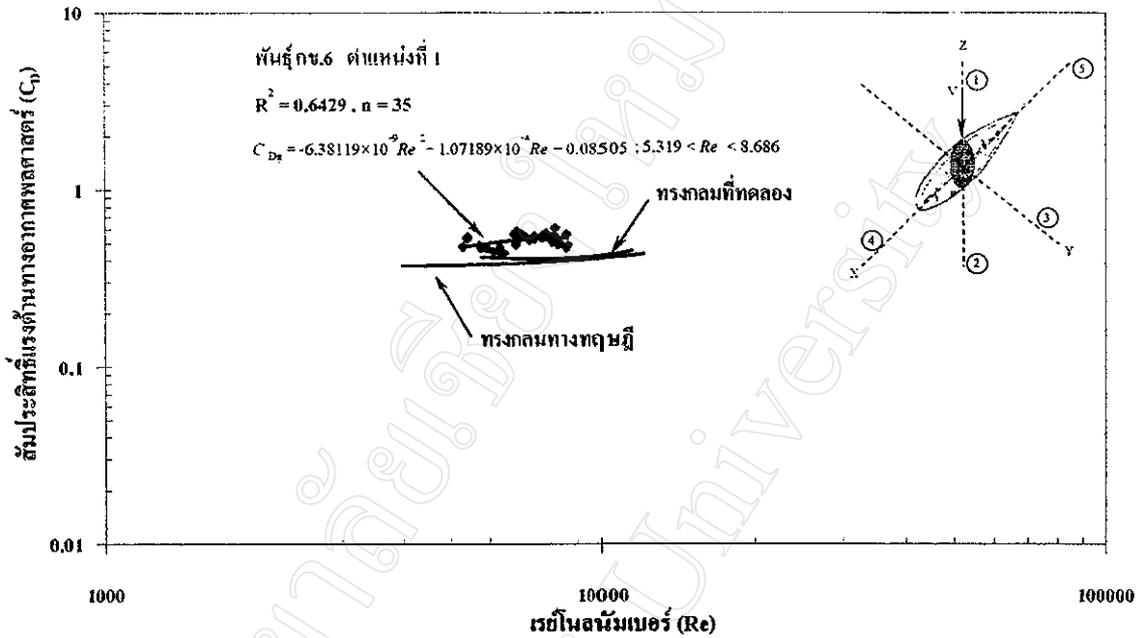


รูปที่ 4.12 สัมประสิทธิ์แรงต้านทางอากาศพลศาสตร์ของข้าวเจ้าพันธุ์ขาคอมมะลิ 105 ตำแหน่งที่ 4

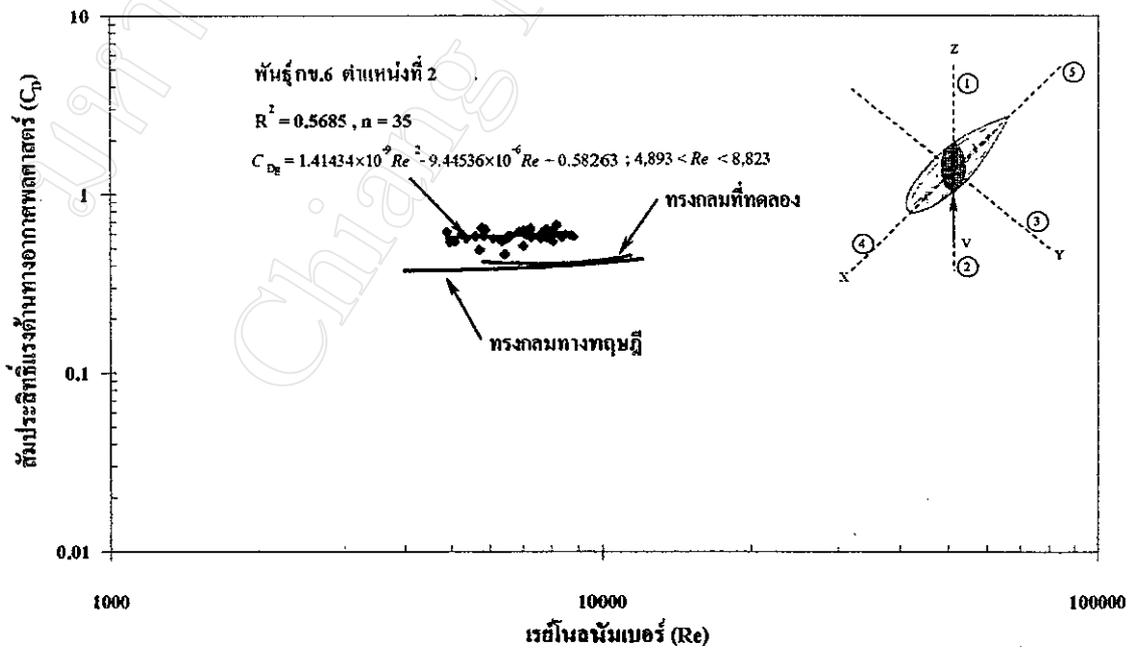


รูปที่ 4.13 สัมประสิทธิ์แรงต้านทางอากาศพลศาสตร์ของข้าวเจ้าพันธุ์ขาคอมมะลิ 105 ตำแหน่งที่ 5

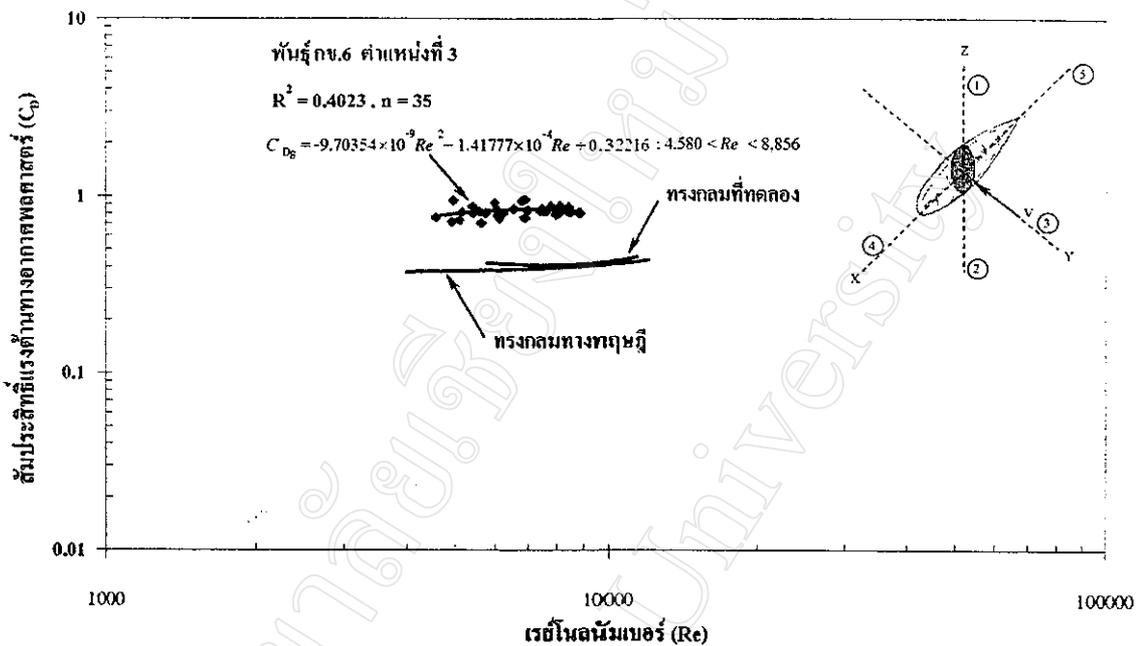
4.4.2 ข้าวเหนียว



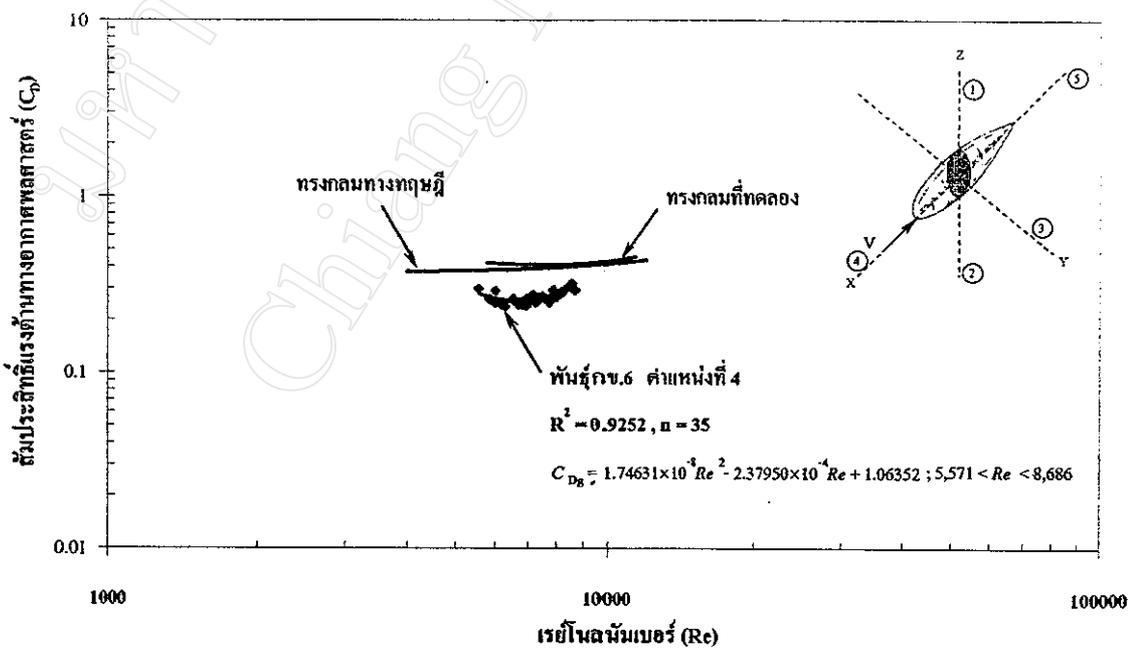
รูปที่ 4.14 สัมประสิทธิ์แรงต้านทางอากาศพลศาสตร์ของข้าวเหนียวพันธุ์ กข. 6 ตำแหน่งที่ 1



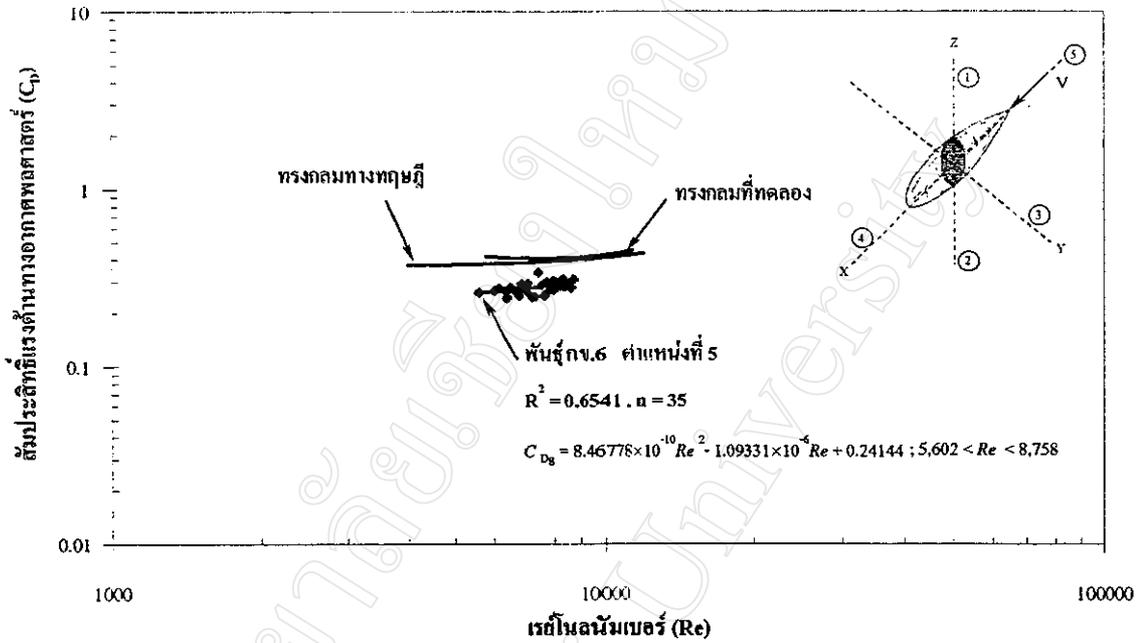
รูปที่ 4.15 สัมประสิทธิ์แรงต้านทางอากาศพลศาสตร์ของข้าวเหนียวพันธุ์ กข. 6 ตำแหน่งที่ 2



