

# รายงานการวิจัย

เรื่อง

การหาปริมาณธาตุต่าง ๆ ในดินที่ปลูกอ้อยในจังหวัดพิษณุโลก

Determination of Elements in Soil of Sugarcane Plantation

in Phitsanulok Province

โดย

ประกรณ์ เล็กสุวรรณไพศาล

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

สถาบันราชภัฏพิษณุโลก

2543

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากสถาบันราชภัฏ

## คำนำ

ประเทศไทยได้พัฒนาประเทศตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ โดยการสนับสนุนให้ประเทศ มีรายได้เฉลี่ยสูงขึ้น การพัฒนาเศรษฐกิจตามประเทศอุดหนุนใหม่ ตามแนวประเทศญี่ปุ่นทำให้ประเทศไทยประสบปัญหาหลายด้านในปัจจุบัน แต่ปัจจัยหรือวัตถุคิดจากการเกษตร ยังเป็นสิ่งที่สำคัญและมีมูลค่าที่น่ารายได้มากสู่ประเทศไทยและเลี้ยงประชากรในประเทศไทย ปัจจุบันโลกได้เปิดตลาดการค้าเป็นระบบเสรี การแข่งขันกันในด้านการค้า ยิ่งทวีความรุนแรงขึ้น ดังนั้นการสนับสนุนให้ความรู้ทางวิชาการ การพัฒนาเทคโนโลยี และตลาดการค้าเป็นสิ่งสำคัญ

อย่างเป็นพิษที่ใช้เป็นวัตถุคิดที่ใช้ในการผลิตน้ำตาล และยังเป็นต้นต่อการผลิตเมล็ดออร์ด พสมน้ำมันเพื่อใช้เป็นพลังงานในอนาคต เพื่อทดแทนการนำเข้าสินค้าม้ามัน และเป็นการช่วยเหลือราคายาลดลง จากการเกษตรอย่างแท้จริง

เอกสารวิจัยฉบับนี้ได้รายงานถึง ปริมาณชาตุอาหารที่จำเป็นสำหรับพืช ได้แก่ ชาต ในไตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และธาตุอาหารรอง ได้แก่ เหล็ก สังกะสี ค่าความเป็นกรด-ด่างข้อมูลนี้ เกยตกรถสามารถนำไปใช้ในการตัดสินใจเลือกใช้ปุ๋ย เพื่อทำการปรับปรุงดินเพื่อเพิ่มผลผลิต และคุณภาพของพืช ผู้วิจัยหวังว่าคงเป็นประโยชน์อย่างยิ่งกับเกษตรกรยังเป็นกระดูกสันหลังของชาติอย่างแท้จริง

ประกรรณ์ เลิศสุวรรณ ไฟศาล

14 กุมภาพันธ์ 2544

### กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้ สำเร็จลงได้ ด้วยความกรุณาจาก สถาบันราชภัฏพิบูลสงคราม สำนักกิจการนักศึกษา โปรแกรมวิชาเคมี ที่อำนวยความสะดวกในการใช้อุปกรณ์ และเครื่องมือต่าง ๆ และเจ้าหน้าที่ทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือ

ขอขอบคุณนายตรรจรชาร์อ้อยในเบตชั่งหัวดพิษณุ โลกที่ให้ความอนุเคราะห์คืนด้วยห่าง และกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และทุกคน ที่ให้การสนับสนุนและเป็นกำลังใจมาโดยตลอด

ประภรณ์ วงศ์สุวรรณ ไฟฟ้า

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม  
Pibulsongkram Rajabhat University

**ชื่อเรื่องการวิจัย :** การวิเคราะห์หาปริมาณธาตุต่างๆ ในดินที่ปลูกอ้อย ในจังหวัดพิษณุโลก

Determination of Elements in Soil of Plantation in Phitsanuok Province.

**ชื่อผู้วิจัย :** นายประกรณ์ เลิศสุวรรณไพศาล

**บทคัดย่อ**

การวิเคราะห์หาปริมาณธาตุต่าง ๆ ในดินที่ปลูกอ้อย ในจังหวัดพิษณุโลก โดยการหาปริมาณธาตุ ในไตรเจน โดยวิธี Kjeldhal method ปริมาณฟอสฟอรัส ด้วยวิธี บูวี-วิสเบิลสเปกโตรไฟ โตรมิเตอร์ ปริมาณ โพแทสเซียม เหล็กและสังกะสี ด้วยวิธี อะตอมนิกแอบชอร์ฟชันสเปกโตรไฟ โตรมิเตอร์ และความเป็นกรด-เบส ด้วยเครื่องมือ พีเอชมิเตอร์

จากการศึกษาพบว่าปริมาณในไตรเจนอยู่ในช่วง  $1.76 - 4.00$  เมอร์เช่นต์ พมปริมาณฟอสฟอรัส ปริมาณ โพแทสเซียม เหล็กและสังกะสี อยู่ในช่วง  $13.44 - 45.53$  ,  $45.73 - 95.47$  ,  $178.70 - 208.65$ ,  $5.20 - 68.88$  พีพีเอ็ม และความเป็นกรดเบสอยู่ในช่วง  $6.28 - 7.10$  ตามลำดับ

จากการศึกษาคุณภาพของดินดังกล่าวพบว่าปริมาณแร่ธาตุอาหารต่าง ๆ อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานดินทั่วไป ซึ่งสามารถปลูกอ้อยได้ แต่การบำรุงรักษาและดูแลเรื่องน้ำเป็นสำคัญ

**Research title** Determination of Elements in Soil of Sugarcane plantation in Phitsanulok Province.

**Author** Mr Prakom Lertsuvunpisan

### **Abstract**

The determination of Elements in Soil of Sugarcane Plantation From Phitsanulok Province . Were Studied Nitrogen by Kjedahl method and Phesphorus by UV-visible spectroscopy , Potassium Iron and Zinc by Atomic Absorbtionspectroscopy and pH by pH - meter

From Studied were found Nitrogen ,Phosphorous, Potassium ,Iron ,Zinc and pH in the range **1.76 – 4.00 %, 13.44 – 45.73, 45.76 – 95.47 , 178.70- 208.65 , 5.20 – 68.89 ppm and 6.28 – 7.10** respectively.

To studied were found the Elements(mineral nutrition) in Soil of Sugarcane Plantation in Phitsanulok Province have that elements in the general soil. Factor of sugarcane to plant is take care and water .

## สารบัญ

หน้า

กิตติกรรมประกาศ	๑
บทคัดย่อภาษาไทย	๒
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	๓
สารบัญ	๔
สารบัญตาราง	๕
สารบัญภาพประกอบ	๖
<b>บทที่ ๑ บทนำ</b>	
1.๑ ความสำคัญและที่มาของงานวิจัย	๑
1.๒ จุดมุ่งหมายของการวิจัย	๒
1.๓ ขอบเขตของการวิจัย	๒
1.๔ ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย	๓
<b>บทที่ ๒ การตรวจเอกสาร</b>	
2.๑ คิน	๕
2.1.1 การเก็บคิน	๕
2.1.2 องค์ประกอบและหน้าที่ของคินของการตรวจตีบ叨ของพืช	๖
2.1.3 การแยกแยะถักยณะของคินเพื่อบนถือการเจริญเติบโตของพืช	๑๐
2.๒ ชาตุอาหารที่จำเป็นสำหรับพืช	๑๑
2.2.๑ ปริมาณของอาหารในชาตุที่พืชต้องการ	๑๒
2.๓ การเตรียมและการเก็บตัวอย่างคินที่ใช้ในการวิเคราะห์ทางเคมี	๑๔
2.3.๑ วัสดุที่เหมาะสมกับการเก็บตัวอย่างคิน	๑๕
2.3.๒ การเตรียมตัวอย่างคิน	๑๕
2.3.๓ เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บตัวอย่างคิน	๑๖
2.3.๔ ขนาดและแปลงที่เก็บตัวอย่างคิน	๑๖

2.4 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับอ้อย	18
2.4.1 การแยกประเภทอ้อยและลำดับทางพฤกษศาสตร์	18
2.4.2 ประวัติการปลูกอ้อยในประเทศไทย	21
2.4.3 ลักษณะภายนอกของอ้อย	22
2.5 ปัจจัยสำคัญที่เกี่ยวข้องในการเจริญเติบโตของอ้อย	25
2.5.1 แสงแดด	25
2.5.2 คิน	26
2.5.3 อุณหภูมิ	26
2.5.4 ปริมาณและการกระจายของน้ำฝน	26
2.5.5 ความชื้นในดิน	27
2.5.6 ลม	27
2.5.7 พันธุ์อ้อย	27
2.5.8 สารบอนค์ไดออกไซด์และพัฒนาการ	27
2.6 ชาตุอาหารที่จำเป็นสำหรับอ้อย	28
2.6.1 หน้าที่และความสำคัญของชาตุต่างๆ	28
- ในโตรเจน	32
- ฟอสฟอรัส	32
- โพแทสเซียม	32
- เหล็ก	32
- สังกะสี	32
- ความเป็นกรด-ด่าง	32
บทที่ 3 ทฤษฎีและหลักการที่ใช้ในการวิเคราะห์	33
3.1 การหาปริมาณในโตรเจนโดยวิธี Kjeldahl	34
3.1.2 การทำคุณภาพวิเคราะห์โดยวิธีเจลค่าห์	34
3.2 อัลตราไวโอลেตและวิสิเบิลสเปกโตรสโคป	35
3..2.1 สาเหตุของการคุดกลืนแสงในช่วงญี่-วิสิเบิล	36
3.2.2 ผลของตัวทำละลายต่อการคุดกลืน	38
3.2.3 การใช้เรื่อง spectronic สำหรับการวิเคราะห์ทางเคมี	39

## สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
<b>3.2.4 การวิเคราะห์หาสารเชิงปริมาณ</b>	42
<b>3.3 อะตอมมิกแอนบอร์พชันสเปกโตรสโคป</b>	42
<b>3.3.1 หลักการของอะตอมมิกแอนบอร์พชัน</b>	42
<b>3.3.2 เทคนิคต่าง ๆ ที่ใช้ในการวิเคราะห์ด้วยวิธี AAS</b>	44
<b>3.3.3 องค์ประกอบที่สำคัญของเครื่องอะตอมมิกแอนบอร์พชัน สเปกโตร ไฟฟ์ไอเดอร์</b>	45
<b>3.3.4 การทำปริมาณวิเคราะห์ด้วยเทคนิค AAS</b>	47
<b>3.3.5 ประโยชน์ของ AAS ที่ใช้ในงานวิเคราะห์ทางเคมี</b>	49
<b>บทที่ 4 วิธีทดลองและอุปกรณ์</b>	51
<b>4.1 การเตรียมดินตัวอย่าง</b>	51
<b>4.2 การวิเคราะห์ห้านิโตรเจน</b>	52
<b>4.3 การวิเคราะห์ห้าปริมาณฟอสฟอรัส</b>	59
<b>4.4 การวิเคราะห์ห้าปริมาณ [แพทเทตเจียม แทลีก สังกะสี]</b>	66
<b>4.5 การหาค่า ความเป็นกรด-เบส</b>	80
<b>บทที่ 5 สรุปและวิชาเรียน</b>	83
<b>เอกสารอ้างอิง</b>	87
<b>ภาคผนวก</b>	89

	หน้า
ตารางที่ 2.1 ธาตุหลักในดิน	13
ตารางที่ 2.2 ธาตุในดินที่มีปริมาณน้อย	14
ตารางที่ 3.1 ธาตุต่าง ๆ ที่วิเคราะห์ได้ด้วย วิธี AAS	46
ตารางที่ 4.1 ปริมาณ Total ในโตรเจนโดยการไหเท灼กับสารละลามาตรฐานกรดซัลฟิวริก	56
ตารางที่ 4.2 ปริมาณ Total ในโตรเจนโดยการไหเท灼กับสารละลามาตรฐานกรดซัลฟิวริก	57
ตารางที่ 4.3 ปริมาณ Total ในโตรเจนที่ได้จากการคำนวณ	58
ตารางที่ 4.4 แสดงค่าการคูดกลืนของสารละลามาตรฐานฟอสฟอรัส	62
ตารางที่ 4.5 ค่าการคูดกลืนของสารละลามาตรฐานตัวอย่าง	63
ตารางที่ 4.6 แสดงปริมาณฟอสฟอรัสที่อ่านจากกราฟนงจຽวน	64
ตารางที่ 4.7 แสดงปริมาณฟอสฟอรัสในดินตัวอย่างที่ได้จากการคำนวณ	65
ตารางที่ 4.8 แสดงผลการหา Calibrations Curve ของสารละลามาตรฐานโพแทสเซียม	68
ตารางที่ 4.9 แสดงค่าการคูดกลืนของสารละลามาตรฐานตัวอย่าง	69
ตารางที่ 4.10 薨คปริมาณโพแทสเซียมในดินตัวอย่างที่ปอกล่องอย	70
ตารางที่ 4.11 ปริมาณโพแทสเซียมในดินตัวอย่างที่ได้จากการคำนวณ	71
ตารางที่ 4.12 แสดงค่าการคูดกลืนของสารละลามาตรฐานเหล็ก	72
ตารางที่ 4.13 แสดงค่าการคูดกลืนของสารตัวอย่าง	73
ตารางที่ 4.14 แสดงปริมาณเหล็กในดินตัวอย่าง	74
ตารางที่ 4.15 แสดงปริมาณเหล็กที่ได้จากการคำนวณ	75
ตารางที่ 4.16 แสดงค่าการคูดกลืนของสารละลามาตรฐานสังกะสี	76
ตารางที่ 4.17 แสดงค่าการคูดกลืนของสารตัวอย่าง	77
ตารางที่ 4.18 แสดงปริมาณสังกะสีในดินตัวอย่าง	78
ตารางที่ 4.19 แสดงปริมาณสังกะสีที่ได้จากการคำนวณ	79
ตารางที่ 4.20 แสดงค่า pH ของดินตัวอย่าง	81
ตารางที่ 4.21 แสดงค่า pH ของดินตัวอย่าง	83
ตารางที่ 5.1 แสดงผลการวิเคราะห์ปริมาณธาตุต่าง ๆ	83

## สารบัญภาพประกอบ

รูปที่ 2.1	แผนภาพแสดงอัตราส่วนประกอบของดินที่เหมาะสมที่สุด แก่การเจริญเติบโตของพืช	9
รูปที่ 2.2	แผนภาพแสดงค่าน้ำแข็งหรือหน้าตัดของดิน	10
รูปที่ 2.3	การเก็บตัวอย่างดิน	18
รูปที่ 2.4	ช่วง pH ที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของพืชบางชนิด	29
รูปที่ 2.5	ระดับความเป็นประਯิชน์ของธาตุอาหารที่ pH ต่าง ๆ	30
รูปที่ 3.1	แสดงการเกิดอันตรกิริยาของสารเคมีกับการแผ่รังสีของแสง	35
รูปที่ 3.2	แสดง Electronic Energy Levels Transitions	36
รูปที่ 3.3	แสดงการเกิดแทรนซิชันของโนมเลกุล	37
รูปที่ 3.4	แสดงรังสีผ่านสารทอสอบในเครื่อง Spectronic	39
รูปที่ 3.5	แสดงระดับพลังงานอะตอมของโซเดียม	43
รูปที่ 3.6	แสดง Transition Diagram	43
รูปที่ 3.7	แสดงแผนภาพองค์ประกอบเครื่องมือ AAS	45
รูปที่ 3.8	กราฟแสดงความสัมพันธ์ของการดูดกลืนแสงกับความเข้มข้นของสาร	47
รูปที่ 4.1	กราฟแสดง Calibration Curve ของสารละลายน้ำตราชานพอฟฟอรัส	62
รูปที่ 4.2	กราฟแสดง Calibration Curve ของสารละลายน้ำตราชานพอฟฟอรัสเชิง	68
รูปที่ 4.3	กราฟแสดง Calibration Curve ของสารละลายน้ำตราชานพเหล็ก	72
รูปที่ 4.4	กราฟแสดง Calibration Curve ของสารละลายน้ำตราชานพสังกะสี	76

หน่วยต่าง ๆ ที่ใช้ในการทดลอง

กรัม	g
มิลลิกรัม	mg
โมล	mol
นอร์มอล	n
ลิตร	dm <sup>3</sup>
มิลลิลิตร	ml

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูล侈คราม  
Pibulsongkram Rajabhat University

## บทที่ 1

### บทนำ

#### 1.1 ความสำคัญและที่มาของงานวิจัย

ปัจจุบันประเทศไทยได้พัฒนาประเทศตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจแห่งชาติแนวทางการพัฒนาเป็นประเทศอุดมสាលกรรมใหม่ แต่ปัจจุบันเศรษฐกิจยังอาศัยน้ำมันคล่องตัวจากสินค้าทางการเกษตรสินค้าเกษตรยังเป็นปัจจัยที่สำคัญในการทำให้เศรษฐกิจของประเทศไทยดำเนินอยู่ได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเกษตรกรซึ่งเป็นประชาชนส่วนใหญ่ และยังคงประกอบอาชีพทางเกษตรกรรม ควรทำให้ทำงานและใช้เวลาส่วนผสม เพื่อการส่งเสริมผลผลิตทางด้านการเกษตร ให้มีคุณภาพและเป็นที่ต้องการของตลาดตลอดจนสามารถส่งขายไปยังต่างประเทศ เพื่อเป็นการเพิ่มรายได้ให้กับเกษตรกรให้สูงขึ้น ดังนั้นทางรัฐบาลควรให้การสนับสนุนพัฒนา ความรู้ทางด้านวิชาการเน้นเพิ่มผลผลิตและคุณภาพปัจจัยทางการตลาด การปรับปรุงสภาพของดิน การคัดเลือกพันธุ์ การปรับปรุงพันธุ์ การใช้ปุ๋ยและสารเคมี และเทคโนโลยีทางวิทยาศาสตร์ เพื่อนำมาใช้เพื่อปรับปรุงผลผลิตและให้ผลผลิตต่อไร่ไม่ต่ำกว่า 2 ตัน/ไร่ และมีคุณภาพและปริมาณ สามารถนำไปแข่งขันกับด้านประเทศเพื่อนบ้านอีกด้วย

จังหวัดพิษณุโลกเป็นจังหวัดที่มีโรงงานน้ำตาลตั้งอยู่ที่อำเภอบางระกำและจังหวัดใกล้เคียง เช่น ที่จังหวัดกำแพงเพชร และอุตรดิตถ์ สินค้าประเภทอื่นที่ปลูกกันมากคือข้าว ราข้าวได้ตกต่ำเป็นอย่างมาก เกษตรกรควรให้ความสนใจ ในการปลูกพืชไร่เพื่อส่งเสริมรายได้ให้เกษตรกรอีกอย่างหนึ่งคือ อ้อย

อ้อยเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญที่นำรายได้มาสู่ประเทศไทย และเป็นวัตถุคุณที่สำคัญในการผลิตน้ำตาล ซึ่งเป็นสินค้าอุตสาหกรรม และยังเป็นวัตถุคุณในการผลิตแอลกอฮอล์เพื่อเป็นพลังงานในอนาคตเกษตรกรในจังหวัดพิษณุโลกได้เปรียบในการผลิตเพาะปลูกขันส่งเข้าสู่โรงงานน้ำตาล โรงงาน และสามารถจำหน่ายได้ทั่วประเทศในจังหวัดข้างเคียง

ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นการหารูปแบบและมาตรฐานที่เหมาะสมและมาตรฐานที่ต้องการ นำเสนอความรู้เบื้องต้นที่เกี่ยวกับปริมาณและคุณภาพและมาตรฐานที่ใช้ในการปลูกอ้อย ในจังหวัดพิษณุโลก ไปประกอบการตัดสินใจในการเลือกใช้อ้อยที่จะใช้ปรับปรุงดินที่ต้องการปลูกอ้อยให้ดินมีสภาพที่เหมาะสมเพื่อเป็นการเพิ่มผลผลิตและรายได้ให้กับเกษตรกรและการพัฒนาเป็นพืชเศรษฐกิจในการส่งออกและวัตถุคุณในการแปรรูปต่อไป

## 1.2 จุดมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อวิเคราะห์หาปริมาณแร่ธาตุในดินที่ปลูกอ้อยในจังหวัดพิษณุโลก
2. เพื่อเปรียบเทียบหาปริมาณแร่ธาตุต่างๆ ในดินที่ปลูกอ้อยกับดินทั่วไป
3. เพื่อเป็นข้อมูลเบื้องต้น สำหรับการศึกษาค้นคว้าวิจัย
4. เพื่อเป็นแหล่งความรู้ สำหรับเกษตรกรเพื่อที่จะนำไปประกอบการตัดสินใจในการเลือกใช้ปุ๋ยเพื่อปรับปรุงดินที่ปลูกอ้อยต่อไป

## 1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1. ทำการวิเคราะห์หาปริมาณแร่ธาตุของดินที่ปลูกอ้อยในอำเภอทางใต้ในจังหวัดพิษณุโลก
2. ทำการวิเคราะห์และศึกษาหาปริมาณธาตุ ในโตรเมน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม เหล็ก สังกะสี และ pH

## 1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

หน้าเอกสารการวิจัยไปแนะนำเกษตรกรในพื้นที่ ให้มีข้อมูลในการตัดสินใจในการเลือกใช้ปุ๋ยเพื่อปรับปรุงดินเพื่อเพิ่มคุณภาพและปริมาณการผลิตและผลผลิตให้ดียิ่งขึ้น

2. เป็นแหล่งข้อมูลทางวิชาการทางด้านการเกษตร ชุมชนและนักศึกษาและผู้สนใจ
3. เป็นงานบริการชุมชน

## บทที่ 2

### การตรวจเอกสาร

Parker ,S.P.,et.al., ( 1982 ) ได้ศึกษาพบว่าชาตุอาหารหลักในคินโดยทั่วไป ประกอบด้วย ชาตุซิลิกอน (Si) 19.12 อลูมิเนียม (Al) 2.80 เหล็ก( Fe) 8.40 แคลเซียม(Ca) 0.69 แมกนีเซียม(Mg) 1.26 โซเดียม (Na) 0.18 โพแทสเซียม(K) 3.36 ทิตานียม(Ti) 0.40 แมงกานีส(Mn) 0.06 และ ฟอสฟอรัส(P) 0.14 เปอร์เซ็นต์ และชาตุอาหารที่มีน้อยโดยทั่วไปประกอบด้วยสารหนั่ง (As) 6.00 บอรอน (B) 10.00 แคดเมียม(Cd) 0.06 โคนอลต์(CO) 8.00 โครเมียม(Cr) 100 ทองแดง(Cu) 20.00 โลหะดิบ(Mo) 2.00 นิกเกิล(Ni) 40.00 ตะกั่ว(Pb) 10.00 เซเลเนียม (Se) 0.20 วานาเดียม (V) 100.00 สังกะสี (Zn) 50.00 ppm

วิภารัตน์ แซ่จึง (2521) ได้วิเคราะห์หาปริมาณในโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียมใน คินจากจังหวัด เชียงใหม่ มี 4 ตัวอย่าง คือ คินแม่แตง คินหนองหอย คินบ้านแป้น และ คินลำปาง สรุปได้ดังนี้

ตัวอย่างคิน	pH	%N ทั้งหมด	%P ( $HCl+H_2SO_4$ )	% P(HF)	%K( $H_2SO_4$ )
แม่แตง	4.50	0.11	0.05	0.01	0.01
หนองหอย	6.43	0.21	0.05	0.01	0.03
บ้านแป้น	6.47	0.09	0.05	0.00	0.00
ลำปาง	5.60	0.06	0.05	0.01	0.00

กาญจนा เหล่าครีเริญสกุล (2524) ได้ผลการศึกษาสถานะความอุดมสมบูรณ์ของคินใน จังหวัดอุตรดิตถ์ โดยการนำตัวอย่างคินจากไร่กสิกรในห้องที่ต่าง ๆ ในจังหวัดอุตรดิตถ์ มา วิเคราะห์ทางเคมีและฟิสิกส์ในห้องปฏิบัติการพบว่า เนื้อดินมีลักษณะแตกต่างกันไป ตั้งแต่คินร่วน คินร่วนป่นทราย คินร่วนป่นคินเหนียว คินเหนียวและคินร่วนป่นทรายซึ่งมีปริมาณ 10.17, 18.56, 15.26, 27.12 และ 33.90 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ความเป็นกรดเป็นด่างมีค่าอยู่ระหว่าง 5.1 – 8.1 หรือ 6.1 โดยเฉลี่ย อินทรีย์ต่ำ 0.45 – 4.09 เปอร์เซ็นต์ หรือ 1.95 เปอร์เซ็นต์โดยเฉลี่ย ฟอสฟอรัสและ โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ 0.5 – 87 และ 20 – 170 พีพีเอ็ม หรือ 10.7 และ 64.2 พีพีเอ็ม โดยเฉลี่ย ตามลำดับ ชาตุอาหารชั้นรองซึ่งมีแคลเซียมแมกนีเซียมและซัลเฟอร์ มีปริมาณ 112.5 – 2925, 40 – 790 และ 7.5 – 125 พีพีเอ็ม หรือ 953.27, 312.85 และ 36.37 พีพีเอ็ม โดยเฉลี่ยตามลำดับ ส่วนชาตุอาหารใช้น้อยพบว่า เหล็ก แมงกานีส ทองแดง และสังกะสี มีปริมาณ 1.25 – 23, 12.5 – 120, 0.2 – 6.4 และ 2.5 – 16 พีพีเอ็ม หรือ 4.39, 28.8, 2.94 และ 9.33 พีพีเอ็ม โดยเฉลี่ย ตามลำดับ

สุบัน ศรีสมบูรณ์, พงศ์พันธุ์ จึงอยู่สุข และอิ่มไพร เจริญวงศ์ (2524) ทำการเก็บตัวอย่างดินของ จ.ลำพูน รวมทั้งถิ่น 233 ตัวอย่างมีวิเคราะห์เพื่อศึกษามาตรวิเคราะห์เพื่อศึกษาสถานะความอุดมสมบูรณ์ของดิน ปรากฏว่าดินส่วนใหญ่จะมีลักษณะเนื้อดิน ( texture ) เป็นดินร่วนปนทราย ร่วนปนตะกอน และดินร่วนปนดินเหนียว ค่าเฉลี่ยของ pH ของดินเป็นกรดจัด (0.5) ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์อินทรีย์ต่ำ 2.7% ค่าเฉลี่ยฟอสฟอรัสที่สักด้วย 29 พีพีเอ็ม ค่าเฉลี่ยโพแทสเซียมที่สักด้วย 115 พีพีเอ็ม ดินของอำเภอบ้านโ原因之一 อำเภอป่าซางเป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ค่อนข้างสูง ส่วนอำเภออื่น ๆ อยู่ในระดับต่ำ

พงศ์พันธุ์ จึงอยู่สุข, มานพ เม้นโกศล และประคง จิตะสมบัติ (2526) ทำการเก็บตัวอย่างดินจากจังหวัดสุโขทัย รวม 6 ชุด ดินนำมวิเคราะห์หาความอุดมสมบูรณ์ของดินพบว่าดินในระดับความลึก 0 – 15 cm. ชุดกำแพงแสนและชุดศรีสัchanalay มีลักษณะคล้ายคลึงกันระดับความอุดมสมบูรณ์สูงมากมีความเป็นกรดอ่อน pH iadu 5.8 และ 6.0 ชุดราชบุรี และ ชุดทางดง ความอุดมสมบูรณ์ปานกลางถึงค่อนข้างสูง pH iadu 6.0 และ 5.0 ชุดนครปฐมและชุดเชียงรายความอุดมสมบูรณ์ต่ำ และค่อนข้างเป็นกรดจัด pH เฉลี่ย 5.2 และ 5.1 ดิน 2 ชุดนี้ ระดับธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์โดยเฉพาะฟอสฟอรัส วิเคราะห์ได้ในระดับที่ต่ำกว่า 10 พีพีเอ็ม ให้อินทรีย์ทั้งหมดเป็นดินร่วนเหนียว (clayloam) นอกจากชุดทางดงซึ่งเนื้อดินโดยเฉลี่ยแล้วเป็นดินร่วนปนทราย (Sandy clay loam) และทั้งหมดมีปริมาณอนุภาคดินเหนียว (clay) สูงกว่า 30% ปริมาณอินทรีย์ต่ำ ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมในดินชั้นบนระดับ 0 – 15 cm. จะมากกว่าในดินชั้nl่างระดับ 15 – 30 cm. แต่ปริมาณแคลเซียมและแมกนีเซียมในดินชั้nl่างจะมากกว่า ความเป็นกรดในดินชั้นบน ความเป็นกรดในดินชั้นบนจะสูงกว่าในดินชั้nl่างเล็กน้อย ส่วนชนิดของเนื้อดินไม่แตกต่างกัน ผลการวิเคราะห์ค่าความอุดมสมบูรณ์ตามแผนที่ดินของกรมพัฒนาชั้ง ໄได้เคยทำการสำรวจไว้เมื่อปี พ.ศ. 2515 – 2518

สายสมร เกี้ยนเมธี (2528) ได้ทำการศึกษาคุณภาพวิเคราะห์ และปริมาณวิเคราะห์ของดินตัวอย่าง 3 ตัวอย่างจากจังหวัดต่าง ๆ ของประเทศไทยโดยใช้ วิธีแกรมวิเมตรี และอะตอมมิคเอนซิริพชั้นสเปกโตโฟโตเมตรี ขึ้นกับธาตุที่จะวิเคราะห์ดินขาว ตัวอย่างเก็บจากจังหวัดราชวิถี ลำปาง และอุตรดิตถ์พบว่า ดินขาวจากจังหวัดราชวิถี สาร SiO<sub>2</sub> 45.33%, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0.678%, TiO<sub>2</sub> 0.228%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 37.29%, Na<sub>2</sub>O 1.35%, K<sub>2</sub>O 0.0435%, MgO 0.015% ดินขาวลำปางมี SiO<sub>2</sub> 69.20%, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0.79%, TiO<sub>2</sub> 0.26%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 19.68%, Na<sub>2</sub>O 0.137%, K<sub>2</sub>O 0.21%, MgO 0.14%

จากการศึกษาข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์โดยวิธี เอกซ์เรย์ดีฟเฟรคชั่นพบว่าดินขาวทั้งสามตัวอย่างประกอบด้วยแร่ชาตุค่าอลิโนต์ ควอร์ตาร์และมัสโคไวต์ เป็นองค์ประกอบส่วนใหญ่ นอกจากร่องศึกษาสมบัติทางกายภาพบางอย่างของดินคือ ความขาว สว่าง และการกระจายของขนาดอนุภาค

ประกรณ์ เลิศสุวรรณ ไพศาล (2535) ได้ทำการวิเคราะห์หาปริมาณธาตุต่าง ๆ ในดินที่สูงที่ปัจจุบันนำไปใช้ก้าวจากไร่กาแฟในจังหวัดเชียงใหม่ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์แบบนิวตรอนแอคติเวชั่น

แบบไม่ทำลายตัวอย่าง โดยใช้ค่าลิฟอร์เนียม -127 เป็นแหล่งกำเนิดนิวตรอน หา อัลูมิเนียม -24, แมงกานีส -56 , ทองแดง -64 และแมgnีเซียม -27 ที่พัฒนา 1779, 1369, 847, 511 และ 1014 Kev. ตามลำดับ พบว่าปริมาณอัลูมิเนียม โซเดียม แมงกานีส ทองแดง และแมgnีเซียมที่มีอยู่ในดินตัวอย่าง หักหมดอยู่ในช่วง  $8.16 - 12.34$ ,  $0.14 - .032$ ,  $0.021 - 0.10$ ,  $0.00043 - 0.00061$  และ  $1.27 - 2.98$  เปอร์เซนต์โดยมีจุดจำกัดของการวิเคราะห์ธาตุอัลูมิเนียม, โซเดียม, แมงกานีส, ทองแดง และ แมgnีเซียมท่ากับ  $1.55$ ,  $3.4 \times 10^2$ ,  $9.0 \times 10^3$ ,  $9.0 \times 10^5$  และ  $7.10$  มิลลิกรัมต่อกรัมตามลำดับ

จิรากรณ์ จำปาเทศ (2542) ได้ทำการวิเคราะห์หาปริมาณธาตุต่าง ๆ ในดินที่ปลูกน้อยน่า ในเขตอำเภอวังทองจังหวัดพิษณุโลก โดยการหาปริมาณฟอสฟอรัสด้วยเทคนิคการวิเคราะห์แบบยูรี-วิสเบิลสเปกโตรโฟโนเมตรี โพแทสเซียมด้วยเทคนิคการวิเคราะห์แบบอะตอมมิกแอบซอพชันสเปกโตรโฟโนเมตรีและในโครงสร้างด้วยวิธี Kjeldal พบว่ามีปริมาณอยู่ในช่วง  $38.92 - 162.08$  และ  $12.05 - 100.15$  พพีเอ็ม และ  $0.68 - 1.04$  เปอร์เซนต์ จากการวิเคราะห์พบว่าปริมาณแร่ธาตุอยู่ในช่วงที่เหมาะสม กับการปลูกน้อยน่าเป็นอย่างดี

