บทที่ 3
ทฤษฎี

3.1 กระบวนการอบแห้ง

3.1.1 การอบแห้ง

การอบแห้ง คือ การลดความชื้นของอาหารจนถึงระดับที่สามารถระงับการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ได้ คือ มีค่าวอเตอร์แอกทิวิตี (Water Activity , a_w) ต่ำกว่า 0.6 (อาหารสดทั้งหลายมีค่า a_w ใกล้เคียง 1 อาหารกึ่งแห้งมีค่า a_w อยู่ระหว่าง 0.6 – 0.9) ทำให้เก็บอาหารไว้ได้นาน อาหารแห้งแต่ละชนิดจะมีระดับความปลอดภัยไม่เท่ากัน เช่น ผลไม้แช่อิ่มเก็บที่ความชื้น 15-20 % แต่ถ้าเป็นเมล็ดพืชเก็บที่ความชื้นนี้จะเกิดราได้

การทำแห้งเป็นวิธีถนอมอาหารที่มนุษย์คุ้นเคยมาแต่โบราณ เช่น ตากเมล็ดพันธุ์พืชสำหรับฤดูกาลหน้า ตากเนื้อสัตว์ ผักผลไม้และธัญพืชที่เหลือไว้เป็นอาหาร เช่น เนื้อเค็ม ปลาเค็ม กล้วยตาก ข้าวเปลือก เป็นต้น การใช้พลังงานแสงอาทิตย์ เรียกว่า การตากแห้ง การใช้พลังงานไฟฟ้า ก๊าซหรือไอน้ำในเครื่องอบแห้งจึงเรียกรวมกันว่า การทำแห้ง

3.1.2 การถ่ายเทความร้อนและมวลสาร

ในการทำแห้งจะต้องมีการให้พลังงานแก่อาหาร ทำให้น้ำในอาหารเปลี่ยนสถานะเป็นไอแล้วเคลื่อนย้ายออกจากอาหาร แสงอาทิตย์เป็นพลังงานที่ได้จากธรรมชาติและกระแสลมที่พัดผ่านอาหารทำให้เกิดการเคลื่อนย้ายของไอน้ำ เนื่องจากพลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์ให้อุณหภูมิได้ไม่สูงนักและกระแสลมธรรมชาติไม่สูงพอ ทำให้การตากแห้งต้องใช้เวลานาน ดังนั้น จึงมีการพัฒนาเครื่องอบที่มีการให้พลังงานความร้อนในปริมาณที่ควบคุมได้และมีอุปกรณ์ในการเคลื่อนย้ายไอน้ำออกจากผิวอาหารการถ่ายเทความร้อน และมวลสารทำได้เร็วอาหารจึงแห้งได้เร็วขึ้น การถ่ายเทความร้อนและมวลสารระหว่างการอบแห้งทำได้หลายวิธี

1. การให้กระแสลมร้อนเคลื่อนผ่านอาหารกระแสลมร้อนทำหน้าที่ให้ความร้อนและเคลื่อนย้ายไอน้ำการถ่ายเทความร้อนแบบนี้เป็นการพาความร้อน (Convection)
2. การแผ่อาหารเป็นชิ้นบางๆบนพื้นผิวที่ให้ความร้อนแบบการนำความร้อน (Conduction) ทำให้ไอน้ำกระจายตัวออกไปสู่บรรยากาศเหนืออาหาร อาหารที่ร้อนจัดทำให้ไอน้ำกระจายตัวได้ดี อาหารจึงแห้งในเวลาสั้นๆ อาจมีระบบดูดอากาศออกจากผิวอาหาร ซึ่งทำให้สามารถลดความชื้นได้ต่ำลงอีก หรือไม่ต้องใช้อุณหภูมิที่สูงนัก

3. การให้ความร้อนแก่อาหารในเครื่องอบด้วยการนำความร้อนหรือการแผ่รังสีร่วมกับการดูดอากาศที่มีไอน้ำออกไปควบแน่นข้างนอก