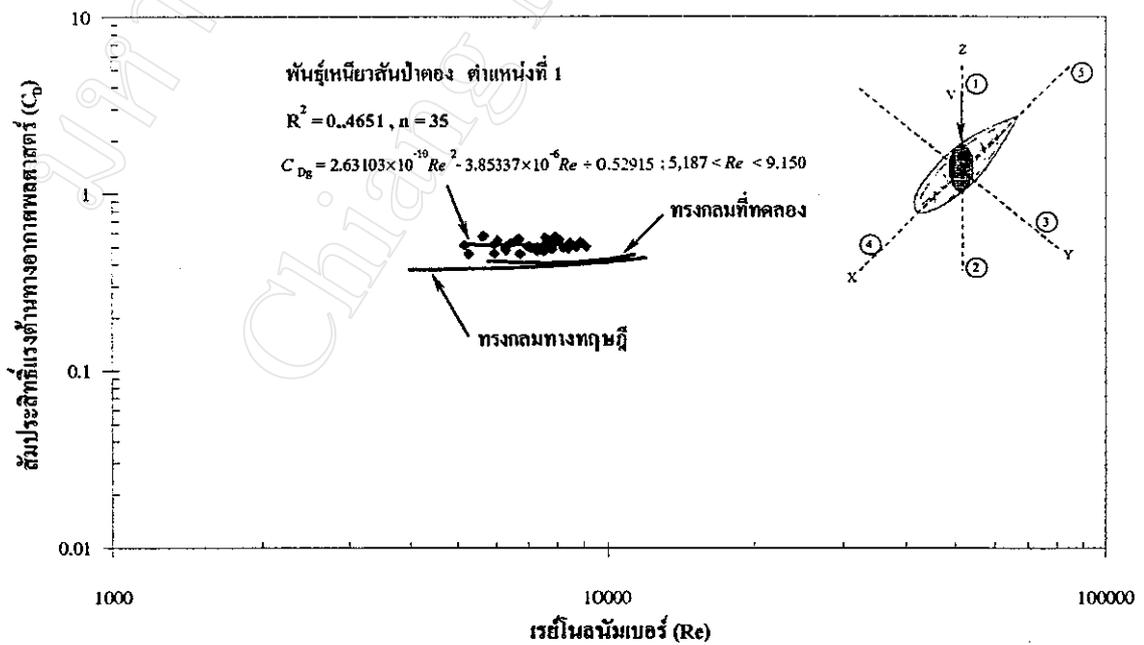
รูปที่ 4.16 สัมประสิทธิ์แรงต้านทางอากาศพลศาสตร์ของข้าวเหนียวพันธุ์ กข. 6 ตำแหน่งที่ 3



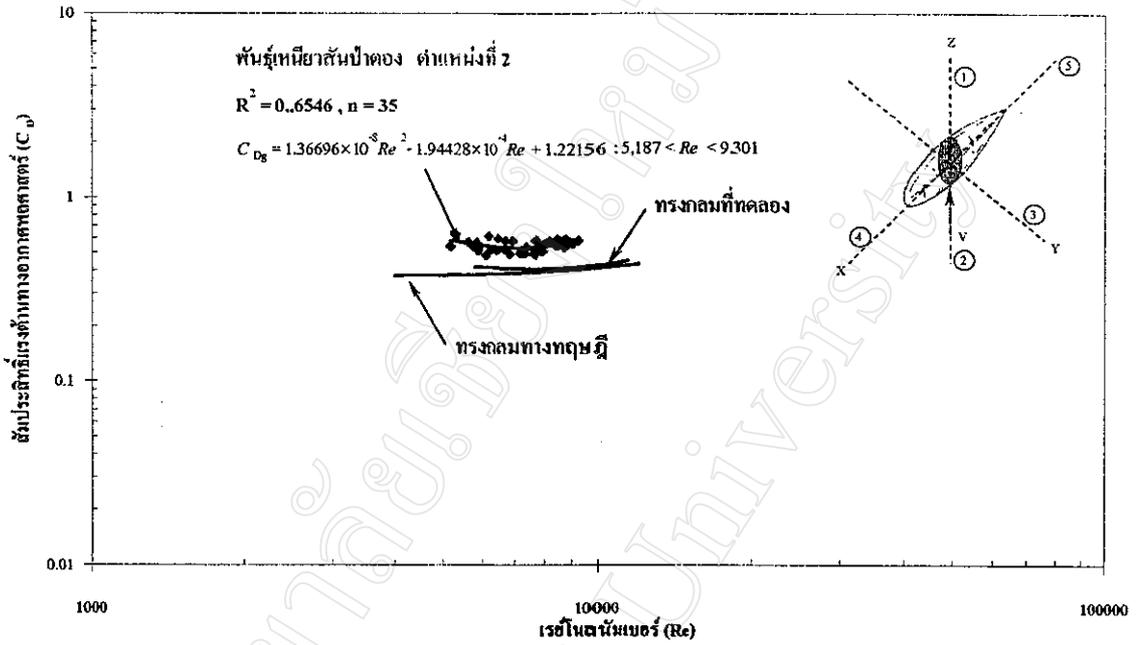
รูปที่ 4.17 สัมประสิทธิ์แรงต้านทางอากาศพลศาสตร์ของข้าวเหนียวพันธุ์ กข. 6 ตำแหน่งที่ 4



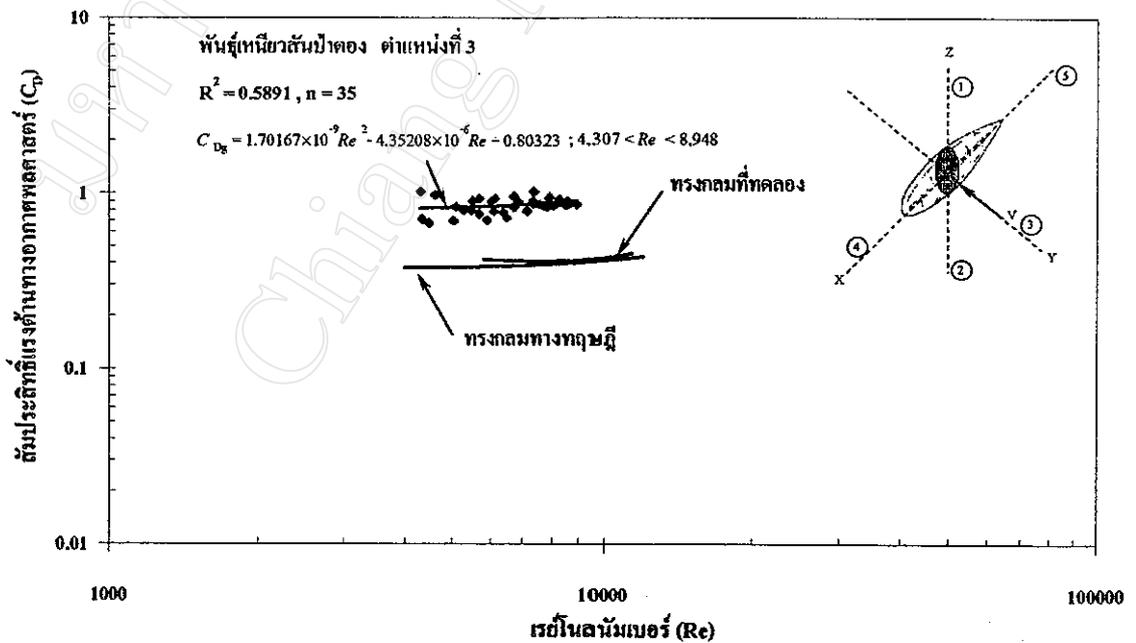
รูปที่ 4.18 สัมประสิทธิ์แรงต้านทางอากาศพลศาสตร์ของข้าวเหนียวพื่นี่ กข. 6 ตำแหน่งที่ 5



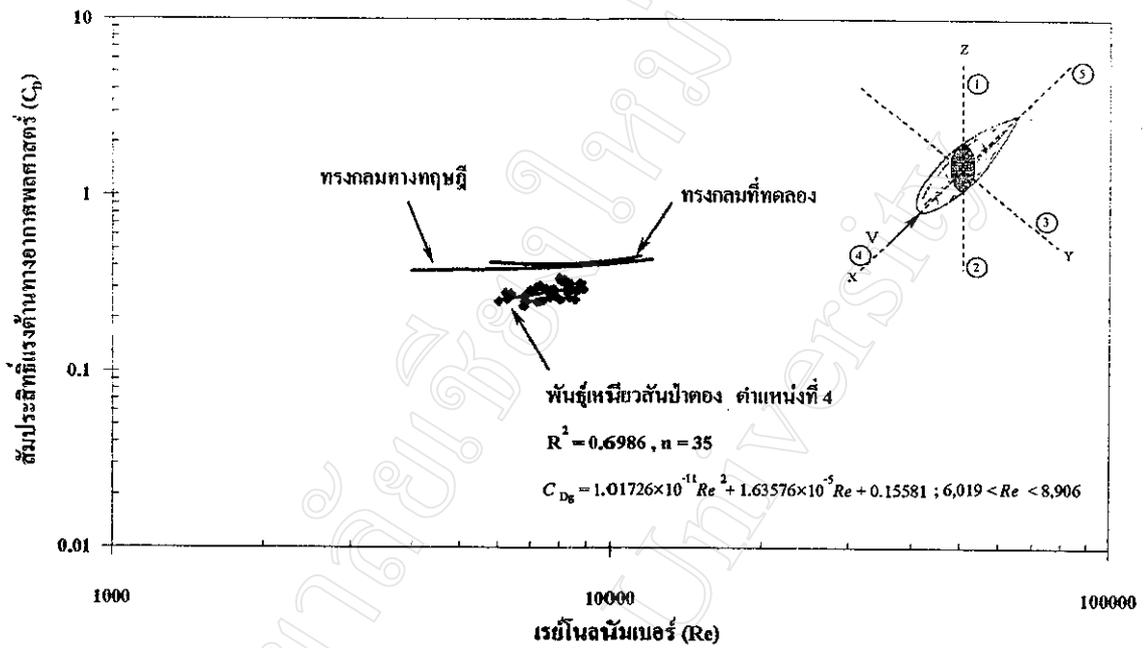
รูปที่ 4.19 สัมประสิทธิ์แรงต้านทางอากาศพลศาสตร์ของข้าวเหนียวพื่นี่เหนียวสันป่าตอง ตำแหน่งที่ 1



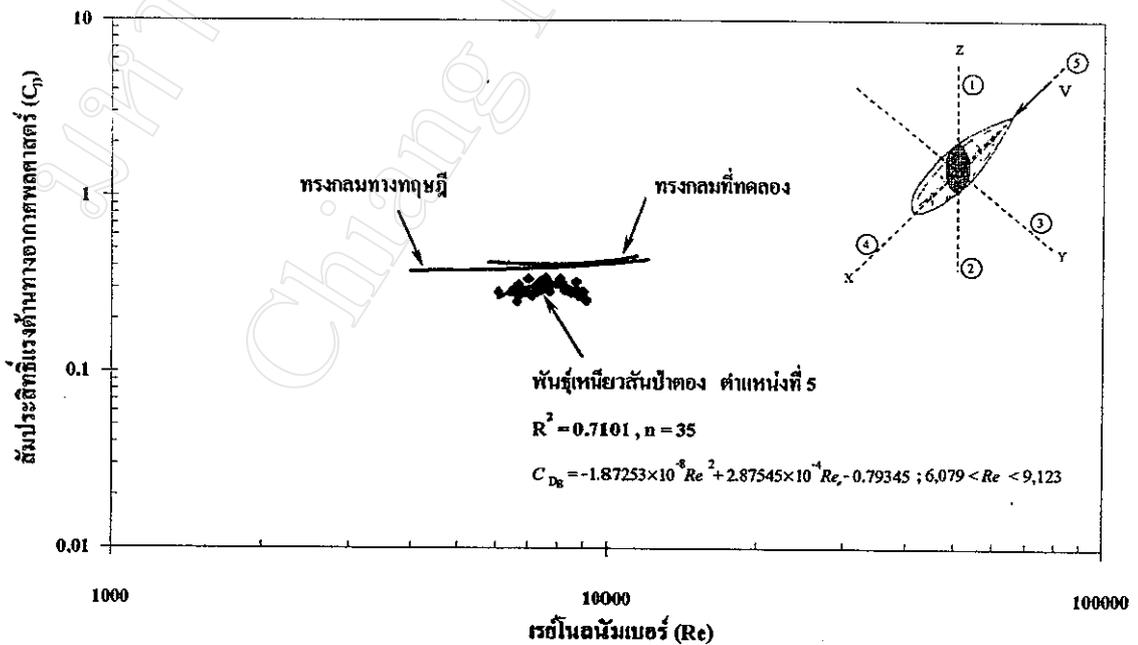
รูปที่ 4.20 สัมประสิทธิ์แรงต้านทางอากาศพลศาสตร์ของข้าวเหนียวพันธุ์เหนียวสันป่าตอง ตำแหน่งที่ 2



