บทที่ 2

ตรวจเอกสาร

2.1 วานิลลา (Vanilla)

วานิลลาหรือต้นวานิลลา เป็นพืชเครื่องเทศจัดอยู่ในวงศ์กล้วยไม้ (Orchidaceae) ใช้ประโยชน์โดยการนำฝักวานิลลามาหมักและบ่มให้เกิดกลิ่นหอม สามารถนำไปใช้ได้โดยตรงหรือไปสกัดสารที่ให้กลิ่นและรสชาตินำมาปรุงแต่งกลิ่นและรสอาหารโดยเฉพาะไอศกรีม ขนมหวาน และลูกกวาด นอกจากนี้ยังนำไปใช้ในอุตสาหกรรมยาและน้ำหอม ซึ่งมีประวัติความเป็นมา ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ การปลูก การดูแลรักษา การบ่มให้เกิดกลิ่น และการนำไปใช้ประโยชน์ดังต่อไปนี้

2.1.1 ประวัติความเป็นมา

"วานิลลา" เป็นพืชที่มีถิ่นกำเนิดในป่าแถบอเมริกากลาง ในประเทศเม็กซิโก ไปจนถึงประเทศกัวเตมาลา โดยเลื้อยเกาะอยู่กับต้นไม้ใหญ่ในป่า ชนพื้นเมืองบริเวณดังกล่าวเป็นพวกแรกที่รู้จักและนำฝักวานิลลามาใช้ประโยชน์ทางด้านอาหาร โดยนำมาปรุงแต่งรสชาติของเครื่องดื่มที่ทำจากโกโก้ ในสมัยโบราณจัดเป็นเครื่องดื่มที่ดื่มได้เฉพาะจักรพรรดิและชนชั้นสูง ต่อมาชาวสเปน นำโดย Bernal Diaz และ Hernando Cortes เป็นพวกแรกที่เดินทางเข้าไปบริเวณอเมริกากลาง และชื่นชอบเครื่องดื่มโกโก้ที่ปรุงแต่งรสด้วยฝักวานิลลามาก จึงนำไปเผยแพร่ที่ประเทศสเปน ประมาณปลายศตวรรษที่ 16 จึงเริ่มมีการตั้งโรงงานทำช็อกโกแลตขึ้นในสเปน โดยใช้ฝักวานิลลาปรุงแต่งกลิ่นผลิตภัณฑ์ ต่อมาได้รับความนิยมมากในทวีปยุโรปจึงเริ่มมีการนำต้นวานิลลาเข้าไปปลูกในประเทศอังกฤษประมาณปี ค.ศ. 1733 แต่หลังจากนั้นไม่มีบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับวานิลลา จนกระทั่งต้นศตวรรษที่ 19 เริ่มมีบันทึกการนำเข้าไปปลูกใหม่ ในประเทศฝรั่งเศส เบลเยี่ยม และขยายไปยังเมืองบอโกร์ ประเทศอินโดนีเซีย ในปี ค.ศ. 1819 ซึ่งต้นวานิลลาสามารถเจริญเติบโตได้ดีและออกดอกได้ แต่มีปัญหาสำคัญ คือดอกไม่พัฒนาเป็นผล ความสำคัญของวานิลลาจึงลดน้อยลง จนกระทั่ง Professor Chales Morren ได้ค้นพบสาเหตุสำคัญของการที่วานิลลาไม่ติดผล และได้พัฒนาวิธีการผสมเทียมดอกวานิลลาขึ้นได้ในปี

ค.ศ. 1836 ต่อมา Edmond Albius ได้ดัดแปลงวิธีผสมเทียมขึ้นใหม่ที่สะดวกขึ้น จนทำให้หลายๆ ประเทศเริ่มหันมาปลูกวานิลลาเป็นการค้ามากขึ้น (พิทยา สรวมศิริ, 2551)

สำหรับประเทศไทย ไม่ทราบแน่ชัดว่าใครเป็นผู้นำวานิลลามาปลูก และนำเข้ามาเมื่อใดสันนิษฐานว่าได้ต้นมาจากประเทศอินโดนิเซียมาปลูกไว้ที่สถานีทดลองพืชสวนพลิ้ว จังหวัดจันทบุรี นานมาแล้ว นอกจากนี้ยังพบว่ามีการปลูกอยู่ที่คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เมื่อปี พ.ศ. 2521 แต่ไม่ได้ปลูกบนค้างโดยเฉพาะ แต่อาศัยค้างของเรือนเพาะชำ และปล่อยให้เกาะใต้ร่มเงาในเรือนเพาะชำในปี พ.ศ. 2531 คุณอรุณ เลียวสุต นักวิชาการเกษตร ศูนย์วิจัยพืชสวนชุมพรนำต้นพันธุ์วานิลลามาจากศูนย์วิจัยพืชสวนจันทบุรี มาปลูกที่ศูนย์วิจัยพืชสวนชุมพร โดยใช้ค้างเสาซีเมนต์ที่ใช้ปลูกพริกไทยและปลูกอยู่ใต้ร่มเงาต้นมะพร้าว จนกระทั่งปี 2534 วานิลลาที่ปลูกเริ่มให้ผลผลิต นอกจากนี้ยังพบว่ามีการปลูกกระจายอยู่ในที่ต่างๆในเวลาต่อมา เช่น คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และศูนย์พัฒนาโครงการหลวงต่างๆได้แก่ ศูนย์ฯป่าเมี่ยง ตีนตก ม่อนเงาะ และขุนวาง เป็นต้น เพื่อทดสอบการเจริญเติบโตของพืช และคุณภาพของผลผลิต (ชนะ พรหมทอง และคณะ, 2550)

2.1.2 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

วานิลลา(Vanilla) เป็นพืชจัดอยู่ในวงศ์กล้วยไม้ (Orchidaceae) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Vanilla fargrans* (Salish) Ames เป็นพืชเถาเลื้อยอายุยืนให้ผลผลิตหลายปี เถาเลื้อยพันไปบนค้างหรือไม้ยืนต้นอื่นๆ โดยธรรมชาติจะอาศัยรากเป็นตัวยึดเกาะ วานิลลาที่ปลูกเป็นการค้าในปัจจุบันมีอยู่ 3 พันธุ์ คือ

วานิลลาแพลนนิโฟเลีย (*Vanilla planifolia*) ปลูกแถบแถบตะวันออกเฉียงใต้ของเม็กซิโก (Odoux et al, 2003b; Havkin – Frenkel et al., 2004)