4. การปรับสภาพความดันและอุณหภูมิให้น้ำในอาหารเป็นของแข็งที่ระดับต่ำกว่าจุดร่วมสามสถานะ (Triple Point) แล้วให้พลังงานความร้อนหรือลดความดันลงอีกทำให้เกิดการระเหิด น้ำเปลี่ยนสถานะเป็นไอโดยตรง วิธีการนี้เรียกว่าการทำแห้งด้วยการแช่เยือกแข็ง (Freeze Drying) หรือ (Iyophilitation)

การทำแห้งแบบหนึ่งที่ไม่เกี่ยวข้องกับพลังงานความร้อนแต่เป็นการใช้ความดันออสโมติกลดปริมาณน้ำในอาหาร ได้แก่ การทำผลไม้แช่อิ่ม เมื่อแช่ผลไม้ในน้ำเชื่อมน้ำในอาหารจะเคลื่อนย้ายออกมาที่น้ำเชื่อมข้างนอกและน้ำตาลเคลื่อนที่ไปในผลไม้ จนความเข้มของน้ำตาลภายในและภายนอกผลไม้เท่ากันแต่วิธีนี้จะมีน้ำอยู่มาก จึงนิยมนำไปทำแห้งต่อ

3.1.3 การเคลื่อนที่ของน้ำ

การเคลื่อนที่ของน้ำเมื่อได้รับความร้อนจากภายในชิ้นอาหารถูกออกมาที่ผิวมี 2 วิธี

1. การเคลื่อนที่ด้วยแรงผ่านช่องแคบ (Capillary Force) เป็นการเคลื่อนที่ในอาหารที่มีเซลล์โปร่ง มีช่องว่างระหว่างเซลล์ต่อเนื่องกันเป็นทางแคบๆเกิดแรงดันของน้ำขึ้นตามท่อเคลื่อนที่เกิดขึ้นได้อย่างสะดวกรวดเร็ว แต่จะหยุดเมื่อน้ำในทางแคบๆนั้นขาดตอนลง

2 การเคลื่อนที่ด้วยการแพร่ผ่านเซลล์ (Diffusion) เป็นการเคลื่อนที่ในอาหารที่มีเนื้อแน่นไม่มีช่องว่างระหว่างเซลล์ที่ต่อเนื่องเป็นทางแคบๆหรือเกิดในอาหารที่อบแห้งไประยะหนึ่งที่แรงผ่านช่องแคบหมดไปแล้วน้ำจะต้องแพร่ผ่านเซลล์จึงเคลื่อนที่ได้ช้าเมื่อน้ำเคลื่อนที่มาที่ผิวอาหารแล้วจึงระบายกลายเป็นไอเคลื่อนย้ายออกไปกับกระแสลมหรือถูกดูดออกไปด้วยระบบสุญญากาศ

3.1.4 วิธีการหาความชื้นในพืชและอาหาร

การหาความชื้นสามารถหาได้ 2 วิธี คือวิธีตรงและวิธีอ้อม ทำได้โดยการเก็บตัวอย่างซึ่งเป็นตัวแทนที่เหมาะสมนำมาหาความชื้น วิธีตรงเป็นวิธีการหาความชื้นโดยตรงซึ่งมีหลายวิธี เช่น การใช้ตู้อบ การกลั่น การใช้สารดูดความชื้นในห้องสุญญากาศ เป็นต้น ซึ่งวิธีตรงเป็นวิธีที่ต้องใช้เวลาพอสมควร แต่มีความถูกต้องสูงสามารถใช้อ้างอิงได้ สำหรับวิธีทางอ้อมทำได้โดยการวัดคุณสมบัติบางอย่างซึ่งขึ้นอยู่กับความชื้นเช่นความต้านทานทางไฟฟ้าหรือคุณสมบัติทางไดอิเลคตริก (Dielectric) วิธีนี้สามารถทำได้โดยเร็ว ข้อเสียคือความชื้นที่หามาได้อาจจะไม่ถูกต้องนัก

