

รายงานการวิจัย

ชื่อโครงการ

ศึกษาและพัฒนาการวิเคราะห์ปริมาณไฮโดรเจนโดยการหน่วงอินเทอร์เมดิเอตนิวตรอน

A study and development of the analysis hydrogen content by intermediate neutron moderation

ชื่อผู้วิจัย

1. นายสนั่น วีระพงษ์ (หัวหน้าโครงการ)
2. นางจิตปราณี วีระพงษ์
3. นางสาวอมรา อธิธิพงษ์

546.2
ส199ร

รายงานการวิจัย

ชื่อโครงการ

ศึกษาและพัฒนาการวิเคราะห์ปริมาณไฮโดรเจนโดยการหน่วงอินเทอร์เมดิเอตนิวตรอน

A study and development of the analysis hydrogen content by intermediate neutron moderation

ชื่อผู้วิจัย

1. นายสนั่น วีระพงษ์ (หัวหน้าโครงการ)
2. นางจิตปราณี วีระพงษ์
3. นางสาวอมรา อธิธิพงษ์

- ๘ ๖.๑. 2541

กิตติกรรมประกาศ

รายงานนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากเงินรายได้ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ประสานมิตร งบประมาณปี 2535 จำนวนเงิน 20,000 บาท (สองหมื่นบาทถ้วน) คณะผู้วิจัยขอ
ขอบพระคุณมหาวิทยาลัยและคณะกรรมการงานวิจัยของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสาน
มิตร ที่ให้การสนับสนุนงานวิจัยครั้งนี้เป็นอย่างยิ่ง

คณะผู้วิจัย

พฤษภาคม 2540



บทคัดย่อ

ได้ทดลองใช้ต้นกำเนิดนิวตรอนอเมอริเซียม-เบอริลเลียม ขนาด 1 คูรี ฝังในถังพาราฟิน เพื่อห้วงนิวตรอนเร็ว โดยใช้แผ่นแคดเมียมและแผ่นโบรอนหุ้มภาชนะใส่สารตัวอย่างรูปทรงกระบอก ซึ่งสามารถสอดหัววัดให้วางตัวตามแนวแกนของภาชนะนั้นได้ เมื่อใช้สารเคมีและสารที่มีลักษณะใกล้เคียงที่ทราบปริมาณไฮโดรเจนแล้วเป็นสารในการสร้างกราฟมาตรฐาน พบว่าการวิเคราะห์ปริมาณไฮโดรเจนในสารตัวอย่างที่เป็นผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร (ข้าว , ข้าวโพด) ได้ผลใกล้เคียงกับผลที่วัดโดยเครื่องมือสำเร็จรูปซึ่งอาศัยหลักการทางไฟฟ้า



Abstract

The high activity neutron source (Am-Be) 1 curie was used. The source was shielded in the paraffin tank in order to moderate fast neutron. The cylindrical sample cell was wrapped by the cadmium sheet and the boron sheet. The detector can lay in the line of the axis of cylinder. To construct the standard curve by using the chemical substances and the similar substance which known the hydrogen content, we found that the hydrogen content in the agriculture plant (rice, corn) which measured by this method is nearly equal to the result measuring by using the electrical instrument.



สารบัญเรื่อง

	หน้า
1. บทนำ	1
2. จุดมุ่งหมาย	1
3. ขอบเขตการวิจัย	1
4. วัสดุอุปกรณ์	1
5. วิธีดำเนินการวิจัย	2
6. สรุป อภิปรายและข้อเสนอแนะ	6
7. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับการวิจัย	15
8. เอกสารอ้างอิง	16



สารบัญภาพ

รูปที่	หน้า
1. ถึงพาราฟิน	4
2. ภาชนะใส่สารตัวอย่าง	4
3. แผนภาพระบบการวัดจำนวนนิวตรอน	5
4. กราฟมาตรฐานแสดงปริมาณไฮโดรเจนในสารประกอบไฮโดรคาร์บอน	8
5. กราฟมาตรฐานแสดงปริมาณไฮโดรเจนในทราย	9
6. กราฟมาตรฐานแสดงปริมาณความชื้นในข้าว	10
7. กราฟมาตรฐานแสดงปริมาณความชื้นในข้าวเปลือก	11
8. กราฟมาตรฐานแสดงปริมาณความชื้นในข้าวฟ่าง	12
9. กราฟมาตรฐานแสดงปริมาณความชื้นในข้าวโพด	13



บัญชีตาราง

ตารางที่		หน้า
1	สมบัติของสารไฮโดรคาร์บอนเหลว	3
2	แสดงผลเปรียบเทียบการวัดความชื้นด้วยวิธีการทางนิวเคลียร์และ เครื่องวัดความชื้นทางการเกษตร	7



บทนำ

การวิเคราะห์ปริมาณไฮโดรเจนในสารตัวอย่างโดยวิธีทางนิวเคลียร์ อาศัยหลักการที่ว่า ไฮโดรเจนเป็นธาตุที่มีค่าพื้นที่ภาคตัวขวางสูงในการกระเจิงต่อนิวตรอน สารตัวอย่างที่มีไฮโดรเจนเป็นองค์ประกอบจึงหน่วงนิวตรอนเร็วและอินเทอร์เมดิเอตนิวตรอนให้เป็นนิวตรอนช้า จำนวนนิวตรอนที่เกิดขึ้นเป็นสัดส่วนตรงกับปริมาณไฮโดรเจนในสารตัวอย่าง จึงสามารถหาปริมาณไฮโดรเจนได้จากการวัดจำนวนนิวตรอนช้าที่เกิดขึ้น จากการศึกษาและพัฒนาอุปกรณ์ให้สามารถวัดจำนวนนับนิวตรอนช้าให้มีความไวสูง จะสามารถวิเคราะห์ปริมาณไฮโดรเจนในสารตัวอย่างได้อย่างแม่นยำ จากปริมาณไฮโดรเจนในสารตัวอย่างสามารถคำนวณหาปริมาณน้ำในรูปความชื้นได้ วิธีการนี้จึงมีประโยชน์อย่างยิ่งในการหาความชื้นในผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรและอุตสาหกรรม

จุดมุ่งหมายการวิจัย

1. เพื่อศึกษาและพัฒนาการวัดปริมาณไฮโดรเจนในสารประกอบ โดยใช้หลักการหน่วงอินเทอร์เมดิเอตนิวตรอน
2. ศึกษาและพัฒนารูปแบบชุดการทดลองในการวัดปริมาณไฮโดรเจนจากต้นกำเนิดนิวตรอน Am-Be ขนาด 1 คูรี ที่มีอยู่ เพื่อนำไปประยุกต์วัดความชื้นในผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรและผลิตภัณฑ์อาหาร

ขอบเขตงานวิจัย

1. การศึกษาครั้งนี้ประสงค์ที่จะออกแบบสร้างชุดทดลองเพื่อวัดปริมาณไฮโดรเจนในสารประกอบเพื่อให้ได้ค่าใกล้เคียงกับปริมาณที่แท้จริงมากที่สุด โดยปรับเทียบปริมาณไฮโดรเจนกับอัตราจำนวนนับนิวตรอน (neutron count rate)
2. ใช้พาราฟินเป็นวัสดุหน่วงนิวตรอนเร็วจากต้นกำเนิดนิวตรอน
3. ใช้ต้นกำเนิดนิวตรอนที่มีอยู่คือ Am-Be ขนาด 1 คูรี
4. ใช้เครื่องวิเคราะห์สัญญาณชนิดช่องเดี่ยว (Single Channel Analyzer , SCA) เป็นเครื่องนับจำนวนนิวตรอนช้า

วัสดุอุปกรณ์

1. ต้นกำเนิดนิวตรอน Am-Be ขนาด 1 คูรี
2. หัววัดนิวตรอน BF_3 และ He-3
3. เครื่องวิเคราะห์สัญญาณช่องเดี่ยว (SCA)
4. แผ่นโบรอน
5. แผ่นแคดเมียม
6. พาราฟิน
7. ภาชนะใส่สารตัวอย่างรูปทรงกระบอก

8. สารมาตรฐาน (สารไฮโดรคาร์บอนเหลว , ทรายละเอียด)

9. สารตัวอย่าง (ข้าว , ข้าวโพด , ข้าวฟ่าง)

วิธีการดำเนินการวิจัย

1. สร้างชุดทดลอง ได้สร้างชุดทดลองมีรายละเอียดดังนี้

1.1 ถังพาราฟิน ใช้ ถังเหล็กทรงกระบอก เส้นผ่านศูนย์กลาง 56 cm สูง 50 cm บรรจุด้วยพาราฟินบริสุทธิ์เต็มถัง ยกเว้นตามแนวแกนจะเป็นรูปทรงกระบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 14 cm พอดีสอดท่อลูมิเนียมทรงกระบอกสูง 50 cm ลงไปได้ ดังรูป 1

1.2 แผ่นโบรอนหนา 0.6 mm และแผ่นแคลเมียมหนา 0.3 mm ม้วนเป็นท่อทรงกระบอกซ้อนกันสนิทยาวท่อนละ 50 cm สอดซ้อนลงในท่อลูมิเนียมในข้อ 1.1 พอดี

1.3 ท่อลูมิเนียมเส้นผ่านศูนย์กลาง 9.5 cm ยาว 50 cm สอดประกบด้านในของท่อโบรอน-แคลเมียม

1.4 ตันกำเนิดนิวตรอน Am-Be 1 คูรี บรรจุไว้ที่ผิวภายนอกของท่อโบรอน-แคลเมียม

1.5 ภาชนะบรรจุสารตัวอย่าง ทำด้วยท่อลูมิเนียม 2 ชั้น ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 7.3 cm และ 3 cm สูง 25 cm ปลายทั้งสองของท่อชั้นในเปิด ส่วนท่อชั้นนอกปิดปลายด้านหนึ่ง เปิดด้านหนึ่ง ดังรูป 2

2. จัดระบบหัววัดนิวตรอน ตามรูป 3 ประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังนี้

2.1 หัววัดนิวตรอนชนิด BF₃ และชนิด He₃

2.2 แหล่งจ่ายไฟฟ้าศักย์สูง (High voltage power supply)

2.3 ภาควิทยาสวนหน้า (pre-amplifier)

2.4 ภาควิทยาสวนหลัก (amplifier)

2.5 เครื่องวิเคราะห์สัญญาณช่องเดียว (SCA)

2.6 เครื่องนับ (counter)

3. หาปริมาณและตำแหน่งที่เหมาะสมของสารตัวอย่าง

ใช้น้ำเป็นสารตัวอย่าง วัดปริมาณนิวตรอนช้าที่เกิดจากการหน่วงนิวตรอนเร็วและอินเทอร์เมดิเอตนิวตรอน เมื่อน้ำมีปริมาตรต่างๆ กัน ปริมาตรของสารตัวอย่างที่เหมาะสมคือ ปริมาตรที่ทำให้เกิดนิวตรอนช้าเกือบคงที่ ส่วนตำแหน่งที่เหมาะสมของสารตัวอย่างจะเป็นตำแหน่งที่วัดจำนวนนิวตรอนช้าได้สูงสุด

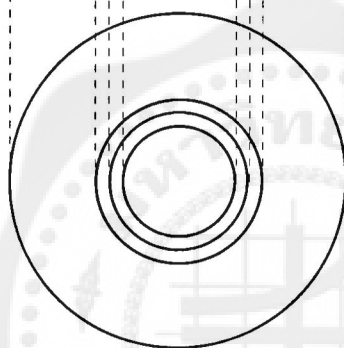
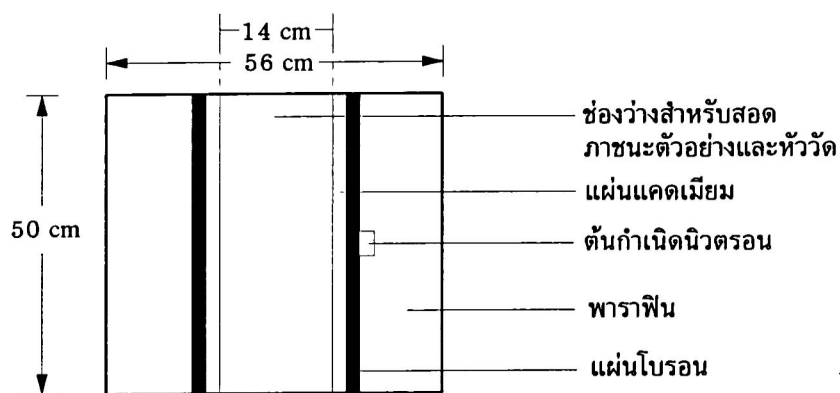
4. สร้างกราฟมาตรฐาน