## 2.1 ดิน

"ดิน" ตามความหมายในแม่ของภาษาเพาะปลูกหมายถึงวัตถุที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติจากแร่ธาตุต่าง ๆ และอนทริย์วัตถุที่ถูกลายตัวหรือเน่าเปื่อยพุพังเป็นชิ้นเล็ก ๆ ผสมกันและรวมตัวกันเป็นชั้น ๆ ห่อหุ้มผิวโลก เมื่อมีน้ำละอองตกลงมา ผสมอยู่ในอัตราส่วนที่เหมาะสมสมดุล วัตถุที่เกิดขึ้นนี้จะช่วยทำให้พืชหรือต้นไม้เจริญเติบโตและแข็ง健壮 ได้

### 2.1.1 การเกิดดิน

หินและแร่ธาตุต่าง ๆ ที่ถูกตัวพุพังเป็นเศษเร่และหินที่มีขนาดต่าง ๆ ผสมกันและทับถมปนกันเกิดเป็นวัตถุที่ใช้ก่อตั้ง เมื่อพืชพรรณและสัตว์ที่อาศัยอยู่เหล่านี้ตายลงจะเกิดการเน่าเปื่อยกลายเป็นอิฐมีส่วนผสมคลุกเคล้าเข้ากับเศษเร่และหิน ขนาดต่าง ๆ เหล่านี้เกิดเป็นดินส่วนบน เป็นการเพิ่มอนทริย์วัตถุมากกว่าดินชั้นล่าง ขณะเดียวกันเศษเร่ต่าง ๆ ก็มีการเปลี่ยนสภาพกลายเป็นแร่ชนิดใหม่ เมื่อมีน้ำไหลผ่านดินก็มีการชะล้างพาเอดินไปสะสมอยู่ในส่วนล่างลงไป ดังนั้นจึงเกิดชั้นดินต่าง ๆ ขึ้น คือผิวดินชั้นบนมีอนทริย์วัตถุมากกว่าชั้นถัดลงไปและอาจถูกพัดพาลงไปในชั้นถัดไป เป็นชั้น ๆ ที่มีการสะสมสารที่ถูกพัดพาลงมาดังนั้นจึงเกิดเป็นดินที่มีความลึกต่างกันดินที่เกิดขึ้นที่ความลึกต่าง ๆ กันจึงมีสมบัติทางเคมีต่างกัน (องค์ประกอบของแร่ธาตุต่าง ๆ ) สมบัติทางกายภาพ เช่น ความหยาบและความละเอียด (เนื้อดิน) ความสามารถในการอุ้มน้ำกี๊แตกต่างกัน

## 2.1.2 องค์ประกอบและหน้าที่ของคินต่อการเจริญเติบโตของพืช

### 1. อนินทรีย์วัตถุ

เศษเรือนิดต่าง ๆ ที่มีขนาดไม่เท่ากันเป็นส่วนที่มีปริมาณมากที่สุดของคิน ดังนี้จึงทำหน้าที่เป็นโครงสร้างและเป็นเนื้อของสิ่งที่เรียกว่า "คิน" เศษเรือนิดต่าง ๆ อาจจัดเรียงตัวกันเอง ทำให้เกิดมีช่องว่างซึ่งเป็นที่อยู่ของ น้ำ และอากาศในคิน เศษเรือนิดเล็กที่ละเอียด หรือที่เรียกว่า "อนุภาค" ขนาดของเม็ดคินเห็นข่าวเฉพาะอนุภาคเดียว ๆ มีขนาดเล็กมาก แต่เนื่องจากมีสมบัติที่ขอบคุณยิ่งมักจัดเรียงตัวกันเป็นขนาดใหญ่แต่ยังคงสมบัติความเหนียวเหนอะหนะเอาไว้เมื่อเปียกสามารถดูดซึมน้ำและอาหารและแร่ธาตุบางชนิดเอาไว้ได้ อนุภาคขนาดใหญ่และหายนมีเหลี่ยมนูนหรือเรียกว่า อนุภาคของเม็ดทราย มักจะอยู่เดียว ๆ ไม่จับกันเองไม่คุยกันน้ำอาหารและแร่ธาตุกันกับเม็ดคิน เหนียวจะเกิดเป็นเม็ดคินที่โตกว่าไปได้อีก ส่วนแร่บางชนิดที่ไม่เป็นแผ่นแบนและมีขนาดปานกลาง เรียกว่าเฉพาะว่า อนุภาคขนาดเม็ดซิลท์ ไม่ค่อยจับกันเองหรือจับกับอนุภาคขนาดอื่น ๆ มักจะเรียงช้อน ๆ กันเป็นแผ่นเวลาสัมผัสจึงลื่นไม่ค่อยดูดซึมน้ำและอาหารแร่ธาตุ และมักเป็นตัวการที่ไปอุดตามช่องว่างต่าง ๆ กีดกันการแทรกซึมเข้าไปในคิน

อนุภาคขนาดต่าง ๆ นี่สามารถละกันไม่ตัดส่วนที่ต่างกันไปตามประเภทเนื้อคิน ถ้าคินโดยมีอนุภาคขนาดเม็ดทรายมากจนแสดงสมบัติของอนุภาคขนาดของเม็ดทราย คินที่มีเนื้อหายนเรียกว่า "ดินประเภทดินทราย" ถ้าคินใดที่มีอนุภาคเม็ดคินขนาดเล็กและมีคินหนึบรวมกันพอแสดงความเหนียวเหนอะหนะหรือปั้นเป็นรูปตัวๆ เรียกว่า "ดินประเภทดินเหนียว" แต่ถ้าไม่แสดงสมบัติออกไปทางคินกรายหรือคินหนึบก็อยู่บริเวณกลาง ๆ เรียกว่า "ดินประเภทดินร่วน"

ดินประเภทดินทราย เนื้อคินมีลักษณะหายน มีอนุภาคขนาดใหญ่เป็นจำนวนมาก จึงมีความโปร่งหรือมีความพรุนและมีช่องว่างมากที่มีการถ่ายเทอากาศ และระบายน้ำได้ดีแต่มีความสามารถในการอุ้มน้ำไว้ได้ต่ำมาก (เพราะมีคินหนึบปั้นอยู่น้อย) และมักมีธาตุอาหารน้อยมาก เพราะเม็ดทรายไม่ใช่แร่ธาตุที่ไม่สามารถดูดหรือยึดอาหาร และแร่ธาตุต่าง ๆ ไว้ได้

ดินประเภทดินเหนียว เนื้อคินมีขนาดเล็กมากการถ่ายเทอากาศและการระบายน้ำไม่คด แต่สามารถดูดหรือยึดอาหารแร่ธาตุบางชนิดได้ดี ดังนั้นจึงมีแร่ธาตุอาหารต่าง ๆ ปั้นอยู่มากมีความอุดมสมบูรณ์สูง คินหนึบเนื้อละเอียดถ้าเปียกน้ำก็จับตัวกันแน่นหนึบได้มากหรือถ้าแห้งก็แข็งมากจนไม่แตก

ดินประเภทดินร่วน เนื้อคินดีมีความอุดมสมบูรณ์สูงและไถพรวนได้ง่ายมีการถ่ายเทอากาศดี โดยหลักของการพาะปลูกพืชไว้ถือว่าเป็นเนื้อคินที่พึงประสงค์ถ้าหากมีการเชื่อมยึด เช่น อินทรีย์สาร คินหนึบ ปุ๋น สารสังเคราะห์ จึงทำให้ออนุภาคขนาดเล็กๆ ของคินจับตัวกันมีขนาดใหญ่ ขึ้น ถ้าเป็นทรงกลมจะมีเส้นผ่าศูนย์กลาง ระหว่าง 0.25 - 5 น.m. และเป็นคินที่ทนทานต่อการทำลาย และการแทรกของน้ำ

จากที่กล่าวมาพอสรุปได้ว่า เศษ肠胃ที่เป็นของแข็งของคินนี้ ทำหน้าที่เป็นที่ยึดของรากพืช ที่ช่วยพยุงลำดันตั้งอยู่ได้ เพราะรากของพืชชนิดนี้ไปในดินเป็นที่เก็บกักน้ำให้พืชใช้ดำเนินการอย่างคีแล้วย่อมเป็นที่เก็บอาหารและอากาศแก่รากพืชอย่างเพียงพอและเป็นประโยชน์กับพืช

## 2. อินทรีย์วัตถุ

อินทรีย์วัตถุที่เน่าเปื่อยพุพังจนเป็นอนุภาคขนาดเล็ก ๆ เรียกว่า "อิวมัส" เท่านั้น ที่นับว่าเป็นองค์ประกอบของคิน ชิ้นส่วนของรากไม้ ใบไม้ และชากรากพืชหากสัตว์ที่ไม่น่าเปื่อยยังคงรูปร่างอยู่ไม่นับว่าเป็นอินทรีย์วัตถุของคินเทีย ไม่ใบไม้และสัตว์ที่ตายลง จุลินทรีย์หลายพวกหลายกลุ่ม เช่นสลายทำให้เน่าเปื่อย และมีแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์และสารอื่น ๆ เกิดขึ้นอีกมาก many (รวมทั้งเรขาคุณของนิติ) ในที่สุดจะเหลือส่วนที่เป็นของแข็งที่ละอัดจนไม่สามารถย่อยสลายได้ และแยกนิติได้ว่าเป็นสารนิติได มีสีคล้ำ ๆ อินทรีย์วัตถุเช่นนี้ ยังถูกจุลินทรีย์บางชนิดย่อยสลายต่อไปได้อีกด้วย เช่นในอัตราที่ช้ามาก และการย่อยสลายครั้งนี้จะได้อาหารและแร่ธาตุต่าง ๆ ที่พืชจะนำไปใช้ได้ทันที เช่นแอมโมเนียมใน terrestrial ในไครต์ฟอสเฟต เป็นต้น

เฉพาะคินบนหรือผิวคินเท่านั้นที่มีโอกาสได้สะสมอินทรีย์วัตถุถ้าหากมีการเคลื่อนย้าย หรือพัดพาไปที่อื่นเสียก่อนที่จะเกิดการสะสมเป็นชั้นของอินทรีย์วัตถุ เช่น คินในป่า คินล่างที่ลึกกว่าไป มีอินทรีย์วัตถุที่น้อยมากหรือไม่มีเลย การไถและการพรวนดินบนดินเสร็จทำให้กลุ่มอินทรีย์วัตถุ หลุด กันไปตามระดับความลึกของคิน การไถพรวนดินเพื่อการเพาะปลูกทางการเกษตร เป็นการเร่งให้อินทรีย์วัตถุสลายตัวได้เร็วขึ้นและคืนมีการถ่ายเทอากาศคีเข็นเหมาะสมกับการทำงานของจุลินทรีย์ ผลที่ออกมากจากอินทรีย์วัตถุนี้พืชอื่นสามารถนำไปใช้ได้

อินทรีย์วัตถุในคินช่วยให้คินอุ่มน้ำได้ดีขึ้นและสามารถดูดซึมแร่ธาตุต่าง ๆ ไว้ได้มากจากน้ำผึ้งเมื่อสารที่เข้มอนุภาคของคินให้จับกันมีขนาดใหญ่ขึ้น (ทำให้คินไปร่องถ่ายเทอากาศและการระบายน้ำได้ดียิ่งขึ้น) เมื่อเปรียบเทียบกับคินหนึ่งเดียว อินทรีย์วัตถุมีความสามารถดูดซึมน้ำในการอุ่มน้ำและการดูดซึมแร่ธาตุอาหารต่าง ๆ หน้าที่หลักของอินทรีย์วัตถุในคินคือให้อาหารหรือแร่ธาตุ และทำให้อนุภาคจับตัวกันเป็นคินขนาดกลม ทำให้คินไปร่องระบายน้ำในคินและถ่ายเทอากาศได้

## 3. น้ำในคิน

น้ำที่อยู่ในคินตามช่องว่างของเม็ดคินโดยคินเหนียวมีแรงดึงดูดน้ำเอาไว้โดยรอบมีลักษณะเป็นเนื้อเยื่อห่อหุ้นน้ำรอบเม็ดคินเหนียว แรงดึงดูดของเม็ดคินเหนียวกับน้ำลดลงเรื่อยๆ เมื่อความหนาของเนื้อเยื่อเพิ่มมากขึ้นถึงจุดหนึ่ง ซึ่งเยื่อน้ำหนามากที่สุด เมื่อกินจุดนี้ออกไปแล้ว น้ำจะถูกแรงดึงดูดของโลกดึงออกไปให้พ้นจากแรงดึงดูดของเม็ดคินเหนียว น้ำที่อยู่ติดผิวของเม็ดคินเหนียวเคลื่อนที่ไม่ได้เลยหรือเคลื่อนที่ได้บ้างแต่ไม่ค่อยเป็นอิสระ เพราะถูกดูดด้วยแรงที่สูงมาก แต่น้ำที่อยู่ในเยื่อรอบ ๆ ห่างจากผิวของเม็ดคินเหนียวออกไปไกล ๆ ถูกดึงดูดด้วยแรงที่น้อยลงจึงเป็นอิสระในการ

เคลื่อนที่ได้คือว่า น้ำที่ถูกเม็ดคินเหนียวตุดีดเอาไว้นี้ เป็นลักษณะของการอุ่มน้ำของคินส่วนต่าง ๆ อิกส่วนหนึ่งคือน้ำที่อยู่ในช่องว่างขนาดเล็กซึ่งมีแรงดึงดูดด้วยแรงที่เรียกว่า

"แคปิลารี" (Capillary) ที่มีลักษณะเช่นเดียวกับน้ำที่ขึ้นไปได้สูงกว่าระดับของผิวน้ำในหลอดที่จุ่มลงไปในแก้วน้ำความจริง พืชสามารถดูดແย่งน้ำออกไปจากเม็ดคินได้ไม่ว่าน้ำจะถูกคินดึงดีดเอาไว้ด้วยแรงที่มากน้อยเท่าใดก็ตาม แต่ปริมาณหรืออัตราเร็วที่รากดูดน้ำเข้าไปอาจไม่เท่ากับอัตราการหายน้ำออกทางใบของพืช ถ้าอัตราการหายน้ำของพืชมากกว่าอัตราการดูดน้ำเข้ามาใช้ พืชจะเริ่มเหี่ยวจนอาจถึงการเหี่ยวอย่างถาวรคือไม่สามารถฟื้นฟื้นมาได้ ก็แม้ได้รับน้ำก็ตาม ระดับความชื้นของคินที่จุ่ดน้ำเรียกว่า "ระดับความชื้นที่จุ่ดเหี่ยวถาวร" น้ำที่พืชดูดเข้าไปถูกพืชนำออกมายังไห้ในการหายออกทางใบเป็นส่วนใหญ่เพียง 5 % ของน้ำที่ดูดเข้าไปตลอดอายุของพืชเท่านั้น ที่สามารถนำไปใช้ในการสะสมเป็นน้ำตาลหรือน้ำหนักแห้งของพืช น้ำหรือน้ำจากอากาศหรือน้ำฝนที่ตกลงมาไม่สามารถบันทึกษาพ์ได้อย่างเพียงพอ กับความต้องการของพืช น้ำจากคินส่วนใหญ่ที่เป็นน้ำที่เข้าสู่พืชหน้าที่ของน้ำในคินคือพืชดูดเข้าไปทางรากทางใบเพื่อนำเอาไปใช้ คินทำหน้าที่เก็บกักน้ำไว้ให้เท่านั้น (น้ำฝนไม่สามารถใช้ได้ทันที ต้องรอการซึมลงไปในคินเสียก่อนแล้วจึงรอให้รากดูดซึมไป)

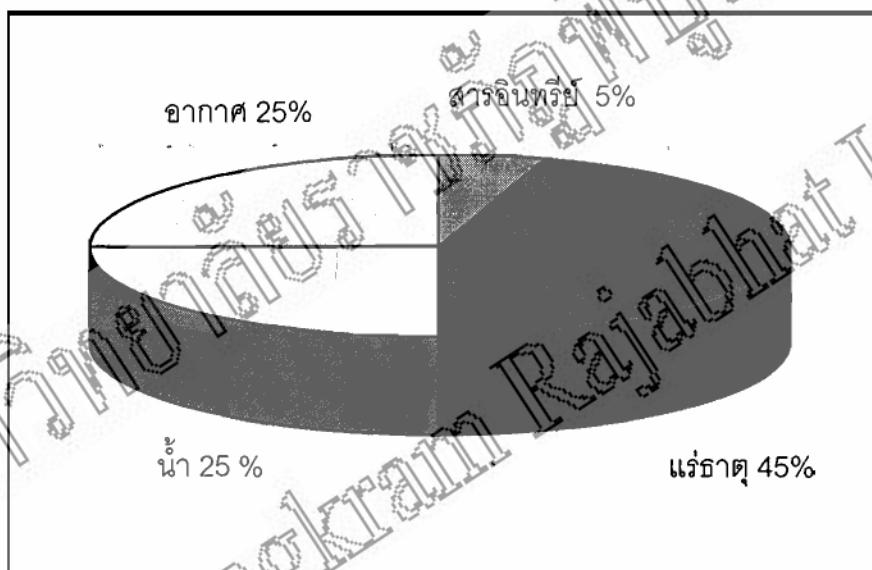
#### 4. อากาศในคิน

อากาศในคินอยู่ตามช่องว่างระหว่างเม็ดคิน ในส่วนคินที่ไม่มีน้ำมีชนิดของแก๊สเป็นองค์ประกอบ เช่นเดียวกับอากาศที่อยู่หน้าผิวคิน แต่แตกต่างกันไปที่ปริมาณคืออากาศในคินที่ถือลงไปจากผิวคินไม่เกิน 1 เมตร มีออกซิเจน 20 % และแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ 1 - 5 % โดยปริมาตร แต่อากาศหน้าผิวคินมีแก๊สออกซิเจน 20 % และมีแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ 0.03 % โดยปริมาตรและมีแก๊สในโทรศัณปนอยู่ลึกน้อย เนพะแก๊สออกซิเจนในอากาศในคินเท่านั้นที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตของพืช ต้องมีออกซิเจนอย่างเพียงพอในการหายใจและการแพร่กระจายของน้ำของเซลล์ คือต้องมีมากกว่า 0.2 ในโครงการรัฐออกซิเจนต่อน้ำที่จึงทำให้รากพืชขยายเซลล์ต่อไปได้ แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศในคิน เป็นอันตรายต่อการแพร่กระจายของรากถ้ามีมากเกินกว่า 10 % โดยปริมาตร (ไม่ว่าจะมีปริมาณของออกซิเจนมากเท่าไร) ก็พอที่จะชะลอการแพร่ขยายของเซลล์ของรากพืชได้ ดังนั้นจึงต้องมีการถ่ายเทแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ออกไป จากในคินเพิ่มมากขึ้น ซึ่งทำได้โดยการจัดการให้คินมีช่องว่างระหว่างรากอากาศหรือช่องว่างขนาดใหญ่ โดยการจัดการให้คินมีเม็ดคินทรงกลมขนาดใหญ่ประมาณ 5 มิลลิเมตรมากกว่า 30 % ของเม็ดคินทั้งหมด

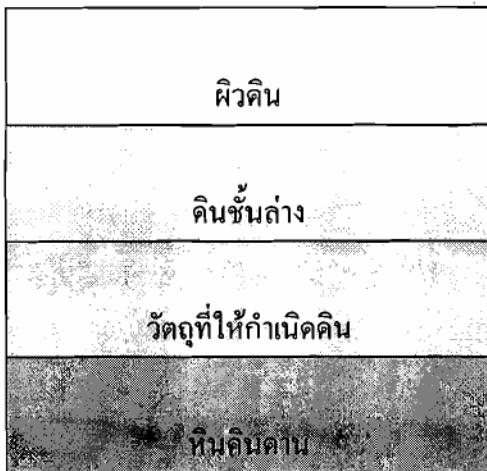
หน้าที่ของอากาศในคิน คือให้แก๊สออกซิเจนในการหายใจของเซลล์รากพืช เพื่อให้รากพืชมีการเจริญแพร่ขยายออกไปหน้าและอาหารแร่ธาตุมาใช้ต่อไป

## 5. ຈຸລະພິບໃນດິນ

จุลชีพในคืนมีหลาຍชนิด รวมทั้งพวກเชื้อราและแบคทีเรีย แยกโตโนไมซิล จุลชีพเหล่านี้ทำหน้าที่ย่อยสลายอินทรีย์สารสด ๆ ที่ใส่ลงไปในคืนให้เป็นอินทรีย์วัตถุของคืน (ชีวมัส) บางทีก็ผลิตสารบางอย่างที่สามารถย่อยสลายเร็วๆ บางอย่างที่สามารถย่อยสลายให้เป็นอาหารและเร็วๆ ต่อไป ในคืนให้มีปริมาณเพิ่มมากขึ้น โดยเฉพาะกรณีของฟองสบู่ต้องมาให้พืชใช้ได้อย่างช้า ๆ อัตราเรื่องการสลายของการย่อยสารอินทรีย์วัตถุที่อยู่ในคืนเป็นประมาณ 1 - 5 % ของอินทรีย์วัตถุทั้งหมดในคืนต่อปี นอกจากรักษารักษาอินทรีย์สารอื่นที่เชื่อมโยงกันทำให้เกิดเม็ดคินรูปทรงกลมในคืนด้วย จุลินทรีย์ต่าง ๆ ทำงานโดยยุ่งใช้คาร์บอนในอินทรีย์สารเป็นแหล่งพลังงานและการขยายตัวเท่านั้น การคำนวณของคินรูปทรงกลมและผลที่เกิดขึ้น จึงเป็นผลพลอยได้จากการกิจกรรมของจุลินทรีย์ชนิดต่าง ๆ กัน เช่น ในการดำเนินการถ่ายเททางอากาศ อุณหภูมิ อาหาร แร่ธาตุ สารอินทรีย์สดที่จะถูกย่อย และอาหารต่างๆ ดังนั้นจึงเป็นการยกที่จะทราบอัตราเรื่องของการย่อยของอินทรีย์สารสดและอินทรีย์วัตถุในคืน



## รูปที่ 1.1 แผนภูมิแสดงอัตราส่วนของส่วนประกอบของดินที่เหมาะสมที่สุด แก่การเจริญเติบโตของพืช



รูปที่ 1.2 แผนภาพแสดงด้านข้างหรือหน้าตัดของคิน

### 2.1.3 การแยกแยะลักษณะของคินเพื่อบ่งบอกการเจริญเติบโตของพืช

จากที่กล่าวมาเป็นเรื่องการเกิดและองค์ประกอบของคิน ซึ่งอธิบายในเชิง 3 มิติ คือความขาว ความกว้าง ความสกปรก ลักษณะที่ปรากฏจึงต้องระบุเป็น 3 มิติเนื่องจากคินเป็นของผสมอัตราส่วนที่ไม่แน่นอนการเก็บตัวอย่างหรือการระบุคินที่จะต้องพิจารณาถึงความลึกเป็นองค์ประกอบด้วยเสมอ หากตัวอย่างคินที่ทำการศึกษาของแต่ละชั้นของคินมีสมบัติทางเคมีที่แตกต่างกันเพื่อประโยชน์ เกี่ยวกับเรื่องธาตุและอาหารของพืช สมบัติทางกายภาพเพื่อประโยชน์ในการควบคุมน้ำและการทรงตัวของพืชกรงแพรวของราก (ที่เกี่ยวกับการถ่ายเทออก้าก) การระบายน้ำ การแทรกซึมและการสะสมของน้ำส่วนสมบัติทางชีวภาพการศึกษาเกี่ยวกับสุนทรีย์ในคินอาจต้องศึกษาเฉพาะรายไป เช่นการเกิดโรคระบาดของรากที่เน่าปริมาณของสารอินทรีย์วัตถุในคินชั้นบนบ่งบอกถึงปริมาณ ในโตรเจน ที่คินมีพอที่จะให้แก่พืชปริมาณของโพแทซเซียมและฟอสเฟต ในคินส่วนบนและคินส่วนล่างที่รากหยั่งถึงพื้นที่จะเป็นตัวชี้วัดของควันแร่ธาตุอาหารเพียงพอ กับความต้องการของพืชหรือไม่ ความสามารถในการอุ้มน้ำของคินแต่ละชั้นและอัตราเร็วในการแทรกซึมของน้ำ เป็นค่าที่บ่งบอกถึงความจุ ในการเก็บกักน้ำของคินถ้ารายเปอร์เซ็นต์ความชื้นของคินในขณะที่ทำการเก็บตัวอย่างจะบ่งบอกได้ว่าจะต้องให้น้ำอีกเท่าไร ส่วนที่จะบอกได้ว่าขณะใดจะมีความชื้นของคินนั้น ว่าซึ้งสูงกว่าเปอร์เซ็นต์ของการเทียบควรหรือไม่ ดูได้จากความชื้นของคินนั้น ว่าซึ้งสูงกว่า

การกระจายของความพรุนของคินบนและคินล่าง เช่น การมีช่องว่างขนาดเล็กและขนาดใหญ่อยู่เป็นสัดส่วนเท่าไร ความพรุนของคินนั้นและระดับของน้ำได้คินจะบ่งบอกถึงระดับของการ

ถ่ายเทของอากาศว่าเพียงพอแก่รากของพืชที่ใช้ชอนลงไปได้หรือไม่ การทราบถึงชนิดและปริมาณของเกลือที่ละลายได้ในดิน เป็นการขัดการหือแก่ไขดินก่อนการใช้ในการเพาะปลูก แม้แต่ความคืบของดิน ซึ่งอาจมีผลกระทบกับผลผลิตของพืชบางชนิดและอาจกระทบถึงคุณภาพของพืชนั้น ๆ เป็นอย่างมากการแข็งลักษณะของดินดังกล่าว เหล่านี้สามารถศึกษาจากตัวอย่างดินตามสภาพของพื้นที่ประกอบกับการวิเคราะห์ทางเคมีและการวิเคราะห์ทางกายภาพของดินตัวอย่าง ในห้องปฏิบัติการร่วมกับการวิเคราะห์ผลผลิตของพืชและคุณภาพของพืชด้วยว่าปริมาณอาหารและแร่ธาตุที่พืชดูดเอาไปใช้ ซึ่งต้องใช้เวลานานจึงพอที่จะมีความรู้เพียงพอแก่การอธิบายข้อมูลได้ ขณะนี้ยังไม่มีงานศักดินคว่าวิจัยอย่างจริงจังและกว้างขวางอย่างเพียงพอเกี่ยวกับปัญหาทางดินต่อผลผลิตและคุณภาพของพืชชนิดต่าง ๆ ที่ปลูกในดินตามที่ต่าง ๆ ของประเทศไทย

## 2.2 ธาตุอาหารที่จำเป็นสำหรับพืช

ธาตุอาหารพืชหมายถึงแร่ธาตุต่าง ๆ ที่จำเป็นสำหรับการเจริญเติบโตของพืชมีอยู่ทั้งหมด 16 ธาตุ พืชจะขาดธาตุใดธาตุหนึ่งไม่ได้ถ้าขาดธาตุนั้นธาตุใดพืชจะเจริญเติบโตได้ไม่คิดให้ดอกออกผลไม่คืบไป อาจจะไม่ออกดอกออกผลเลยหรือพืชอาจแข็งแรงแลดายในที่สุด ธาตุอาหารทั้งหมด 16 ธาตุนี้ได้แก่ คาร์บอน ในไตรเจน อออกซิเจน ไฮโดรเจน ฟอสฟอรัส ไทด์เจียม แคลเซียม แมgnีเซียม กำมะถัน เหล็ก สังกะสี ทองแดง แมงกานีส โมลิบเดียม ไบرون กลอรีน ในบรรดาธาตุอาหารพืชทั้งหมด ธาตุนี้พอยแบ่งออกเป็น 3 พากใหญ่ ๆ ด้วยกันคือ

๑. ธาตุอาหารหลัก ได้แก่ การ์บอน ไฮโดรเจน อออกซิเจน เป็นธาตุที่พืชต้องการมากที่สุด เพื่อจะมาไปสร้างเป็นใบมันและน้ำตาลในต้นพืช พืชไม่เคยขาดธาตุอาหารทั้ง 3 ชนิดนี้ เพราะพืชสามารถได้มานจากน้ำและอากาศซึ่งมีธาตุทั้ง 3 นี้เป็นองค์ประกอบ ธาตุอาหารหลักอีกพากหนึ่งได้แก่ ในไตรเจน ฟอสฟอรัส ไทด์เจียม ที่ต้องการสารอาหารเหล่านี้เป็นปริมาณมากเพื่อเอาไปสร้างโปรตีน เนื้อเยื่อ คอกผลและเมล็ด พืชขาดอาหารสารอาหารเหล่านี้จากดิน ดินจึงมักจะขาดสารอาหาร

๒. ชนิดนี้ โดยพืชจะแสดงอาการให้เห็นเสมอจึงนิยมใส่ธาตุอาหารพืชทั้ง 3 ชนิดนี้ลงไปในดินเพื่อเพิ่มสารอาหารให้กับพืชในรูปของสารอาหารที่เรียกว่า "ปุ๋ย"

๓. ธาตุอาหารรอง ได้แก่ แคลเซียม แมgnีเซียม กำมะถัน เป็นธาตุอาหารที่พืชต้องการในปริมาณที่ค่อนข้างมาก แต่พืชมักไม่ค่อยแสดงอาการขาดให้เห็นเนื่องจากในดินมีปริมาณมากพอและดินมักได้สารอาหารเหล่านี้จากปุ๋นที่ใส่ลงไปสำหรับปรับความเป็นกรดค้างของดินอยู่เสมอ

ค. ชาตุอาหารเสริมหรือจุลชาตุ “ได้แก่ เหล็ก สังกะสี ทองแดง แมงกานีส โนลิบดินัม ไบرون คลอริน เป็นชาตุอาหารเสริมสำหรับพืช ซึ่งพืชต้องการในปริมาณน้อยในคินมีชาตุเหล่านี้น้อย แต่พืชไม่ค่อยแสดงอาการขาดแพร่พืชดูคลื่นไปใช้ในปริมาณน้อยคินที่มีอินทรีย์วัตถุมากจากชาตุอาหารเหล่านี้แต่คินที่ปลูกพืชไปนาน ๆ ก็อาจขาดชาตุเหล่านี้ได้ เช่น กัน โดยเฉพาะชาตุไบرون เพราะมีอยู่ในคินเป็นปริมาณต่ำมาก”

### 2.2.1 ปริมาณของอาหารแร่ชาตุที่พืชต้องการ

อาหารและแร่ชาตุต่าง ๆ เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับพืชที่ต้องได้รับครบถ้วน ในสัดส่วนที่เหมาะสมบางชาตุก็ได้มาจากคินและบางชาตุก็ไม่เพียงพอที่ต้องให้ในรูปของปุ๋ย การวิเคราะห์ที่ทางเคมี ตัวอย่างพืชพบว่ามีชาตุต่าง ๆ มากกว่าร้อยชาตุภายในองค์ประกอบของพืช แต่ในจำนวนนี้มีเพียง 16 ชาตุเท่านั้นที่เป็นชาตุอาหารสำหรับพืชการที่พืชขาดชาตุอาหารส่วนใดส่วนหนึ่งนั้นมีผลการผลิตต่อไป

1. ชาตุนี้ต้องจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชและการขยายพันธุ์พืชถ้าขาดชาตุนี้ไปพืชจะไม่สามารถเจริญเติบโตได้
2. พืชต้องการชาตุนี้อย่างเฉพาะเจาะจงชาตุอื่น ๆ ทำหน้าที่ทดแทนไม่ได้
3. ชาตุนี้ต้องมีผลโดยตรงต่อการเจริญเติบโตของพืชทำหน้าที่เฉพาะกระบวนการเพื่อการเจริญเติบโตของพืช (ไม่ใช่หน้าที่สนับสนุนการเจริญเติบโตของพืชทางอ้อม เช่น การปรับความเป็นกรดค้างและต่อต้านสารพิษในพืช)

โครงสร้างของคินส่วนใหญ่ประกอบไปด้วยชาตุ Si, Al ซึ่งอยู่ในรูปของ  $\text{SiO}_4$  และ  $\text{Al}_2\text{O}_3$  เป็นส่วนใหญ่ โดยจะเป็นโครงสร้างทางเคมีที่สำคัญ ดังนั้นจะพบชาตุนี้ในปริมาณมากการจัดเรียงตัวของชาตุนี้ ในโครงสร้างของคินจะจัดได้เป็น 2 แบบคือ  $\text{Si}^{4+}$  จะจับกับ Oxygen แบบ Tetrahedral ส่วน  $\text{Al}^{3+}$  จะจับกับ Oxygen แบบ Octahedral องค์ประกอบของคินจะประกอบด้วยชาตุต่าง ๆ ที่มีประโยชน์ต่อพืช และไม่เป็นประโยชน์ แต่เป็นองค์ประกอบของโครงสร้างของคิน (ดังในตารางที่ 1.1, 1.2) ซึ่งจะแสดงปริมาณชาตุที่เป็นองค์ประกอบในคินทั้งหมดซึ่งแบ่งออกเป็น ชาตุหลักในคิน และชาตุที่มีปริมาณน้อยในคิน

ตาราง 1.1 ธาตุหลักในดิน

ธาตุ	เปอร์เซ็นต์
Si	19.20
Al	12.38
Fe	8.40
Ca	.069
Mg	1.26
Na	0.18
K	3.36
Ti	0.40
Mn	0.60
P	0.14