รูปที่ 4.21 สัมประสิทธิ์แรงต้านทางอากาศพลศาสตร์ของข้าวเหนียวพันธุ์เหนียวสันป่าตอง ตำแหน่งที่ 3

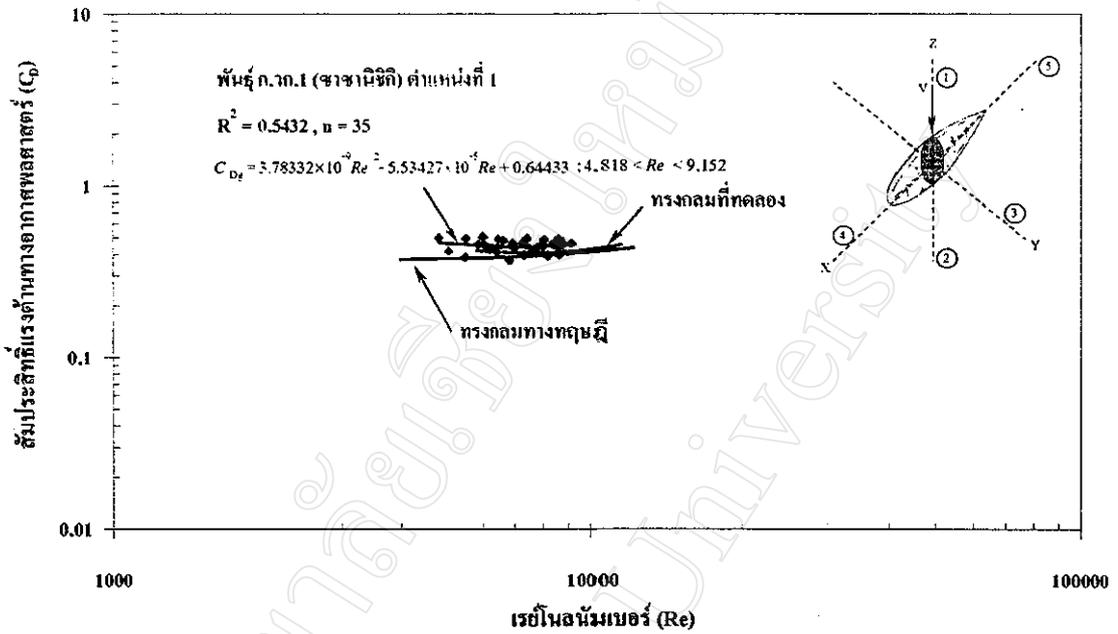


รูปที่ 4.22 สัมประสิทธิ์แรงต้านทางอากาศพลศาสตร์ของข้าวเหนียวพันธุ์เหนียวสันป่าตอง ตำแหน่งที่ 4

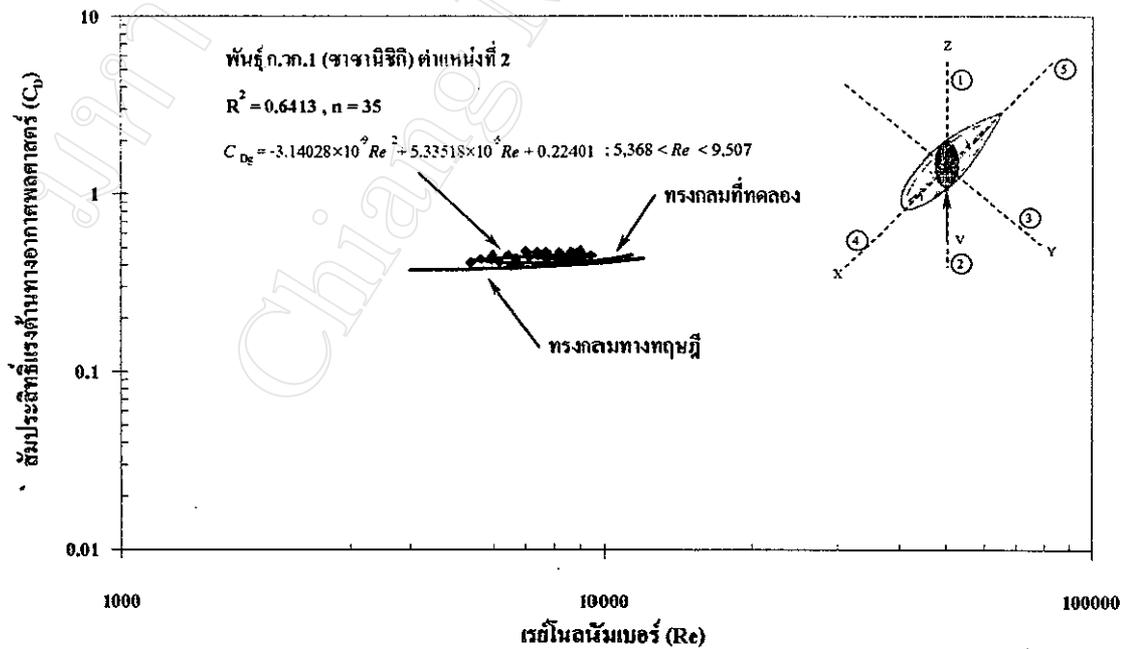


รูปที่ 4.23 สัมประสิทธิ์แรงต้านทางอากาศพลศาสตร์ของข้าวเหนียวพันธุ์เหนียวสันป่าตอง ตำแหน่งที่ 5

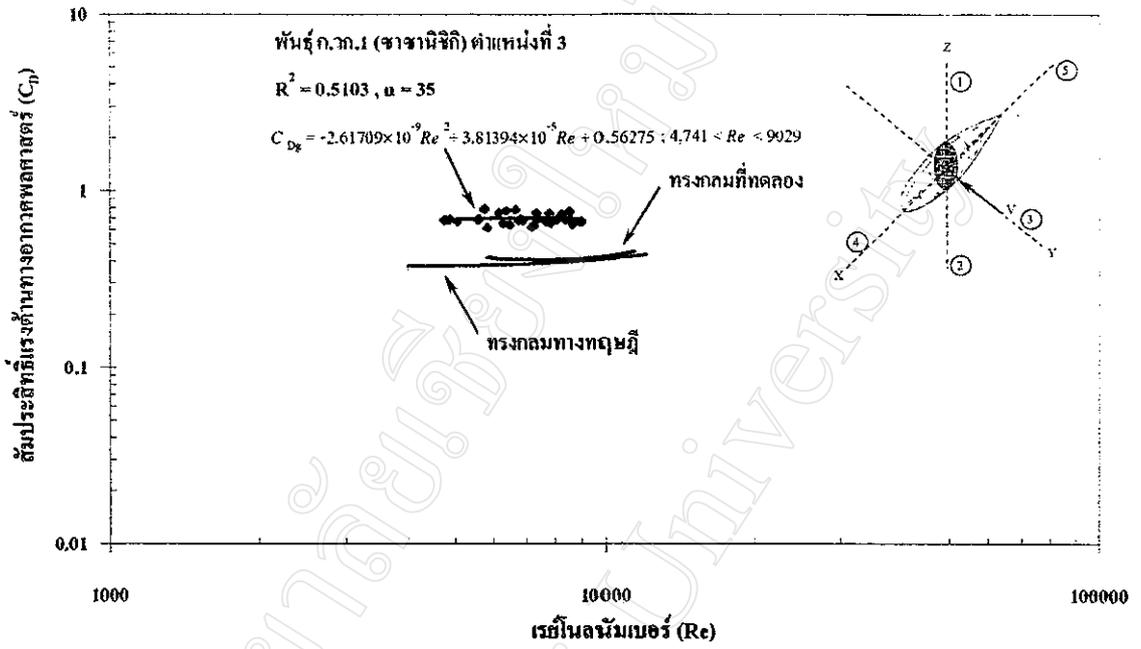
4.4.3 ข้าวญี่ปุ่น



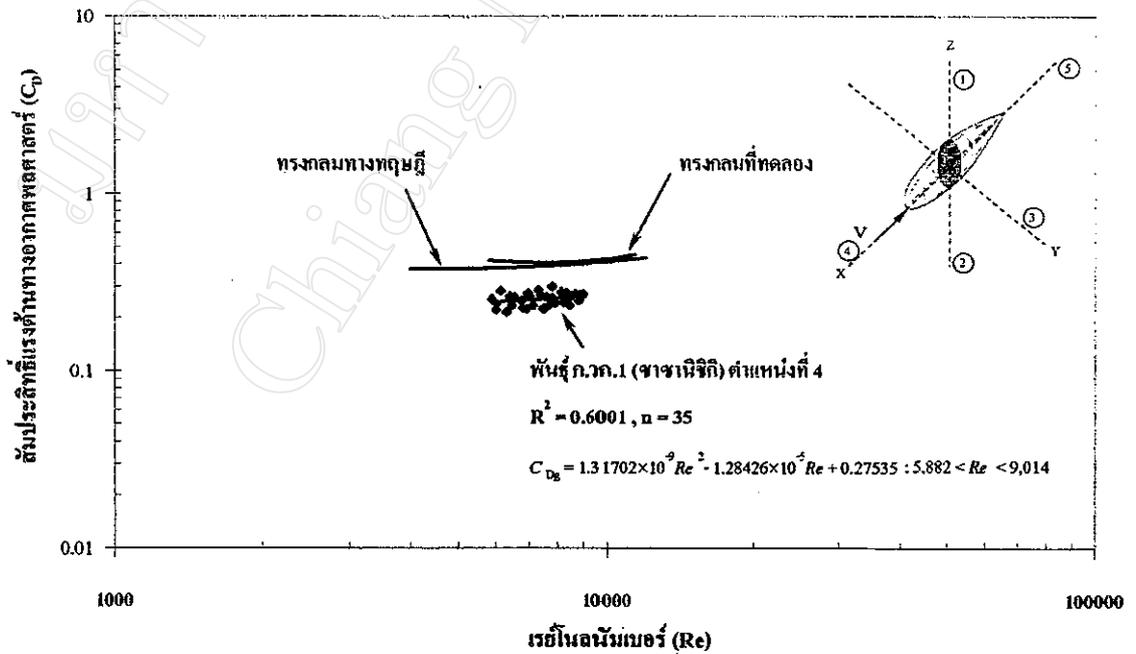
รูปที่ 4.24 สัมประสิทธิ์แรงต้านทางอากาศพลศาสตร์ของข้าวญี่ปุ่นพันธุ์ ก.ว.1 (ชาซานิซิกิ) ตำแหน่งที่ 1



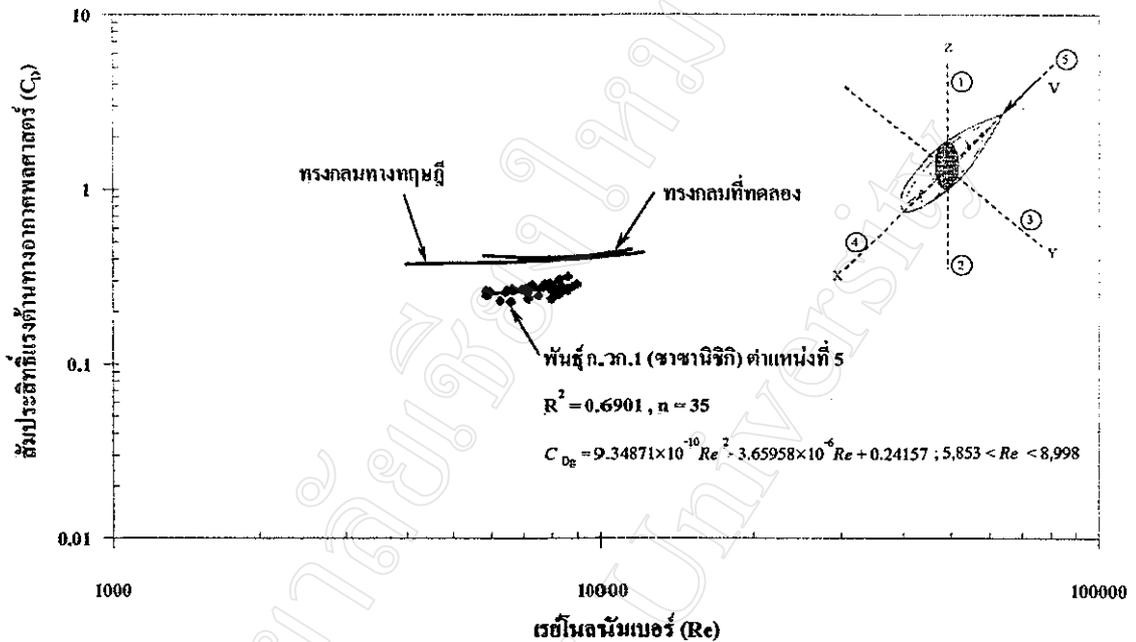
รูปที่ 4.25 สัมประสิทธิ์แรงต้านทางอากาศพลศาสตร์ของข้าวญี่ปุ่นพันธุ์ ก.ว.1 (ชาซานิซิกิ) ตำแหน่งที่ 2



