



## รายงานการวิจัย

เรื่อง

การวิเคราะห์หาปริมาณธาตุต่าง ๆ ในดินที่ปลูกส้มโอ

Determination Of Elements in Soil of Pummelo Plantation.

โดย

ประกรณ์ เลิศสุวรรณไพศาล

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันราชภัฏพิบูลสงคราม

2541

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากสถาบันราชภัฏพิบูลสงคราม

## คำนำ

ประเทศไทยได้พัฒนาประเทศตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจ โดยนโยบายให้การสนับสนุนเกษตรกร การเน้นการพัฒนาให้ประชาชนมีรายได้เฉลี่ยสูงขึ้น ซึ่งเกษตรกรส่วนใหญ่เป็นเกษตรกร การพัฒนาการเกษตร ไม่ว่าเป็นการนำอาชีวศึกษาในโภชีและวิทยาการสมัยใหม่ เข้ามาบันทึก ซึ่งผลผลิตทางการเกษตรของประเทศไทยยังเป็นสินค้าที่น่ารู้สึกใจดี ประเทศไทยเป็นอย่างมาก

สัมมโนเป็นพืชที่นิยมปลูกกันมากทั่วไป และที่มีชื่อได้แก่ส้มโอห้าช่องจังหวัดพิจิตร ซึ่งเป็นพืชที่ทำรายได้ให้กับเกษตรกรเป็นอย่างดี และเป็นพืชส่วนที่ควรได้รับการส่งเสริมให้เป็นพืชเศรษฐกิจในอนาคต

ซึ่งเอกสารงานวิจัยฉบับนี้ ได้รายงานเชิงปริมาณ รายการอาหารที่ทำเป็นสำหรับพืชในโครงการ พอสฟอรัส เหล็ก และแมงกะปิ และรูบทุกคนในจังหวัดพิจิตร จังหวัดนี้ เกษตรราษฎร์นำอาชีวศึกษาไปร่วมในการประกอบการคัดลอกในโครงการเลือกให้ปีเพื่อปรับปรุงคุณภาพของคินเพื่อพัฒนาผลผลิตและคุณภาพต่อไป ซึ่งผู้วิจัยหวังว่าจะเป็นประโยชน์ยิ่งกับเกษตรกรต่อไป

ประกรณ์ เลิศสุวรรณ ไฟคาด

29 มีนาคม 2541

## กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาจาก สถาบันราชภัฏพิบูลสงคราม และภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์สถาบันราชภัฏพิบูลสงคราม และสำนักกิจการนักศึกษา ที่อำนวยความสะดวกในการใช้เครื่องมือต่าง ๆ

ขอขอบคุณ ภาควิชาเคมีและเข้าหน้าที่ และคณาจารย์ทุกท่านที่ให้คำแนะนำ และขอขอบคุณสถาบันราชภัฏพิบูลสงครามที่ให้การสนับสนุนงบประมาณ ในการวิจัยครั้งนี้

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบคุณ พ่อแม่ และญาติทุกคนที่ให้การสนับสนุน และเป็นกำลังใจมาโดยตลอด

ประกรณ์ เลิศศรุวรรณ ไฟฟ้า

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม  
Pibulsongkram Rajabhat University

ชื่อเรื่องการวิจัย

การวิเคราะห์หาปริมาณธาตุต่าง ๆ ในดินที่ปลูกส้มโอ

Determination of Elements in soil of Pummelo Plantation

ชื่อผู้วิจัย

นายประกรณ์ เดชสุวรรณ์ภัคคล

บทคัดย่อ

การวิเคราะห์หาปริมาณธาตุต่าง ๆ ในดินที่ปลูกส้มโอใน จังหวัดพิจิตร

โดยใช้เทคนิคไตรเตอร์ชัน ขั้ลตคราไวโอลেตและวิสิเบิลสเปกต์เรสโนบีปและอะตองนิก แอนบอร์พชันสมปกไทรส์ไกป พนวณปริมาณในไตรเจน ฟอสฟอรัส เหล็ก และ แมงกานีส ออยู่ในคินด้วบ่ยงทั้งหมดอยู่ในช่วง 0.247-0.309, 0.081-0.110, 5.19-7.45 และ 0.052-0.073 เปอร์เซนต์ตามลำดับ

**Research title** Determination of Elements in Soil of Pummelo plantation

**Author** Mr.Prakron lertsuvunpisan.

### **Abstract**

The determination of Elements in Soil of Pummelo plantation From Phichit province was studied by Titracetric, Ultraviolet and Visible Spectroscopy, Atomic Absorption Spectroscopy respectively. The amounts of N ,P,Fe, and Mn were found to be in the range of 0.247 - 0.309, 0.081 - 0.110, 5.19 - 7.45 and 0.052 - 0.071 % respectively.

## สารบัญ

หน้า

กิตติกรรมประกาศ

๑

บทคัดย่อภาษาไทย

๓

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ

๔

สารบัญตารางภาพประกอบ

๕

สารบัญภาพประกอบ

๖

### **บทที่ 1 บทนำ**

- 1.1 ความสำคัญและที่มาของงานวิจัย
- 1.2 จุดมุ่งหมายของงานวิจัย
- 1.3 ขอบเขตของงานวิจัย
- 1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

๑

๑

๒

๒

### **บทที่ 2 บทตรวจสอบสิ่ง**

๓

#### 2. คิน

๔

##### 2.1 รายการอาหารในคิน

๔

###### 2.1.1 การเกิดดิน

๔

###### 2.1.2 องค์ประกอบและหน้าที่ขององค์ประกอบของคิน

๔

###### 2.1.3 การแยกและถกยละเอียดของคินเพื่อปั่นออกการเจริญเติบโตของพืช

๙

###### 2.2 ฐานอาหารที่จำเป็นสำหรับพืช

๑๐

###### 2.3 การเตรียมตัวอย่างคินที่ใช้ในการวิเคราะห์ทางเคมี

๑๒

###### 2.4 ความรู้เกี่ยวกับส้มโอ

๑๖

###### 2.4.1 ประวัติและอันกำเนิดส้มโอ

๑๖

###### 2.4.2 สักษะทางพฤกษศาสตร์ของส้มโอ

๑๗

###### 2.4.3 พันธุ์ส้มโอ

๑๘

###### 2.4.4 ส้มโอทำข้อ

๒๑

###### 2.4.5 วิธีการปลูก

๒๓

2.4.7 ปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อคุณภาพของส้มโอ	24
<b>2.5 หน้าที่และความสำคัญของชาตุอาหาร</b>	<b>28</b>
2.5.1 ชาตุในไตรเจน	28
2.5.2 ชาตุฟอสฟอรัส	28
2.5.3 ชาตุเหล็ก	29
2.5.4 ชาตุแมงกานีส	29
2.5.5 pH ของดิน	30
<b>บทที่ 3 ทฤษฎีและหลักการที่ใช้ในการวิเคราะห์</b>	<b>32</b>
3.1 ทฤษฎีและหลักการที่ใช้ในการวิเคราะห์	32
3.1.2 สาเหตุของการคุกคามสีน้ำเสงยูวีคลิเมต	32
3.1.3 การใช้เครื่องมือ Spectronic สำหรับการวิเคราะห์ทางเคมี	35
3.1.4 กฎขันต่อต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องในการวิเคราะห์ทางเคมีโดย Photoometry	36
3.1.5 การวิเคราะห์เชิงปริมาณ	38
3.2.0 องค์ประกอบของชั้นспектโตรไฟโคมีเตอร์	38
3.2.1 หลักการของอะตอนมิกแอนซ์อฟชั้น	38
3.2.2 เทคนิคต่าง ๆ ที่ใช้ในการวิเคราะห์ด้วย AAS	40
3.2.3 องค์ประกอบที่สำคัญของเครื่องอะตอนมิกแอนซ์อฟชั้น สเปกโตรไฟโคมีเตอร์	41
3.2.4 การทำปริมาณวิเคราะห์ด้วยเทคนิค AAS	43
3.2.5 ประโยชน์ของ AAS ที่ใช้ในการวิเคราะห์ทางเคมี	46
<b>บทที่ 4 วิธีการทดสอบและผลการทดสอบ</b>	<b>47</b>
4.1 การเตรียมตัวอย่างดิน	47
4.1.1 บริเวณที่เก็บดินตัวอย่าง	47
4.1.2 ระยะเวลาที่ทำการเก็บตัวอย่างดิน	47
4.1.3 วิธีการเก็บตัวอย่างดิน	48

## หน้า

4.2 การหาค่า pH ของดิน	48
4.2.1 อุปกรณ์และเครื่องมือ	48
4.2.2 วิธีการทดลอง	48
4.3 การวิเคราะห์หาปริมาณธาตุในโครง筋ในรูปของอินทรีย์ตัดๆ	50
4.3.1 อุปกรณ์และเครื่องมือ	50
4.3.2 สารเคมี	50
4.3.3 วิธีการวิเคราะห์หาปริมาณในโครง筋ในรูปของอินทรีย์ตัดๆ	50
4.4 การวิเคราะห์หาปริมาณ ฟอสฟอรัสที่เป็นประไนชน์โดยการวิเคราะห์โดยวิธีการของ Bray II	54
4.4.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง	54
4.4.2 สารเคมี	54
4.4.3 วิธีการทดลอง	55
4.4.4 ผลการทดลอง	55
4.5 การวิเคราะห์หาปริมาณเหล็กและแมงกานีสโดยวิธี Atomic absorption	60
4.5.1 สารเคมี	60
4.5.2 เครื่องมือและอุปกรณ์	60
4.5.3 เตรียมสารละลายน้ำตาลรูปแบบของเหล็ก	60
4.5.4 เตรียมตัวอย่างเพื่อใช้ในการวิเคราะห์	60
บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะในการวิจัย	65
เอกสารอ้างอิง	68
ภาคผนวก	70

## สารบัญภาพประกอบ

	หน้า
รูปที่ 2.1 แผนภาพอัตราส่วนของดินที่เหมาะสมแก่การเจริญเติบโตของพืช	8
รูปที่ 2.2 แผนภาพแสดงด้านข้างหรือหน้าตัดของดิน	8
รูปที่ 2.3 การเก็บตัวอย่างดิน	15
รูปที่ 3.1 แสดงการเกิดอันตรกิริยาของสารเคมีกับการแพร่งสี	31
รูปที่ 3.2 แสดง electronic energy levels และ transitions	32
รูปที่ 3.3 แสดงการเกิดแทรนซิชั่นของโนมเลกุล	33
รูปที่ 3.4 แสดงรังสีที่ผ่านสารทดสอบในเครื่องспектโกรานิค	35
รูปที่ 3.5 แสดงระดับพลังงานอะตอมของโซเดียม	39
รูปที่ 3.6 แสดง Transition diagram	39
รูปที่ 3.7 แสดงองค์ประกอบของเครื่อง Atomic absorption Spectro photometer	39
รูปที่ 3.8 แสดงการหาความเข้มข้นของสารตัวอย่าง Standard addition	45

## ตารางประกอบ

หน้า

ตารางที่ 2.1	มาตรฐานดักในดิน	11
ตารางที่ 3.1	แสดงการใช้เปลวไฟที่เหมาะสมสำหรับการวิเคราะห์ธาตุต่าง ๆ	42
ตารางที่ 4.1	แสดงค่า PH ของคิน	49
ตารางที่ 4.3	ผลการทดสอบการทำบริเวณธาตุในโครงนิ	52
ตารางที่ 4.4	ตารางแสดงปริมาณธาตุในโครงนิในดินตัวอย่าง	53
ตารางที่ 4.5	ตารางแสดงปริมาณธาตุในโครงนิในดินตัวอย่าง	53
ตารางที่ 4.6	ตารางค่า Calibration Curve ของสารละอุณหภูมิร้อนมาตรฐาน	56
ตารางที่ 4.7	ตารางแสดงปริมาณฟ้อสฟอรัสจาก Calibration Curve	56
ตารางที่ 4.8	ตารางแสดงปริมาณฟ้อสฟอรัสในคินตัวอย่าง	59
ตารางที่ 4.9	ตารางแสดงปริมาณฟ้อสฟอรัสในดินตัวอย่าง	59
ตารางที่ 4.10	ตารางแสดงค่าความคุกคักดื่นของสารละอุณหภูมิร้อนทางเด็ก	61
ตารางที่ 4.11	ตารางแสดงผลการทดสอบการหาปริมาณธาตุเหล็ก	62
ตารางที่ 4.12	ตารางแสดงค่าการคุกคักดื่นของสารละอุณหภูมิร้อนแบบกานีส	63
ตารางที่ 4.13	ตารางแสดงผลการทดสอบหานิวามาเนียธาตุแบบกานีส	64
ตารางที่ 4.14	ตารางแสดงผลการหาปริมาณธาตุแบบกานีส	64
ตารางที่ 5.1	ตารางแสดงผลการวิเคราะห์หานิวามาเนียธาตุอาหารที่เป็นป่อร์เช่นต์	65

## บทที่ 1

### บทนำ

#### 1.1 ความสำคัญและที่มาของงานวิจัย

ในปัจจุบันประเทศไทย ได้พัฒนาประเทศให้เป็นประเทศอุดมสាលากรรมใหม่ แต่ปัจจัยทางด้านเศรษฐกิจยังอาศัยมูลค่าจากสินค้าทางด้านเกษตร การเกษตรกรรมยังนับว่าเป็นปัจจัยที่สำคัญในการทำให้เศรษฐกิจของประเทศไทยคิดว่าได้ โดยเฉพาะเกษตรกรซึ่งเป็นประชากรส่วนใหญ่ซึ่งคงประกอบอาชีพเกษตรกรรม และการทำไร่นาสวนผสม เพื่อให้มีการส่งเสริมผลผลิตทางด้านเกษตร ให้มีคุณภาพและเป็นที่ต้องการของตลาดและสามารถแข่งขันกับต่างประเทศ เพื่อเป็นสินค้าออก เพื่อเป็นการเพิ่มรายได้ให้เกษตรกรให้สูงขึ้น ดังนั้นเกษตรกรควรได้รับการสนับสนุนจากกลไกของรัฐบาลโดยการพัฒนาความรู้ทางด้านการเพิ่มผลผลิตและปัจจัยทางด้านตลาด การปรับปรุงสถานภาพของดินที่ใช้ในการเพาะปลูกยังเป็นปัจจัยหลัก การคัดเลือกพันธุ์ การปรับปรุงพันธุ์ ก่อให้มีปัจจัยด้านขนาดแมลงและเชื้อร้ายใน และเทคโนโลยีทางด้านวิทยาศาสตร์ เพื่อช่วยในการเพิ่มผลผลิตให้มีคุณภาพและปริมาณ ตลอดจนสามารถนำไปแบ่งขันกับต่างประเทศ เพื่อเป็นสินค้าออกต่อไป

ปัจจุบันเกษตรกรไทย ได้ให้ความสนใจมาก็มากเพื่อสร้างความกันอย่างมาก เนื่องจากเป็นการลงทุนที่ได้ผลตอบแทนยาวนาน และเก็บเกี่ยวผลได้โดยตลอด โดยไม่ต้องปลูกใหม่อีก หากมีการบำรุงรักษาดูแลอย่างดีแล้ว จะทำให้เกษตรกรมีรายได้สูงพอประมาณ กว่าการปลูกพืชไร่ ในแต่ละปี พืชสวนของไทยที่น่าสนใจซึ่งทำรายได้ให้กับเกษตรกรในปัจจุบันอีกชนิดหนึ่งคือ “ ส้มโอ ” ซึ่งเป็นผลไม้พื้นเมืองที่เรียกว่าดินโตก็ได้ และทำรายได้สูงให้กับเกษตรกรมาโดยตลอด

เกษตรกรในจังหวัดพิจิตรนิยมปลูกส้มโอ เป็นพืชเศรษฐกิจกันมากโดยเฉพาะอย่างยิ่งที่ตั่งต้นทางป่าย อำเภอเมือง ซึ่งส้มโอท่าป่าย เป็นส้มโอที่มีขนาดโต มีรสหวานเนื้อดี จนมีชื่อเสียงและเป็นพืชที่ทำรายได้ให้เกษตรกร จึงนับได้ว่าส้มโอเป็นพืชเศรษฐกิจพืชสวนอีกชนิดหนึ่งที่ควรได้รับการสนับสนุนและส่งเสริมให้เป็นพืชเศรษฐกิจต่อไปในอนาคต

ในการวิจัยครั้งนี้เป็นส่วนหนึ่งที่จะช่วยให้เกษตรกร นำเอาความรู้เบื้องต้นที่เกี่ยวกับ ปริมาณแร่ธาตุในดินที่ใช้ในการปลูกส้มโอ ในจังหวัดพิจิตร ไปประกอบกับการตัดสินใจในการเลือก ใช้ปุ๋ยที่จะปรับปรุงดินให้มีคุณสมบัติด้านความต้องการและสภาพที่เหมาะสมในการปลูกส้มโอ และ เป็นการเพิ่มผลผลิตและรายได้ให้กับเกษตรกร และพัฒนาเป็นพืชเศรษฐกิจการส่งออกผลไม้ต่อไป

### 1.2 จุดมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อวิเคราะห์หาปริมาณแร่ธาตุของดินที่ปลูกส้มโอ ในจังหวัดพิจิตร
2. เพื่อเปรียบเทียบหาปริมาณแร่ธาตุต่าง ๆ กันก่อนที่ทุ่นปลูกส้มโอในดิน
3. เพื่อเป็นข้อมูลเบื้องต้น สำหรับศึกษาด้านกวาริจช
4. เพื่อเป็นแหล่งความรู้ สำหรับเกษตรกร เพื่อที่จะนำไปประกอบกับการตัดสินใจในการ เลือกใช้ปุ๋ยเพื่อปรับปรุงดินปลูกส้มโอต่อไป

### 1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

1. เพื่อการวิเคราะห์หาปริมาณแร่ธาตุอาหารต่าง ๆ ในดินที่ปลูกส้มโอ ในจังหวัด ในจังหวัดพิจิตร โดยการนำเอาดินตัวอย่างมาทำการวิเคราะห์หาปริมาณธาตุต่าง ๆ นั้น ซึ่งในการวิจัย กรณี ตน ใช้ศึกษาทางชาติ ในโครงเงิน ฟอสฟอรัส แมลิก แมงกานีสและ pH

### 1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

1. นำเอางานวิจัยไปแนะนำเกษตรกร ในพื้นที่ เพื่อเป็นข้อมูลในการตัดสินใจในการ เลือกใช้ปุ๋ย เพื่อการปรับปรุงดิน เพื่อเพิ่มผลผลิตและคุณภาพให้ดีขึ้น
2. เป็นแหล่งข้อมูลทางวิชาการทางด้านเกษตรแก่ชุมชนและนักศึกษา
3. เป็นงานบริการแก่ชุมชนในท้องถิ่น

## บทที่ 2

### บทตรวจเอกสาร

#### 1 ธาตุอาหารในดิน

(Parker,S.P.,et.al.;1982) ได้ศึกษาพบว่าธาตุอาหารหลักในดิน โดยทั่วไป ประกอบด้วยธาตุซิลิกอน (Si) 19.12 อลูมิเนียม (Al) 12.8 เหล็ก (Fe) 8.40 แกลตเซียม (Ca) 0.69 แมกนีเซียม (Mg) 1.26 โซเดียม (Na) 0.18 โพแทสเซียม(K) 3.36 ทิตานีเยน (Ti) 0.40 แมงกานีส (Mn) 0.06 และฟอสฟอรัส (P) 0.14 เปอร์เซนต์ตามล้ำดับ และธาตุอาหารที่มีปริมาณน้อยโดยทั่วไปประกอบด้วย สารหนู (As) 6.00 ไบرون(B) 10.00 แอดเมรี่น(Cd) 0.06 โคโนล็อก์ (Co) 8.00 โครเมียม(Cr) 100 ทองแดง (Cu) 20.00 โมลีบดีน (Mo) 2.00 นิกเกต (Ni) 40.00 ตะกั่ว (Pb) 10.00 เซลเนียม (Se) 0.20 วนาเดียม (V) 100.00 สังกะสี (Zn) 50.00 ppm. ตามล้ำดับ

(ศิริพัฒน์ จันทร์คิริ; 2533) ศึกษาปริมาณ แกลตเซียม ทองแดง เหล็ก และแมงกานีส ในดินที่ปูถูกถัวเหลือง ในช่วงหัวดินเรียงใหม่ พบว่ามีปริมาณแกลตเซียม ทองแดง เหล็ก และแมงกานีส อยู่ในช่วง 0.54-2.04 , 15.7-19.6 , 0.39-1.33 และ 612-900 ในโภภารัณต่อกรัมตามล้ำดับ

(ประกรณ์ เดิศสุวรรณไพศาล;2535) ศึกษาหาปริมาณธาตุต่าง ๆ ในดินที่ปูถูกแพะ ในช่วงหัวดินเรียงใหม่ ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์แบบนิวตรอนแยกตัวเรือน แบบไม่ทำลายตัวอย่าง โดยใช้ กาลิฟอร์เนียม 252 เป็นแหล่งกำเนิดนิวตรอน พบว่าปริมาณอลูมิเนียม โซเดียม แมงกานีส ทองแดง และแมกนีเซียม ที่มีทั้งหมดในดินตั้งตระหง่านอยู่ในช่วง 8.16-12.34 0.14-0.32 0.021-0.10 0.043-0.006 และ 1.27-2.98 เปอร์เซนต์ตามล้ำดับ

(อุษณีย์ กีดพินธ์;2535) ศึกษาหาปริมาณธาตุต่าง ๆ ในดินที่ปูถูกถัวเหลืองใน ช่วงหัวดินเรียงใหม่ ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์แบบนิวตรอนแยกตัวเรือน แบบไม่ทำลายตัวอย่างโดยใช้ กาลิฟอร์เนียม 252 เป็นแหล่งกำเนิดนิวตรอน พบว่าปริมาณ แมงกานีส แมกนีเซียม อลูมิเนียม และ โซเดียม ส่วนเหล็กและทองแดงวิเคราะห์โดยเทคนิคเอกเรย์ฟลูออเรสเซนซ์ ในดินตัวอย่างในดิน ชุดทางดง อยู่ในช่วง 0.011 - 0.015 , 6.31 - 10.45 , 6.29 - 8.59 , 0.026 - 0.047 % และ 56 - 257, 1.40 - 4.19 ppm. ตามล้ำดับ ส่วนคินชุดสันกราย พบร่วม 0.011 - 0.020 , 1.97 - 2.71 , 6.72 - 11.22, 0.011 - 0.032 % และ 33 - 97 ppm. ตามล้ำดับ

## 2. คิน (1)

ตามความหมายในแห่งของการเพาะปลูก หมายถึงวัตถุที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ จากแร่ธาตุต่าง ๆ และอินทรีย์วัตถุที่สลายตัวหรือเน่าเสื่อยพังเป็นชิ้นเล็ก ๆ ผสมกันและรวมตัวกัน เป็นชั้น ๆ ห่อหุ้มผิวโลก เมื่อมีน้ำและอากาศ ผสมอยู่ในอัตราส่วนที่เหมาะสมแล้ว วัตถุที่เกิดขึ้นนี้ จะช่วยทำให้พืชหรือต้นไม้เจริญเติบโตและยังชีพอยู่ได้

### 2.1 การเกิดคิน

หินและแร่ธาตุต่าง ๆ ที่สลายตัวพังเป็นเศษและหินที่มีขนาดต่าง ๆ ผสมกัน และทับถมปนกันเกิดเป็นวัตถุที่ให้กำเนิดคิน เมื่อพืชพรรณและสัตว์ที่อาศัยอยู่เหล่านี้ ตายลงจะเกิด การเน่าเสื่อยกลาญเป็นชิ้นสับ ผสมคลุกเคล้าเข้ากับเกย์แร่และหิน ขนาดต่าง ๆ เหล่านี้เกิดเป็นคิน ส่วนบน เป็นการเพิ่มอินทรีย์วัตถุมากกว่าดินชั้นล่าง ขณะเดียวกันด้วยเรื่องต่าง ๆ ก็มีการเปลี่ยนสภาพ ภูมิประเทศเป็นเรื่องนิคใหม่ เมื่อมีน้ำไหลผ่านคินก็มีการชะล้างพาอุดินไปสะสมอยู่ในส่วนล่างลงไป ดัง นั้นจึงเกิดชั้นคินต่าง ๆ ขึ้น คือผิวดินชั้นบนมีอินทรีย์วัตถุมากกว่าชั้นถัดลงไปและอาจถูกพัดพาลงไป ในชั้นถัดไปเป็นชั้น ๆ ที่มีการสะสมสารที่ถูกพัดพาลงมา ดังนั้นจึงเกิดมีคินที่มีความลึกต่างกัน คินที่เกิดขึ้นที่ความลึกต่าง ๆ คันจึงมีสมบัติทางเคมีต่างกัน (องค์ประกอบของแร่ธาตุต่าง ๆ) สมบัติทางเคมี เช่น ความนิยานและ ความสามารถในการอุ้มน้ำกีแทกต่างกัน

#### 2.1.2 องค์ประกอบและหน้าที่ขององค์ประกอบของคินต่อการเจริญเติบโตของพืช

2.1.2.1 แร่ธาตุต่าง ๆ หรือนินทรีย์วัตถุ เศษแร่ชนิดต่าง ๆ ที่มีขนาดไม่เท่ากันเป็นส่วนที่มีปริมาณมากที่สุดของคิน ดังนั้นจึงทำหน้าที่เป็นโครงสร้างและเป็นเนื้อของสิ่งที่เรียกว่า “คิน” เศษแร่ขนาดค่อนข้างใหญ่จะเรียกว่า “หิน” ขนาดของเม็ดคินเหนียวเฉพาะอนุภาคเดียว ๆ มีขนาดเล็กมาก แต่เนื่องจากมีสมบัติที่ขอบคุณยิ่งนักจัดเรียงตัวกันเป็นขนาดใหญ่แต่ยังคงสมบัติ ความเหนียวแน่นของหน้าไว้ เมื่อเปียกสามารถดูดซึมน้ำและอาหารและแร่ธาตุบางชนิดเอาไว้ได้ อนุภาคขนาดใหญ่และหินมีเหลี่ยมมุม หรือเรียกว่า อนุภาคของเม็ดทราย มักจะอยู่ดีๆ ไม่ขันกันเองไม่ดูดซึมน้ำ อาหารและแร่ธาตุถ้าจับกับเม็ดคินเหนียวจะเกิดเป็นเม็ดคินที่โตขึ้นไปได้อีก ส่วน แร่บางชนิดที่ไม่เป็นแผ่นแนวนและมีขนาดปานกลางเรียกว่า “อนุภาคขนาดเม็ดซิลท์” ไม่ค่อยจับกันเองหรือจับกับอนุภาคขนาดอื่น ๆ มักจะเรียงซ้อน ๆ กันเป็นแผ่นเวลาสัมผัสจะลื่นไม่ค่อยดูดซึมน้ำและอาหารแร่ธาตุ และมักเป็นตัวการที่ไปอุดตันช่องว่างต่าง ๆ ก็คือการแทรกซึมเข้าไปใน คิน อนุภาคขนาดต่าง ๆ นี้สมคลองกันในสัดส่วนที่ต่างกันไปตามประเภทเนื้อดิน ถ้าดินใดมี

อนุภาคขนาดเม็ดทรายมากจนแสดงสมบัติของอนุภาคขนาดของเม็ดทราย คือที่มีเนื้อทรายเรียกว่า "คินประเทกคินทราย" ถ้าคินใดที่มีอนุภาคเม็ดคินขนาดเล็กและมีคินเหนียวมากพอแสดงความเหนียว เหนนอะหรือขึ้นเป็นรูปต่าง ๆ เรียกว่า "คินประเทกคินเหนียว" แต่ถ้าไม่แสดงสมบัติออกไปทางคินทรายหรือคินเหนียว ก็อยู่บริเวณกลาง ๆ เรียกว่า "คินประเทกคินร่วน"

คินประเทกคินทราย เนื้อคินมีลักษณะทราย มีอนุภาคขนาดใหญ่เป็นจำนวนมาก จึงมีความโปร่งหรือมีความพรุนและมีช่องว่างมากซึ่งมีการถ่ายเทอากาศ และระบบยาน้ำได้ดีแต่มีความสามารถในการอุ้มน้ำไว้ได้ต่ำมาก (เพราะมีคินเหนียวปนอยู่ด้วย) และมักมีรากต่อมอาหารน้อยมาก เพราะเม็ดทรายไม่ไช่เรื่าๆ ต้องไม่สามารถดูดอาหารและแร่ธาตุต่าง ๆ ไว้ได้

คินประเทกคินเหนียว เนื้อคินมีขนาดเล็กมากการถ่ายเทอากาศและการระบายน้ำไม่ดี แต่สามารถดูดหรือดูดอาหารและแร่ธาตุบางชนิดได้ดี ดังนั้นจึงมีช่องรากต่อมอาหารต่าง ๆ ปนอยู่มากมีความอุดมสมบูรณ์สูง คินเหนียวเนื้อละเอียดถูกเมี่ยนน้ำก็จะตัวกันแน่นหนาเรียกว่าถ่านหินหรือถ่านหินแข็งมากจนไถไม่แตก