(ที่มา : Parker ,S.P.,et.al. 1982)

### ตารางที่ 1.2 ธาตุที่มีปริมาณน้อยในดิน

ธาตุ	ปริมาณ (ppm)
As	6.00
B	10.00
Cd	0.06
CO	8.00
Cr	100.00
Cu	20.00
Mo	2.00
Ni	40.00
Pb	10.00
Se	0.20
V	100.00
Zn	50.00

(ที่มา Parker,S.P.,et.al 1982)

### 2.3 การเตรียมและการเก็บตัวอย่างดินที่ใช้ในการวิเคราะห์ทางเคมี

การเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรต้องหันวิถีที่ ซึ่งทำได้โดยการเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดิน เช่น การใช้ปุ๋ยการจัดการดินให้ถูกต้องนั้น จำเป็นต้องอาศัยข้อมูลและผลจากการวิเคราะห์เกี่ยวกับสถานะและปริมาณธาตุอาหารต่าง ๆ ที่เป็นพื้นฐานของดินแต่ข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์จะต้องถูกต้อง และมีคุณค่าที่สำหรับใช้เป็นตัวแทนที่แท้จริง นั้นจึงจำเป็นต้องเข้าอยู่กับวิธีการเก็บตัวอย่างดินที่ถูกต้องตามหลักวิชาการ เพื่อที่จะเป็นตัวแทนของดินในบริเวณนั้นอย่างแท้จริง

การวิเคราะห์เพื่อการศึกษา รายงานและปริมาณส่วนประกอบชนิดต่าง ๆ ของดิน (Qualitative and Quantitative of Constitution or composition) เช่น โมเลกุลไอออนอะตอม สารประกอบหรือ สารประกอบเชิงผสมของธาตุต่าง ๆ ที่มีอยู่ในดิน ทั้งนี้สามารถอธิบายหรือ

พิจารณาว่าคุณสมบัติของคินเหล่านี้ ไม่ว่าจะเป็นส่วนที่มีอยู่เดิม หรือส่วนที่เดินลงไปวันนี้อยู่ในปริมาณเท่าใด เปลี่ยนแปลงบ้างอย่างไร เพื่อที่จะได้อธิบายปฏิกริยาทางเคมี ที่มีการเปลี่ยนแปลง เมื่อจากสภาพของคินที่เปลี่ยนไปโดยการปลูกพืช การใส่ปุ๋ยหรือสภาพของน้ำขังและการเปลี่ยนแปลงนั้นเกิดขึ้นได้อย่างไร

การวิเคราะห์เพื่อประเมินปริมาณชาตุอาหารพืชที่สำคัญ เช่น ชาตุอาหารหลัก หรือชาตุอาหารรองและชาตุอาหารเสริม โดยการวิเคราะห์ทางเคมีเพื่อที่จะนำเอาไปอธิบายผลการทดลองปูยต่างๆ ในคินเพื่อเป็นการแนะนำการใช้ปูยที่ถูกต้องสำหรับการเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรต่อไป

วิชาการด้านคินก้าวน้ำมากขึ้นเป็นอันมาก ได้นำเครื่องมือการวิเคราะห์เช่นเครื่องมืออิเล็กทรอนิกส์ หรือสูนองกล (Computer) มาใช้ในการวิเคราะห์คินทางเคมี ซึ่งนักวิชาการที่วิเคราะห์คินสามารถจะบอกคุณภาพของคินและปริมาณชาตุอาหารของพืช ได้อย่างละเอียดและรวดเร็วมากขึ้น

### 2.3.1 เวลาที่เหมาะสมกับการเก็บตัวอย่างคิน

การเก็บตัวอย่างคินอาจทำได้ตลอดปี แต่เวลาที่เหมาะสมที่สุดคือ ภายหลังการเก็บเกี่ยวหรือก่อนปลูกประมาณ 1-2 เดือน ซึ่งเป็นเวลาที่คินมีความชุ่มชื้นที่เหมาะสมคือคินไม่แห้งหรือและจนเกินไป เพราะอาจทำได้สะดวกในการใช้เครื่องมือและการคุกคักคินให้เข้ากันดี ความชื้นในคินที่พอเหมาะสมแก่การเก็บตัวอย่างคิน อาจจะสังเกตได้จากคือเมื่อเอาคินมาบีบให้แน่นในอุ้งมือแล้วพบมืออุ่นขึ้นคงจะตัวกันอยู่แต่เมื่อไข้มันบนแรงๆ คินก็จะร่วนและแตกออกง่าย

### 2.3.2 การทำความสะอาดตัวอย่าง

เมื่อเก็บตัวอย่างคิน พยายามรักษาคุณภาพของคินไม่ให้มีการเปลี่ยนแปลง จนกว่าจะทำการวิเคราะห์ ซึ่งในทางปฏิบัติจริงนั้นคงจำเป็นต้องแยกเศษพะคินนาในบริเวณที่มีน้ำขังซึ่งองค์ประกอบน้ำและสภาพของคินที่ขาดออกซิเจน (Reduced form) ดังนั้นการทำให้คินแห้งก็มีผลที่ทำให้แก๊สออกซิเจนเข้าไป ทำปฏิกริยาถล่มของประกอบของคินและเปลี่ยนสภาพไปอยู่ในรูปของออกซิเจน (Oxidized form) ผลงานการวิเคราะห์ที่เป็นค่าของคินเมื่อแห้งไป ซึ่งมีค่าผิดไปจากค่าที่เป็นจริงของคิน ภายใต้สภาพที่มีน้ำขังอยู่ แต่ถ้าต้องการศึกษาสภาพของคินภายใต้สภาพที่มีน้ำขัง จะต้องเตรียมคินตัวอย่างในที่ไม่มีออกซิเจน โดยการทำได้โดยใช้ถังแก๊สในโทรศัพท์เป็นต้นสำหรับการเตรียม ตัวอย่างคินไว้ (Upland Soil) กระทำได้สะดวกและง่ายกว่า โดยนำเอาคินตัวอย่างที่เก็บได้มาผึงในห้องที่สะอาดปราศจากฝุ่นละอองเพื่อป้องกันการเปลี่ยนแปลงทางเคมี เมื่อคินแห้งแล้วเลือกเอาสิ่งที่ไม่ใช่เป็นองค์ประกอบของคินออกก่อนแล้วจึงทำการบดคินและร่อนคิน

### 2.3.3 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บตัวอย่างดิน

ก. สว่านเจาะดิน (Soil Auger) เหมาะสำหรับใช้กับดินแข็ง และดินที่มีความชื้นพอเหมาะสม

ข. หลอดเจาะดิน (Soil Tube or Sampling Tube) เหมาะสำหรับใช้เจาะดินที่ไม่มีกรวดหินเจือปนและมีลักษณะที่เป็นดินเหนียวร่วนมีความชื้นพอประมาณถึงเปียก

ค. กระบอกเจาะ (Core Sampling) เป็นเครื่องมือ ที่เหมาะสมสำหรับการเก็บตัวอย่างดินเพื่อการวิเคราะห์หาคุณภาพทางฟิสิกส์ เวลาที่เจาะดินเข้าไปอยู่ในกระบอกบรรจุดินที่อยู่ตรงปลายข้างที่เจาะดิน

ง. พลั่วเสียม (Spade) เป็นเครื่องมือที่ดีในการเก็บตัวอย่างดินโดยทั่วไป เมื่อวัดดินนั้นจะมีกรวดหินเจือปนอยู่ด้วย

จ. ป้ายถุงพลาสติก สำหรับการบันทึก และบรรจุดินตัวอย่าง และหัวพลาสติก

ฉ. เครื่องบดดิน หรือ โกร่งบดดิน

ช. ตะแกรงทองเหลือง ขนาด 2.00 และ 0.50 มม.

ช. กล่องเก็บตัวอย่าง

### 2.3.4 ขนาดและแปลงที่เก็บตัวอย่าง

ดินเป็นเทหัวดินที่มีความไม่สม่ำเสมอในตัวของอยู่แล้ว อันเนื่องมาจากการแตกต่างของดินในวัตถุที่ให้กำเนิดดิน ลักษณะพื้นที่ พืชพันธุ์ สภาพดินที่อาศาฯ อาจมีการกำเนิดดินและการใช้ประโยชน์ที่นั่น才 ดังนั้นการเก็บตัวอย่างดินในบริเวณดังกล่าวเพื่อการวิเคราะห์จะเป็นต้องแบ่งพื้นที่ออกเป็นแปลงเล็ก ๆ โดยให้มีความสม่ำเสมอในลักษณะและคุณสมบัติมากที่สุด การแบ่งพื้นที่ออกเป็นแปลง ๆ นี้ จะต้องพิจารณาถึงปัจจัยที่เกี่ยวข้องหลายประการ เช่น การพังทลายของดิน การเก็บตัวอย่างดินที่อาศัยคุณสมบัติคล้ายคลึงกันมากที่สุด และปริมาณของตัวอย่างที่สูงมากต้องมีปริมาณมากพอที่จะรวมรวมเอกสารตามผู้ที่ต้องการศึกษาไว้อย่างครบถ้วน

โดยปกติเดลี่ยวนำของพื้นที่ ที่จะทำการเก็บตัวอย่างดิน ควรมีพื้นที่ไม่ต่ำกว่า 10 ไร่ ถ้าพื้นที่ ที่ทำการเก็บตัวอย่างดินกว้างมากเกินไป ก็จะทำให้เกิดการแปรปรวนมากแต่ถ้าทำการเก็บตัวอย่างดินในเนื้อที่ที่แคบมากเกินไป ก็จะทำให้เสียแรงงาน และเวลา many อย่างไรก็ตามจำนวนดินที่ทำการเก็บตัวอย่างที่เก็บจากพื้นที่หนึ่ง ๆ ควรพิจารณาจากลักษณะดิน และประวัติการใช้ดินในแปลงนั้น เช่น ความคาดหวังของดินการใช้ปุ๋ยและปุ๋นต่างชนิดกันหรือการปลูกพืชต่างชนิดกัน

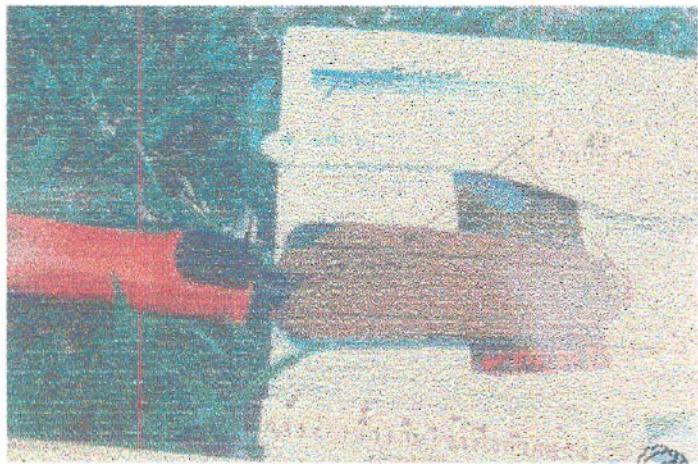
ในการเก็บตัวอย่างดินแต่ละตัวอย่างจากพื้นที่หนึ่ง ๆ จากดินที่มีลักษณะของพื้นที่คล้ายคลึงกันนั้นจะต้องทำการเจาะดินอย่างน้อย 15 ชุด แล้วนำมาบดผสมคลุกเคล้าให้ทั่ว กัน ตัวอย่างรวมนี้เรียกว่า "ตัวอย่างรวม" ใน การเก็บตัวอย่างรวมนี้ ถ้าได้จากการเก็บตัวอย่างหลาย ๆ ชุด เพราะจะ

ได้ตัวอย่างคินที่ดีกว่าและเป็นตัวแทนของคินในบริเวณนั้นทั้งหมด ในการผู้คินตัวอย่างมีปริมาณมากจะต้องทำการสุ่มตัวอย่าง (Sub Sampling) เพื่อทำการวิเคราะห์อีกที

สำหรับความลึกของคินที่จะเก็บ ควรพิจารณาถึงพืชที่จะปลูกนั้น ๆ ถ้าเป็นพืชไร่ซึ่งมีระบบรากที่ทำหน้าที่หาอาหารอยู่ในดินชั้นบน ซึ่งมีความลึกประมาณ 6 นิ้ว (15 ซม.) แต่ถ้าเป็นพืชสวนหรือไม้ยืนต้น ซึ่งมีระบบรากลึกกว่าจะๆ ระดับ 6 นิ้ว ตลอดบริเวณที่มีระบบรากแผ่กระจายอยู่

ก. แบ่งพื้นที่ทำการจัดเก็บคินตัวอย่างเป็นแปลงย่อย ๆ เพื่อที่จะศึกษาสมบัติทางเคมี ตามลักษณะของพื้นที่ ชนิดของคินและการใช้ประโยชน์ในที่คินนั้น ๆ โดยพื้นที่ของแปลงนั้นๆ โดยพื้นที่ของแปลงย่อยนั้นจะต้องไม่เกิน 10 ไร่ แล้วทำการสุ่มตัวอย่างรวม(Composition Sample) ของแต่ละแปลงย่อยและแยกกันไว้คนละถุง สำหรับพื้นที่ที่จะทำการเก็บตัวอย่างคินจะต้องไม่มีรากเรือคินที่เป็นทางเดินของ คณ สัตว์ เกวียน รถชนต์ บริเวณหลุม บ่อ ฯลฯ เข้ามาด้วย

ข. การเก็บสุ่มตัวอย่าง กระทำได้โดยใช้ถ่วงบาลเบร์นิ สวยงามประบอกหรือพลาสติก เป็นต้น การพิจารณาที่จะเลือกใช้เครื่องมือนั้นให้อาภัยความสมบัติของ เนื้อดินและความสะอาดเป็นเกณฑ์ ในกรณีที่ใช้เครื่องมือเจาะคินนั้นจะต้องให้เจาะลงชั้นต่อชั้นจากกับผิวคินเสมอ แต่ถ้าใช้พลาสติก คินตัวอย่างนั้นต้องบุดเป็นรูปตัว V ที่มีความกว้างเท่ากับความกว้างของปากพลาสติก และให้มีความลึกประมาณ 6 นิ้ว ทำการสะอังคบอยหลุมให้ทั่วและอาดินในหลุมออกให้หมด แล้วใช้พลาสติกแน่นด้านใดด้านหนึ่งให้ห่างจากขอบหลุมประมาณ 0.5 นิ้ว ลึกลงไปถึงก้นหลุมจัดพลาสติกไว้แล้วใช้แผ่นพลาสติกแน่นดินอีกหนึ่งชั้น ตามความขาว โดยให้ส่วนที่อยู่ตรงกลางครึ่งประมาณ 1 นิ้ว และเก็บเอาเฉพาะช่วงที่อยู่ชั้นกลางใส่ในถุงพลาสติกไว้ (ดังรูปที่ 1.3) คินที่เก็บควรเป็นคินที่สะอาดปราศจากน้ำหรือสารเคมี หรือสารเคมีต่าง ๆ เช่น สารกำจัดโรค หรือยาฆ่าแมลง คินที่เก็บแต่ละหลุมควรมีปริมาณที่เท่ากัน หลังจากการเก็บขึ้นควรทุบหลุมแล้วควรคลุกคินให้เข้ากันดีเพื่อที่จะเป็นตัวแทนที่ดีของคินในพื้นที่นั้น ๆ และนำไปห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ต่อไป



รูปที่ 2.3 การเก็บตัวอย่างพันธุกรรม

#### 2.4 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับพันธุกรรม

2.4.1 กรณียกประเพณีอ้อยและลำดับทางพฤกษาศาสตร์

อนุกรมของวิทยาศาสตร์ว่า *Saccharum officinarum* L. จัดอยู่ในลำดับ ดังนี้

ชั้น (Class) : Monostyledones

อันดับ (Order) : Gramineae

วงศ์ (Family) : Gramineae

กลุ่ม (Group) : Andropogoneae

Genus : *Saccharum*

มีผู้พยายามแยกประเภทอ้อยให้ออยู่ในระบบที่ถูกต้องดังนี้แต่สมัยของเดินเนียส และมีผู้ยอมรับบ้างไม่ยอมรับบ้าง ภายหลังมีผู้แยกพืชที่อยู่ในพวงเดียวกันออกเป็น 6 ชนิด คือ

*S. spontaneum*

*S. sinense*

*S. barberi*

*S. robustum*

*S. officinarum*

*S. edule*

### ก. *Saccharum spontaneum*

เป็นอ้อยป่า มีความสำคัญในเรื่องการผสมพันธุ์ดันไม่สูงมากนัก ลำเด็ก เส้นผ่าศูนย์กลางไม่เกิน 2 เซนติเมตร ในแบบและลำแข็งแรงและไม่ค่อยมีโรค ในเมืองไทยได้แก่พงกับโรก เป็นพวงที่ไม่มีคุณค่าในการผลิตน้ำตาล แต่มีคุณค่าในการผสมพันธุ์ให้ด้านทานโรค

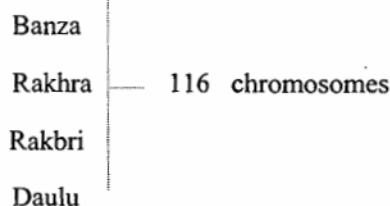
### ข. *Saccharum sinense*

เรียกว่าอ้อยจีน ลำเด็กไม่เกิน 2 เซนติเมตร ปล้องขาว ลีบขาวหรือเขียวออกแดงใบยาว แคบ แข็งแรง ทนทาน โรคที่เกิดจากเชื้อไวรัสได้ดี นอกจากนั้นยังปรับตัวเข้ากับสภาพดินเลวได้ดีอีกด้วย ข้อเสียคือมีความหวานต่ำและมีกาลสูง น้ำหวานตื้นๆ ให้ถึงความบริสุทธิ์ (purity) ต่ำ มีปัจจัยชี้นำให้การตกผลึกยาก แหล่งเกิดคาดว่าอยู่ส่วนกลางของแผ่นดินใหญ่จีน ปัจจุบันมีปลูกทั่วไปตามแหล่งเดือน ได้ทั่วโลก ชาว夷 นางดาล ออสเตรเลีย อินเดีย บราซิล ออสเตรียฟาร์นี้ได้แก่ Uba, Oshima, Cayania, Zwinga

### ค. *Saccharum barberi*

กืออ้อยอินเดียที่มีลักษณะประจามพันธุ์คงที่กว่า “อ้อยมีตระกูล” (noble cane) มีจำนวนโครโมโซมไม่แน่นอน และมีความทนทานต่อโรคตื้ด มีน้ำตาลสูงและมีการสูงด้วย นับว่ามีความสำคัญในการด้านการผสมพันธุ์สูงมาก Jeswite (1927) จำแนกอ้อยอินเดียออกเป็น 4 พวง คือ

- Sunnabil : Sunnbile



- Mungo	82 chromosomes
- Nargori	124 chromosomes
- Saretha	90 - 92 chromosomes

#### ๔. *Saccharum robustum*

Jeswite (1927) พนวจอ้อยชนิดนี้แหล่งเกิดอยู่ที่เดียวกับ “อ้อยมีตระกูล” คือที่นิวเกนรูป ร่างกายนอกร่มของคุณลักษณะอ้อยมีตระกูลมากที่สุดที่แตกต่างกันคือ มีไฟเบอร์สูง แต่มีน้ำตาลต่ำลำบลัง ข้าวใหญ่และแข็งแรงคุณลักษณะ ให้อ้อยชนิดนี้เมืองไทยเรียกอ้อยแขนสามารถผสมข้ามกับ “อ้อยมีตระกูล” ได้ง่ายและนิยมนิยมนำมาใช้เป็นพืชแม่พันธุ์ ลูกผสมที่ได้ก็มักจะสมบูรณ์คือไม่เป็นหมัน

#### ๕. *Saccharum officinarum*

ได้แก่ “อ้อยมีตระกูล” ทั้งนี้ เพราะอ้อยชนิดนี้มีความหวานสูง มีไฟเบอร์ต่ำ มีโครโนโซน 80 ลำบลังแข็งและยาวอ้อยชนิดนี้ใช้ในอุตสาหกรรมผลิตน้ำตาลและมีประวัติมานาน เริ่มตั้งแต่เมื่อยุคแรกกับบริโภคน้ำตาล สามารถจัดอ้อยพากนี้เป็นคำนวยังคงได้ดังนี้อ้อยมีตระกูล คั้นเดิม (คริสตวรรษที่ 19)

1. โอตาไฮต์ หรือเปลือกหัวอลาไอยนา (ชื่อเรียกในชาวาย) ภายหลังมีการ ปรวนแปรกลาโหมเป็นโอตาไฮต์คละ (Striped Otaheite) หรือกรีนริบอน (Green Ribbon) ซึ่งปลูก เป็นอุตสาหกรรมมานานในชาวายและปรุที่นานาถิ่น

2. เมอรินอนคำ (Black Cheribon) กำเนิดในแทนกัตตอนเมริการิเกกว่าโนราดา หรือ รีเยนเซีย (Morada or Regencia) ในหมู่เชิงนารียก หล่อเชิงนารีเพอเพล ภายหลังปรวนแปร กลาโหมเป็น ไลท์ เชอร์บอน และ สไตร์ฟ เชอร์บอน

3. พรีแองเกอร์ (Preanger) กำเนิดในชาวเช่นกันในแทนลัติน อเมริกาหรือคิวบา เรียก “ลาคริสติลانا” นอกจากนี้ยังมีเชอร์กอหางอื่นอีกและมักจะสับสนกับอ้อยเชอร์บอนมอย ๆ

4. แทหนา (Tanna) หรือ คาลิโโคเนย มีการปรวนแปรเป็นไลท์ ดาว์ก้า และ สไตร์ฟ คาลิโโคเนย ผลลัพธ์มีไวท์ คาลิโโคเนย เคบินิมป์ลูกมากในอสเตรเลีย พิจิ นอร์เวย์และ ชาวาย

5. นาดิลา (Badila) กำเนิดจากนิวเกนนิแล้วเข้าสู่อสเตรเลีย

6. บอร์เนียวคำ (Back Borneo)

7. ครีโอล (Creole) ภาษาสเปนเรียก ครีโอล่า อ้อยพันธุ์นี้ชาวสเปนได้นำเข้าสู่ กลุ่มลัตินอเมริกา เป็นชื่อเดียวกับพันธุ์อินเดียนบูรี อ้อยทั้งหมดที่กล่าวมานี้ ปัจจุบันไม่ได้ปลูกเป็น การค้าหรืออุตสาหกรรมน้ำตาลอีกต่อไปโดยมากถูกใช้เป็นพืชแม่หรือบันบรรพนิรุสุของอ้อยพันธุ์ใหม่ ๆ ในปัจจุบัน

## 2.4.2 ประวัติการปลูกอ้อยในประเทศไทย พิษณุโลก

ข้อบัญชีเป็นพืชที่มีความสำคัญที่ชาวไทยนำมาใช้ในพิธีการต่างๆ มาแต่โบราณกาลมาในว่างานเทศบาลหรืองานมงคลต่างๆ เช่นงานแต่งงาน โภนจุก ขึ้นบ้านใหม่ หรือเทคโนโลยีชาติ และยังเป็นส่วนประกอบในคำหรับยาแผนโบราณใช้อ้อยแคลงมาต้มกับเครื่องยาอย่างอื่น ที่เรียกว่า อ้อยแดง เพราะมีเปลือกสีแดงจนเกือบดำ ซึ่งมีผู้เรียกว่า อ้อยคำหรืออ้อยมนเนื่องจากตาและเปลือกมีรสขม

สำหรับประเทศไทย คนไทยรู้จักอ้อยนานานั้น สืบต่อภูมิพาะร่วงก็เป็นวรรณคดีที่แต่งขึ้นในสมัยสุโขทัยที่กล่าวเอาไว้ว่าลำอ้อยใหญ่เท่าลำนาคนั้นคงเกินความจริงไปเสียง หรือมีระยะน้ำที่คงจะเท่าลำนาคนั้น ในสมัยนั้น คนไทยโบราณก็รู้จักอ้อย แบบ พง ซึ่งเป็นญาติของอ้อย ในบุญนี้คนไทยสามารถผลิตน้ำตาลได้แล้ว (ชุมทาง อรรถจินดา 2520) น้ำตาลที่ผลิตได้จากเมืองสุโขทัย เมืองพิษณุโลก และกำแพงเพชร ในบุญนี้คงเป็นน้ำตาลแดง (Muscovado) หรือน้ำตาลงงส่วนหนึ่งของการค้า น้ำตาลในบุญนี้แต่คงไม่มาก การผลิตน้ำตาลก็เพียงเพื่อใช้บริโภคภายในประเทศเท่านั้น

บุคกรุงศรีอยุธยา (ปรีชา วัฒนธรรมฯ, 2519) ได้อ้างว่าหนังสือ Toyoy Gazette แจ้งว่า ในรัชสมัยสมเด็จพระราชนารายาธิราช ในราชปี พ.ศ. 1961 และให้รัชกาลพระนอมฤตินทรราช (พ.ศ. 1955) ไทยส่งน้ำตาลไปขายที่ประเทศญี่ปุ่น แล้วต่อมาในรัชสมัยพระเจ้าหุคกระถินประเจ้าทรงธรรมปราบภัยหลักฐานว่า น้ำตาลทรายแดงเป็นสินค้าส่งออกและในรัชสมัยสุโขทัยเป็นสินค้าออกปีละ 5,000 ตัน ในปี 2405 ได้เริ่มมีโรงงานที่ใช้เครื่องจักรไอล์ฟิกขึ้นหลายโรง โรงงานรินฟั่งแม่น้ำนารายณ์ น้ำตาล

บุคกรุงรัตนโกสินทร์ตอนด้น บุญนี้ไทยทำสังคมร่วมกับพม่าประมาณคราวๆ ไม่เรียบเรื่อยแต่ในปี พ.ศ. 2365 ในรัชสมัยของพระนอมฤต้าเจ้าอยู่หัว (ปรีชา วัฒนธรรมฯ) กล่าวว่า ไทยส่งน้ำตาลเป็นสินค้าออกปีละ 5,000 ตัน ในปี 2405 ได้เริ่มมีโรงงานที่ใช้เครื่องจักรไอล์ฟิกขึ้นหลายโรง โรงงานรินฟั่งแม่น้ำนารายณ์

ในบุญประชาราชปี ๒๔๐๕ โรงงานแห่งแรกดังขึ้นที่อำเภอเกาะคา จังหวัดลำปาง ในสมัยพระยาพหลพลพยุหเสนา เป็นนายกรัฐมนตรี เมื่อปี ๒๔๘๐ และต่อมาปี ๒๔๘๕ สร้างโรงงานขึ้นที่จังหวัดอุตรดิตถ์ การพัฒนาการของน้ำตาลนั้นบ่งบอกความสำคัญต่อภาคท้องของประชาชน รัฐบาลไม่มีนโยบายแน่นอน เมื่อเทียบกับการขยายตัวของการผลิตรายอื่น ๆ ของโลกในปัจจุบัน ได้ว่างานทางด้านวิชาการของประเทศไทยล้าหลัง ประมาณทศพีผลิตน้ำตาลในต่างประเทศอยู่เป็นอันมาก การปลูกอ้อยเพื่อ การผลิตเป็นวัตถุคุณภาพ โรงงานอุตสาหกรรมนั้นผู้ปลูกต้องมีแผนไว้ก่อน กระบวนการแรกคือโควต้าจากโรงงาน ประการที่ 2 ที่คิดต้องอยู่ห่างจากโรงงานไม่เกิน 50 กิโลเมตร ส่วนพันธุ์อ้อยนั้นนิยมปลูกกันโดยสามารถแบ่งได้ตามภูมิภาคดังนี้

- ภาคเหนือ ได้แก่ พื้นที่ EP9, L140, F146, F153, Co798, Co1010, Q83, Co775.
- ภาคกลาง ได้แก่ พื้นที่ F140, Q83, Pindar, Ragor, F137, F146, F153, F156.
- ภาคตะวันออก ได้แก่ พื้นที่ B45, F140, Pinda, F134, F148, Co 419, Ragnar.
- ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ได้แก่ พื้นที่ F140, H38-2915, Co421, Kco310, Pinda.

### 2.4.3 ลักษณะภายนอกของอ้อย

#### ก. ลำต้น

ลำต้นอ้อยเป็นส่วนสำคัญที่สุดที่ใช้ในการขยายพันธุ์และสะสมน้ำตาลแบ่งเป็นปล้อง ๆ (inter node) แต่ละปล้องมีข้อ (node) และตา (bud) หนึ่งดาวหรือมากกว่า ดาวนี้จะเริญจน์ นาเป็นอ้อยลำใหม่ (primary shoot) ในเวลาอันควรจะมีลำที่สองเกิดออกมาจากลำแรก และมีลำที่สามเกิดออกมาจากลำที่สอง ตามลำดับ เกิดเป็นกออ้อยต่อไป.