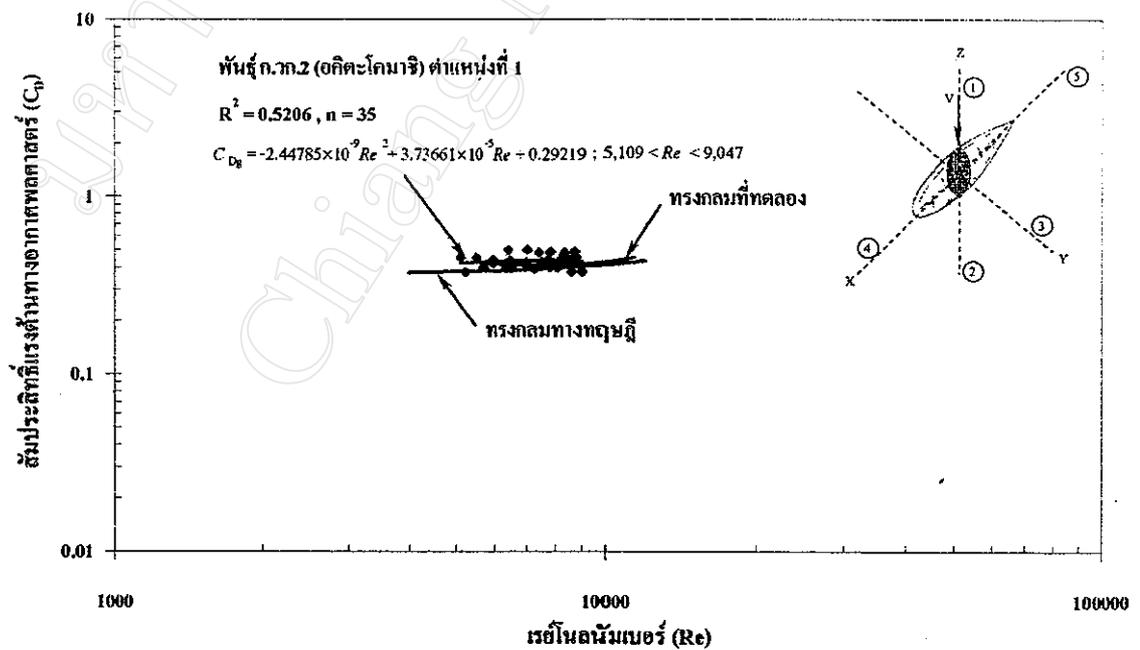
รูปที่ 4.26 สัมประสิทธิ์แรงต้านทางอากาศพลศาสตร์ของข้าวญี่ปุ่นพันธุ์ ก.ว.1 (ชาซานิชิกิ) ตำแหน่งที่ 3



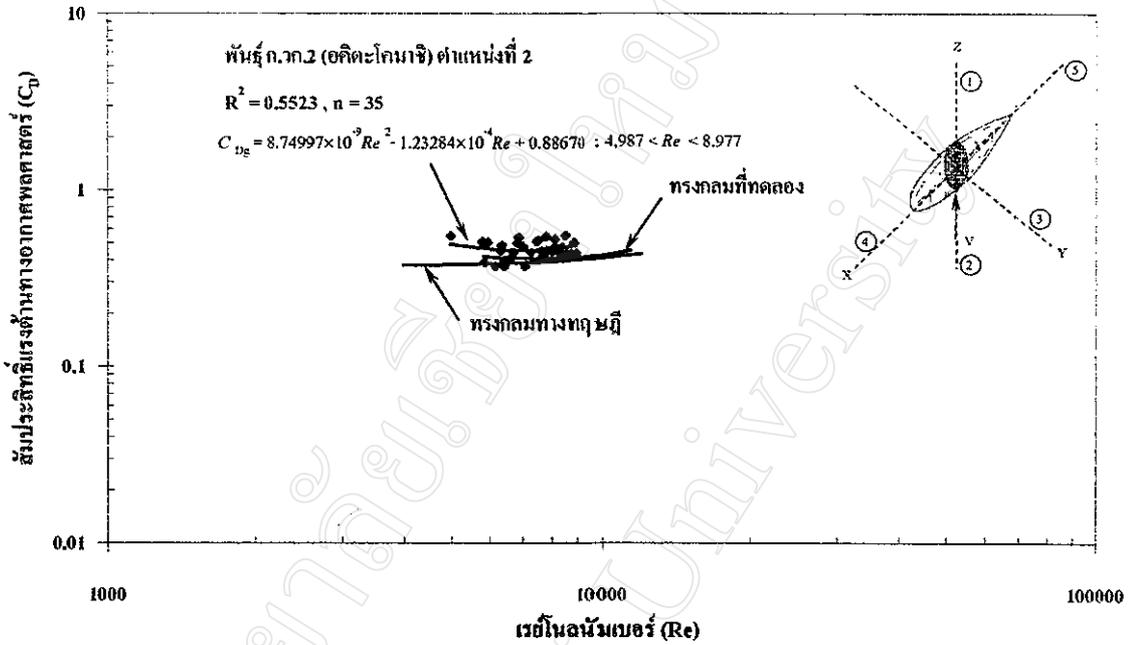
รูปที่ 4.27 สัมประสิทธิ์แรงต้านทางอากาศพลศาสตร์ของข้าวญี่ปุ่นพันธุ์ ก.ว.1 (ชาซานิชิกิ) ตำแหน่งที่ 4



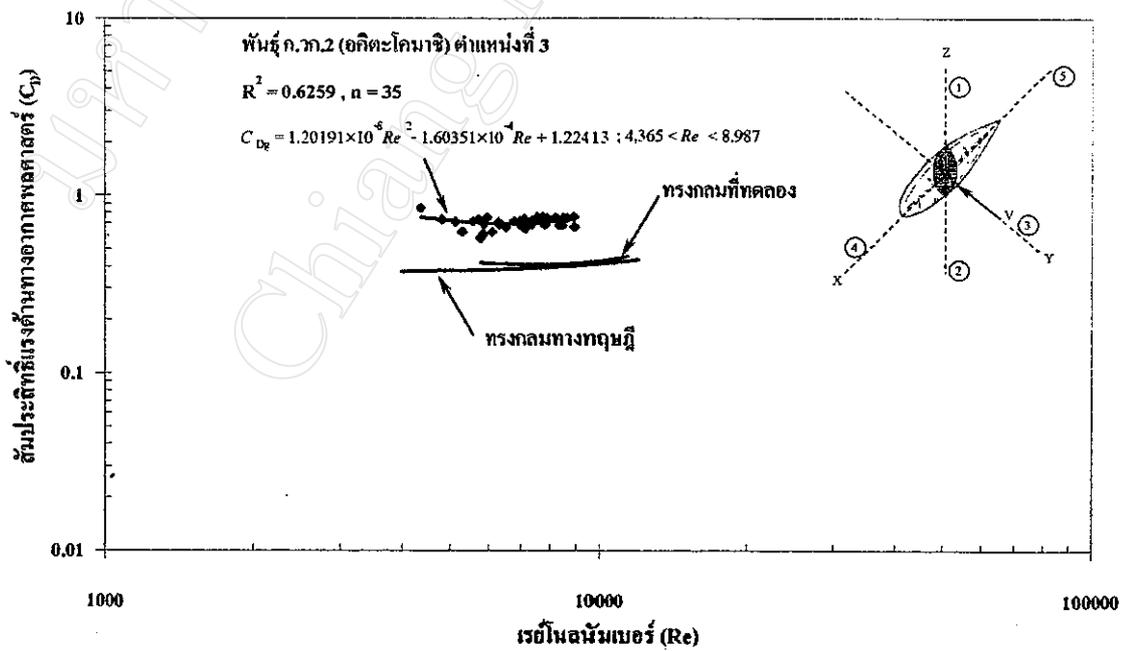
รูปที่ 4.28 สัมประสิทธิ์แรงต้านทางอากาศพลศาสตร์ของข้าวฉู้ปุ่นพินส์ ก.วก.1 (ชาซานิจิก) ตำแหน่งที่ 5



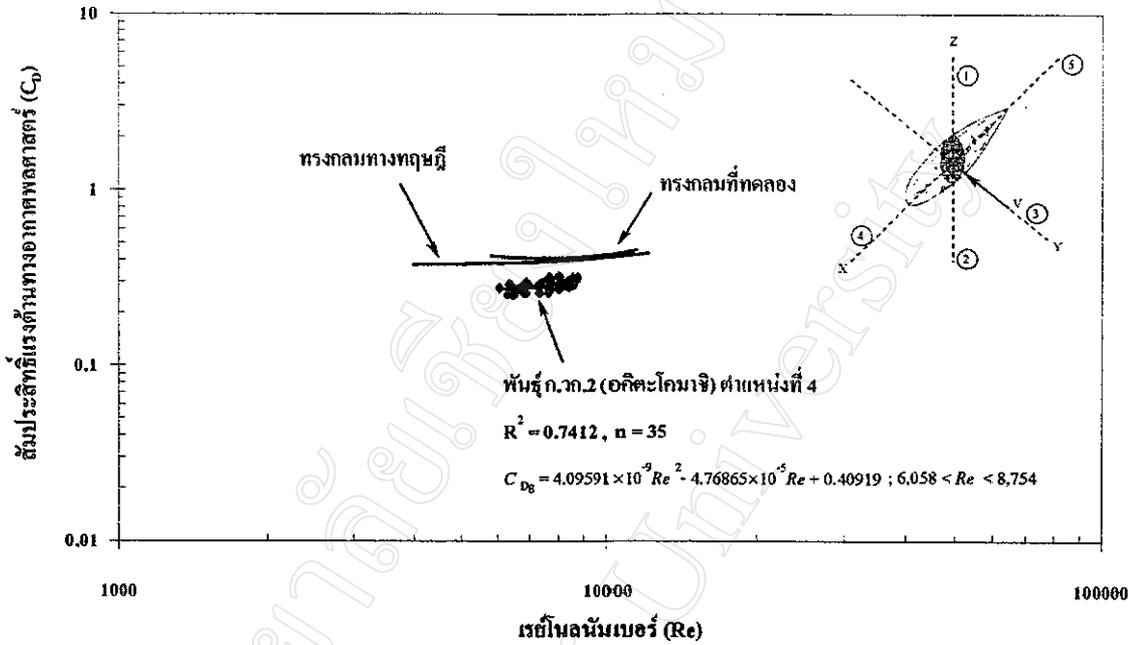
รูปที่ 4.29 สัมประสิทธิ์แรงต้านทางอากาศพลศาสตร์ของข้าวฉู้ปุ่นพินส์ ก.วก.2 (อคิตะ โคมาริ) ตำแหน่งที่ 1



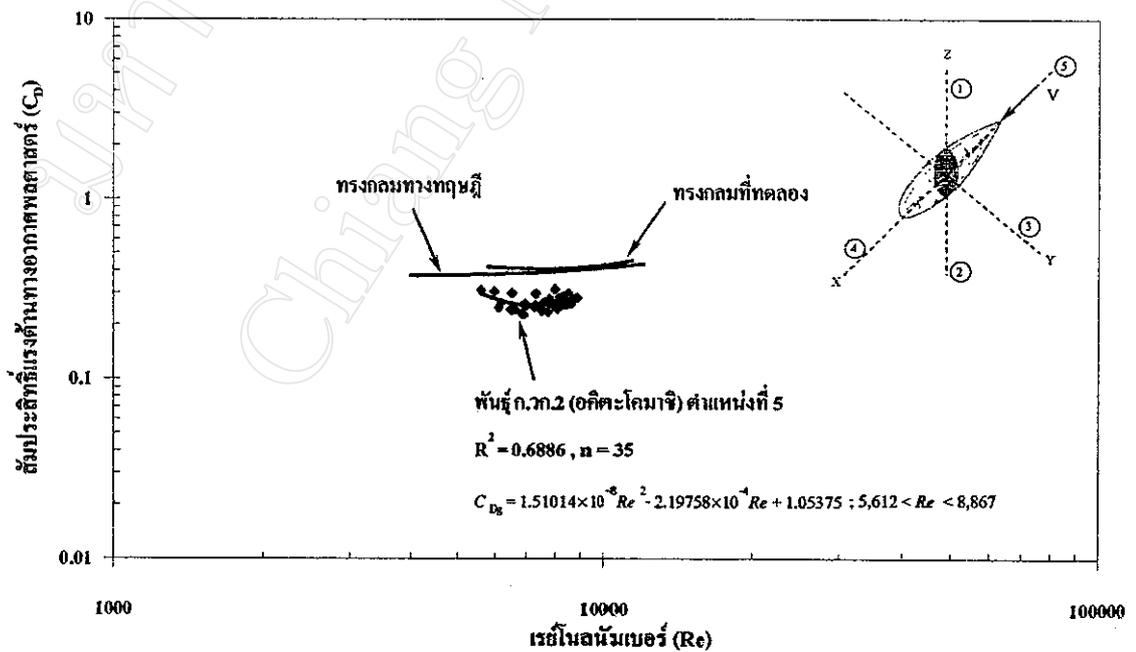
รูปที่ 4.30 สัมประสิทธิ์แรงต้านทางอากาศพลศาสตร์ของข้าวญี่ปุ่นพันธุ์ ก.ว.ก.2 (อติตะ โคมาจิ) ตำแหน่งที่ 2