การหาความชื้นของพืชหรืออาหารสามารถทำได้ด้วยวิธี AOAC (Association of Official Analytical Chemists) คือ การหาความชื้นโดยใช้ตู้อบ โดยทำการอบที่อุณหภูมิ 103°C เป็นเวลา 72 ชั่วโมง

3.2 ความชื้นในวัสดุ

3.2.1 การหาความชื้นในวัสดุ

ความชื้นในผลิตภัณฑ์อาหารที่นำมาอบแห้ง และในเมล็ดพืชที่มีความชื้นเกาะติดที่ผิวของวัสดุ ซึ่งสามารถไล่ความชื้นนี้ออกไปได้หมด โดยการให้ความร้อน ความชื้นอาจจะเกาะติดอยู่ภายในผนังด้านในท่อเล็ก ๆ ที่อยู่ภายในเนื้อวัสดุ โดยไม่สามารถไล่ความชื้นภายในวัสดุนี้ได้หมด ปริมาณความชื้นของวัสดุสามารถแสดงได้ 2 แบบ ดังนี้

1. ปริมาณความชื้นมาตรฐานเปียก (Wet basis) คือ อัตราส่วนน้ำหนักของน้ำในวัสดุต่อน้ำหนักวัสดุชื้น ซึ่งเมื่อคูณด้วย 100 จะมีค่าเป็นเปอร์เซ็นต์ ดังนี้

$$M_w = \frac{(w - d) \times 100}{w} \qquad (3.1)$$

โดยที่ M_w คือ เปอร์เซ็นต์ความชื้น , (% มาตรฐานเปียก)

w คือ น้ำหนักเริ่มต้นของวัสดุชื้น , kg

d คือ น้ำหนักของวัสดุแห้ง , kg

2. ปริมาณความชื้นมาตรฐานแห้ง (Dry basis) คือ อัตราส่วนน้ำหนักของน้ำในวัสดุต่อน้ำหนักของวัสดุแห้ง

$$M_a = \frac{(w - d) \times 100}{d} \qquad (3.2)$$

โดยที่ M_a คือ เปอร์เซ็นต์ความชื้น , (% มาตรฐานเปียก)

w คือ น้ำหนักเริ่มต้นของวัสดุชื้น , kg

d คือ น้ำหนักของวัสดุแห้ง , kg

3.2.2 อัตราการอบแห้ง

ลักษณะการเคลื่อนย้ายของน้ำในอาหารมีผลต่ออัตราการทำแห้ง (การสูญเสียน้ำต่อหนึ่งหน่วยเวลา) ถ้าเป็นอาหารเนื้อโปร่งการเคลื่อนที่เป็นการไหลผ่านช่องแคบ (Capillary Flow) น้ำเคลื่อนที่มาที่ผิวอาหารได้เร็วกว่าการระเหยกลายเป็นไอจึงทำให้อาหารเปียกชุ่มด้วยน้ำ การระเหยของน้ำเกิดขึ้นอย่างอิสระด้วยอัตราเร็วคงที่ จึงเรียกการทำแห้งช่วงนี้ว่า ช่วงอัตราการทำแห้งคงที่ ต่อมาเมื่อการไหลผ่านช่องแคบหมดไป น้ำต้องเคลื่อนที่ด้วยการแพร่ที่ช้าลงมาก จนมาที่ผิวไม่เพียงพอผิวอาหารจึงแห้ง การระเหยเกิดขึ้นได้ช้าลง อัตราการทำแห้งจึงลดลง เรียกการทำแห้งช่วงนี้ว่า ช่วงอัตราการทำแห้งลดลง อาหารที่มีเนื้อแน่นน้ำเคลื่อนที่จากภายในชิ้นอาหารได้ช้าจึงมีเฉพาะช่วงอัตราการทำแห้งลดลง การทำแห้งจะสิ้นสุดลงเมื่อความชื้นของอากาศสมดุลกับความชื้นของอาหารหรือค่าความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศเท่ากับค่าวอเตอร์แอกทิวิตีของอาหารคูณ 100 และเรียกความชื้นของอาหารขณะนั้นว่า ความชื้นสมดุล