วานิลลาปอมโปมา (*Vanilla pompoma*) หรือ วานิลลอน (Vanillon) ปลูกในอเมริกากลาง และตะวันออกเฉียงใต้ของเม็กซิโก (Ranadive, 1994)

วานิลลาตาฮาเทนซีส (*Vanilla tahatensis*) หรือเรียกว่า วานิลลาฮิติ ปลูกมากในประเทศตาฮิติ

(Verma et al., 2009) วานิลลามีลักษณะทางพฤกษศาสตร์ดังต่อไปนี้

<u>ลำต้น</u> เป็นเถาเลื้อย อวบน้ำ อาศัยรากอากาศซึ่งเป็นรากฝอย (adventitious root) เลื้อยพันสิ่งเกาะยึด ในธรรมชาติ เจริญขึ้นได้สูงถึง 10-15 เมตร ในทางการค้าจะตัดแต่งให้ต้นสูงไม่เกิน 2 เมตร เพื่อความ

สะดวกในการผสมเกสรด้วยมือ และเก็บเกี่ยว ลำต้นแตกแขนงเล็กน้อย ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 1-2 เซนติเมตร (กัญชลิกา รัตนเฉิดฉาย และเกษม สร้อยทอง, 2549)

ใบ อวบน้ำ แบน รูปร่างของใบเป็นแบบรูปไข่ ปลายใบแหลม โคนใบค่อนข้างกลม ขนาดใบประมาณ 2x8 ถึง 25x8 เซนติเมตร เส้นใบขนานกับเส้นกลางใบ ใบเกิดสลับ ตรงข้ามกันตามข้อก้านใบสั้น

ราก มีระบบราก 2 ประเภท คือ ระบบรากอากาศ หรือรากยึดเกาะ และรากบริเวณโคนต้น รากอากาศจะเป็นรากเดี่ยว เจริญออกจากต้นบริเวณตรงข้ามกับใบ มีสีขาวอวบน้ำ เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 2 มิลลิเมตร ทำหน้าที่ยึดเกาะส่วนรากบริเวณโคนต้นจะอยู่บริเวณผิวดิน

ช่อดอก เกิดจากตาตรงซอกใบ เป็นช่อและมักไม่แตกกิ่งก้านสาขา ยาวประมาณ 5-8 เซนติเมตร มีประมาณ 6-25 ดอก ดอกจะบานจากโคนไปหาปลายช่อ แกนช่อดอกหนา สั้น ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 0.4-1.0 เซนติเมตร

ดอก มีกลิ่นหอม สีเหลืองอ่อนอมเขียว กลีบดอกหนา ดอกมีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 10 เซนติเมตร ก้านดอกสั้น รังไข่แบบ inferior ovary ยาวประมาณ 4-7 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 0.3-0.5 เซนติเมตร กลีบเลี้ยงมี 3 กลีบ รูปร่างยาวรี กลีบดอกมี 3 กลีบ สองกลีบด้านบนของดอกมีลักษณะคล้ายกลีบเลี้ยง อีกหนึ่งกลีบเปลี่ยนรูปไปเป็นแบบปากแตร เรียก labellum หรือ lip ปลายของ lip แยกเป็น lobe มีขอบหยักไม่สม่ำเสมอ ดอกมีเกสรตัวผู้ 1 อัน ประกอบด้วย pollen 2 อัน ส่วนของเกสรตัวผู้และเกสรตัวเมีย จะแยกออกจากกันโดยมีเยื่อบางๆ กั้นอยู่ เยื่อนี้เรียกว่า rostellum

ผล เป็นแบบ capsule ซึ่งรู้จักกันในทางการค้าว่า vanilla bean มีลักษณะเป็นทรงกระบอก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5-1.5 เซนติเมตร ยาว 10-25 เซนติเมตร เมื่อแห้งจะมีกลิ่นหอม ภายในฝักแบ่งเป็นสามช่องมีเมล็ดสีดำขนาดเล็กจำนวนมากมาย ผลเมื่อสุกจะแตกตามยาว

2.1.3 การเจริญเติบโต

การขยายพันธุ์สามารถทำได้หลายวิธี เช่นการปักชำ การเพาะเมล็ด(เหมาะสำหรับการทดลองในห้องทดลอง) และการเพาะเลี้ยงตาข้างในสภาพปลอดเชื้อ (ศิริพร ขุนศรี และ อนุรักษ์ โพธิ์เอี่ยม, 2552; ธารทิพย์ เพชระบูรณิน, 2549) เป็นต้น แต่ส่วนใหญ่นิยมขยายพันธุ์โดยการปักชำลำต้น หลังปลูกไว้ช่วงเวลาหนึ่งพืชจะแตกกิ่งพันธุ์อยู่กับเสาหลัก เริ่มออกดอกเมื่ออายุได้ 3-4 ปี ให้ผลผลิตสูงสุดเมื่ออายุ

ได้ 7-8 ปี หลังจากนั้นผลผลิตจะลดลง ในการออกดอกต้องการช่วงแล้งสั้นๆ เพื่อพัฒนาตาดอก จะมีการแทงช่อดอกปีละประมาณ 2 เดือน ซึ่งหลังผสมเกสรแล้วจะใช้เวลาพัฒนาจนผลแก่ประมาณ 7-9 เดือน

2.1.4 การผสมเกสร

ในแหล่งกำเนิดของวานิลลาในประเทศเม็กซิโก และอเมริกากลาง การผสมเกสรเกิดขึ้นได้โดยอาศัยแมลงประเภทชันโรงในสกุล Melipona หรือนกขนาดเล็กพวก Humming bird แต่อย่างไรก็ตามการติดผลเนื่องจากการผสมเกสรแบบธรรมชาติยังมีปริมาณน้อย (Havkin-Frenkel and Belanger, 2008) ในการปลูกเพื่อการค้าจะอาศัยมนุษย์ช่วยผสมเกสร (hand pollination) วิธีการผสมเกสรในปัจจุบันนิยมวิธีที่คิดค้นในปี 1841 โดย Edmond Albius ช่วงเวลาที่เหมาะสมต่อการผสมเกสร เป็นเวลาในช่วงเช้า เนื่องจากดอกจะบานตั้งแต่เช้าตรู่และดอกบานนานประมาณ 8 ชั่วโมง กรณีดอกไม่ได้ผสมเกสรจะร่วงไปภายใน 2-3 วัน หลังดอกบาน