รูปที่ 4.31 สัมประสิทธิ์แรงต้านทางอากาศพลศาสตร์ของข้าวญี่ปุ่นพันธุ์ ก.ว.ก.2 (อติตะ โคมาจิ) ตำแหน่งที่ 3



รูปที่ 4.32 สัมประสิทธิ์แรงต้านทางอากาศพลศาสตร์ของข้าวญี่ปุ่นพันธุ์ ก.ว.ก.2 (อติตะ โคมมาจิ) ตำแหน่งที่ 4



รูปที่ 4.33 สัมประสิทธิ์แรงต้านทางอากาศพลศาสตร์ของข้าวญี่ปุ่นพันธุ์ ก.ว.ก.2 (อติตะ โคมมาจิ) ตำแหน่งที่ 5

ตารางที่ 4.1 ค่าแรงต้านทางอากาศพลศาสตร์ของเมล็ดข้าวเปลือกและเม็ดพลาสติกทรงกลม (n=35)

ชนิดข้าว	พันธุ์	ตำแหน่งที่	C_{De} เฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	R^2	ช่วงของ Re
ข้าวเจ้า	หอมสุพรรณ	1	0.587	0.0424	0.6105	4,410-8,655
		2	0.688	0.0359	0.5368	4,357-8,328
		3	0.826	0.0476	0.6162	4,244-8,530
		4	0.296	0.0244	0.5362	5,486-8,635
		5	0.298	0.0239	0.6256	5,403-8,480
	ขาวดอกมะลิ 105	1	0.562	0.0447	0.5568	4,819-8,657
		2	0.639	0.0364	0.5502	4,779-8,583
		3	0.836	0.0514	0.5972	4,740-8,307
		4	0.274	0.0241	0.7526	5,708-8,713
		5	0.292	0.0254	0.7086	5,515-8,400
ข้าวเหนียว	กข.6	1	0.519	0.0437	0.6429	5,319-8,686
		2	0.586	0.0455	0.5685	4,893-8,823
		3	0.823	0.0594	0.6023	4,580-8,856
		4	0.267	0.0201	0.9252	5,571-8,686
		5	0.280	0.0217	0.6541	5,602-8,758
	เหนียวสันป่าตอง	1	0.515	0.0339	0.4651	5,187-9,150
		2	0.548	0.0386	0.6546	5,187-9,301
		3	0.852	0.0882	0.5891	4,307-8,948
		4	0.280	0.0269	0.6986	6,019-8,906
		5	0.298	0.0228	0.7101	6,079-9,123
ข้าวญี่ปุ่น	ก.ว.ก.1 (ชาธานีซึกิ)	1	0.447	0.0352	0.5432	4,818-9,152
		2	0.444	0.0207	0.6413	5,368-9,507
		3	0.698	0.0446	0.5103	4,741-9,029
		4	0.254	0.0211	0.6001	5,882-9,014
		5	0.268	0.0193	0.6901	5,853-8,998
	ก.ว.ก.2 (ฮิศะ โคมาริ)	1	0.432	0.0355	0.5206	5,109-9,047
		2	0.462	0.0516	0.5523	4,987-8,977
		3	0.709	0.0521	0.6259	4,365-8,987
		4	0.285	0.0191	0.7412	6,058-8,754
		5	0.265	0.0233	0.6886	5,612-8,867
ทรงกลม			0.419	0.0231	0.896	5,811-11,381

ตารางที่ 4.2 สมการค่าแรงต้านทางอากาศพลศาสตร์ของเมล็ดข้าวเปลือกที่ได้จากการทดสอบ (n=35)

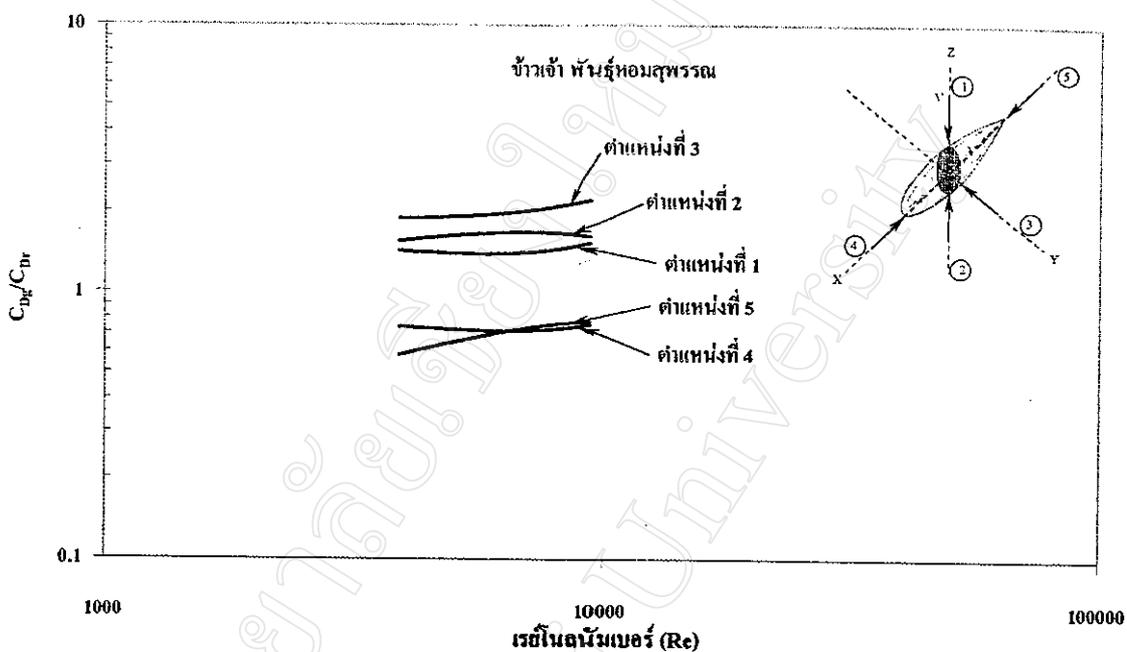
ชนิดข้าว	พันธุ์	ตำแหน่งที่	สมการ $C_{Dg} = f(Re)$	ช่วงของ Re
ข้าวเจ้า	หอมสุพรรณ	1	$C_{Dg} = 8.90549 \times 10^{-9} Re^2 - 1.20732 \times 10^{-4} Re + 0.98235$	4,410-8,655
		2	$C_{Dg} = 2.63634 \times 10^{-10} Re^2 - 7.70498 \times 10^{-6} Re + 0.72679$	4,357-8,328
		3	$C_{Dg} = 9.34732 \times 10^{-9} Re^2 - 1.12571 \times 10^{-4} Re + 1.14918$	4,244-8,530
		4	$C_{Dg} = 4.13122 \times 10^{-9} Re^2 - 5.89854 \times 10^{-5} Re + 0.50296$	5,486-8,635
		5	$C_{Dg} = -6.75310 \times 10^{-11} Re^2 + 1.16971 \times 10^{-5} Re + 0.21857$	5,403-8,480
	ขาวดอกมะลิ 105	1	$C_{Dg} = -7.14494 \times 10^{-10} Re^2 + 1.78487 \times 10^{-5} Re + 0.47374$	4,819-8,657
		2	$C_{Dg} = 2.20497 \times 10^{-9} Re^2 - 2.50362 \times 10^{-5} Re + 0.70436$	4,779-8,583
		3	$C_{Dg} = 6.23195 \times 10^{-9} Re^2 - 6.95016 \times 10^{-5} Re + 1.01476$	4,740-8,307
		4	$C_{Dg} = 4.87529 \times 10^{-9} Re^2 - 5.51716 \times 10^{-5} Re + 0.41451$	5,708-8,713
		5	$C_{Dg} = 3.41639 \times 10^{-9} Re^2 - 3.19007 \times 10^{-5} Re + 0.34348$	5,515-8,400
ข้าวเหนียว	กข.6	1	$C_{Dg} = -6.38119 \times 10^{-9} Re^2 + 1.07189 \times 10^{-4} Re + 0.08505$	5,319-8,686
		2	$C_{Dg} = 1.41434 \times 10^{-9} Re^2 - 9.44536 \times 10^{-6} Re + 0.58263$	4,893-8,823
		3	$C_{Dg} = -9.70354 \times 10^{-9} Re^2 + 1.41777 \times 10^{-4} Re + 0.32216$	4,580-8,856
		4	$C_{Dg} = 1.74631 \times 10^{-8} Re^2 - 2.37950 \times 10^{-4} Re + 1.06352$	5,571-8,686
		5	$C_{Dg} = 8.46778 \times 10^{-10} Re^2 - 1.09331 \times 10^{-6} Re + 0.24144$	5,602-8,758
	เหนียวสันป่าดอง	1	$C_{Dg} = 2.63103 \times 10^{-10} Re^2 - 3.85337 \times 10^{-6} Re + 0.52915$	5,187-9,150
		2	$C_{Dg} = 1.36696 \times 10^{-8} Re^2 - 1.94428 \times 10^{-4} Re + 1.22156$	5,187-9,301
		3	$C_{Dg} = 1.70167 \times 10^{-9} Re^2 - 4.35208 \times 10^{-6} Re + 0.80323$	4,307-8,948
		4	$C_{Dg} = 1.01726 \times 10^{-11} Re^2 + 1.63576 \times 10^{-5} Re + 0.15581$	6,019-8,906
		5	$C_{Dg} = -1.87253 \times 10^{-8} Re^2 + 2.87545 \times 10^{-4} Re - 0.79345$	6,079-9,123
ข้าวญี่ปุ่น	ก.ว.ก.1 (ชาซานิจิกิ)	1	$C_{Dg} = 3.78332 \times 10^{-9} Re^2 - 5.53427 \times 10^{-5} Re + 0.64433$	4,818-9,152
		2	$C_{Dg} = -3.14028 \times 10^{-9} Re^2 + 5.33518 \times 10^{-5} Re + 0.22401$	5,368-9,507
		3	$C_{Dg} = -2.61709 \times 10^{-9} Re^2 + 3.81394 \times 10^{-5} Re + 0.56275$	4,741-9,029
		4	$C_{Dg} = 1.31702 \times 10^{-9} Re^2 - 1.28426 \times 10^{-5} Re + 0.27535$	5,882-9,014
		5	$C_{Dg} = 9.34871 \times 10^{-10} Re^2 - 3.65958 \times 10^{-6} Re + 0.24157$	5,853-8,998
	ก.ว.ก.2 (ฮิโตะโคมะชิ)	1	$C_{Dg} = -2.44785 \times 10^{-9} Re^2 + 3.73661 \times 10^{-5} Re + 0.29219$	5,109-9,047
		2	$C_{Dg} = 8.74997 \times 10^{-9} Re^2 - 1.23284 \times 10^{-4} Re + 0.88670$	4,987-8,977
		3	$C_{Dg} = 1.20191 \times 10^{-8} Re^2 - 1.60351 \times 10^{-4} Re + 1.22413$	4,365-8,987
		4	$C_{Dg} = 4.09591 \times 10^{-9} Re^2 - 4.76865 \times 10^{-5} Re + 0.40919$	6,058-8,754
		5	$C_{Dg} = 1.51014 \times 10^{-8} Re^2 - 2.19758 \times 10^{-4} Re + 1.05375$	5,612-8,867
ทรงกลม			$C_{Dr} = 3.22176 \times 10^{-9} Re^2 - 4.92165 \times 10^{-5} Re + 0.59510$	5,811-11,381