คินประเทกคินร่วน เนื้อคินศักดิ์ความอุดมสมบูรณ์สูงและไถง่าย มีการถ่ายเทอากาศดี โดยหลักของการเพาะปลูกพืชไว้ ถือว่าเป็นเนื้อคินที่พึงประสงค์ สำหรับมีสารเชื่อมดี เช่น อินทรีย์สาร คินเหนียว ญี่ปุ่น สารสังเคราะห์ จึงทำให้ออนุภาคขนาดเล็ก ๆ ของคินจับตัวกันมีขนาดใหญ่ขึ้น ถ้าเมื่อไถงกลม จะมีเส้นผ่าศูนย์กลาง ระหว่าง 0.25 - 5 มม. และเป็นคินที่ทันทันต่อการทำลายและการแพร่ของน้ำ

จากที่กล่าวมาพูดได้ว่า เทคนิคที่เป็นของแข็งของคินนี้ ทำหน้าที่เป็นที่ยึดของรากพืช ที่ช่วยพยุงลำต้นตั้งอยู่ได้ เพราะรากของพืชถอนไชไปในคินเป็นที่เก็บกักน้ำให้พืชใช้ถ้าขาดการอุ่นดีแล้วย่อมเป็นที่เก็บอาหารและอากาศแก่รากพืชอย่างเพียงพอและเป็นประโยชน์กับพืช

#### 2.1.2.2 อินทรีย์วัตถุ

อินทรีย์วัตถุที่เน่าเปื่อยพังจนเป็นอนุภาคขนาดเล็ก ๆ เรียกว่า "ชิวนัส" เท่านั้น ที่นับว่าเป็นองค์ประกอบของคิน ชั้นส่วนของรากไม้ ใบไม้ และชาบที่ขาดสัดส่วนที่ไม่น่าเปื่อยยังคงรูปร่างอยู่ไม่นับว่าเป็นอินทรีย์วัตถุของคินเดียไม่ได้ไม่ และสัดส่วนที่ตายลง ชุดอินทรีย์หลายพวกหลายกลุ่มเข้าสายทำให้เน่าเปื่อย และมีแก๊สระบอนไดออกไซด์และสารอื่น ๆ เกิดขึ้นอีกมากมาย (รวมทั้งแร่ธาตุบางชนิด) ในที่สุดจะเหลือส่วนที่เป็นของแข็งที่ละเอียดจนไม่สามารถย่อยลายได้ และแยกชนิดได้ว่าเป็นสารชนิดใด มีสีคล้ำ อินทรีย์วัตถุเหล่านี้ ยังถูกชุดอินทรีย์บางชนิดย่อยลายต่อไปได้อีกแต่เกิดในอัตราที่ช้ามาก และการย่อยลายครั้งนี้จะได้อาหารและแร่ธาตุต่าง ๆ ที่พืชจะนำไปใช้ได้ทันที เช่นแอนามีโนน ไนโตรเจน ในเตรท ไนโตรต์ฟอสเฟต เป็นต้น

เฉพาะคินบันหรือคิวคินเท่านั้นที่มีโอกาสได้สะสมอินทรีย์ติดต่อ ก้าหากมีการเคลื่อนข้ายหรือพัดพาไปที่อื่นเสียก่อนที่จะเกิดการสะสมเป็นชั้นของอินทรีย์ติดต่อ ดินในป่า ดินล่างที่ลึกลงไป มีอินทรีย์ติดต่อที่น้อยมากหรือไม่มีเลย การໄกและการพรวนดินบันเนื้อ ทำให้ลูกอินทรีย์ติดต่อ ลงลึกเข้าไปตามระดับความลึกของดิน การໄกพรวนดินเพื่อการเพาะปลูกทางการเกษตร เป็นการเร่งให้อินทรีย์ติดต่อสลายตัวได้เร็วขึ้นและคืนมีการถ่ายเทอากาศดีขึ้นเหมาะสมกับการทำงานของจุลินทรีย์ ผลที่ออกมานาจากอินทรีย์ติดต่อที่นี้ฟื้นฟูความสามารถในการอุดตันได้ อินทรีย์ติดต่อในดินช่วยให้ดินอุ่นน้ำได้ดีขึ้นและสามารถดูดซึมน้ำได้ดีขึ้น ไร้เดือนอกจากนั้นยังเป็นสารที่ชื่อมอบความชุ่มชื้นให้กับดินมีขนาดใหญ่ขึ้น (ทำให้ดินไปร่องถ่ายเทอากาศและการระบายน้ำได้ดีขึ้น) เมื่อปรับเปลี่ยนกับดินหนึ่งวันแล้ว อินทรีย์ติดต่อที่นี้สามารถถอยหลังเข้าไปในร่องถ่ายเทอากาศและทำการระบายน้ำได้ดีขึ้น ทำให้อาหารหรือเรซิชาตและทำให้อนุภาคจับตัวกันเป็นดินขนาดกลม ทำให้ดินไปร่องระบายน้ำในดินและถ่ายเทอากาศได้

#### 2.1.2.3 น้ำในดิน

น้ำที่อยู่ในดินตามช่องว่างของเม็ดดิน โดยดินเหนียวมีแรงดึงดูดน้ำเอาไว้โดยรอบเม็ดดินจะเป็นเนื้อเยื่อหุ้มน้ำรอบเม็ดดินเหนียว แรงดึงดูดยึดของเม็ดดินเหนียวกับน้ำลดลงเรื่อยๆ เมื่อความหนาของเนื้อเยื่อเพิ่มมากขึ้นถึงจุดหนึ่ง ชั่งเมื่อน้ำหนามากที่สุด เมื่อกินขาดนื้อเยื่อไปแล้ว น้ำจะถูกแรงดึงดูดของโลกดึงออกจากไปให้พ้นจากแรงดึงดูดของเม็ดดินเหนียว น้ำที่อยู่ติดผิวดของเม็ดดินเหลืออยู่ในเยื่อรอบๆ ห่างจากผิวดของเม็ดดินหนึ่งหัวออกไปไกลๆ ถูกดึงดูดด้วยแรงที่น้อยลงจึงเป็นอิสระในการเคลื่อนที่ได้กว่า น้ำที่ถูกเม็ดดินเหนียวดูดเอาไว้นี้ เป็นลักษณะของการอุ่นน้ำของดินส่วนต่างๆ อิอกส่วนหนึ่ง คือน้ำที่อยู่ในช่องว่างขนาดเล็กซึ่งมีแรงดึงดูดด้วยแรงที่เรียกว่า "แคปิลารี" (Capillary) ที่มีลักษณะเช่นเดียวกับน้ำที่ขึ้นไปได้สูงกว่าระดับของผิวน้ำในหลอดที่ญี่ลังไปในแก้วน้ำ ความจริง ที่สามารถดูดแยกน้ำออกไปจากเม็ดดินได้ไม่ว่าน้ำจะถูกดินขัดดึงเอาไว้ด้วยแรงที่มากน้อยเพียงใด แต่ปริมาณหรืออัตราเร็วที่รากดูดน้ำเข้าไปอาจไม่เท่ากับอัตราการหายน้ำออกทางใบของพืช ถ้าอัตราการหายน้ำของพืชมากกว่าอัตราการดูดดูดน้ำเข้ามาใช้ พืชจะเริ่มเหี่ยว焉 อย่างถาวรคือไม่สามารถฟื้นฟื้นมาได้อีก แม้ได้รับน้ำก็ตาม ระดับความชื้นของดินที่จุคนี้เรียกว่า "ระดับความชื้นที่จุดเหี่ยว焉" น้ำที่พืชดูดเข้าไปถูกพืชนำออกมายังไงในการพยายามออกทางใบเป็นส่วนใหญ่ เพียง 5 % ของน้ำที่ดูดเข้าไปตลอดอายุของพืชเท่านั้น ที่สามารถนำไปใช้ในการสะสมแป้งน้ำตาลหรือน้ำหนักแห้งของพืช น้ำ หรือน้ำจากอากาศหรือน้ำฝนที่ตกลงมาไม่สามารถเข้าสู่พืชได้อย่างเพียงพอ กับความต้องการของพืช น้ำจากดินส่วนใหญ่ที่เป็นน้ำที่เข้าสู่พืช หน้าที่ของน้ำในดิน

คือน้ำที่พืชดูดเข้าไปทางรากทางใบเพื่อนำเอามาใช้ ดินทำหน้าที่เก็บกักน้ำไว้ใช้ท่า�น์ (น้ำฝนไม่สามารถใช้ได้ทันที ต้องรอการซึมลงไปในดินเสียก่อนแล้วจึงรอให้รากดูดขึ้นมาใช้)

#### 2.1.2.4 อากาศในดิน

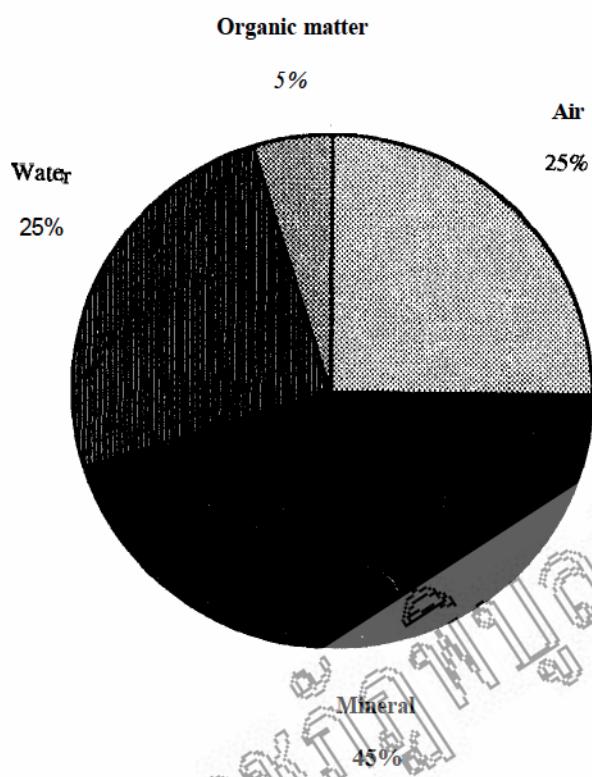
อากาศในดินอยู่ด้านซ้ายของร่างกายระหว่างเม็ดดิน ในส่วนดินที่ไม่มีน้ำมีชนิดของแก๊สเป็นองค์ประกอบ เช่นเดียวกับอากาศที่อยู่เหนือผิวดิน แต่แตกต่างกันไปที่ปริมาณคืออากาศในดินที่ถือว่าไปจากผิวดินไม่เกิน 1 เมตร มีออกซิเจน 20 % และแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ 1 - 5 % โดยปริมาตร แต่อากาศเหนือผิวดินมีแก๊สออกซิเจน 20 % และมีแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ 0.03 % โดยปริมาตร และมีแก๊สในโครงสร้างปูนอยู่เล็กน้อย เนื่องจากแก๊สออกซิเจนในอากาศในดินเท่านั้นที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตของพืช ต้องมีออกซิเจนอย่างเพียงพอในการหายใจและการแพร่กระจายของน้ำด้วยเชล ก็อต้องมากกว่า 0.2 ไมโครกรัมออกซิเจนต่อน้ำที่จราจรที่จะขยายพืชต่อไปได้

แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศในดิน เป็นขั้นตอนต่อการแพร่กระจายของรากถ้ามากเกินกว่า 10 % โดยปริมาตร (ไม่ว่าจะมีปริมาณของออกซิเจนมากเท่าไร ก็พอที่จะช่วยการแพร่ขยายของเชลของรากพืชได้ ดังนั้นจึงต้องมีการถ่ายเทแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ออกไปจากในดินเพิ่มมากขึ้น ซึ่งทำได้โดยการขัดกรองให้ดินมีช่องว่างระหว่างอากาศหรือช่องว่างขนาดใหญ่ โดยการขัดกรองให้ดินมีเม็ดดินทรงกลมขนาดใหญ่ ประมาณ 5 มม.มากกว่า 30 % ของเม็ดดินทั้งหมด

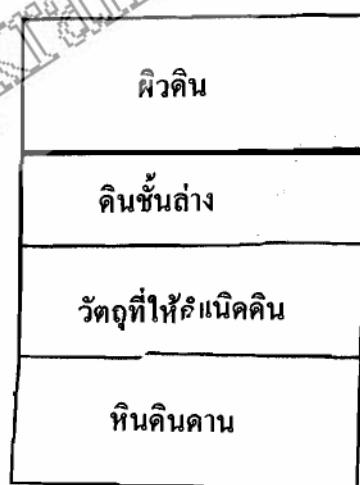
หมาที่บ่องอากาศในดิน คือให้แก๊สออกซิเจนในการหายใจของเซลล์รากพืช เพื่อให้รากพืชมีการเจริญเพรียบ痒ออกไปหาน้ำและอาหารเรื่อยๆ ตามที่ต้องการ

#### 2.1.2.5 จุลชีพในดิน

จุลชีพในดินมีหลายชนิด รวมทั้งพืชเชื้อร้ายและแบคทีเรีย แบคทีโรโนไนซิล จุลชีพเหล่านี้ทำหน้าที่ย่อยสลายอินทรีย์สารสด ๆ ที่ใส่ลงไปในดินให้เป็นอินทรีย์ต่ำๆ ของดิน (อิฐม้า) บางที่ก็ผลิตสารบางอย่างที่สามารถย่อยสลายแร่ธาตุบางอย่างที่สามารถย่อยสลายให้เป็นอาหารและแร่ธาตุต่าง ๆ ในดินให้มีปริมาณเพิ่มมากขึ้น โดยเฉพาะกรณีของฟอสฟे�ตออกมายังพืชใช้ได้ย่างชาญ แต่ครัวเรือนของการผลิตสารอินทรีย์ต่ำๆ ในดินเป็นประมาณ 1 - 5 % ของอินทรีย์ต่ำๆ ทั้งหมดในดินต่อปี นอกจากนี้อาจผลิตสารอื่นที่ชื่อมีเม็ดดินทำให้เกิดเม็ดดินรูปทรงกลมในดินคือ จุลินทรีย์ต่าง ๆ ทำงานโดยมุ่งใช้คาร์บอน ในอินทรีย์สารเป็นแหล่งพลังงานและการขยายตัวท่านั้น การดำรงชีพของด้วยมันเอง และผลที่เกิดขึ้น จึงเป็นผลพลอยได้จากการกิจกรรมของจุลินทรีย์ชนิดต่าง ๆ กัน เช่นในด้านการถ่ายเททางอากาศ อุณหภูมิ อาหาร แร่ธาตุ สารอินทรีย์สดที่จะถูกย่อย และอาหารต่าง ๆ ดังนั้นจึงเป็นการขาดที่จะทราบอัตราเร็วของการย่อยของอินทรีย์สารสด และอินทรีย์ต่ำๆ ในดิน



รูปที่ 2.1 แผนภาพแสดงอัตราส่วนของส่วนประกอบของดินที่เหมาะสมที่สุด  
แก่การเจริญเติบโตของพืช



รูปที่ 2.2 แผนภาพแสดงค่านิยมของดิน

### 2.1.3 การแจกแจงลักษณะของคินเพื่อบ่งบอกการเจริญเติบโตของพืช

จากที่กล่าวมาเป็นเรื่องการเกิดและองค์ประกอบของคิน ซึ่งอธิบายในเชิง 3 มิติ ก็อความขาว ความกว้าง ความลึก ลักษณะที่ปรากฏจึงต้องระบุเป็น 3 มิติ เนื่องจากคินเป็นของผสม อัตราส่วนที่ไม่แน่นอน การเก็บตัวอย่างหรือการระบุคินที่จะต้องพิจารณาถึงความลึกเป็นองค์ประกอบ ด้วยเสมอ

จากตัวอย่างคินที่ทำการศึกษาของแต่ละชั้นของคิน มีสมบัติทางเคมีที่แตกต่างกัน เพื่อประโยชน์เกี่ยวกับแร่ธาตุและอาหารของพืช สมบัติทางกายภาพเพื่อประโยชน์ในการควบคุมน้ำ และการทรงตัวของพืชการแพร่ของราก (ที่เกี่ยวกับการถ่ายเทอากาศ) การระบายน้ำ การแทรกซึม และการสะสมของน้ำ ส่วนสมบัติทางชีวภาพการศึกษาเกี่ยวกับจุลินทรีย์ในคินอาจต้องศึกษาเฉพาะรายไป เช่น การเกิดโครงขนาดของรากที่เน่า ปริมาณของสารอินทรีย์ตั้งต้นในคินชั้นบนบ่มงอกดึงปริมาณ ในไตรเจน ที่คินมีพอดีจะให้แก่พืช ปริมาณของโนแทตานิยมและฟอสเฟต ในคินส่วนบน และคินส่วนล่างที่รากหด়ังถึง พอดีจะเป็นตัวชี้ของว่ามีแร่ธาตุอย่างใดที่พอกันความต้องการของพืช หรือไม่ ความสามารถในการ อุ้มน้ำของคินแต่ละชั้น และอัตราเร็วในการแทรกซึมของน้ำเป็นค่าที่บอกถึงความชุ่มชื้น ในการเก็บกักน้ำของคิน ถ้าทราบเม็ดรี้เซ็นต์ความชื้นของคินในขณะที่ทำการเก็บตัวอย่าง จะบ่งบอกได้ว่าจะต้องให้น้ำอีกเท่าไร ส่วนที่จะบอกได้ว่าจะใด้ว่าจะมีคุณภาพหนึ่งที่น้ำจะเพียงพอ ดูได้จากการความชื้นของคินนั้น ว่าขึ้นสูงกว่าเปอร์เซนต์ของการเพียร์ตัวหรือไม่ การกระจายของความพรุนของคินนั้นและคินล่าง เช่น การมีช่องว่างขนาดเล็กและขนาดใหญ่อยู่เป็นสัดส่วนเท่าไร ความพรุนของคินนั้นและระดับของน้ำให้คินจะบ่มงอกดึงระดับของการถ่ายเทของอากาศว่าเพียงพอ มากจากของพืชที่ใช้ถอนลงไปได้หรือไม่ การทราบถึงชนิดและปริมาณของเกลือที่ละลายได้ในคิน เป็นการจัดการหรือแก้ไขคินก่อนการใช้ในการเพาะปลูก แม้แต่ความเดิมของคิน ซึ่งอาจมีผลกระทบ กับผลผลิตของพืชบางชนิดและอาจกระทบถึงคุณภาพของพืชนั้น ๆ เป็นอย่างมากการแจง ลักษณะของคินดังกล่าว เหล่านี้สามารถศึกษาจากตัวอย่างคินตามสภาพของพื้นที่ประกอบกับการวิเคราะห์ทางเคมีและการวิเคราะห์ทางกายภาพของคินตัวอย่าง ในห้องปฏิบัติการร่วมกับการวิเคราะห์ ผลผลิตของพืชและคุณภาพของพืชด้วย ว่าปริมาณอาหารและแร่ธาตุที่พืชดูดเอาไปใช้ ซึ่งต้องใช้เวลา นานจึงพอที่จะมีความรู้เพียงพอแก่การอธิบายข้อมูลได้ ขณะนี้ยังไม่มีงานค้นคว้าวิจัยอย่างจริงจังและ กว้างขวางอย่างเพียงพอ เกี่ยวกับปัญหาทางคินต่อผลผลิตและคุณภาพของพืชชนิดต่าง ๆ ที่ปลูกใน คินตามที่ต่าง ๆ ของประเทศไทย

## 22 ชาตุอาหารที่จำเป็นสำหรับพืช<sup>(2,3)</sup>

ชาตุอาหารพืชหมายถึงแร่ธาตุต่าง ๆ ที่จำเป็นสำหรับการเจริญเติบโตของพืชมีอยู่ทั้งหมด 16 ชาตุ พืชจะขาดชาตุใดชาตุหนึ่ง ไม่ได้ถ้าขาดชาตุหนึ่งชาตุใดพืชจะเจริญเติบโตได้ไม่ดีให้คอกออกผลไม่ดีบางครั้งอาจจะไม่ออกคอกออกผลเลยหรือพืชอาจจะแคระเกร็งและตายในที่สุด ชาตุอาหารทั้งหมด 16 ชาตุนี้ได้แก่ การบอน ในโตรเจน ออกซิเจน ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม กำมะถัน เหล็ก สังกะสี ทองแดง แมงกานีส โนลิบดินัม ไบرون คลอรีน

ในบรรดาชาตุอาหารพืชทั้งหมด 16 ชาตุนี้พอกแบ่งออกเป็น 3 พวกใหญ่ๆ ด้วยกันคือ

ก. ชาตุอาหารหลักได้แก่ การบอน ไนโตรเจน ออกซิเจน เป็นชาตุที่พืชต้องการมากที่สุด เพื่อจะเอาไปสร้างแป้งไขมันและน้ำตาลในต้นพืช พืชไม่เกยข้าวชาตุอาหารทั้ง 3 ชนิดนี้ เพราะพืชสามารถได้มาจากน้ำและอากาศ ซึ่งมีชาตุทั้ง 3 นี้เป็นองค์ประกอบ

ชาตุอาหารหลักอีกพวกหนึ่งได้แก่ ในโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม ที่ต้องการสารอาหารเหล่านี้เป็นปริมาณมากเพื่ออาไปสร้างโปรตีน เนื้อเยื่อ คอกผลและเมล็ด พืชจะดูดเอาสารอาหารเหล่านี้จากดิน ดินซึ่งมีกระดูกสารอาหารทั้ง 3 ชนิดนี้ โดยพืชจะแสดงอาการให้เห็นเสมอจึงนิยมใส่ชาตุอาหารพืชทั้ง 3 ชนิดนี้ลงไว้ในดินเพื่อเพิ่มสารอาหารให้กับพืชในรูปของสารอาหารที่เรียกว่า "ปุ๋ย"

ก. ชาตุอาหารรองได้แก่ แคลเซียม แมกนีเซียม กำมะถัน เป็นชาตุอาหารที่พืชต้องการในปริมาณที่ก่อขึ้นมาก แต่พืชมักไม่ค่อยแสดงอาการขาดให้เห็นเนื่องจากในดินมีปริมาณมากพอและคินมักได้สารอาหารเหล่านี้จากน้ำที่ปลดปล่อยสำหรับปรับปรุงความเป็นกรดด่างของดินอยู่เสมอ

ก. ชาตุอาหารเดิมหรือชาตุได้แก่ เหล็ก สังกะสี ทองแดง แมงกานีส โนลิบดินัม ไบرون คลอรีน เป็นชาตุอาหารเสริมสำหรับพืช ซึ่งพืชต้องการในปริมาณน้อย ในดินมีชาตุเหล่านี้น้อย แต่พืชไม่ค่อยแสดงอาการขาด เพราะพืชดูดกลืนไปใช้ในปริมาณน้อยดินที่มีอินทรีย์วัตถุมากมักขาดชาตุอาหารเหล่านี้แต่ดินที่ปลูกพืชไปนาน ๆ ก็อาจขาดชาตุเหล่านี้ได้เช่นกัน โดยเฉพาะชาตุไบرون เพราะมีอยู่ในดินเป็นปริมาณต่ำมาก

### 2.2.1 ปริมาณของอาหารแร่ธาตุที่พืชต้องการ

อาหารแร่และแร่ธาตุต่าง ๆ เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับพืชที่ต้องได้รับครบถ้วน ในสัดส่วนที่เหมาะสมบางชาตุก็ได้มาจากดินและบางชาตุก็มีไม่เพียงพอที่ต้องให้ในรูปของปุ๋ยการวิเคราะห์ทางเคมี ตัวอย่างพืชพบว่ามีชาตุต่าง ๆ มากกว่าร้อยชาตุภายในองค์ประกอบของพืช แต่ใน

จำนวนนี้มีเพียง 16 ธาตุเท่านั้นที่เป็นชาตุอาหารสำหรับพืช การที่พืชขาดชาตุอาหารส่วนใดส่วนหนึ่ง นั้นมีผลการพิจารณาดังนี้

1. ชาตุนั้นต้องจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชและการขยายพันธุ์พืชถ้า ขาดชาตุนั้นไปพืชจะไม่สามารถเจริญเติบโตได้

2. พืชต้องการชาตุนี้อย่างเฉพาะเจาะจง ชาตุอื่น ๆ ทำหน้าที่ทดแทนไม่ได้  
 3. ชาตุนี้ต้องมีผลโดยตรงต่อการเจริญเติบโตของพืช ทำหน้าที่เฉพาะกระบวนการ เพื่อการเจริญเติบโตของพืช (ไม่ใช่หน้าที่สนับสนุนการเจริญเติบโตของพืชทางอ้อม เช่น การปรับความเป็นกรดค้างและต่อต้านสารพิษในพืช)

โครงสร้างของดินส่วนใหญ่ประกอบไปด้วยชาตุ  $\text{Si}_x\text{Al}_y$  ซึ่งอยู่ในรูปของ  $\text{SiO}_4$  และ  $\text{Al}_2\text{O}_3$  เป็นส่วนใหญ่ โดยจะเป็นโครงสร้างทางเคมีที่สำคัญ คือเนื้อพื้นชาตุนี้ในปริมาณมากการขัดเรียงตัวของชาตุนี้ ในโครงสร้างของดินจะจัดได้เป็น 2 แบบคือ  $\text{Si}^{4+}$  จะจับกับ oxygen แบบ Tetrahedral ส่วน  $\text{Al}^{3+}$  จะจับกับ Oxygenแบบ Octahedral

องค์ประกอบของดินจะประกอบด้วยชาตุค้าง ๆ ที่มีประโยชน์ต่อพืช และไม่เป็นประโยชน์ แต่เป็นองค์ประกอบของโครงสร้างของดิน (ดังในตารางที่ 1.1, 1.2) ซึ่งจะแสดงปริมาณชาตุที่เป็นองค์ประกอบในดินทั้งหมดซึ่งแบ่งออกเป็น ชาตุหลักในดิน และชาตุที่มีปริมาณน้อยในดิน

ชาตุ	ปริมาณ%
Si	19.20
Al	12.38
Fe	8.40
Ca	0.69
Mg	1.26
Na	0.18
K	3.36
Ti	0.40
Mil	0.06
P	0.14

ตารางที่ 2.1 ชาตุหลักในดิน (4)

### 2.3 การเตรียมและการเก็บตัวอย่างดินที่ใช้ในการวิเคราะห์ทางเคมี<sup>(5)</sup>

การเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรต้องหน่วยพืชที่ซึ่งทำได้โดยการเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดิน เช่น การใส่ปุ๋ย การจัดการดินให้ถูกต้องนั้นจำเป็นต้องอาศัยข้อมูล และผลจากการวิเคราะห์เกี่ยวกับสถานะและปริมาณธาตุอาหารต่าง ๆ ที่เป็นพื้นฐานของดิน แต่ข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์จะต้องถูกต้องและมีคุณค่าที่สามารถใช้เป็นตัวแทนที่แท้จริง นั้นจึงจำเป็นต้องขึ้นอยู่กับวิธีการเก็บตัวอย่างดินที่ถูกต้องตามหลักวิชาการ เพื่อที่จะเป็นตัวแทนของดินในบริเวณนั้นอย่างแท้จริง

การวิเคราะห์เพื่อการศึกษาหาชนิดและปริมาณส่วนประกอบชนิดต่าง ๆ ของดิน (Qualitative and Quantitative of Constitution or Composition) เช่น โมเลกุล ไอโอดิน อะตอม สารประกอบ หรือ สารประกอบเชิงผสมของธาตุต่าง ๆ ที่มีอยู่ในดิน ทั้งนี้สามารถอธิบาย หรือพิจารณาว่าคุณสมบัติของดินเหล่านี้ ไม่ว่าจะเป็นส่วนที่มีอยู่เดิม หรือส่วนที่เพิ่มลงไปวัน-by-day ในปริมาณเท่าใด เปลี่ยนแปลงบ้างอย่างไร เพื่อที่จะได้อธิบายปฏิกิริยาทางเคมีที่มีการเปลี่ยนแปลง เนื่องจากสภาพของดินที่เปลี่ยนไป โดยการปอกพืชหรือการใส่ปุ๋ยหรือสภาพของน้ำบังและการเปลี่ยนแปลงนั้นเกิดขึ้นได้อย่างไร

การวิเคราะห์เพื่อประเมินปริมาณธาตุอาหารพืชที่สำคัญ เช่น ธาตุอาหารหลัก หรือ ธาตุอาหารรองและธาตุอาหารเสริม โดยการวิเคราะห์ทางเคมีเพื่อที่จะนำเอาไปอธิบายผลการทดลอง ปุ๋ยต่าง ๆ ในดินเพื่อเป็นการแนะนำการใช้ปุ๋ยที่ถูกต้องสำหรับการเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรต่อไป

วิชาการค้านดินก้าวหน้ามากขึ้นเป็นอันมาก ได้นำเครื่องมือการวิเคราะห์ เช่น เครื่องมืออิเล็กทรอนิกส์ หรือคอมพิวเตอร์ (Computer) มาใช้ในการวิเคราะห์คืนทางเคมี ซึ่งนักวิชาการที่วิเคราะห์คืน สามารถจะบอกคุณภาพของดินและปริมาณธาตุอาหารของพืชได้อย่างละเอียดและรวดเร็วมากขึ้น

#### 2.3.1 เมตริกที่เหมาะสมกับการเก็บตัวอย่างดิน

การเก็บตัวอย่างดินอาจทำได้ตลอดปี แต่เวลาที่เหมาะสมที่สุดคือ ภายหลังการเก็บเกี่ยวหรือก่อนปักปูกลปะนา瞒 1-2 เดือน ซึ่งเป็นเวลาที่ดินมีความชุ่มชื้นที่เหมาะสมก็คือดินไม่แห้ง หรือแห้งจนเกินไป เพราะอาจทำได้สะดวกในการใช้เครื่องมือและการคุกเคลือดดินให้เข้ากันดี ความชื้นในดินที่พอเหมาะสมแก่การเก็บตัวอย่างดิน อาจจะสังเกตได้ง่ายคือเมื่ออาดินมาบีบให้แน่นในอุ้งมือแล้วแน่นเมื่อ放กคืนยังคงจับตัวกันอยู่แต่เมื่อใช้มือบีบแรง ๆ ดินก็จะร่อนและแตกออกง่าย

#### 2.3.2 การเตรียมตัวอย่างดิน

เมื่อเก็บตัวอย่างดิน พยายามรักษาคุณภาพของดินไม่ให้มีการเปลี่ยนแปลงจนกว่าจะทำการวิเคราะห์ ซึ่งในทางปฏิบัติจริงนั้นคงทำได้ยากโดยเฉพาะดินนาโนบริเวณที่มีน้ำขังซึ่งองค์ประกอบและสภาพของดินที่ขาดออกซิเจน (Reduced form) ดังนั้นการทำให้ดินแห้งก็มีผลที่ทำให้แก๊สออกซิเจนเข้าไปทำปฏิกิริยากับองค์ประกอบของดิน และเปลี่ยนสภาพไปอยู่ในรูปของออกซิเจน (Oxidized form) ผลจากการวิเคราะห์ที่เป็นค่าของดินเมื่อแห้งไป ซึ่งมีค่าผิดไปจากค่าที่เป็นจริงของดินภายใต้สภาพที่มีน้ำขังอยู่แต่ถ้าต้องการศึกษาสภาพของดินนาอย่างได้สภาพที่มีน้ำขัง จะต้องเตรียมดินตัวอย่างในที่ไม่มีแก๊สออกซิเจนโดยกระทำได้โดยใช้ถุงแก๊สในโตรเรนเป็นต้น

สำหรับการเตรียมตัวอย่างดินไว้ (Upland Soil) กระทำได้สะดวกและง่ายกว่า โดยนำเอาดินตัวอย่างที่เก็บได้มาผสานในห้องที่สะอาดปราศจากฝุ่นละอองเพื่อบีบกันกันจนเปลี่ยนแปลงทางเคมี เมื่อดินแห้งแล้วเลือกเอาสิ่งที่ไม่ใช่เป็นองค์ประกอบของดินออกก่อนแล้วจึงทำการบดดินและร่อนดิน

#### 2.3.3 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บตัวอย่างดิน

ก. สว่านเจาะดิน (Soil Auger) หมายสำหรับใช้กับดินแข็ง และดินที่มีความชื้นพอเหมาะสม

ข. หลอดเจาะดิน (Soil Tube or Sampling Tube) หมายสำหรับใช้เจาะดินที่ไม่มีกรวดหินเจือปนและมีถักยึดที่เป็นคืนเหนียวร่วนมีความชื้นพอประมาณเดิมเช่นกัน

ก. กระบวนการเจาะ (Core Sampling) เป็นเครื่องมือที่หมายสำหรับการเก็บตัวอย่างดินเพื่อการวิเคราะห์หาคุณภาพทางฟิสิกส์ เวลาที่เจาะคืนเจ้าไปอยู่ในกระบวนการบรรจุดินที่อยู่ตรงปลายข้างที่เจาะดิน

ก. พลั่วเสี้ยม (Spade) เป็นเครื่องมือที่คิดในการเก็บตัวอย่างดินโดยทั่วไป แม้ว่าดินนี้จะมีกรวดหินเจือปนอยู่ด้วย

ก. ป้าช อุ่งพลาสติก สำหรับการบันทึก และบรรจุดินตัวอย่าง และหัวพลาสติก

ก. เครื่องบดดิน หรือ โกร่งบดดิน

ข. ตะแกรงทองเหลือง ขนาด 2.0 ม. และ 0.5 ม.ม.