การผสมเกสรด้วยมือนิยมใช้วัสดุปลายแหลมทำจากไม้ไผ่ โดยใช้ส่วนแหลมเขี่ยดัน rostellum ให้เบี่ยงออกจากบริเวณของ pollen และ stigma แล้วจึงบีบเบาๆให้เนื้อเยื่อทั้งสองสัมผัสกัน (พิทยา สรวมสิริ, 2551) หรือใช้ไม้ไผ่ปลายแหลมเล็ก เขี่ยละอองเกสรตัวผู้ออกจากอับละอองเกสรตัวผู้ลงบนฝ่ามือ แล้วใช้น้ำหยดลงบนละอองเกสรตัวผู้ใช้ปลายไม้เขี่ยให้ละอองเกสรตัวผู้กระจายทั่ว และแตะละอองเกสรตัวผู้ให้ติดปลายไม้ ใช้ไม้อีกอันหนึ่งเขี่ย ผนังโรสเทลลั่มให้เปิดออก แล้วนำไม้ที่มีละอองเกสรแตะลงบนยอดเกสรตัวเมีย (สุปาณี ณ สงขลา, 2551)

2.1.5 สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมสำหรับการปลูกวานิลลา

ต้นวานิลลาสามารถเจริญเติบโตได้ดีในเขตร้อนระหว่าง 25 องศาเหนือถึง 25 องศาใต้ ของเส้นศูนย์สูตร บนพื้นที่ตั้งแต่ระดับน้ำทะเลจนถึงที่มีระดับสูงกว่าน้ำทะเล 600 เมตร ควรมีปริมาณฝนตกเฉลี่ยสม่ำเสมอตลอดปี ประมาณปีละ 2,000 – 2,500 มิลลิเมตรต่อปี อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของต้นอยู่ระหว่าง 20 - 32 องศาเซลเซียส ส่วนอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการออกดอกอยู่ที่ 21 - 23 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 60-80 เปอร์เซ็นต์

วานิลลาต้องการปริมาณแสงที่เหมาะสมในการเจริญเติบโตและให้ผลผลิต ซึ่งต้องการแสงประมาณ 30-50 เปอร์เซ็นต์ ถ้าได้รับแสงจัดเกินไปใบวานิลลาจะเหลือง และมีแผลไหม้ และจะอ่อนแอต่อโรค

รากเน่าในฤดูฝน ในที่มีร่มเงามากเกินไป ใบจะมีสีเขียวจัด เถามีขนาดเล็ก ใบเล็ก มีการออกดอกติดฝักน้อย วานิลลาไม่ทนต่อสภาพลมแรงจัด ดังนั้นในการปลูกวานิลลาจึงต้องปลูกพืชทำแนวบังลมด้วย ต้นวานิลลาเจริญเติบโตได้ดีบริเวณดินที่มีอินทรียวัตถุสูง มีการระบายน้ำดี ความเป็น กรด-ด่าง ของดินควรอยู่ระหว่าง 6-7 ดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำก็สามารถปลูกวานิลลาได้ แต่ต้องมีการจัดการเรื่องร่มเงาให้เหมาะสมและมีความชื้นสม่ำเสมอโดยใช้วัตถุคลุมดินบริเวณพื้นที่ปลูกวานิลลาอย่างไรก็ตามโครงสร้าง และเนื้อดินมีความสำคัญมากกว่าความอุดมสมบูรณ์ของดิน เนื่องจากสภาพดินที่ระบายน้ำไม่ดีหรือดินเหนียว จะทำให้วานิลลามีปัญหาเรื่องโรครากเน่าค่อนข้างสูง (พนัส บูรณศิลปิน, 2542)

2.1.6 การขยายพันธุ์และการเพาะปลูกวานิลลา

นิยมขยายพันธุ์โดยการปักชำ โดยใช้เถายาวประมาณ 1 ฟุต จะให้วานิลลาเจริญเติบโตออกดอกภายใน 3 - 4 ปี แต่ถ้าใช้เถายาวขึ้นประมาณ 1 เมตร จะทำให้ออกดอกเร็วขึ้นภายใน 2 ปี

<u>การปักชำ</u> การปักชำในถุงจะสะดวกกว่าการปักชำในกระบะ เพราะต้องย้ายลงถุงอีกครั้ง จะทำให้รากกระทบกระเทือน หลังการปักชำ 1 เดือน จะออกรากใหม่ และแตกส่วนยอดใหม่ การขยายพันธุ์โดยวิธีการเพาะเมล็ด นิยมใช้เฉพาะในการคัดเลือกพันธุ์

<u>การเตรียมพื้นที่ปลูก</u> ควรเตรียมไว้ตั้งแต่ช่วงฤดูแล้ง และเตรียมปักชำต้นไม้ที่วานิลลาเลื้อยเกาะในช่วงกลางฤดูฝน หรือปลูกไว้ 1 ปี ก่อนที่จะนำวานิลลามาปลูก แต่ถ้าจะใช้ค้างแบบพริกไทย ก็สามารถปลูกวานิลลาต่อไปได้ แต่การใช้ค้างต้องใช้ตาข่ายพรางแสง 50เปอร์เซ็นต์ ให้วานิลลา ค้างที่ไม่มีชีวิตอาจเป็นเสาซีเมนต์สูง 2.5 เมตร ฝังดินลึก 0.5 เมตรเพื่อให้ค้างมีความสูงประมาณ 2 เมตร เนื่องจากถ้าสูงกว่านี้จะมีปัญหาในการเก็บเกี่ยวผลผลิตและการดูแลรักษาโดยเฉพาะในช่วงที่ผสมดอก ค้างชนิดอื่นๆ ที่เป็นไม้ยืนต้น เช่น แคฝรั่ง กระถินยักษ์ และยอป่า เป็นต้น

<u>ระยะปลูก</u> ควรใช้ระยะปลูก 1.5 x 2 เมตร ขุดหลุมที่กว้าง ยาว ลึก ประมาณด้านละ 1 ฟุต นำดินที่ขุดขึ้นมาจากหลุมผสมกับ ปุ๋ยหมัก และปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-5 และ 0-30-0 ร่วมกับไดโลไมท์ อัตราอย่างละ 100 กรัม

<u>วิธีการปลูก</u> ให้นำกิ่งวานิลลาที่ได้จากการปักชำ โดยใช้ความยาวของเถาจำนวน 5-7 ข้อ ปลูกลงหลุมปลูกที่เตรียมไว้หลุมละ 2 - 3 เถา พูนดินให้สูงกว่าพื้นดินเล็กน้อย ปลูกกิ่งวานิลลาให้ชิดโคนเสา