ในการเตรียมสารมาตรฐานเพื่อใช้เป็นกราฟมาตรฐาน ได้แบ่งกลุ่มสารมาตรฐานดังนี้

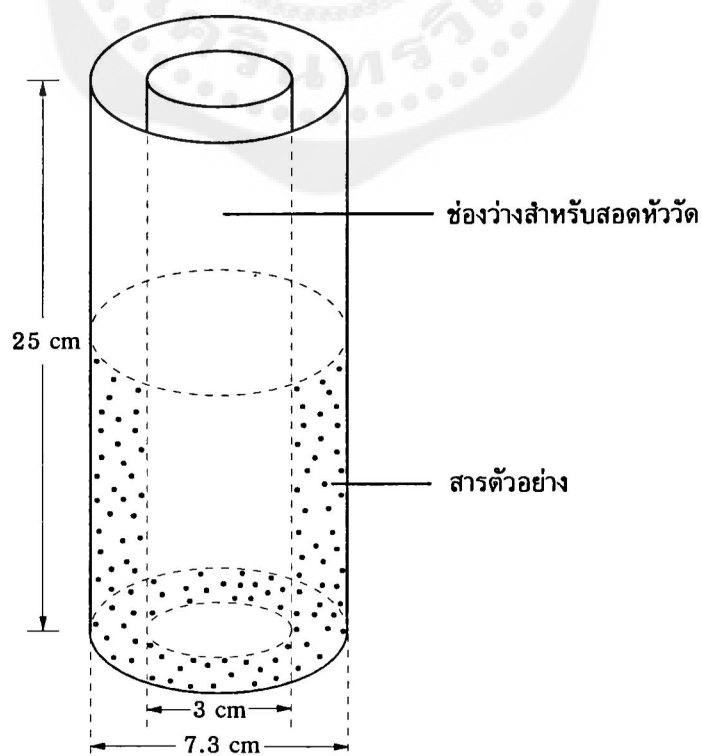
4.1 สารไฮโดรคาร์บอนเหลวที่ทราบปริมาณไฮโดรเจนแล้ว ตามตารางที่ 1 ได้แก่ เบนซีน โทลูอิน ไซลีน n-เฮกเซนและโซโคลเฮกเซน ดังกราฟรูป 4

ตารางที่ 1 สมบัติของสารไฮโดรคาร์บอนเหลว

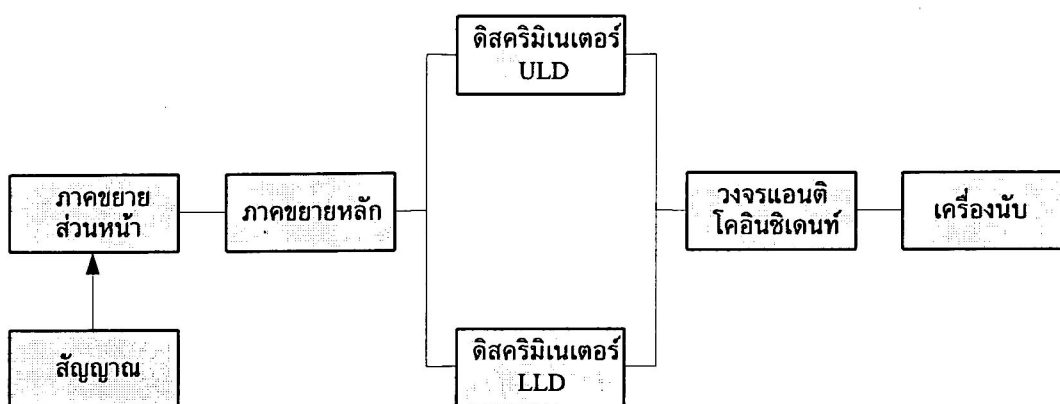
สาร	สูตรโมเลกุล	ความหนาแน่น (g/ml)	ปริมาณไฮโดรเจน	
			mg/ml	% wt
เบนซีน	C_6H_6	0.87865	68.00	7.74
โทลูอิน	$C_6H_5CH_3$	0.87160	76.27	8.75
ไซลีน	$C_6H_4(CH_3)_2$	0.8811	83.62	9.49
n-เฮกเซน	$CH_3(CH_2)_4CH_3$	0.65937	107.97	16.37
ไซโคลเฮกเซน	C_6H_{12}	0.7786	111.90	14.37
น้ำ	H_2O	1.0000	111.91	11.19



รูป 1 ถังพาราฟิน



รูป 2 ภาชนะใส่สารตัวอย่าง



รูป 3 แผนภาพแสดงระบบการวัดจำนวนนิวตรอน
สำหรับเครื่องวิเคราะห์สัญญาณช่องเดียว (SCA)



4.2 ทราเยลเยียดที่เปลี่ยแปลงปริมาณไฮโดรเจนโดยพ่นละองน้ำปริมาณต่าง ๆ กันลงบนทราเย ดังกราฟรูป 5

4.3 ผลิตผลทงการเกษตร ได้แก่ข้าวสาร , ข้าวเปลือก , ข้าวฟ้างและข้าวโพด การเปลี่ยแปลงความขึ้นในสารตัวอย่างเหล่านี้ใช้วิธีการพ่นละองน้ำลงในสารในปริมาณต่าง ๆ กัน ดังกราฟรูป 6 , 7 , 8 และ 9 ตามลำดับ