ตัวอ้อย จะเกิดตรงข้อด้านข้างสัมบับกัน ข้อของอ้อยตรงส่วนโคนและส่วนยอดจะชิดกันมากกล่าวคือ ปล้องมีขนาดสั้นมาก จนกระทั่งข้อของอ้อยอยู่ชิดติดกัน การที่ข้อของอ้อยในส่วนไห้กินอยู่ชิดติดกันดังนี้ ทำให้มีผลต่อการแตกกอของอ้อยด้วย

ปล้องของอ้อยตรงกลางลำมีความขาว ขนาดเด่นผ่านศูนย์กลาง ลักษณะ ตี การคงอยู่และรูปร่างแตกต่างกันออกไป ปล้องของอ้อยในลำเดียวกันจะมีขนาดต่าง ๆ กันตามช่วงเวลาที่เริญจน์ เติบโตกันขึ้นมา แล้วแต่ว่าผ่านสภาพภูมิอากาศและปัจจัยในกรดดินได้มากหรือไม่ อ้อยบางพันธุ์ปล้องขาวเมื่อได้รับความชื้นและสภาพแวดล้อมเหมาะสมในการเจริญเติบโต ตรงกันข้ามก็ต้องจะสั้นมากเมื่ออากาศเย็นจัดหรือความชื้นต่ำ ปล้องอ้อย เมื่อนำมาตัดควาจะจะมีลักษณะจากกลมไปจนถึงรูปรีถ้าหยุ่นไปเปลือกนอกจะแข็ง ความแข็งของเปลือกนอกของอ้อยแต่ละพันธุ์แตกต่างกันไป เช่น อ้อยเคียวบางพันธุ์มีความแข็งวัดได้เพียง 2.5 ปอนด์ อ้อยปาประเกทอ้อ แข็ง มีความแข็งวัดได้ถึง 10 ปอนด์ อ้อยโอดาไไซท์หรือเบอบอมีสีอ่อนนิ่ม ส่วนอ้อยญูบะ มีเปลือกแข็งและเหนียว คุณลักษณะเกี่ยวกับเปลือกอ้อยมีส่วนสัมพันธ์ต่อการทำลายของหมูและโรคต่าง ๆ และความยากง่ายในการหินอ้อยอีกด้วย

ส่วนของลำอ้อยจะมีสีแตกต่างกันไปตามพันธุ์ และอาจเป็นสีเขียวไปตามสภาพแวดล้อม Van Dillewijn (1952) กล่าวว่าสีของลำอ้อยเกิดจากมีสีแอนโธไซยานิน (anthocyanin) และคลอโรฟิลล์ (chlorophyll) ปล้องอ้อยที่ห้มด้วยสาปใบจะมีสีแดงกว่าส่วนที่กานใบหลุดและถูกแคบเพา ส่วนยอดที่กานใบหุ้นอยู่นั้น จะมีสีเขียวมาก มีน่อง ๆ ครั้งที่ลำอ้อยมีสีเป็นทางลายเขียวสัมบับเหลือง แดงตลอดลำ เช่น ล้อหมายดูมีสีดำเข้ม อ้อยสิงคโปร์มีสีเหลือง เป็นต้น

การหินอ้อยระหว่างปล้องของอ้อยมีหลายแบบบางพันธุ์จะเป็นลำตรงตลอด บางพันธุ์จะชิกแซก ต่างๆ กันไป ลักษณะเช่นนี้จะใช้ประโยชน์ในการตรวจสอบพันธุ์อ้อยได้

โดยทั่วไปนิยมปลูกอ้อยที่มีปล้องขาว ตรงและประกอบกับลักษณะอื่น ๆ อีก จะมีร่องเป็นแนวขุ่นยาวตามลำปล้องขึ้นไปเรียกว่าร่องตา (bud groove หรือ bud furrow) ที่ข้อจะมีวงอยู่โดยรอบข้างเรียงเป็นระเบียบบางกีเรียงสัมบับกันไปมาเรียกว่างราก (root band) ซึ่งเมื่อตัดปล้องอ้อยนี้ไปปลูกกราจะออกมาจากจุดเหล่านี้ เหนือวงรากขึ้นไปจะเป็นวงเจริญ (growth ring) ซึ่งวงนี้จะมีสีแยกไปจากสีปล้องและสีวงราก อ้อยหนึ่งปล้องจะมีตาหนึ่งตากางปล้องอาจจะไม่มีตาเลยหลาย ๆ ปล้องติดกันหรือบางปล้องมี 2 ตา ที่มีลักษณะตาอ้อยมีความแตกต่างกันหลายแบบ เช่น สามเหลี่ยม ยอด

แหลม แบบรูปไข่ แบบรูปไข่ป้าน แบบห้าเหลี่ยม แบบขนมเปี๊ยะปุน แบบกลม แบบรูปไข่ยอดแหลม แบบสี่เหลี่ยม แบบง่ายๆ หรือ ซึ่งมีลักษณะของตานีขังแตกต่างกันอีกอาจจะบวมหรือแพนหรือรำเรียน แล้วแต่ลักษณะท่อนของเต่าจะพันธุ์

ปล้องอ้อยแต่ละปล้องจะมีงานใบ (Sheath) หุ้มตรงรอยต่อของงานใบกับปล้องเมื่อใบแห้งและร่วงหล่นไปจะสังเกตุเห็นรอยงานใบเป็นเยื่อแห้ง ๆ รอบปล้อง ซึ่งอาจจะทำมุมจากกับเปลืองข้อข แต่บางครั้งรอบนี้จะไม่เป็นมุมจากพอดี อาจจะชื่นออกมาก สามารถใช้นอกลักษณะพันธุ์ได้

#### ๔. การใบและใบ

ใบอ้อยประกอบด้วยงานใบและตัวใบ ในอ้อยเหยียดการออกจากลำอ้อยลุบกินสองข้างมีน้อยมากที่ใบอ้อยจะเหยียดการออกจากลำอ้อยทำมุมแก่กันน้อยกว่า 180 องศา เมื่ออ้อยบังเล็กอยู่ในอ้อยจะมีขนาดเล็กมากเท่ากับกลีบหรือเกล็ดเล็ก ๆ เท่านั้น การใบจะติดอยู่กับถิ่นต่อลงตรงข้อแล้วโอบรอบปล้องเอาไว้โดยรอบ การใบมีความขาวดั้งแต่หนึ่งน้ำวนทึบเป็นฟุ่มหรือมากกว่านั้น การใบอาจจะเรียบหรือมีขันเล็ก ๆ ปกคลุมอยู่และบนสัน ๆ แล้วนิ่วอาจขาวงาหรือหมุนหรือติดอยู่เล็กน้อยเมื่อการใบแห้ง อ้อยบางพันธุ์มีสีกากใบค่อนข้างคล่องตัวอยู่ในต้นไม้ผู้คนจึงนำออกธรรมชาติสร้างกุนในบ้านมาเพื่อห่อหุ้นรอบตาอ้อยให้หยุดในส่วนที่ปลอกครับฟุด ส่วนบนของงานใบจะต่อ กันส่วนในตัวใบ กันใบในต่อ กันในนี้จะเห็นเป็นรอยต่อ มีเส้นที่ไปจากสีของใบเรียกว่า คอใบ (collar) และตรงรอยต่อนี้ที่ขอบนอกจะมีติ่งยื่นอยู่ตามเส้นเดียวหรือหักส่องข้างเรียกว่า หูใบ (auricle) สำหรับใบอ้อยเมื่อออกครุภัณฑ์ในต่อ กันนี้จะมีหัวเรือนหันเข้าบ้าง ๆ เป็นรูปคล้ายกระขันเรียกว่าลิ้นใบ

เมื่อมองดูทั่วใบจะเห็นว่าที่คอใบของอ้อยบางพันธุ์จะมีสีแดงบ้างเขียวคล้ำบ้าง เมื่อพิจารณาโดยละเอียดจะพบว่าส่วนของคอใบจะมีรูปลักษณะต่าง ๆ กันเรียกว่า คิวແລພ (dewlap) ในที่แรกเดิมที่จะมีคิวແລພคงที่ไม่เปลี่ยนรูปผ่านการใช้ที่นิ่งหรือของกลักษณะพันธุ์อ้อบได้ ลักษณะใบอ้อยโดยทั่ว ๆ ไปจะมีรูปไม่ค่อยสมคุณ กล่าวคือรูปหนึ่งของใบค้านที่ก้านใบหุ้มทับอีกข้างหนึ่งนั้นจะมีขนาดเล็กกว่าค้านตรงข้ามที่แบ่งตัวเด่นกลางใบ ดังนั้น เมื่อจะเปรียบเทียบคิวແລພ จะต้องดีใจเข้าข้างใดข้างหนึ่งท่านั้นเป็นแทนที่ คิวແລພของอ้อยมีรูปต่าง ๆ กัน ความขาวของใบอ้อยมีขนาดต่าง ๆ กัน แต่โดยทั่ว ๆ ไปมักจะอยู่ในราวนั้นเมตร ความกว้างของใบจะกว้างที่สุดประมาณ 10 เซนติเมตร ใบอ้อยใบหนึ่งจะมีเนื้อที่ประมาณ 0.05 ตารางเมตร ถ้าอ้อยคำหนึ่งมี 10 ใบ จะเป็นเนื้อที่ 0.5 ตารางเมตร ถ้าปลูกตามแบบวิธีปกติ ไร่นั้นจะมี 12,000 คำ โดยเฉลี่ย ดังนั้นอ้อยหนึ่งไร่จะมีเนื้อที่ใบที่จะรับแสงสว่างได้ 6,000 ตารางเมตร หรือประมาณ 4 เท่าของพื้นที่ดินหนึ่งไร่

การใบจะลอกออกจากลำอ้อยได้ยากง่ายแล้วแต่ลักษณะพันธุ์ บางพันธุ์เมื่อใบเริ่มแก่ก็จะร่วงหล่นจากลำโดยธรรมชาติเรียกว่าทึ่งใบพันธุ์อ้อบที่ทึ่งใบมักจะปลอกด้วยเศษสาลีหรือเพลี้ยอ่อนเนื่องจากแมลงศัตรูพืชเหล่านั้นไม่มีที่หลบซ่อน ตรงกันข้ามพันธุ์อ้อบที่มีการใบติดแน่นออกจากจะ

เป็นที่หลบซ่อนของเพลี้ยสำลีแล้ว เมื่อใบแห้งจะเป็นที่รองรับน้ำฝนทำให้ต้าได้รับความชื้นและออกขึ้นมาและรากตามข้อกึงออกอุบัติวัย เป็นลักษณะที่ไม่คีดแต่ก็มีข้อดีอยู่บ้างตรงที่ช่วยป้องกันมิให้หนอนเจาะบดหรือหนอนเจาะคำต้นเข้าไปทำลายที่ลำอ้อยได้ง่าย และโดยทั่ว ๆ ไป อ้อยที่ไม่ค่อยทึบใบมักจะแข็งแรง ให้ผลผลิตสูงกว่าอ้อยที่ทึบใบ

### ค. ดอก

ดอกอ้อยมีลักษณะเป็นพู่ มีรูปแบบเป็นแบบกลับของแต่ละพันธุ์ไม่เหมือนกัน อ้อยประเทกอ้อยมีตระกูลจะมีชื่อดอกยาว พากอ้อและแขนจะมีชื่อดอกสันกว่า สีของชื่อดอกก็จะมีสีต่าง ๆ กันตั้งแต่ขาวจนกระทั่งน้ำเงินหรือม่วง ในแต่การค้าไม่นิยมปลูกอ้อยที่ออกดอก เนื่องจากอ้อยที่ออกดอกแสดงว่าอ้อยนั้นหยุดการเจริญทางด้านเยื้องแล้ว และน้ำตาลที่สะสมอยู่ในลำต้นได้ถูกนำไปใช้สร้างชื่อดอกบ้างความหวานจึงลดลงบ้างเล็กน้อย แต่ในทางพันธุศาสตร์เราจำเป็นต้องใช้อ้อยออกดอก เพื่อการพัฒนาพันธุ์การบังคับให้อ้อยออกดอกเป็นขั้นตอนในการพัฒนาพันธุ์ ส่วนการบังคับไม่ให้อ้อยออกดอกก็เป็นวิธีการทำงานเกษตรกรรมเพื่อให้อ้อยได้ผลผลิตสูง

ชื่อดอกหนึ่ง ๆ มีดอกเด็ก ๆ จำนวนนับແສດดอก ดอกเด็ก ๆ จะเกิดเป็นคู่ ๆ อยู่บนก้านดอก ดอกคู่หนึ่งจะมีลักษณะเหมือนกันทุกอย่าง แม้แต่จำนวนก้านนั่งมีก้านดอก ส่วนอีกก้านหนึ่งไม่มีก้านดอกเวลาดอกติดเป็นเมล็ดและแก่จัดก็จะออกหัวดอกจากข้อแล้วปลิวไปตามลม ไปด้วยกันเป็นคู่ ๆ ดอกอ้อยเด็ก ๆ แต่ละดอกประกอบกันเป็นช่อ รังไข่ ซึ่งมีชื่อชุมชนตัวเมีย 2 ช่อ กะเนาเกสรตัวผู้ 3 อัน เปลือกหรือแกلن 3 อัน (ชื่อยังพันธุ์ไม้ครับ) นอกจากนี้ตรงส่วนแกนของก้านชุมชนตัวเมียจะมีจะเป็นอยู่ 2 กลุ่มประชุ่งทำหน้าที่ขยายตัวเพื่อคันให้กะเนาเกสรตัวผู้ที่สนับเมือกเห็นเป็นที่ยอดชุมชนตัวเมีย จะเกิดการพัฒนาพันธุ์กันขึ้นและเกิดเมล็ดในเวลาต่อมาเมล็ดข้อมูลักษณะคล้ายเมล็ดข้าวสาลีที่บ่อกวนลงเล็กมากกันต้องเพ่งดูจึงจะเห็นชัดเจนมีขนาดกว้าง 1.5 มม. ยาว 1 - 1.5 มม. การกระจายของดอกอาจล้ม เมล็ดลงก็ไม่คือสภาพไม่เหมาะสม ถ้าสภาพเหมาะสมจะงอกภายใน 2 - 8 วัน

การออกดอกของอ้อยนั้นมีปัจจัยที่เกี่ยวข้องอยู่หลายประการ ประการแรกอ้อยพันธุ์นั้นจะต้องเป็นพันธุ์ที่ออกดอก นอกจากนั้นแล้วปัจจัยอื่น ๆ เช่น ช่วงแสง อุณหภูมิ ความชื้นในดิน และอากาศ ปัจจัยในโครงเรือนห้องน้ำทำให้อ้อยออกดอกได้ นอกจากนี้ยังมีระดับเส้นรุ่งที่อ้อยขึ้นอยู่ ความสูงจากระดับน้ำทะเล ทิศทางลมและสภาพของดินก็เป็นสาเหตุที่ทำให้อ้อยออกดอกได้อ้อยต้องจะออกดอกดีกว่าอ้อยปีแรก

การบานของดอกอ้อย จะค่อย ๆ ทยอยนานไปเรื่อย ๆ ใช้เวลา 5 ถึง 12 วัน กว่าจะบานหมดทุกดอก เมื่อว่าดอกอ้อยจะมีพร้อมทั้งสองเพศในดอกเดียวกันแต่ไม่ใช่จะมีประสิทธิภาพในการผสมพันธุ์ติดทุกดอก เราอาจแบ่งพันธุ์อ่อนออกเป็น 2 พาก คือพันธุ์ที่มีทั้งเกสรตัวผู้และเกสรตัวเมียในความสมบูรณ์ กับพันธุ์ที่มีเกสรตัวผู้ไม่สมบูรณ์แต่มีเกสรตัวเมียสมบูรณ์ พันธุ์อ้อยที่มีเกสรตัวผู้

สมบูรณ์ย่อมใช้เป็นพื้นฐานได้หรือผสมตัวองค์ไว้ อ้อยบางพันธุ์ผสมตัวเองไม่ติดแต่มีการตัวผู้สมบูรณ์ ดินฟ้าอากาศมีผลต่อการผสมพันธุ์ของดอกอ้อยคือทำให้สมบูรณ์หรือไม่ติดได้

#### ๔. ราก

เมื่อนำมาท่อนพันธุ์อ้อยลงปลูกในดินเพียง 2-3 วัน ตาอ้อจะบวมเป็นเดิ๋งอกขึ้นมา เป็นต้นอ้อย ขณะเดียวกันปุ่มรากที่อยู่ตรงข้อจะของรากออกมากอาหารเพื่อเลี้ยงต้นอ่อน รากนี้เรารายกว่ารากรุ่นแรก (Primary root) ซึ่งมีลักษณะเป็นเส้นบาง ๆ มีกิ่งก้านสาขาเพื่อสูดความชื้นและหาอาหารมาเลี้ยงต้นใหม่ เมื่อต้นอ้อยเติบโตขึ้นรากรุ่นแรกจะตายไปมีรากใหม่เกิดขึ้นมาจากโคนต้น เรยกว่ารากรุ่นที่สอง (Secondary root) รากใหม่นี้มีลักษณะสมบูรณ์และช่วยหาอาหารได้ดีกว่ารากรุ่นแรกและเจริญเป็นรากดาวของลำอ้อยต่อไป ความยาวของรากอ้อยขึ้นอยู่กับลักษณะดินและการเตรียมดิน ถ้าดินอัดแน่นรากจะไม่เจริญเท่าที่ควร ทำให้คุดน้ำและอาหารได้น้อย ตรงกันข้ามถ้าดินไปร่องร่วนชูขึ้นและหน้าดินลึกการแพร่ของรากจะไปได้ไกลและลึกด้วย วงจรของอ้อยแบ่งเป็น ๓ ชนิด คือ (1) รากค้ำขัน เกิดจากโคนอ่อน (2) รากฟอย มีลักษณะเป็นฟอยบางและแข็งมาก เกิดอยู่ในดินบนลึกประมาณ 60 เซนติเมตรแต่ขยายตามปริมาณ 200 เซนติเมตร (3) รากคิ่ง มีลักษณะคล้ายเส้นเชือกเงาลึกลงไปในดินถึงระดับ 6 เมตร สำหรับช่วงฤดูคี

### 2.5 ปัจจัยสำคัญที่เกี่ยวข้องในการเจริญเติบโตของอ้อย

สภาพอากาศและสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ เป็นปัจจัยที่มีผลกับการเจริญเติบโตของอ้อย เมื่อจากสภาพภูมิอากาศในแต่ละแห่งมีความแตกต่างกันไป มีผลทำให้การเจริญเติบโตผลผลิตและคุณภาพของอ้อยแตกต่างกันได้ซึ่งจะกล่าวถือไปนี้

#### 2.5.1. แสงแดด

อ้อยเป็นพืชที่ต้องการแสงแดดมากกว่าพืชชนิดอื่นๆ และเป็นแสงแดดที่จำเป็นมากจากเข็มหม้อนกกลุ่ม แต่ได้รับเป็นเวลานานด้วย โดยเฉพาะในระยะที่อ้อยกำลังแตกกอ และย่างปล้อง แสงทำให้อ้อยมีลักษณะสีเขียวแล้วแต่ในกิ่งและเขียวจัด แตกกอพอครัวแสงทำให้อ้อยสร้างสีน้ำเงิน (anthocyanin) ขึ้นที่เปลือกโดยจะเห็นได้ชัดเมื่ออ้อยทิ้งภายในออกโดยธรรมชาติ ส่วนที่ถูกแสงจะสร้างสารแอนโพรไซตินขึ้นทำให้มีสีม่วง

แสงสว่างทำให้อ้อยสร้างระบบ rak ที่เหมาะสม เกษมีผักเคลื่อนศักยภาพแสงสว่างที่ให้แก่อ้อยโดยใช้ผ้าลิสมสนบังรับ พบร้าขึ้นที่มีผ้าบังหลายชั้นการสร้างรากของอ้อยก็ขึ้นอยู่และขึ้นอ่อนแอ สรุปแล้วแสงสว่างมีอิทธิพลต่ออ้อยดังนี้ คือ

- 1.1 ทำให้อ้อยเริญเติบโตตามยาวของลำไนแนวตั้ง
- 1.2 ทำให้ส่วนรากมีการเริญเติบโดยย่างเหมาะสม
- 1.3 บังคับมิให้อ้อยแห้งหน่อนมากเกินไป
- 1.4 พิมปริมาณคลอโรฟิลในใบมากขึ้น ทำให้ใบเขียว

#### 2.5.2 ดิน

อ้อยเป็นพืชที่มีความสามารถสูงมากในการเก็บพลังงานจากดวงอาทิตย์ ถ้าต้องการให้อ้อยเก็บพลังงานจากดวงอาทิตย์ให้มากที่สุดจะต้องให้ความสัมพันธ์ระหว่างดินและพืชเป็นไปอย่างเหมาะสม อ้อยดูดความชื้นและธาตุอาหารโดยสัมผัสทางรากกับดิน โดยดูดความชื้นจากน้ำคงว่างขนาดใหญ่ไปสู่ช่องขนาดเล็กของดินที่ต่อเนื่องกัน การเริญเติบโดยของอ้อยจะลดลงเมื่อรากเสื่อม ผ่านดินที่แน่นมาก ๆ และมีช่องว่างขนาดใหญ่ยื่นในดินน้อย อาการผิดปกติของรากอ้อยที่พบเสมอ ๆ ก็คือ มีรากแขนงสั้นทำให้พืชที่สำหรับดูดซึมน้ำและธาตุอาหารได้น้อยลง รวมรวมของอ้อยสามารถปรับตัวเข้ากับสิ่งแวดล้อมได้รากจะแผ่ขยายและหงับดึงลงไปจนถึงดินชั้นล่าง เมื่อเกิดสภาพแห้งแล้งขึ้น ในระยะที่ดินชั้นล่างมีปริมาณความชื้นมากเกินพืช รากที่หงับดึงลงไปชนด้วย และดันอ้อยจะสร้างรากแขนงแผ่กระจายทางด้านข้างเป็นจำนวนมาก

#### 2.5.3 อุณหภูมิ

อุณหภูมิมีอิทธิพลต่อขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของลำอ้อยในฤดูร้อนและฤดูฝนที่มีอากาศร้อน อ้อยจะมีเส้นผ่าศูนย์กลางของปล้องโตกว่าในฤดูหนาว สำรวจการเริญทางด้านยาวของปล้องน้ำไม่แสดงอิทธิพลของอุณหภูมิโดยเด่นชัด

ทำให้รับอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการทำเริญเติบโดยของรากอ้อยนั้นไม่แน่นอน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับพันธุ์อ้อยและระดับความลึกของดินซึ่งเปลี่ยนแปลงทุก ๆ เช่นเดียวกัน อุณหภูมิของดินของประเทศไทยโดยเฉลี่ยประมาณ 30 องศาเซลเซียส นับว่าเหมาะสมสำหรับการทำเริญเติบโดยของรากอ้อยโดยทั่วไป

#### 2.5.4 ปริมาณและการกระจายของน้ำฝน

จากการทดลองหาคุณลักษณะที่เหมาะสมของอ้อยซึ่งได้กระทำติดต่อกันมาหลายปี พบว่าอ้อยที่ปลูกในเดือนต่าง ๆ มีปริมาณต์ของการออกและการเริญเติบโดยแตกต่างกันเห็นได้ชัดทั้งในเขตประปาและนอกเขตประปาแสดงให้เห็นว่าอิทธิพลของความชื้นในอากาศ และปริมาณน้ำฝนมีอิทธิพลต่อการเริญเติบโดยของอ้อยอย่างยิ่ง ถ้าเกิดช่วงฝนแล้งระหว่างฤดูร้อนและฤดูใบไม้ร่วงก็ทำให้การเริญเติบโดยของอ้อยลดลง

ความชื้นในอากาศเป็นสิ่งหนึ่งที่ทำให้การปลูกอ้อยในเขตชลประทานสำเร็จผลตามความมุ่งหมายเมื่อในที่ดอนที่มีความร้อนสูงรายงานผลการทดลองปลูกอ้อยในดินที่ระบายน้ำยากที่สถานีทดลองพืชไร้ชyanath โดยการปลูกแบบปักอึง 45 องศา ให้ผลผลิตคือที่สุด

#### 2.5.5. ความชื้นในดิน

อ้อยเป็นพืชที่สามารถทนต่อความชื้นในดินได้ดีในสภาพของดินที่มีระดับความชื้นแตกต่างกันอย่างมากอ้อยบางพันธุ์สามารถทนทานต่อความชื้นในดินได้สูงมาก อ้อยที่ปลูกในดินที่มีการชลประทานระบบราชจะลงไปไม่ลึกมากเท่ากับอ้อยพันธุ์เดียวที่ปลูกในเขตใช้น้ำฝน ทั้งนี้เนื่องจากในเขตใช้น้ำฝนอ้อยจะต้องอาศัยต่อโภคภัยการพยาบาลแทบจะขาดหายใจความชื้นในดินมากกว่าอ้อยที่ปลูกในระบบชลประทาน

#### 2.5.6. ลม

อ้อยที่ถูกลมพัดจัดจะทำให้อ้อยแกร็น เนื่องจากอาจบานมาก อัตราส่วนการเจริญเติบโตของ Shoot : Root จะน้อยกว่าอ้อยที่ไม่ถูกลมพัดมาก ในประเทศไทยปัจจุบันส่วนใหญ่ได้หัวน้ำ พันธุ์อ้อยที่ใช้ปลูกมักจะมีความทนทานต่อลมได้ดีไม่ล้มง่าย และมีคุณภาพคงทนมาก

#### 2.5.7. พันธุ์อ้อย

อ้อยแต่ละพันธุ์มีอัตราการตอบสนองต่อสภาพต่างๆ แตกต่างกัน อ้อยพันธุ์เบาสามารถเจริญเติบโตได้อ่อนช้าเร็ว ภายในช่วงเวลาอันสั้น อ้อยบางพันธุ์จะปลูกให้เก็บเกี่ยวได้ภายใน 12 เดือน แต่อ้อยบางพันธุ์ใช้เวลาถึง 18-24 เดือน อ้อยบางพันธุ์ให้ผลผลิตต่ำแม้ว่าจะมีสภาพเหมาะสมในการเจริญเติบโต ทั้งนี้ก็ เพราะอ้อยอาจง่ายต่อทางส่วนที่อยู่ใต้ดินมากกว่าด้านหน้าซึ่งคืนก็เป็นได้

#### 2.5.8. กลรนและเปลี่ยนควรบอนไถออกไชด์ และพื้นที่ใน

อ้อยควรบอนไถออกไชด์ในรูป CO<sub>2</sub> เข้าไปสู่เซลล์พาลิสเดพาราโน่คามา (Palisade parenchyma) และ เมโซฟิล เซลล์ (Mesophyll cell) ซึ่งเป็นจุดที่เกิดการสังเคราะห์แสงโดยเข้าทางปากใบ (Guard cell) การที่อ้อยจะมีความสามารถในการสังเคราะห์แสงได้มากยิ่งขึ้นอยู่กับเนื้อที่ใบด้วย จากการทดลองตัดใบอ้อยออกในขณะที่กำลังเจริญเติบโต ปรากฏว่าปล้องอ้อยมีขนาดเล็กลงเนื่องจากสังเคราะห์แสงไม่สมบูรณ์ แต่มีปล้องอ้อยให้ใบอ้อยถัดขึ้นมาใหม่ขนาดโตรขึ้นจนโตรเต็มที่ ปล้องอ้อยที่ถัดขึ้นมาใหม่ขนาดใหญ่ขึ้นด้วย แสดงว่าการสังเคราะห์แสงได้ ผลเต็มที่ควรบอนไถออกไชด์เป็นปัจจัยสำคัญในการสังเคราะห์แสง แต่การขาดแคลน ควรบอนไถออกไชด์ข้างไม่เคยมีปัญหาเกิดขึ้น อย่างไรก็ตามการขาดควรบอนไถออกไชด์อาจจะเกิดขึ้นได้โดยการเกิดมด

การรับอนุญาตออกใช้ค้าจะเกิดขึ้นได้โดยการเกิดมลภาวะในอากาศกล่าวคือมีแก๊สอื่นซึ่งไม่เหมาะสมในการเจริญเติบโตปะปนมาในอากาศอาจทำให้อ้อยสังเคราะห์แสงได้ไม่เต็มที่

## 2.6 ชาตุอาหารที่จำเป็นสำหรับอ้อย

ชาตุอาหารที่จำเป็นสำหรับอ้อยแบ่งเป็น 3 พาก ได้แก่

ก. ชาตุอาหารหลัก เป็นกลุ่มที่อ้อยมีความต้องการและมีบทบาทมากที่สุด ได้แก่ ในโตรเจน พอสฟอรัส โพแทสเซียม

ข. ชาตุอาหารรอง เป็นกลุ่มที่อ้อยมีความต้องการในปริมาณน้อยกว่า ชาตุอาหารหลัก แต่ต้องมีปริมาณเพียงพอและขาดไม่ได้ซึ่งจะทำให้ลำต้นแข็งแรงให้ผลผลิตสูง ได้แก่ เม็ดซีเมน แมกนีเซียม และกำมะถัน

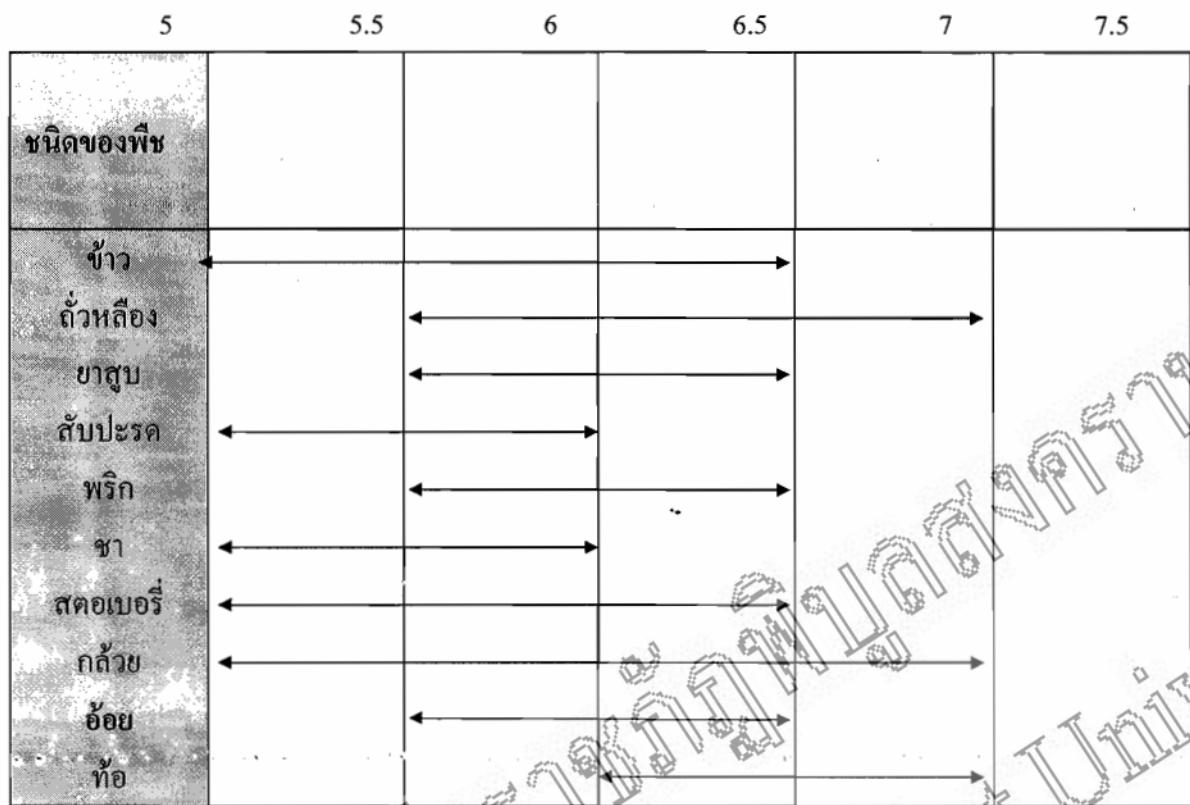
ก. ชาตุอาหารเสริม เป็นกลุ่มชุดชาตุที่อ้อยมีความต้องการในปริมาณน้อย แต่ขาดไม่ได้แก่ สังกะสี แมงกานีส ทองแดง เหล็ก ไนโตรเจน โนลิบดินัม คลอริน

ในการศึกษาครั้งนี้ สนใจศึกษาหาปริมาณชาตุ ในโตรเจน พอสฟอรัส โพแทสเซียม เหล็ก สังกะสี และ pH ซึ่งเป็นชาตุที่ช่วยให้รับประทานเป็นการดูแลของคิน และอาหารหลักที่สำคัญ ต่อการเจริญเติบโตและเพิ่มผลผลิตของอ้อย

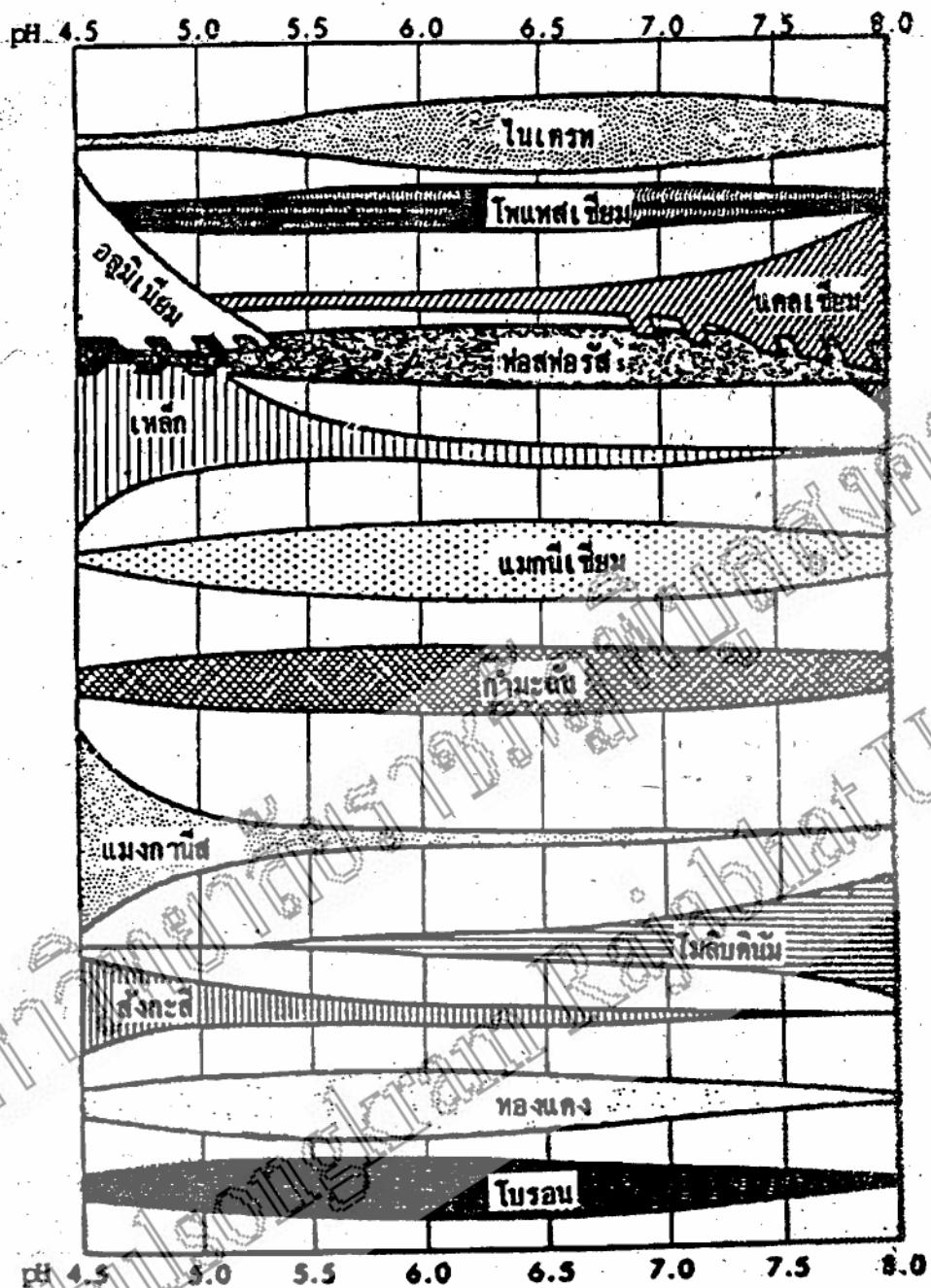
### 2.6.1 หน้าที่และความสำคัญของชาตุต่างๆ

หน้าที่และความสำคัญของชาตุอาหารค้างคาว ที่มีความเป็นกรดค้างของคิน ( ดังภาพที่ 2.6 ) ซึ่งความเป็นกรดค้างของคินนั้นมีความจำเป็นต่อพืชที่ที่ปลูกอ้อยอย่างมาก เพราะ อ้อยเป็นพืชที่ชอบคินเป็นกรดเล็กน้อย คือมี pH 5.3 - 6.5 ( ดังภาพที่ 2.5 ) ถ้าหากคินเป็นกรดและ ค้างมากกว่านี้ อ้อยไม่สามารถดูดชาตุอาหารเข้าไปใช้ให้เป็นประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตและผล พลิตที่ได้ ในที่นี้จะกล่าวถึงเฉพาะในโตรเจน พอสฟอรัส และโพแทสเซียม และความเป็นกรดและ เบสของคิน

pH



รูปที่ 2.5 ช่วง pH ที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของพืชบางชนิด



รูปที่ 2.6 ระดับความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารที่ pH ต่างๆ

### (1) ไนโตรเจน (N)

อ้อยที่ขาดในโตรเจน ใบจะแสดงอาการสีเขียวสีเหลืองในอ่อนจะมีสีทางการเจริญเติบโตลดลง ลำต้นเล็ก แตกกอนน้อย และเมื่อใส่ปุ๋ยในโตรเจนจะดินมีความชื้นพอใบอ้อยจะเป็นสีเขียวภายใน 1 สัปดาห์ ลำอ้อยจะเจริญเติบโตขึ้น

อ้อยที่กำลังเจริญเติบโตมีความต้องการไนโตรเจนอย่างสม่ำเสมอต่อเมื่อถึงเวลา เก็บเกี่ยวถ้าอ้อยได้รับไนโตรเจนมากเกินไป จะทำให้อ้อยบั้งคงเจริญเติบโตต่อไป ซึ่งเป็นผลให้มีน้ำตาลซูโคโรสในอ้อยน้อยลง การใส่ปุ๋ยในโตรเจนในระยะแรกของการปลูกอ้อย ( อายุไม่เกิน 3 เดือน ) จะไม่กระทบกระเทือนถึงความหวานของอ้อยมีถึงเวลาเก็บเกี่ยวจะมีอ้อยอายุ 11 - 12 เดือน

อ้อยบางพันธุ์เมื่อใส่ปุ๋ยในโตรเจนในอัตราสูง ๆ ทำให้ความหวานลดลง ( ดูค่า / รัตนารักษ์ 2522 ) พบว่าเมื่อใส่ปุ๋ยในโตรเจนในอัตรา 60 กิโลกรัมต่顿 ไนโตรเจน F 155 ความหวานลดลงและอ้อยพันธุ์ Q8 และ pinder ความหวานใกล้เคียงกันที่ไม่ใส่ปุ๋ยในโตรเจนในอัตราต่ำ

อ้อยตอบสนองต่อการใส่ปุ๋ยในโตรเจนคึกกว่าอ้อยคอ อาจเป็นเพราะอ้อยที่มีการเตรียมดินระบบราชบุรีมีคึกกว่าทำให้รากมีประสิทธิภาพสูง ส่วนอ้อยตอ โครงสร้างของดิน ( Soil structure ) เสื่อมลง การระบายน้ำอากาศในดินไม่ดีระบบราชบุรีอ้อยปลูกไม่ได้

### (2) ฟอสฟอรัส (P)

ฟอสฟอรัสเป็นอุปประภูมของแร่อพาไทท์ ( $\text{Ca}_3(\text{Fe,CN})(\text{PO}_4)_3$ ), วาริสไชม์ ( $\text{Al}(\text{OH})_2\text{H}_2\text{PO}_4$ ) จึง ฟอสฟอรัสเมื่ออยู่ในดินจะอยู่ในรูปปูนอ่อนคล่อง ๆ ซึ่งในอ้อยมีมากในส่วนที่มีการเจริญเติบโตและพนอยู่ในใบแห้งน้อยกว่าใบสด ฟอสฟอรัสเป็นธาตุอาหารที่สำคัญอย่างยิ่งในการงอกงามอ้อย ถ้ามีฟอสฟอรัสในดินพอเพียง รากจะแน่นหน่องจะเจริญอย่างรวดเร็ว แต่ถ้าดินขาดฟอสฟอรัสอย่างรุนแรงจะพบว่าหน่ออ่อนที่แทงขึ้นมาจะตายก่อนพันผืนดิน ฟอสฟอรัสช่วยให้รากและลำต้นแข็งแรง ถ้าขาดฟอสฟอรัสจากฉตุต้า รากแบบจะมีจำนวนน้อยและไม่แข็งแรง การแสดงอาการขาดฟอสฟอรัสที่ใบอ้อยไม่ค่อยเห็นชัด สีใบจะเป็นสีเขียวอมน้ำเงิน ใบแคนและบางแตกออกเล็กน้อย ลำต้นเล็กและเชิงเส้นเด็กไปทางยอด ปล้องสั้นคล้ายอ้อยผ่านช่วงແล้งนานาน

### (3) โพแทสเซียม (K)

เป็นธาตุหนึ่งในองค์ประภูมของแร่ Glauconite ( $\text{K Mg}(\text{Fe,Al})_3\text{Si}_6\text{O}_{18}\text{3H}_2\text{O}$ ), Lepidolite ( $\text{K}(\text{Li,Al})_3(\text{AlSi}_3)\text{O}_{10}(\text{H}_2\text{O})$ ) และ Microcline ( $\text{KAISi}_3\text{O}_8$ ) ในดิน และที่อิสระที่ละลายอยู่ในดิน อ้อยเป็นพืชที่ต้องการโพแทสเซียมในปริมาณมาก หน้าที่ของโพแทสเซียมมีกามาหยาดอย่างซึ่งยังไม่ทราบหน้าที่ทั้งหมด แต่ที่สำคัญคือโพแทสเซียมช่วยใน ขบวนการสังเคราะห์แสง เคลื่อนย้ายน้ำตาล ควบคุมการเคลื่อนที่ของน้ำในต้นอ้อย และเพิ่มน้ำตาลทำให้อ้อยมีคุณภาพดี

ในช่วงระยะเวลาที่อ้อยกำลังเจริญเติบโต ส่วนที่กำลังเจริญเติบโต ซึ่งจะเป็นผลให้โพแทสเซียมที่มีอยู่ในไนเก็มมีน้อยกว่าในไนอ่อน ดังนั้นไนเก็มแสดงอาการขาด โพแทสเซียมก่อนไนอ่อนจะเป็นส่วนสุดท้าย ที่จะแสดงอาการขาดโพแทสเซียม

อาการขาดโพแทสเซียมในไร์อ้อยโดยทั่ว ๆ ไป อ้อยจะแคระแกร็น ลำเล็ก ไนแก่จะมีสีเขียว สีเหลืองส้ม ต่อมากจะลายเป็นสีน้ำตาล ตรงกลางเป็นจุดแห้งๆ และไนแก่จะแห้งจากปลายไนและขอนไนเข้ามาในแกนกลาง (midribs) ผิวของแกนกลางไนแก่ ด้านบนจะเป็นสีแดงและจะเป็นเฉพาะผิวชั้นบนเท่านั้น แตกต่างใบจากโกรไส้แดง (red rod) ซึ่งสีแดงจะเป็นในชั้นต่ำลงไปจากชั้นผิวไนอ่อน ของอ้อยที่ขาดโพแทสเซียมจะเป็นสีเขียวเข้ม และไนอยู่ถัดลงมาจะเป็นสีเขียวอมเหลือง อ้อยดีขาดโพแทสเซียมโดยปกติจะมีสีน้ำตาลซูโครสในน้ำอ้อยจะน้อยลง

#### (4) เหล็ก (Fe)

เหล็กเป็นธาตุองค์ประกอบของแร่ Hematite ( $Fe_2O_3$ ), Goethite ( $FeO_2H$ ), Magnetite ( $Fe_3O_4$ ), Strengite ( $FePO_4 \cdot 2H_2O$ ) การขาดธาตุเหล็ก นำไปสู่คันอ่อนของข้อต่อจะเป็นสีขาวเป็นทางๆตามความขาวของไน แต่เส้นไนยังคงมีสีเขียวและไนอ่อนจะเป็นสีขาวทั่วไป ซึ่งถ้าปล่อยทิ้งไว้สัก 2-3 อาทิตย์อาการเหล่านี้จะหายไป วิธีจะเขียวเป็นปมดื้อต่อตัวขาดรูหะจะทำให้อ้อยทิ้งออกใหม่ตากได้

#### (5) สังกะสี (Zn)

สังกะสีเป็นธาตุองค์ประกอบของแร่ Zinc Blende ( $ZnS$ ), Calamine ( $ZnCO_3$ ) และ Zincite ( $ZnO$ ) ที่ปะปนธาตุในหมู่ IIB ซึ่งจะแสดงออกในส่วนของอ่อนชั้น +2 อาการขันแรกของการขาดสังกะสี เส้นไนของอ้อยจะมีสีเขียวอ่อนตรงกันข้ามกับอาการขาดเหล็กและแมงกานีส เมื่อขาดรูหะจะเป็นสีขาวและหยุดการเจริญเติบโต

#### (6) ความเป็นกรด-ดูด (pH)

ความเป็นกรดและเบสของคิน มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช ต่อขบวนการ เมแทบอ-ลิตซีน ที่เกิดขึ้นที่ไม่適當 สำหรับ ในการสังเคราะห์แสงและการเคลื่อนย้ายของสารอาหารต่าง ๆ และผลในขบวนการสร้างเนื้อเยื่อและผลของพืชและกลไกในการสร้างอาหาร

## บทที่ 3

### ทฤษฎีและหลักการที่ใช้ในการวิเคราะห์

#### 3.1 การหาปริมาณไนโตรเจนโดยวิธี Kjeldahl

เนื่องจากไนโตรเจนเป็นธาตุอาหารหลักที่สำคัญที่พืชต้องการและมีอยู่ในคินในการหาปริมาณไนโตรเจนในคินเป็นการวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด(total nitrogen)วิธี Kjeldahl เป็นวิธีที่นิยมใช้ในการหาไนโตรเจนในคินอีกวิธีหนึ่ง เพราะเป็นวิธีที่ไม่ซุ่งยากมากและทำได้ภายในครึ่งชั่วโมง หลักการโดยทั่ว ๆ ไปในการวิเคราะห์หาไนโตรเจนก็คือ ตัวอย่างคินจะถูกบดด้วยกรดข้าวฟาร์กเข้มข้น พร้อมกับมีการใส่ตัวเร่งปฏิกิริยา (catalyst) ลงในตัวอย่างคินที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบอยู่ จะเปลี่ยนไปเป็น แอมโมเนียมซัลเฟต  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  เมื่อเติมโซเดียมไฮดรอกไซด์ ( $\text{NaOH}$ ) เข้าไปขั้นลง ไปสารละลายที่มีแอมโมเนียมซัลเฟต แล้วกลั่นเอากลั่นเอามาโดยการกลั่นด้วยไอน้ำ ซึ่งจะถูกจับโดยสารละลายกรดอริก (Boric acid) หากันน้ำน้ำยาสารละลายที่ได้ไปท่าเรือกับสารละลายมาตรฐานกรดซัลฟิวริกแล้วนำผลการทดลองมาคำนวณก็จะได้เปอร์เซ็นต์ของไนโตรเจน

#### ปฏิกิริยาการเกิดของสารประกอบ

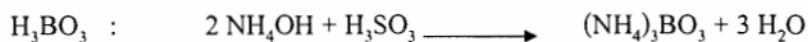
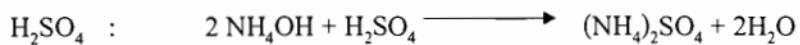
ผู้ที่ทำการเก็บของสารประกอบที่ได้จากกระบวนการวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจนโดยวิธี Kjeldahl ที่ 3 ขั้นตอนคือ

#### 1. การบดอย่างตัวอย่าง (Digestion) ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น มีดังนี้



#### 2. การกลั่น (Distillation) ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น มีดังนี้





### 3. การไห้เกรต (Trituration) หาปริมาณแอมโมเนียปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเมื่ังนี้



#### ส่วนประกอบของเครื่อง Kjeldahl

วิธีการของ Kjeldahl System ที่ประกอบไปด้วย 2 ส่วนหลัก ๆ ที่สำคัญคือ

1. หน่วยย่อย (Digestion Unit) ที่ประกอบด้วยระบบดูดไอกราด (Exhaust System) และเครื่องย่อยโปรตีน (Digest)

2. หน่วยกลั่น (Distilling Unit) ประกอบไปด้วยเครื่องกลั่นในโตรเจน Kjeldahl flask

#### 3.1.2 การทำคุณภาพวิเคราะห์โดยวิธีเจลตัน

วิธีการวิเคราะห์ช้าริมงานในโตรเจนอาจจะหาได้โดยใช้เครื่องมือหาปริมาณในโตรเจนเป็นองค์ประกอบ เมื่อนำมาต้มกับกรดฟิวริกเข้มข้นโดยใช้  $\text{CuSO}_4$  เมื่อตัวเร่งปฏิกิริยาและ  $\text{K}_2\text{SO}_4$  เป็นหัวใจที่ให้ความร้อนของสารละลายเพิ่มขึ้น ในโตรเจนในสารโปรตีนทั้งหมดจะเปลี่ยนไปเป็นเม็ดโมเนียไบซัลเฟต แล้วเติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ลงไปแอมโมเนียไบซัลเฟตจะมีสี變成เป็นเม็ดโมเนียไฮดรอกไซด์ มีลักษณะอยู่ในรูปของเกล็ดแอมโมเนีย แล้วเติมสารละลายกรดเกลือ ที่มีปริมาณมากเกินพอและรักษาเข้มข้นแน่นอน หลังจากนั้นหาปริมาณของแอมโมเนียนไฮดรอกไซด์ที่เกิดขึ้น โดยการไห้เมธิลเรด (Methylred) เป็นอินดิเกเตอร์ จากนั้นนำค่าที่ได้ไปคำนวณหาปริมาณของในโตรเจนทั้งหมด

ส่วนประกอบของเครื่องวิเคราะห์โปรตีนโดยวิธี Kjeldahl ยี่ห้อ BUCHI ประเทศที่ผลิตคือ Switzerland ประกอบด้วย

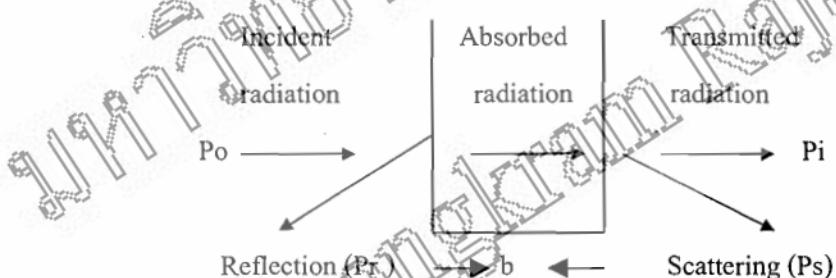
1. ชุดย่อย (Digestion Unit)
2. เครื่องย่อยโปรตีน (Digestion)
3. ระบบดูดไอกราด (Exhaust System)
4. ชุดกลั่น (Distillation Unit)

5. เครื่องกลั่นไนโตรเจน
6. Kjeldahl Flask
7. ถังเก็บโซเดียมไฮดรอกไซด์
8. ถังเก็บน้ำกลั่น

### 3.2 อัลตราไวโอเลตและวิสิบิลスペกโพรสโคปี (Ultraviolet and Visible Spectroscopy)

การคุณค่าลีนแสงหรือรังสีที่อยู่ในช่วงอัลตราไวโอเลตและวิสิบิลซึ่งอยู่ในช่วงความยาวคลื่นประมาณ 190 - 800 นาโนเมตร (nm) ของสารเคมีนั้น ส่วนใหญ่ได้แก่พากสารอินทรีย์ (organic compound) หรือสารประกอบเชิงซ้อน (complex compound) หรือสารอินทรีย์ (inorganic compound) ทั้งที่มีสีและไม่มีสี สมบัติของสารดังกล่าวจะได้นำมาใช้เป็นเครื่องวัดวิเคราะห์ทั้งปริมาณและคุณภาพอย่างกว้างขวาง เพราะวิธีนี้ให้ความถูกต้องแม่นยำและ sensible (sensitivity) สูง โดยอาจทำการวิเคราะห์ห้องปฏิบัติฯ ไม่เสียเวลาในการเตรียมตัวไปใช้พิสูจน์ว่าสารตัวอย่างนั้นเป็นอะไร มีโครงสร้างเป็นอย่างไร อาจจะต้องใช้เทคนิคห้องอุ่นเข้าช่วยด้วย เพื่อให้เกิดความสนใจ เช่น ใช้เทคนิคทาง IR หรือ NMR spectroscopy เป็นต้น

โดยทั่วไป เทคนิควิเคราะห์นั้นแบ่งครึ่งนิยมเรียกว่า ยูวี-วิสิบิล สเปกโพรไฟโตเมตรี แต่ถ้าสารที่ทำการวิเคราะห์มีสีหรือทำให้เกิดสี สารที่มีสีนั้นจะคุณค่าลีนแสงในรูปจิลลิเมต์ อาจเรียกว่า คัลเลอริเมตري (colorimetry)



รูปที่ 3.1 แสดงการเกิดอันตรกิริยาของสารเคมีกับการเพรังสีของแสง

เมื่อให้ลำแสงที่เคลื่อนที่อย่างต่อเนื่อง (continuous beam of radiation) ผ่านเข้าไปในวัสดุจะพบว่าแสงบางส่วนถูกคุณค่าลีนบางส่วนกระเจิงและบางส่วนทะลุออกไป ดังแสดงในรูปที่ 3.1 ถ้าให้แสงที่ทะลุออกไปนั้นผ่านเข้าเครื่องกระจายแสง (ปริซึมหรือเกรตติง) จะเห็นว่าสเปกตรัมหายไปส่วนหนึ่ง ส่วนที่หายไปนี้เรียกว่า สเปกตรัมคุณค่าลีนแสง (absorption spectrum) พลังงานที่ถูก

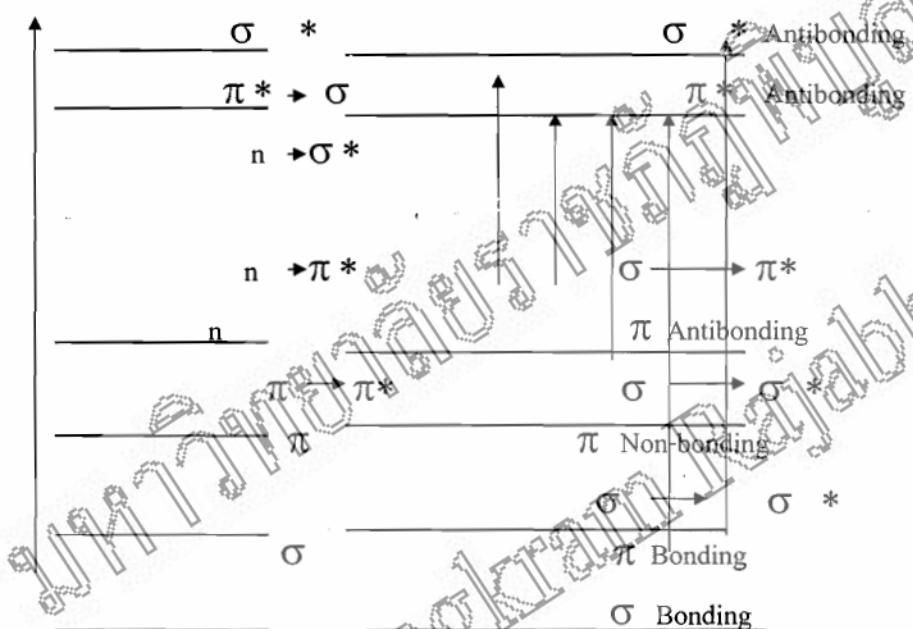
คุณค่าในไปนั้นจะทำให้โมเลกุลหรืออะตอมเปลี่ยนระดับพลังงานจากสถานะพื้น (ground state) ไปยังสถานะกระตุ้น (excited state) ดังรูปที่ 3.2

### 3.2.1 สาเหตุของการคุณค่าในช่วงยูวี - วิสิเบิล (UV-VIS Absorption)

เมื่อแสงที่อยู่ในช่วงยูวี - วิสิเบิล ผ่านเข้าไปในโมเลกุลของสาร สารนั้นจะคุณค่าในช่วงเดียวกันที่ทำให้เกิดมีการเปลี่ยนแปลงระดับพลังงานของอิเล็กตรอน ( electronic transition ) ซึ่งโดยมากจะใช้พลังงานประมาณ 30-150 kcal / mol และอิเล็กตรอนที่เกี่ยวข้อง คือ อิเล็กตรอนที่อยู่ในวงนอกสุดหรืออิเล็กตรอนที่เกิดพันธะแล้ว หรืออิเล็กตรอนที่ยังไม่เกิดพันธะ (non-bonding electron) ซึ่งแต่ละชนิดที่มีพลังงานสูงขึ้น นี้เรียกว่า antibonding orbitals ดังแสดงดังรูปที่

3.2

E



รูปที่ 3.2 แสดง Electronic Energy Levels และ Transitions

การคุณค่าในของโมเลกุลของสารนั้นมักจะเกิดขึ้นในช่วงความยาวคลื่นที่กว้างและยุ่ง มากกว่าการคุณค่าในของอะตอมของธาตุต่าง ๆ เมื่อจากอะตอมไม่มี vibrational และ rotational energy level แต่ของโมเลกุลยังประกอบด้วย energy levels เหล่านี้ด้วย ดังสมการ

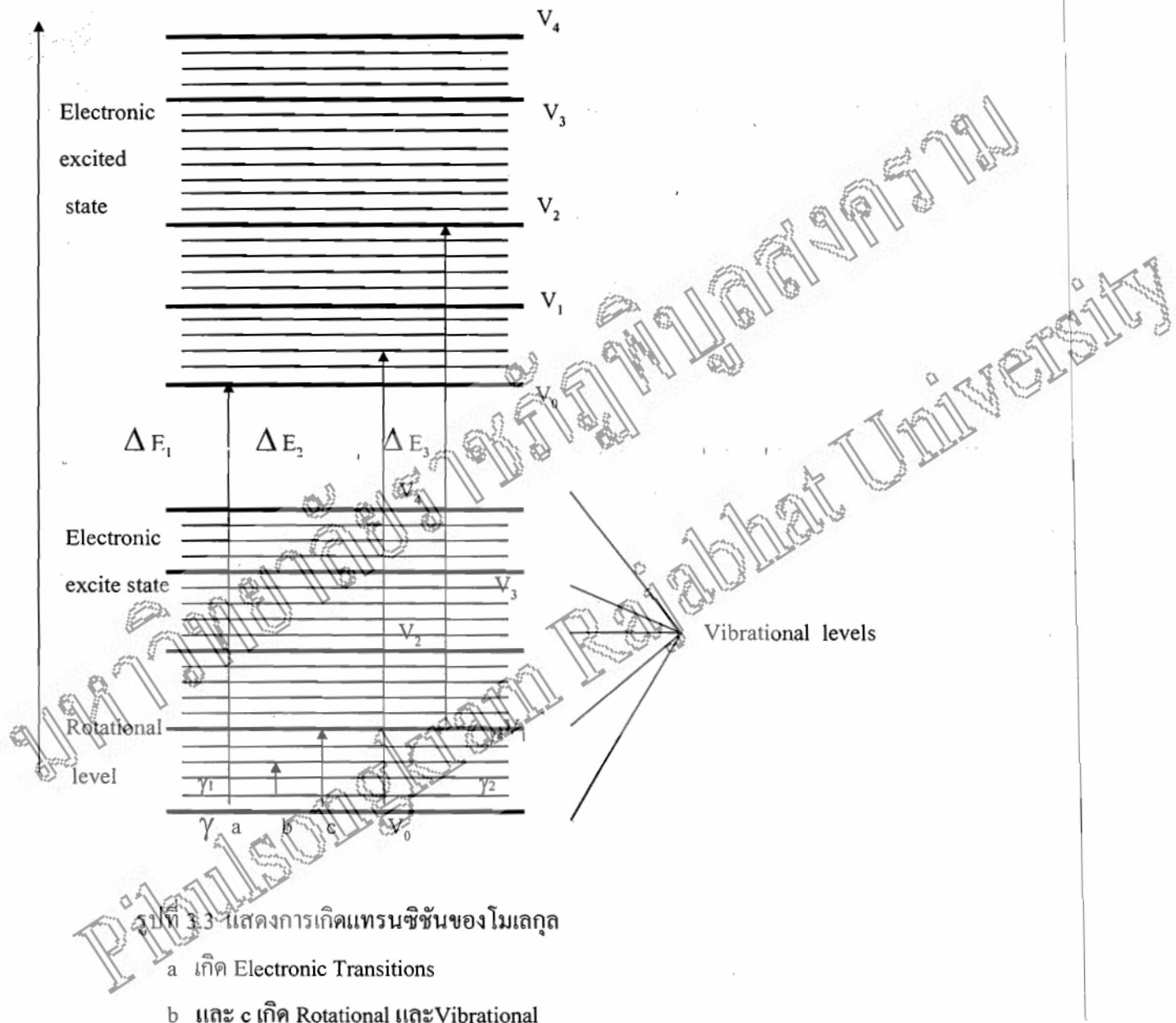
$$E_{\text{total}} = E_{\text{ef}} + E_{\text{rot}} + E_{\text{vib}}$$

$E_{\text{ef}}$  = electronic energy ของโมเลกุล

$E_{\text{rot}}$  = rotational energy ของโมเลกุล

$E_{\text{vib}}$  = vibrational energy ของโมเลกุล

$E_{\text{ef}}$  จะมีค่ามากกว่า  $E_{\text{rot}}$  และ  $E_{\text{vib}}$  ดังนั้น เมื่อมีการเปลี่ยนแปลง electronic energy levels นักจะมีการเปลี่ยนแปลง vibrational energy และ rotational energy ควบคู่กันไปด้วยเสมอ แต่เนื่องจาก energy level เหล่านี้ อยู่ใกล้กันมาก ทำให้  $E_{\text{ef}}$  absorption spectra มีลักษณะเป็น sharp lines ดังรูป



ภาพที่ 3.3 แสดงการเกิดแอนซิชันของโมเลกุล

a เกิด Electronic Transitions

b และ c เกิด Rotational และ Vibrational

สารอินทรีย์ใดที่มี unsaturated functional group สามารถดูดคลื่นแสงในช่วงขรุ-วิสิเบิลได้ซึ่งแสดงถึงความสามารถบดิของมัน นักวิทยาศาสตร์ชื่อ Witt ได้เรียกชื่อกรุ๊ปเหล่านี้ว่า โครโนฟอร์ (chromophore) ตั้งแต่ปี ค.ศ.1879

โครโนฟอร์อย่างง่าย มีด้วยกัน 3 แบบคือ

1. โครโนฟอร์ที่มี multiple bond ระหว่าง 2 อะตอมของชาตุ โดยที่ไม่มี lone pair electrons เช่น สารประกอบที่มีกรุ๊ป  $\text{--C}=\text{C}\text{:}$

2. โครโนฟอร์ที่มี multiple bond ระหว่าง 2 อะตอมของชาตุ โดยที่อะตอมของชาตุหนึ่งมี lone pair of electrons เช่น สารประกอบที่มีกรุ๊ป  $\text{--C}=\text{C}\text{:}$

3. โครโนฟอร์ที่มี benzene ring ได้แก่ สารประกอบ aromatic ไอโอดีฟาร์บอนฟลูอูโรเจนให้ absorption spectra ถึง 3 bands อันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงพลังงาน



### 3.2.2 ผลของตัวทำละลายต่อการดูดคลื่นของแสง (solvent effects)

เมื่อนำโครโนฟอร์ที่มีขั้ว เช่น สารอินทรีย์ที่มีหมุนการใบฟลูอูโรไปละลายในตัวทำละลายที่มีขั้ว (polar solvent) ปรากฏว่าการเกิดอันตรรษณ์ระหว่างสารทั้งสอง ตัวทำละลายจะเข้าไปในกระดับ การเกิดอันตรรษณ์ทำให้เกิด  $\pi \rightarrow \pi^*$  เทคนิชั่นดังนี้ใช้พลังงานเพิ่มขึ้น ถ้าทำให้เกิด  $\pi \rightarrow \pi^*$  ให้พลังงานน้อยลง ดังนั้นถ้าจะทำให้เกิด  $\pi \rightarrow \pi^*$  แก้ไข  $n \rightarrow \pi^*$  ของโครโนฟอร์ที่มีขั้วใช้พลังงานเข้ามาใกล้เคียงกัน ให้ใช้วิธีเพิ่มน้ำมันพลาติก ของตัวทำละลายให้มากขึ้น เช่น ด้วยจากปรากฏการณ์เกิด solvent shift ของเทคนิคเทเคนิชั่น  $n \rightarrow \pi^*$  ไปในการลดพลังงานในการศึกษา UV-spectrum ของ n-nitroso-dimethylamine สำหรับตัวทำละลายต่างๆ ที่ใช้เรียงลำดับการลดพลังงานในการเกิดเทเคนิชั่น  $\pi \rightarrow \pi^*$  cyclohexane > dioxane > ethanol > water สำหรับตัวทำละลายที่เป็นไออการ์บอน ผลกระทบที่เกี่ยวกับ  $\lambda_{\min}$  และ  $\lambda_{\max}$  มีนัยสำคัญมากตามธรรมชาติแล้วสามารถพยากรณ์ได้

### ผลของการสัมผัสรักษาต่อการดูดคลื่นแสง (steric effects)

ในบางกรณีผลของการสัมผัสรักษาต่อการดูดคลื่นแสง การทำให้เกิดอันตรรษณ์ของอิเล็กตรอนเพิ่มขึ้น หรือลดลงได้ ขึ้นกับให้เกิดอันตรรษณ์ใหม่ขึ้น การมี conjugation  $\pi$  orbitals ต่อกันมาก ๆ จะช่วยทำให้  $\pi$  cloud เกิด delocalisation เพื่อให้เกิด resonance interaction มากที่สุด สารประกอบที่มีกรุ๊ปใหญ่ ๆ ต่ออยู่จะทำให้เกิดความยุ่งยากใน coplanarity ของ  $\pi$  system และจะทำให้  $\lambda_{\max}$  เคลื่อนที่ทางความยาวคลื่นที่สั้นกว่า และค่า  $\epsilon_{\min}$  จะลดลง เช่น diphenyl มีค่า  $\lambda_{\max}$  ที่ 246 nm และค่า  $\epsilon_{\max} = 20,000$  ซึ่งเป็น coplanar ring จะมีค่า molar absorptivity สูงกว่าอนุพันธ์ของมันคือ

$0,0\text{-dialkyl diphenyl}$  ซึ่งไม่เกิน planar ring มีค่า  $\lambda_{\max}$  ที่  $250\text{ nm}$  และให้  $\lambda_{\max}\text{ nm}$  ที่  $250\text{ nm}$  และ  $\varepsilon_{\min}$  มีค่า  $2,000\text{ mol}^{-1}\cdot\text{cm}^{-1}$

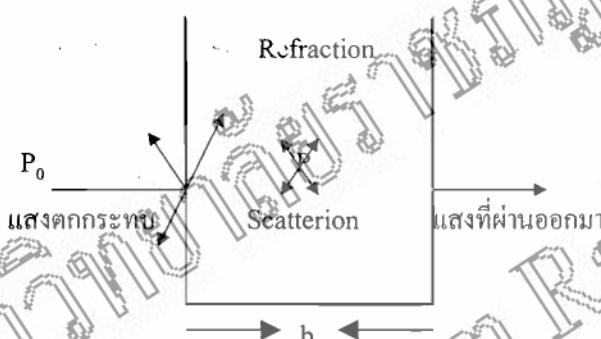
### 3.2.3 การใช้เครื่อง Spectronic สำหรับการวิเคราะห์ทางเคมี

การวิเคราะห์ทางเคมีโดยเครื่อง spectronic เมื่อแสงซึ่งเป็นแม่เหล็กไฟฟ้า (electromagnetic wave) หรือ (electromagnetic spectra) ผ่านผ่านเข้าไปในสารหรือตัวกลาง (medium) จะเกิดปรากฏการณ์ดังนี้

1. แสงอาจเดินทางทะลุออกໄไปได้บ้าง และมีสารบางส่วนที่ถูกดูดกลืน (absorb) จึงทำให้พลังงาน (radiant energy) ของแสงนั้นลดลงบางส่วน

2. ทิศทางของแสงอาจเปลี่ยนแปลงไปเนื่องจากเกิดการสะท้อนกลับหรือการกระเจิง (scattering)

3. พลังงานของแสงอาจถูกดูดกลืน ไว้ทั้งหมดหรือบางส่วน การดูดกลืนนี้รวมไปถึงการถ่ายเทพลังงานสู่สสารหรือตัวกลาง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสมบัติเฉพาะตัวของสาร



รูปที่ 3.4 รูปแสดงรังสีที่ผ่านสารทดสอบในเครื่อง Spectronic

ถ้าให้  $P_0$  แทน radiant energy ที่แสงมีอยู่ก่อนถูกดูดกลืน (absorbed)

$P$  แทน radiant energy ที่เหลือจากการถูกดูดกลืนไปแล้วโดยตัวกลางหรือภายนอก  
radiant power ดังกล่าวคือ  $P$  เป็นปริมาณ (quantity) ที่สามารถวัดได้ หรือ detect ได้โดยการใช้ photocell หรือ phototube