หลุมละ 2 - 3 ต้น ส่วนเถาที่เหลือใช้เชือกผูกติดไว้กับค้าง เพื่อช่วยให้เกาะกับค้างดีขึ้น หลังปลูกให้นำวัสดุ เช่น เศษหญ้า ฟาง ขุยมะพร้าว มาคลุมรอบ ๆ โคนต้น เพื่อรักษาความชื้นในดิน

การให้น้ำ ในช่วงฤดูร้อนให้น้ำวันละ 1 ครั้งแต่ถ้าเป็นฤดูฝนควรให้น้ำวันเว้นวัน หรือสังเกตจากความชื้นของดิน สำหรับในช่วงเดือน พฤศจิกายน - ธันวาคม ไม่ควรให้น้ำวานิลลามากเกินไป เพราะต้นวานิลลาต้องการสภาพขาดน้ำในการกระตุ้นการออกดอก ในช่วงเดือน มกราคม – เมษายน (ชนะ พรหมทอง และคณะ, 2550)

การตัดแต่งทรงพุ่ม ควรทำการตัดเถาที่ไม่สมบูรณ์ เถาที่ไม่ให้ผลผลิตอีกแล้วออกให้หมด เพื่อควบคุมให้ยอดมีความอุดมสมบูรณ์แข็งแรง จัดเถาวานิลลาที่เจริญสูงขึ้นเรื่อย ๆ โดยการโน้มเถาให้มาแนบกับค้างในลักษณะขึ้น ๆ ลง ๆ อย่าให้เถาสูงเกินระดับค้าง เนื่องจากทำให้ไม่สะดวกในช่วงผสมเกสร การตัดแต่งทำโดยวิธีตัดยอดของต้นวานิลลาประมาณ 10 - 15 เซนติเมตรในช่วงหลังฤดูการออกดอกและหลังการเก็บเกี่ยวฝักแล้ว ควรตัดแต่งพืชที่เป็นร่มเงาให้วานิลลาได้รับแสงแดดเพียง 30-50 เปอร์เซ็นต์

การกำจัดวัชพืช ไม่ควรกำจัดวัชพืชรอบ ๆ โคนต้นเนื่องจากจะกระทบกระเทือนระบบราก อาจใช้วิธีถอนหญ้าออกบ้าง แต่ไม่ควรพรวนดินรอบ ๆโคนต้นและใช้วัสดุคลุมดิน ได้แก่ หญ้าแห้ง ฟางข้าว หรือกาบมะพร้าว คลุมรอบ ๆโคนต้น เพื่อรักษาความชื้นในดินให้สม่ำเสมอตลอดปี (พรรณนีย์ วิชชาชู, 2545)

การดูแลรักษาแปลงวานิลลา ควรดูอย่างสม่ำเสมอ อย่างน้อยสัปดาห์ละครั้ง เพื่อการแต่งเถาวานิลลาให้อยู่ในรูปทรงที่สะดวกในการทำงาน ตรวจสังเกตการเกิดโรคและศัตรูพืช รวมทั้งการคลุมโคนต้นในบริเวณที่รากไปไม่ถึง ดูแลรากวานิลลาบนดิน ป้องกันไม่ให้รากถูกรบกวน หรือกระทบกระเทือนจากการดูแลรักษาบนดิน ถึงแม้ว่าเถาวานิลลาไต่ขึ้นค้างแล้ว ก็อาจไม่ให้ดอก ถ้ารากถูกกระทบกระเทือน นอกจากนั้นเมื่อวานิลลาออกดอกแล้วจะต้องเข้าไปดูแลทุก ๆ วันภายหลังจากติดฝัก หากช่อใดมีฝักดกเกินไปให้ปลิดออกบ้าง ให้เหลือจำนวนฝักเท่าที่ต้องการ ปกติต้นวานิลลาเริ่มให้ผลผลิตในปีที่ 2 - 3 ของการปลูกและวานิลลาจะให้ผลผลิตสูงสุดในปีที่ 7 - 8 ของการปลูกถ้ามีการดูแลที่ดีก็จะออกให้ผลผลิตที่ดีต่อออกไปอีก 2 - 3 ปี และหลังจาก 10 ปีผลผลิตจะลดลงตามลำดับ

การติดฝัก วานิลลาต้นที่แข็งแรงมีช่อดอกประมาณ ต้นละ 200 ช่อ ในแต่ละช่อจะมีดอก 15 - 20 ดอก ต้นวานิลลาที่อยู่ในสภาพแวดล้อมที่ดีจะผลิตดอกเฉลี่ยต้นละ 4,000 ดอก และดอกผสมติดฝักประมาณ

10 ฝัก/ช่อ หรือ 2,000 ฝัก/ต้น โดยมีฝักที่สมบูรณ์มีความยาวประมาณ 15 เซนติเมตร มากกว่า 25 ฝักต่อต้น ในฤดูหรือในปีที่วานิลลาติดฝักดกมาก ในฤดูถัดไปจะติดฝักน้อย ภายหลังจากการผสมเกสรรังไข่ของดอกวานิลลามีการพัฒนาด้านความยาวอย่างรวดเร็วในช่วงสัปดาห์แรก ซึ่งมีความยาวประมาณ 1 นิ้ว และมีความยาวเต็มที่ ภายใน 4-8 สัปดาห์ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความสมบูรณ์ของต้นวานิลลา ถ้าต้นเจริญเติบโตดี ฝักจะแก่เต็มที่ภายใน 3-4 เดือน ในประเทศเม็กซิโกฝักวานิลลาทำการเก็บเกี่ยวภายในเดือนพฤศจิกายน ถึงปลายกุมภาพันธ์

<u>การเก็บเกี่ยวฝัก</u> อาศัยการสังเกตการเปลี่ยนแปลงของสีฝัก ฝักแก่มีลักษณะหนามีสีเขียวออกเหลือง แต่ยังไม่มีกลิ่น ฝักเริ่มสุกจะมีสีเหลืองเล็กน้อยบริเวณปลายฝัก ต้องตรวจดูอย่าให้ฝักสุกเกินไป เพราะฝักอาจแตกก่อนและระหว่างการแปรรูป ปกติจะทำการเก็บเกี่ยวฝักวานิลลาได้เมื่อมีอายุ 8 เดือนนับจากผสมเกสร