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

เปรียบเทียบความแม่นยำของกราฟมาตรฐานที่ได้จากสารไฮโดรคาร์บอนและทราเย โดยใช้น้ำและน้ำตาลซูโครสแห้งสนิทเป็นสารทดสอบ ส่วนผลิตผลทงการเกษตรได้เปรียบเทียบความแม่นยำกับเครื่องวัดสำเร็จรูปทงการเกษตร (Kett : Grainer2 PM-300)

สรุป อภิปรายและข้อเสนอแนะ

สรุป

1. ชุดทดสอบซึ่งออกแบบให้หัววัดนิวตรอนอยู่ตรงกลาง ล้อมรอบด้วยสารตัวอย่าง จะทำให้นิวตรอนเข้าสามารถเข้าสู่หัววัดได้ทุกทิศทาง มีผลทำให้การเปลี่ยแปลงปริมาณไฮโดรเจนเพียงเล็กน้อย ก็สามารถวัดได้ทันที

2. ปริมาณที่เหมาะสมของสารตัวอย่าง ขึ้นอยู่กับขนาดและรูปร่างของภาชนะใส่สารตัวอย่าง ในกรณีนี้ ได้ปริมาณที่เหมาะสมเท่ากับ 500 cm^3

3. การทดสอบความแม่นยำของกราฟมาตรฐาน พบว่ากราฟมาตรฐานที่ได้จากสารไฮโดรคาร์บอนของเหลวเมื่อนำเป็นสารทดสอบ มีความคลาดเคลื่อนเพียง 1% เท่านั้น ส่วนกราฟมาตรฐานที่ได้จากทราเยนั้น เมื่อนำน้ำตาลซูโครสเป็นสารทดสอบ ความคลาดเคลื่อนเป็น 10% ทั้งนี้เนื่องจากความหนาแน่นของทราเยและน้ำตาลซูโครสมีความแตกต่างกันมาก

สำหรับกราฟมาตรฐานที่ได้จากสารตัวอย่างที่เป็นผลิตผลทงการเกษตร เมื่อใช้สารตัวอย่างชนิดเดียวกัน ทดสอบด้วยเครื่องวัดความขึ้นสำเร็จรูปทงการเกษตร เปรียบเทียบกันพบว่า มีความแตกต่างระหว่าง 2 หลักการนี้อยู่ในช่วง 1% ถึง 5% ตามตาราง 2

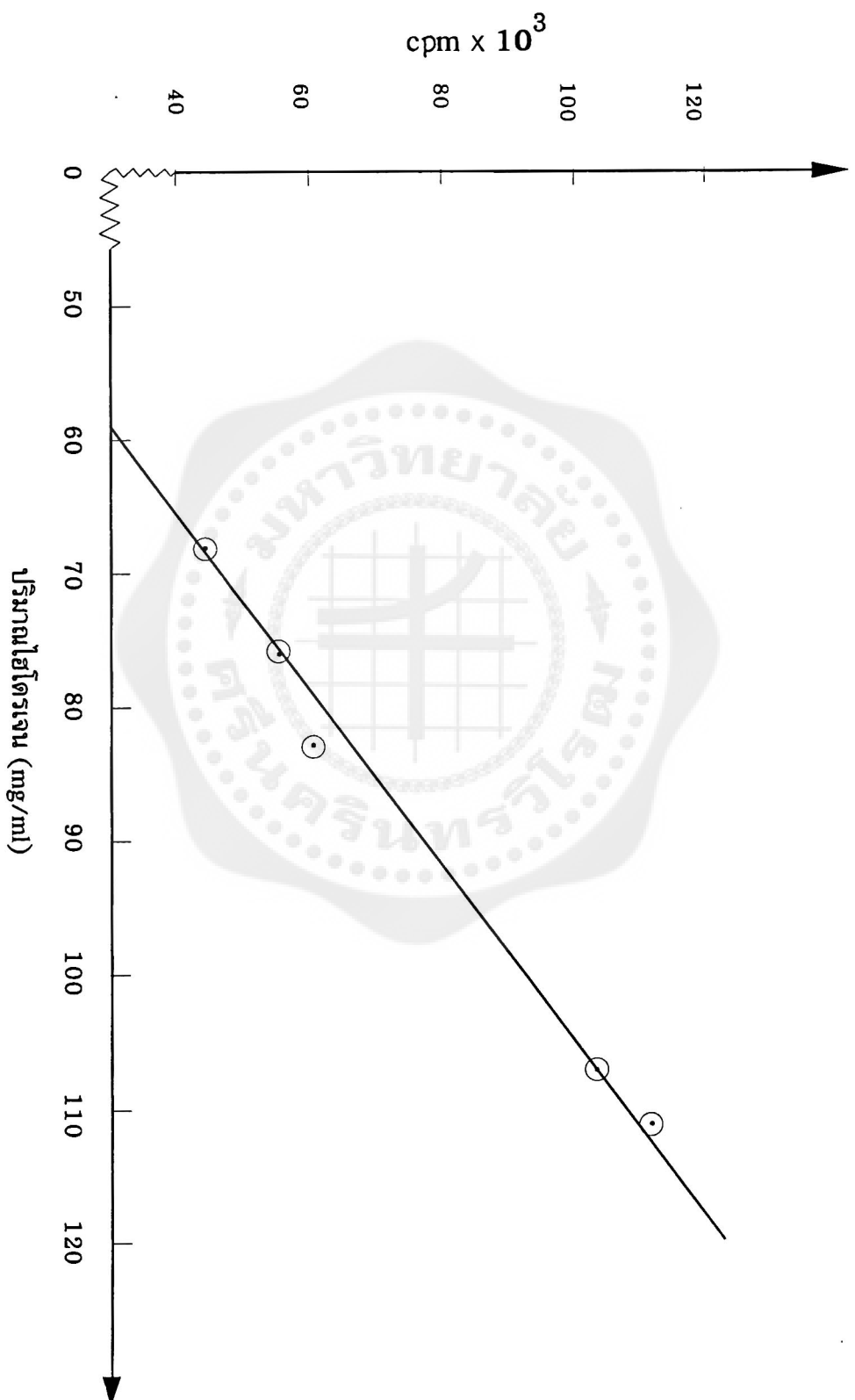
ข้ออภิปรายและข้อเสนอแนะ

1. จากการศึกษาวิจัยนี้พบว่า การหาปริมาณไฮโดรเจนด้วยวิธีการนี้ได้ผลค่อนข้างดี ถ้าสารมาตรฐานและสารทดสอบมีความหนาแน่นใกล้เคียงกัน หรือความหนาแน่นของสารทดสอบอยู่ในช่วงระหว่างความหนาแน่นของสารมาตรฐานทั้งหลายที่นำมาสร้างกราฟมาตรฐาน อย่างไรก็ตาม โดยทั่วไปกราฟมาตรฐานที่ใช้วัดความขึ้นของสารใดมักใช้สารตัวนั้นเป็นสารมาตรฐาน