3.2.3 ประโยชน์ของการทำแห้ง

1. ป้องกันการเน่าเสียจากจุลินทรีย์ ปฏิกิริยาเคมี และ เอนไซม์
2. ทำให้มีใช้ในยามขาดแคลน นอกฤดูกาลหรือในแหล่งห่างไกล
3. เก็บไว้ได้นานโดยไม่ใช้ตู้เย็น
4. ลดน้ำหนักอาหารทำให้สะดวกในการบรรจุ เก็บรักษาและขนส่ง
5. ได้ผลิตภัณฑ์ใหม่ เช่น ลูกเกด จากการทำแห้งองุ่น ผลไม้อบแห้ง
6. ให้ความสะดวกในการใช้ เช่น กาแฟผงสำเร็จรูป

3.3 การประเมินสมรรถนะ

ในการประเมินสมรรถนะของการอบแห้งด้วยอากาศร้อน โดยทั่วไปมักประเมินและเปรียบเทียบด้วยค่าอัตราการอบแห้ง ประสิทธิภาพการใช้พลังงาน รวมไปถึงประสิทธิภาพรวมของระบบอบแห้งโดยอาศัยกฎข้อที่หนึ่งทางเทอร์โมไดนามิกส์ในการพิจารณาดังนั้นในการศึกษานี้จึงแบ่งการประเมินสมรรถนะของระบบได้เป็น 3 ประเภทดังนี้

3.3.1 ความสามารถในการอบแห้ง (Capacity of drying) ถูกกำหนดโดย

$$\text{อัตราการอบแห้ง (Drying rate)} = \frac{\text{ปริมาณน้ำที่ระเหยจากวัสดุ}}{\text{ระยะเวลาอบแห้ง}} \qquad (3.3)$$

มีหน่วยเป็น กิโลกรัมน้ำระเหย / ชั่วโมง

3.3.2 ประสิทธิภาพในการใช้พลังงานของระบบอบแห้ง (Energy effectiveness)

พิจารณาค่าที่บ่งชี้ถึงการประหยัดพลังงานในการอบแห้ง โดยเทียบกับน้ำที่ระเหยจากผลิตภัณฑ์ได้ดังนี้

$$\text{ความสิ้นเปลืองพลังงานปฐมภูมิจำเพาะ} = \frac{\text{ปริมาณพลังงานที่ใช้}}{\text{ปริมาณน้ำที่ระเหยจากวัสดุอบแห้ง}} \quad (3.4)$$

มีหน่วยเป็น เมกะจูล / กิโลกรัมน้ำระเหย

3.3.3 ประสิทธิภาพการอบแห้ง (Drying efficiency)

$$= \frac{\text{ปริมาณพลังงานในการระเหยน้ำ 1 kg จากวัสดุ x 100}}{\text{ปริมาณพลังงานที่ใช้}} \quad (3.5)$$

$$\eta = \frac{m_W h_{fg}}{m_f HHV + (2.6E)} \times 100 \quad (3.6)$$

เมื่อ η คือ ประสิทธิภาพการอบแห้ง, %

m_W คือ ปริมาณน้ำที่ระเหย, kg

h_{fg} คือ ความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอ, kJ/kg – H_2O

m_f คือ น้ำหนักของเชื้อเพลิงที่ใช้, kg

HHV คือ ค่าความร้อนสูงจำเพาะของเชื้อเพลิง, kJ/kg

E คือ ไฟฟ้าทั้งหมดที่ใช้, kJ

3.4 สมดุลพลังงานและการอบแห้ง (Energy Balance)