2.1.7 โรคและศัตรูที่สำคัญของต้นวานิลลา

โรคที่สำคัญของวานิลลา ที่มักพบในแปลงปลูก และสร้างความเสียหายกับต้นวานิลลาเสมอ ได้แก่ โรคใบและเถาเน่า สาเหตุเกิดจากเชื้อรา *Fusarium batatatis* Var. *vanillae* เชื้อเริ่มเข้าทำลายที่รากบริเวณโคนต้นก่อน แล้วจึงลุกลามไปที่ใบ เถา และรากอากาศ โดยอาการบริเวณใบมีลักษณะเป็นจุดช้ำ ต่อมาใบเปลี่ยนเป็นสีเหลืองและร่วง หรือเกิดอาการเถาเหี่ยว วิธีป้องกันและรักษาโดยการตัดแต่งส่วนที่เน่าทิ้ง และฉีดพ่นด้วยสาร ethyl hydrogen phosphonate (อาลีเอท) อัตรา 30-40 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร ทุก ๆ 10 วัน เมื่อพบอาการโรค

โรคแอนแทรกโนส สาเหตุเกิดจากเชื้อ *Collectotrichum gloeosporioides* (George, 1981) สำหรับในต่างประเทศพบว่ามีสาเหตุเกิดจากเชื้อ *Colospora vanilla* (กัญชลิกา รัตนเฉิดฉาย และเกษม สร้อยทอง, 2549) โดยเชื้อเข้าทำลายบริเวณยอด ใบ ฝัก และราก มีลักษณะเป็นแผลกลมรี ต่อมาเนื้อเยื่อบริเวณแผลยุบลงเป็นแอ่ง ผล ใบหรือฝักที่เป็นแผลจะร่วงภายใน 1 - 3 วัน สำหรับการป้องกันโดยใช้สารละลาย bordeaux mixture (ไดแทน เอ็ม 45) 1 เปอร์เซ็นต์ ฉีดพ่นบริเวณโคนต้น ฉีดพ่นห่างกัน 2 สัปดาห์ เมื่อพบอาการโรค

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
ห้องสมุดงานวิจัย
วันที่ 2 ก.ค. 2555
เลขทะเบียน 246779
เลขเรียกหนังสือ

โรคใบไหม้และโรคใบจุด สาเหตุเกิดจากเชื้อรา *Collectotrichum vanillae* อาการที่ปรากฏจะมีลักษณะเป็นแผลสีน้ำตาลดำเป็นจุดกลม บริเวณลำต้นและใบ การป้องกันโดยตัดบริเวณต้นหรือใบที่เป็นโรคทิ้งและเผาทำลายซาก (Kandianana and Dinosh, 2008)

โรคสาหร่ายจุดสนิม สาเหตุเกิดจากสาหร่ายสีเขียว *Cephaleuros virescens* ลักษณะอาการที่ปรากฏเป็นจุดหรือดวงสีเทาอ่อนปนเขียว ต่อมาเปลี่ยนเป็นสีแดงลักษณะคล้ายกำมะหยี่ ทำให้พื้นที่สังเคราะห์แสงลดลง พบบริเวณใบและกิ่ง การป้องกันกำจัดโดยการตัดกิ่งหรือใบที่มีอาการทิ้งแล้วเผาทำลาย ถ้ามีการระบาดมากสาหร่ายจะเจริญปกคลุมใบหนาแน่น ควรใช้สารป้องกันกำจัดเชื้อราพวกสารประกอบทองแดง เช่น คอปเปอร์ออกซีคลอไรด์ ปริมาณ 50 กรัม ต่อน้ำ 20 ลิตร (กัญชลิกา รัตนเฉิดฉาย และเกษม สร้อยทอง, 2549)

ศัตรูที่สำคัญของต้นวานิลลา ได้แก่ หนอนปุ้ง (*Eupterote testacca* Walker) หอยทาก (*Sarika* spp.) โดยเข้าทำลายส่วนใบของต้นวานิลลา (Kandianana and Dinosh , 2008) ด้วง (*Diorymerellus* sp.) เข้าทำลายบริเวณปลายยอด แมลงสีเขียว (*Nezaria smaragula.*) และสัตว์เลี้ยงอื่นๆ เช่นไก่ ที่เข้ามาเหยียบย่ำทำลายเถาวานิลลา ซึ่งสามารถควบคุมได้โดยวิธีกล หรือจับทำลาย (George, 1981)

2.2 การบ่มฝักวานิลลา (Curing)

การบ่มฝักวานิลลา เป็นกระบวนการแปรรูปฝักสดวานิลลาที่เก็บเกี่ยวแล้วมา เพื่อให้เกิดการพัฒนากลิ่นหอม เนื่องจากภายในฝักสดของวานิลลามีสารอยู่ในรูป glycoside คือสาร glucovanillin ซึ่งไม่มีกลิ่น แต่เมื่อเข้าสู่ขั้นตอนการบ่มจะทำให้เอนไซม์ภายในฝักวานิลลาทำปฏิกิริยาเปลี่ยนสาร glucovanillin เป็นสาร vanillin ที่มีกลิ่นหอม การบ่มจึงเป็นกระบวนการที่มีความสำคัญยิ่งต่อคุณภาพของฝักวานิลลา (Berger, 2007) การบ่มฝักวานิลลาประกอบด้วย 4 ขั้นตอนหลักดังต่อไปนี้

<u>ขั้นตอนที่ 1</u> การทำให้เหี่ยว (Killing or Scalding) เป็นกระบวนการหยุดการเจริญเติบโตของฝักและทำลายจุลินทรีย์อื่นๆที่ติดมากับฝัก รวมทั้งทำลายเยื่อหุ้มที่ขวางกั้นระหว่างสารตั้งต้นและเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการเกิดกลิ่นโดยสามารถทำได้หลายวิธีตัวอย่างเช่น การตากแดด การอบ การจุ่มในน้ำร้อน และการแช่แข็ง (Ranadive, 1994) แต่ที่นิยมโดยทั่วไปมี 2 วิธี คือ การตากแดด (นาน 5 ชั่วโมง) หรือการจุ่มในน้ำร้อน (63-65 องศาเซลเซียส) นาน 2-3 นาที (พนัส บูรณศิลปิน, 2542)