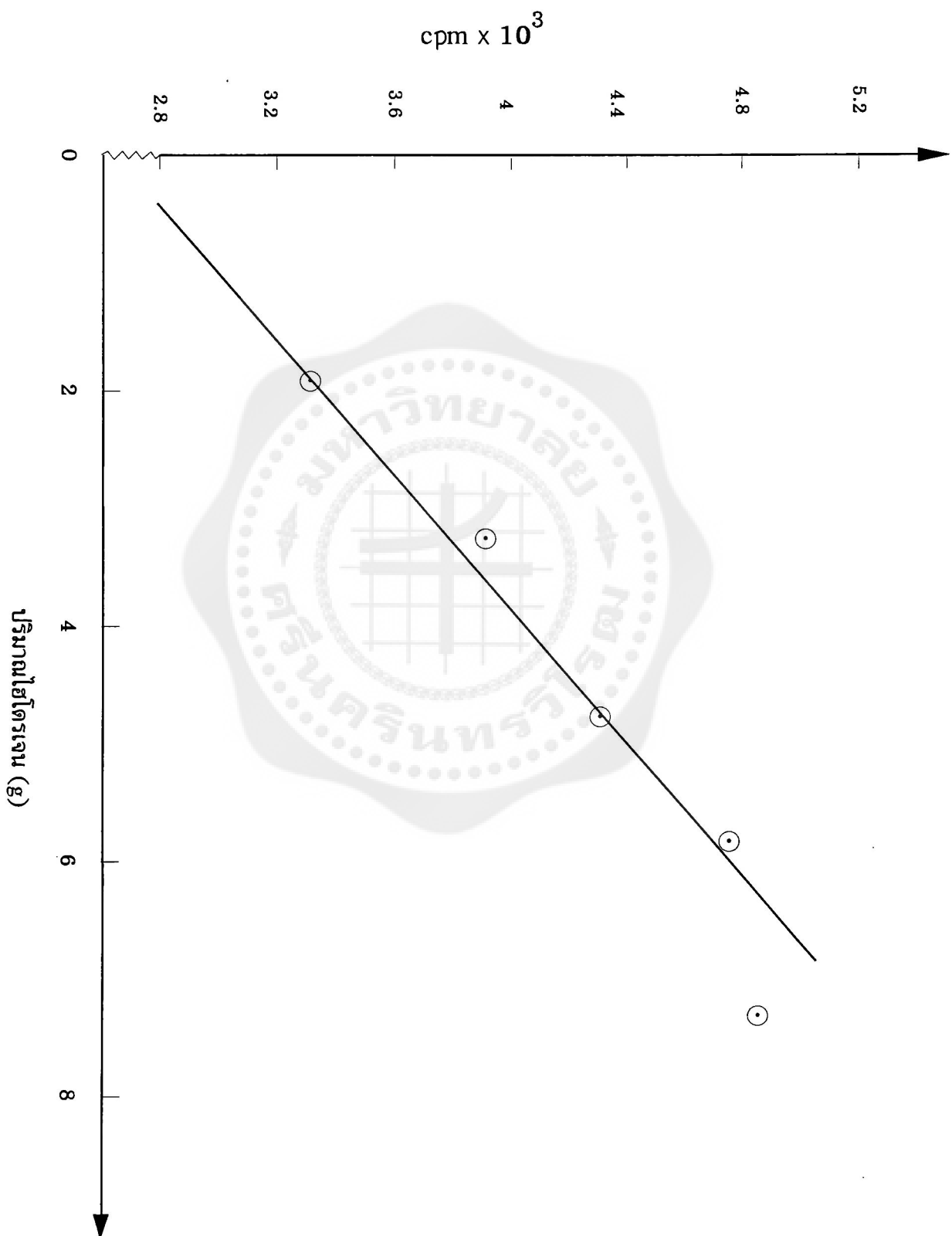
ตารางที่ 2 แสดงผลเปรียบเทียบการวัดความชื้นในผลผลิตการเกษตร
ระหว่างกราฟมาตรฐานและเครื่องมือวัดความชื้นทางการเกษตร

สารตัวอย่าง	cpm $\pm$ σ	ความชื้น % โดยน้ำหนัก	
		กราฟมาตรฐาน	เครื่องมือวัดความชื้น
ข้าว	30016 $\pm$ 173	12.21	12.40
ข้าวเปลือก	16658 $\pm$ 129	13.73	19.20
ข้าวฟ่าง	25409 $\pm$ 159	14.06	14.70
ข้าวโพด	25982 $\pm$ 161	7.98	6.90