จากการทำสมดุลทางความร้อนของกระบวนการอบแห้ง จะได้ว่าพลังงานที่ใช้ในการระเหยน้ำจากผิววัสดุ เท่ากับพลังงานความร้อนของอากาศที่ใช้ในการอบแห้ง ซึ่งสมการเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$m_w h_{fg} = m_a C_a (T_i - T_f) \quad (3.7)$$

$$m_w = \frac{W_i (M_i - M_f)}{100 - M_f} \quad (3.8)$$

แทนสมการ (3.8) ลงในสมการ (3.7) จะได้

$$m_a = \frac{W_i(M_i - M_f)h_{fg}}{(100 - M_f)C_a(T_i - T_f)} \tag{3.9}$$

โดยที่ m_w = มวลของน้ำที่ระเหย (kg)

m_a = มวลของอากาศที่ใช้ในการอบแห้ง (kg-dry air)

h_{fg} = ความร้อนแฝงของการระเหยน้ำในวัสดุ (kJ/kg-H_2O)

C_a = ความจุความร้อนของอากาศที่ความดันคงที่ (kJ/kg °C)

T_i = อุณหภูมิของอากาศก่อนการอบแห้ง (°C)

T_f = อุณหภูมิของอากาศหลังการอบแห้ง

W_i = น้ำหนักวัสดุก่อนการอบแห้ง

M_i = เปอร์เซ็นต์ความชื้นมาตรฐานแห้ง ก่อนการอบแห้ง

Mf = เปอร์เซ็นต์ความชื้นมาตรฐานแห้ง หลังการอบแห้ง

จากสมการที่ 3.7 จะสามารถหาค่า m_a ได้และสามารถหาค่าปริมาตรของอากาศที่จะใช้อบและรู้เวลาที่จะทำให้วัสดุแห้งว่าจะใช้เวลากี่วัน ในแต่ละวันใช้เวลาอบแห้งกี่ชั่วโมง จะทำให้สามารถหาอัตราการไหลของมวลอากาศที่ใช้อบได้

3.5 การวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายรายปี

สามารถคำนวณได้จากการแปลงมูลค่าเงินลงทุนในปัจจุบันให้เป็นมูลค่าต่อปีตลอดอายุการใช้งานเครื่องอบแห้ง โดยใช้ capital – recoverty factor (a/p)

$$a/p = \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \tag{3.10}$$

เมื่อ i คือ อัตราดอกเบี้ยต่อปี, %

n คือ อายุการใช้งานของเครื่อง, ปี

ได้มูลค่าเงินลงทุนในแต่ละปี (C_p) ดังนี้

$$C_p = P_w(a/p) \tag{3.11}$$

เมื่อ P_w คือ มูลค่าเงินลงทุนในปัจจุบัน, บาท

ในการเปลี่ยนมูลค่าซากของเครื่องอบแห้ง เป็นมูลค่าต่อปีตลอดอายุการใช้งานของเครื่อง คำนวณโดยใช้ sinking – fund factor(a/f)

$$a/f = \frac{i}{(1+i)^n - 1} \tag{3.12}$$

ได้มูลค่าซากของเครื่องในแต่ละปี (C_S) ดังนี้

$$C_s = S(a/f) \tag{3.13}$$

เมื่อ S = มูลค่าซากของเครื่องอบแห้งเมื่อหมดอายุการใช้งาน, บาท

คำนวณค่าใช้จ่ายรายปีทั้งหมด (C_T) ดังนี้

$$C_T = C_p - C_s + C_e + C_m \tag{3.14}$$

เมื่อ C_e คือ ค่าใช้งานด้านพลังงานต่อปี, บาท

C_m คือ ค่าซ่อมบำรุงเครื่องต่อปี, บาท

3.5.1 การวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายต่อหน่วยผลผลิต

สามารถหาได้โดยใช้ค่าใช้จ่ายรายปี มาคำนวณดังนี้

$$C_T = \frac{(C_p - C_s + C_e + C_m)}{N} \tag{3.15}$$

เมื่อ N คือ จำนวนผลผลิตต่อปี, kg

C_N คือ ค่าใช้จ่ายต่อหน่วยผลผลิต, บาทต่อกิโลกรัมผลผลิต

3.5.2 การวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายต่อกิโลกรัมน้ำระเหย