สำหรับเมล็ดข้าวเปลือกทุกชนิดที่ทดสอบภายใต้กระแสอากาศ จากกราฟรูปที่ 4.4 ถึงรูปที่ 4.33 จะเห็นได้ว่าตำแหน่งที่ 1 2 และ 3 มีค่าแรงต้านทางอากาศพลศาสตร์ที่สูงกว่าทรงกลมทางทฤษฎี ส่วนตำแหน่งที่ 4 และ 5 มีค่าแรงต้านทางอากาศพลศาสตร์ที่ต่ำกว่าทรงกลมทางทฤษฎี เนื่องจากในความเป็นจริงมีพื้นที่หน้าตัดที่รับกระแสลมที่ไม่เท่ากันพิจารณาจากรูปที่ 3.1 โดยที่ตำแหน่งที่ 1 คือด้านบนของเมล็ดข้าวเปลือก ตำแหน่งที่ 2 คือด้านล่างของเมล็ดข้าวเปลือกซึ่งมีพื้นที่หน้าตัดรับกระแสลมที่ใกล้เคียงกัน ตำแหน่งที่ 3 คือด้านข้างของเมล็ดข้าวเปลือกจะมีพื้นที่หน้าตัดรับกระแสลมมากที่สุด โดยที่ตำแหน่งที่ 1 2 และ 3 มีพื้นที่หน้าตัดรับกระแสลมโดยเฉลี่ยจะมากกว่าพื้นที่หน้าตัดจาก d_g ที่ใช้งานจริงในการคำนวณค่าแรงต้านทางอากาศพลศาสตร์ ส่วนตำแหน่งที่ 4 และ 5 มีพื้นที่หน้าตัดรับกระแสลมโดยเฉลี่ยเท่ากับพื้นที่หน้าตัดจาก d_g ที่ใช้งานจริงในการคำนวณค่าแรงต้านทางอากาศพลศาสตร์ การที่ใช้ d_g เท่ากันเพื่อการหาค่านั้นเพื่อต้องการทราบว่าในตำแหน่งทิศทางใดมีค่าแรงต้านทางอากาศพลศาสตร์มากหรือน้อยในทิศทางใด ค่าแรงต้านทางอากาศพลศาสตร์ (C_{Dg}) ที่ได้จากการทดสอบในแต่ละทิศทางของการติดตั้งอธิบายได้ตามตารางที่ 4.1 โดยมีข้อมูลการวัดที่ให้ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจทั้ง 6 พันธุ์โดยเฉลี่ยประมาณ 0.6238 ซึ่งตำแหน่งที่มีค่าแรงต้านทางอากาศมากที่สุดเป็นตำแหน่งที่ 3 คือประมาณ 0.949 โดยเฉลี่ยในช่วงของเรย์โนลด์นัมเบอร์ 4,244 ถึง 9,029 และตำแหน่งที่มีค่าแรงต้านทางอากาศน้อยที่สุดเป็นตำแหน่งที่ 4 คือประมาณ 0.331 โดยเฉลี่ยเฉลี่ย ในช่วงของเรย์โนลด์นัมเบอร์ 4,244 ถึง 9,029 เนื่องจากในทิศทางนี้เมล็ดข้าวเปลือกมีลักษณะรูปทรงคล้ายหยดน้ำ และเมล็ดข้าวเปลือกบางตัวอย่างที่ติดตั้งเพื่อทดสอบในทิศทางเดียวกันก็มีค่าที่ไม่เท่ากัน [Daugherty et al., 1989] อาจเกิดเนื่องจากการไหลวนที่หลังเมล็ดข้าวเปลือกคือถ้าเกิดการไหลวนของอากาศที่หลังเมล็ดข้าวเปลือกเร็วก็จะมีค่าแรงต้านทางอากาศพลศาสตร์ที่มากกว่าเมล็ดข้าวเปลือกที่เกิดการไหลวนที่ช้ากว่า ซึ่งจะขึ้นอยู่กับรูปร่าง (Shape) และ ผิวของเมล็ดข้าวเปลือก

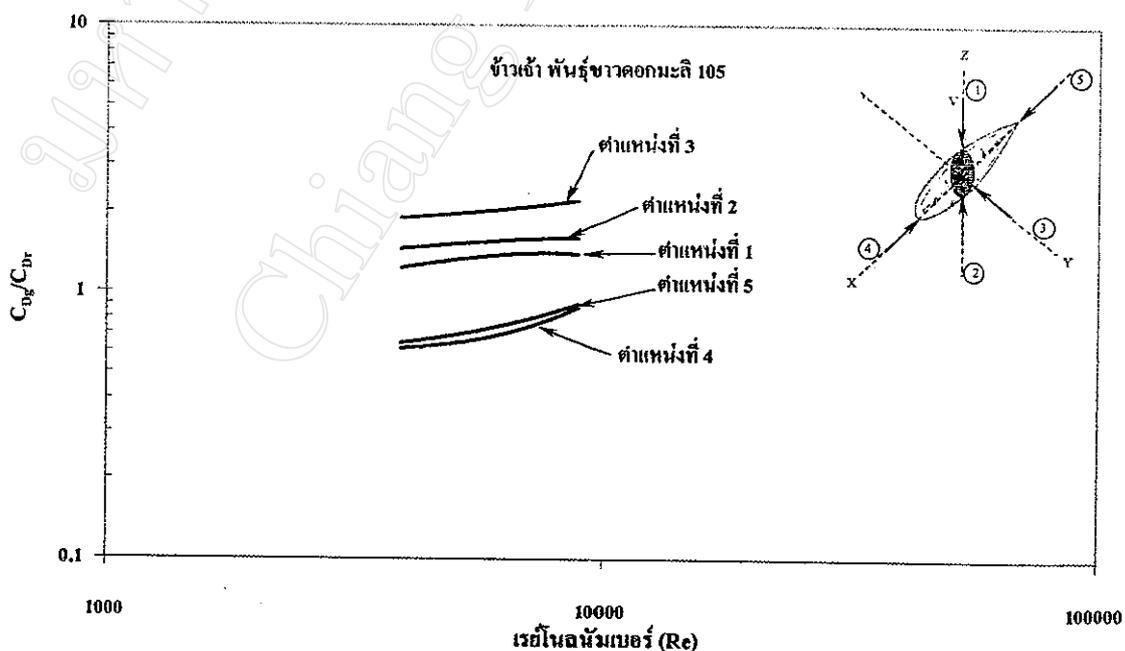
จากค่าแรงต้านทางอากาศของเมล็ดข้าวเปลือกที่ทดสอบจะทดสอบที่ค่าเรย์โนลด์นัมเบอร์ต่างๆ กันสามารถอธิบายได้ดังตารางที่ 4.2 ในตารางยังประกอบด้วยสมการของการหาค่าแรงต้านทางอากาศพลศาสตร์ของเมล็ดข้าวเปลือกที่เป็นฟังก์ชันของค่าเรย์โนลด์นัมเบอร์ และจากสมการจะนำไปหาค่าสัดส่วนของสัมประสิทธิ์แรงต้านทางอากาศพลศาสตร์ของเมล็ดพันธุ์ที่ตำแหน่งต่างๆ เทียบกับทรงกลม (C_{Dg} / C_{Dr}) หาค่าได้โดยกำหนดค่าเรย์โนลด์นัมเบอร์มาค่าหนึ่ง (ค่าที่กำหนดต้องอยู่ในช่วงของเรย์โนลด์นัมเบอร์ทั้งสองสมการที่เหมือนกัน) นำไปแทนค่าในสมการสัมประสิทธิ์แรงต้านทางอากาศพลศาสตร์ของเมล็ดพันธุ์ และนำค่าเรย์โนลด์นัมเบอร์ค่าเดียวกันไปแทนในสมการสัมประสิทธิ์แรงต้านทางอากาศพลศาสตร์ของทรงกลม นำค่าที่ได้มาหารกันก็จะได้ค่า (C_{Dg} / C_{Dr}) ดังแสดงได้ในรูปที่ 4.34 ถึง 4.39 และสมการสัดส่วนของสัมประสิทธิ์แรงต้าน

ทางอากาศพลศาสตร์ของเมล็ดพันธุ์ที่ตำแหน่งต่างๆ เทียบกับทรงกลม อธิบายได้ดังตารางที่ 4.4 ในรูปของสมการที่แทนด้วยเส้นแนวโน้มที่สร้างขึ้นด้วยสมการโพลิโนเมียล ดีกรีสอง รูปสมการที่ใช้ในการหาค่า (C_{Dg}/C_{Dr}) ดังนี้

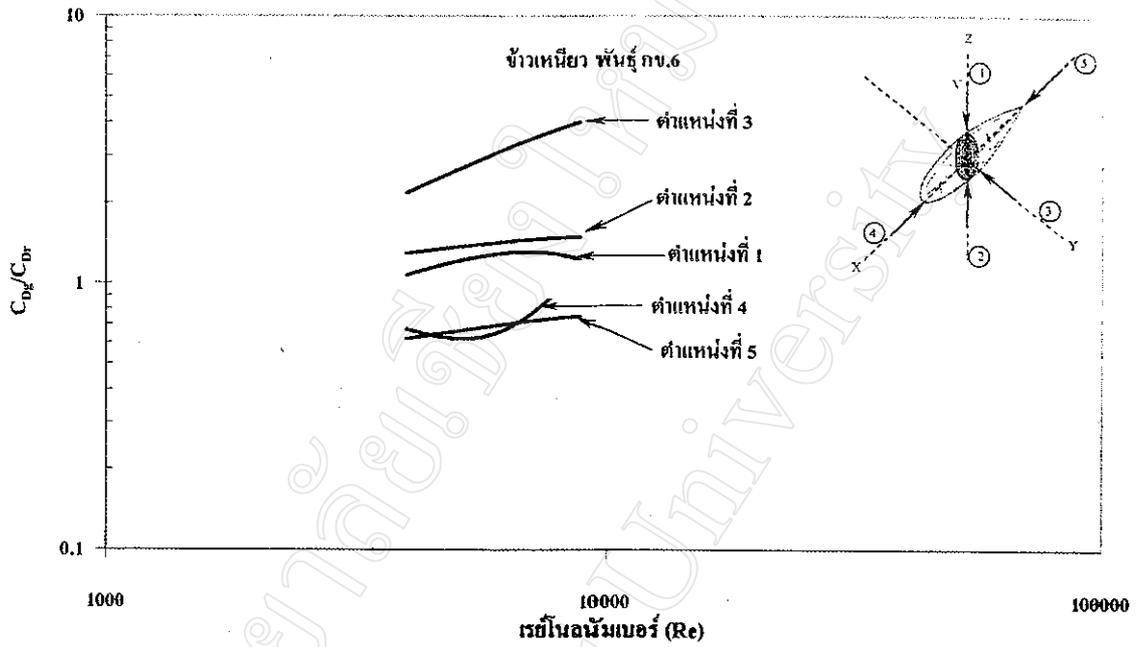
$$\frac{C_{Dg}}{C_{Dr}} = \frac{f_{\text{ของเมล็ดข้าวเปลือก}} (Re)}{f_{\text{ของเม็ดพลาสติกทรงกลม}} (Re)} \quad (4.4)$$



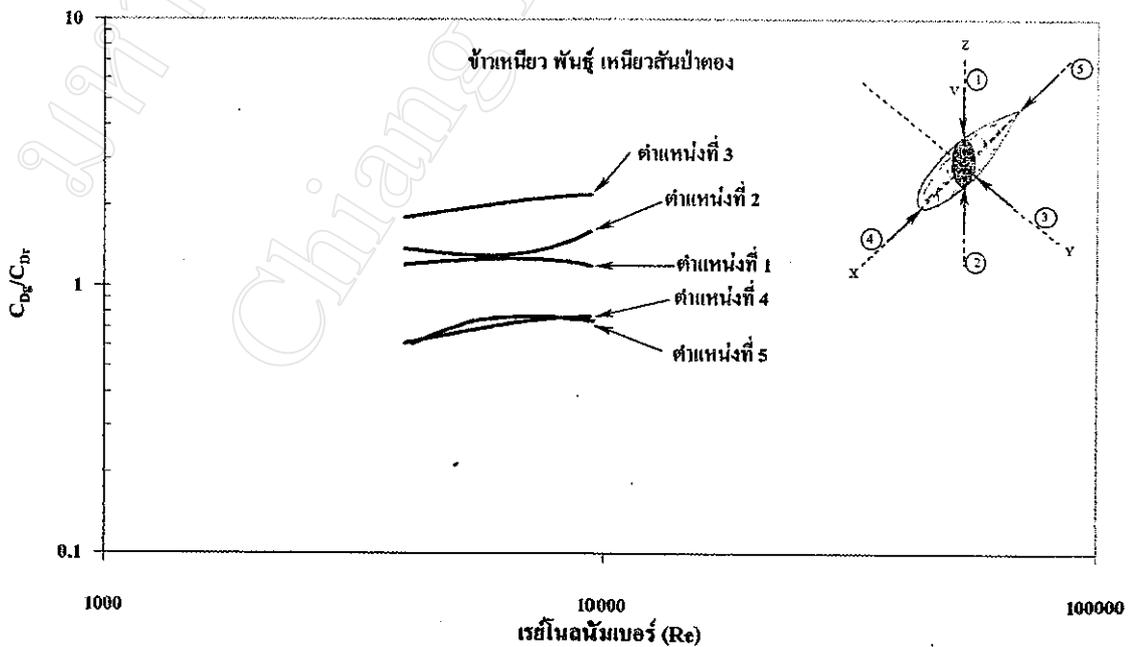
รูปที่ 4.34 ค่าสัดส่วนของสัมประสิทธิ์แรงต้านทางอากาศพลศาสตร์ของเมล็ดพันธุ์ที่ตำแหน่งต่างๆ เทียบกับทรงกลม C_{Dg}/C_{Dr} ของข้าวเจ้า พันธุ์หอมสุพรรณ