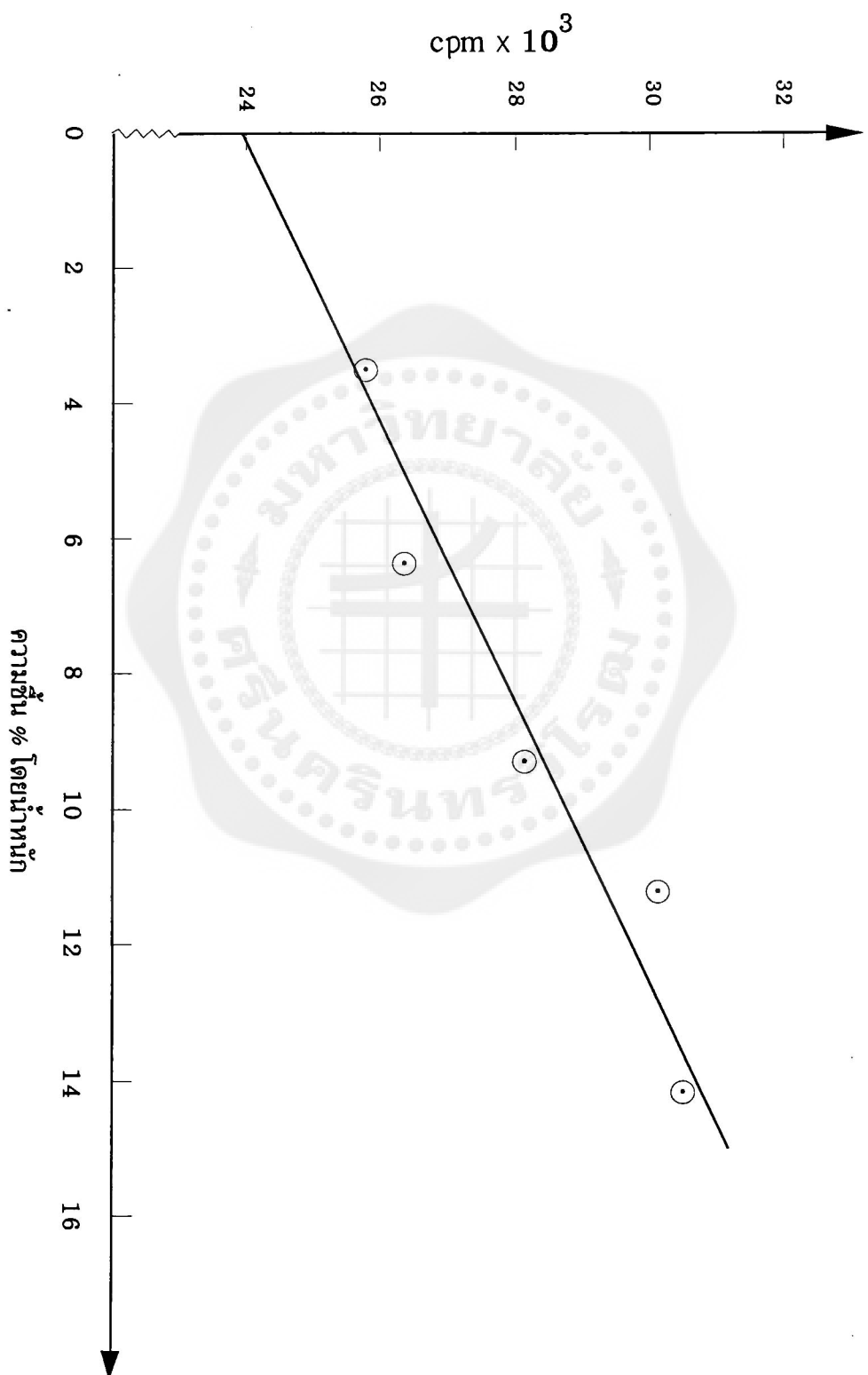




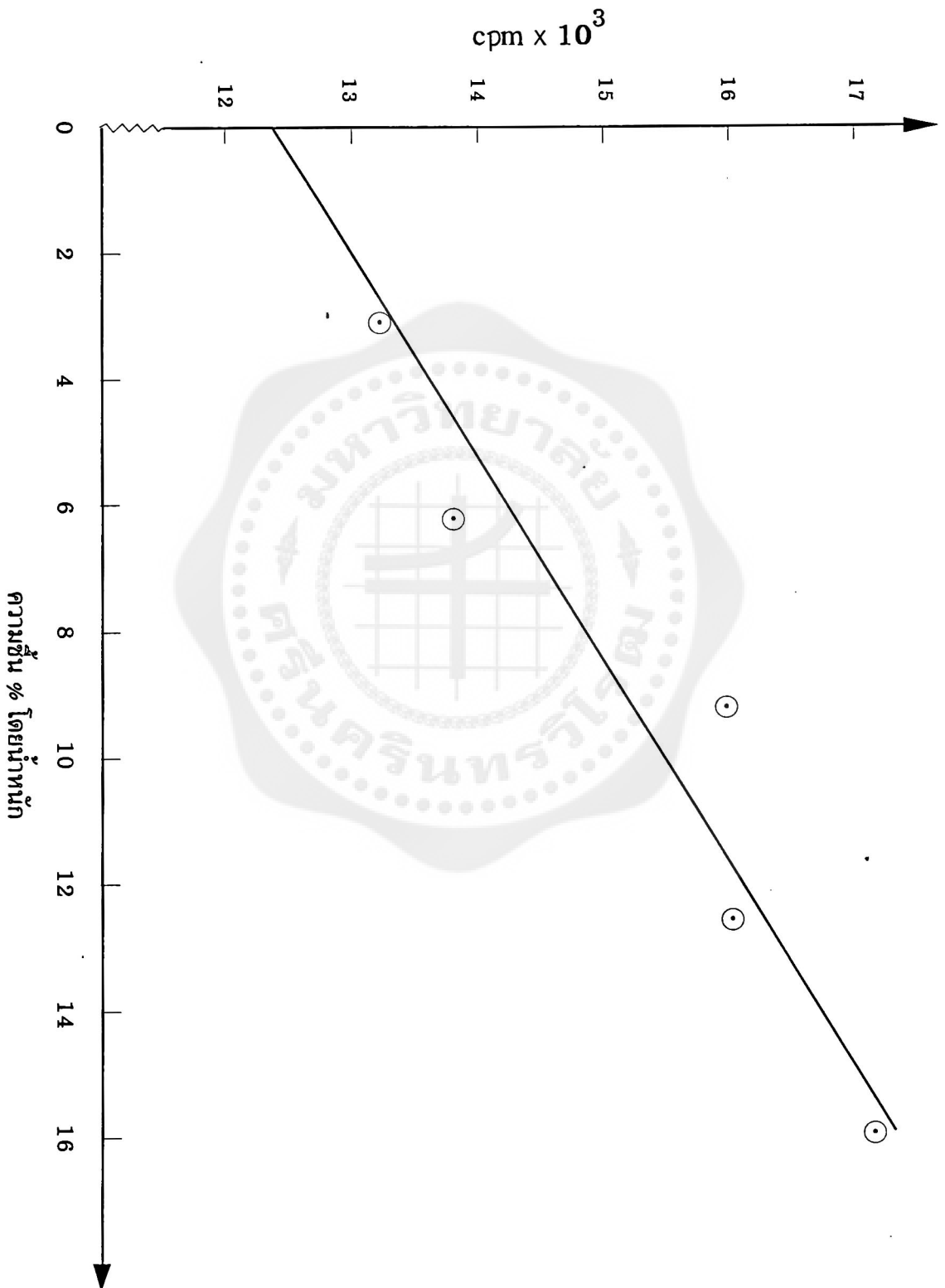
รูป 4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการนับนิวตรอน
และปริมาณไฮโดรเจนของสารประกอบไฮโดรเจน