$b$  แทน ความยาวของระยะทางที่แสงผ่านในระบบหรือเป็นความหนาของสารละลาย

อัตราส่วนของ  $P$  (unabsorbed) ที่ผ่านออกมานอกตัวอย่าง (sample) ต่อ  $P_0$

ที่ตัดกระทบ คือค่า transmittance (T) ซึ่งไม่ใช่ transmittancy หรือ transmission ตามปกติโดยทั่วไป

$$\text{ดังนั้น } P/P_0 = T$$

และค่า logarithmฐาน 10 ของส่วนกลับค่า transmittance นิยมเรียกว่าค่า A หรือ absorbance หรือ A ซึ่งไม่ใช่ optical density หรือ absorbancy หรือ extinction ตามปกติ

$$\text{ดังนั้น } \log 1/T = A$$

$$\text{หรือ } \log P_0/P = A$$

กฎต่างๆ ที่เกี่ยวข้องในการวิเคราะห์ทางเคมีโดยวิธี Photometry

#### 1. Bouguer's law หรือ Lambert's law

กฎนี้มีความโดยสรุปว่าเมื่อแสงที่มีความยาวคลื่นเฉพาะค่าหนึ่งผ่านเข้าไปในตัวกลาง หรือ ตัวอย่างในแนวตั้งจาก พลังงานที่ลดลงต่อระยะทางที่แสงผ่านตัวกลางหรือตัวอย่างนั้นจะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับ radiant power ของแสงนั้น เมื่อแสงผ่านสารละลาย แสงที่ถูกดูดกลืนไว้จะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับความหนาของสารละลายนั้น

ถ้า b แทน thickness of solution

$$\frac{-dP}{db} = K_P$$

$$\int_{P_0}^P \frac{dP}{P} = -\int_0^b K_P db$$

$$\ln P_0/P = Kb$$

#### 2. Beer's law หรือ Bierard's law

กฎนี้มีความโดยสรุปว่า radiant power ที่แสงผ่านในสารตัวกลางหรือสารตัวอย่างจะมีค่าลดลงตามความเข้มข้นของสารตัวกลางหรือสารตัวอย่างนั้น อาจกล่าวอีกนัยหนึ่งว่า แสงที่ถูกดูดกลืนไว้ จะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับความเข้มข้นของสารละลาย ซึ่งสามารถเขียนเป็นความสัมพันธ์ได้ดังนี้

$$\log P_0/P = Kc$$

เมื่อ c แทน ความเข้มข้นของสารละลาย

และเมื่อร่วมกับทั้งสองนี้เข้าด้วยกันตามหลักของ variation จะได้ดังนี้

$$\log P_0/P = Kc$$

เมื่อ c แทน ความเข้มข้นของสารละลายน้ำ

และเมื่อร่วมกับทั้งสองนี้เข้าด้วยกันตามหลักของ variation จะได้ดังนี้

$$\begin{aligned}\log P_0/P &= Kbc \\ &= abc \quad (a = \text{absorptivity}) \\ &= A \quad (A = \text{absorbance}) \\ &= \log 1/T\end{aligned}$$

การวิเคราะห์วินิจฉัยวัดค่าการดูดกลืนแสงได้ 2 แบบ ดังนี้

1. วัดเป็นค่า % Transmittance หรือ %T

2. เป็นค่า Absorbance หรือ A

ค่าทั้ง 2 มีความสำคัญดังนี้

$$\begin{aligned}A &= \log \frac{1}{T} \\ &= \log \frac{100}{100T} \\ &= -\log \frac{100T}{100} \\ &= -\log \% T + 2 \\ &= 2 - \log \% T\end{aligned}$$

ดังนั้นค่า absorbance จะมีค่าสูงสุดไม่เกิน 2 โดยทั่วไปแล้วในเครื่องมือที่ใช้การดูดกลืนแสงจะสามารถอ่านค่าได้ทั้ง 2 แบบ

สารต่างๆ จะมีคุณสมบัติในการดูดกลืนแสงในช่วงความยาวคลื่นที่ไม่เท่ากันขึ้นอยู่กับการเปลี่ยนแปลงพลังงานหรือระดับพลังงานในโมเลกุลหรืออะตอมของสาร สารบางอย่างอาจดูดกลืนพลังงานความยาวคลื่นค่าหนึ่งได้ ขณะที่สารอีกชนิดหนึ่งสามารถดูดกลืนได้ในอีกความยาวคลื่นหนึ่งอาศัยหลักการนี้ทำให้สามารถที่จะใช้ในการวิเคราะห์หาปริมาณสารได้ในการวัด

จะต้องหาค่าความยาวคลื่นที่สารที่ต้องการทดสอบมีการดูดกลืนดีที่สุด แสดงถึงคุณสมบัติของสารนั้นว่ามีการดูดกลืนแสงดีที่สุดเมื่อนำสารที่ต้องการทดสอบ (ต้องทำให้สารอยู่ในรูปของสารละลายจึงสามารถหาค่าการดูดกลืนได้) มาทดสอบเครื่องจะแสดงค่า A หรือ %T ตามที่ต้องการบอกให้ทราบถึงความสามารถในการดูดกลืนของสาร ค่าที่ได้ควรที่จะหักค่าการดูดกลืนของสารอื่นดังนั้นจึงควรหาค่ามาตรฐานหรือ blank (ในการทดลองนี้ใช้น้ำกัลล์เป็น blank ) เพื่อหักเอาค่าการดูดกลืนของสารอื่นออกไป

### 3.2.4 การวิเคราะห์สารเชิงปริมาณ

การหาความยาวคลื่นที่เหมาะสมเป็นการหาเชิงคุณภาพแต่การหาสารในเชิงปริมาณต้องทำ standard curve ซึ่งทำได้โดยการสร้างกราฟระหว่างค่าการดูดกลืนต่อค่า A หรือ %T ซึ่งจะได้กราฟที่เป็นเส้นตรงหรือเส้นโค้ง เมื่อนำสารที่ต้องการทราบค่าความเข้มข้นมาวิเคราะห์จะได้วัดค่าการดูดกลืน A หรือ %T (ค่าที่ได้ไม่ควรเกิน กราฟของสารมาตรฐาน ถ้าเกินควรลดปริมาณของสารที่สักดลง)แล้วนำค่าที่ได้มาเบริญเทบในกราฟสารละลายน้ำที่เราได้ตั้งไว้จะทราบปริมาณของสารที่ทดสอบว่ามีปริมาณสารอยู่เท่าใด แล้วนำไปคำนวณหาค่าความเข้มข้น ต่อไป

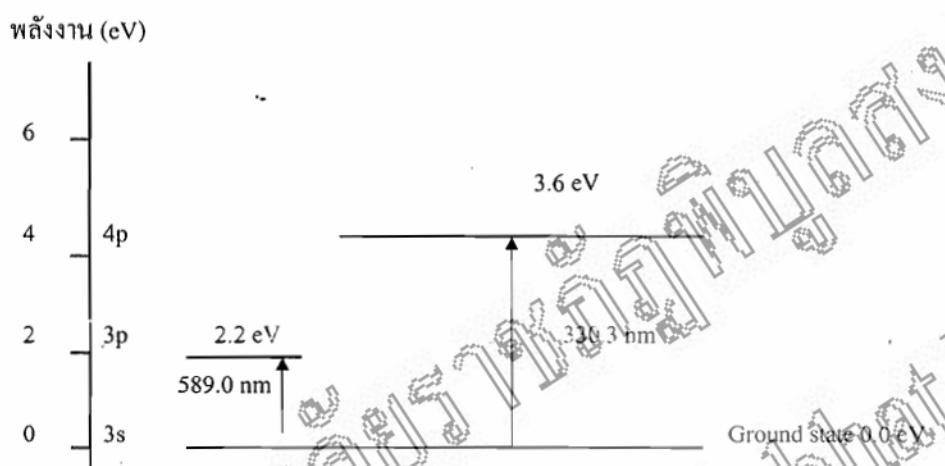
## 3.3 อะตอนมิกแอบซอร์พชันสเปกโตรสโคปี( Atomic Absorption Spectroscopy, AAS)

เทคนิคทาง AAS เป็นเทคนิคการวิเคราะห์ด้วยไฟฟ้าซึ่งสามารถทำได้ทั้งทางเชิงปริมาณและคุณภาพที่ได้รับความนิยมมากวิธีหนึ่ง เพราะเป็นเทคนิคที่ให้ความเที่ยง ความแม่นยำ มีคุณภาพ รวดเร็ว และเป็นเทคนิคที่เฉพาะที่ถูกออกแบบมาสำหรับกับค่าใช้จ่ายในการวิเคราะห์ไม่สูงมาก และเทียบกับในขั้นนี้สูงมาก เพราะสามารถวิเคราะห์ธาตุต่างๆ ได้สูงถึง 67 ธาตุ ซึ่งนับได้ว่ามากพอควร สำหรับเครื่องมือเพียงอย่างเดียวที่ไม่ทำการทำงานเป็นไปอย่างมีคุณภาพและประสิทธิภาพ

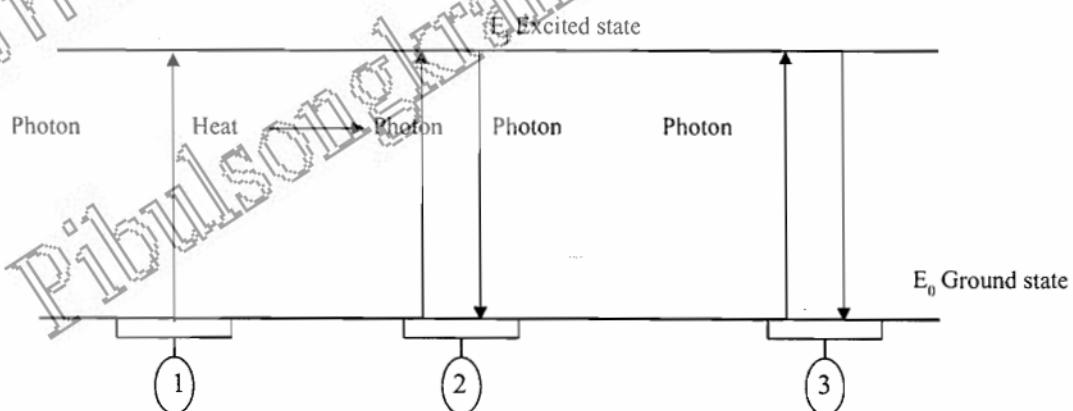
### 3.3.1 หลักการของอะตอนมิกแอบซอร์พชัน ( Principle of Atomic Absorption )

อะตอนมิกแอบซอร์พชันเป็นกระบวนการที่เกิดจากอะตอนเสรีของธาตุดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น อันหนึ่งโดยเฉพาะ ซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดของธาตุ ธาตุแต่ละชนิดจะมีระดับพลังงานแตกต่างกัน จึงมีการดูดกลืนพลังงานแตกต่างกัน เช่น อะตอนของโซเดียมจะดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 589 นาโนเมตร เพราะแสงที่มีพลังงานพอดีที่จะทำให้อิเล็กตรอนของโซเดียมอะตอนเกิดการเปลี่ยนแปลงสถานะจากสถานะพื้นไปสู่สถานะกระตุ้น ดังแสดงในรูปที่ 3.2 ซึ่งเห็นว่า

ความยาวคลื่นเหล่านี้จัดเป็น spectroscopic line ของอะตอมมิกสเปกตรัม ซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะตัวของธาตุแต่ละชนิด ในการทำให้อะตอมของธาตุในสารประกอบเกิดเป็นอะตอมเสรีนั้น ต้องมีการดุดกลืนพลังงานเข้าไปซึ่งอาจจะเข้าไปอยู่ในรูปต่าง ๆ กัน เช่น พลังงานความร้อนจากเปลวไฟ หรือความร้อนจากไฟฟ้าเป็นต้น ทำให้เกิดการแตกตัว (dissociation) หรือการเปลี่ยนเป็นไอ (vaporization) หรือ อาจแตกตัวเป็นอะตอม หรือทำให้อะตอมตกอยู่ในสถานะกระดับ หรือกล้ายเป็นไออ่อนก็ได้



รูปที่ 3.5 แสดงระดับพลังงานของอะตอมไนโตรเจน  $^{23}_{11}\text{Na}^+$  ( $1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^1$ )



รูปที่ 3.6 แสดง Transition Diagram

1. อะตอมมิกแอบชอร์พชัน
2. อะตอมมิกอิมิสชัน
3. อะตอมมิกฟลูออเรสเซนซ์

การเกิดอะตอมมิกแอบชอร์พชันและฟลูออเรสเซนซ์นี้ลักษณะดังแสดงดังรูปที่ 3.2 ซึ่งเป็นการเกิดแทนนิชั่นจากสถานะพื้นไปยังสถานะกระตุ้นระดับแรก (first excited state) มีอยู่คู่ด้วยกัน 3 แบบคือ

แบบที่ 1 เมื่ออิเล็กตรอนเปลี่ยนระดับพลังงานจากสถานะพื้นไปยังสถานะกระตุ้นระดับแรกโดยการคูลคลีนพลังงานจากไฟตอนเป็นอะตอมมิกแอบชอร์พชัน

แบบที่ 2 เมื่ออิเล็กตรอนได้รับพลังงานจากความร้อน ทำให้อิเล็กตรอนเปลี่ยนระดับพลังงานไปยังสถานะกระตุ้นในระดับแรก แล้วปล่อยพลังงานออกมามีอกลับสู่สถานะพื้นของไฟตอนออกมารายกว่าอะตอมมิกอิมิสชัน

แบบที่ 3 เมื่ออิเล็กตรอนได้รับพลังงานจากไฟตอนที่มาจากสเปกตรัมทำให้เปลี่ยน ระดับพลังงานไปยังสถานะกระตุ้น เมื่อกลับมา สู่สถานะพื้นจะได้ไฟตอนออกมารายกว่าเป็นการเกิดอะตอมมิกฟลูออเรสเซนซ์

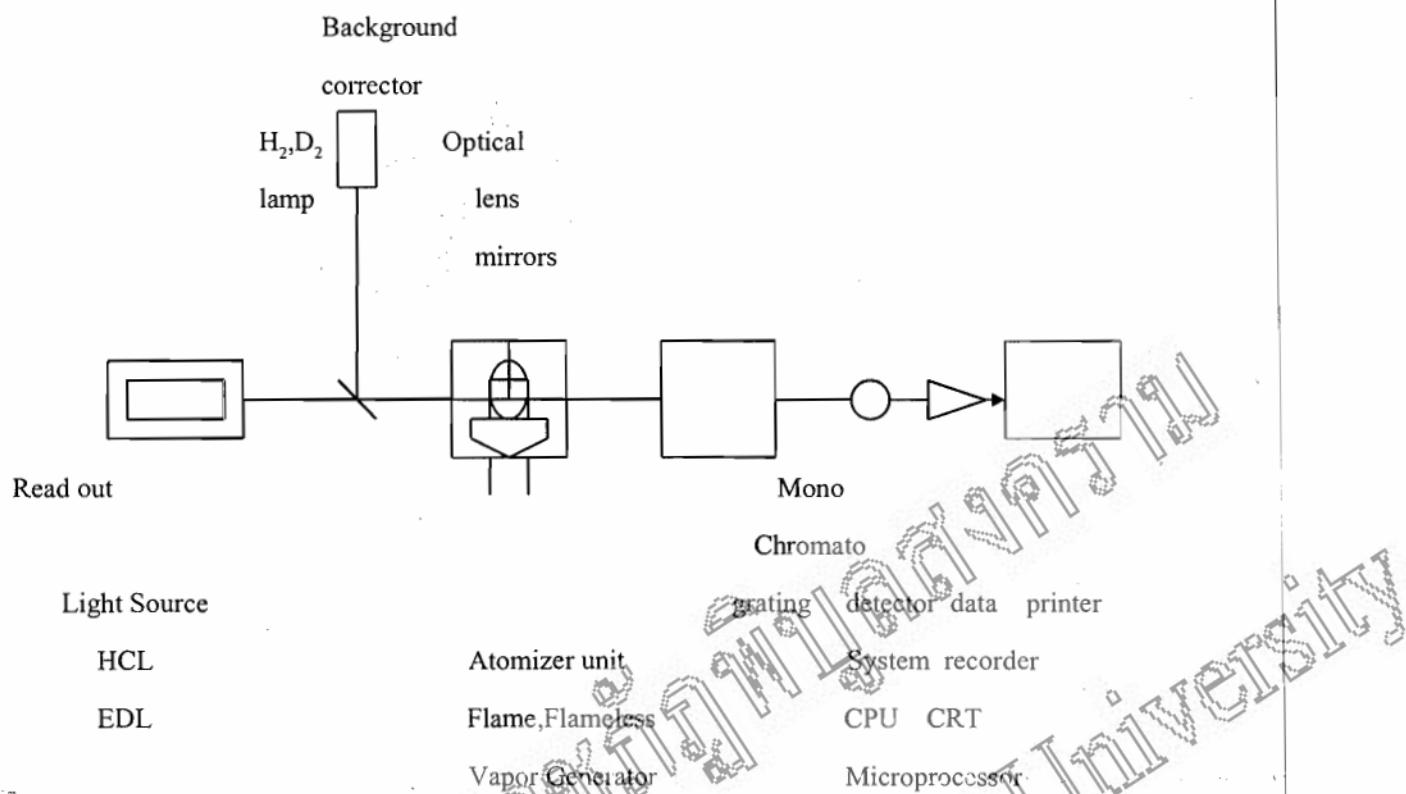
### 3.3.2 เทคนิคต่างๆ ที่ใช้ในการวิเคราะห์ด้วยวิธี AAS

1. ใช้ Flame Atomization Technique เทคนิคนี้ใช้กระบวนการทำให้หัวอย่างแตกตัวเป็นอะตอมด้วยเปลวไฟ (flame) ที่เหมาะสม

2. ใช้ Flameless Technique หรือ Non-flame Atomization Technique ซึ่งเทคนิคนี้ใช้กระบวนการทำลายตัวอย่างให้ถลวยตัวเป็นอะตอมโดยไม่คำนึงถึงความร้อนจากการกระแสไฟฟ้า (electrothermal atomizer หรือ graphite furnace) โดยสามารถตั้งโปรแกรมให้อุณหภูมิของการเผาที่มีค่าต่าง ๆ กันและใช้เวลาที่ต่างกัน

3. ใช้ Hydride Generation Technique เมื่อจากธาตุบางชนิดจะเปลี่ยนเป็นอะตอมโดยตรงด้วยเทคนิคนี้ และ 2 ปีนี้ได้ แต่จำเป็นต้องใช้วิธีทำให้แตกตัวใน บรรยายกาศที่ปราศจากออกซิเจนเพื่อป้องกันการรวมตัวกับออกซิเจนของชาตุเหล่านี้ ดังนั้นจึงต้องใช้วิธีทำให้ชาตุเหล่านี้ถลวยเป็นสารที่เป็นไอได้ง่าย ๆ ที่อุณหภูมิห้องด้วยการรีดิวช์ให้เป็นไฮไครค์ แล้วให้ไฮไครค์นั้นผ่านเข้าไปในเปลวไฟไฮโตรเจน

4 ใช้ Cioud Vapor Generation Technique สำหรับเทคนิคนี้หมายความว่าที่จะใช้เป็นวิธีวิเคราะห์ธาตุบางชนิดที่สามารถเปลี่ยนเป็นไอได้ง่าย ๆ ซึ่งได้แก่การวิเคราะห์protoที่มีปริมาณน้อยโดยเฉพาะ



รูปที่ 3.7 แสดงแผนภาพของอุปกรณ์เครื่องมือ Atomic Absorption Spectrophotometer

3.3.3 องค์ประกอบที่สำคัญของเครื่องอะตอมิกแสปชันสเปกโตรโฟโตมิเตอร์

1. แหล่งกำเนิดแสง (light source)
2. ส่วนที่ทำให้ธาตุถูกแยกเป็นชั้นๆ น้ำ汽化 (atomizer)
3. โมโนโครเมเตอร์ (monochromator) ซึ่งใช้แยกแสงให้ได้ความขาวคลื่นของแสง
4. คิวเดกเตอร์ (detector)
5. เครื่องประมวลผลและอ่านผล (data system and read-out unit)

เครื่อง AAS แสดงด้วยแผนภาพดังรูปที่ 3.7 ซึ่งมีลักษณะคล้ายกับเครื่อง ยูวี – วิสิบิล สเปกโตรโฟโตมิเตอร์มาก ที่แตกต่างกันเฉพาะส่วนที่ 1 และ 2 เท่านั้น นอกนั้นจะเหมือนกัน

ตารางที่ 3.2 แสดงการใช้ปัลว่าไฟที่เหมาะสมสำหรับการวิเคราะห์ชาติต่างๆ

ตัวเลขที่อยู่ใต้สัญลักษณ์ของราศี แสดงถึงความบ้าวากลืน(กม) ที่ใช้วัดการคุกคัก

ตัวเลือกที่นิยมอย่างสุด นกกระเรียนจะร้องปีกไว้ไฟที่ใช้ในการวิเคราะห์

1 = air-acetylene

1+ = fuel-rich air-acetylene

2 = air-propane or air-natural gas

3 = nitrous oxide -acetylene

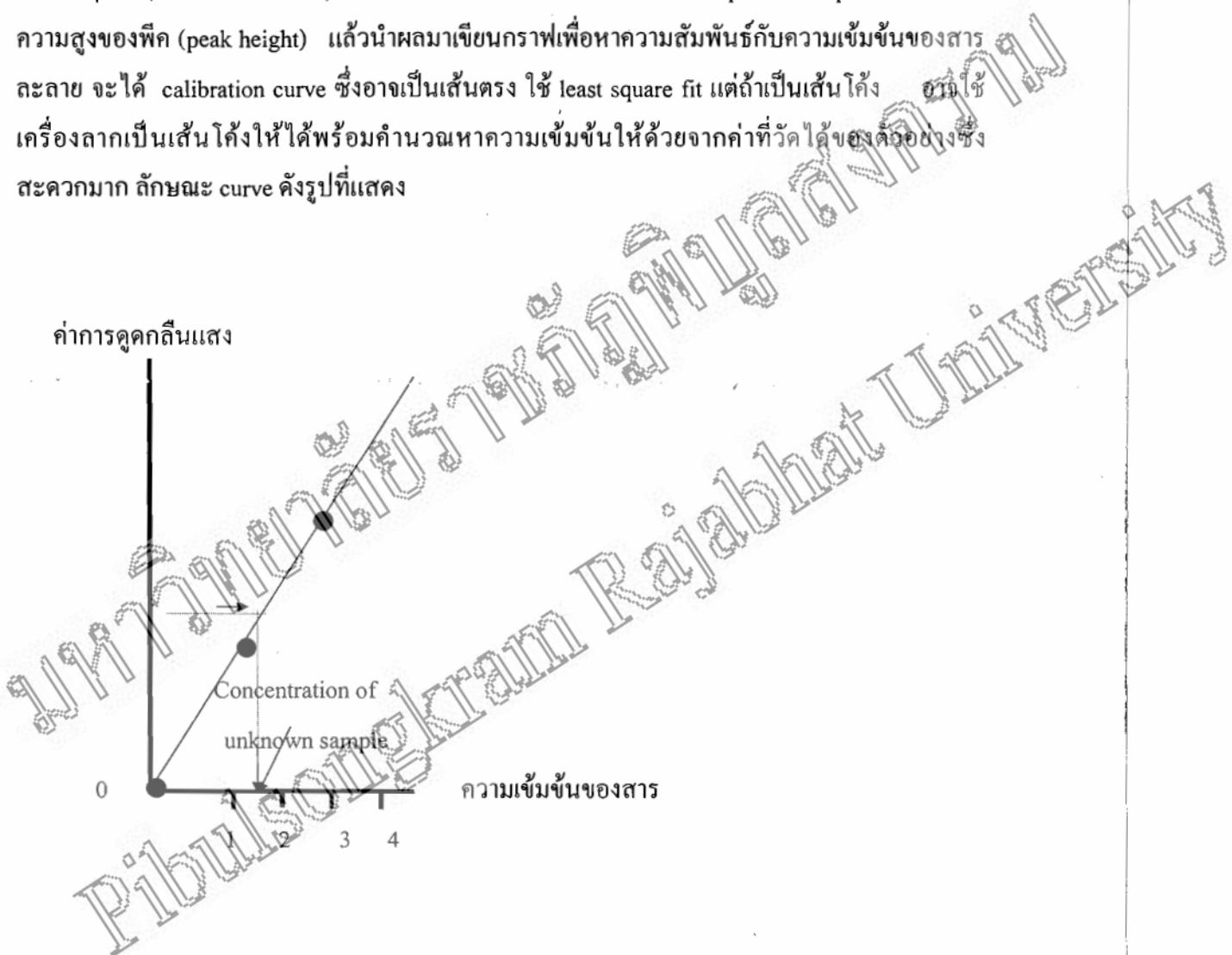
(ที่มา : หนังสือเรียน เคมีวิเคราะห์ ภาคบังคับ "Principle and Techniques of Instrumental Analysis" p.337)

ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ จพalgoeng มหาวิทยาลัย.2534.)

### 3.3.4 การทำปริมาณวิเคราะห์ด้วยเทคนิค AAS (Quantitative Analysis) สามารถทำได้หลายวิธี

#### 1. Calibration Method

ในการนี้ตัวอย่างไม่ค่อยมีสิ่งรบกวนและตัวอย่างเจือจาง อาจจะทำการวิเคราะห์ได้ง่าย โดยเทียบกับสารมาตรฐานที่ทราบค่าแน่นอนแล้ว วิธีที่นิยมใช้กันทั่วไป โดยปรับสัญญาณที่ได้จาก blank ให้เป็นศูนย์ แล้วจึงวัดค่าตอบซอร์เบนซ์ของสารละลายน้ำที่ความเข้มข้นต่างๆ กัน (4 - 5 ความเข้มข้น) เมื่อใช้ flameless atomization technique จะวัด peak area หรือความสูงของพีค (peak height) แล้วนำผลมาเขียนกราฟเพื่อหาความสัมพันธ์กับความเข้มข้นของสารละลายนะจะได้ calibration curve ซึ่งอาจเป็นเส้นตรง ใช้ least square fit แต่ถ้าเป็นเส้นโค้ง อาจใช้เครื่องลากเป็นเส้นโค้งให้ได้พร้อมคำนวณหาความเข้มข้นให้ด้วยจากค่าที่วัดได้ของตัวอย่างซึ่งจะสะดวกมาก สักยามจะ curve ดังรูปที่แสดง



รูปที่ 3.8 กราฟแสดงความสัมพันธ์ค่าการดูดกลืนของแสงกับความเข้มข้นของสาร

สิ่งที่สำคัญจะต้องไม่ลืมว่า calibration curve ที่ได้ใช้ได้เฉพาะการวิเคราะห์แต่ละครั้งเท่านั้นเมื่อจะวิเคราะห์ใหม่จะต้องทำใหม่ ทั้งนี้ เพราะ parameters ต่างๆที่ใช้อาจเปลี่ยนแปลงได้

## 2. ใช้ Factor Method

วิธีนี้จะใช้ได้มีอ.calibration curve เป็นเส้นตรง ซึ่งทำให้วิธีนี้ทำได้ง่ายขึ้น โดยนำสารละลายตัวอย่าง มา 2 ส่วนเท่า ๆ กัน (X และ Y) และปริมาตรเป็น Vz นำส่วน X มาเติมสารละลายน้ำตราชูนลงในปริมาตร Vs แล้วนำสารละลายทั้งสองส่วนไปวัดค่าแอนชอร์แบบซ้ำเป็น Ax และ Ay ตามลำดับ ถ้า

$$\begin{aligned} \text{Cu} &= \frac{\text{Ay}}{\text{Vs}} \text{Cs} \\ &= (\text{Ax}-\text{Ay})\text{Vz} \end{aligned}$$

เพื่อให้ผลการวิเคราะห์โดยวิธีนี้ดีที่สุด skaureต่าง ๆ ควรจะคือกันถูกคือ

1. calibration curve จะต้องเป็นเส้นตรง
2. ค่าแอนชอร์แบบซ้ำได้คือค่า Ax ควรจะต้องเป็นประมาณ 2 เท่าของ Ay
3. Vs ควรน้อยกว่า Vz มาก ถ้าเพื่อให้การเพิ่อของสารละลายน้ำตัวของน้ำตราชูน เกินไปเนื่องจากการเติมสารละลายน้ำตราชูน
4. ความเข้มข้นของสารมาตรฐาน Cs ควรจะต้องมากกว่าความเข้มข้นของสารละลายน้ำตัวอย่าง Cu มาก ๆ

## 3. ใช้ Standard Addition Method

จะเห็นว่าการทำการวิเคราะห์แบบ calibration curve ในการวิเคราะห์สารนั้นต้องมีสัญญาณที่วัดได้ไม่ใช่เป็นแต่เพียงส่วนที่ทำการวิเคราะห์เท่านั้น แต่มันรวมถึงสัญญาณที่วัดได้จากสารอื่น ๆ ที่มีอยู่ในสารละลายตัวอย่าง ด้วยเหตุนี้จึงทำให้ผลการวิเคราะห์ค่าคาดเคลื่อนได้ ดังนั้นในการแก้ไขปัญหาที่เกี่ยวกับ matrix effects และ interference จึงควรทำ standard addition method ซึ่งทำได้โดยแบ่งสารละลายน้ำตัวอย่างออกเป็น 4 - 5 ส่วน นำแต่ละส่วนมาเติมสารละลายน้ำตราชูนที่มีความเข้มข้นต่าง ๆ กันลงไป ( $C_1, C_2, C_3, C_4, C_5, \dots$ ) จำนวนปริมาตรเท่ากัน ส่วนสารละลายสุดท้ายนำมาเติมเฉพาะตัวทำละลายให้มีปริมาตรเท่ากัน นำสารละลายทั้งหมดไปวัดค่าแอนชอร์แบบซ้ำแล้วนำมาเขียนกราฟระหว่างความเข้มข้นของสารละลายน้ำตราชูนที่เติมลงไป ด้วย least square fit ดังรูปที่ 2.11 ความเข้มข้นของสารละลายตัวอย่างหาได้จาก extrapolating ไปตัดแกนความเข้มข้น

การวิเคราะห์ด้วยวิธีนี้จะเห็นว่าสารละลายนั้นหมดทุกความมีลักษณะเหมือนกันหมดไป ด้วยจึงหักล้างกันไป และการวิเคราะห์ด้วยวิธีนี้สามารถถูกได้ว่าสารตัวอย่างมี matrix effects มาก น้อยเพียงใดได้ด้วย โดยเทียบค่าของ slope ของ curve ทั้งสอง ( เส้นที่เป็น standard addition method เส้นประเป็นของ standard solution ซึ่งไม่มี interferences ถ้าทั้งสองเส้นนี้ค่า slope เท่ากัน แสดงว่าสารละลายนั้นไม่มี interferences )

#### 4. ใช้วิธีเจือจาง (Dilution Method)

วิธีนี้จะใช้ได้กับการวิเคราะห์ตัวอย่างที่มี interference โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ในกรณีการเกิด enhancement คือค่าแบบชอร์แบนซ์จะวัดได้มากกว่าค่าปกติ เนื่องจากเกิดข้ออุปสรรคในเชิงน วิธีนี้สามารถทำได้โดยการเติมสารละลายน้ำที่ประกอบด้วยธาตุที่ไม่อยู่ในตัวอย่างไปในสารละลายน้ำตัวอย่างและสารละลายน้ำมาตรฐานมากเกินพอดังนั้นค่าที่ได้จะลดลงมาเป็นไป ทำให้สารละลายน้ำตัวอย่างไม่ได้

#### 5. ใช้วิธีการ Internal Standard Method

วิธีการวิเคราะห์นี้อาศัยหลักการเติมมาตรฐาน (reference element) นั่น เป็นค่าคงคลันที่ต้องการวัดค่าแบบของเบนซ์ที่ต้องการวัดค่าของสารที่ต้องการวัดค่า เช่น วิธีการวิเคราะห์ตัวอย่างที่ต้องการวิเคราะห์ Au และ As ระหว่างสารละลายน้ำตัวอย่างและสารละลายน้ำฐาน(Au / As) จากนั้นนำไปเขียนกราฟกับค่าของ Au ที่ต้องการวิเคราะห์จะได้ calibration curve เพื่อใช้ หาความเข้มข้นของสารละลายน้ำตัวอย่างต่อไป สำหรับวิธีนี้จะใช้ได้ดีที่สุด

1. ตัวอย่างจะต้องไม่มีธาตุที่ใช้เป็นมาตรฐาน(reference element)

2. ต้องตัวอย่างและสารมาตรฐานจะต้องมีลักษณะและคุณสมบัติทางเคมีเหมือนกัน

เทคนิคนี้อาจค่อนข้างลำบากในการทำ แต่สามารถทำได้ง่ายถ้าเป็นเครื่อง atomic absorption spectrophotometer ชนิดที่มี 2 channel

#### 3.3.5 用途 ของ AAS ที่ใช้ในงานวิเคราะห์ทางเคมี (Applications of AAS)

เนื่องจากเทคนิคทาง AAS นั้นเป็นที่นิยมกันมากในการวิเคราะห์ธาตุแทนทุกชนิดของตัวอย่าง ไม่ว่าจะเป็นของแข็งหรือของเหลว หรือแก๊ส ซึ่งอาจสรุปได้ดังนี้

1. ใช้ในงานวิเคราะห์เพื่อการเกษตร (agricultural) เช่นการวิเคราะห์คิน พืชและปุ๋ย เป็นต้น

2. ใช้ในการวิเคราะห์เพื่อการแพทย์และทางชีวเคมี (clinical and biochemistry) เช่น การหาปริมาณของธาตุ Ca Cu Pb Na K Fe Zn As และอื่น ๆ ในเลือด ปัสสาวะ และเนื้อเยื่อ

3.ใช้ในงานวิเคราะห์เพื่อการหาโลหกรรม(Metallurgy) เช่นการตรวจวิเคราะห์โลหะ  
ผสมต่าง ๆ หาปริมาณสารเจือปนต่าง ๆ ในโลหะบริสุทธิ์

4.ใช้ในงานวิเคราะห์พากน้ำมัน และเพื่อการปิโตรเลียม ( oil and petroleum ) เช่น  
การหาองค์ประกอบที่เป็นโลหะของน้ำมันหล่อลื่น และน้ำมันเครื่อง น้ำมันปิโตรเลียม น้ำมันเชื้อ<sup>เพลิง</sup>

5.ใช้ในงานวิเคราะห์พากแร่และวัสดุต่าง ๆ (mineral and materials)

6.ใช้ในการวิเคราะห์น้ำจากแหล่งต่าง ๆ เช่นน้ำบาดาล น้ำเสีย น้ำทิ้ง น้ำแร่ จาก  
แหล่งธรรมชาติ

7.ใช้ในงานวิเคราะห์สิ่งแวดล้อม

8.ใช้ในงานวิเคราะห์ทางอาหารและยา

9.ใช้ในงานวิเคราะห์ห้าสารอื่น ๆ

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูล侈ogrampibulsongkram Rajabhat University

## บทที่ 4

### วิธีการทดลองและอุปกรณ์

#### 4.1 การเตรียมดินตัวอย่าง

##### 1. การเก็บดินตัวอย่าง

บริเวณสถานที่เก็บดินตัวอย่าง ดินตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้เป็นดินที่ปลูกอ้อยโดยการทำการทำเก็บดินตัวอย่างตามอำเภอต่าง ๆ ที่ปลูกอ้อยในจังหวัดพิษณุโลกตามแหล่งต่าง ๆ ดังนี้

ตัวอย่าง	สถานที่เก็บตัวอย่าง
SP1	อำเภอเมือง
SP2	อำเภอวัดโบสถ์
SP3	อำเภอพรหมพิรุณ
SP4	อำเภอบางกระพัน
SP5	อำเภอหนองระกำ
SP6	อำเภอวังทอง

##### 2. เวลาที่เก็บดินตัวอย่าง

ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างจากพื้นที่ของเกษตรกรตามอำเภอต่างๆ ของจังหวัดพิษณุโลก ดังตาราง จำนวนทั้งหมด 9 จุด เก็บตัวอย่างในช่วงเดือนเมษายน 2543

##### เครื่องมือและอุปกรณ์เก็บตัวอย่างดิน

1. Auger หรือ พลั่ว, เสียม
2. ผ้าพลาสติกที่สะอาดขนาด 30 X 30 นิ้ว
3. ถุงพลาสติก
4. เครื่องบดดินหรือครกกระแสไฟฟ้าเคลื่อนพรมทั้งลูกครกหรือลูกกลิ้ง
5. กล่องดินตัวอย่างชุดนิ่มได้ ประมาณ 500 กรัม
6. ตะแกรงทองเหลืองขนาด 2.00 มม และ 0.5 มม

วิธีการเก็บตัวอย่างดิน ทำการสูบเก็บตัวอย่างดิน ในแต่ละแปลง (ขนาด 30 x50 ตาราง เมตร ) ในแนวเขตลักษณะพื้นป่า โดยใช้พลาสติก ทำการเก็บ 10 - 15 จุด ต่อหนึ่งแปลงให้มี ความลึกประมาณ 20 ซ.ม.