สามารถคำนวณได้ดังนี้

$$C_W = \frac{(C_p - C_s + C_e + C_m)}{W} \tag{3.16}$$

เมื่อ W คือ น้ำหนักของน้ำที่ระเหยได้ต่อปี, kg

C_W คือ ค่าใช้จ่ายต่อกิโลกรัมน้ำระเหย,บาทต่อกิโลกรัมน้ำระเหย

ตารางที่ 3.1 การตากแห้งของผลิตผลทางการเกษตร

ผลิตผลทางการเกษตร	เวลาในการตากแห้งโดยประมาณ (วัน)
ปลา	1 – 3
เนื้อวัว	1 – 2
กล้วย	4 – 6
ข้าว	1 – 3
ข้าวฟาง	1 – 3
ข้าวโพด	1 – 3
มะพร้าว	7
ถั่วลิสง	3 - 5
มะม่วง	2 – 4

3.6 วัตถุดิบ

3.6.1 งา

3.6.1.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

งา (Sesamum indicum L.) มีชื่อสามัญว่า Sesame หรือ Simsim มีชื่อวิทยาศาสตร์คือ Sesamum indicum L. อยู่ในวงศ์ Pedaliaceae มีจำนวนโครโมโซม 2 n = 26 งาเป็นพืชล้มลุกสูง 1-2 เมตร อายุ 70-180 วัน แล้วแต่พันธ์และสภาพดินฟ้าอากาศ สามารถขึ้นได้ดีในเขตร้อนชื้นตั้งแต่ 25° ใต้ ถึง 25° เหนือ แต่บางที่ก็ถึง 40° เหนือ เช่น จีน รัสเซีย และสหรัฐอเมริกา และ 30° ใต้ ในออสเตรเลีย และอเมริกาใต้ งาสามารถเจริญเติบโตได้ในระดับความสูงถึง 2,000 เมตร ในแถบภูเขาหิมาลัยและ 1,800 เมตร ในประเทศเคนยา แต่ผลผลิตจะลดลงเมื่อปลูกในระดับที่สูงขึ้น ระดับความสูงเพิ่มมาทำให้เปอร์เซ็นต์น้ำมันในเมล็ดลดลงด้วย (Mazzabni, 1959)

งาเป็นพืชอาหารที่มีการปลูกและบริโภคมานาน ปัจจุบันมีพื้นที่ปลูกงาทั่วโลกประมาณ 40.2 ล้านไร่ โดยประเทศอินเดียมีพื้นที่ปลูกมากที่สุด ส่วนประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกประมาณ 410,000 ไร่ เมล็ดงามีปริมาณน้ำมันงาสูงประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักเมล็ดงาเป็นพืชอาหารที่มีคุณภาพดีหลายประการ เช่น น้ำมันงามีกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูง ที่สำคัญคือ กรดโอลิอิก (oleic acid) และกรดไลโนลิอิก(linoleic acid) เมล็ดงามีองค์ประกอบที่สำคัญ ได้แก่ น้ำมัน โปรตีน และคาร์โบไฮเดรต นอกจากนี้มีสารเยื่อใย ธาตุอาหารต่างๆเช่น แคลเซียม ฟอสฟอรัส เหล็ก โซเดียม โปแตสเซียม และซีรีเนียม วิตามินบี 1 บี 2 แคโรทีน(carotene) และไนอะซีน(niacine) เป็นต้น