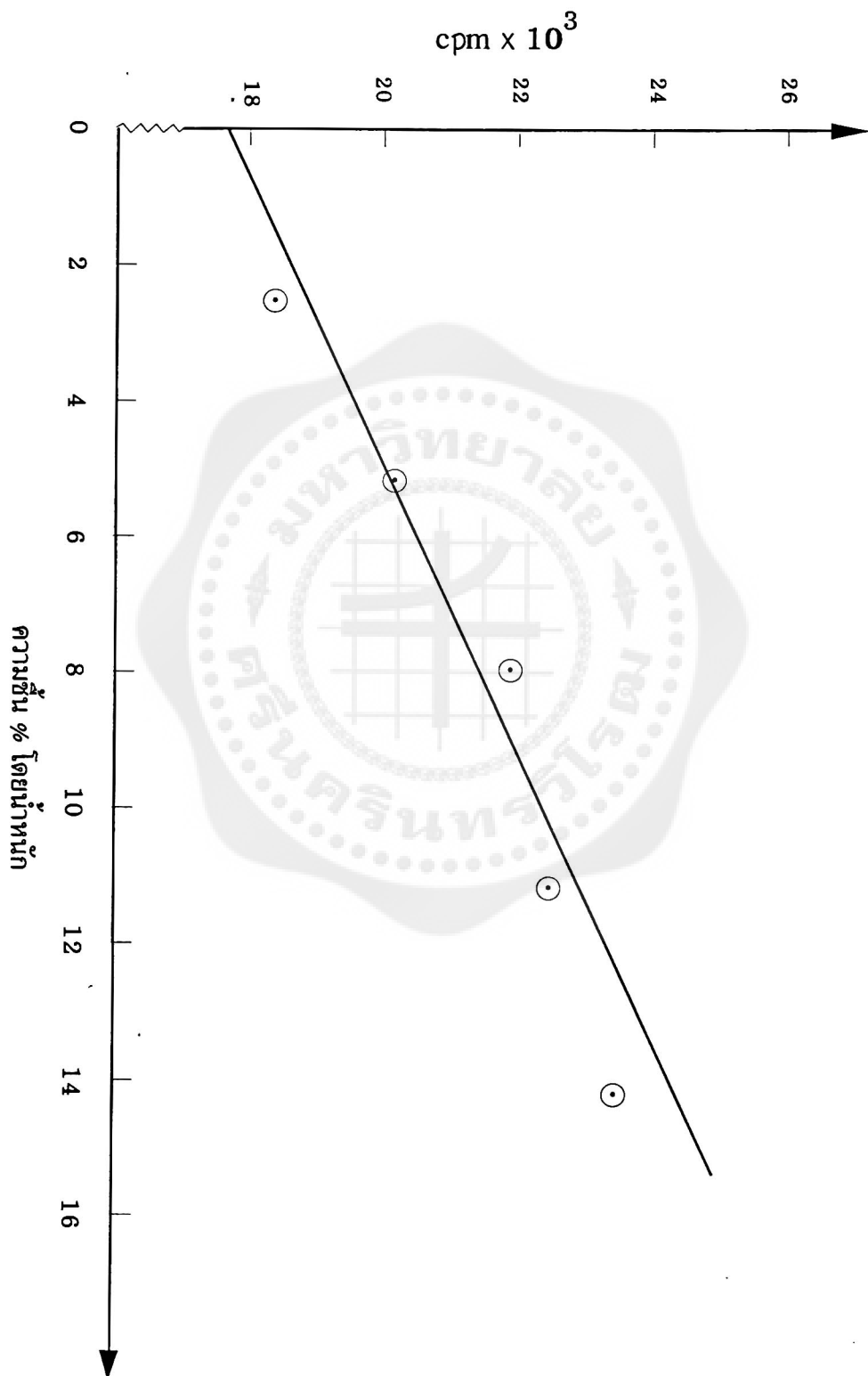
รูป 5 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการนับนิวตรอนกับปริมาณไอโอดีนในทราย