ฉ. กล่องเก็บตัวอย่าง

#### 2.3.4 ขนาดและแปลงที่เก็บดินตัวอย่าง

ดินเป็นเทหัวตุกที่มีความไม่สม่ำเสมอในตัวเองอยู่แล้ว อันเนื่องมาจากความแตกต่างของดินในวัตถุที่ให้กำเนิดดิน สภาพพื้นที่ พื้นพันธุ์ สภาพดินฟ้าอากาศ อายุของการกำเนิดดินและการใช้ประโยชน์จากพื้นที่นั้น ๆ ดังนั้นการเก็บตัวอย่างดินในบริเวณดังกล่าวเพื่อการวิเคราะห์

จึงจำเป็นต้องแบ่งพื้นที่ออกเป็นแปลงเล็กๆ โดยให้มีความสม่ำเสมอ กัน ในลักษณะและคุณสมบัตินิมาก ที่สุด การแบ่งพื้นที่ออกเป็นแปลง ๆ นี้ จะต้องพิจารณาดึงปัจจัยที่เกี่ยวข้องหลายประการ เช่น การพัง ทลายของดิน การเก็บตัวอย่างคิดที่อาชีวคุณสมบัติที่คล้ายคลึงกันมากที่สุด และปริมาณของตัวอย่าง ที่สูงมา ต้องมีปริมาณมากพอที่จะรวมเอาคุณสมบัติที่ต้องการศึกษาไว้อย่างครบถ้วน

โดยปกติแล้วขนาดของพื้นที่ ที่จะทำการเก็บตัวอย่างดิน ควรมีพื้นที่ไม่ต่ำกว่า 10 ไร่ ถ้าพื้นที่ ที่ทำการเก็บตัวอย่างดินกว้างมากเกินไปก็จะทำให้เกิดการแปรปรวนมากแต่ถ้าทำการเก็บ ตัวอย่างดินในเนื้อที่แคบจนเกินไปก็จะทำให้เสียแรงงาน และเวลา many อย่างไรก็ตามจำนวนดินที่ ทำการเก็บตัวอย่างที่เก็บจากพื้นที่หนึ่ง ๆ ควรพิจารณาจากลักษณะ ดิน และประวัติการใช้ดินใน แปลงนั้น เช่น ความลาดชันของดินการใช้ปุ๋ยและปุ๋นต่างชนิดกันหรือการปลูกพืชที่ทางชนิดกัน

ในการเก็บตัวอย่างดินแต่ละตัวอย่างจากพื้นที่หนึ่ง ๆ จำกัดนิที่มีลักษณะของพื้นที่ คล้ายคลึงกันนั้นจะต้องทำการเจาะดินอย่างน้อย 15 จุด แล้วนำมาคำนวณค่าเฉลี่ยให้ทั่วถ้วน ตัวอย่าง รวมนี้เรียกว่า "ตัวอย่างรวม" ใน การเก็บตัวอย่างรวมนี้ ถ้าได้จากการเก็บตัวอย่างหลาย ๆ จุด เพราะ จะได้ตัวอย่างดินที่ค่อนข้างและเป็นตัวแทนของดินในบริเวณนั้นทั้งหมด ในกรณีตัวอย่างมีปริมาณ มากจะต้องทำการสุ่มตัวอย่าง (Sample Sampling) เพื่อทำการวิเคราะห์อีกที

สำหรับความถี่ของดินที่จะเก็บ ควรพิจารณาถึงพืชที่จะปลูกนั้น ๆ ถ้าเป็นพืชไร่ ซึ่ง มีระบบบำรุงที่ทำหน้าที่หาอาหารอยู่ในดินชั้นบน ซึ่งมีความลึกประมาณ 6 นิว (15 ซม.) แต่ถ้าเป็นพืช สวนหรือไม้ยืนต้น ซึ่งมีระบบหลักทรัพยากรากเจาะทุก ๆ ระดับ 6 นิว ตลอดรากที่มีระบบบำรุงแผ่ กระจายอยู่

### 2.3.5 วิธีการเก็บตัวอย่างดิน

ก. แบ่งพื้นที่ทำการจัดเก็บดินตัวอย่างเป็นแปลงย่อย ๆ เพื่อที่จะศึกษาสมบัติทาง เกมี ตามลักษณะของพื้นที่ ขนาดของดินและการใช้ประโยชน์ในที่ดินนั้น ๆ โดยพื้นที่ ของแปลงนั้น โดยพื้นที่ของแปลงข้อบันทึกต้องไม่เกิน 10 ไร่ แล้วทำการสุ่มตัวอย่างรวม (Composition Sample) ของแหล่งแปลงย่อยและแยกกันไว้คง廓ถุง สำหรับพื้นที่ที่จะทำการเก็บตัวอย่างดินจะต้องไม่รวมเอาร คินที่เป็นทางเดินของ กบ สัตว์ เกวียน รอยน้ำ บริเวณอุบล บ่อ ฯลฯ เข้ามาด้วย

ข. การเก็บสุ่มตัวอย่าง กระทำได้โดยใช้สว่านเจาะดิน สว่านรูปทรงออกหรือ พลั่ว เป็นต้น การพิจารณาที่จะเลือกใช้เครื่องมือนั้นให้อาชีวคุณสมบัติของ เนื้อดินและความสะดวก เป็นเกณฑ์ ในกรณีที่ใช้เครื่องมือเจาะดินนั้นจะต้องให้เครื่องมือตั้งฉากกับ ผิวดินเสมอ แต่ถ้าใช้ พลั่วชุดดินตัวอย่างนั้นต้องบุดเป็นรูปปัตร v ที่มีความกว้างเท่ากับความกว้างของปากพลั่วและให้มี ความลึกประมาณ 6 นิว ทำการสะอาดขอบอุบลให้ทั่วและเอาดินในหลุมออกให้หมด แล้วใช้

เพลี้ยเฉือนด้านใดด้านหนึ่งให้ห่างจากขอบหลุมประมาณ 0.5 นิ้ว สีกลงไปถึงก้นหลุมจัดพลาสติกไว้ แล้วใช้แผ่นพลาสติกแบ่งดินออกเป็น 3 ส่วน ตามความยาว โดยให้ส่วนที่อยู่ตรงกลางกว้างประมาณ 1 นิ้ว และเก็บเอาเฉพาะส่วนที่อยู่ตรงกลางใส่ในถุงพลาสติกไว้ (ดังรูปที่ 1.3) ดินที่เก็บการเป็นดินที่สะอาด ปราศจากปุ๋ยหรือสารเคมี หรือสารเคมีต่าง ๆ เช่น สารกำจัดโรค หรือยาฆ่าแมลง ดินที่เก็บแต่ละหลุมควรมีปริมาณที่เท่ากัน หลังจากการเก็บจนครบทุกหลุมแล้วควรกลบดินให้เข้ากันดี เพื่อที่จะเป็นด้วนแทนที่ดีของดินในพื้นที่นั้น ๆ และนำไปห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ด่อไป



รูปที่ 2.3 การเก็บดินตัวอย่าง

## 2.4 ความรู้เกี่ยวกับกันต้มໂໂ (6,7,8)

สัมโว เป็นผลไม้ที่ทุกคนรู้จัก และนิยมนิโภคกันมาช้านาน มีการปลูกกันแพร่หลายทั่วประเทศ เนื่องจากสามารถเก็บได้ตั้งแต่สภาพดินเกือบทุกชนิด รวมทั้งยังเป็นผลไม้ที่มีผู้นิยมรับประทานกันอย่างแพร่หลาย พื้นที่ปลูกเป็นแหล่งใหญ่ที่รู้จักกันดี ได้แก่ บริเวณห้องที่อำเภอสามพวน อำเภอครรชัยศรี จังหวัดนครปฐม อำเภอโนนร่ม อำเภอสารคาม อำเภอเมือง อำเภอสรรพยา จังหวัดอุบลราชธานี อำเภอโพธิ์ประทับช้าง อำเภอตะพานหิน อำเภอเมือง จังหวัดพิจิตร

## ชื่อสามัญ *Pummelo shaddock*

## ชื่อทางวิทยาศาสตร์ *Citrus grandisOsb.*

## พืชตระกูลส้ม Rutaceae

#### 2.4.1 ประวัติและถิ่นกำเนิดของส้มโอ

ແຫັດເຄີມເຊື້ອກນີ້ວ່າສໍານ ໂອມືກິນ ກຳເນີດເຄີມອູ່ທາງເກະນາຄາຫຼຸມແລະອິນເດີບຕະວັນອອກ ຕ່ອນໄດ້  
ຂໍາຍໄປດ້ວນແຫ່ລ່ງທ່າງໆ ດາວມແດນປະເທດຈິນ ຜູ້ປຸ່ນ ພຶສີປັນສີ ອິນ ໂຄນີເຊີຍແລະສຫຮັກອຸເມຣິກາ

สำหรับประเทศไทยนั้น จากการพิจารณาสภาพธรรมชาติ ตามป่าทางภาค ของประเทศไทย แสดงว่าสัมทึ้งหลายไม่ใช่พืชคึ่งดิบของประเทศไทย แต่ได้ถูกนำมาจากดินแดนใกล้เคียงแห่งใดแห่งหนึ่งมาก่อน จนเข้าใจและคุ้นเคยว่าเป็นพืชพื้นเมืองของไทย การที่สัมโภได้ถูกนำมาจากที่ต่างๆ อาจสันนิษฐานได้ 3 ทวง คือ

1. โดยทางทะเลในแคว้นตั้งเกี้ย ได้อพยพเข้ามาเพิ่งพระบรมโพธิสมภารของ  
พระมหาภารชรีป ไก่ชน ยกุจชันนูรีหรือกรุงรัตนโกสินทร์ กันมาก ชาวจีนเหล่านี้ได้นำพันธุ์ส้มโอลิด  
มาตัววัย ไปบรรบะแรกปลูกกันในบริเวณพระนคร ชานบุรี แล้วจึงกระจายพันธุ์ไปยังจังหวัดต่าง ๆ ทั่ว  
ประเทศไทย

2. โดยทางนักชาวีนตอนได้ เกิดขึ้นระหว่าง พ.ศ. 1650-1850 ในสมัยที่ไทยอยู่พหุชน การรุกรานของจีนเข้ามายังประเทศไทย คงได้นำเอาพืชผลและสัตว์เลี้ยงต่าง ๆ รวมทั้งพาก สัม โอดิตามาด้วย เพราะมีหลักฐานว่าขณะที่ชนชาติไทยยังมีถิ่นฐานอยู่ในประเทศไทยนั้น การปลูกส้มในประเทศไทยได้แพร่หลายมากแล้ว

3. จากภาวะมาลากู คำว่าหมู่เกาะมาลาภูในที่นี้คงหมาย หมู่เกาะในอาณาบริเวณที่มีชื่อว่า มาเลเซียรวมถึงหมู่เกาะอินเดียตะวันออก (ปัจจุบันคือประเทศไทยในโคนีเชีย) มีผู้สันนิษฐานว่าในสมัย อาณาจักรคริวิชช์ (พ.ศ. 1214 - 1920) ซึ่งอยู่ในศตวรรษที่ 13 ได้มีการค้าขายกับประเทศไทยในสมัยนั้น และคงได้มีการนำพันธุ์ส้มโอดิตามาจากอาณาจักรคริวิชช์ โดยเฉพาะพันธุ์ ปัตตาเวีย ซึ่งปลูกในหลายจังหวัดทางภาคใต้ของไทยในปัจจุบัน

อย่างไรก็ตาม ปัจจุบันนี้นักวิชาการบางท่านเชื่อว่า ส้มโอดิตามีกำเนิดในประเทศไทย ทั้ง นี้ เพราะว่าประเทศไทยมีพันธุ์ส้มโอดิตามากที่สุดในโลก (คำว่า พันธุ์หมาดถึงปริมาณความแพร่หลายที่มี อยู่ในพื้นที่ชนิดหนึ่ง) ซึ่งในขณะนี้ได้มีเอกสารเกี่ยวกับกำเนิดของส้มโอดิตามีอยู่ในเมืองไทยตีพิมพ์เผยแพร่ ในวารสารนานาชาติหลายเรื่อง แต่ยังไม่แพร่หลาย

การเริ่มปลูกส้มโอดิตามในประเทศไทยครั้งแรกเท่าที่รู้ว่าเริ่มปลูกในบริเวณริมแม่น้ำเจ้าพระยา ในเขตกรุงเทพมหานครก่อน ต่อมาจึงแพร่หลายไปยังจังหวัดในภาคกลางทั่ว ๆ ไป โดยเฉพาะอำเภอ สามพราน จังหวัดนนทบุรี และอำเภอกระทุมแบบ จังหวัดสุพรรณบุรี และขึ้นทางและพิจิตร ซึ่งเชื่อกันว่าพันธุ์ส้มโอดิตามเป็นพืชที่สำคัญมากในกรุงเทพมหานครและชนบุรี

#### 2.4.2 ลักษณะทางพฤกษาศาสตร์

ลำต้น ส้มโอดิตามีใบเป็นใบเดี่ยวนั่นขนาดกลาง มีความสูงประมาณ 6-10 เมตร แต่ถ้าปลูกในที่ เหงาจะสูงและมีอายุมาก อาจสูงถึง 15 เมตร ทรงต้นพุ่มโปร่ง ลำต้นใหญ่ กิ่งใหญ่ กิ่งก้านสาขาน้ำที่แตก จะห้อยทรงพุ่มสวยงาม บางครั้งมีหนานตามลำต้นซึ่งถ้าปลูกด้วยเมล็ดจะมีหนานแน่นขึ้นกว่า 1-5 เซนติเมตร สามารถปลูกเป็นไม้ประดับได้

ใบ ส้มโอดิตามีใบเป็นรูปไข่หรือรูปไต่ ยาว 4-5 นิ้ว กว้าง 2-12 เซนติเมตร แบ่งออกเป็น 2 ตอบ ตอบแรกเรียกว่าใบ ตอบก้านใบเรียกทุ่นใน ลักษณะใบค้านบนเรียวเพ้มเป็นมัน ค้านล่างเป็นสีเขียว อ่อนมีขนอ่อนนุ่มปกคลุม ริมใบเรียบหรือขักเล็กน้อยส่วนใบบุนเด่นชัด

ดอก ดอกของส้มโวออกตอนปลายกิ่งเกิดบริเวณซอกใบ ลักษณะเป็นช่อจัดเป็นชนิดดอกเดี่ยว แต่ละช่อคอกมีจำนวน 2-10 ดอก ดอกสมบูรณ์เพศ ดอกช่อคอกนั้นใหญ่ เส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 2 - 7 เซนติเมตร ส่วนประกอบของดอกมีชั้นกลีบเรียงอยู่ในอกรสุดจำนวน 4-5 กลีบ ในลักษณะเชื่อมติดกันดังที่เข้าไปเป็นชั้นของกลีบดอก มีจำนวน 4-5 ดอก ต่อเข้าไปเป็นชั้นเกรสรัวผู้ เชื่อมติดกันเป็นกลุ่มๆ ประมาณ 4-5 กลุ่ม รวมจำนวนเกรสรัวผู้ประมาณ 20-25 อัน และชั้นในสุดเป็นเกรสรัวเมียเป็นที่อยู่ของรังไข่ซึ่งมี 11-16 ช่อง เมื่อดอกบานมีกลีบหอน ในฤดูกาลออกดอกมากที่สุดอยู่ในระหว่างกลางเดือนสิงหาคมถึงเดือนกันยายน ระยะเวลาการผลิตออกดอกบานใช้เวลา 25-30 วัน และจะออกบานถึงผลแก่ร้าว 180-210 วัน

ผล มีขนาดปานกลางถึงใหญ่ เส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 12-18 เซนติเมตร สูง 14 -18 เซนติเมตรทรงผลมีหลายแบบ เช่น กลมมน กลมแป้น กลมสูง มีจุดคล้ายกับผลสาลี สีผลจะเป็นสีอ่อนมีสีเขียว พอกจะเปลี่ยนสีเป็นสีเขียวอมเหลืองและเป็นสีทอง มีต่อมน้ำมันตามพิว เปลือกหนา 2-2.5 เซนติเมตร สีเปือกด้านในเป็นสีขาวหรือสีชมพูตามชนิดพันธุ์ น้ำมันลักษณะเป็นเส้นอ่อนขาวรัศมีกว้าง กันอยู่เรียกว่ากุ้ง ซึ่งภายในประกอบด้วยน้ำมันสหวนอยแปรรูป หรือเปรี้ยว ภายใต้แสงแดดจะเป็นสีเหลือง หรือสีฟ้า 12 - 14 กลีบ ตรงกลางมีแกนแท่งแท่งผลไม้มี เป็นโพลงกลวงกลางผล ปริมาณผลในตันหนึ่ง ประมาณ 40-50 กก.

เมล็ด ส้มโวมีเมล็ดคอกนั้นข้างใหญ่ แบบ เปลือกยัน ร่องเมล็ดลึก มีสีขาวอมเหลือง อยู่รวมกันตรงกลางผลรอบๆ แกน บางผลไม้มีเมล็ดหรือเมล็ดลีบ หนึ่งเมล็ดสามารถเพาะดันกล้าได้ 1 ต้น จำนวนต้นกล้าในแต่ละผลจะแตกต่างกันตามพันธุ์

#### 2.4.3 พันธุ์ส้มโว<sup>(9,10)</sup>

พันธุ์ส้มโวที่ปลูกในประเทศไทยมีอยู่หลายพันธุ์ ซึ่งอาจเรียกชื่อต่างกันไปตามภาษาท้องถิ่นที่ปลูก เช่น ชื่อวัดครบรูน ปลูกพันธุ์ขาวพวง ขาวน้ำผึ้ง ขาวทองดี ขาวหอม ขาวแปื้น บุนนันท์ จังหวัดสุนทรสงครามปลูกพันธุ์ขาวใหญ่, จังหวัดพิจิตร ปลูกพันธุ์ท่าบ่อ, จังหวัดชัยนาท ปลูกพันธุ์ขาวแก้ว, ขาวแตงกวากะรุน, จังหวัดสุราษฎร์ธานี สงขลา นครศรีธรรมราช ปลูกพันธุ์ปีกด้าวี ซึ่งแต่ละสายพันธุ์จะมีเนื้อสีต่าง ๆ กัน เช่น สีครีมอ่อน สีครีมแก่ หรือสีชมพู เป็นต้น ซึ่งสามารถแบ่งสีเนื้อผลของส้มโว ได้เป็น 4 สี ดังนี้คือ

1. สีครีมอ่อน เช่น พันธุ์ขาวพวง, ขาวใหญ่, ขาวจีบ, บุนนันท์
2. สีครีมแก่ เช่น พันธุ์ขาวแปื้น, ขาวหอม

3. สีชนพูแก่ เช่น พันธุ์แดงทับทิม

4. สีชนพูอ่อน เช่น พันธุ์ขาวทองดี, ขาวน้ำผึ้ง, บราวน์

ถ้าจะแยกออกตามลักษณะของผลที่มีองค์เป็นได้ชัด จะแยกสัมโภอออกได้เป็น 2 พวก

คือ

1. ผลทรงสูง มีจุด ได้แก่ พันธุ์ขาวจีน, ขาวพวง

2. ผลทรงแบน หรือเกือบกลม ไม่มีจุด ได้แก่ พันธุ์ขาวทองดี, ขาวเป็น, ขาวอม, เป็นต้น

ในเอกสารของกรมส่งเสริมการเกษตร ได้กล่าวถึงสัมโภฯ น่าจะส่งเสริมการปลูกตามความต้องการของตลาดอยู่ 3 พันธุ์ คือ ขาวพวง, ขาวเป็น และขาวทองดี แต่ในระดับของเกษตรกรผู้ปลูกสัมโภฯ ทั่วไปจะมีรูปทรงพันธุ์เก่าแก่ดังเดิม และพันธุ์ที่ได้รับการพัฒนาขึ้นจากตลาดเป็นอย่างดีจะมีเช่นนี้อีกหลายพันธุ์ เช่น ปีกดานาเวง บุนนันท์ ขาวน้ำผึ้ง ทัมพิม ขาวอม ทำข้อย ขาวแตงกว่า และที่อยู่ด้านบนทหลาดแห่งนี้ได้ตั้งชื่อกันขึ้นมาเองก็มีอีกไม่น้อย สรุว่าในปัจจุบันหากหันไปทุกพันธุ์ที่ทำที่หาได้มาปลูกในแปลงรวมพันธุ์ แต่ที่ปลูกเพื่อขายผลสัมโภฯ ล้วนจำานวนลงเหลือไม่กี่พันธุ์

1. พันธุ์ขาวพวง เป็นพันธุ์ที่ให้ผลออก ขนาดผลใหญ่ปานกลาง ทรงผลกลมเสี้ยนออก มีจุดที่จุดสูง 15 - 18 เซนติเมตร เส้นผ่าศูนย์กลาง 13 เซนติเมตรเฉพาะจุดสูง 1.5 - 2 เซนติเมตรก้านเว้า

ผิวเรียบสีเขียวอมเหลือง ต่อมน้ำมันค่อนข้างใหญ่อยู่หางกันพอสมควร เปลือกค่อนข้างบางเป็นสีขาว กดดูรูสีเขียว ผลหนักน้ำกึ่งลีบ 12-14 กก./ม³ แยกออกจากกันได้ง่าย ถุงมีสีขาวอมเหลืองหรือสีครีมอ่อน ขนาดถุงค่อนข้างใหญ่ เม็ดกันอยู่ห่างพอๆ กัน ค่อนข้างแข็ง มีน้ำมากแต่ไม่ฉะน้ำ รสหวานอมเปรี้ยว เมล็ดมีน้ำอยู่หรือไม่มีเลย เป็นพันธุ์ที่ทนทานต่อสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ ได้ดี ออกดอกติดผลง่าย สามารถเก็บผลได้ก่อนกำหนด กือแก่ร้าว 60% กือกินได้ และสามารถรอการขายได้ 2-3 เดือน ทำให้ส่งไปจีนห่าอย ยังต่างประเทศได้ยาก ๆ โดยกุนภายยังคงเดิม ขาวจีนในย่องกงและสิงคโปร์นิยมซื้อใช้ในพืชไหวะ จันทร์กันมาก ขอบพรวะวะเป็นสีน้ำทึบทรงผลสวยงาม ทรงผลมีสกุล ชาวญี่ปุ่นชอบเพราะมีรสหวานอมเปรี้ยวเล็กน้อย รวมทั้งลักษณะเนื้อที่แห้งไม่ฉะน้ำ ทำให้แกะกินได้ง่ายไม่ประะเบื้อนเมื่อตัว ทำให้สัมโภฯ หันหันสั่งขายต่างประเทศได้มากที่สุด แต่ในสายคาดคนไทยแล้วสมัยนี้การขายการปลูกลดลง เพราะขายได้ราคาต่ำ ผู้ซื้อในประเทศนิยม ขาวอม ขาวทองดี เนื่องจากชาติหวานถูกคอกคนไทยมากกว่า

2. พันธุ์ขาวทองดี เป็นสัมโภฯ ผลขนาดกลาง ผลมีลักษณะกลมเป็น เส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 15 เซนติเมตร สูง 12-15 เซนติเมตร ไม่มีจุด ที่หัวมีจีบเล็กน้อย ผิวเรียบสีเขียว มีขนอ่อนนุ่มนิ่ว เล็กน้อย ด้านปลายผลมีลักษณะค่อนข้างตัด เปลือกบางสีชนพูอ่อน ถุงมีสีชนพูเรือๆ เปียดกันแน่นเนื้อถุง

นั่นจะออกและเล็กน้อย ผู้เรียนสีเขียว ระหว่าง เมื่อค่ำ รถดีกูโรคนไทยและคนจีนมากที่สุด นิยมซื้อรับประทาน โดยยอมให้ราคางาน เป็นส้มที่มีจุดอ่อนคือ เมื่อปล่อยให้ออกดองติดผลตามธรรมชาติจะไม่ค่อยตก สุขภาพง่ายได้ แต่ที่นิยมปููกเพรษขายดี

3. พันธุ์ขาวเป็น ซึ่งเป็นกีบริงแต่ผลออกกลมยิ่งกว่าพันธุ์ชนิดอื่น ขนาดผลトイปาน ก朵朵สีเขียว กลางประมาณ 14-16 เซนติเมตร สูงประมาณ 12-14 เซนติเมตร ไม่มีจุด ก้านผลเรียบ ผิวเรียบสีเขียวอมเหลือง มีขนนุ่มเล็กน้อยต่อมน้ำมันค่อนข้างใหญ่อยู่ห่างๆ กัน เปลือกสีขาวหนา ประมาณ 2 เซนติเมตรเปลือกติดกับกิ่วผลแน่นมาก ผลหนึ่งมีก้านประมาณ 12-13 กิโลกรัม เมื่อหั่น กิ่วมีสีขาวหนาและเหนียว ถุงสีขาวหรือสีครีมแก่เบี้ยดกันแน่นปานกลาง ระหว่างตอนเมริวยามีน้ำดี และส่วนมากเมล็ดลีบ นิยมบริโภคทั่วไปภายในประเทศ

4. พันธุ์ขาวใหญ่ ขนาดผลトイปานกลางถึงก่อนข้างใหญ่ เส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 15 เซนติเมตร สูงประมาณ 18-20 เซนติเมตร ทรงกลมสูง แต่ไม่เรียบเนื่องจากตัวขั้ดเหมือนขาวพวง ผิวผลเรียบ สีเขียวอมเหลือง ต่อมน้ำมันค่อนข้างใหญ่เปลือกสีขาวหนาปานกลาง ผลหนึ่งมี 12-14 กิโล แยกออกจากกันได้ง่าย ถุงสีขาวรสดีหวานกรอบ อร่อยมากตอนเบร์วบ้างเมล็ดใหญ่แต่ไม่มีน้ำดี ไม่ค่อยได้แพร่กระจายไปยังอื่นๆ มากนักเนื่องจากให้ผลไม่ค่อยตก ทำให้ปริมาณผลลดลงมีน้อย ราคาค่อนข้างสูง และหาซื้อด้วยเฉพาะในเขตแหล่งปลูกและใกล้เคียงเท่านั้น