ขั้นตอนที่ 2 การทำให้เกิดเหงื่อ (Sweating) เป็นสภาพที่เหมาะสมต่อการเร่งการทำงานของเอนไซม์ในการเปลี่ยนสารตั้งต้นที่อยู่ในรูป glycoside เป็นสารวานิลลินที่มีกลิ่นหอม โดยนำฝักมาตากแดดจัดเป็นช่วงเวลาสั้นๆ ประมาณ 2-3 ชั่วโมง บนผ้าสีดำ เพื่อให้ฝักวานิลลาให้ร้อน ห่อฝักด้วยผ้า แล้วเก็บใส่กล่องไม้ที่มีฝาปิด เป็นเวลานาน 24 ชั่วโมง ทำซ้ำเป็นเวลา 8-10 วัน

ขั้นตอนที่ 3 การทำให้แห้งอย่างช้า (Slow drying) เป็นขั้นตอนในการลดความชื้นของฝักให้ฝักแห้งอย่างช้าๆ โดยนำมาตากแดดวันละ 2-3 ชั่วโมง แล้วนำไปผึ่งในที่อากาศถ่ายเทสะดวก แล้วจึงนำใส่กล่องไม้ที่ปิดมิดชิด ปฏิบัติเช่นนี้ 7-8 วัน จนกระทั่งน้ำหนักฝักเหลือเพียง 1ใน 3 ของน้ำหนักฝักสด ความชื้น ลดลงเหลือ 30-40 เปอร์เซ็นต์ และฝักมีสีน้ำตาลเข้ม ตรวจดูทุกๆ 2-3 วัน จึงนำออกมาผึ่งแดดครั้งหนึ่งเพื่อป้องกันการเกิดเชื้อรา และลดความชื้นฝัก

ขั้นตอนที่ 4 การปรับสภาพ (Conditioning) เพื่อให้ฝักวานิลลาให้เกิดการพัฒนาของกลิ่นที่สมบูรณ์ โดยนำฝักวานิลลาที่แห้งดีแล้วใส่ในกล่องมิดชิด เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้องประมาณ 3 - 6 เดือน (เพ็ญพร สิริเถลิงเกียรติ, 2536; Berger, 2007)

วิธีการแปรรูปวานิลลามี 3 วิธี คือ

(1) วิธีของอเมริกากลาง หรือเม็กซิโก (Central America or Mexico method)

วิธีนี้จะใช้เวลาในการแปรรูปทั้งหมดประมาณ 5-6 เดือน การแปรรูปวิธีนี้มี 2 แบบคือ การทำให้เหี่ยวด้วยแสงแดด และการใช้เตาอบ

การทำให้เหี่ยวโดยการใช้แสงแดด (sun killing)

การทำให้เหี่ยว

- คัดแยกฝักวานิลลาตามความแก่-อ่อน ขนาด และการมีฝักแตกไม่แตก
- มีฝักเริ่มดำให้แยกออกและเช็ดด้วย caster oil แล้วทำการแปรรูปแยก ทำการตากแดดเป็นเวลา 5 ชั่วโมง บนผ้าที่วางบนตะแกรง

การทำให้เกิดเหงื่อ

- ห่อด้วยผ้า และใส่ในกล่องที่ปิดสนิท แล้วคลุมกล่องด้วยผ้าห่มและเสื่อ
- หลังจาก 12-24 ชม.เปิดกล่องออกมาดูว่าใช้ได้หรือไม่ โดยสังเกตที่สีฝักมีสีน้ำตาลเข้ม ถ้าฝักใดยังเขียวอยู่ให้แยกออกเพื่อทำให้เหี่ยวโดยใช้เตาอบ

- ฝักที่ใช้ได้ให้นำมาวางไว้บนผ้าห่มแล้วตากแดด ในช่วงเวลาที่ร้อนที่สุดของวัน จากนั้นนำมาวางบนตะแกรงในที่อากาศถ่ายเท ตอนเย็นจึงห่อผ้าเก็บไว้ ทำซ้ำเช่นนี้ 5-6 วัน

การทำให้แห้งแบบช้า

- หลังจากนั้นนำฝักไปตากแดดบางวันจนครบ 20-30 วัน

- นำไปตากแดดให้แห้งในที่ร่มเป็นเวลา 30 วัน

การปรับสภาพ

- หลังจากนั้นนำฝักไปปรับสภาพ โดยก่อนนำไปปรับสภาพ ให้นำฝักมาม้วนกับนิ้ว เป็นการช่วยให้ฝักขับน้ำมันออกมา
- จากนั้นมัดรวมกันประมาณ 50 ฝักต่อมัด ห่อด้วยกระดาษไข เก็บลงกล่องที่ปิดสนิทที่รองด้วยกระดาษไข การปรับสภาพใช้เวลาอย่าง 2-3 เดือน

<u>การทำให้เหี่ยวโดยการใช้เตาอบ (Oven killing)</u>

การทำให้เหี่ยว

ใช้เตาอิฐหรือเตาซีเมนต์ ขนาด 4x4x4 เมตร เชื่อมต่อกับเตาเผาไม้ โดยมีตะแกรงไม้กั้นระหว่างเตาอบกับเตาเผา นำฝักวานิลลาแบ่งเป็นกองๆ ละ 1,000 ฝัก ห่อด้วยผ้าห่มแล้วปิดด้วยเสื่อ จากนั้นนำน้ำมาพรมลงบนเสื่อให้ชื้น ปิดห้องให้สนิท แล้วจุดไฟ ทิ้งไว้ประมาณ 12 ชั่วโมง เมื่ออุณหภูมิสูงถึง 60 องศาเซลเซียส อบต่ออีก 16 ชั่วโมง จนอุณหภูมิสูงถึง 70 องศาเซลเซียส จากนั้นอบต่ออีก 8 ชั่วโมง ถ้าอุณหภูมิไม่ถึง 65 องศาเซลเซียส ให้อบต่ออีก 48 ชั่วโมง นำฝักออกจากห้องอบ แล้วเอาเสื่อออก นำฝักวานิลลาที่ห่อผ้าไว้มาใส่กล่องปิดสนิทเป็นเวลา 24 ชั่วโมง

การทำให้เกิดเหงื่อ

หลังจาก 12-24 ชั่วโมง เปิดกล่องออกมาตรวจดูว่าใช้ได้หรือไม่ ฝักที่ใช้ได้จะเริ่มมีสีน้ำตาลเข้ม ฝักที่ยังมีสีเขียวให้แยกออก ฝักที่ใช้ได้ให้นำมาวางบนผ้าห่ม แล้วนำไปตากแดด 2-3 ชั่วโมง ในช่วงที่ร้อนที่สุดของวัน จากนั้นนำมาเก็บในที่ร่มที่อากาศถ่ายเทดี โดยวางบนตะแกรงไม้ จากนั้นห่อผ้าเก็บไว้ทำซ้ำ 5-6 วัน