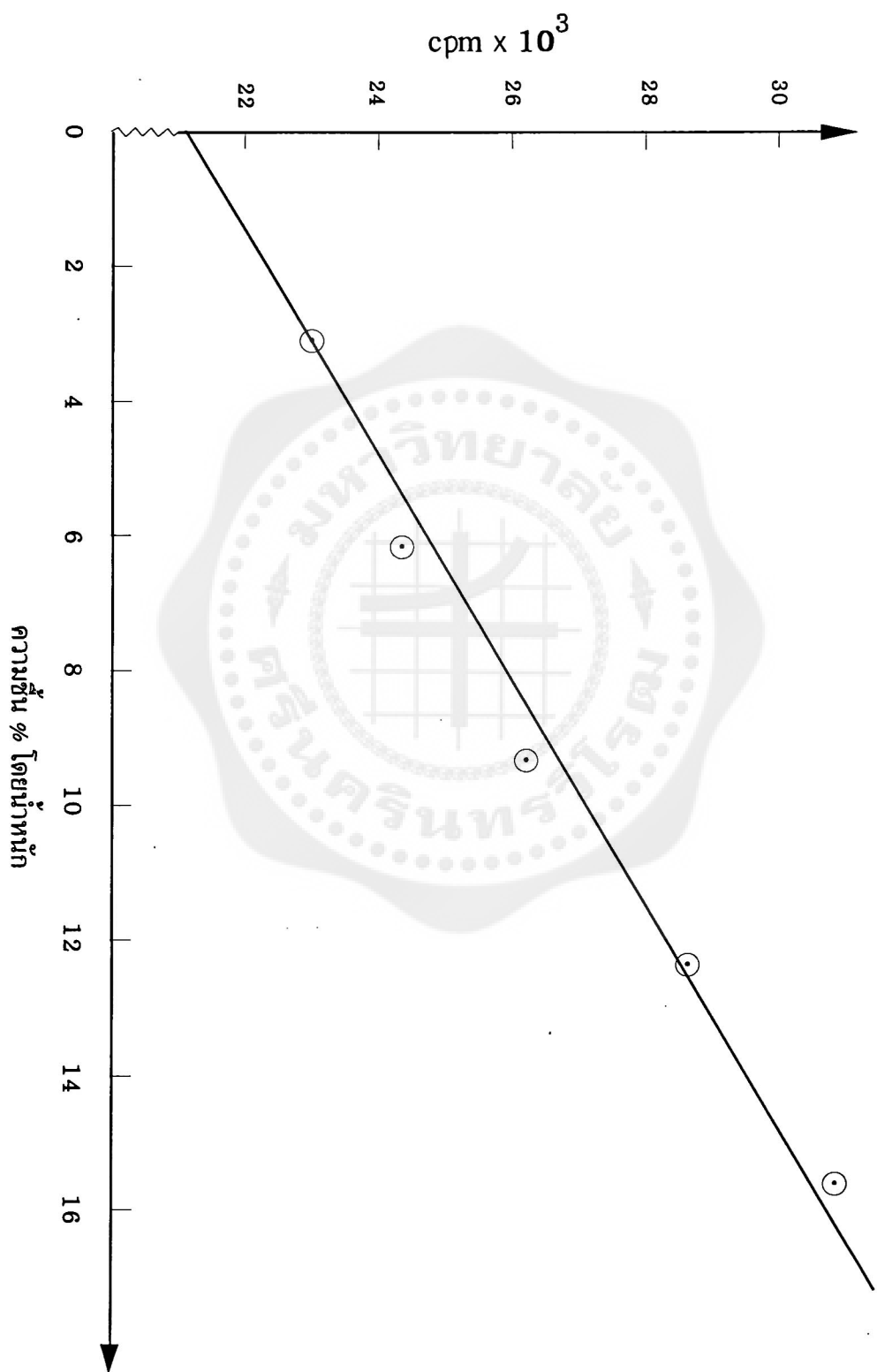
รูป 6 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราภาคน้ำนิวตรอนและความชื้นในข้าว



รูป 7 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการบีบตัวรอนและความชื้นในข้าวเปลือก



รูป 8 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการนับนิวตรอนและความชื้นในตัวอย่าง



รูป 9 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการนับนิวตรอนและความชื้นในข้าวโพด

2. ผลิตผลทางการเกษตรที่นำมาเป็นสารมาตรฐาน การเปลี่ยนแปลงความชื้นโดยการระเหยหรือการอบแห้ง น่าจะให้ผลดีกว่าการเปลี่ยนแปลงความชื้นโดยการพ่นน้ำ เพราะการกระจายไฮโดรเจนจะสม่ำเสมอกว่า แต่จะเสียเวลามากกว่า

3. ต้นกำเนิดนิวตรอนที่ใช้มีความแรงถึง 1 คูรี ซึ่งไม่เหมาะสมที่จะใช้เป็นต้นกำเนิดนิวตรอนภาคสนาม ผลงานวิจัยการวัดความชื้นในดินลูกรังและอิฐมอญของเฉลิมเดช (2531 : 1) และมานิช (2532 : 1) ใช้ต้นกำเนิดนิวตรอน Am-Be ขนาด 30 มิลลิวูรี่ ได้ผลเป็นที่น่าพอใจ การจะประยุกต์วิธีการนี้ควรศึกษาด้วยต้นกำเนิดนิวตรอนที่มีความแรงต่ำด้วย นอกจากนี้ควรศึกษาถึงการเพิ่มจำนวนต้นกำเนิดนิวตรอนโดยวาง ณ ตำแหน่งต่างๆ รอบๆ ช่องบรรจุภาชนะตัวอย่างเพื่อเพิ่มความไวของจำนวนนับนิวตรอนซ้ำ



ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

1. ได้ต้นแบบของภาษาที่ใช้ห้วงนิวตรอนเร็ว ภาษาบรรจสูตรตัวอย่างที่สามารถพัฒนาให้เป็นเครื่องวัดความชื้นภาคสนามได้
2. ได้อุปกรณ์ที่สามารถใช้ในการศึกษาทางฟิสิกส์ประยุกต์ที่เกี่ยวข้องกับการห้วงนิวตรอนให้ผลิตได้ใช้ศึกษาพัฒนาต่อไป
3. ได้กราฟมาตรฐานที่สามารถนำไปปรับเทียบหาความชื้นในผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร



บรรณานุกรม

- เฉลิมเดช เฉลิมลาภอัสตร. การวัดปริมาณความชื้นในวัสดุก่อสร้างบางชนิดโดยใช้เทคนิคการกระเจิงกลับของรังสีนิวตรอน. วิทยานิพนธ์ วศ.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2531 อัดสำเนา
- มาโนช โชติศศิธร. เครื่องวัดความชื้นและความหนาแน่นของดินโดยใช้เทคนิคการส่งผ่านนิวตรอนและแกมมาสำหรับสร้างถนน. วิทยานิพนธ์ วศ.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 253ม. อัดสำเนา
- Cameron, J.F. and others. Neutron Moisture Guages. Vienna : International Atomic Energy Agency, 1970
- Helf, S. Testing for Moisture Content in food by Neutron Guaging. Austin : University of Texas, 1976
- Knoll, F. Radiation Detection and Measurement. NewYork : Pittsburgh University, 1987
- Semel, S. and Helf, S. Journal of Applied Radiation. 20 : 22; 1969
- Wada, N. Journal of Radio-analytical Chemistry. 23 : 147 ; 1974