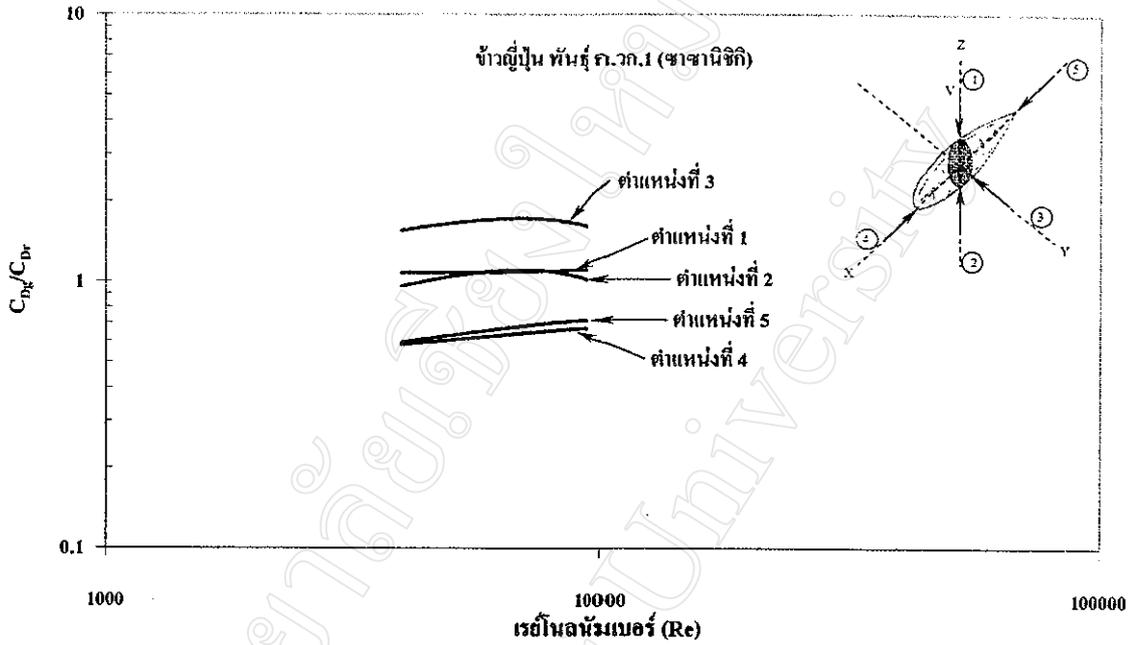
รูปที่ 4.35 ค่าสัดส่วนของสัมประสิทธิ์แรงต้านทางอากาศพลศาสตร์ของเมล็ดพันธุ์ที่ตำแหน่งต่างๆ เทียบกับทรงกลม C_{Dg}/C_{Dr} ของข้าวเจ้า พันธุ์หอมมะลิ 105



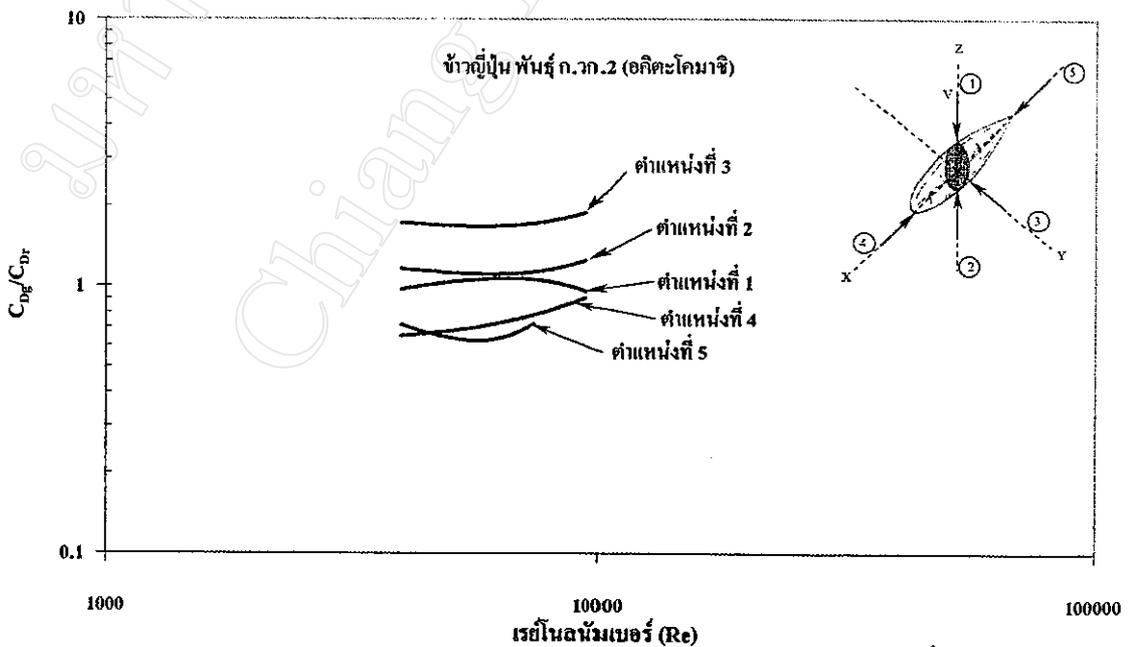
รูปที่ 4.36 ค่าสัดส่วนของสัมประสิทธิ์แรงต้านทางอากาศพลศาสตร์ของเมล็ดคัพที่ตำแหน่งต่างๆ เทียบกับทรงกลม C_{Dg}/C_{Dr} ของข้าวเหนียว พันธุ์ กข.6



รูปที่ 4.37 ค่าสัดส่วนของสัมประสิทธิ์แรงต้านทางอากาศพลศาสตร์ของเมล็ดคัพที่ตำแหน่งต่างๆ เทียบกับทรงกลม C_{Dg}/C_{Dr} ของข้าวเหนียว พันธุ์เหนียวสันป่าตอง



รูปที่ 4.38 ค่าสัดส่วนของสัมประสิทธิ์แรงต้านทางอากาศพลศาสตร์ของเม็ล็ดพันธุ์ที่ตำแหน่งต่างๆ เทียบกับทรงกลม C_{Dg}/C_{Dr} ของข้าวญี่ปุ่น พันธุ์ ก.วก.1 (ซาซานิซิกิ)



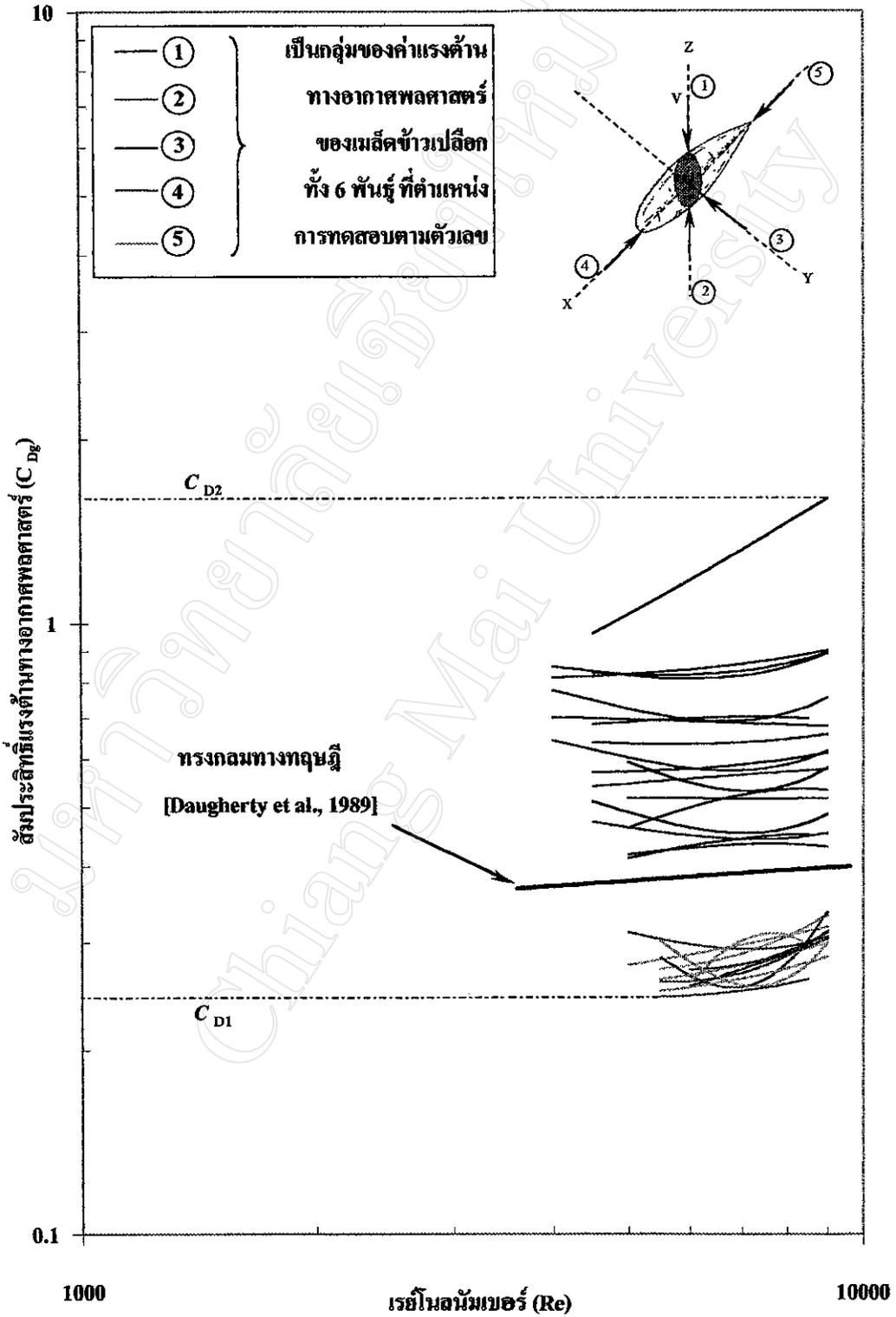
รูปที่ 4.39 ค่าสัดส่วนของสัมประสิทธิ์แรงต้านทางอากาศพลศาสตร์ของเม็ล็ดพันธุ์ที่ตำแหน่งต่างๆ เทียบกับทรงกลม C_{Dg}/C_{Dr} ของข้าวญี่ปุ่น พันธุ์ ก.วก.2 (อคิตะ โคมาชิ)

ตารางที่ 4.3 ค่าสัดส่วนของสัมประสิทธิ์แรงต้านทางอากาศพลศาสตร์ของเมล็ดพันธุ์ที่ตำแหน่ง
ต่างๆเทียบกับทรงกลม C_{Dg}/C_{Dr}