#### การเตรียมดินตัวอย่าง

1. นำดินตัวอย่างแต่ละแปลงมาผึ่งลมให้แห้งในที่ร่ม แล้วทำการบดดินตัวอย่างให้ แตกเป็นก้อนเล็ก ๆ พร้อมทั้งเกลี่ยให้แผ่นออกเป็นแผ่นบาง ๆ บนถาดพลาสติก

2. เลือกเก็บก้อนกรวด หิน เศษหิน ที่มีขนาดใหญ่รวมทั้งหากไม้ออกทิ้งไปหลังจาก ตากดินให้แห้งสนิทในอากาศ แล้วทำการคลุกเคล้าดินให้ผสมกันอย่างทั่วถึง แล้วใช้พลาสติก กันน้ำหยอดเป็น 4 ส่วนเท่า ๆ กัน (Quatering) นำเอาส่วนที่อยู่ตรงกันข้ามกันมาใส่ภาชนะเอาไว้ กลุ่ม ส่วนที่เหลือให้ผสมกันอย่างทั่วถึงอีกครั้งหนึ่งแล้วเก็บดินให้เป็นแผ่นบางๆ รูปทรงกลมแล้วทำการแบ่ง เป็นส่วนๆแล้วทำการเหมือนตอนแรกให้ดินเหลือประมาณ 100 กรัม (ในส่วนที่เหลือสุดท้าย)

3. นำเอาดินส่วนสุดท้ายจากข้อ (3) มาบดให้ละเอียดด้วยครก (Mortar)จนสามารถกรอง ผ่านตะราชร่างขนาด 100 เมช \* (mesh) แล้วทำการเก็บดินใส่ถ่องพลาสติก ติด ฉลาก ติดชื่อเมืองที่ มา เพื่อเก็บไว้ทำการวิเคราะห์ต่อไป

\* เมช (mesh) เป็นหน่วยวัดขนาดภายในรูของตะราชร่อง นอกต้องมีขนาดของต่อน้ำเช่น ถ้ามีขนาด 100 เมช หมายถึงตะราชร่องที่มีจำนวนช่อง 100 x 100 ช่องต่อหนึ่งตารางนิ้ว

การเก็บตัวอย่างดินไม่ควรเก็บในบริเวณที่เป็นทางเดินของน้ำหรือร่องน้ำตามริมน้ำ ให้ด้าน ไม้ น้ำ หรือที่เป็นกองของปูยามาก่อน บริเวณที่ชื้นและเยื้องดัน

#### 4.2 การวิเคราะห์ห้าในตอรเจน

การวิเคราะห์ห้าในตอรเจนในดินนิยมวิเคราะห์ห้า total nitrogen และในตอรเจนในรูปที่ เป็นประโยชน์ต่อพืช (available nitrogen) เช่น  $\text{NH}_4^+$ , และ  $\text{NO}_3^-$  ซึ่งมีอยู่น้อยมาก การวิเคราะห์  $\text{NH}_4^+$ , และ  $\text{NO}_3^-$  จะบอกแต่เพียงว่า สภาพของดินในขณะเก็บตัวอย่างนั้นมีระดับ  $\text{NH}_4^+$  หรือ  $\text{NO}_3^-$  เท่าไร และในขณะเก็บตัวอย่างนั้นพืชมี supply ของ  $\text{NH}_4^+$  หรือ  $\text{NO}_3^-$  เพียงพอหรือไม่เท่านั้นจะไม่สามารถ ใช้วัดระดับในตอรเจนของดินสำหรับระยะเวลานานได้ เมื่อจากระดับ  $\text{NH}_4^+$  และ  $\text{NO}_3^-$  ในดินมีการ เปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ

การวิเคราะห์ total nitrogen ที่ยอมรับมี 2 วิธี คือ

1. Dumas Method เป็นวิธี dry oxidation ซึ่งเป็นวิธีที่ยุ่งยาก เสียเวลา จึงไม่เป็นที่นิยม
2. Kjeldahl Method เป็นวิธี wet oxidation เป็นวิธีที่นิยมแพร่หลาย ประกอบด้วย 3 ขั้น

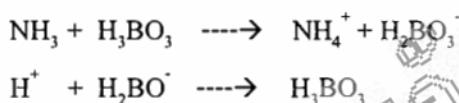
## 2. ตอนคือ

2.1 การย่อยตัวอย่างดิน ( digestion ) เป็นการเปลี่ยน N ในตัวอย่างให้เป็น  $\text{NH}_4^+$  โดยการย่อยด้วย  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ที่เข้มข้นและสารเคมี  $\text{K}_2\text{SO}_4$  ซึ่งจะช่วยทำให้อุณหภูมิสูงขึ้น (ปกติจะใช้  $\text{K}_2\text{SO}_4$  0.2 – 0.3 กรัม ต่อ  $\text{H}_2\text{SO}_4$  1 Ml) และมี catalyst Se หรือ Cu ช่วยทำให้อินทรีย์ตัดถูกย่อยสถาบันเร็วขึ้น

2.2 การกลั่น ( distillation ) เป็นการกลั่น  $\text{NH}_4$  ในของเหลวที่ย่อยได้ ด้วยค่าง แล้วเก็บ  $\text{NH}_3$  ในรูป boric acid

2.3 การ titration ( titration ) ไทเทրต์  $\text{NH}_3$  ที่เก็บใน boric acid ด้วยกรดที่เรามีขึ้น ขั้นแน่นอน (standard acid)

ปฏิกริยา ในข้อ 2.2 และ 2.3 เป็นดังนี้



## อุปกรณ์

1. Analytical balance
2. Digestion apparatus (BUCHI รุ่น B –426 : Switzerland)
3. Digestion flask
4. Nitrogen distillation apparatus
5. Volumetric flask 100, 1000 ml
6. Erlenmeyer flask 50 ml
7. Cylinder
8. Volumetric pipet 10, 20 ml
9. Buret 10 ml
10. Beaker 50 ml

## สารเคมี

### 1. โซเดียมไฮดรอกไซด์ ( $\text{NaOH}$ )

MW = 40, ACS – ISO – For analysis ผลิตโดย CARLOERBA REAGENTI

### 2. กรดบอริก ( $\text{H}_3\text{BO}_3$ )

MW = 61.83, GR ผลิตโดย Merck Germany

### 3. กรดซัลฟิวริกเข้มข้น ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ )

MW = 98.06, A.C.S Reagent ผลิตโดย J.T. Baker, USA

### 4. Selenium reagent mixture

(GR) เกรด ผลิตโดย Merck, Germany

### 5. อินดิเคเตอร์ (Indicator)

Mixing indicator acc. To SHER, HUCHI, AG CH – 9230 Flawil, Switzerland

## สารเคมีและวิธีการเตรียม

1. กรดซัลฟิวริก ความเข้มข้น 95 – 97 %

2. Catalyst Mixture : ผสม  $\text{K}_2\text{SO}_4$  :  $\text{CuSO}_4$  : Se powder ในอัตราส่วน 100 : 10 : 1 โดย

### น้ำหนัก

3. โซเดียมไฮดรอกไซด์ 40% ละลายน้ำ  $\text{NaOH}$  400 กรัม ในน้ำเกลือ 1 ลิตร ทิ้งไว้ให้เข็น เก็บในภาชนะที่กันไม่ให้  $\text{CO}_2$  เข้าไปได้

4. Mixed indicator : ละลายน้ำ bromcresol green 0.033 กรัม และ Methyl red 0.0165 กรัม ใน ethanol 50 ml

5. Boric acid – indicator solution 2% ละลายน้ำ boric acid ในน้ำร้อนประมาณ 700 ml ทิ้งไว้ให้เข็นเทใส่ volumetric flask ขนาด 1000 ml (บรรจุ ethanol 200 ml แล้วเทใส่ Mixed indicator 20 ml ลงไป เขย่าของผสมให้เข้ากันแล้ว 0.5 N.  $\text{NaOH}$  ก่อย ๆ หยดลงไปในสารละลายน้ำเพื่อปรับสารละลายน้ำให้มี pH ประมาณ 5 ใช้ทดสอบได้โดยนำสารละลายน้ำที่ปรับ pH แล้วนึ่งมา 1 ml ผสมกับน้ำกลั่น 1 ml (อาจต้องคำนึงถึงการทดสอบหลาย ๆ ครั้ง เมื่อสีของสารละลายน้ำที่ทดสอบเปลี่ยนเป็นสีเขียวอ่อน (pale green) แสดงว่าสารละลายน้ำ pH ประมาณ 5 แล้ว ให้เตรียมน้ำกลั่นสารละลายน้ำใน volumetric flask มีประมาณ ครบ 1 ลิตร )

6. สารละลายน้ำตรารูปกรดซัลฟิวริก 0.02 – 0.05 N.

## วิธีการทดลอง

1. การย่อคิดิน : ชั่งตัวอย่างดินซึ่งผ่านตะแกรงร่อนขนาด 0.2 - .05 mm. หนัก 1.0 - 2.0 กรัม ใส่ใน Kjeldahl ขนาด 100 ml การเทตัวอย่างดินลงใน flask ระวังอย่าให้คิดินหล่นหรือติดอยู่ที่กอกขวด เดิน catalyst (ประมาณ 1 กรัม) แล้วเติม conc.  $H_2SO_4$  จำนวน 5 – 10 ml ลงไป เข่า flask เปาๆ เพื่อให้คิดินและกรดผสมเข้าด้วยกัน นำไปปะวงบนเตา digest ต้มด้วยไฟอ่อน ๆ ในระยะแรก แล้วเพิ่มไฟให้แรงขึ้นขณะ digest ควรหมุน flask ไปรอบ ๆ เป็นครั้งคราวเพื่อช่วยให้มีการคลุกเคล้ากันดีขึ้น เมื่อสีของเหลวใน flask เริ่มใส่เคี่ยวต่อไปอีกประมาณ 20 – 30 นาที จึงยก flask ออกจากเตา digest ปล่อย flask ทิ้งไว้ให้เย็นค่อยๆ วน้ำกลับ 10 – 20 ml ลงไปรอบ ๆ พอ flask ของเหลวจะร้อนขึ้น ปล่อยของเหลวให้เย็นแล้วถ่ายใส่ volumetric flask ขนาด 100 ml เมื่อของเหลวเย็นเท่าอุณหภูมิห้อง ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลับจนครบ 100 ml เข่าให้เข้ากันทิ้งไว้จนคิดนตกตะกอน นำของเหลวใส่ข้างบนไปกลั่นในการวิเคราะห์ทุกครั้งจะต้องทำ blank ซึ่งไม่มีตัวอย่างดินร่วมด้วย

2. การกลั่น : วนน้ำยา  $H_3BO_3$  ประมาณ 5 ml ใส่ Erlenmeyer flask ขนาด 50 ml แล้วนำไปปะวงที่ได้ก้าน condenser ของเครื่องกลั่นแล้วใช้ volumetric pipet 量尺 ดูดสารละลายที่ digest ได้จำนวน 10 – 20 ml ใส่ distillation flask เดินน้ำยา NaOH 40% จำนวน 10 ml ลงไป กลั่นจนได้ของเหลวซึ่งมีสีเขียวประมาณ 35 ml

3. การไหเทรต : ในกระถางของเหลวที่กลั่นได้ด้วยสารละลายนามตราชาน  $H_2SO_4$  สีของเหลวจะเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีน้ำเงินหรือเขียวเด้งหรือเริ่มสีวงศ์เดง นี้จะเป็น end point นั่นที่กับปริมาณของกรดที่ใช้ไหเทรต ใบลอกและตัวอย่างดิน

หมายเหตุ การที่ต้องทำ blank เพื่อกำจัด impurity ของสารเคมีบางอย่างที่อาจจะมี nitrogen ปนอยู่ และทำซ้ำเพื่อความถูกต้อง

## วิธีการคำนวณ

$$\% T - N = \frac{14 \times N \times (T - B) \times 100}{\text{ml of aliquot} \times \text{wt. of soil}}$$

T = ml กรดที่ใช้ titrate ตัวอย่าง

B = ml ของกรดที่ใช้ titrate blank

N = normality ของกรด

14 = equivalent weight ของไนโตรเจน

หมายเหตุ การที่ต้องทำ blank เพื่อกำจัด impurity ของสารเคมีบางอย่างที่อาจจะมี nitrogen ปนอยู่

ตารางที่ 4.1 ปริมาณ total nitrogen โดยการไตรเตอร์ด้วยสารละลายน้ำตรฐานกรด ชั้บฟีวิริก

ตัวอย่างคิน	น้ำหนัก คิน (กรัม)	ปริมาณ กรดชัลฟีวิริก (ml) ครั้งที่ 1	ปริมาณ กรดชัลฟีวิริก (ml) ครั้งที่ 2	ปริมาณ กรดชัลฟีวิริก (ml) ครั้งที่ 3	ปริมาณ กรดชัลฟีวิริก เฉลี่ย (ml)
SP1	10.001	0.34	0.33	0.35	0.34
SP2	10.004	0.40	0.41	0.39	0.40
SP3	10.005	0.34	0.33	0.35	0.34
SP4	10.000	0.42	0.41	0.43	0.42
SP5	10.006	0.62	0.61	0.63	0.62
SP6	10.003	0.54	0.55	0.53	0.54
Blank		0.12	0.13	0.11	0.12

ตารางที่ 4.2 ปริมาณ total nitrogen โดยการติดต่อกันค่าสารละลายน้ำตระหาน  
กรดซัลฟิวริก

ตัวอย่างดิน	ปริมาณ กรดซัลฟิวริก (ml) เฉลี่ย	% T-N
SP1	0.34	1.76
SP2	0.40	3.04
SP3	0.34	1.76
SP4	0.42	2.40
SP5	0.62	4.00
SP6	0.54	3.36

ตาราง 4.3 แสดงปริมาณ Total nitrogen ที่ได้จากการคำนวณ

ตัวอย่างดิน	ปริมาณ Total nitrogen ( %)
SP1	1.76
SP2	3.04
SP3	1.76
SP4	2.40
SP5	4.00
SP6	3.36

#### 4.3 การวิเคราะห์ฟอสฟอรัส

ฟอสฟอรัสในดินมีทั้งในรูปอินทรีย์และอนินทรีย์ฟอสฟอรัส ฟอสฟอรัสที่คาดว่าจะเป็นประโยชน์ต่อพืช (available – P) ได้จากการสกัดดินด้วยน้ำยาสกัด น้ำยาที่ใช้สกัดกันมีทั้งที่เป็นกรด (Bray) และเป็น (available) ด่าง (Olsen) โดยที่น้ำยาสกัดจะไปสกัดอนินทรีย์ฟอสฟอรัส รูปต่างๆ (Ca – P, Al – P, Fe – P) ออกมาระปีนที่สกัดได้จะมากหรือน้อยขึ้นกับปริมาณของรูปฟอสฟอรัสในดิน และปริมาณที่จะละลายได้ Bray II สะความและให้ค่าความสัมพันธ์ (correlation) ของปริมาณ available – P กับปริมาณฟอสฟอรัสในพืช ดังนั้นการวิเคราะห์จึงเน้นเฉพาะน้ำยาสกัด Bray II

น้ำยาสกัด Bray II ซึ่งเป็นส่วนผสมของกรด HCl และ  $\text{NH}_4\text{F}$  จะสกัดอนินทรีย์ฟอสฟอรัสในรูปที่ละลายง่ายในกรด เช่น แคลเซียมฟอสเฟต ( $\text{Ca} - \text{P}$ ) และ บานาลูมิโนฟอสเฟต ( $\text{Al} - \text{P}$ ) ให้ออยู่ในรูปของสารละลาย แล้ววัดปริมาณฟอสฟอรัสโดยวิธีทำให้เกิดสี

#### อุปกรณ์

1. Analytical balance
2. Beaker 100, 250, 1000 ml
3. Volumetric flask 25, 100, 1000 ml
4. Erlenmeyer flask 50 ml
5. Cylinder 100 ml
6. Pipet 1, 2, 3, 4, 5, 10 ml
7. Spectrophotometer (UV-1601 SHIMADZU : JAPAN)
8. กระดาษกรอง No.42
9. Funnel

#### สารเคมี

1.  $\text{NH}_4\text{F}$   
MW = 37.07, FARMITALIA CARIO ERBA ,Italy
2. HCl conc.

(GR) เกรด MERCK, Germany

3.  $\text{KSbO.C}_4\text{H}_4\text{O}_5$

MW = 324.92 MERCK, Germany

4.  $[(\text{NH}_4)_7\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}]$

MW = 1236, APS.Ajax Finechem, Australia

5.  $\text{C}_6\text{H}_6\text{O}_6$

MW = 176.13, Ajax CHEMICALS ,Australia

6.  $\text{KH}_2\text{PO}_4$

(GR) เกรด MW = 136.09. Fluka Guarantee, Switzerland

### สารเคมีและการเตรียม

1. Ammonium fluoride ( $\text{NH}_4\text{F}$ ) solution, 1 N : ละลายน้ำ 34 กรัมในน้ำกลั่นแล้วทำให้เป็นสารละลายน 1 ลิตร เก็บไว้ในขวด polyethylene

2. Hydrochloric acid (HCl) 0.5 N: dilute conc. HCl (GR) 20.2 ml ด้วยน้ำกลั่นแล้วปรับปริมาตรให้เป็น 500 ml

3. น้ำยาสกัด (extracting solution) 0.03 N  $\text{NH}_4\text{F}$  + 0.1 N HCl : ผสม 1 N.  $\text{NH}_4\text{F}$  30 ml กับ 0.5 N HCl 200 ml และทำให้เป็น 1 ลิตร ด้วยน้ำกลั่น

4. น้ำยา develop ดี

4.1 ชั้ง Ammonium heptamolybdate  $[(\text{NH}_4)_7\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}]$  12 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 250 ml

4.2 ชั้ง Potassium antimony tartrate ( $\text{KSbO.C}_4\text{H}_4\text{O}_5$ ) 0.2908 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 100 ml

4.3  $\text{H}_2\text{SO}_4$  5 N : Dilute conc.  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (มีความเข้มข้นไม่ต่ำกว่า 96 %) 139 ml ด้วยน้ำกลั่นแล้วทำให้เป็น 1 ลิตร

4.4 หาน้ำยาในข้อ 4.1 และ 4.2 ลงในข้อ 4.3 และทำให้เป็น 2.5 ลิตร ด้วยน้ำกลั่นใน Volumetric flask

5. Ascorbic acid solution

ละลายน้ำ Ascorbic acid solution 1.056 กรัม ในน้ำยา develop ดี ( ข้อ 4.4) 250 ml สารละลายนี้ต้องเตรียมใหม่และเก็บไว้ได้ไม่เกิน 24 ชั่วโมง

6. Stock standard solution 50 ppm Phosphorus

ละลายน้ำ KH<sub>4</sub>PO (AR เกรด อบที่ 105 °C นาน 2 ชั่วโมง 0.2196 กรัมในน้ำกลั่นแล้วทำให้เป็น 1000 ml ใน volumetric flask

7. Standard solution 5 ppm Phosphorus

Pipet stock standard solution 50 ppm P. จำนวน 10 ml ใส่ใน volumetric flask เติมน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตร 100 ml

### วิธีการทดลอง

1. ชั่งดินซึ่งบดผ่านตะแกรงร่อนขนาด 2 มม. หนัก 5.000 กรัม ใส่ใน erlenmeyer flask ขนาด 50 ml เติมน้ำยาสกัด 20 ml เบี่ยวด้วยน้ำอุ่น 40 วินาที แล้วกรองทันทีด้วยกระดาษกรอง No.42

2. Pipet standard solution 5 ppm P. จำนวน 1, 2, 3, 4 และ 5 ml ใส่ใน volumetric flask 25 ml ใส่น้ำกลั่นพอประมาณ แล้วเติม ascorbic acid solution 5 ml เติมน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตร 25 ml เบี่ยงสารละลายให้เข้ากัน ซึ่งจะได้ standard solution ความเข้มข้น 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 และ 1.0 ppm

3. Pipet สารละลายดินที่กรองได้ประมาณ 5 ml ใส่ใน volumetric flask 25 ml ใส่น้ำกลั่นพอประมาณ แล้วเติม ascorbic solution 5 ml เติมน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตร 25 ml เบี่ยงสารละลายให้เข้ากัน ซึ่งจะได้ standard solution ความเข้มข้น 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 และ 1.0 ppm

4. นำสารละลายของดินไปวัดเทียบสีกับ standard solution ความเข้มข้น 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 และ 1.0 ppm P. ด้วยเครื่อง spectrophotometer ที่ wavelength 825 nm

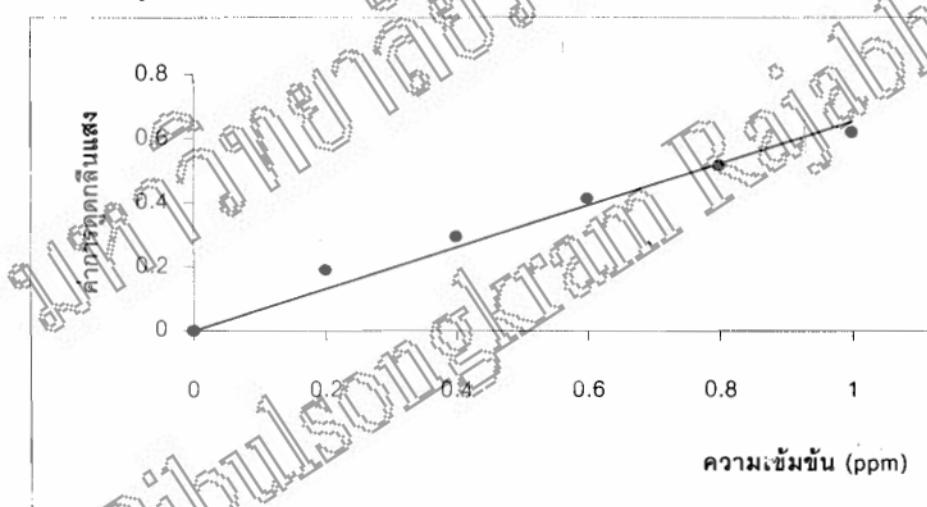
### วิธีการคำนวณ

$$\text{ppm P} = \frac{\text{ppm.of.curve.x.Total.volume.x.ml.solute}}{\text{ml.of.aliquot.x.weigth.of.soil}}$$

ตาราง 4.4 แสดงค่าการคุณลักษณะของสารละลายน้ำที่มีฟอสฟอรัส

ปริมาณฟอสฟอรัส (ppm)	Absorbance
0.00	0.000
0.20	0.142
0.40	0.273
0.60	0.424
0.80	0.572
1.00	0.717

รูปที่ 4.1 กราฟแสดง Calibration Curve ของสารละลายน้ำที่มีฟอสฟอรัส



ตารางที่ 4.5 ค่าการดูดกลืนแสงในสารละลายน้ำอ่อนตัว

ตัวอย่างดิน	น้ำหนักดิน (กรัม)	ค่าการ ดูดกลืนแสง ครั้งที่ 1	ค่าการ ดูดกลืนแสง ครั้งที่ 2	ค่าการ ดูดกลืนแสง ครั้งที่ 3	ค่าการ ดูดกลืนแสง เฉลี่ย
SP1	5.003	0.271	0.272	0.270	0.271
SP2	5.00	0.042	0.042	0.041	0.042
SP3	5.000	0.241	0.242	0.240	0.241
SP4	5.000	0.192	0.191	0.193	0.192
SP5	5.000	0.652	0.654	0.652	0.652
SP6	5.000	0.648	0.647	0.649	0.648
Blank	0.0000				

ตารางที่ 4.6 แสดงปริมาณฟอสฟอรัสที่อ่านจากกราฟมาตรฐาน

ตัวอย่างดิน	ปริมาณ ค่าการคูณลึ่นแสงเฉลี่ย	ปริมาณฟอสฟอรัส P (ppm)
SP1	0.271	18.990
SP2	0.042	2.920
SP3	0.241	16.910
SP4	0.192	13.440
SP5	0.652	45.770
SP6	0.648	45.530

ตารางที่ 4.7 แสดงปริมาณฟอสฟอรัสในดินตัวอย่างที่ได้จากการคำนวณ

ชนิดของดินตัวอย่าง	ปริมาณฟอสฟอรัส ( ppm )
SP1	18.99
SP2	2.92
SP3	16.91
SP4	13.44
SP5	45.77
SP6	45.53

#### 4.4 การวิเคราะห์ท่าปรินาลโพแทสเซียม เหล็กและสังกะสี

โพแทสเซียมในดินที่พืชสามารถดูดไปใช้ประโยชน์ได้ส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปของ exchangeable – K ส่วน soluble – K ถึงแม้จะเป็นรูปที่เป็นประโยชน์ได้ง่ายแต่มีอยู่ในดินเป็นสัดส่วนที่น้อยกว่า exchangeable – K มาก การวิเคราะห์จึงเน้นเฉพาะ exchangeable – K และวิธีวิเคราะห์ที่นิยมแพร่หลาย คือ ใช้น้ำยา ammonium acetate ตกคัต K ที่ถูกดินดูดซับไว้ให้ออกมาอยู่ในสารละลาย แล้ววัดความเข้มข้นของ K ในสารละลายด้วย Flame spectrophotometer ส่วนเหล็กและสังกะสีหาโดยวิธีการเดียวกัน

#### อุปกรณ์

1. เครื่องมือวิเคราะห์ spectrophotometer (AAS) ยี่ห้อ GBC 9321 :AUSTRALIA
2. Analytical balance
3. Volumetric flask 100 ml
4. Erlenmeyer flask 125 ml
5. Beakger
6. Cylinder 50 ml

#### สารเคมี

1. Ammonium acetate ( $\text{NH}_4\text{OAC}$ )  
MW = 77.08 : MERCK, Germany
2. Stock standard solution K;  
MERCK, Germany
3. Ammonia solution,  
Ajax CHEMICALS Australia

#### สารเคมีและวัสดุที่ต้องใช้

1. น้ำยาตกคัต 1 N. Ammonium acetate ( $\text{NH}_4\text{OAC}$ ) pH 7 ละลาย ( $\text{NH}_4\text{OAC}$ ) 77.08 กรัม ในน้ำกลั่นประมาณ 900 ml ปรับ pH ด้วย Ammonia solution ให้เป็น pH 7 แล้วเติมน้ำกลั่นให้ครบ 1 ลิตร ใน Volumetric flask

2. stock standard solution 1000 ppm K.