5. พันธุ์ปีกด้าเวีย ลักษณะผลกลมเป็น ขนาดผลトイปานกลาง เส้นผ่าศูนย์กลาง ประมาณ 16 เซนติเมตร ที่หัวมีจีบเล็กน้อย ก้านผลแน่นเรียบ ผิวเรียบมีสีเขียวอมเหลือง ต่อมน้ำมันมีขนาดเล็กมีเปลือกค่อนข้างบางมีสีขาวอมชั้นพู ผลหนึ่งมีประมาณ 12-13 กิโล ถุงเป็นสีชมพูเรือๆ มีขนคาดเล็กและเบี้ยดชิดกัน ก่อนข้างถ้วน ถ้าเป็นส้มไอยோสีขาวแต่รสชาติไม่ค่อยอร่อยนัก มีปููกประปาในภาคใต้

6. พันธุ์ขาวหนอง จัดเป็นส้มไอยோพันธุ์ที่ดีที่สุดของเมืองไทย เคยชนะการประกวดส้มไอย่องจังหวัดปฐมทalaครั้ง ลักษณะผลกลม ขนาดใหญ่ปานกลาง เส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 14-18 เซนติเมตร สูงประมาณ 14 เซนติเมตร ด้านหัวไม่มีจุดและจีบ ผิวเรียบสีเขียวอมเหลืองเล็กน้อยต่อมน้ำมันและเบี้ยดเปลือกสีขาว เปลือกบางด้วยแต่ส้มขาว ผังกิ่วมีจุดออกจากกันได้ง่าย มีจำนวนกิ่วประมาณ 13 กิโลต่อบรอด ถุงเป็นสีครีมขาวของสีขาวอมเหลือง มีขนคาดเบี้ยดกันแน่นไม่ถ้วน ระหว่างกลมกล่อมค่อนมาก เมล็ดมีจำนวนปานกลาง ส้มไอยோพันธุ์ขาวหนองมีปููกอยู่ในจังหวัดปฐมธานีแต่ไม่นอกนัก ถ้ามีมากก็ขายได้ทั่วไปและต่างประเทศ

7. พันธุ์ขาวแต่งกว่า เป็นสันโอที่ปลูกกันมากในจังหวัดชัยนาท ลักษณะผลกลมเป็นขนาดผลกลมเป็น ขนาดผลกลมปานกลาง เส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 18 เซนติเมตร ก้านผลปีนเว้าเล็กน้อย ที่หัวไม่มีจุก ผิวเรียบสีเขียว ต่อมน้ำมันละเอียด มีเมล็ดน้อย รสหวานอมเปรี้ยวนิด ๆ ลักษณะทั่วไปคล้ายขาวแต่งกว่าที่ปลูกอยู่ในเขตจังหวัดนครปฐม แต่เปลือกหนากว่า

8. พันธุ์ขาวแก้ว ผลกลมเป็นมีขนาดโตกว่าปานกลาง เส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 12-15 เซนติเมตร ไม่มีจุก หัวเรียน ผิวเรียบสีเขียวอมเหลือง มีต่อมน้ำมันค่อนข้าง多 และอุดหัว ก้านผลปีนเว้าเล็กน้อย ในของเปลือกสีขาวนิ่ม ถุงมีสีขาวอมเหลืองเมื่อกินค่อนข้างแน่น รสหวานอมเปรี้ยวเด็กน้อย เมล็ดไม่มาก

9. พันธุ์ทำข่อย เป็นพันธุ์ที่ให้ผลออก ออกดอกติดผลตลอดปี ผลมีขนาดใหญ่ เส้นผ่าศูนย์กลาง ประมาณ 15-18 เซนติเมตร ทรงผลกลมสูง ด้านหัวเป็นจีบเล็กน้อย ผิวเรียบ ถ้าจับดูจะรู้สึกระคายมือ ต่อมน้ำมันใหญ่ เปลือกหนาพอสมควร เมื่อคั้นแล้วมีน้ำมากขึ้น เปลือกจะหนาน้อบลงผลหนึ่งมีประมาณ 12-14 ก้อน ผนังกลีบสีออกชมพู บางผลหัวน้ำสีเขียวไม่เข้ม ถุงสีชมพูเรื่อๆ และมีขนาดใหญ่ ถ้าหัวแกะไม่ง่ายนัก รสชาติหวานอมเปรี้ยวเล็กน้อย มีกลิ่นหอมเฉพาะตัว มีเมล็ดน้อยมากหรือแทบไม่มีเมล็ด tau

10. พันธุ์ขาวพร้อม รูปทรงผลค่อนข้างสูง ขนาดผลใหญ่ เส้นผ่าศูนย์กลางบริเวณผลประมาณ 15 เซนติเมตร เปลือกหนา ในแต่ละผลมี 13-14 ก้อน ผนังกลีบสีขาวเนื้อสีชมพูอ่อนคล้ายพันธุ์ขาวน้ำผึ้งมาก รสชาติดีปานกลาง

ส่วนมากพันธุ์อื่นๆ นอกจากนี้เป็นที่รู้จักแต่ยังไม่แพร่หลายนัก การเพาะเมล็ดดูง่ายครั้งก็ได้ ดันก็แล้วก็คิดก็โถ่ก็ไป แต่ถ้าคิดก็ว่าเดินก็ขยายพันธุ์ออกมากามากขึ้น และตั้งชื่อตามห้องถ่ายรูปตั้งชื่อ กันบ่นความสกุดของผู้ปลูก ดังนั้นแนวทางการเพาะพันธุ์สัมโອไปปลูก จึงควรยึดหลักความต้องการของตลาด วิธีปลูกและการบำรุงรักษาและ เก็บปีกุกเป็นสัมตอนหรือสัมไร อาจเลือกสัมทำข่อย ขาวแต่งกว่า ด้านปีกุกแบบธรรมชาติช่วย ถึงกุกสัมโອขาวพวง ขาวเย็น ด้านปีกุกแล้วดูแลอย่างใกล้ชิดกับปีกุกขาวหอม หวานน้ำผึ้ง ขาวทองดี หรือขันกับพันธุ์นี้นั้น ๆ

#### 2.4.4 ส้มโอทำข่อย

ส้มโอทำข่อย ส้มโอที่มีคุณภาพดีพันธุ์หนึ่งจนกล่าวกันว่า มีรสชาติ คล้ายกับส้มโอพันธุ์ขาวน้ำผึ้ง ของกรีซหรือ แต่มีกระแตกส่วนว่ารสชาติของส้มโอทำข่อยไม่หวานแหลมเท่าส้มโอพันธุ์ขาวน้ำผึ้ง ในบางแหล่งอาจจะไม่คุ้นเคยกับส้มโอพันธุ์ทำขอยนี ทั้งนี้เพาะพันธุ์นี้ในการปลูกพันธุ์นี้น้อยมาก ผลผลิตที่

ได้มักจำหน่ายกันภายในจังหวัด และส่งไปจำหน่ายในจังหวัดใกล้เคียงบ้าง เช่น พิษณุโลก เพชรบูรณ์ เป็นต้น ซึ่งสภาพตลาดนั้น ปริมาณส้มโไอไม่เพียงพอ กับความต้องการของตลาด ฉะนั้นในตลาด กรุงเทพฯ จึงแทนไม่มีขายเลย และมีบางส่วนที่รู้จักส้มโไอท่าข้ออยในลักษณะที่ด้อยคุณภาพ เพราะแต่ก่อน ส้มโไอท่าข้ออยเป็นผลไม้ที่ซื้อขายยากล่อง ได้ร้ายได้ดี ปัญหาต่างๆ นี้ ด้วยการเก็บส้มโไอก่อนถึงระยะที่ ส้มโไอแก่จัด เพื่อไม่ให้ส้มโიถูกหินขัดก่อน ทำให้ผลส้มท่าข้ออยบางราย ที่เลือกทำการขยายพันธุ์เฉพาะ จากต้นที่เป็นโรค มีอาการทรุดโทรมเห็นอาการเปลือกแตกหัก หลุดไช้ชัด ออกจำหน่ายเป็นกิ่งพันธุ์ ซึ่ง ทำกันได้แพร่โรคหรือพาหะนำโรคไปสู่แหล่งอื่น ๆ อีก ส่วนต้นที่มีลักษณะดี ให้ผลออกเร็ว ปราศ จากโรค-แมลงรบกวน ควรได้รับเลือกเพื่อเป็นแม่พันธุ์สู่ตลาดกิ่งพันธุ์กลับเก็บ ไว้เพื่อผลิตส้มโไอใหม่ แหล่ง สวนเฉพาะของตน

### ประวัติ

ส้มโ-ionพันธุ์ท่าข้ออย มีปลูกเริ่มแรกที่หมู่บ้านท่าข้ออย ตำบลอูลเมือง อำเภอเมือง จังหวัดพิจิตร และ ได้รู้จักส้มโ-ionพันธุ์นี้กันจริง ๆ เมื่อประมาณ 100 ปี ที่ผ่านมาที่บ้านนายบัว ตำแหน่งผู้ใหญ่บ้านท่าข้ออย บัวกีวานายบัวชื่อกิ่งส้มโἰจากชาวบ้านที่ล่องใจ บัวกีวานายบัวชื่อกิ่งส้มโiom จากกรุงเทพฯ ความเป็น มากของพันธุ์ส้มโion เป็นมากข้างไร่กีดาม ชาวหมู่บ้านท่าข้ออยและaware ใกล้เคียงก็ได้ลืมรสและนิยมน้ำ มาต่อเนื่องรับแขกที่มาเยี่ยมเยียน บัวกีฟักให้กันกิน หากมีการซื้อบาภกันกันส้มยังนั้นก็ทดลองผลลัพธ์ ไฟสองไฟ เท่านั้น ต่อมานำมาหินรุ่นลูกนายบัว ก็มีสวนส้มโἰท่านข้ออยของกรุกสับ ซึ่งขนาดการประดุจที่กรุงเทพฯ ได้ผ้าลาย 1 ผืน ในระยะนี้ส้มโἰท่าข้ออยจึงเป็นที่รู้จักกันอย่างกว้างขวางยิ่งขึ้น ต่อจากนั้นก็มีการขยายพันธุ์ ที่บุกส้มโἰพันธุ์นี้มากขึ้น

ในปี พ.ศ. 2529 มูลนิธิพัฒนาเกษตรกรรมและชุมชน จังหวัดพิจิตร ได้ทำการสำรวจพบว่าส้มโἰ ท่าข้ออยตั้งแต่เดิมยังมีชีวิตอยู่มาตั้งแต่สุดคือ 44 ปี เป็นส้มโἰของนายบุญยิ่ง จันทร์ ได้ปลูกไว้ ตั้งแต่สมัยนายบัว บันทึกไว้ ผู้เป็นบิดา ซึ่งมีอยู่หลายต้นที่บังออกออกออกผลได้ดี ที่ตั้งของสวนนี้อยู่ที่ บ้านโพธิ์ประทับช้าง หมู่ที่ 3 ต.โพธิ์ประทับช้าง อ.โพธิ์ประทับช้าง จ.พิจิตร จึงจัดได้ว่าเป็นสวนแรกที่ นำส้มโἰท่าข้ออยไปปลูกในเขต ต.โพธิ์ประทับช้าง

ส้มโἰท่าข้ออยซึ่งแต่เดิมมีปลูกกันครั้งแรกเป็นจำนวนมากที่บ้านท่าข้ออย ต.เมือง กำਆเมือง จังหวัดพิจิตร ในขณะนี้มีเหลือปลูกเป็นจำนวนมากน้อยมาก เพราะขาดการปฏิบัติและบำรุงรักษา จึงตาย ด้วยโรคโคนเน่ากันมาก แหล่งที่มีการปลูกกันมากจึงเป็นที่หมู่บ้านโพธิ์ประทับช้าง ต.โพธิ์ประทับช้าง นอกจากนี้ก็ยังมีพื้นที่พบ บ้านบึงโพธิ์ บ้านบึงประดู่ บ้านท่าพุตรา บ้านหนองตันไทร

บ้านวังกระโคน และบ้านท่าโพธิ์ทอง ซึ่งอยู่ในเขต ต.โพธิ์ประทับช้าง ทั้งยังมีการขยายการปูอุกร่องที่ดำเนินลงคล่อง ต.คงป่าคำ และบ้านวัดบนุน บ้านวังจันทร์ ส่วนที่สนใจทำการปูอุกเลี้ยงในลักษณะเศรษฐกิจก็มีมากขึ้น ได้แก่ที่อ.ตะพานหิน อ.บางมูลนาก

แหล่งปลูกในเขตจังหวัดพิจิตร นับว่าเป็นเขตผลิตส้มโอมที่ใหญ่และมีชื่อเสียงมากที่สุดในตอนภาคเหนือทั้งหมด ปัจจุบันนี้มีการปูอุกส้มโอมท่าข้อกันมากขึ้น ทั้งที่ จ.สุโขทัย จ.พิษณุโลก จ.กำแพงเพชร

#### 2.4.5 วิธีการปูอุก

หลังมีการเตรียมหลุมปลูกในหลุมขูบด้วยด้าวแล้ว ก็นำกิงพันธุ์ส้มโอมลงปลูก โดยการนำเอาถ่านมาชำล่วงหน้าประมาณ 1-2 เดือน เพื่อให้ดินดังตัวและรากเริญเดิมที่ ถักล้านมีตะกร้าอ่อนๆ ให้ปูอุกทั้งตะกร้าไม่ต้องเอาออก เพราะรากจะแห้งออกไปข้างนอกได้เอง การนำดินโอม ลงปูอุก ให้ระดับดินปูอุกพอต่อกับระดับดินที่ชำ หรือถ้าเป็นกิงตอนที่ยังไม่ได้ชำให้ระดับดินอยู่เหนือดินดามมะพร้าว กิงตอนเสิกน้อยซึ่งวันนี้กิงส้มโอมลงไปปูอุกได้ 2 วิธีคือ

1. ปูอุกกิงให้ดังตรง การปูอุกแบบนี้ก็เพื่อให้ได้ดินส้มที่มีโคนเดียวบริเวณโคนดันจะไม่ทึบมาก แคดส่องถึงพื้นได้ง่าย ลมถ่ายเทได้สะดวกซึ่งจะช่วยลดระยะเวลาของโรคและแมลงลงได้มาก หลักจากนี้ การปฏิบัติการต่าง ๆ หรือการดูแลรักษาในสวนก็สามารถทำได้สะดวก การปูอุกให้กิงดังตรงนิยมใช้กับการปูอุกส้มโอมในที่ดอนเป็นส่วนมาก

2. ปูอุกให้กิงเอียง โดยนำกิงพันธุ์ส้มโอมลงปลูกให้อีียงประมาณ 45-70 องศา จุดประสงค์การปูอุก วันนี้ก็เพื่อให้โคนดันหลายกิ่ง ดินส้มโอมจะเริญเดินໄต้ ให้อาย่างรวดเร็วในระยะแรก ๆ และเมื่อติดผล จะมีพื้นที่ให้ผลมากกว่า แต่มีดินอาจมากโคนดันจะหนาและทึบมากจนเกินไป ซึ่งหมายความว่า อยู่ของแมลง และดินส้มส้มได้ง่าย บ่นเป็นดงหากไม่ก้ากิงใหญ่ ๆ ไว้ การปูอุกส้มโอมหลายแห่งนี้นิยมปูอุกด้วยวิธีการนี้ เพื่อให้ได้พุ่มโต และสะดวกในการเก็บผล และการดูแลรักษาทำสะดวกและง่ายขึ้น

โดยทั่วไปนิยมปูอุกส้มโอมในฤดูฝน คือตั้งแต่เดือนพฤษภาคม ไปจนเดือนสิงหาคม เพราะนี ฝนตกบ่อย เป็นการประหยัดเวลาและแรงงาน และค่าใช้จ่ายในการรดน้ำลงได้ และตั้งตัวและเริญเดินໄต้ได้เร็ว เพราะได้รับธาตุในโครง墩จากน้ำฝน และได้รับน้ำอย่างเพียงพอ

#### 2.4.6 การดูแลรักษาส้มโอม

ในระยะแรกที่ปูอุกส้มโอมใหม่ ๆ ต้องหมั่นให้น้ำกับส้มโอมจนกระทั่งตัวได้ และควรใส่ปุ๋ยหลังจากตั้งตัวได้ 2-3 เดือน ทั้งปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ ซึ่งน้ำอาจปูอุกพืช เช่นระหว่างดินส้ม เพื่อหารายได้ พลางไปก่อน เช่นพวงผักกาด และพืชไร่ต่าง ๆ และยังช่วยบังเดด แต่ไม่ควรปูอุกให้ทึบจนเกินไป

การกำจัดวัชพืช ควรทำเป็นครั้งคราว เพราะวัชพืชที่ขึ้นอยู่ในแปลงอาจแย่งอาหาร และท่อระบายน้ำของศัตรูพืช และแมลงได้ง่าย แต่หอยสืบก็ช่วยป้องกันการทำลายของศัตรูพืช ในกรณีที่ดินอยู่ในส่วนที่เป็นพื้นอิฐ หรือการกำจัดหญ้าด้วย ยาคุมหญ้า การตัดแต่งกิ่งควรตัดแต่งอยู่เสมอ ถ้าไม่นำออกทำให้ดินล้มได้ง่าย หรือถึงจึงหักได้ง่าย เนื่องจากรากน้ำหนักมากเกินไป และถูกเหล่าสัมภาระเสีย จนกระทั่งออกดอกและติดผลลั่นโถที่ปลูกตามแหล่งต่าง ๆ กัน ผลลั่นโถที่ผลิตได้นั้นจะมีคุณภาพแตกต่างกันออกไป ซึ่งเป็นผลมาจากการปัจจัยต่าง ๆ หลายอย่างประกอบกัน เช่น สภาพของดิน สภาพของอากาศ ตลอดจนการบำรุงรักษา เป็นต้น

#### 2.4.7 ปัจจัยต่าง ๆ ดังกล่าวหากผู้ปลูกได้สังเกตุหรือศึกษาไว้บ้าง จึงป้องกันได้

1.ขนาดของผล ส้มโอะจะแตกต่างกว่าดันอิน ๆ ที่เขามีการขัดขนาดส้มให้พอเหมาะสมกับกล่องบรรจุในจำนวนสะดวกต่อการซื้อขาย ส้มโอะที่ผลใหญ่นั้นได้ราคากันต์แต่ต้องไม่ใช้ใหญ่แต่เปลือกหนา เพราะชาตุไนโตรเจนมากเกินไป การที่ส้มโอะมีขนาดใหญ่ได้ถูกใจตลาดขึ้นอยู่กับสั่งต่อไปนี้

1.1.พันธุ์ส้มโอะ ส้มแต่ละพันธุ์มีขนาดของผลที่ต่างกันอยู่แล้ว เช่นขาวใหญ่ โดยธรรมชาติจะมีขนาดใหญ่กว่าทองดี ขาวเป็น อย่างเห็นได้ชัดเจนอยู่แล้ว ยิ่งถ้ามีการบำรุงดีก็จะมีขนาดของผลใหญ่

1.2.คันขอ ตัดตอนนิดต่างๆ มีส่วนทำให้ยอดพันธุ์ไม่ฟอกทันขนาดแตกต่างกัน ได้เช่นเดียวกัน เช่นตัวเอ้าส้มหวานไปดีคนดันตอนส้มสามใบ จะให้ผลส้มที่มีขนาดใหญ่กว่า เมื่อเอ้าส้มหวานไปดีคนดันตอนบิรี่ฯ เป็นต้น แต่ในเรื่องตอนนี้มีเรื่องคึกคักกากันไว้น้อยมาก

1.3. จำนวนผลที่ติด ต้นที่ติดผลมาก ก็ต้องตัดผลมาก การติดผลเป็นพวง จะได้ผลที่มีขนาดเล็ก ฉะนั้นควรให้มีการติดผลตามกิ่งกระจาบหัวหั้งดัน ซึ่งผลที่ได้ จะได้ขนาดสม่ำเสมอ กัน

1.4. จำนวนใบ ต้นส้มโอะที่มีขนาดใหญ่สมบูรณ์ จำนวนใบมาก จะให้ผลส้มโอะขึ้นด้วย

1.5. กิ่งไส้ปุย ปุยที่ใส่ได้ถูกจังหวะและถูกสูตรเหมาะสม จะช่วยทำให้ผลส้มโอะได้ตามความสามารถของพันธุ์นั้นๆ

1.6. การให้น้ำ การเริ่มน้ำของต้นส้มโอะต้องได้รับน้ำอย่างสม่ำเสมอโดยเฉพาะอย่างยิ่งในระบบสัมภาระและสัมภาระ เพื่อให้ผลได้เจริญเติบโตไม่ชักช้า

1.7. ໄຣແຄງຫົວແມ່ງນຸມແຄງ ພລທີມໄຣແຄງຫົວແມ່ງນຸມແຄງຕຸດກິນນໍ້າເລື່ອງສະພາບຜິວເປີເລືອກຈະມີລັກນຳທີ່ເຮັດວຽກ ຂຶ້ກາລາ ທັນບໍລິເວັບທີ່ຖຸກກຳລາຍນີ້ຈະໄມ້ຄ່ອຍບໍ່ຍັດຕົວ ຮ້ອບຍາຍຕ້ວນນ້ອຍນາກ ພລສັນຈຶ່ງເລື່ອກແລະບົດເນື່ອງໄວໃດໆ ຈຶ່ງໄດ້ຄວນຄຸມຄຸແລ້ປ່ອງກັນແລະກຳຈັດຕູ່ເສນອ

1.8. ໂຮມແລງຫັດຫຼູ້ອື່ນໆ ເມື່ອຕັ້ນສັນໄວ້ຖຸກການກວນດ້ວຍໂຮມຫົວແມ່ງສັດຫຼູ້ຕາມ ພລສັນໄວຍ່ອນໄດ້ຮັບອາຫາຮ່ວມເລື່ອງນ້ອຍລົງ ບໍາດັດພລເລື່ອກແລະຜິວເປີເລືອກໄນ່ສ່ວຍດ້ວຍ

2. ສຶບຂອງເປີເລືອກແລະນໍ້າສັນ ອຸນພາບຂອງສັນບັນກັບສຶບຂອງເປີເລືອກແລະຜິວເປີເລືອກຂອງສັນໄວມີສາຣາໂຣທີ່ນອຍດໍ ສຶບເປີເລືອກທີ່ສ່ວຍມີສ່ວນຫ່ວຍໃນກາຍກຸມພາບຂອງສັນໄວດ້ວຍ ສົ່ງທີ່ເກີ່ຍ້ວ້າຂັ້ອງທຳນິກີ່ເປີເລືອກແລະສຶບຂອງເນື້ອສັນ ມີຮອນໍ້າສັນດີຫົວໜາດໄໝ ບັນກັບສົ່ງຕ່າງໆດັ່ງຕໍ່ໄປນີ້ຄື້ອງ

2.1. ພັນຊີ້ ການເລື່ອກພັນຊີ້ເນື້ອດີ ສີສ່ວຍນາປຸກ ບໍ່ອມເປັນການໄດ້ເປົ້າຢັບທີ່ຈະໄດ້ສິດາມຄວາມຕ້ອງການຂອງຕາມ

2.2. ສະພາດີນໍ້າອາກາສ ຄວາມແຕກຕ່າງຂອງຄືນໍ້າອາກາມມີສ່ວນເກີ່ຍ້ວ້າຂອງເປັນອ່ານຸ່ມກໍ ຕ້າກລາງວັນກັບລາງຄືນວັນໜາວຕ່າງກັນນາກ ມີຄສີທີ່ເປີເລືອກກີ່ເບັ້ນນາກ ຖ້ອມສ່ວຍບັນໆ ເມື່ອເປັນເຫັນນີ້ກັນໄວ ໂອກສາທີ່ສັນໃນການແນ້ອຈະຜິວສ່ວຍກ່າວກາກລາງ

2.3. ຕັ້ນດອ ໃນຕ່າງປະເທດທີ່ມີການໃຊ້ຕັ້ນດອສັນຄນລະພັນຮັກກິ່ງ ພັນວ່າເນື້ອມີລົບຍັນພັນຮັກກິ່ງສັນທີ່ຈະມີຜລໃຫ້ສືບອ່ານຸ່ມທຳງໄປດ້ວຍ ແຕ່ໃນປະເທດໄທຢາປຸກສັນໄວທາກກິ່ງທອນຈຶ່ງທໍາໄຫ້ຢັ້ງໄມ້ມີຮາຍານທາງດ້ານນີ້

2.4. ຈຳນວນເມີດຕື່ບີ່ ໃນສັນຫລາຍໜິດ ຈຳນວນເມີດຕື່ບີ່ທີ່ມີກັບບັນໆ ສີຜິວຂອງພລຈະຈາງສົງແລະຈາງກ່າວພລທີ່ມີເນັດຕື່ບີ່ທີ່ມີກັບບັນໆ ນອກຈາກນີ້ສຶບຂອງນໍ້າສັນຈະສອດຄລ້ອງກັບຄວາມເຂັ້ມຂົງຂອງສຶບເປີເລືອກດ້ວຍພລສັນໄວນັກນີ້ມີສຶບຂອງພລຫົວໜາດຕ່າງໆດັ່ງຕໍ່ໄປ ແລະສຶບເປີເລືອກຕົ້ນຕໍ່ໄປ

3. ອາການຂ້າວສາຮ ເປັນອາການທີ່ກຸ່ງ ຢ້ວັງ ເປົ້າ ອຸງເນື້ອສັນມີລັກນຳທີ່ມີສຶບຂອງພລຫົວໜາດຕໍ່ໄປ ເຊິ່ງ ດ້ວຍເວັບໄວ້ສັນມີລັກນຳທີ່ມີສຶບຂອງພລຫົວໜາດຕໍ່ໄປ ດ້ວຍເວັບໄວ້ສັນມີລັກນຳທີ່ມີສຶບຂອງພລຫົວໜາດຕໍ່ໄປ ແລະໄປຮັດເຊີ່ມ ມາກກ່າວປັດ ຊົ່ງສະພາວັດທະນານີ້ ຈະມີປົກລົງຄອບອິນທີ່ ແກ່ໂຮທີ່ ນອຍຕີ່ແລະນໍ້າມາດຄົງສົງ ສາເຫຼຸດທີ່ທໍາໄຫ້ເກີດອາການຂ້າວສາຮ ອາຈເປັນໄປໄດ້ນາງປະກາດຫົວໜາດຕໍ່ໄປ

3.1. ອາການເຄພະຕິ້ນ ສັນບາງຕິ້ນເກີດມີອາການຂ້າວສາຮໄດ້ຢ່າງກວ່າຕິ້ນອື່ນໆເມື່ອເອາກິ່ງທອນຈາກກິ່ງຕິ້ນນີ້ທັນໄປໄຊກັນກິ່ງທອນຈາກຕິ້ນອື່ນໆທີ່ມີປະວັດວ່າໄມ້ເກີດອາການຂ້າວສາຮ

3.2 ด้านต่อ ในต่างประเทศได้พบว่าการใช้ดันดอบางพันธุ์บางครั้งทำให้อาการข้าวสารลดลง แต่บางครั้งก็เพิ่มขึ้น จึงต้องทำการทดลองดูก่อนว่าพันธุ์ไหนใช้ดันดอพันธุ์ไหนจะเกิดผลดีที่สุด หรือผลเสียน้อยที่สุด

3.3 การให้น้ำ ดันสัมท์ไว้น้ำบ่อขรังมากเกินไป หรือแก่ขณะผ่านตกมากเกินไป คินชื้นมากกว่าธรรมชาติ มีแนวโน้มที่จะเกิดอาการข้าวสารได้มากขึ้น

3.4. ดำเนินการของพลบนดัน ผลที่อยู่ภายใต้ภูมิคุ้มกันที่ไม่ถูกแสดงแผล จะเกิดอาการข้าวสารได้มากกว่าผลที่อยู่ภายใต้ภูมิคุ้มกันที่ได้รับแสดงแผลทั่วถึง ผลสัมท์ที่ติดทางด้านพิเศษเนื่องจากดันที่จะเกิดอาการข้าวสารได้มากกว่าผลทางด้านพิเศษได้ประมาณ 2 เท่าซึ่งคาดว่าเหตุผลที่แท้จริงอาจไม่ใช่แสดงแผลที่ส่องที่ผลโดยตรง แต่คงเป็นดำเนินการที่ใบปากและรับแผลส่งอาหารไปให้คลุมกากจุ่งเพราระสัมโภท์อยู่ภายนอกฟุ่ม แต่ได้ห่อกระดาษจนมิดและไม่ถูกแผลเลย ก็ไม่เกิดอาการข้าวสารมากขึ้น

3.5. สาเหตุอื่นๆ ได้แก่ การกระหนบหน่าว หรือสภาพอุณหภูมิต่ำ เกิดรอยควันที่กึ่งหรือลักษณะการแพลงดูดต่อ กึ่งทابหรือติดตา สัมสาวามากเกิน ความอุดมสมบูรณ์ ของคินมากเกินไป ภาวะสูญเสียมากเกินไป การใส่เกลือ ปูน มากเกินไปหรือการกัดกร่อนมากเกินอายุ

3.4. ความหนาของเปลือก สัมโภพน้ำที่กุณภาพดีนั้นถือกันว่าเปลือกดองไม่หนาขนาดเกินไป ที่จริงนั้นกุณเด่นประการหนึ่งของสัมโภก็คือ มีเปลือกหนากว่าสัมอื่นๆ อุ้ยแล้ว ทำไปหันหน้าต่อการบนส่งและเก็บรกรากขายได้นาน สัมที่มีส่วนเกี่ยวข้องทำให้เปลือกสัมจะหนาหรือบางมีดังต่อไปนี้คือ