ชนิดข้าว	พันธุ์	ตำแหน่งที่	C_{Dg}/C_{Dr} เฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	R^2	ช่วงของ Re
ข้าวเจ้า	หอมสุวรรณ	1	1.4217	0.0326	0.9999	4,410-8,655
		2	1.6430	0.0400	0.9993	4,357-8,328
		3	1.9950	0.0941	0.9999	4,244-8,530
		4	0.7234	0.0091	1	5,486-8,635
		5	0.7184	0.0456	0.9999	5,403-8,480
	ขาวดอกมะลิ 105	1	1.4966	0.0609	0.9997	4,819-8,657
		2	1.5392	0.0498	0.9998	4,779-8,583
		3	2.0252	0.0942	0.9999	4,740-8,307
		4	0.6733	0.0515	1	5,708-8,713
		5	0.7197	0.0575	1	5,515-8,400
ข้าวเหนียว	กข.6	1	1.2387	0.0838	0.9998	5,319-8,686
		2	1.4095	0.0648	0.9998	4,893-8,823
		3	3.0835	0.5732	0.9998	4,580-8,856
		4	0.6779	0.0679	1	5,571-8,686
		5	0.6780	0.0382	0.9999	5,602-8,758
	เหนียวสันป่าตอง	1	1.2449	0.0203	0.9998	5,187-9,150
		2	1.3482	0.0503	0.9999	5,187-9,301
		3	2.0332	0.1290	0.9997	4,307-8,948
		4	0.6801	0.0450	1	6,019-8,906
		5	0.6951	0.0628	1	6,079-9,123
ข้าวญี่ปุ่น	ก.วก.1 (ชาซานิชิกิ)	1	1.0848	0.0084	0.9999	4,818-9,152
		2	1.0611	0.0480	0.9998	5,368-9,507
		3	1.6697	0.0542	0.9995	4,741-9,029
		4	0.6189	0.0246	0.9999	5,882-9,014
		5	0.6447	0.0341	0.9999	5,853-8,998
	ก.วก.2 (อคิตะ โคมะชิ)	1	1.0390	0.0320	0.9998	5,109-9,047
		2	1.1317	0.0239	0.9997	4,987-8,977
		3	1.7165	0.0497	0.9999	4,365-8,987
		4	0.6970	0.0379	1	6,058-8,754
		5	0.6652	0.0385	0.9999	5,612-8,867

ตารางที่ 4.4 สมการค่าแรงต้านทางอากาศพลศาสตร์ของเม็ดข้าวเปลือกเทียบกับทรงกลม C_{Dg}/C_{Dr}

ชนิดข้าว	พันธุ์	ตำแหน่งที่	สมการ C_{Dg}/C_{Dr}	ช่วงของ Re
ข้าวเจ้า	หอมสุพรรณ	1	$C_{Dg}/C_{Dr} = 1.04484 \times 10^{-8} Re^2 - 1.22641 \times 10^{-4} Re + 1.75125$	4,410-8,655
		2	$C_{Dg}/C_{Dr} = -1.15823 \times 10^{-8} Re^2 + 1.68447 \times 10^{-4} Re - 1.06641$	4,357-8,328
		3	$C_{Dg}/C_{Dr} = 7.85261 \times 10^{-9} Re^2 - 4.64273 \times 10^{-5} Re + 1.94541$	4,244-8,530
		4	$C_{Dg}/C_{Dr} = 4.36886 \times 10^{-9} Re^2 - 5.67389 \times 10^{-5} Re + 0.89926$	5,486-8,635
		5	$C_{Dg}/C_{Dr} = -5.40244 \times 10^{-9} Re^2 + 1.08362 \times 10^{-4} Re + 0.23360$	5,403-8,480
	ขาวดอกมะลิ 105	1	$C_{Dg}/C_{Dr} = -1.15447 \times 10^{-8} Re^2 + 1.81816 \times 10^{-4} Re + 0.68534$	4,819-8,657
		2	$C_{Dg}/C_{Dr} = -6.13519 \times 10^{-9} Re^2 + 1.08686 \times 10^{-4} Re + 1.11225$	4,779-8,583
		3	$C_{Dg}/C_{Dr} = 1.41189 \times 10^{-10} Re^2 + 6.04552 \times 10^{-5} Re + 1.64159$	4,740-8,307
		4	$C_{Dg}/C_{Dr} = 6.79125 \times 10^{-9} Re^2 - 3.66086 \times 10^{-5} Re + 0.65030$	5,708-8,713
		5	$C_{Dg}/C_{Dr} = 2.93499 \times 10^{-9} Re^2 + 1.30950 \times 10^{-5} Re + 0.54350$	5,515-8,400
ข้าวเหนียว	กข.6	1	$C_{Dg}/C_{Dr} = -2.43841 \times 10^{-8} Re^2 + 3.47210 \times 10^{-4} Re + 0.07393$	5,319-8,686
		2	$C_{Dg}/C_{Dr} = -6.89016 \times 10^{-9} Re^2 + 1.28014 \times 10^{-4} Re + 0.89275$	4,893-8,823
		3	$C_{Dg}/C_{Dr} = -1.85889 \times 10^{-8} Re^2 + 6.10238 \times 10^{-4} Re + 0.03400$	4,580-8,856
		4	$C_{Dg}/C_{Dr} = 3.71829 \times 10^{-8} Re^2 - 3.86516 \times 10^{-4} Re + 1.62219$	5,571-8,686
		5	$C_{Dg}/C_{Dr} = -3.04746 \times 10^{-9} Re^2 + 6.60616 \times 10^{-5} Re + 0.40293$	5,602-8,758
	เหนียวสันป่าคอง	1	$C_{Dg}/C_{Dr} = -8.93521 \times 10^{-9} Re^2 + 1.18938 \times 10^{-4} Re - 0.86899$	5,187-9,150
		2	$C_{Dg}/C_{Dr} = 2.24445 \times 10^{-8} Re^2 - 2.63288 \times 10^{-4} Re + 2.07070$	5,187-9,301
		3	$C_{Dg}/C_{Dr} = -1.01529 \times 10^{-8} Re^2 + 2.08445 \times 10^{-4} Re + 1.13264$	4,307-8,948
		4	$C_{Dg}/C_{Dr} = -5.20854 \times 10^{-9} Re^2 + 9.87451 \times 10^{-5} Re + 0.29977$	6,019-8,906
		5	$C_{Dg}/C_{Dr} = -5.07207 \times 10^{-8} Re^2 + 5.75664 \times 10^{-4} Re - 0.87142$	6,079-9,123
ข้าวญี่ปุ่น	ก.ว.ก.1 (ชาซานิชิกิ)	1	$C_{Dg}/C_{Dr} = 7.33808 \times 10^{-10} Re^2 - 4.59476 \times 10^{-6} Re + 1.08181$	4,818-9,152
		2	$C_{Dg}/C_{Dr} = -1.55657 \times 10^{-8} Re^2 + 2.19394 \times 10^{-4} Re + 0.33001$	5,368-9,507
		3	$C_{Dg}/C_{Dr} = -1.88343 \times 10^{-8} Re^2 + 2.64285 \times 10^{-4} Re + 0.79471$	4,741-9,029
		4	$C_{Dg}/C_{Dr} = -1.59304 \times 10^{-9} Re^2 + 3.70247 \times 10^{-5} Re + 0.45676$	5,882-9,014
		5	$C_{Dg}/C_{Dr} = -2.59459 \times 10^{-9} Re^2 + 5.75498 \times 10^{-5} Re + 0.40295$	5,853-8,998
	ก.ว.ก.2 (อคิตะโคมาริ)	1	$C_{Dg}/C_{Dr} = -1.37517 \times 10^{-8} Re^2 + 1.82479 \times 10^{-4} Re + 0.46206$	5,109-9,047
		2	$C_{Dg}/C_{Dr} = 1.22155 \times 10^{-8} Re^2 - 1.49306 \times 10^{-4} Re + 1.56252$	4,987-8,977
		3	$C_{Dg}/C_{Dr} = 1.56869 \times 10^{-8} Re^2 - 1.83469 \times 10^{-4} Re + 2.20704$	4,365-8,987
		4	$C_{Dg}/C_{Dr} = 4.56974 \times 10^{-9} Re^2 - 1.54447 \times 10^{-5} Re + 0.63912$	6,058-8,754
		5	$C_{Dg}/C_{Dr} = 3.13394 \times 10^{-8} Re^2 - 3.58106 \times 10^{-4} Re + 1.64701$	5,612-8,867



รูปที่ 4.40 แรงต้านทางอากาศพลศาสตร์ของเมล็ดข้าวเปลือก C_{Dg} ที่ตำแหน่งการทดสอบ 5 ตำแหน่ง ทั้ง 6 พันธุ์ในการทดสอบนี้

จากรูปที่ 4.40 เป็นกราฟที่รวมค่าแรงต้านทางอากาศพลศาสตร์ C_{Dg} ที่ตำแหน่งการทดสอบทั้ง 5 ตำแหน่งของเมล็ดข้าวเปลือกทั้ง 6 พันธุ์ในการทดสอบนี้ จากกราฟค่าแรงต้านทางอากาศพลศาสตร์ของเมล็ดข้าวเปลือกทั้ง 6 พันธุ์จะมีค่าแรงต้านทางอากาศพลศาสตร์เป็นช่วงขึ้นอยู่กับตำแหน่งของการทดสอบแสดงให้เห็นว่าตำแหน่งการทดสอบที่ 4 และ 5 ของเมล็ดข้าวเปลือกทั้ง 6 พันธุ์มีค่าแรงต้านทางอากาศพลศาสตร์เป็น C_{D1} ที่มีค่าน้อยที่สุดในสภาวะการทดสอบสภาพแวดล้อมเดียวกัน แต่ถ้าต้องการค่าแรงต้านทางอากาศพลศาสตร์ค่าเดียวกันในทุกตำแหน่งการทดสอบอื่นๆ จะทำให้ตำแหน่งการทดสอบนี้มีค่าความเร็วของอากาศมากที่สุด เนื่องจากมีพื้นที่รับกระแสลมน้อยกว่าการทดสอบตำแหน่งอื่นๆ ทั้งนี้เพราะความเร็ว V_1 ณ ที่ C_{D1} นี้เป็น $V_1 = f(C_{D1})$ ส่วนตำแหน่งที่มีค่าแรงต้านทางอากาศพลศาสตร์มากที่สุดของเมล็ดข้าวเปลือกทั้ง 6 พันธุ์นั้นเป็นตำแหน่งที่ 3 ซึ่งจะเป็นตำแหน่งให้ค่าความเร็วของอากาศน้อยที่สุด เนื่องจากที่ตำแหน่งนี้มีพื้นที่รับกระแสลมมากกว่าการทดสอบตำแหน่งอื่นๆ ทั้งนี้เพราะความเร็ว V_2 ณ ที่ C_{D2} นี้เป็น $V_2 = f(C_{D2})$

ตัวอย่างการหาค่าความเร็วของอากาศในการลอยตัว กรณีเมล็ดข้าวเจ้า พันธุ์หอมสุพรรณ เมล็ดเดียว ความชื้นของเมล็ดข้าวเปลือกต่ำกว่า 14 เปอร์เซ็นต์ จะต้องทราบค่าเริ่มต้นต่างๆ ดังนี้ น้ำหนักของเมล็ดข้าวเปลือกมีค่าเท่ากับ 0.0776 กรัม (ภาคผนวก ง) ขนาดของเมล็ดข้าวเปลือกตามแนวแกน $X = 10.0948$ mm $Y = 2.0604$ mm $Z = 2.5276$ mm $d_g = 0.003843$ m (ภาคผนวก ง) อุณหภูมิการทำงานในที่นี้กำหนดเป็นอุณหภูมิบรรยากาศ $t_a = 25^\circ\text{C}$

$$V^2 = \frac{F}{\frac{1}{2} \rho A C_{Dg}} = \frac{mg}{\frac{1}{2} \rho A C_{Dg}}$$

$$F = mg = (0.0776 \times 10^{-3}) \times 9.81 = 7.6126 \times 10^{-4} \text{ N}$$

$$\rho = 1.185 \text{ kg/m}^3 \text{ [Vannard and Street, 1982]}$$

$$A = \frac{\pi(d_g)^2}{4} = \frac{3.14 \times (0.003843)^2}{4} = 1.16 \times 10^{-5} \text{ m}^2$$

$$C_{D1} = 0.24 \quad \text{จากรูปที่ 4.40}$$

$$V = \sqrt{\frac{7.6126 \times 10^{-4}}{\frac{1}{2} \times 1.185 \times 1.16 \times 10^{-5} \times 0.24}} = 21.483 \text{ m/s}$$

ดังนั้น $V = 21.483 \text{ m/s}$ ซึ่งจะเป็นช่วงความเร็วของอากาศที่เหมาะสมสามารถทำให้เมล็ดข้าวเจ้า พันธุ์หอมสุพรรณ เมล็ดเดียวลอยตัวได้แล้วแต่ทำที่รับลมนั้น

ค่าความเร็วของอากาศในการลอยตัวของเมล็ดพืช เมล็ดเดียว สามารถอธิบายได้ เช่น การหว่านเมล็ดพืชด้วยเครื่องจักร ซึ่งในตอนแรกเมล็ดพืชจะถูกเหวี่ยงออกด้วยความเร่งค่าหนึ่ง จากนั้นความเร่งของเมล็ดพืชก็จะลดลงจนเป็นศูนย์ นั่นคือการที่ความเร็วของเมล็ดพืชคงที่และมีความเร็วเท่ากับความเร็วของอากาศที่ทำให้เมล็ดพืชลอยตัว