การทำให้แห้งแบบช้า

นำฝักวานิลลาไปตากในที่ร่ม โดยสลับกับการนำออกไปตากแดดบางวัน จนครบ 20-30 วัน แล้วนำไปทำให้แห้งโดยวางบนตะแกรงผึ่งในที่ร่มเป็นเวลา 30 วัน

การปรับสภาพ

หลังจากนั้นนำไปปรับสภาพ โดยก่อนนำไปปรับสภาพให้นำมาม้วนกับนิ้ว ซึ่งจะเป็นการช่วยให้ฝักวานิลลาขับน้ำมันออกมา จากนั้นมัดรวมกัน 50 ฝักต่อมัด แล้วห่อด้วยกระดาษไข แล้วเก็บไว้ในกล่องปิดสนิทด้วยกระดาษไข ทำอย่างน้อย 2-3 เดือน

(2) วิธีของมหาสมุทรอินเดีย (Bourbon curing or Indian Ocean method)

(Moorthy and Moorthy, 2009)

การเตรียมวัตถุดิบ

หลังจากเก็บเกี่ยวแล้ว ให้นำฝักวานิลลามาคัดคุณภาพ โดยใช้ความแก่-อ่อน ขนาด และแตก-ไม่แตกของฝัก ดังตารางที่ 2.1 นำมาล้างด้วยน้ำเปล่า ถ้าฝักวานิลลามีรอยเปื้อนให้เช็ดออกด้วยน้ำมะขามข้นหรือ นมเปรี้ยว

ตารางที่ 2.1 การคัดขนาดและคุณภาพฝักวานิลลาสด

ความยาวของฝักวานิลลา (ซม.)	เกรด
15 ซม. และมากกว่า	I
10-15 ซม.	II
10 ซม.	III
ฝักแตกหรือฝักหัก	IV

ที่มา : (Moorthy and Moorthy, 2009)

2.1 การแปรรูป

การทำให้เหี่ยว

นำวานิลลามาแบ่งใส่ตะกร้าไม้ไผ่ประมาณ 25-30 กิโลกรัมต่อตะกร้า นำไปแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 63-65 องศาเซลเซียส โดยใช้เวลาดังแสดงไว้ในตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 ระยะเวลาที่ทำให้ฝักเหี่ยวโดยน้ำร้อนของฝักวานิลลาสด

เกรดของฝัก	ระยะเวลา (นาที)
I	4
II	3
III	2
IV	1.5

ที่มา : (Moorthy and Moorthy, 2009)

การทำให้เกิดเหงื่อ

นำฝักวานิลลาไปวางไว้ในกล่องไม้ที่มีผ้าห่มบุอยู่ภายใน ปิดกล่องให้แน่นแล้วเก็บไว้ 24 ชั่วโมง อุณหภูมิภายในเริ่มแรกเป็น 48-50 องศาเซลเซียส ฝักจะเริ่มมีสีน้ำตาลอ่อนและเริ่มมีกลิ่นออกมา

การทำให้แห้งด้วยแสงแดด

นำฝักวานิลลาออกมาตากแดดให้แห้ง โดยวางไว้บนผ้าห่ม ในช่วงเวลา 12.00 - 14.00 น. อุณหภูมิจะอยู่ที่ 55 องศาเซลเซียส หลังจากนั้นนำมาห่อด้วยผ้าห่ม แล้วทิ้งให้ตากแดดประมาณ 30-60 นาที จากนั้นเก็บลงกล่อง ทำซ้ำไปเรื่อยๆ เป็นระยะเวลา 3-7 วัน ระยะเวลาที่ตากแดดขึ้นกับคุณภาพของฝัก ดังแสดงในตารางที่ 2.3 หลังขั้นตอนนี้น้ำหนักฝักจะเหลือประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักฝักเริ่มแรก

ตารางที่ 2.3 ระยะเวลาที่ใช้ในการทำแห้งฝักวานิลลาสดโดยใช้แสงแดด

เกรด	ระยะเวลา (วัน)
I	7
II	5
III&IV	1-3

ที่มา : (Moorthy and Moorthy, 2009)

การทำให้แห้งแบบช้า

เป็นการทำให้แห้งในที่ร่มเป็นระยะเวลา 2-3 เดือน โดยวางฝักวานิลลาไว้บนตะแกรงในห้องที่มีอากาศถ่ายเท มีอุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ 70 เปอร์เซ็นต์ ระยะเวลาในการทำให้แห้งแบบช้าดังแสดงในตารางที่ 2.4 ในระหว่างการทำให้แห้งแบบช้า จะมีการคัดฝักที่ใช้ได้ออกไปเก็บ เมื่อขั้นตอนการทำให้แห้งแบบช้าเสร็จสิ้น ฝักวานิลลาจะมีสีดำ และมีความยืดหยุ่นและสามารถนำมาพันรอบนิ้วได้ และคืนตัวได้ง่ายเมื่อเอาออก หลังจากขั้นตอนนี้ฝักวานิลลาจะมีความชื้นประมาณ 30-32 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 2.4 ระยะเวลาที่ใช้ในการทำแห้งอย่างช้าของฝักวานิลลา

เกรด	ระยะเวลา (วัน)
I	20-30
II	10-20
III	3-10
IV	2-8

ที่มา : (Moorthy and Moorthy, 2009)

การปรับสภาพ

นำฝักวานิลลามามัดรวมกันประมาณ 150-250 กรัมต่อมัด ผูกด้วยด้าย แล้วนำไปใส่ในกล่องไม้หรือกล่องโลหะที่บุด้วยกระดาษไขเก็บไว้เป็นเวลา 2-3 เดือน ในห้องอุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส ในเวลานี้

ความชื้นจะหายไป 3-4 เปอร์เซ็นต์ และจะผลิตกลิ่นเต็มที่ จากนั้นให้นำมัดฝักวานิลลาออกจากกล่อง แล้วห่อด้วยกระดาษไข แล้วเก็บในภาชนะปิดสนิท น้ำหนักที่ลดลงนับจากฝักที่เป็นสีเขียวจนถึงฝักดำจะอยู่ในช่วง 4.5:1 ถึง 6:1 ขึ้นอยู่กับเกรดของฝัก