1. พันธุ์ ได้แก่ สัมโภพน้ำที่ข้าวหอม จะให้ผลสัมท์มีเปลือกบางกว่าพันธุ์อื่นๆ เป็นต้น

2. อายุ ก็ สัมโภตัวจะมีเปลือกหนากว่าสัมโภที่มีอายุมากขึ้น โดยเฉพาะรุ่นแรกๆ จะมีเปลือกหนากว่าธรรมชาติเท่านั้น ได้ชัด

3. ปุ๋ยในโตรเจน ระบะไห้สด ไม่ว่าจะเป็นสัมสาวา หรือแก่กี้ตามถ้าให้ธาตุในโตรเจนมากเกินไปหน่อยจะมีผลให้สัมเปลือกหนาขึ้นผิวผลมีลักษณะขรุขระกว่าเดิม ไม่เรียบตามที่จะเป็นรสชาติก็คือถุงไปด้วย

4. ดำเนินการของพลบนดัน ผลสัมท์รุ่นเดียวกันบนดันเดียวกันมีความหนาของเปลือกไม่เท่ากันได้โดยผลในดำเนินการที่ไม่ต่อเนื่อง หรือนั่งพื้น จะมีเปลือกขึ้นหนา หรือผลที่ใกล้ยอดจะมีเปลือกบางลงกว่า สัมเกตุเห็นได้

5. ความชื้นสัมพัทธ์ ในสภาพที่มีลมแรงหรืออากาศร้อน ซึ่งทำให้ความชื้นสัมพัทธ์ต่ำลง ดันพืชก็จะมีการระเหยน้ำมากขึ้นและง่ายขึ้น ในสภาพเช่นนี้ดันสัมเองจะมีการป้องกันตนเองโดยการสร้างเปลือกผลที่หนามากขึ้นเพื่อลดการหายใจ ฉะนั้นจึงควรพิจารณาแก้ไขให้น้ำอย่างเพียงพอ

พร้อมทั้งปลูกไม้บังลม โดยไม่ต้องให้เกิดสภาพที่ชื้นเกินไป ซึ่งเป็นแหล่งเพาะโรคได้เช่นกัน ทั้งยังมีข้อสังเกตได้ว่าผลสัมนั้นในแบบภาคเหนือ หรือในช่วงฤดูหนาวจะมีพิษเปลี่ยนบางกว่าในภาคกลางหรือที่ร้อนกว่า

3.5. ปริมาณน้ำตาล ในสภาพที่ฝนตกชุกหรือมีการให้น้ำและขณะเก็บผล ผลสัมนจะดูดน้ำเข้ามามาก ทำให้ความหวานลดลง หากฝนหยุดหรือการให้น้ำนานพอ ก่อนการเก็บเกี่ยวผล น้ำตาล ในผลก็จะสูงขึ้นได้ ทั้งยังมีการกล่าวไว้ว่าในช่วงวันข้าวหรือช่วงหน้าร้อน ซึ่งส่วนสีเขียวมีการปูรุงอาหาร สะสมพลังงานและน้ำตาล มากกว่าสัมภาระอื่น ผลสัมภากลางจึงมีแนวโน้มที่จะหวานกว่าสัมภากลางเนื่องจาก เพราะไม่ต้องสูญเสียพลังงานบางส่วนไปสู่กับความหวาน นอกจากนี้ ปุ๋ยใบแพสเชียร์จะช่วยให้ผลสัมภาระหวานขึ้นด้วย เนื่องจากมีบทบาทหลายอย่างทั้งสร้างความแข็งแรงแก่พืชควบคุมการระเหยน้ำของ พืชควบคุมการสร้างน้ำตาลในสัมภาระ เป็นต้น ดังนั้นปริมาณน้ำตาลในผลสัมภาระ ไอโอดีนอยู่ปัจจัยที่ ทั้งปริมาณและแคลอรี่ที่ได้รับมากในวันหนึ่งๆ อุณหภูมิสูง ความชื้นในดิน ปริมาณปุ๋ยใบแพสเชียร์ที่เพียงพอ และการเก็บเกี่ยวผลในระยะพอเหมาะสม

3.6. ปริมาณกรด ในที่นี้หมายถึง กรณีที่มีผลนำให้รสชาติเข้มข้นขึ้น มีความนำรับประทาน ปริมาณการสูง ต่ำ ของปริมาณกรดนี้ขึ้นอยู่กับความแตกต่างของอุณหภูมิในช่วงเวลากลางวันและกลางคืน โดยหากความแตกต่างที่มากขึ้น ก็หมายถึงการสร้างกรดเป็นปริมาณที่มากขึ้นด้วยจะนั้นทำให้ค่ากรดขึ้นได้ว่าสัมภากลางหน้าร้อน มีรสจัดกว่าสัมภากลางเนื่อง และสัมภูก็แหล่งในช่วงหน้าหนาวจะมีรสเปรี้ยวมากกว่าหน้าร้อนและหน้าฝน น้องจะสามารถรับรู้ได้ในไตรมาสที่ดันสัมภาระรับด้วย โดยปริมาณน้ำที่มากเกินไป ปริมาณกรดหรือความเปรี้ยวต้องเพิ่มขึ้นด้วย

3.7. จำนวนเมล็ด คุณภาพที่สำคัญของสัมภากลางนี้ คือ การมีเมล็ดน้อย หรือไม่มี เมล็ดน้อย การที่สัมภาระเดียวกันให้ผลที่มีเมล็ดมากหรือน้อยต่างกัน ขึ้นกับสภาพดินฟ้าอากาศ ระยะผสมพันธุ์หากเกิดการผสมเกสรในระยะที่อากาศร้อนจัดหรือหนาวจัดเกินไปแต่คอกบั่งไม่ร่วง การพัฒนาของเมล็ดไม่ทันเกิดหรือเกิดไม่สมบูรณ์หรือหดหู่ชักไปสัมภานั้นๆ ก็จะมีเมล็ดนิดเดียวคงเหลือเท่านั้น ได้จัดว่าไม่มีเมล็ดดับชั่นสัมภาระที่ออกดอกในเดือนพฤษภาคม หรือช่วงเวลาที่หน้าร้อนจัดทั้งขั้นติดผล ได้มีอีกอย่างแก่เด็กๆ ได้ในเดือนมิถุนายน-กรกฎาคม นักจะไม่ค่อยมีเมล็ดเลย

3.8. ความแข็งของเนื้อ มีสาเหตุจากการใส่ปุ๋ยมากจนเกินไปและสภาพดินปลูกขาด ธาตุปูนหรือแคลเซียมให้แก่โภคภัณฑ์อินทรีย์ให้น้ำลงพร้อมทั้งค่ออยา เพิ่มธาตุปูนให้ทีละน้อยด้วยความระมัดระวัง ซึ่งปูนหรือแคลเซียมที่ให้น้ำควรเป็นปูนก้างความแห้งหรือหินฟอสเฟต

หรือให้รูปแคลเซียมในแทรก โดยในแทรกพืชจะดูดไปใช้และเหลือแคลเซียม

ให้แก่คืนต่อไป ในกรณีที่ใช้ปุ๋นขาวดองทำด้วยความระมัดระวังอย่างมาก เพราะมีผลให้เกิดการเปลี่ยนค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินได้ จะน้ำเงี้ยวครั้งละน้อยๆ เพื่อไม่ค่าความเป็นกรด-ด่างของดินเปลี่ยนแปลงรวดเร็วเกินไป อันจะทำให้ผลสัมร่วงหล่นได้ นอกจากนี้ ถ้าใช้ปุ๋นขาวดองเนื่องกันเป็นเวลานาน ก็ทำให้ดินสัมโภและคงอาการขาดธาตุแมgnีเซียมได้ และกลับทำให้ผลสัมกิດอาการข้าวสารขึ้นได้ทั้งนี้ เนื่องจากมีอาการแพร่หลายมากขึ้น หากมีการเก็บเกี่ยวในระยะฝนตกมาก หรือดินพังได้รับการระคายใหม่

ในทางกลับกัน หากเนื้อสัมมีลักษณะแข็งร่วนมากเกินไปหรือเกิดอาการข้าวสารได้จ่ายกว่าปกติ ก็ให้เพิ่มปุ๋ยอินทรีย์ให้แก่คืนปลูกมากขึ้นที่ละน้อย

3.9. คุณสมบัติอื่นๆ คุณภาพผลสัมมồiที่ดี นอกเหนือที่กล่าวแล้วก็ต้องมีรสชาตีไม่เปรี้ยวและขมนากเกินไป ส่วนของช่องกลางผลสัมต้องมีขนาดเล็กหรือตันจึงขึ้นค่าวัณคุณภาพคือเป็นดัน

## 2.5 หน้าที่และความสำคัญของธาตุอาหาร (II,12,13)

**2.5.1 ธาตุในโครง墩 (N) เป็นส่วนประกอบที่สำคัญของกรดอมโน หรือโปรตีนหน้าที่หลักคือการเจริญเติบโตของทุกส่วน ไม่ว่าเป็นยอด ใบ ดอก ผล หัว ราก อาการขาดธาตุในโครง墩ในระยะแรก ยعنิ ใบที่แตกออกใหม่จะมีสีเหลืองทั้งสันใบและเม็ดใบ ถ้าหากมากขึ้นในกี้ยังเหลืองจัดขึ้นในที่สุดจะเหลืองทั่วต้น ใบมีขนาดเล็กลงและกรอบ ใบร่วงมากกว่าปกติ เกิดอาการกิ่งตายขาดงอตงามมากขึ้น ผลผลิตน้อยลง และผลที่ยังคงอยู่ได้นั้นก็จะมีสีไม่สดใสเท่าที่ควร แต่ขนาดรูปร่าง เมื่อเวลาเดินทางไปเปลี่ยน ในการผึ้งรักกันข้ามที่สัมไห้รับในโครง墩มากเกินไป ใบสัมจะมีขนาดใหญ่ ขยาย หนากว่าปกติ ใบสีเขียวเข้มหรือเขียวคล้ำ กิ่งอ่อนอ้วนประ hakkง่าย โรคแมลงศัตรูรบกวนมากขึ้น ผลมีเปลือกหนาแข็งกว่าเดิม รสชาติจืดชืด หรือเปรี้ยวกว่าเดิม มาก เปลือกหนาขึ้น ยังเป็นสัมสาวเปลือกยิ่งหนา**

การให้ปุ๋ยในโครง墩แก่สัม ทำได้หลายวิธี เช่นการให้ในรูปของปุ๋ยอินทรีย์ซึ่งมีปริมาณธาตุอาหารไม่มากนัก การให้ปุ๋ยเคมีทางราก โดยการใส่ปุ๋ยที่มีธาตุในโครง墩อยู่ด้วยลงไปในดินหรือปุ๋ยทางใบโดยตรง เพราะในโครง墩ละลายน้ำได้จ่าย ในพืชสามารถดูดซึมไปใช้ได้ เช่น ญี่เรียง หรือปุ๋ยน้ำที่มีส่วนประกอบของธาตุในโครง墩 ฉีดพ่นที่ใบโดยตรง ธาตุในโครง墩ละลายน้ำได้จ่าย เคลื่อนย้ายง่าย จึงสูญเสียไปจากดินได้โดยง่ายเช่นเดียวกัน การใส่ปุ๋ยพอกนี้จึงควรใส่ครั้งละน้อยแต่บ่อยครั้ง

**2.5.2 ธาตุฟอสฟอรัส (P) เป็นส่วนประกอบที่สำคัญของกรดนิวคลีอิก ควบคุมการแบ่งเซลล์การใช้พลังงาน การรับสร้างคอกและราก ในประเทศไทยมักใช้ปุ๋ยฟอสฟอรัสที่มีฟอสฟอรัส**

เป็นส่วนประกอบของเสมอ อาการขาดฟอสฟอร์สันนั้นมักจะไม่ค่อยได้พบในส่วนสันนัก แต่โอกาสพบได้ เมื่อนอกกันในเขตดินที่มีรاسبะริเวอร์จัด ถ้าสัมมาดฟอสฟอร์สอาหารโดยทั่วไปในระยะแรกจะ熹ช้า ในสีก แคนบกว่าปกติ ในแก่โภคินมากจะซีดลง ถ้าเป็นมากจะเป็นสีเหลือง สีในด้านไม่เป็นมัน มีลักษณะคล้ายรอย ไขมันบนใบเป็นหย่อน ๆ ไม่สม่ำเสมอ และมีบริเวณด้วย อาการที่เกิดขึ้นกับผลนั้น โดยมากจะทำให้ผลมี ขนาดเล็กลง เนื้อฟ้าม กากมาก รสเปรี้ยว เปลือกหนา ช่องกลางผลเป็นโพรงกลวงมีหยดของเหลวขับ จากผลก่อนระยะแรก ต้นทุ่มโพร์เริ่ว อาจมีการตายกิ่ง การแตกกิ่งก้าน枝และมีน้อด ส่วนอาการที่ได้ ฟอสฟอร์สามากเกินไปนั้นไม่ค่อยปรากฏ เพียงแต่รายงานว่าการวิเคราะห์วิตามินซีในน้ำผลไม้มีปริมาณ ต่ำลง

ปกติธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชนั้นละลายน้ำยาก หรือ เมื่อถูกต้องอ่อนยายไปจาก จุดที่ใส่ รวมทั้งมักถูกดินเขียวให้อ่อนกับที่โดยง่าย การใส่ปุ๋ยพอกนี้จึงต้องใส่ให้ใหม่ ต่อๆ กัน ใส่บริเวณที่ราก อยู่มาก ๆ ตามแนวปลาราก เป็นต้น รวมทั้งการใส่ปุ๋ยคงบัวรูดดินอยู่เสมอ จะช่วยให้ธาตุพอกนี้เป็น ประโยชน์ต่อต้นสัมมากขึ้น ธาตุฟอสฟอร์สอาจใส่ในรูปของปุ๋ยสูตรต่างๆ ดังกล่าว นอกจากนี้ยังมีอยู่ มากในกระดูกปืน ( ประมาณ 20-30%) หรือการใช้ปุ๋ยเกล็ดละลายน้ำนิดหนึ่งทางใบ

**2.5.3 ธาตุเหล็ก (Fe) สันที่ขาดธาตุเหล็กจะแสดงอาการคล้ายกับสันที่ขาดแมงกานีส แต่ ก็มีลักษณะที่แตกต่างกันคือ สันที่ขาดธาตุเหล็กจะมีใบบางกว่าธรรมชาติ เส้นใบมีสีเทาขาวลง เส้น แขนงบนเส้นใบจะสิ้งกว่ามองเห็นคล้ายบนนกบนแผ่นเมือก ไม่ที่เหลืองขัด อาการนี้เห็นได้ชัดเจนมาก อาการตีเหลืองของใบดูคล้ายสีงาช้าง อาการขาดธาตุเหล็กนี้แสดงที่ยอดก่อน ถ้าเป็นมากในร่วงก่อน กำหนด ยอดสันอ่อนแยมกเริ่มตายจากยอดลงมาโคนกิ่ง ต่อมาริดดิคละบันน้อยลง ผลที่ติดก็มี ขนาดเล็กลง เนื้อฟ้าม การแก้ปัญหานี้ ในประเทศไทยนิยมใช้ปุ๋ยแร่ธาตุปลีกย่อยรวม ซึ่งมีงานน่ายินดี ตลาดมาฉีดพ่นเพื่อแก้ ปัญหาพร้อมกันครั้งเดียว หลาย ๆ ธาตุ เช่น เหล็ก สังกะสี โนรอน แมงกานีส ฯลฯ เป็นต้น ปกติการใช้เหล็กมากเกินไปในผลสัมนั้นไม่ค่อยพบ ถ้าผู้มีภารกิจเกิดอาการใบไหม้**

**2.5.4 ธาตุแมงกานีส (Mn) การเติมปูนลงดินเพื่อแก้กรดโดยไม่ได้ตรวจความเป็นกรดค้าง ของดินแล้วคำนวณจำนวนปูนให้พอตี ๆ นั้นปูนจะทำให้ธาตุแมงกานีสไม่เป็นประโยชน์ต่อสันหรือ ดินปูนถูกสัมมีปูนมากเองโดยธรรมชาติ สันที่จะแสดงอาการขาดธาตุแมงกานีสได้ อาการใบลาย เพราขาดแมงกานีสเนื้องรังจึงเรียกว่าใบลายเพราะปูน (Marl chorosis หรือ Marl frenchin) อาการที่แสดงออกคล้าย ๆ กัน กับ อาการที่ขาดแมงกานีสเชิงและสังกะสี หรือเหล็ก อาการเริ่มแรกเริ่ม**

ที่ใบอ่อนโดยแสดงอาการใบด่างเหลืองของเนื้อใบ เหลืองเขียวอ่อนเฉพาะเส้นใบเท่านั้น ถ้าหากมากขึ้น สีเหลืองจะเข้มขึ้นในอาจร่วงก่อนกำหนด แต่อาการนี้ไม่รุนแรงนัก การขาดธาตุแมงกานีสจะแสดงอาการผิดปกติเฉพาะสีเนื้อใบเท่านั้น ขนาดใบจะปูร่างใบ ความหนาของใบยังคงสภาพปกติ เทียบกับการขาดแร่ธาตุปลีกย่อยอื่น ๆ ที่ใกล้เคียงกันจะเป็นดังนี้ ขนาดใบเล็กลง ใบชี้ตั้งขึ้น ขาดแมgnีเซียม ก็เกิดที่ใบล่างหรือใบแก่ก่อนกำหนด ขาดเหล็กความหนาของแผ่นใบลดลงสำหรับผลกระเทียมของขาดแมงกานีสในสัมต่อคุณภาพของผลนั้น ก็คือจะทำให้คุณภาพลดลงเล็กน้อย สีของเมือ และน้ำส้มไม่สวยงาม สีของผิวไม่สดใส ผลผลิตโดยส่วนรวมลดลง อาการที่สัมได้รับแมงกานีสมากอาจนำไปเป็นนิยมชาติไม่ค่อยได้พบ แต่ถ้าทำให้เกิดขึ้นจะมีอาการขอนใบเหลือง แต่ส่วนใบยังคงเขียวอ่อน

**2.5.5 pH ของดิน** ความเป็นกรดและเบสของดินมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช ทั้งในขบวนการเมตตาของซึ่งที่เกิดขึ้นที่ใบและลำต้นในขบวนการสร้างกระหัสแสงและการเคลื่อน ย้ายสารอาหารต่าง ๆ ในขบวนการสร้างเนื้อเยื่อและผลของพืชและกลไกกลในการสร้างอาหาร ของพืช

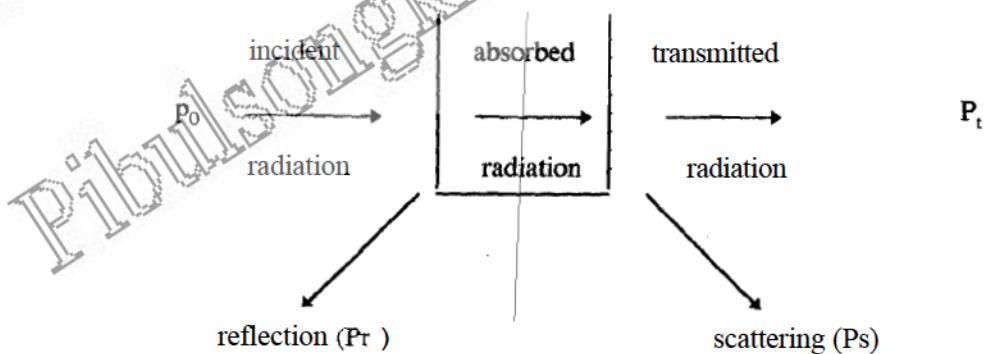
## บทที่ 3

### ทฤษฎีและหลักการที่ใช้ในการวิเคราะห์

#### 3.1 อัลตราไวโอเลตและวิสิบิลสเปกโตรสโคปี (Ultraviolet and visible Spectroscopy)<sup>(14,15)</sup>

การดูดกลืนแสงหรือรังสีที่อยู่ในช่วงอัลตราไวโอเลตและวิสิบิล ซึ่งอยู่ในช่วงความยาวคลื่นประมาณ 190 - 800 นาโนเมตร (nm) ของสารเคมีนั้น ส่วนใหญ่ต้องพิจารณาในสารอินทรีย์ (Organic Compound) หรือสารประกอบซับซ้อน (Complex Compound) หรือสารอนินทรีย์ (Inorganic Compound) ทั้งที่มีสีและไม่มีสี สามารถดึงกล่าวว่าได้นามาใช้เป็นวิเคราะห์ทั้งปริมาณและคุณภาพของตัววัสดุ เพราะวัตถุนี้ให้ความถูกต้องแม่นยำและสภาพไว (sensitivity) สูง โดยอาจทำการวิเคราะห์ต่อในรูปของธาตุหรือไม่เลกุลาร์ก็ได้ แต่ในกรณีที่จะนำไปใช้พิสูจน์ว่าสารตัวอย่างนั้นเป็นอย่างไร มีโครงสร้างเป็นอย่างไร อาจจะต้องใช้เทคนิคอย่างอื่นเข้าช่วยด้วย เพื่อให้เกิดความแน่นใจ เช่น ใช้เทคนิคทาง IR หรือ NMR spectroscopy เป็นต้น

โดยทั่วไป ภาคินิคการวิเคราะห์นี้บางครั้นยังเรียกว่า บุ๊ว-วิสิบิล สเปกโตรไฟโตเมตري เมื่อกำหนดที่ทำการวิเคราะห์ที่มีสีหรือทำให้เกิดสี สารที่มีสีนั้นจะดูดกลืนแสงในช่วงวิสิบิล อาจเรียกว่า ศัลลดอริเมตري (Colorimetry)

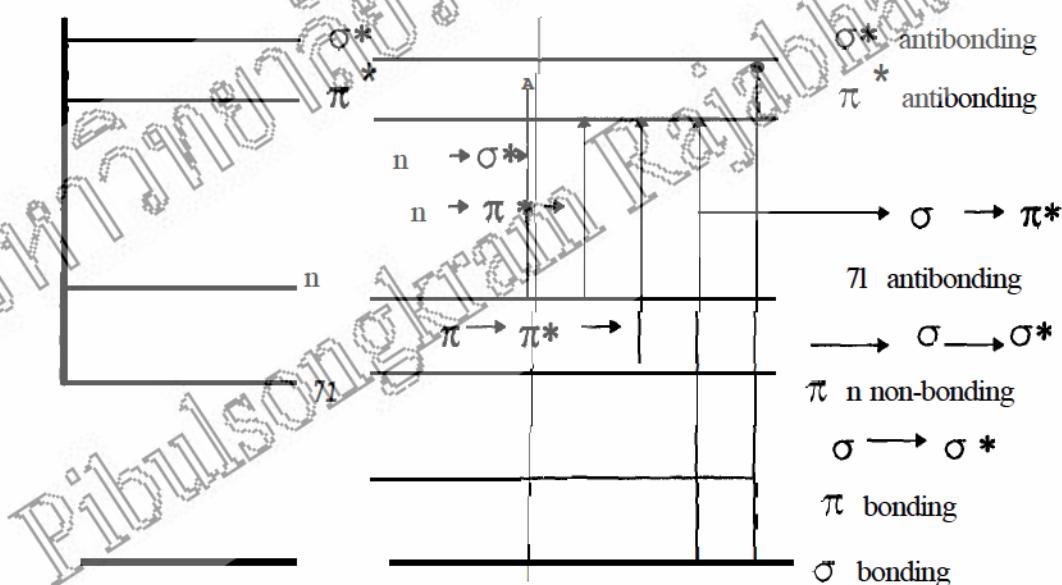


รูปที่ 3.1 แสดงการเกิดอันตรกิริยาของสารเคมีกับการแผ่รังสีหรือแสง

เมื่อให้ลำแสงที่เคลื่อนที่อย่างต่อเนื่องกัน (Continous beam of radiation) ผ่านเข้าไปในวัสดุในจะพบว่าแสงบางส่วนถูกดูดกลืน บางส่วนกระเจิงและบางส่วนทะลุออกไป ดังแสดงใน รูป 3.1 ถ้าให้แสงที่ทะลุออกไปนั้นผ่านเข้าเครื่องกระจายแสง (ปริซึม หรือเกรตติง) จะเห็นว่าสเปกตรัมทายไปส่วนหนึ่ง ส่วนที่หายไปนี้เรียกว่า absorption spectrum พลังงานที่ถูกดูดกลืนไปนั้นจะทำให้ไม่เล็กหรืออะตอมเปลี่ยนระดับพลังงานจากสถานะนั้น (ground state) ไปยังสถานะกระตื้น (excited state) ดังรูปที่ 3.1

### 3.1.2 สาเหตุของการดูดกลืนแสงในช่วงญี่ - วีสิบีต (UV-VIS Absorption)

เมื่อแสงที่อยู่ในช่วงญี่ - วีสิบีต ผ่านเข้าไปในไมเลกุลของสาร สารนั้นจะดูดกลืนแสงเฉพาะบางช่วงทำให้เกิดมีการเปลี่ยนแปลงระดับพลังงานของอิเลคตรอน (electronic transition) โดยมากจะใช้พลังงานประมาณ 30-150 kcal / mole และอิเลคตรอนที่เกี่ยวข้องก็คืออิเลคตรอนที่อยู่ในนอกสุดหรืออิเลคตรอนที่เกิดพันธะแล้ว หรืออิเลคตรอนที่ยังไม่เกิดพันธะ (Non-bonding electron) ซึ่งแต่ละชนิดจะมีพลังสูงขึ้นนี้เรียกว่า antibonding orbitals ดังแสดงดังรูป 3.2



รูปที่ 3.2 แสดง electronic energy levels และ transitions

การดูดกลืนแสงไมเลกุลของสาร ๑ การดูดกลืนแสงของอะตอมของธาตุต่างๆ ๒ การเกิดขึ้นในช่วงความยาวคลื่นที่กว้างและยุ่งยากกว่า ๓ อะตอมในนี้ vibrational และ Rotational energy ๔ เหล่านี้ด้วย ดังนั้น

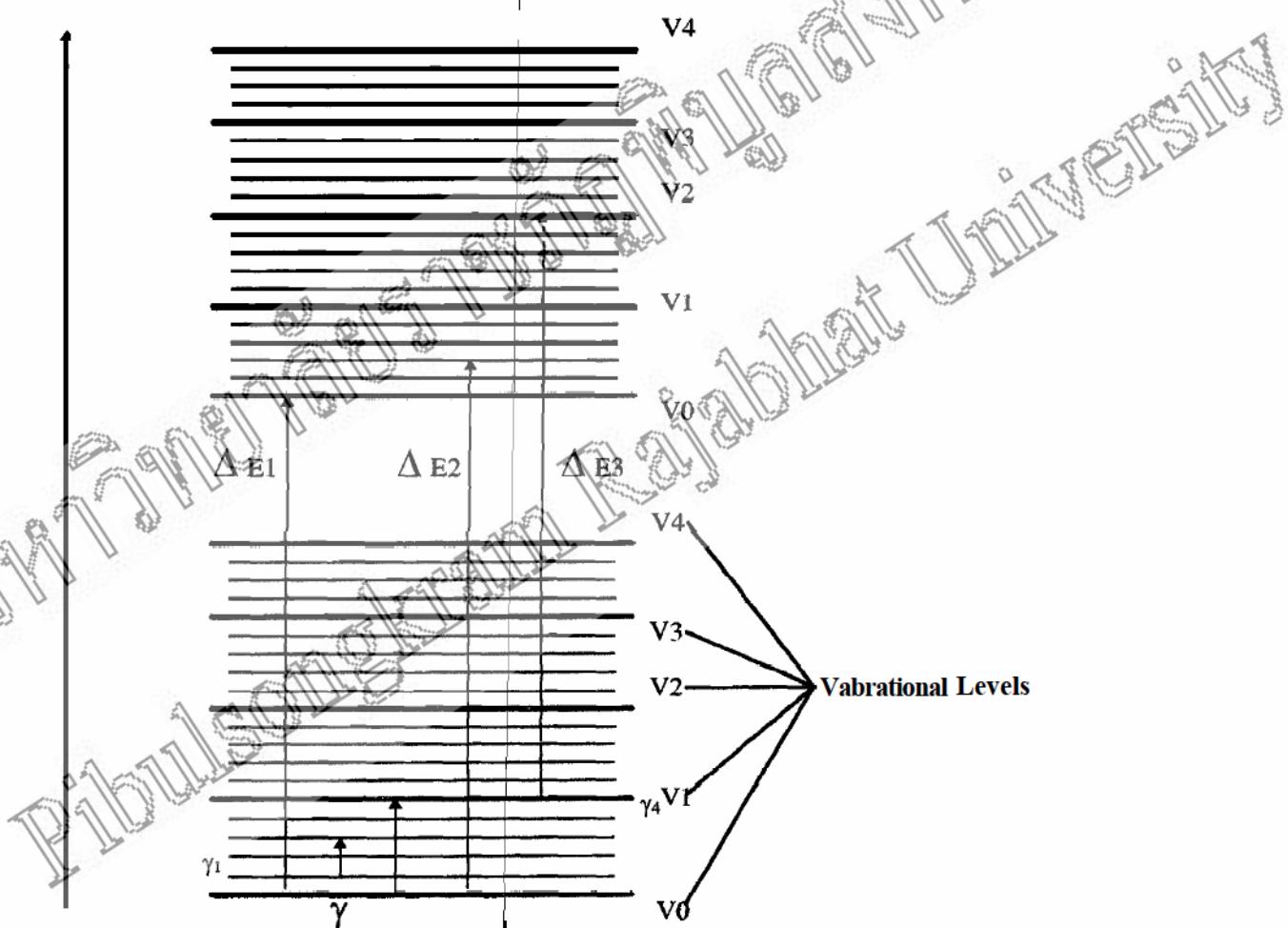
$$E_{\text{total}} = E_{\text{ef}} + E_{\text{rot}} + E_{\text{vib}}$$