3.6.1.2 ชนิดและพันธุ์งา

ชนิดและพันธุ์งาที่ปลูกในประเทศไทยแบ่งออกได้ดังนี้

1. งาดำ เป็นงาที่มีผิวเปลือกสีดำได้แก่งาดำนครสวรรค์และงาดำบุรีรัมย์ งาดำนครสวรรค์ ปลูกมากในแถบภาคกลางและภาคเหนือ เป็นพันธุ์ที่มีลำต้นสูงใหญ่ แตกกิ่งก้านสาขามาก อายุเก็บเกี่ยวประมาณ 90-100 วัน
2. งาขาว เป็นงาที่มีผิวเปลือกสีขาว ซึ่งได้แก่งาขาวพื้นเมืองชัยบาดาล ซับสมอทอด, งาขางพื้นเมืองเลย, งาขางพันธุ์ร้อยเอ็ด1 และงาขางพันธุ์มหาสารคาม 60 งาขาวพื้นเมืองชัยบาดาลและสมอทอด เป็นงาขาวเมล็ดปานกลาง ปลูกมากแถบอำเภอชัยบาดาล จังหวัดลพบุรี อำเภอหนองไผ่ วิเชียรบุรี และบึงสามพัน จังหวัดเพชรบูรณ์ อายุเก็บเกี่ยว 80-85 วัน

   งาขาวพื้นเมืองเลย เป็นงาเมล็ดเล็ก มีลักษณะพิเศษเฉพาะคือ มีกลิ่นหอม ปลูกมากที่อำเภอท่าลี่ และอำเภอภูกระดึง จังหวัดเลย ปลูกในช่วงปลายฤดูฝน อายุการเก็บเกี่ยว 110-120 วัน

   งาพันธุ์แนะนำได้แก่ งาขาวพันธุ์ร้อยเอ็ด1 มีขนาดค่อนข้างโต อายุสั้น 70-75 วัน งาขาวพันธุ์มหาสารคาม 60 เป็นงาขาวเมล็ดโต อายุสั้น 80-85 วัน และให้ผลผลิตสูง
3. งาแดง หรืองาดำแดง เกษตรกรมักเรียกว่า “งาเกษตร” เมล็ดจะมีทั้งสีน้ำตาลแดง และเมล็ดสีดำปนกัน ปลูกกันมากในเขตภาคเหนือและภาคกลางตอนบน เช่น พิษณุโลก สุโขทัย นครสวรรค์ กำแพงเพชร ลพบุรี เพชรบูรณ์ ฯลฯ จะมีปลูกทั้งต้นและปลายฤดูฝน อายุเก็บเกี่ยวประมาณ 80-85 วัน

3.6.2 กล้วย

3.6.2.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

กล้วย (Musa spp.)

กล้วยที่รับประทานผล ชื่อสามัญ Banana and Plantain วงศ์ Musaceas ชื่อทางพฤกษ์ศาสตร์ Musa sapientum และ Musa paradisiaca กล้วยมีลำต้นอยู่ใต้ดินเรียกว่า rhizome และมีการเจริญคล้ายการเจริญแบบซิมโปเดียล ที่ลำต้นของกล้วยมีตาอยู่ทางด้านข้าง โดยมีกาบใบหุ้มอยู่ ใจกลางของลำต้นแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนของ central cylinder และ cortex โดยมีท่อน้ำท่ออาหารเป็นตัวเชื่อม เนื้อเยื่อของลำต้นประกอบด้วยเซลพาเรนไคมา ซึ่งบรรจุด้วยแป้งอยู่เต็ม ส่วนล่างของจุดเจริญซึ่งเป็นจุดที่สร้างดอกและใบ ในการสร้างใบก่อให้เกิดลำต้นเทียมเหนือดิน หรือคือส่วนของกาบใบที่อัดแน่น สำหรับการเกิดช่อดอกจะมีการเปลี่ยนแปลงเซลที่จุดเจริญโดยมีการแบ่งเซลแบบไมโตซิสเกิดเป็นช่อดอกแทงขึ้นมาสู่เบื้องบน โดยส่วนที่ชูช่อขึ้นมานั้นจะเป็นตัวพยุงลำต้นเหนือดินไม่ให้เครือกล้วยล้ม