ชั้ง KCl (GR เกรด) 1.9100 กรัม ละลายน้ำสารละลาย 1 N.  $\text{NH}_4\text{OAC}$  แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้เป็น 1 ลิตรใน volumetric flask หรือ อาจเตรียมจาก standard K solution ที่ได้ยำมาปรับปริมาตรที่กำหนดไว้ด้วยน้ำกลั่น

#### วิธีการทดลอง

1. ชั้งตัวอย่างคืนช่องบดผ่านตะแกรงร่อนขนาด 2 มม. จำนวน 5.00 กรัม ใส่ใน erlenmeyer flask ขนาด 125 ml เติมน้ำยาสักด  $\text{NH}_4\text{OAC}$  50 ml ปิดด้วยขุกยางเขย่าด้วยเครื่องเขย่านาน 30 นาที และนำสารละลายมากรองด้วยกระดาษกรอง whatman No.1

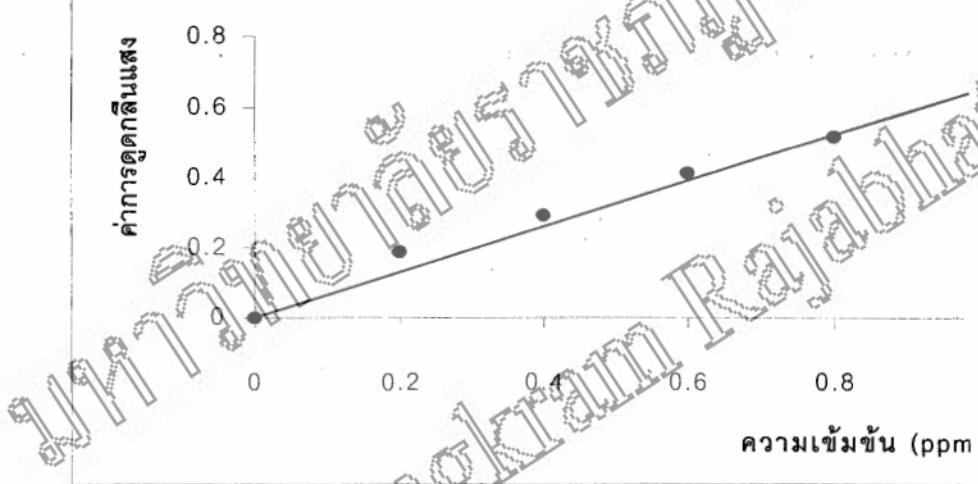
2. เตรียม standard solution 2, 4, 6, 8, 10 ppm K,Zn,Fe จาก stock standard solution 1000 ppm

3. นำ filtrate ไปวัดเทียบความเข้มข้นกับ standard solution ด้วย Atomic Absorption Spectrophotometer ที่ wavelength 768 ,248.3 ,213.9 nm

4. นำค่าที่ได้ไปเทียบกับค่าจากกราฟมาตรฐานแล้วนำค่าไปคำนวณ

ตาราง 4.8 แสดงผลการหา Calibration Curve ของสารละลายน้ำตราชาน โพแทสเซียม

ปริมาณ โพแทสเซียม (ppm)	Absorbance
0.00	0.00
0.20	0.189
0.40	0.294
0.60	0.414
0.80	0.517
1.00	0.620



รูปที่ 4.1 การพัฒนา Calibration Curve ของสารละลายน้ำตราชาน โพแทสเซียม

ตารางที่ 4.9 แสดงค่าการดูดกลืนแสงของสารตัวอย่าง

ตัวอย่างคิน	น้ำหนัก คิน (กรัม)	ค่าการ ดูดกลืนแสง ครั้งที่ 1	ค่าการ ดูดกลืนแสง ครั้งที่ 2	ค่าการ ดูดกลืนแสง ครั้งที่ 3	ค่าการ ดูดกลืนแสง เฉลี่ย
SP1	5.0100	0.319	0.318	0.320	0.319
SP2	5.0000	0.091	0.090	0.092	0.091
SP3	5.0100	0.194	0.193	0.195	0.194
SP4	5.0600	0.101	0.102	0.100	0.101
SP5	5.0000	0.128	0.127	0.129	0.128
SP6	5.0000	0.130	0.129	0.131	0.130
Blank	0.0000				

ตารางที่ 4.10 แสดงปริมาณโพแทสเซียมในดินตัวอย่างที่ปลูกอ้อยในจังหวัดพิษณุโลก

ตัวอย่างดิน	ปริมาณ ค่าการดูดกลืนแสงเฉลี่ย	ปริมาณโพแทสเซียม ( ppm )
SP1	0.319	95.470
SP2	0.091	45.730
SP3	0.194	74.710
SP4	0.101	48.830
SP5	0.128	57.980
SP6	0.130	58.710

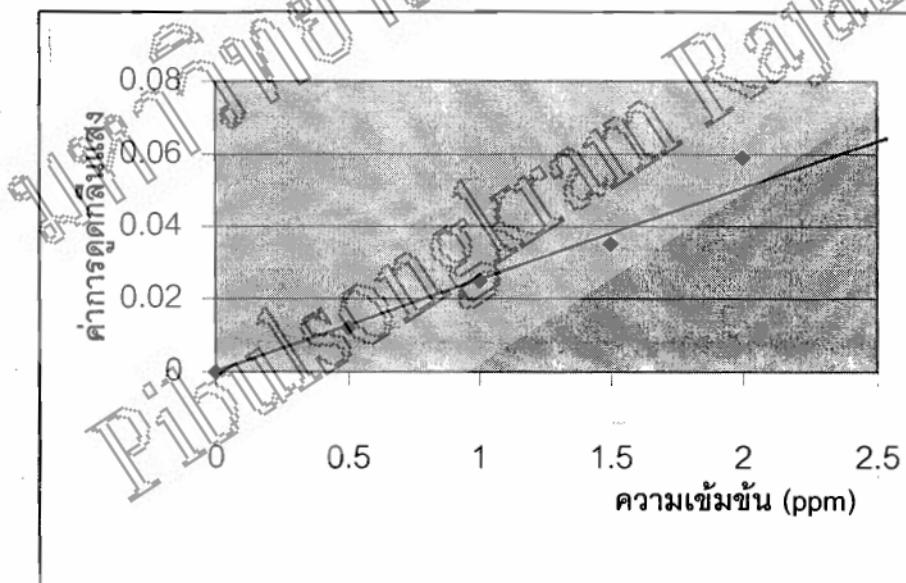
ตารางที่ 4.11 แสดงปริมาณโพแทสเซียมในดินตัวอย่างที่ได้จากการคำนวณ

ชนิดของดินตัวอย่าง	ปริมาณโพแทสเซียม( ppm )
SP1	95.47
SP2	45.73
SP3	74.71
SP4	48.83
SP5	57.98
SP6	58.71

ตาราง 4.12 แสดงค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายน้ำตรรูปหนึ่ง

เหล็ก (ppm)	ค่า Absorbance
0.00	0.000
0.50	0.012
1.00	0.020
1.50	0.035
2.00	0.059

รูปที่ 4.2 กราฟแสดง Calibration Curve ของสารละลายน้ำตรรูปหนึ่ง



ตารางที่ 4.13 แสดงค่าการดูดกลืนแสงของสารตัวอย่าง

ตัวอย่างคิน	น้ำหนักคิน (กรัม)	ค่าการ ดูดกลืนแสง ครั้งที่ 1	ค่าการ ดูดกลืนแสง ครั้งที่ 2	ค่าการ ดูดกลืนแสง ครั้งที่ 3	ค่าการ ดูดกลืนแสง เฉลี่ย
SP1	10.0100	1.508	1.486	1.539	1.511
SP2	10.0000	1.528	1.491	1.519	1.519
SP3	10.0100	1.480	1.541	1.514	1.512
SP4	10.0600	1.321	1.296	1.285	1.301
SP5	10.0000	1.408	1.405	1.389	1.400
SP6	10.0000	1.380	1.400	1.382	0.1387
Blank	0.0000				

ตารางที่ 4.14 แสดงปริมาณเหล็กในดินตัวอย่าง

ตัวอย่างดิน	ปริมาณ ค่าการดูดกลืนแสงเฉลี่ย	ปริมาณเหล็ก ( ppm )
SP1	1.511	207.55
SP2	1.519	208.65
SP3	1.512	207.69
SP4	1.301	178.70
SP5	1.400	192.30
SP6	0.1387	188.20

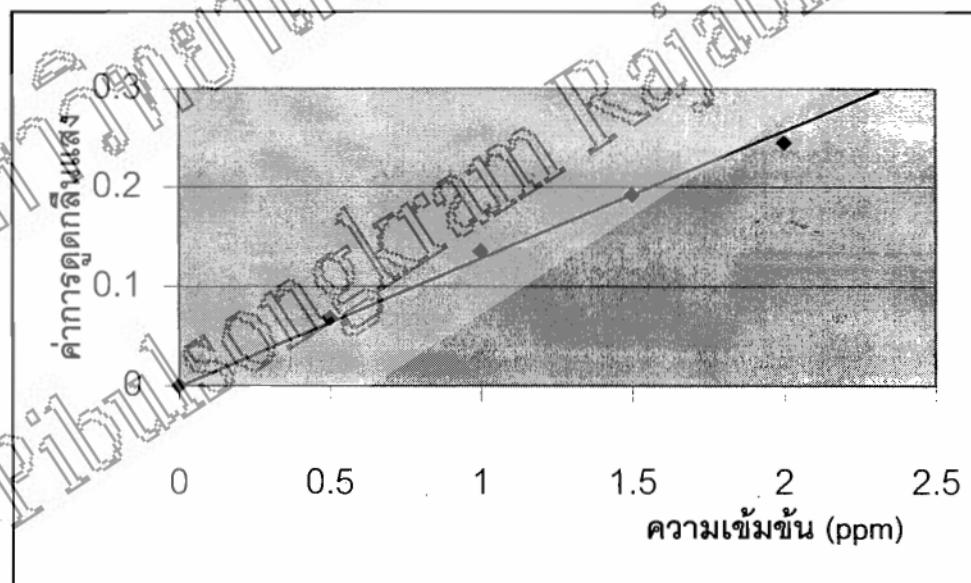
ตารางที่ 4.15 แสดงปริมาณเหล็กในดินตัวอย่างที่ได้จากการคำนวณ

ชนิดของดินตัวอย่าง	ปริมาณเหล็ก ( ppm )
SP1	207.55
SP2	208.65
SP3	207.69
SP4	178.70
SP5	192.30
SP6	188.20

ตาราง 4.16 แสดงค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายน้ำตรฐานสังกะสี

สังกะสี ( ppm )	Absorbance
0.00	0.000
0.50	0.008
1.00	0.135
1.50	0.192
2.00	0.245

รูปที่ 4.3 กราฟแสดง Calibration Curve ของสารละลายน้ำตรฐานสังกะสี



ตารางที่ 4.17 แสดงค่าการดูดกลืนแสงของสารตัวอย่าง

ตัวอย่างดิน	น้ำหนักดิน (กรัม)	ค่าการ ดูดกลืนแสง ครั้งที่ 1	ค่าการ ดูดกลืนแสง ครั้งที่ 2	ค่าการ ดูดกลืนแสง ครั้งที่ 3	ค่าการ ดูดกลืนแสง เฉลี่ย
SP1	10.0100	0.652	0.645	0.645	0.645
SP2	10.0000	0.662	0.667	0.667	0.661
SP3	10.0100	0.685	0.688	0.688	0.686
SP4	10.0600	0.049	0.050	0.050	0.050
SP5	10.0000	0.112	0.111	0.112	0.112
SP6	10.0000	0.110	0.109	0.111	0.130
Blank	0.0000				

ตารางที่ 4.18 แสดงปริมาณสังกะสีในดินตัวอย่าง

ตัวอย่างดิน	ปริมาณ ค่าการดูดกลืนแสงเฉลี่ย	ปริมาณสังกะสี ( ppm )
SP1	0.645	64.760
SP2	0.661	66.360
SP3	0.686	68.880
SP4	0.050	5.020
SP5	0.112	11.240
SP6	0.110	11.200

ตารางที่ 4.19 แสดงปริมาณสังกะสีในดินตัวอย่างที่ได้จากการคำนวณ

ชนิดของดินตัวอย่าง	ปริมาณสังกะสี ( ppm )
SP1	64.76
SP2	66.36
SP3	68.88
SP4	5.02
SP5	11.24
SP6	11.20

#### 4.4 การหาค่า pH ของดิน

##### 1. อุปกรณ์ และเครื่องมือและสารเคมี

1. บีกเกอร์
2. pH มิเตอร์
3. แท่งโคน
4. ดินตัวอย่าง
5. น้ำกลั่น
6. สารละลายบัฟเฟอร์ 4 และ 7
7. เครื่องซึ่ง 3 ตัวแห่ง

##### 2. วิธีการทดลอง

1. ชั่งดินตัวอย่าง 10.00 กรัมและลักษณะน้ำ 10.00 ลูกบาศก์เดซิเมตรในบีกเกอร์ขนาด 100 ml ใช้แท่งโคนคนสารละลายให้เข้ากันน้ำทิ้งไว้ประมาณ 30 นาที
2. วัดค่า pH ของดินใช้เครื่อง pH มิเตอร์ ( โดยการทำทางเบรับค่า pH มิเตอร์ก่อน โดยใช้สารละลายบัฟเฟอร์ 7.0 และ 4.0 ก่อน ) แล้วอ่านค่าพร้อมนั้นทีก่อนดินตัวอย่าง ทั้งหมด

ตารางที่ 4.20 แสดงค่า pH ของคินตัวอย่างที่ปลูกอ้อยในจังหวัดพิษณุโลก

ตัวอย่างดิน	น้ำหนักดิน (กรัม)	pH ครั้งที่ 1	pH ครั้งที่ 2	pH ครั้งที่ 3	pH เฉลี่ย
SP1	10.0100	7.10	7.10	7.10	7.10
SP2	10.0000	6.28	6.29	6.27	6.28
SP3	10.0100	7.07	7.10	7.08	7.08
SP4	10.0600	6.60	6.59	6.59	6.59
SP5	10.0000	6.88	6.88	6.88	6.88
SP6	10.0000	6.71	6.71	6.71	6.71

ตารางที่ 4.21 แสดงปริมาณ pH ของคินตัวอย่างที่ปลูกอ้อยในจังหวัดพิษณุโลก

ชนิดของคินตัวอย่าง	pH
SP1	7.10
SP2	6.28
SP3	7.08
SP4	6.59
SP5	6.88
SP6	6.71

## บทที่ 5

### สรุปและวิจารณ์

การวิจัยครั้งนี้ได้ทำการวิเคราะห์ธาตุ ในโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม เหล็ก สังกะสี และ pH ในดินที่ปลูกอยู่ในจังหวัดพิษณุโลก โดยทำการวิเคราะห์ทางโตรเจนด้วยวิธี Kjeldahl method ฟอสฟอรัสโดยใช้น้ำยาสกัดของ Bray II และวัดด้วยเครื่อง Spectrophotometer โพแทสเซียม เหล็ก สังกะสีวิเคราะห์โดยวิธี Atomic Absorption Spectrophotometer จำนวน 6 อำเภอ

1. อำเภอเมือง
2. อำเภอวัดโบสถ์
3. อำเภอพรหมพิราม
4. อำเภอบางกระทุน
5. อำเภอบางระกำ
6. อำเภอวังทอง

ตารางที่ 5.1 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ปริมาณธาตุทั่วไป

ตัวอย่างดิน	N (%)	P (ppm)	K (ppm)	Fe (ppm)	Zn (ppm)	pH
อำเภอเมือง	1.76	18.99	95.47	207.55	64.76	7.10
อำเภอวัดโบสถ์	3.04	29.20	45.73	208.65	66.36	6.28
อำเภอพรหมพิราม	1.76	16.91	74.71	207.69	68.88	7.08
อำเภอบางกระทุน	2.90	13.44	48.83	178.70	5.02	6.59
อำเภอบางระกำ	4.00	45.77	57.98	192.30	11.24	6.88
อำเภอวังทอง	3.36	45.53	58.71	188.20	11.20	6.71

ในการวิเคราะห์ครั้งนี้ได้ทำการวิเคราะห์หาลายวิธี ซึ่งของเบตและขีดจำกัดของเครื่องมือที่ใช้ทำการวิเคราะห์เหมาะสมกับธาตุชนิดนั้นๆ ซึ่งธาตุที่มีอยู่ในคินนั้นพืชจะนำไปใช้ให้เป็นประโยชน์ได้เฉพาะธาตุอาหารที่สามารถถูกย่อยได้เท่านั้น

การวิเคราะห์ธาตุในโตรเจน (N) ผลจากการวิเคราะห์หาปริมาณในโตรเจนในคินตัวอย่างของคิน 6 อำเภอ โดยพบปริมาณในโตรเจนอยู่ในช่วง 1.76 – 4.00 % จากการวิเคราะห์พบว่าในพื้นที่อำเภอเมืองและอำเภอพรหมพิรามมีปริมาณธาตุในโตรเจนน้อยที่สุดคือ 1.76 % และพบว่ามีปริมาณมากที่สุดที่อำเภอบางระกำ 4.00 % จากการทดลองสรุปได้ว่า ปริมาณธาตุในโตรเจนในคินนั้นมีความอุดมสมบูรณ์อยู่ในระดับปานกลาง เพราะมีค่า % ธาตุในโตรเจนมากกว่า 1.75 % ( จากการพัฒนาที่คิน 2530 ) ซึ่งนับว่าเป็นประโยชน์ต่อการปลูกพืช สำหรับพื้นที่คินที่มีค่าในโตรเจนต่ำนั้น จึงควรปรับปรุงคินโดย เดินปูยที่มีปริมาณธาตุ N สูง โดยการใช้ปูยเคมี ซึ่งส่วนใหญ่เมื่อใช้ไปนาน ๆ จะเพิ่มความเป็นกรดให้กับคิน และจะทำให้อ้อยออกได้น้อยลงและช้าลง การใส่ปูยอินทรีย์หรือใช้ปูยหมักเพื่อเป็น การเพิ่มคุณค่าของคิน และไปทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นด้วย ซึ่งธาตุในโตรเจนเป็นธาตุอาหารที่สำคัญมากในการเจริญเติบโตและการผลิตออกซิเจน ลักษณะมากเกิดอาการที่ใบอ่อน โดยใบจะมีขนาดเล็กและใบมีสีเขียวอ่อนถึงสีเขียวอนหลัง จะทำให้การเจริญเติบโตไม่เต็มที่ ถ้าหากใบโตรเจนมาก ๆ ในช่วงเวลาช่วงนาน ต้องน่องคันจะทำให้ผลผลิตลดลงเหลือไม่พึงประสงค์

การวิเคราะห์ธาตุฟอสฟอรัส (P) จากการวิเคราะห์ด้วยน้ำยาสักด้วย Bray II และวัดด้วยเครื่องมือ Spectrophotometry ของคินตัวอย่างใน 6 อำเภอ โดยพบปริมาณฟอสฟอรัส ที่วิเคราะห์ได้อยู่ในช่วง 13.44 – 45.77 ppm จากการวิเคราะห์พบว่าในพื้นที่อำเภอบางกระทุ่มมีปริมาณฟอสฟอรัสน้อยที่สุดคือ 13.44 ppm และพบว่ามีปริมาณฟอสฟอรัสที่อำเภอบางระกำ 45.77 ppm จากผลการทดลองสรุปว่า ปริมาณธาตุฟอสฟอรัส ของคินมีความอุดมสมบูรณ์อยู่ในระดับน้อยและปานกลางคือ ถ้ามีมากกว่า 25 ppm หรือ (0.0025 %) ( จากการพัฒนาที่คิน 2530 ) นับว่าเพียงพอ กับการเจริญเติบโตของพืช และนับว่าประทับใจในการให้ผลผลิตและคุณภาพของพืช ฟอสฟอรัสในคินเป็นธาตุอาหารพืชที่ไม่มีการเคลื่อนที่ (immobile) และเป็นธาตุที่มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตในระยะแรกเนื่องจากวัยชราไม่มีมาก ทำให้การดูดอาหารและน้ำได้น้อย จะทำให้พืชไม่เจริญเติบโต ฟอสฟอรัส เป็นตัวกระตุ้นให้รากเจริญเติบโตได้อย่างรวดเร็ว เมื่อดินจะยึดเอาไว้การใส่ปูยฟอสเฟตจะเคลื่อนที่จากจุดที่ใส่น้อยมา ดังนั้นในทางที่ดีการใส่ปูยฟอสเฟตควรใส่รองไว้กันหลุมที่จะปลูกอ้อย ส่วนอ้อยควรใส่ในร่องที่บุดลึกพอสมควรตลอดข้างแล้วอ้อยเพาะจะทำให้อ้อยได้รับปูยในระยะเริ่มแรก ซึ่งจะมีผลทำให้ระบบรากแข็งแรง การใส่ปูยฟอสเฟตผู้ดินควรใส่ชนิดที่มีฟอสฟอรัสที่พืชจะนำไปใช้ได้ (available P) อยู่มาก คินที่ขาดฟอฟอรัศควรใส่ปูยไว้ในร่องมากกว่าบันผิดดินและรากที่ผุ้ลงลึกจะช่วยยึดอ้อยไว้ไม่ให้ล้ม

การวิเคราะห์ปริมาณธาตุโพแทสเซียม (K) โดย วิธี AAS ของคินตัวอย่างจาก 6 อำเภอ  
พบว่ามีปริมาณธาตุโพแทสเซียมอยู่ในช่วง 45.73 – 95.47 ppm คินตัวอย่างที่มีปริมาณธาตุ  
โพแทสเซียม ต่ำที่สุดคือที่อำเภอวัดโบสถ์มีปริมาณธาตุ 45.73 ppm คินตัวอย่างในอำเภอเมืองที่มี  
ปริมาณธาตุโพแทสเซียมมากที่สุดคือ 95.47 ppm จากผลการทดลองสรุปว่า ปริมาณธาตุโพแทสเซียม  
ของคินมีอยู่ในระดับต่ำเพรำมีน้อยกว่า 100 - 400 ppm ( จากนพดล เรียนเดิศหริรัญ 2538 ) จึงจะ  
เพียงพอ กับ การ เจริญเติบโต ของ พืช เพรำถ้าหาก โพแทสเซียม ต้น อ้อ ยัง จะ แคระ แกรน ล้ำ เล็ก และ มี  
ปริมาณน้ำ ต่ำ หรือขาด ทุน ใน เชิง พานิช

การวิเคราะห์ปริมาณธาตุเหล็ก (Fe) โดย วิธี AAS ของคินดัวอย่างจาก 6 องค์กร พนักงานมีปริมาณธาตุเหล็กอยู่ในช่วง 178.70 – 207.55 ppm ปริมาณธาตุเหล็กต่ำที่สุดที่สำรองอยู่ในกระถุง 178.70 ppm และที่มีปริมาณธาตุเหล็กมากที่สุด 207.55 ppm ที่ สำรองอยู่ในกระถุง จากผลการวิจัยสรุปได้ว่า ปริมาณธาตุเหล็ก เมื่อเทียบกับปริมาณ Fe ที่เป็น Available Fe ซึ่งมีอยู่ 840 ppm ทั้งหมดที่มีปริมาณต่ำดังนี้ ควรปรับปรุงคิดการเติมสารอาหารที่มี ธาตุเหล็กให้มากขึ้น เพื่อยืนยันการเพิ่ม คุณภาพของคินเพรา ธาตุเหล็กเป็นสารหลักในโครงสร้าง คลอโรฟิลล์ ซึ่งเป็นสารชั้นเยี่็น ในการสังเคราะห์แสงของพืช การขาดแคลนเหล็กบ่อยครั้งเรียกว่า เกิดโรคใบดำเหล็ก อันที่หมายความว่าเป็นตาข่ายเส้นใบสีเขียวตัดกับสีครีมหรือสีฟ้าที่เกือบเป็นสีขาวทั้งใบ ในกรณีที่เกิดอย่างรุนแรงในจะมีขนาดเล็กและถึงก้านจะหัก

การวิเคราะห์ปริมาณธาตุสังกะสี (Zn) โดย วิธี AAS ของคินคิวอย่างจาก 6 อำเภอ พบร่วมกัน มีปริมาณธาตุสังกะสีอยู่ในช่วง 5.02 – 68.88 ppm คินคิวอย่างที่มีปริมาณธาตุสังกะสีต่ำที่สุดที่อำเภอ บางกระ化 5.02 ppm และอำเภอที่มีปริมาณธาตุสังกะสีมากที่สุดคืออำเภอเมืองและอำเภอพรมพิราม มี 68.88 ppm จากผลการวิจัยสรุปได้ว่า ปริมาณธาตุสังกะสีมากเกินพอก เมื่อเทียบกับปริมาณสังกะสีที่พืชต้องการในสารละลายอยู่ในช่วงครามที่น้ำทันต่ำกว่า 1.00 ppm (นพดล เรียนหรัญ 2540) แต่ความมีไม้เกิน 100 ppm ถ้านำมาใช้ในกระบวนการปั้นเป็นอนทำให้พืชมีความไวต่อพิษสังกะสีแสดงอาการผิดปกติได้ (ศุภมงคล พนิชลักษณ์พานิช 2539) ธาตุสังกะสีถ้ามีมากเกินไปเกิดเป็นพิษต่อพืชได้ แต่ธาตุสังกะสีก็มีความจำเป็นพิเศษเกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์ออกซิน (Auxin) ที่ปลายยอด ที่ใบอ่อนและตาอ่อน การขาดธาตุสังกะสีจะทำให้พืชต้นเตี้ยใบเล็ก ซึ่งจากปริมาณสังกะสีที่พบค่อนข้างสูงแต่ในสภาวะแวดล้อมที่แตกต่างกันและการละลายของสังกะสีจะแปรตามค่าความเป็นกรดค่างของดิน การละลายของสังกะสีจะลดลงมากเมื่อค่าความเป็นกรดเบสต่ำกว่า 7 และจุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับการละลายให้ของสังกะสีมีน้อย

ค่าความเป็นกรด – เบส ( pH) จากการวิเคราะห์คินตัวอย่างจากการทดลอง พบร้า pH ของคินตัวอย่างอยู่ในช่วง 6.28 – 7.10 โดยมี pHสูงสุดที่อ่อนกรดเมื่อ 7.10 และต่ำสุดที่อ่อนกรด วัดโดยสัณ 6.28 แต่ pHที่เหมาะสมที่สุดของการปลูกอ้อย อยู่ในช่วง 5.30 - 6.50 (นพดล เรียนเลิศหรัญ 2540) จากการวิเคราะห์พบว่าคินส่วนใหญ่มีสภาพความเป็นค่างสูงต่อการปลูกอ้อย ซึ่งนับว่าคินทุกที่สามารถใช้ปลูกอ้อยได้แต่ต้องมี การปรับปรุงคินให้มี pH เหมาะสมเพื่อเพิ่มผลผลิตและคุณภาพดีไป

จากการวิเคราะห์คุณภาพคินจากไร่อ้อยในจังหวัดพิษณุโลก พบร้า คินตามแหล่งต่าง ๆ มี แร่ธาตุอาหารหลักและอาหารรอง มีปริมาณใกล้เคียงกับคินทั่วไป ซึ่งสามารถปลูกอ้อยได้ และการ บำรุงรักษาและแหล่งน้ำเป็นส่วนสำคัญ

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิษณุโลก  
Pibulsongkram Rajabhat University

## เอกสารอ้างอิง

1. สมศักดิ์ วงศ์ใน, "การใช้และการปรับปรุงคินปลูกต้นไม้", พิมพ์ครั้งที่ 1, ภาคปฐพีวิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร, 2520.
2. มัลติกา พนมธนนิจกุล, "ชาตุอาหารพืชและการใช้ปุ๋ย", เอกสารประกอบคำบรรยาย อบรมเจ้าหน้าที่และเกษตรชาวไทยภูเขา ศูนย์ฝึกอบรมเกษตรที่สูงชั่งเคียน จ. เชียงใหม่ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2522.
3. กองบรรณาธิการนิตยสารฐานเกษตรกรรม, "คินและปุ๋ยเพื่อเกษตรกรรม", พิมพ์ครั้งที่ 1 สำนักพิมพ์ฐานเกษตรกรรม, กรุงเทพมหานคร, 2529.
4. Parker, S.P., et.al, "Encyclopedia of Science's Technoiogy", 12, Mc Graw-Hill Book Company , Newyork, 1892.(549)
5. สมชาย องคประเสริฐ "ปฐพีศาสตร์เบื้องต้น", เอกสารโรงเรียนประกอบคำสอน สถาบันเทคโนโลยีการเกษตรแม่โจ้, เชียงใหม่, 2530.
6. Macmillann, H.F. "Tropical planting and gardening" The Macmillan New york, 1953.
7. Bailey, L.H., "The Standard Cyclopedia of Horticulture" The Macmill Vol.I, New york, 1953.
8. Bluckman, H.O. and Braddy, N.C., "The Natural and Property of soil", 7th ed. The Macmillan Company, London, 1970.
9. ปรีรวาติกรนิชและปรีชา สุริยพันธุ์ "อ้อย" รายงานกรมวิชาการเกษตร ประจำปี พืชเศรษฐกิจอื่น ๆ กรุงเทพฯ, 2530.
10. ณรงค์ ไชยสุต, "เครื่องมือวิเคราะห์", พิมพ์ครั้งที่ 3, มหาวิทยาลัยรามคำแหง, กรุงเทพมหานคร, 2530.
11. เม่น ออมสิทธิ์ และทีมงาน เพชรสม "หลักการและเทคนิคการวินิเคราะห์เชิงเครื่องมือ" มหาวิทยาลัยราชภัฏวชิรบุรี, 2534.
12. กอบกิจ พานอ่อง, การค้นคว้าแบบอิสระเชิงวิทยานิพนธ์ (การสอนเคมี), มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2533.
13. ประกรณ์ เลิศสุวรรณ ไฟศาล, การค้นคว้าแบบอิสระเชิงวิทยานิพนธ์ (การสอนเคมี), มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2535.
14. อุษณีย์ เกิดพินธ์, การค้นคว้าอิสระเชิงวิทยานิพนธ์. วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (เคมี), มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2535.

15. นพคล เรียนเลิศหริรัญ “การปลูกพืชไร่ดิน” ภาควิชาพุกมศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 2540
16. สัมฤทธิ์ เพื่องจันทร์ “เรื่องคุณอาหารพืชสวน “ภาควิชาพืชสวน” คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น 2538.
17. ปรีชา วัฒนธรรมะ 2519, ประวัติและขบวนการผลิตน้ำตาลทราย โรงงานน้ำตาลทรายคำป่าง กรมโรงงานอุตสาหกรรม.
18. ชุมไช อรรถจินดา “วิัฒนาการของอุตสาหกรรมน้ำตาลในประเทศไทย” สมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทย กรุงเทพฯ, หน้า 12–32, 2530.
19. Evans, H. 1959. Elements other than nitrogen, potassium and phosphorus in the mineral nutrition of Sugar cane. Proc .10 th. Congr. ISSCT, 437-508.

# ภาคผนวก

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูล侈ogr  
Pibulsongkram Rajabhat University

## ตัวอย่างการคำนวณ

### 1. การคำนวณหาปริมาณไนโตรเจน

$$\text{สูตร} \quad \% \text{ T-N} = \frac{14 \times \text{Tx} (\text{T} - \text{B}) \times 100}{\text{ml of aliquot} \times \text{wt of soil}}$$

T = ml กรดที่ใช้ tritrate ตัวอย่าง

B = ml ของกรดที่ใช้ tritrate blank

N = normality ของกรด

14 = equivalent weight ของไนโตรเจน

$$= \frac{14 \times 0.02 (0.34 - 0.12) \times 100}{35 \times 10.00}$$

$$= 1.76 \%$$

### 2. การคำนวณหาปริมาณฟอสฟอรัส โพแทสเซียม เหล็ก ลังกูรี

ppm of p =

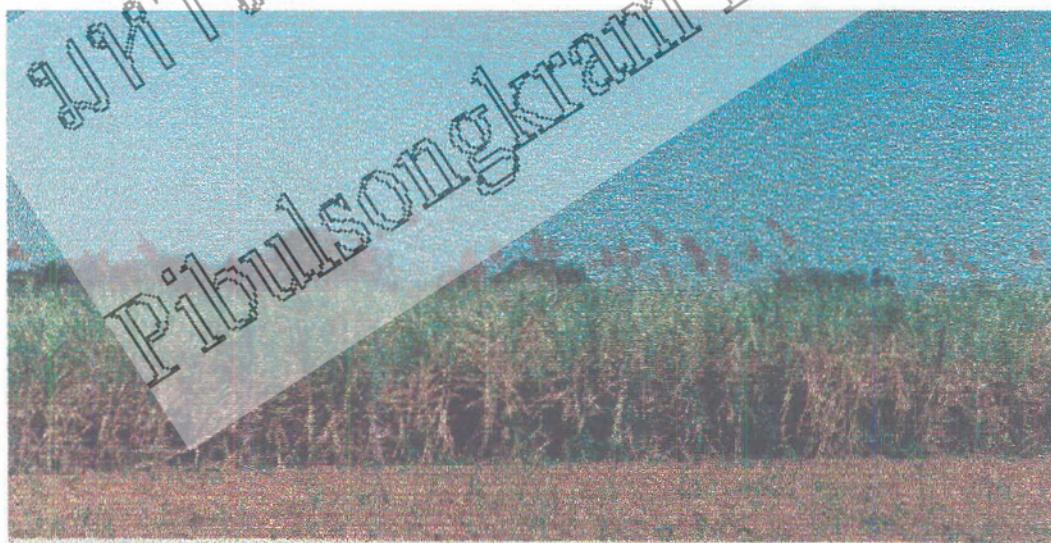
ppm .of .curve	.x.	Total .volume	.x. ml .solute
ml .of .aliquot	.x.	weight .of .soil	

$$= \frac{18.990 \times 25 \times 5}{25 \times 5.000}$$

$$= 18.99 \text{ ppm}$$

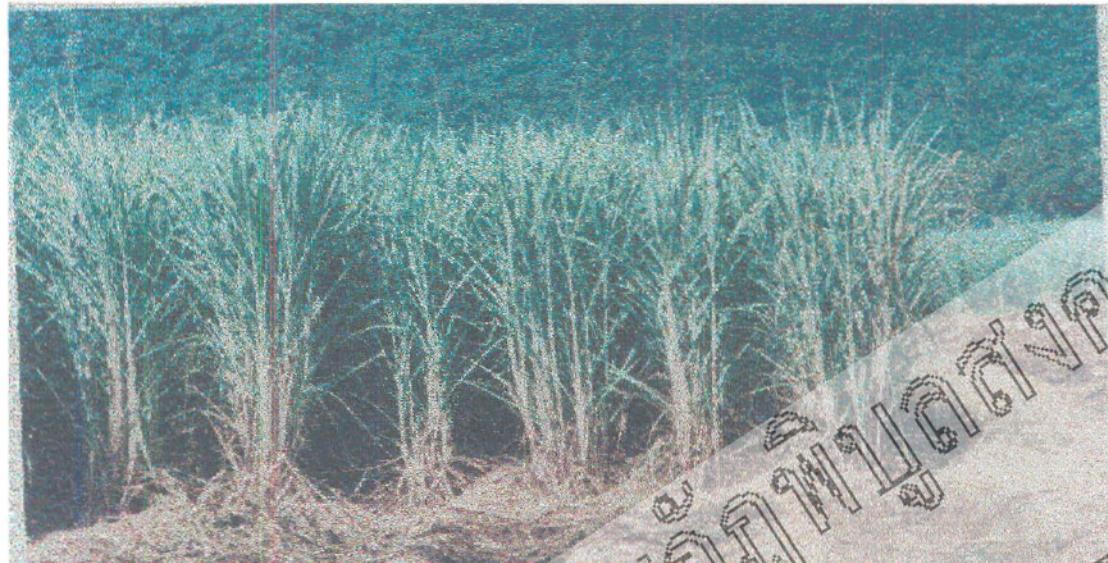
## ตัวอย่างสถานที่เก็บดินตัวอย่าง

สำนักพัฒนาฯ



มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูล侈คราม  
Pibulsongkram Rajabhat University

อำเภอวัดโบสถ์



มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูล侈คราม  
Pibulsongkram Rajabhat University

จำเกอบนางจะกำ



จำเกอบนางจะกำ



มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม  
Pibulsongkran Rajabhat University