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

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

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

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



รูปที่ 3.3 แสดงการเกิดแทรกซิชันของโมเลกุล

a เกิด electronic transitions

b และ c เกิด rotation และ vibrational และ vibrational transitions

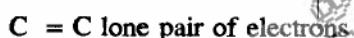
สารอินทรีย์ใดที่มี Unsaturated functional group สามารถดูดกลืนแสงในช่วงชูวี-วิสิบิล ได้ซึ่งแสดงถึงสมบัติของมัน นักวิทยาศาสตร์ชื่อ Witt ได้เรียกชื่อก្មែបเหล่านี้ว่า โครโนฟอร์ (chromo-phot) ตั้งแต่ปี ก.ศ.1879

โครโนฟอร์อย่างง่าย มีด้วยกัน 3 แบบคือ

1. โครโนฟอร์ที่มี multiple bond ระหว่าง 2 อะตอมของชาตุ โดยที่ไม่มี lone pair electrons เช่น สารประกอบที่มีกรูป



2. โครโนฟอร์ที่มี multiple bond ระหว่าง 2 อะตอมของชาตุ โดยที่อะตอมของชาตุ หนึ่งมี lone pair of electrons เช่น สารประกอบที่มีกรูป



3. โครโนฟอร์ที่มี benzene ring ได้แก่ สารประกอบ aromatic ไครเอน การบอนด์ซิงค์ไฮด์ absorption spectra ถึง 3 bands อันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงพลัง



ผลของตัวทำละลายต่อการดูดกลืนของแสง (Solvent effects)

เมื่อนำโครโนฟอร์ที่มีข้าว เช่น สารอินทรีย์ที่มีหมู่คาร์บอนิลไปละลายในตัวทำละลาย ที่มีข้าว (polar solvent) ปรากฏว่าการเกิดอันตรรศริยาขึ้นระหว่างสารทั้งสอง ตัวทำละลายจะเข้าไป กระตุ้น การเกิดอันตรรศริยานี้ทำให้เกิด  $\pi \rightarrow \pi^*$  แ罈นซิชันต้องใช้พลังงานเพิ่มขึ้น ถ้าทำให้เกิด  $\pi \rightarrow \pi^*$  ใช้พลังงานน้อยลง ดังนั้น ถ้าจะทำให้เกิด  $\pi \rightarrow \pi^*$  และ  $n \rightarrow \pi^*$  ของโครโนฟอร์ที่มีข้าวใช้พลังงานเข้ามาใกล้เคียงกัน ให้ใช้วิธีเพิ่มโพลาริตของตัวทำละลายให้มากขึ้น เช่นตัวอย่างจากปรากฏการณ์เกิด sovent shift ของการเกิดแ罈นซิชัน  $n \rightarrow \pi^*$  ไปในทางลดพลัง งานในการศึกษา UV-spectrum ของ n-nitroso-dimethylamine สำหรับตัวทำละลายต่าง ๆ ที่ใช้เรือง สำคัญการลดพลังงานในการเกิดแ罈นซิชัน  $n \rightarrow \pi^*$  ได้ดังนี้ cyclohexane > dioxane > ethanol > water สำหรับตัวทำละลายที่เป็นไครการบอนด์ ผลกระทบที่เกี่ยวกับ  $\epsilon_{\text{min}}$  และ  $\lambda_{\text{max}}$  มีน้อยมาก ตามธรรมดามาสามารถตัดทิ้งได้

ผลของการสเตรอริกต่อการดูดกลืนแสง (Seric effects)

ในบางกรณีผลของสเตรอริกอาจทำให้เกิดอันตรรศริยาของอิเล็กตรอนเพิ่มขึ้น หรือลดลง ได้ ยังผลให้เกิดอันตรรศริยาใหม่ขึ้น การมี conjugation  $\pi$  orbitals ต่อกันมาก ๆ จะช่วยทำให้

$\pi$  cloud เกิด delocalization เพื่อให้เกิด resonance interaction มากที่สุด สารประกอบที่มีกรุ๊ปใหญ่ ๆ ต่ออยู่จะทำให้เกิดความบุ่งยากใน coplanarity ของ  $\pi$  system แล้วจะทำให้  $\lambda_{\max}$  เกิดขึ้นที่ทางความยาวคลื่นที่สั้นกว่า 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'-dialkyl diphenyl ซึ่งไม่เกิน planar ring มีค่า  $\lambda_{\max}$  ที่ 250 และให้  $\lambda_{\max}$  nm ที่ 250 nm และ  $\epsilon_{\min}$  มีค่า  $2,000 \text{ mol}^{-1} \text{ cm}^{-1}$

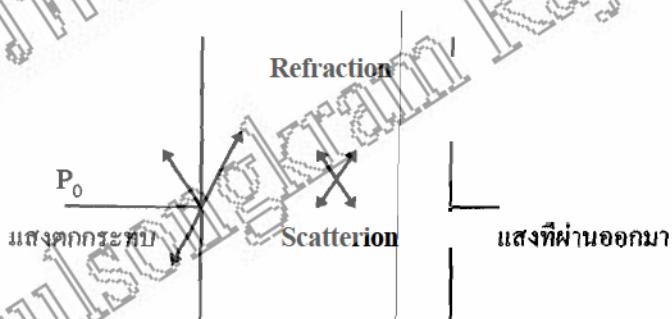
### 3.1.3 การใช้เครื่อง Spectronic สำหรับการวิเคราะห์ทางเคมี

การวิเคราะห์ทางเคมีโดยเครื่อง spectronic เมื่อแสงซึ่งเป็นแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic wave) หรือ Electromagnetic spectra) ผ่านผ่านเข้าไปในสารหรือตัวกลาง (Medium) จะเกิดปรากฏการณ์ดังนี้

1. แสงอาจเดินทางทะลุออกໄไปได้นำ แต่มีการเปลี่ยนส่วนที่ถูกดูดกลืน (Absorbed) จึงทำให้พลังงาน(Radiant energy) ของแสงนั้นลดลงมากกว่าส่วน

2. ทิศทางของแสงอาจเปลี่ยนแปลงไปเนื่องจากเกิดการสะท้อนกลับ(Reflection) (Refraction) หรือการกระเจิง (Scattering)

3. พลังงานของแสงอาจถูกดูดกลืน ไว้ทั้งหมดหรือบางส่วน การดูดกลืนนี้รวมไปถึง การถ่ายเทพลังงานสู่สารหรือตัวกลาง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสมบัติทางตัวของสาร



รูปที่ 3.4 รูปแสดงรังสีที่ผ่านสารทดสอบในเครื่อง Spectronic

ถ้าให้  $P_0$  แทน Radiant energy ที่แสงมีอยู่ก่อนถูกดูดกลืน (Absorbed)

$P$  แทน Radiant energy ที่เหลือจากการถูกดูดกลืน ไปแล้ว โดยตัวกลางหรือภายนะ

Radiant power ดังกล่าวคือ  $P$  เป็นปริมาณ(Quantity) ที่สามารถวัดได้ หรือ Detect ได้

โดยการใช้ Photocell หรือ Phototube

b แทน ความยาวของรั้งทางที่แสงผ่านในระบบหรือเป็นความหนาของสารละลายน้ำ

อัตราส่วนของ  $P$  (Unasorbed) ที่ผ่านออกมานอกสารตัวอย่าง (Sample) ต่อ  $P_0$  คือ  $\log \frac{P}{P_0}$  คือค่า Transmittance ( $T$ ) ซึ่งมีชื่อ Transmittancy หรือ Transmission ตามปกติโดยทั่วไป

$$\text{ดังนั้น } \frac{P}{P_0} = T$$

และค่า Logarithmฐาน 10 ของส่วนกลับค่า Transmittance นิยมเรียกว่าค่า  $A$  หรือ Absorbance หรือ  $A$  ซึ่งไม่ใช่ Optical density หรือ absorbancy หรือ Extinction ตามปกติ

$$\text{ดังนั้น } \log \frac{1}{T} = A$$

$$\text{หรือ } \log \frac{P_0}{P} = A$$

### 3.14 กฎต่างๆ ที่เกี่ยวข้องในการวิเคราะห์ทางเคมีโดยวิธี Photometry

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

กรณีมีความโดยสรุปว่าเมื่อแสงที่มีความยาวคลื่นเดพาผ่านห้องผ่านเข้าไปในตัวกลางหรือสารตัวอย่างในแนวตั้งจาก พลังงานที่ลดลงต่อรั้งทางที่แสงผ่านตัวกลางหรือสารตัวอย่างนั้นจะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับ Radiant power ของแสงนั้น เมื่อแสงผ่านสารละลายน้ำจะถูกดูดกลืน ไว้จะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับความหนา

ถ้า b แทน Thickness of solution

$$\frac{dP}{db} = KP$$

$$\int_{P_0}^P \frac{dP}{P} = \int_0^b Kdb$$

$$\ln \frac{P}{P_0} = Kb \quad \text{หรือ} \quad \log \frac{P}{P_0} = Kb$$

#### 2. Beer law หรือ Bernhard law

กรณีมีความโดยสรุปว่า Radiant power ที่แสงผ่านในสารตัวกลางหรือสารตัวอย่างจะมีค่าลดลงตามความเข้มข้นของสารตัวกลางหรือสารตัวอย่างนั้น อาจกล่าวอีกในหนึ่งว่า แสงที่ถูกดูดกลืนไว้ จะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับความเข้มข้นของสารละลายน้ำ ซึ่งสามารถเขียนเป็นความสัมพันธ์ได้ดังนี้

กลืนไว จะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับความเข้มข้นของสารละลาย ซึ่งสามารถเขียนเป็นความสัมพันธ์ได้ดังนี้

$$\log P_0 / P = Kc$$

เมื่อ c แทน ความเข้มข้นของสารละลาย

และเมื่อร่วมกับทั้งสองนี้เข้าด้วยกันตามหลักของ variation จะได้ดังนี้

$$\begin{aligned} \log P_0 / P &= K.c \\ &= abc \quad (a = \text{absorptivity}) \\ &= A \quad (A = \text{Absorbance}) \\ &= \log \frac{1}{T} \end{aligned}$$

การวิเคราะห์น้ำดื่มน้ำดื่มค่าการดูดกลืนได้ 2 แบบ ดังนี้

1. วัดเป็นค่า a Transmittance หรือ %T

2. เป็นค่า Absorbance หรือ A

ค่าทั้ง 2 มีความสำคัญดังนี้

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

ดังนั้นค่า Absorbance จะมีค่าสูงสุดไม่เกิน 2 โดยทั่วไปแล้วในเครื่องมือที่ใช้การดูดกลืนแสงจะสามารถย่านค่าได้ทั้ง 2 แบบ

สารต่างๆ จะมีคุณสมบัติในการดูดแสงในช่วงความยาวคลื่นที่ไม่เท่ากันขึ้นอยู่กับการเปลี่ยนแปลงพลังงานหรือระดับพลังงานในโมเลกุลหรืออะตอมของสาร สารบางอย่างอาจดูดกลืน

หนึ่ง อาศัยหลักการนี้ทำให้สามารถที่จะใช้ในการวิเคราะห์หาปริมาณสารได้ในการวัดจะต้องหาค่าความยาวคลื่นที่สารที่ต้องการทดสอบมีการดูดกลืนคือที่สุด แสดงถึงคุณสมบัติของสารนั้นว่ามีการดูดกลืน คือที่สุดเมื่อนำสารที่ต้องการทดสอบ (ต้องทำให้สารอยู่ในรูปของสารละลายจะจะสามารถหาค่าการดูดกลืนได้) มาทดสอบเครื่องจะแสดงค่า A หรือ %T ตามที่ต้องการบอกให้ทราบถึงความสามารถในการดูดกลืนของสาร ค่าที่ได้ควรที่จะหักค่าการดูดกลืนของสารอื่นดังนั้นจึงควรหาค่ามาตรฐาน blank (ในการทดลองนี้ใช้น้ำกัลลันเป็น Blank ) เพื่อหักเอาค่าการดูดกลืนของสารอื่นออกไป

### 3.15 การวิเคราะห์สารเชิงปริมาณ

การหาความยาวคลื่นที่เหมาะสมเป็นการหาเชิงคุณภาพเพื่อการหาสารในเชิงปริมาณ ต้องทำ Standard curve ซึ่งทำได้โดยการสร้างกราฟระหว่างค่าการดูดกลืน A ต่อค่า %T ซึ่ง จะได้กราฟที่เป็นเส้นตรงหรือเส้นโค้ง เมื่อนำสารที่ต้องการระบุค่าความเข้มข้นนาวิเคราะห์และวัดค่าการดูดกลืน A หรือ %T (ค่าที่ได้ไม่ควรเกิน กราฟของสารมาตรฐาน ถ้าเกินควรลดปริมาณของสารที่สกัดลง) แล้วนำค่าที่ได้มาเบริบยกขึ้นในกราฟสุรرسلายนามมาตรฐานก็สามารถที่จะทราบปริมาณของสารที่ทดสอบว่ามีปริมาณสารอยู่เท่าใด แล้วนำไปคำนวนหาค่าความเข้มข้น ต่อไป

## 3.2 อะตอมมิกแอบชอร์ชั้นสเปกโกรสโกปี(Atomic Absorption Spectroscopy, AAS)

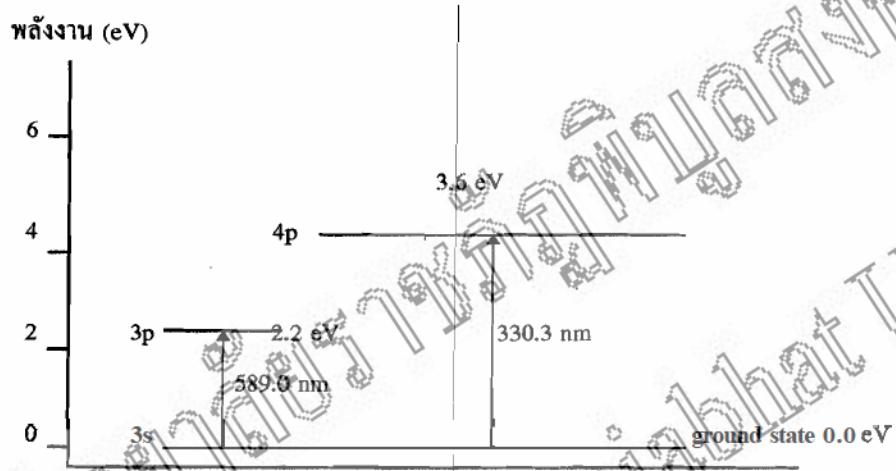
เทคนิคทาง AAS เป็นเทคนิคการวิเคราะห์ธาตุอย่างหนึ่ง ซึ่งสามารถทำได้ทั้งทางเชิงปริมาณและคุณภาพที่ได้รับความนิยมมากวันนี้ เพราะเป็นเทคนิคที่ให้ความเที่ยง ความแม่นยำ มีสภาพไว้สูง และเป็นเทคนิคที่เฉพาะที่เดียว ประกอบกับค่าใช้จ่ายในการวิเคราะห์ไม่สูงมาก และเทคนิคในชั้นนี้สูงมาก เนื่องความสามารถวิเคราะห์ธาตุต่างๆ ได้สูงถึง 67 ธาตุ ซึ่งนับได้ว่ามากพอควร สำหรับเครื่องมือเพียงอย่างเดียว ทำให้การทำงานเป็นไปอย่างมีคุณภาพและประสิทธิภาพ

### 3.2.1 หลักการของอะตอมมิกแอบชอร์ชั้น ( Principle of Atomic Absorption )

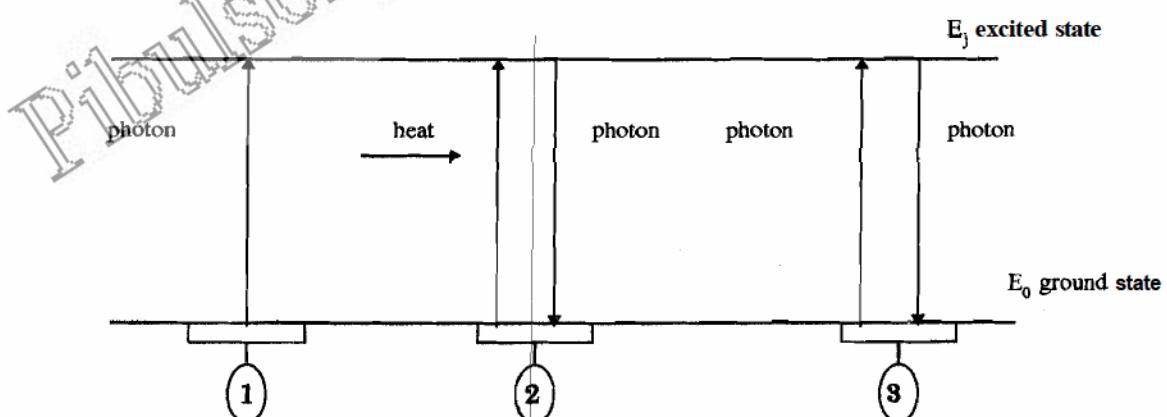
อะตอมมิกแอบชอร์ชั้นเป็นกระบวนการที่เกิดจากอะตอมเสริมของธาตุการดูดกลืนของแสงที่ความยาวคลื่น อันหนึ่งโดยเฉพาะ ซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดของธาตุ ธาตุแต่ละชนิดจะมีระดับพลังงานแตกต่างกัน จึงมีการดูดกลืนพลังงานแตกต่างกัน เช่น อะตอมของโซเดียมจะดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 589 นาโนเมตร เพราะแสงที่มีพลังงานพอดีที่จะทำให้อิเลคตรอนของโซเดียมอะตอมเกิดการเปลี่ยนแปลงสถานะจากสถานะพื้นไปสู่สถานะกระตุ้น ดังแสดงในรูป 3.5 ซึ่งเห็นว่า

เกิดการเปลี่ยนแปลงสถานะจากสถานะพื้นไปสู่สถานะกระตุ้น ดังแสดงในรูป 3.5 ซึ่งเห็นว่า ความขาวคือลิ่นเหล่านี้จัดเป็น Spectroscopicline ของอะตอมมิกสเปกตรัม ซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะตัวของธาตุแต่ละชนิด

ในการทำให้อะตอมของธาตุในสารประกอบเกิดเป็นอะตอมเสรีนั้น ต้องมีการคุกคามพลังงานเข้าไปซึ่งอาจจะเข้าไปอยู่ในรูปต่าง ๆ กัน เช่น พลังงานความร้อนจากเปลวไฟ หรือความร้อนจากไฟฟ้าเป็นต้น ทำให้เกิดการแตกตัว (dissociation) หรือการเปลี่ยนเป็นไอ (Vapolization) หรือ อาจแตกตัวเป็นอะตอม หรือทำให้อะตอมหลุดออกจากในสถานะกระตุ้น หรือกล้ายเป็นไออนก็ได้



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



รูปที่ 3.6 แสดง transition diagram สำหรับ

2. อะตอมมิกอิมิสชัน
3. อะตอมมิกฟลูออเรสเซนซ์

การเกิดอะตอมมิกแบบขอร์พชันและฟลูออเรสเซนซ์นี้มีลักษณะดังแสดงดังรูปที่ 3.6 ซึ่งเป็นการเกิดแพรนชิชันจากสถานะพื้นไปยังสถานะกระตุ้นระดับแรก (first excited state) มีอยู่ด้วยกัน 3 แบบคือ

แบบที่ 1 เมื่ออิเล็กตรอนเปลี่ยนระดับพลังงานจากสถานะพื้นไปยังสถานะกระตุ้นระดับแรก โดยการดูดกลืนพลังงานจากไฟตอนเป็นอะตอมมิกแบบขอร์พชัน

แบบที่ 2 เมื่ออิเล็กตรอนได้รับพลังงานจากความร้อน ทำให้อิเล็กตรอนเปลี่ยนระดับพลังงานไปยังสถานะกระตุ้นในระดับแรก แล้วปล่อย เลี้ยงงานออกมานี้ เมื่อกลับมาสู่สถานะพื้นจะให้ไฟตอนออก มาเรียกว่าอะตอมมิกอิมิสชัน

แบบที่ 3 เมื่ออิเล็กตรอนได้รับพลังงานจากไฟตอนที่มาจากการเบกตรัมทำให้เปลี่ยนระดับพลังงานไปยังสถานะกระตุ้น เมื่อกลับมาสู่สถานะพื้นจะให้ไฟตอนออกมารียกว่าเป็นการเกิดอะตอมมิกฟลูออเรสเซนซ์

### 3.2.2 เทคนิคต่างๆ ที่ใช้ในการวิเคราะห์ด้วยวิธี AAS

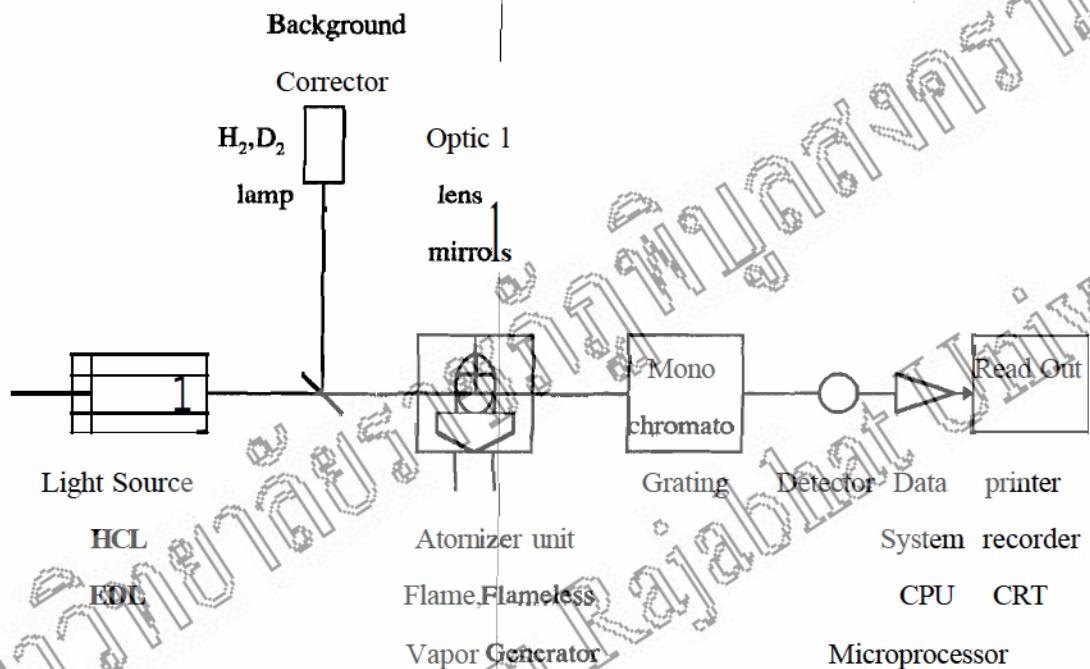
1 14 Flame Atomization Technique เทคนิคนี้ใช้กระบวนการการทำให้สารตัวอย่างแตกตัวเป็นอะตอมด้วยเปลวไฟ (flame) ที่เหมาะสม

2 14 Flameless Technique หรือ Non-flame Atomization technique ซึ่งเทคนิคนี้ใช้กระบวนการการทำลายสารตัวอย่างสลายตัวเป็นอะตอม ได้ด้วยความร้อนจากกระแสไฟฟ้า (Electrothermal atomizer หรือ graphite furnace) โดยสามารถตั้งโปรแกรมให้อุณหภูมิของการเผาที่มีค่าต่าง ๆ กัน และใช้เวลาที่ต่างกัน

3.ใช้ Hydride Generation technique เนื่องจากมีธาตุบางชนิดจะเปลี่ยนเป็นอะตอมโดยตรง ด้วยเทคนิค 3.1 และ 3.2 ไม่ได้ แต่จำเป็นต้องใช้วิธีทำให้แตกตัวในบรรยากาศที่ปราศจากออกซิเจนเพื่อ ป้องกันการรวมตัวกับออกซิเจนของธาตุเหล่านี้ ดังนั้นจึงต้องใช้วิธีทำให้ธาตุเหล่านี้กลายเป็นสารที่ เป็นไอได้ง่าย ๆ ที่อุณหภูมิห้องด้วยการรีดิวชันให้เป็นไฮไครอค์ แล้วให้ไฮไครอคันน์ผ่านเข้าไปในเปลวไฟไฮไครอเจน ความร้อนจากเปลวไฟไฮไครอเจนจะทำให้ธาตุ As, Se, Te, Ge, Bi, และ Sb

เป็นไอได้ง่าย ๆ ที่อุณหภูมิห้องด้วยการรีดิวช์ให้เป็นไไซโตรน์ แล้วให้ไฮไครอน์นั้นผ่านเข้าไปในเปลวไฟไไซโตรเจน ความร้อนจากเปลวไฟไไซโตรเจนจะทำให้ธาตุ As, Se, Te, Ge, Bi, และ Sb

4 ใช้ Clod Vapor Generation Technique สำหรับเทคนิคนี้เน้นจะใช้เป็นวิธีวิเคราะห์ธาตุบางชนิดที่สามารถเปลี่ยนเป็นไอได้ง่าย ๆ ซึ่งได้แก่ การวิเคราะห์protoที่มีปริมาณน้อยโดยเนพาะ



รูปที่ 3.7 แสดงแผนภาพของค่าประกอบของเครื่อง atomic absorption spectrophotometer

### 3.2.3 องค์ประกอบที่สำคัญของเครื่องอะตอมิกแอนซอร์ฟชันสเปกโกรไฟโทมิเตอร์

1. แหล่งกำเนิดแสง (Light source)
2. ส่วนที่ทำให้ธาตุถูกลายเป็นอะตอมเสรี (atomizer)
3. ไมโครเมเตอร์ (monochromator) ซึ่งใช้แยกแสงให้ได้ความยาวคลื่นของแสงที่ต้องการ
4. ดีเทกเตอร์ (Detector)
5. เครื่องประมวลผลและอ่านผล (data system and read-out unit)

เครื่อง AAS แสดงด้วยแผนภาพดังรูปที่ ซึ่งมีลักษณะคล้ายกับเครื่องยูวี-วีสิบลสเปกโกรไฟโทมิเตอร์มาก ที่แตกต่างกันเฉพาะส่วนที่ 1 และ 2 เท่านั้น นอกนั้นจะเหมือนกัน

ตารางที่ 3.1 แสดงการใช้เปลวไฟที่เหมาะสมสำหรับการวิเคราะห์ธาตุต่าง ๆ

Li	Be								B						
670.8 1.2	234.9 1+,3								249.7 3						
Na	Mg								Al	Si					
589.0 589.6 1.2	285.2 1+								309.3 1+,3	251.6 1+,3					
K	Ca	Sc	Tl	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge		
766.5 1.2	422.7 1	391.2 3	364.3 3	318.4 1+	357.9 1.2	279.5 1.2	248.3 1	240.7 1	232.0 1.2	324.8 1.2	213.9 1.2	287.4 1	193.7 3	196.0 1	
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo		Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	
780.0 1.2	460.7 1+	407.7 3	360.1 3	405.9 3	313.3 1+		349.9 1	343.5 1.2	244.8 247.6	328.1 2	226.8 2	303.9 1.2	286.3 224.6	217.6 1.2	Te
Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re		Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	
852.1 1	553.6 1+,3	392.8 3	307.2 3	271.5 3	400.8 3	316.0 3		264.0 1	265.9 1.2	242.8 0.1,2	185.0 253.7	377.6 276.8	217.0 283.3	223.1 1.2	
							Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	
							495.1 3	463.4 3	429.7 3	459.4 3	368.4 3	432.6 3	421.2 3	410.3 3	Er
								U							Tm
								351.4 3							Vb
															Lu

— ตัวเลขที่อยู่ใต้สัญลักษณ์ของธาตุ แสดงถึงความยาวคลื่น (nm) ที่ใช้วัดการดูดกลืนแสง