3.6.2.2 กล้วยน้ำว้า

กล้วยน้ำว้า [Musa (ABB group)] ‘Kluai Namwa’ ชื่ออื่นๆ กล้วยใต้ (เชียงใหม่, เชียงราย); กล้วยตานีอ่อง (อุบลราชธานี); กล้วยมะลิอ่อง (จันทบุรี); กล้วยอ่อง (ชัยภูมิ);

ชื่อสามัญ Pisang Awak

กล้วยน้ำว้ามีลำต้นสูงเทียมไม่เกิน 3.5 เมตร เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 15 เซนติเมตร กาบลำต้นด้านนอกสีเขียวอ่อน มีประดำเล็กน้อย ด้านในสีเขียวอ่อน ก้านใบมีร่องค่อนข้างแคบ เส้นกลางใบสีเขียว ก้านช่อดอกไม่มีขน ใบประดับรูปไข่ค่อนข้างป้อม ม้วนงอขึ้นปลายป้าน ด้านบนสีแดงอมม่วงมีนวล ด้านล่างสีแดงเข้ม เครือหนึ่งมี 7-10 หวี หวีหนึ่งมี 10-16 ผล ผลใหญ่กว่ากล้วยไข่ กล้วง 3-4 เซนติเมตร ยาว 11-13 เซนติเมตร มีเหลี่ยม ก้านผลยาว ผลมีความยาวใกล้เคียงกับกล้วยไข่ เปลือกหนากว่ากล้วยไข่ เมื่อสุกเปลี่ยนเป็นสีเหลืองปนน้ำตาล เนื้อสีขาว รสหวาน ที่แกนกลางหรือเรียกว่า ไส้กลาง มีสีเหลือง ชมพู หรือขาว ซึ่งทำให้แบ่งออกได้เป็นกล้วยน้ำว้าเหลือง กล้วยน้ำว้าแดง และกล้วยน้ำว้าขาว

กล้วยน้ำว้าปลูกทั่วไปในประเทศไทย กินกันมากในทุกๆภาค ปลูกเป็นการค้าทั่วไปในภาคกลาง ภาคเหนือปลูกมากที่จังหวัดพิษณุโลก เนื้อกล้วยน้ำว้ามีคุณค่าทางอาหารมากใช้เป็นอาหารเด็กอ่อน กินสด และทำเป็นขนมหลายชนิด เช่นขนมกล้วย กล้วยทอด กล้วยบวดชี กล้วยตาก กล้วยฉาบ และกล้วยกวน กล้วยตากทำเป็นสินค้าไปขายต่างประเทศ นอกจากนี้ยังมีกล้วยน้ำว้าที่ต้นเตี้ยกว่า 2.5 เมตร เรียกว่า น้ำว้าค่อม

3.6.2.3 กล้วยตาก

กล้วยตาก จังหวัดพิษณุโลก โดยใช้กล้วยน้ำว้าขาว นำไปตากเมื่อแห้งก็นำไปคลึงและกดแบน มาตรฐานกล้วยตาก คือ

1. ควรมีสีเหลืองทอง สม่ำเสมอ
2. ไม่มีสิ่งปนเปื้อน
3. มีเนื้อแน่น รสหวาน ไม่มีน้ำตาลเคลือบ
4. ไม่มีเชื้อรา แบคทีเรีย และแมลงปะปน

เกรด

1. มีความยาวไม่ต่ำกว่า 4.5 นิ้ว
2. มีความยาวไม่ต่ำกว่า 4-4.5 นิ้ว
3. มีความยาวต่ำกว่า 4 นิ้ว