— ตัวเลขอยู่ข้างล่างธาตุ บอกชนิดของเปลวไฟที่ใช้ในการวิเคราะห์

1 = air-acetylene                          2 = air-propane or air-natural gas

1+ = fuel-rich air-acetylene            3 = nitrous oxide-acetylene

1 = air- acetylene

1+ = fuel-rich air-acetylene

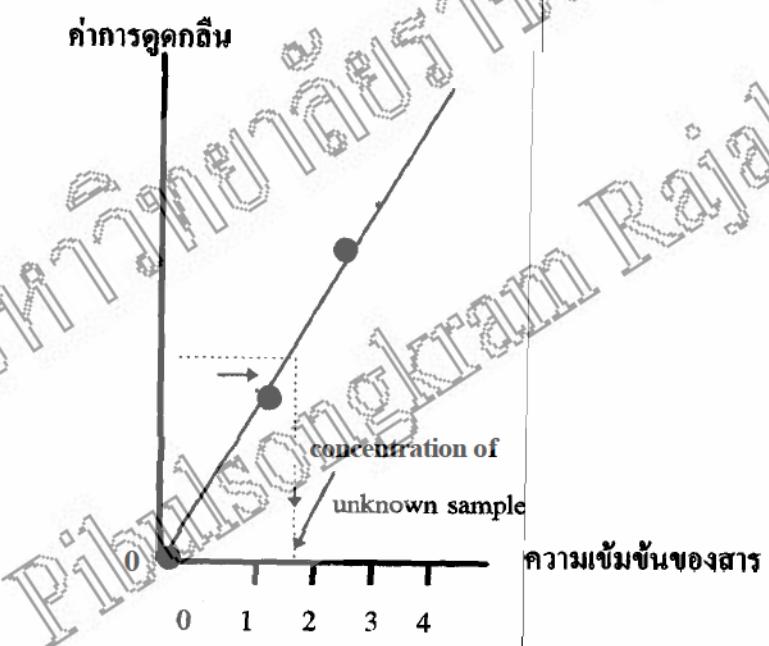
2 = air-propane or air-natural gas

3 = nitrous oxide -acetylene

### 3.2.4 การทำปริมาณวิเคราะห์ด้วยเทคนิค AAS (Quantitative Analysis) สามารถทำได้หลายวิธี

#### 1. Calibration Method

ในกรณีสารตัวอย่างไม่ค่อยมีสิ่งรบกวนและสารตัวอย่างเจือจาง อาจจะทำการวิเคราะห์ได้ง่าย โดยเทียบกับสารมาตรฐานที่ทราบค่าแน่นอนแล้ว วิธีที่นิยมใช้กันทั่วไป โดยปรับสัญญาณที่ได้จาก blank ให้ศูนย์ และใช้จงวัดค่าเมื่ออบชอร์นแบบซึ่งสารละลายน้ำที่ความเข้มข้นต่างๆ กัน (4 - 5 ความเข้มข้น) เมื่อใช้ flameless atomization technique จะวัด peak area หรือความสูงของพีก (peak height) และว่า plasma ที่มีกราฟเพื่อหาความสัมพันธ์กับความเข้มข้นของสารละลายจะได้ Calibration curve ซึ่งอาจเป็นเส้นตรง ใช้ least squares fit แต่ถ้าเป็นเส้นโค้ง อาจใช้เครื่องลากเมื่อเส้น โค้งให้ได้พร้อมคำนวณหาความเข้มข้น ให้ดูจากค่าที่วัดได้ของสารตัวอย่างซึ่งสะดวกมาก ลักษณะ curve ดังรูปที่แสดง



สิ่งที่คุณจะต้องไม่ลืมว่า Calibration curve ที่ได้ใช้ได้เฉพาะการวิเคราะห์แต่ละครั้งเท่านั้น เมื่อจะวิเคราะห์ใหม่จะต้องทำใหม่ ทั้งนี้ เพราะ Paramiters ต่างๆ ที่ใช้อ้างเปลี่ยนแปลงได้

## 2 ใช้ factor Method

วิธีนี้จะใช้ได้มีอีก calibration curve เป็นเส้นตรง ซึ่งทำให้วิธีนี้ทำได้ง่ายขึ้น โดยนำสารละลายตัวอย่าง มา 2 ส่วนเท่า ๆ กัน ( $X$  และ  $Y$ ) และปริมาตรเป็น  $V_z$  นำส่วน  $X$  นำมาเติมสารละลายมาตรฐาน ลงในปริมาตร  $V_s$  แล้วนำสารละลายทั้งสองส่วนไปวัดค่าแอบชอร์นแบบซ้ำได้เป็น  $A_x$  และ  $A_y$  ตามลำดับ ถ้า

$$\begin{aligned} Cu &= Ay \cdot V_s \cdot C_s \\ &= (Ax - Ay) \cdot V_z \end{aligned}$$

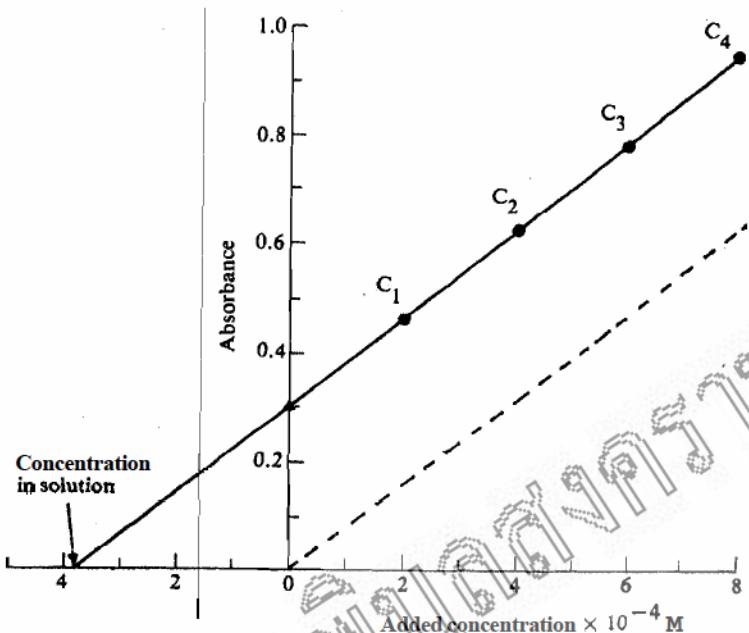
เพื่อให้ผลการวิเคราะห์โดยวิธีนี้ที่สุด ควรจะต่าง ๆ ที่ควรจะต้องคำนึงถึงดังนี้

1. calibration curve จะต้องเป็นเส้นตรง
2. ค่าแอบชอร์นแบบซ้ำได้คือค่า  $A_x$  ควรจะต้องเป็นบวกประมาณ 2 เท่าของ  $A_y$
3.  $V_s$  ควรน้อยกว่า  $V_z$  มาก ๆ เพื่อป้องกันการเจือจางของสารละลายตัวอย่างมากเกินไป  
เนื่องจากการเติมสารมาตรฐาน
4. ความเข้มข้นของสารมาตรฐาน  $C_s$  ควรจะต้องมากกว่าความเข้มข้นของสารละลายตัวอย่าง  $Cu$  มาก ๆ

## 3. 1 standard Addition Method

จะเห็นว่าการทำการวิเคราะห์เท่านี้ calibration curve ใน การวิเคราะห์สารนี้ สัญญาณที่วัดได้ไม่ใช่เป็นแต่เพียงสารที่ทำการวิเคราะห์เท่านั้น แต่ยังรวมถึงสัญญาณที่วัดได้จากสารอื่น ๆ ที่มีอยู่ในสารละลายตัวอย่าง ด้วยเหตุนี้จึงทำให้ผลการวิเคราะห์คลาดเคลื่อนได้ ดังนั้น ในการแก้ไขปัญหาที่เกี่ยวกับ matrix effects และ interference จึงควรที่ standard addition method ซึ่งทำได้โดยแบ่งสารละลายตัวอย่างออกเป็น 4-5 ส่วน นำแต่ละส่วนมาเติมสารมาตรฐานที่มีความเข้มข้นต่าง ๆ กันลงไป ( $C_1, C_2, C_3, C_4, C_5, \dots$ ) จำนวนปริมาตรเท่ากัน ส่วนสารละลายสุดท้ายนำมาเติมเฉพาะตัวทำละลายใหม่ปริมาตรเท่ากัน นำสารละลายทั้งหมดไปวัดค่าแอบชอร์นแบบซ้ำ แล้วนำมาเขียนกราฟระหว่างความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานที่เติมลงไป ศูนย์ least-square fit ดังรูป (ความเข้มข้นของสารละลายตัวอย่างหาได้จาก extrapolating ไปตัดแกนความเข้มข้น)

การวิเคราะห์ด้วยวิธีนี้จะเห็นว่าสารละลายทั้งหมดทุกชุดมีลักษณะเหมือนกันหมดไปด้วย จึงหักล้างกันหมดไป และการวิเคราะห์ด้วยวิธีนี้สามารถหาได้ว่าสารตัวอย่างมี matrix effects มากน้อยเพียงใด ด้วยการเทียบค่าของ slope ของ curve ทั้งสอง (เส้นที่เป็น standrad addition method เส้นประเป็นของ standard solution ซึ่งไม่มี interferences ถ้าทั้งสองเส้นมีค่า slope เท่ากัน แสดงว่าสารละลายทั้งสองชุดนี้ไม่มี interferences)



รูปที่ 3.8 แสดงการหาความเข้มข้นของสารตัวอย่างด้วยวิธี Standard addition

#### 4. ใช้วิธีอ่อนจาง (Dilution method)

วิธีนี้จะใช้ได้ดีกับการวิเคราะห์สารตัวอย่างที่มี interference โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีการเกิด enhancement คือค่าแอนซอร์บแนชั่นจะดีมากกว่าค่าปกติ เนื่องจากเกิดไอนอนเชื้อน วิธีนี้สามารถทำได้โดยการเติมสารตัวอย่างที่ประกอบด้วยธาตุที่ไอนอนในเชิงเดี่ยงลงไปในสารละลายน้ำและสารละลายน้ำมาตรฐานมากเกินพอดังนั้นจึงไม่สามารถจับตัวไอนอนได้

#### 5. ใช้วิธีการ internal Standard Method

วิธีการวิเคราะห์หนึ่ง叫做 **ta** lysis การเติมสารมาตรฐาน (reference element) ซึ่งเป็นคุณลักษณะที่สำคัญที่สุดคือต้องมีค่าแอนซอร์บแนชั่นที่ต้องเท่ากับค่าแอนซอร์บแนชั่นของสารตัวอย่าง และ Bank หลังการวัดค่าแอนซอร์บแนชั่นแล้วหาอัตราส่วนของแอนซอร์บแนชั่นระหว่างสารละลายน้ำตัวอย่างและสารละลายน้ำมาตรฐาน ( $A_{\text{std}} / A_{\text{sample}}$ ) จากนั้นนำไปเขียนกราฟกับความเข้มของธาตุที่ทำการวิเคราะห์จะได้ Calibration curve เพื่อใช้หาความเข้มข้นของสารละลายน้ำตัวอย่างต่อไป สำหรับวิธีนี้จะใช้ได้ดีเมื่อ

1. สารตัวอย่างจะต้องไม่มีธาตุที่ใช้เป็นมาตรฐาน(reference element)
2. ทั้งสารตัวอย่างและสารมาตรฐานจะต้องมีลักษณะและคุณสมบัติทางเคมีเหมือนกัน

เทคนิคนี้อาจค่อนข้างลำบากในการทำ แต่สามารถทำได้ง่ายถ้าเป็นเครื่อง atomic absorption spectrophotometer ชนิดที่มี 2 channel .

### 3.2.5 ประโยชน์ของ AAS ที่ใช้ในงานวิเคราะห์ทางเคมี (Applications of AAS)

เนื่องจากเทคนิคทาง AAS นั้นเป็นที่นิยมกันมากในการวิเคราะห์ธาตุในแบบทุกชนิดของการตัวอย่างไม่ว่าจะเป็นของแข็งหรือของเหลว หรือแก๊ส ซึ่งอาจสรุปได้ดังนี้

1. ใช้ในงานวิเคราะห์เพื่อการเกษตร ( agricultural and biochemistry ) เช่น การวิเคราะห์คุณภาพปุ๋ย เป็นต้น

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

3. ใช้ในงานวิเคราะห์เพื่อการหาโลหะวิทยา (Metallurgy) เช่นการตรวจวิเคราะห์โลหะผสมต่าง ๆ หาปริมาณสารเจือปนต่าง ๆ ในโลหะบริสุทธิ์

4. ใช้ในงานวิเคราะห์พอกน้ำมัน และเพื่อการปิโตรเลียม ( Oil and petroleum ) เช่นการห้องปฏิกรอบที่เป็นโลหะของน้ำมันหล่อลื่น และน้ำมันเครื่อง น้ำมันปิโตรเลียม น้ำมันเชื้อเพลิง

5. ใช้ในงานวิเคราะห์หินแกรนิตและวัสดุต่าง ๆ (mineral and materials)

6. ใช้ในการวิเคราะห์น้ำจากแหล่งต่าง ๆ เช่นน้ำบาดาล น้ำเสีย น้ำทิ้ง น้ำแร่ จากแหล่ง

ธรรมชาติ

7. ใช้ในงานวิเคราะห์สิ่งแวดล้อม

8. ใช้ในงานวิเคราะห์ทางอาหารและยา

9. ใช้ในการวิเคราะห์สารอื่น ๆ

## บทที่ 4

### วิธีการทดลองและผลการทดลอง

#### 4.1 การเตรียมตัวอย่างคิน

##### 4.1.1 การเก็บตัวอย่างคิน

###### 4.1.1.1 บริเวณสถานที่เก็บคินตัวอย่าง

ตัวอย่างคินที่ใช้ในการศึกษารั้งนี้เป็นคินที่ปลูกสันโถ โดยทำการเก็บคินตัวอย่างจากไร่ส้มโถ ตามอำเภอต่าง ๆ ในจังหวัดพิจิตร โดยทำการคัดเลือกเก็บจากแหล่งต่าง ๆ 5 แหล่งคังนี้

- แหล่งที่ 1 ชื่อ PL, จากไร่ส้มโถ ในเขต อําเภอเมือง
- แหล่งที่ 2 do PL<sub>2</sub> จากไร่ส้มโถ ในเขต อําเภอโพธิ์ประทับช้าง
- แหล่งที่ 3 ชื่อ PL, จากไร่ส้มโถ ในเขต อําเภอบางมูญนาภ
- แหล่งที่ 4 do PL<sub>4</sub> จากไร่ส้มโถ ในเขต อําเภอสาม่น
- แหล่งที่ 5 ชื่อ PL<sub>5</sub>, จากไร่ส้มโถ ในเขต อําเภอโพธิ์ทะเล
- แหล่งที่ 6 ชื่อ PL<sub>6</sub>, จากไร่ส้มโถ ในเขต อําเภอทับคล้อ

###### 4.1.1.2 ระยะเวลาที่ทำการเก็บคินตัวอย่าง

ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างคินในช่วงหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงเดือน เมษายน 2540

###### 4.1.1.3 วิธีการเก็บคินตัวอย่าง

ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างคิน ในแต่ละแปลงในแนวเขตเส้นสันฟันป่า โดยใช้พลั่วพลาสติกทำการเก็บ 10 - 15 จุด ต่อหนึ่งแปลง ให้มีความลึก 20 ซม. ใส่ลงในถุงพลาสติกที่สะอาดพร้อมจะบุ

หุ่นที่.....
จุดที่เก็บ.....
ความลึก.....
วัน .....เดือน..... ปี.....
แหล่งที่เก็บ.....

#### 4.1.2 การเตรียมดินตัวอย่าง

1. นำตัวอย่างดินแต่ละแปลงมาผึ่งลมให้แห้งในที่ร่มแล้วทำการบดดินให้แตกเป็นก้อนเล็ก ๆ พร้อมทั้งเกลี่ยให้แบ่งออกเป็นแผ่นบาง ๆ บน皿าดพลาสติก
2. เลือกเก็บก้อนกรวด เศษหิน ที่มีขนาดใหญ่ รวมทั้งรากไม้ออกไป
3. หลังจากดินแห้งสนิทในอากาศ ทำการคุกเคลือดินให้ผสมกันอย่างทั่วถึงและใช้พายพลาสติก เกลี่ยเป็นแผ่นบาง ๆ เป็นวงกลม มีส่วนที่หนาเท่ากันตลอด ส่วนที่อยู่ตรงกันข้าม เก็บไว้ภาชนะเอาไว้ คลุกส่วนที่เหลือให้ผสมเข้ากันอย่างทั่วถึงอีกครั้งหนึ่งแล้วก็ลีดินเป็นรูปวงกลม แล้วทำการแบ่งส่วนและทำเหมือนตอนแรกให้ดินเหลือประมาณ 100 กรัม (ในส่วนดินที่เหลือในส่วนสุดท้าย)
4. นำเอาดินส่วนสุดท้าย (3) มาทำการบดด้วยครก (Mortra) จนสามารถซ่อนผ่านตะแกรงขนาด 100 เมช\*( mesh ) แล้วทำการเก็บตัวอย่างดินใส่ลงในกล่องพลาสติก ติดฉลาก พร้อมระบุรายละเอียด เพื่อเก็บไว้ใช้ในการวิเคราะห์ต่อไป

\*เมช (mesh) เป็นหน่วยวัดขนาดภายในรูของตะแกรงร่อน บอกถึงจำนวนช่องต่อนิ้วตัวมีขนาด 100 เมช (หมายถึงตะแกรงที่มีจำนวนช่อง 100X100 ช่องต่อหนึ่งนิ้ว ตารางนิ้ว)

#### 4.2 การหาค่า pH ของดิน

##### 4.2.1 อุปกรณ์ และเครื่องมือ

1. บีกเกอร์
2. pH มิเตอร์
3. แท่งโภค
4. ดินตัวอย่าง
5. น้ำกัลลัน

##### 4.2.2 วิธีการทดลอง

1. ชั่งดินตัวอย่าง 10.00 กรัม ผสมกับน้ำ 10.00 ลูกบาศก์เดซิเมตรในบีกเกอร์ ขนาด 100 ml. ใช้แท่งแก้วคนดินให้ดินเข้ากับน้ำแล้วตั้งทิ้งไว้ประมาณ 30 นาที
2. วัดค่า pH โดยใช้เครื่อง pH มิเตอร์ (โดยทำการปรับค่า pH มิเตอร์ก่อน โดยใช้ buffer solution pH 7.0 และ 4.0 ก่อน พร้อมอ่านค่า) ทำการทดลองวัดค่า pH ดินตัวอย่างที่ 1-6 แล้วบันทึกผลดังตาราง

#### 4.2.3 ผลการทดลอง

ตารางที่ 4.1 แสดงค่า pH ของดิน

ตัวอย่างดิน	ค่า pH			
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย
PL <sub>1</sub>	5.32	5.34	5.33	5.33
PL <sub>2</sub>	6.02	6.07	6.05	6.06
PL <sub>3</sub>	5.67	5.67	5.68	5.68
PL <sub>4</sub>	5.50	5.55	5.52	5.52
PL <sub>5</sub>	6.78	6.79	6.81	6.79
PL <sub>6</sub>	6.89	6.75	6.76	6.80

ตารางที่ 4.2 แสดงค่า pH ของดินตัวอย่าง

ชนิดของดินตัวอย่าง	pH
PL <sub>1</sub>	5.22
PL <sub>2</sub>	6.06
PL <sub>3</sub>	5.63
PL <sub>4</sub>	5.58
PL <sub>5</sub>	6.70
PL <sub>6</sub>	6.30

### 4.3 การวิเคราะห์หาธาตุในไตรเจนของรูปอินทรีย์วัตถุ (Organic matter) โดยวิธี

#### Oxidation wet Oxidation

โดยการวิเคราะห์หาค่าในไตรเจนโดยตรงจะทำได้ยาก การวิเคราะห์จึงต้องใช้วิธีการวิเคราะห์ทางอ้อมที่เรียกว่า Organic matter การวิเคราะห์โดยวิธีการนี้สามารถวิเคราะห์ออกมานิรูปของอินทรีย์วัตถุแล้วจึงนำค่านามาเบริชบ์เทียนของค่าในไตรเจน

##### 4.3.1 อุปกรณ์และเครื่องมือ

1. เครื่อง量衡 Balance analytical
2. volumetric Pipet
3. Erlenmeyer flask 250 ml.
4. Buret 50 ml.
5. Cylinder 10 ml.
6. Cylinder 20 ml.
7. Volumetric flask 10 ml.
8. Volumetric flask 50 ml.
9. Volumetric flask 100 ml.

##### 4.3.2 สารเคมี

1.  $K_2Cr_2O_7$
2.  $H_2SO_4$  (cone)
3.  $FeSO_4$
4. O-phenanthrolineferrous complex

##### 4.3.3 วิธีการวิเคราะห์หาปริมาณ N ในรูปของอินทรีย์วัตถุ

1. นำคินที่ผ่านการเตรียมตัวอย่าง ตัวอย่างละ 2 ชุด ซึ่งมาตัวอย่างละ 1.00 กรัม
2. นำคินตัวอย่างใส่ลงใน Erlenmeyer flask ขนาด 250 ml. เติมสาร  $K_2Cr_2O_7$  ความเข้มข้น 1 N จำนวน 5 ml. (เตรียมโดยการนำ  $K_2Cr_2O_7$  49.04 กรัม ละลายน้ำให้มีปริมาตรเป็น 1 ลิตร) โดยใช้ปีเปต แล้วเทย่าให้คินเข้ากับน้ำยาแล้วเติม  $H_2SO_4$  (cone) จำนวน 1 ml.

แล้วเขย่าแรง ๆประมาณ 1 นาที แล้วปิดอย่างไว้ 30 นาที

3. เดินน้ำกัดตันลงใน 15 ml. แล้วเติม O-phenanthrolineferrous complex 10 หยด (โดยนำ

O-phenanthroline 1.48 กรัม และ  $\text{FeSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$  0.7 กรัมแล้วเขย่าให้ละลายแล้วปรับ  
ปริมาตรให้เป็น 100 ml)

4. นำสารละลายนี้เดรีบันมาไตรเตอร์ที่วัดสารละลายนี้  $\text{FeSO}_4$  0.5 N จะเปลี่ยนเป็นสีแดง  
หรือน้ำตาลปนแดง แสดงว่าถึงจุดหยุด End point เลือบันทึกปริมาตรของ  $\text{FeSO}_4$  ที่ใช้เพื่อการ  
คำนวณต่อไป

5. การคำนวณหา Organic Carbon ( %C ) จากสมการ

$$\% \text{ C} = (\text{V}_1\text{N}_1 - \text{V}_2\text{N}_2) f \times 0.003 \times 100 / m$$

$\text{v}_1$  = ปริมาตรเป็น ml. ของ  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$

$\text{n}_1$  = ความเข้มข้นเป็น normal ของ  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$

$\text{v}_2$  = ปริมาตรเป็น ml. ของ  $\text{FeSO}_4$

$\text{n}_2$  = ความเข้มข้นเป็น normal ของ  $\text{FeSO}_4$

$m$  = มวลของดินหน่วยเป็น กรัม

$f$  = correction factor ( ขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพของ  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  ที่เปลี่ยน

Organic carbon ให้เป็น  $\text{CO}_2$  โดยทั่วไปมีค่า大概是 1.33 )

6. การหา % OM จากสูตร  $\% \text{ OM} = (\% \text{ C})/C$

เมื่อ  $C$  = เปอร์เซนต์ของน้ำหนักของ อินทรีย์ตั้งในดิน ปรกติดินชั้นบนมีค่า 52

7. บันทึกผลการทดลอง

ตารางที่ 4.3 ผลการทดสอบการหาปริมาณธาตุในโตรเจน ( N )

ครั้งที่	ชนิดของดิน	ปริมาตร $\text{FeSO}_4$ (ml.)	ปริมาตร เฉลี่ย $\text{FeSO}_4$ (ml)
1	PL <sub>1</sub>	.8.3	
2	PL <sub>1</sub>	8.5	8.40
1	PL <sub>2</sub>	9.5	
2	PL <sub>2</sub>	9.4	9.45
1	PL <sub>3</sub>	7.7	
2	PL <sub>3</sub>	7.5	7.60
1	PL <sub>4</sub>	7.2	
2	PL <sub>4</sub>	7.5	7.35
1	PL <sub>5</sub>	9.3	
2	PL <sub>5</sub>	9.4	9.35
1	PL <sub>6</sub>	7.2	
2	PL <sub>6</sub>	7.5	7.35

ตารางที่ 4.4 ตารางแสดงปริมาณธาตุในโตรเจนจากดินตัวอย่าง

ชนิดของดิน	ปริมาตร $\text{FeSO}_4$ (ml.)	% C	% OM	% N
PL <sub>1</sub>	8.40	2.85	5.84	0.274
PL <sub>2</sub>	9.50	3.22	6.19	0.309
PL <sub>3</sub>	7.60	2.570	4.94	0.247
PL <sub>4</sub>	7.35	2.490	47.88	0.239
PL <sub>5</sub>	9.35	3.160	60.76	0.303
PL <sub>6</sub>	7.35	2.490	47.88	0.239

ตารางที่ 4.5 แสดงปริมาณธาตุในโตรเจนในดินตัวอย่าง

ชนิดของดิน	% N
PL <sub>1</sub>	0.274
PL <sub>2</sub>	0.309
PL <sub>3</sub>	0.247
PL <sub>4</sub>	0.239
PL <sub>5</sub>	0.303
PL <sub>6</sub>	0.239

#### 4.4 การวิเคราะห์หาปริมาณ พอสฟอรัส (P) ที่เป็นประizable โดยวิธีการของ Bray II

การวิเคราะห์หาปริมาณ พอสฟอรัสที่เป็นประizable ต่อพืช หรือ available phosphorus โดยอาศัยหลักการสกัดสารเอาฟอสฟอรัสออกมาน้ำแล้ว จึงวัดปริมาณด้วยเครื่อง Spectro photometer ที่ความยาวคลื่นที่ 882 nm.

##### 4.4.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. เครื่องซั่ง Balance analytical
2. Volumetric Pipet 5 ml.
3. Erlenmeyer flask 100 ml.
4. Buret 50 ml.
5. Cylinder 10 ml.
6. Cylinder 100 ml.
7. Volumetric flask 25 ml.
8. Volumetric flask 50 ml.
9. Volumetric flask 100 ml.
10. Volumetric pipet 5 ml.
11. funnel
12. กระดาษกรอง

##### 4.4.2 สารเคมี

1. HCl
2. NH<sub>4</sub><sup>+</sup>
3. antimony potassiumtartrate
4. ammonium molybdate
5. ascorbic acid
6. H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>
7. KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>

#### 4.4.3 วิธีการทดลอง

1. ชั่งดินตัวอย่าง 2.5000 กรัมด้วยเครื่องชั่ง balance analytical โดยชั่งดินตัวอย่าง 2 ชุด เพื่อทำการเปรียบเทียบการทดลอง ใส่ลงใน Erlenmeyer flask
2. เติมน้ำยา Bray II ลงไป 25 ml (เตรียมจากการนำอา NHF<sub>4</sub> 10N จำนวน 15 ml . ผสมกับ 0.5 N ของ HCl 100 ml. เติมน้ำให้มีปริมาตร 500 ml) ลงในดินตัวอย่างแล้ว. ผสมเขย่าให้เข้ากันแล้วทำการกรอง
3. นำสารที่ได้จากการกรองในข้อที่ 2 ไป 2 ml. โดยใช้ปีเปคคุค ใส่ลงใน Volume metric flask เติมน้ำกลั่นลงไปให้ครบ 15 ml. แล้วเขย่าให้เข้ากัน
4. เติม ammonium molybdate ascorbic acid จำนวน 4.00 ml. (เตรียมโดยนำอา ammonium molybdate 12.00 กรัมและ antimony postassium tartate 0.2908 กรัม ใส่ลงใน 5 N H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 1000 ml. ผสมกันให้มีปริมาตรเป็น 2.00 ลิตร เริ่ง Reagent A นำ ascorbic acid 1.056 กรัม มาละลายใน reagent A 200 ml. ผสมกันจะได้ ammonium molybdate ascorbic acid M30 (เริ่งกว่า Reagent B ) เติมน้ำให้ครบ 25 ml. และใช้ยาให้เข้ากันเป็นเวลา 1 นาที
5. นำสารละลายที่เตรียมได้ในข้อ 4 มาทิ้งไว้ 10 นาที แล้ววัดค่าความคุณลักษณะที่ความขาวคลีน 882 มก แล้วนับที่ก่อค่าคุณลักษณะแล้วเอาไว้
6. นำยาค่าความคุณลักษณะที่ได้ของสารตัวอย่างไปเทียบกับ standard curve ในหน่วย ppm. (ดู standard Curve ในหน่วย ppm ทำโดยนำสารละลายมาตรฐานมาเป็น Standard Curve นำอา K<sub>2</sub>H<sub>2</sub>O<sub>4</sub> 0.2195 กรัม มาละลายด้วยน้ำมีปริมาตรเป็น 1 ลิตร จะได้สารมีความเข้มข้น 50 ppm. แล้วนำมา 1 cm<sup>3</sup> มาทำไปที่อ่างปรับปริมาตรให้เป็น 50 cm<sup>3</sup> จะได้สารที่มีความเข้มข้น 1 ppm แล้วนำไปวัดค่าความคุณลักษณะของแสง แล้วเขียนกราฟกับความเข้มข้น
7. นำค่าจากกราฟเขียนกราฟไปหาค่าปริมาณค่าจาก การเขียนกราฟไปหาค่าปริมาณ phosphorus ใน ppm Available P ppm ได้จาก

สูตร

$$\text{Available P ppm} = \frac{B \times D \times E}{AC}$$

เมื่อ A = น้ำหนักของดินที่สกัด ในการทดลองครั้งนี้

B = ปริมาณน้ำยาที่สกัด ในการทดลองครั้งนี้ มีค่า 25 ml

C = aliquot ของน้ำยาสกัดที่นำมาวิเคราะห์ในการทดลองครั้งนี้ 2 ml.

D = ค่า ppm ที่อ่านค่าได้จาก Standard Curve

E = ค่าที่ได้จากการ slope

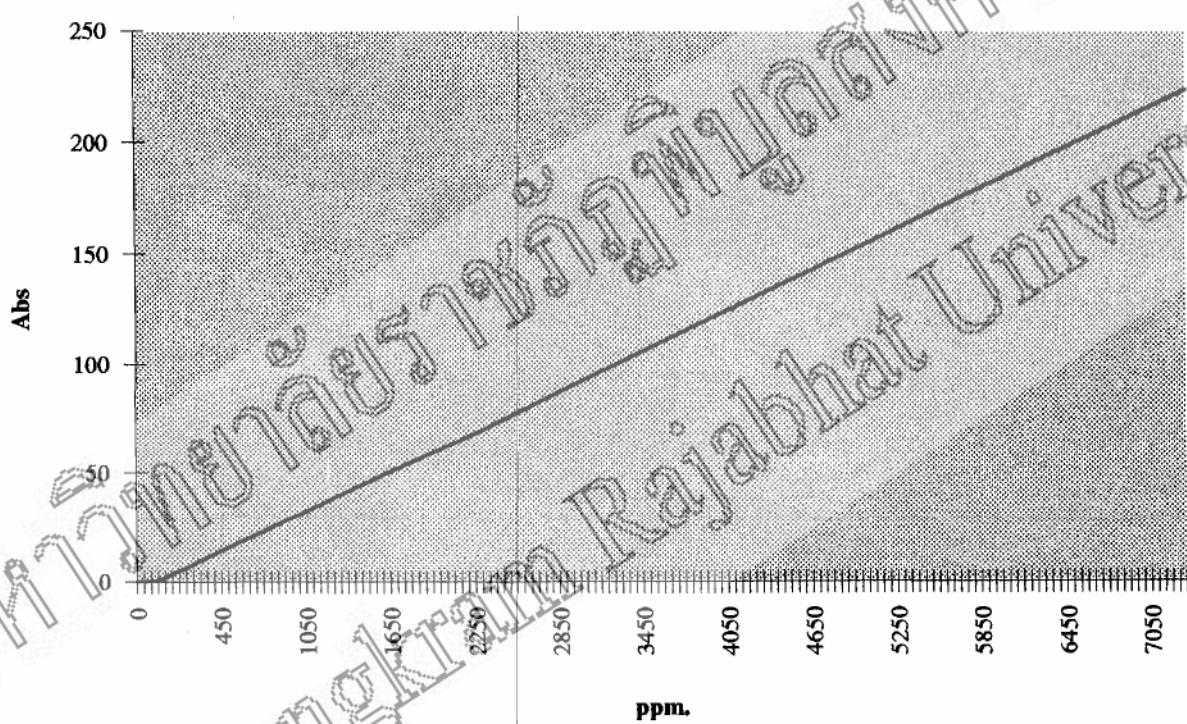
นำค่า P ที่คำนวณได้มาแสดงลงในตาราง

#### 4.4.4 ผลการทดลอง

ตารางที่ 4.6 แสดงการหา Calibration Curve ของสารละลายน้ำฟอสฟอรัสสามารถ

ปริมาณ พอยต์ฟลีด (ppm)	Absorbance
1	0.07
5	0.18
10	0.337
20	0.703
50	1.313
100	4.210
500	16.319
1000	32.718

กราฟแสดงมาตรฐาน Calibration Curve ของสารละลายน้ำมาร์คาน  
ในการหาปริมาณฟอสฟอรัส



ตารางที่ 4.7 แสดงปริมาณ พอสฟอรัส จากอ่านจาก Calibration Curve

ชนิดตัวอย่างดิน	ครั้งที่	ค่าการดูดกลืน	ค่าเฉลี่ยการดูดกลืน
$PL_1$	1	37.5	
	2	36.5	37
$PL_2$	1	35	
	2	35	35
$PL_3$	1	28.5	
	2	29.5	29
$PL_4$	1	27.5	
	2	26.5	27
$PL_5$	1	32	
	2	32	32
$PL_6$	1	31	
	2	31	31

ตารางที่ 4.8 แสดงปริมาณ พอสฟอรัสในดินตัวอย่าง

ชนิดดิน	ปริมาณฟอสฟอรัส (ppm)
PL <sub>1</sub>	1104
PL <sub>2</sub>	1050
PL <sub>3</sub>	860
PL <sub>4</sub>	810
PL <sub>5</sub>	994
PL <sub>6</sub>	950

ตารางที่ 4.9 แสดงปริมาณ พอสฟอรัสในดินตัวอย่าง

ชนิดดิน	ปริมาณฟอสฟอรัส (%)
PL <sub>1</sub>	0.110
PL <sub>2</sub>	0.105
PL <sub>3</sub>	0.086
PL <sub>4</sub>	0.081
PL <sub>5</sub>	0.09
PL <sub>6</sub>	0.09

## 4.5 การวิเคราะห์ห้าปริมาณเหล็ก (Fe) | แมงกานีส (Mn) โดย Atomic absorbtion Spectrophotometer

### 4.5.1 สารเคมี

1. Nitric acid HNO<sub>3</sub>, AR grade
2. Manganese standard solution
3. Iron Standard solution

### 4.5.2 เครื่องมือและอุปกรณ์

1. Atomic absorption spectrophotometer
2. Hollow cathode lamp สำหรับ Fe, Mn

### 4.5.3 การเตรียมสารละลายน้ำตราชูนของเหล็ก

เตรียมโดยเจือจางสารละลายน้ำตราชูนของเหล็ก 1000 ppm โดยการปีเปตสารละลายน้ำตราชูนมา 10 ml. ใส่ลงใน Volumetric flask ขนาด 100 ml. เติม 1% HNO<sub>3</sub> ให้ถึงขีดปริมาตร จากนั้นเตรียม Volumetric flask 3 ใบ แล้วปีเปตสารละลายน้ำตราชูน 1000 ppm UI 20ml. แล้ววัดค่าการคุณลักษณะแล้วนำสารที่มีความเข้มข้น 1000 ppm มา 10 ml. ใส่ลงใน Volumetric flask แค่ละใบ ปรับปริมาตรให้ถึงขีดบวกปริมาตรด้วย 1% HNO<sub>3</sub> และคุณสารละลายน้ำตราชูนมา 10 ml แล้วปรับปริมาตรให้เป็น 100 ml. สารละลายน้ำตราชูนที่ได้จะมีความเข้มข้น 100, 10 ppm. ตามลำดับ แล้วนำสารที่ได้ไปวัดค่าการคุณลักษณะของแสง ส่วนสารละลายน้ำตราชูนที่เตรียมเข่นเดียวกัน

### 4.6.4 การเตรียมตัวอย่างเพื่อใช้ในการทำการวิเคราะห์

1. ชั่งสารตัวอย่างดิน 1,000 กรัม โดยใช้เครื่องชั่งน้ำหนักแบบละเอียด ใส่ลงใน Erlenmeyer flask ขนาด 250 ml. ชั่ง
2. ปีเปตสารละลายน้ำตราชูน HNO<sub>3</sub> (1:1) 20 ml. .ใส่ลงไปใน Erlenmeyer flask. ในข้อ 1 นำไปให้ความร้อนด้วยไฟอ่อน ๆ ในตู้ควันเป็นเวลา 4 ชั่วโมง จนสารละลายน้ำตราชูนแห้ง
3. เติมสารละลายน้ำตราชูน HNO<sub>3</sub> 5% 10 ml. แล้วนำไปให้ความร้อนด้วยไฟอ่อนอีก 2 ชั่วโมง จนสารละลายน้ำตราชูนเป็นสีเหลืองใส และดินตะกอนเป็นสีขาว (Dalziel and baker) ทิ้งไว้ให้เย็น

ชนสารละลายนี้ลักษณะเป็นสีเหลืองใส และคินตะกอนเป็นสีขาว (Dalziel and baker) ทิ้งไว้ให้เย็น นำมากรองด้วยกระดาษกรอง Whatman NO 42 ใส่ลงใน Volumetric flask 100 ml. ปรับปริมาตรด้วยสารละลายนี้  $\text{HNO}_3$  1 %

4. นำสารละลายนี้ได้มาวิเคราะห์ทางปริมาณ Fe,Mn ด้วยวิธี flame spectrophotometry ด้วย Atomic absorption spectrophotometer ด้วยความยาวคลื่น 243,324.7, 279.5 nm . วัดค่า absorbance และอ่านค่าความเข้มข้น จาก Calibration curve

ตารางที่ 4. 10 แสดงค่าการคูณถี่นั้นแสงของสารละลายนี้หลักมาตรฐานที่ความยาวคลื่น 248.5 nm. ที่ความเข้มข้นต่างๆ

ความเข้มข้นของสาร(ppm)	ค่าการคูณถี่นั้นแสงที่ 248.5 nm
0	0
10	5.4
20	10.7
40	21.14

กราฟมาตรฐานหลักเพื่อใช้ในวิเคราะห์ในสารตัวอย่าง



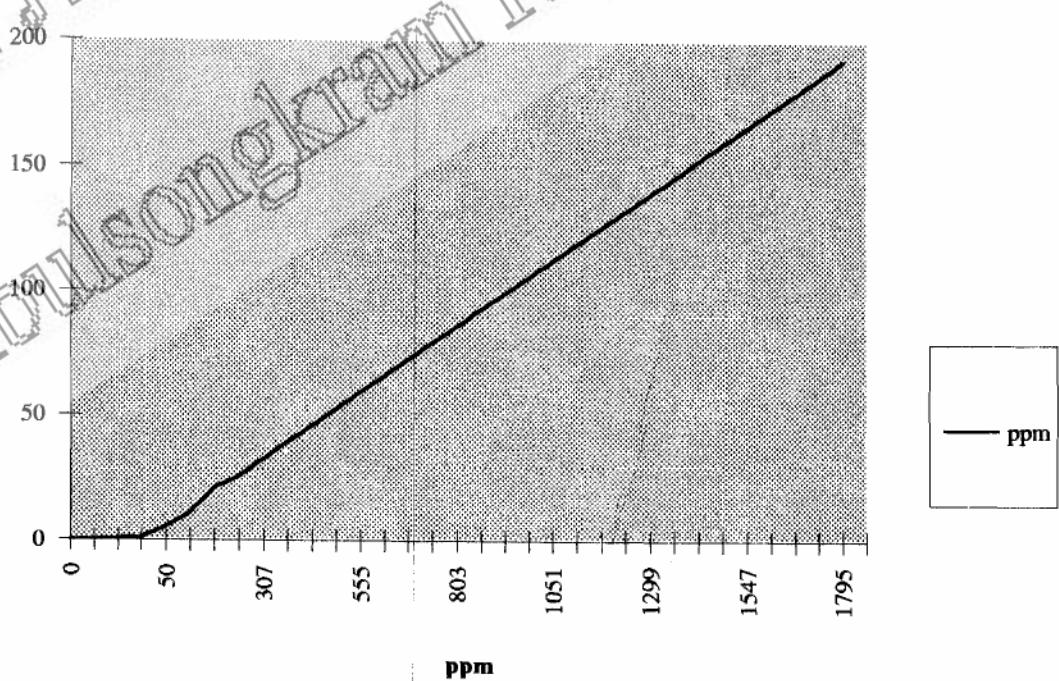
ตารางที่ 4.11 ผลการทดสอบหาปริมาณธาตุเหล็กโดยการวิเคราะห์แบบ AAS

สารตัวอย่าง	ปริมาณ Fe ที่ได้จากการคำนวณเดี่ยว	ปริมาณ Fe (ug/g)	% Fe
blank	-	-	-
PI <sub>1</sub>	792	74555.2	7.45
PI <sub>2</sub>	600	56418.1	5.64
PI <sub>3</sub>	588	55351.5	5.53
PI <sub>4</sub>	522	51962.7	5.19
PI <sub>5</sub>	654	61564.5	6.15
PI <sub>6</sub>	556	52339.2	5.23

ตารางที่ 4.12 แสดงค่าการดูดกลืนของแสงของสารละลายน้ำที่ความยาวคลื่น 279.5 nm ที่ความเข้มข้นต่างๆ

ความเข้มข้นของสารละลายน้ำ แมงกานีส (Mn) ppm	ค่าการดูดกลืนแสงที่ 279.5 nm
0	0
1	0.106
5	0.521
10	1.05
100	10.64
200	21.40

กราฟมาตราฐานหาปริมาณแมงกานีส



ตารางที่ 4.14 ผลการทดลองหาปริมาณธาตุแมงกานีสโดยการวิเคราะห์แบบ AAS

คืนตัวอย่าง	น้ำหนักคืนตัวอย่าง (กรัม)	ค่าการคูณกลืน	ปริมาณธาตุ Mn ที่ได้จากการฟอกฐาน
Blank	-	-	0
Pl <sub>1</sub>	1.0608	714	673.14
Pl <sub>2</sub>	1.0580	700	661.62
Pl <sub>3</sub>	1.0592	678	640.11
Pl <sub>4</sub>	1.0451	692	662.14
Pl <sub>5</sub>	1.0568	520	492.05
Pl <sub>6</sub>	1.0045	630	627.17

ตารางที่ 4.15 ผลการวิเคราะห์ปริมาณธาตุแมงกานีส โดยวิธี AAS

สารตัวอย่าง	ปริมาณ Mn ที่ได้จากการคำนวณ ค่าเฉลี่ย	ปริมาณ Mn (Ug/g)	% Mn
blank	-	-	-
Pl <sub>1</sub>	714	714	0.071
Pl <sub>2</sub>	700	700	0.070
Pl <sub>3</sub>	678	678	0.068
Pl <sub>4</sub>	692	692	0.069
Pl <sub>5</sub>	520	520	0.052
Pl <sub>6</sub>	630	630	0.063

## บทที่ 5 สรุปและวิเคราะณ์

การวิจัยนี้ได้ทำการวิเคราะห์ธาตุในตอรเจน และฟอสฟอรัส เหล็ก แมงกานีสและ pH ในดินที่ปลูกส้มโอในจังหวัดพิจิตร โดยทำการวิเคราะห์ด้วยวิธี ไตรเตรชันเมติก อัลตราไวโอลেตและ วิลสิเบิลและสเปกต์โรสโคป และอะตอมมิคแอบซอร์บชันสเปกต์โรสโคป (AAS) จำนวน 6 อำเภอ

1. จำเนือง
2. จำเนอโพธิ์ปะทับช้าง
3. จำเนอกบงมูลนาก
4. จำเนอสาม่น
5. จำเนอโพธิ์ทะเล
6. จำเนอทับคล้อ

ปริมาณแร่ธาตุที่วิเคราะห์ได้จากการวิเคราะห์ในตอรเจน (N) ด้วยวิธีการไตรเตรท์ วิเคราะห์ฟอสฟอรัส (P) ด้วยวิธี Bray II (สเปกต์โรต์โมลิเตอร์) วิเคราะห์เหล็ก (Fe) แมงกานีส (Mn) ด้วยวิธี อะตอมมิคแอบซอร์บชัน (AAS) และ pH ได้ผลดังตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 แสดงผลการวิเคราะห์ปริมาณธาตุที่พบเป็นเปอร์เซนต์

อำเภอ	N	P	Mn	Fe	pH
เมือง	0.274	0.110	0.071	7.45	5.22
โพธิ์ปะทับช้าง	0.309	0.105	0.070	5.64	6.06
บงมูลนาก	0.247	0.086	0.068	5.53	5.63
สาม่น	0.239	0.081	0.069	5.19	5.58
โพธิ์ทะเล	0.303	0.090	0.052	6.15	6.70
ทับคล้อ	0.239	0.090	0.063	5.23	6.30

ในการวิเคราะห์ครั้งนี้ได้ทำการวิเคราะห์น้ำลายวิธี ชีงขอนเบช และ ชีดจำกัดของ เครื่องมือที่ใช้ทำการวิเคราะห์ หมายเหตุ หมายความว่า ชีง ธาตุที่มีอยู่ ในดินนั้น พิจฉาจะนำไปใช้ประยุกต์ ได้เฉพาะธาตุอาหารที่สามารถ ละลายน้ำได้เท่านั้น ชีงในการ วิเคราะห์ครั้งนี้ ส่วนของธาตุในโครง筋ฟอสฟอรัส นั้น พิจฉาจะนำไปใช้ได้

การวิเคราะห์ธาตุ ในโครง筋 (N) จากผลในการวิเคราะห์ปริมาณ ในโครง筋 (N) ในตัวอย่างดินของ 6 ใน姿 เกษ โดยพบปริมาณในโครง筋อยู่ ระหว่าง มีค่าระหว่าง 0.239 - 303 % จากการวิเคราะห์พบว่าในพื้นที่姿 เกษ ทับคล้อมีปริมาณ % N น้อยที่สุด และ姿 เกษ มีโพธิ์ ประทับซ้างปริมาณ % N มากที่สุด คือ 姿 เกษ ทับคล้อ 0.239 % และ姿 เกษ โพธิ์ประทับซ้าง 0.309 %

จากผลการทดลองสรุปได้ว่าปริมาณธาตุอาหาร N ในดินนั้น มีความ อุดมสมบูรณ์ อยู่ในระดับต่ำเพรำมี ค่า % N น้อยกว่า 0.075 หรือ ค่า OM 0.19 ซึ่ง % อินทรีย์ต่ำ < 0.5 ระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินต่ำมาก จะนั้นจึงควรปรับปรุงดินโดย เติมปุ๋ยที่มีปริมาณธาตุ N สูง โดยการใช้ปุ๋ยเคมี หรือ ปุ๋ยอินทรีย์หรือใช้ปุ๋ยหมักเพื่อเป็น การพิมคุณค่าของดิน และไม่ ทำให้ผลผลิตพืชสูงขึ้นด้วย ชีง ธาตุ ในโครง筋 เป็นธาตุที่สำคัญมากในการเจริญเติบโตและ การผลิตส้ม ถ้าขาดมาก จะปลูกยากมาก อาจจะขาดอาหารที่ใบอ่อน โดยใบจะมีขนาดเล็กและใบมีสีเขียวอ่อน ถึงสีเขียวอมเหลือง จะทำให้เกิดการเจริญเติบโตไม่เต็มที่ ถ้าขาดในโครง筋มาก ใบจะเหลือง นาน ต่อเนื่องกันจะทำให้ผลผลิตล้มเหลวในทางเชิงการค้า°

#### การวิเคราะห์ธาตุฟอสฟอรัส (P) จากการวิเคราะห์ด้วยวิธี Bray II

( Spectro photometry ) ของดิน 6 姿 เกษ มีค่าธาตุ P ที่วิเคราะห์ได้อยู่ระหว่าง 0.081 - 0.110 % 姿 เกษ ที่มีธาตุ P ต่ำที่สุด คือ สามงามและ姿 เกษ ที่มีธาตุ P สูงที่สุดคือ 姿 เกษ เมือง 姿 เกษ สามงาม มี 0.081 % และ姿 เกษ เมือง มี 0.110 %

จากผลการทดลองสรุปว่า ปริมาณธาตุ P ของดินมีความ อุดมสมบูรณ์อยู่ในระดับสูง คือ มากกว่า 25 ppm หรือ(0.0025 %)( จากรัฐธรรมนูญที่ดิน 2530 ) นับว่าเพียงพอ กับการ เจริญเติบโตของพืช และนับว่าประยุกต์ในการให้ผลผลิตและคุณภาพของพืช

การวิเคราะห์ปริมาณธาตุเหล็ก (Fe) จากการวิเคราะห์หาปริมาณธาตุ Fe โดย วิธี AAS ของดินตัวอย่างจาก 6 姿 เกษ พบร่วมปริมาณแร่เหล็กอยู่ในช่วง 5.29 - 7.45 % 姿 เกษ ที่ มีปริมาณธาตุ Fe ต่ำที่สุด คือ ทับคล้อและ姿 เกษ ที่มีปริมาณธาตุ Fe มากที่สุด คือ姿 เกษ เมือง

江歌ทับคล้มี 5.29 % และ江歌เมืองมี 7.45 %

จากการวิจัยสรุปได้ว่า ปริมาณธาตุ Fe เมื่อเทียบกับปริมาณ Fe ที่เป็น Available Fe ซึ่งมีอยู่ 8.40 % (4) ธาตุเหล็กมีปริมาณต่ำดันน้ำควรปรับปรุงดินโดยการเติมสารอาหารที่มีธาตุเหล็กให้มากขึ้น เพื่อเป็นการเพิ่ม คุณภาพของดิน เพราะธาตุเหล็กเป็นสารหลักในโครงสร้างครอโรฟิล ซึ่งเป็นสารจำเป็นในการสังเคราะห์แสงของพืช การขาดแร่เหล็กป้องคั่งเรียกว่าเกิดโรคใบด่างขาดเหล็ก ลักษณะเป็นตาข่ายเส้น บลสีเขียวตัดกับสีครีมหรือสีฟันที่เกือบเป็นสีขาวทั้งใบ ในกรณีที่เกิดอย่างร้ายแรงไปจะมีขนาดเล็กและกิ่งก้านจะตาย และผลเนื้อฟ้าม Champrnan and Kelly (1943) การขาดแร่เหล็กป้องคั่งเรียกว่าเกิดโรคใบด่างขาดเหล็ก ลักษณะเป็นตาข่ายเส้นใบสีเขียวตัดกับสีครีมหรือสีฟันที่เกือบเป็นสีขาวทั้งใบ ในกรณีที่เกิดอย่างร้ายแรงไปจะมีขนาดเล็กและกิ่งก้านจะตาย และผลเนื้อฟ้าม Champrnan and Kelly (1943)

การวิเคราะห์ปริมาณธาตุแมงกานีส (Mn) จากการวิเคราะห์หาปริมาณธาตุ Mn โดยวิธี AAS ของดินตัวอย่างจาก 6 จังหวัด พนบวกมีปริมาณธาตุแมงกานีสอยู่ในช่วง 0.052-0.071% จังหวัดที่มีปริมาณธาตุ Mn ต่ำที่สุด คือ โพธิ์ทะลและจังหวัดที่มีปริมาณธาตุ Mn มากที่สุด คือ จังหวัดเมืองโดยจังหวัดโพธิ์ทะลเมื่อ 0.052 % และจังหวัดเมืองมี 0.071 %

จากการวิจัยสรุปได้ว่า ปริมาณธาตุ Mn เมื่อเทียบกับปริมาณ Mn ที่พืชต้องการในสารละลายอยู่ในช่วงความเข้มข้นระหว่าง 0. 00002 - 0. 0005 % (นพดล เรียนธิรัญ 2540) ควรปรับปรุงดินให้มีปริมาณธาตุแมงกานีสให้มากขึ้น ถ้าขาดธาตุแมงกานีสจะทำให้เหล็กออกซูในรูปของเฟอร์รัสโซอนจำนวนมาก ( $Fe^{2+}$ ) และเกิดเป็นพิษต่อพืชได้ ถ้ามีแมงกานีสมากเกินไป ก็จะทำให้เฟอร์รัสโซอนถูกออกซิได้ไปเป็นเหล็กพชริกอ้อน ( $Fe^{3+}$ ) ซึ่งมีประโยชน์กับพืชน้อยลง

จากการทดลองพบว่า pH ของดินตัวอย่างอยู่ในช่วง 5.22-6.70 โดย pH ที่เหมาะสมที่สุดอยู่ในช่วง 5.55 - 6.0 (นพดล เรียนเดศธิรัญ 2540) โดยดินที่มี pH คือจังหวัดเมืองและ pH มากที่สุดที่จังหวัด โพธิ์ทะล ประมาณ pH 5.22 และที่จังหวัดเมืองมี pH 6.70 ซึ่งนับว่าดินทุกที่สามารถใช้ปลูกสัมโภได้ โดยการปรับปรุงดินให้เหมาะสมต่อไป

ซึ่งดินในเขตจังหวัดเมืองนับว่าเป็นแหล่งปลูกสัมโภที่สำคัญในจังหวัดพิจิตร และนับได้ว่าแร่ธาตุพื้นฐานต่างกันไม่มากนัก ปัจจัยที่สำคัญคือแหล่งน้ำและการดูแลรักษาเป็นสำคัญ

## เอกสารอ้างอิง

1. สมศักดิ์ วงศ์ใน, "การใช้และการปรับปรุงดินปลูกต้นไม้", พิมพ์ครั้งที่ 1, ภาคปฐพีวิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร, 2520.
2. มัลติกา พนมยนจกุล, "ชาติอาหารพืชและการใช้น้ำ", เอกสารประกอบคำบรรยาย อบรมเจ้าน้ำที่และเกษตรชาวไทยเช่น ศูนย์ฝึกอบรมเกษตรที่สูงชางเคียน จ. เชียงใหม่ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2522.
3. กองบรรณาธิการนิตยสารฐานเกษตรกรรม, "ดินและน้ำเพื่อเกษตรกรรม", พิมพ์ครั้งที่ 1 สำนักพิมพ์ฐานเกษตรกรรม, กรุงเทพมหานคร, 2529.
4. Parker, S.P., et.al, "Encyclopedia of Science, Technology", 12, McGraw-Hill Book Company , Newyork, 1892.(549)
5. สมชาย องค์ประเสริฐ "ปฐพีศาสตร์เบื้องต้น", เอกสารให้เนื้อหาประกอบคำสอน สถาบันเทคโนโลยีการเกษตรแม่ดี, 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", 7<sup>th</sup> ed., The Macmillan Company, London, 1970.
9. วิเศษ อัครวิทยากร, "การปลูกสามิโค" โครงการนังสือเกษตรชุมชน พิมพ์ครั้งที่ 2, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร 2540.
10. ณรงค์ ไชยสูต, "เครื่องมือวิเคราะห์", พิมพ์ครั้งที่ 3, มหาวิทยาลัยรามคำแหง, กรุงเทพมหานคร, 2530,
11. เม่น ออมสิทธิ์ และอมร เพชรสุน "หลักการและเทคนิคการวิเคราะห์เชิงเครื่องมือ" ภาคคемี คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2534.
12. กอบกิจ พานอ่อง, การค้นคว้าแบบอิสระเชิงวิทยานิพนธ์ (การสอนคемี), มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2533.

13. ประกรณ์ เลิศสุวรรณไพบูลย์, การค้นคว้าแบบอิสระเชิงวิทยานิพนธ์ (การสอนเคมี).

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2535

14. อุษณี์ เกิดพินธ์, การค้นคว้าอิสระเชิงวิทยานิพนธ์. วิทยาศาสตร์มนาบัณฑิต (เคมี),

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2535.

15.นพดล เรียนเดช Hirun "การปลูกพืชไร้ดิน" ภาควิชาพอกษาสัตว์ คณะวิทยาศาสตร์

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ .2540

16.ส้มฤทธิ์ เพื่องจันทร์ “แร่ธาตุอาหารพืชสวน “ภาควิชาพืชสวน”คณะเกษตรศาสตร์

มหาวิทยาลัยขอนแก่น.2538

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูล侈ogr  
Pibulsongkran Rajabhat University

# ภาคผนวก



## ภาคผนวก

### ตัวอย่างการคำนวณ

#### 1. ตัวอย่างการคำนวณหาปริมาณไนโตรเจน

หาปริมาณไนโตรเจนโดยใช้  $\text{FeSO}_4$  8.4 ml และค่าไนโตรเจนที่หาได้ N หาได้จากสมการ

$$\% \text{ C} = (\text{N1V1-N2V2}) \times F \times 0.003 \times 100/\text{m}$$

เมื่อ  $\text{V1} = 5 \text{ ml}$ ,  $\text{V2} = 0.5 \text{ ml}$ ,  $\text{N1}=1$ ,  $\text{m} = 1 \text{ gram}$ ,  $F=1.33$

$$\% \text{ C} = (5 \times 1 - 0.5 \times 8.4) \times 1.33 \times 0.33 \times 100/1$$

$$= (5 - 4.15) \times 0.399$$

$$= 0.339$$

นำค่าที่ได้มาแทนในสูตร

$$\% \text{ OM} = 100(\% \text{ C}) / \text{C}$$

เมื่อ C = 52 สำหรับค่าของคินชั่นน์

$$\% \text{ OM} = 100 \times 0.3991 / 52$$
$$= 0.7675$$

นำค่า %OM ไปหาค่า ในไนโตรเจนซึ่งมีอยู่ 5% ในอินทรีย์วัตถุ

$$\% \text{ N} = 0.7675 \times 5 / 100$$
$$= 0.0383 \%$$

#### 2. ตัวอย่างการคำนวณหาปริมาณฟอสฟอรัสด้วย Bray II

ปริมาณฟอสฟอรัส =  $B \times D \times E / AC$

เมื่อค่าที่ได้จากการ 测 ค่า 6.0 ในโครงรั้น/ลูกบาศก์เซนติเมตร

เมื่อ  $B = 25 \text{ cm}^3$ ,  $D = 25 \text{ cm}^3$ ,  $A = 2.5 \text{ g}$ ,  $C = 2 \text{ cm}^3$ ,

$$\text{ปริมาณฟอสฟอรัส} = 25 \times 25 \times 6.0 / 2.5 \times 2 \times 25$$

$$= 30 \text{ ppm}$$

3. ตัวอย่างการคำนวณปริมาณธาตุ โดยวิธี Atomic absorption, Spectrophotometer

3.1 ตัวอย่างการคำนวณหาเหล็ก

ปริมาณเหล็กในคืนตัวอย่าง

$$792 \text{ } (\mu\text{g/ml}) \times 100 \text{ ml}$$

$$792 \text{ } (\mu\text{g/ml}) \times 100 \text{ ml} \times 100 \times 10^{-6} / 1.0630$$

7.45 %

ปริมาณเหล็กในคืนตัวอย่าง

7.45 %

3.2 ตัวอย่างการคำนวณหาแมงกานีส

ปริมาณแมงกานีสในคืนตัวอย่าง

$$741 \text{ } (\mu\text{g/ml}) \times 100 \text{ ml}$$

$$741 \text{ } (\mu\text{g/ml}) \times 100 \text{ ml} \times 100 \times 10^{-6} / 1.000$$

7.41 %

ปริมาณแมงกานีสในคืนตัวอย่าง

7.41 %