(2) วิธีที่ปรับปรุงจากวิธีของมหาสมุทรอินเดีย (Modified traditional Bourbon curing method) วิธีนี้ใช้วิธีการทำให้ฝักวานิลลาเหี่ยวโดยจุ่มในน้ำร้อน 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 วินาที จากนั้นนำออกจากน้ำผึ่งให้สะเด็ดน้ำ 30 วินาที ทำซ้ำแบบนี้ 3 ครั้ง หลังจากสะเด็ดน้ำแล้ว ให้นำมาห่อด้วยผ้าห่ม แล้วนำไปใส่ไว้ในกล่องทำให้เกิดเหงื่อ ในวันต่อมานำมาตากแดดเวลา 12.00-14.00 น.แล้วนำเก็บใส่ในกล่องเดิมเพื่อทำให้เกิดเหงื่อ 1 คืน ทำซ้ำเช่นนี้เป็นเวลา 7 วัน จนกระทั่งฝักเริ่มยืดหยุ่น ต่อมาทำให้แห้งในที่ร่ม จนกระทั่งน้ำหนักฝักเป็น 1 ใน 3 ของน้ำหนักเริ่มต้น ถ้าอากาศไม่ดีให้สำหรับการทำแห้งให้นำฝักวานิลลามาทำให้เกิดเหงื่อในเตาอบ 45 องศาเซลเซียส ที่มีถาดใส่น้ำอยู่ด้วย (Anonymous, 2005)

2.2.1 คุณภาพของฝักวานิลลา

มาตรฐานคุณภาพของฝักวานิลลาที่ผ่านการบ่ม สามารถแบ่งออกเป็น 5 เกรด ตามลักษณะทางกายภาพของฝัก ขนาดความยาวฝัก และสีของฝัก ดังนี้

ตารางที่ 2.5 มาตรฐานการคัดเกรดฝักวานิลลาที่ผ่านการบ่ม

เกรดของฝัก	ลักษณะของฝัก	ขนาดความยาวฝัก (ซม.)	สีของฝัก
Extra	ฝักหนามีน้ำมันมาก เนื้อฝักอ่อนนุ่ม ยืดหยุ่นดี ไม่มีรอยแตกหรือ แผล มีกลิ่นหอม	>20	น้ำตาลเข้มถึงดำ
1	เหมือนเกรด Extra	15-20	น้ำตาลเข้มถึงดำ
2	เนื้อฝักนุ่ม ผิวขรุขระ มีน้ำมันบ้าง กลิ่นหอมปานกลาง	10-15	น้ำตาลเข้ม
3	เนื้อฝักแข็ง กลิ่นหอมเล็กน้อย	< 10	น้ำตาล
4	ฝักมีรอยแตกและหัก กลิ่นหอม	ไม่จำกัด	น้ำตาล

ที่มา : Moorthy and Moorthy (2009)

นอกจากนี้คุณภาพของฝักวานิลลายังขึ้นอยู่กับปริมาณสารให้กลิ่นหลักวานิลลิน(vanillin) ปริมาณของวานิลลินในฝักวานิลลาเป็นดัชนีที่สำคัญในการกำหนดราคาของกลิ่นวานิลลาที่ดี วานิลลาจะมีราคาสูงเมื่อมีปริมาณสารวานิลลินในฝักสูง (Havkin-Frenkel, 2008) โดยทั่วไปจะพบสารวานิลลินในฝักวานิลลาบ่มประมาณ 2.5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง สารให้กลิ่นหลักและสารประกอบให้กลิ่นอื่นๆ จะมีปริมาณมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับเทคนิคในการบ่มในสภาวะที่เหมาะสม

2.2.2 องค์ประกอบสำคัญและคุณค่าทางอาหาร

ฝักสดของวานิลลามีน้ำประมาณ 80 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก หลังจากผ่านการบ่มแล้วมีน้ำเหลือเพียง 20 เปอร์เซ็นต์ ในฝักแห้งหนัก 100 กรัม มีองค์ประกอบที่สำคัญที่ให้คุณค่าอาหาร ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 2.6 คุณค่าทางอาหารของฝักวานิลลาแห้งหนัก 100 กรัม

องค์ประกอบสำคัญ	ปริมาณ (กรัม)
น้ำ	20
โปรตีน	3 - 5
ไขมัน	11
น้ำตาล	7 - 9
เส้นใย	15 - 20
เถ้า	5 - 10
วานิลลิน	1.5 - 3
soft resin	2
odourin acid	เล็กน้อย

ที่มา : Guzman and Siemonsma (1999)

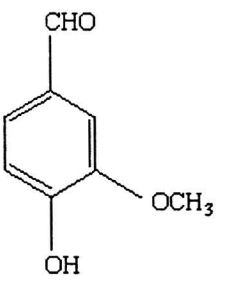
ฝักวานิลลาที่บ่มแล้วมีสารวานิลลิน (vanillin: 4-hydroxyl-3-methoxybenzaldehyde) เป็นสารหลักหรือองค์ประกอบสำคัญที่ให้กลิ่นและรสในวานิลลาธรรมชาติ (Walton, 2003; Divakaran, 2006) ซึ่งมีลักษณะโครงสร้างทางเคมีดังภาพ 2.1 ปริมาณสารวานิลลินที่พบในฝักวานิลลามีความแตกต่างกันไปตามแหล่งการปลูก เช่น ฝักวานิลลาจากประเทศอินโดนีเซีย มีสารวานิลลิน ประมาณ 2.75 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ประเทศเม็กซิโก และตาฮิติ มีสารวานิลลินประมาณ 1.75 เปอร์เซ็นต์ และ 1.7 เปอร์เซ็นต์

ตามลำดับ (ชนะ พรหมทอง และคณะ, 2550) ในฝักวานิลลามีองค์ประกอบที่เป็นสารให้กลิ่น ดังตารางที่ 2.7

ตารางที่ 2.7 องค์ประกอบที่สำคัญในฝักวานิลลา

องค์ประกอบที่สำคัญ	ร้อยละ
Vanillin	85.0
4- hydroxybenzaldehyde	8.5
4-hydroxybenzyl methyl ether	1.0
Acid and esters	0.5
Acetic acid	0.5
Phenol	0.5
Esters	0.5
Alkanes and alkenes	0.5
Alkylbenzenes	0.5
Sesquiterpene hydrocarbons	0.1
รวม	97.6

ที่มา : Klimes and Lamparsky, 1976 อ้างถึงใน พิทยา สรวมศิริ (2551)



Vanillin

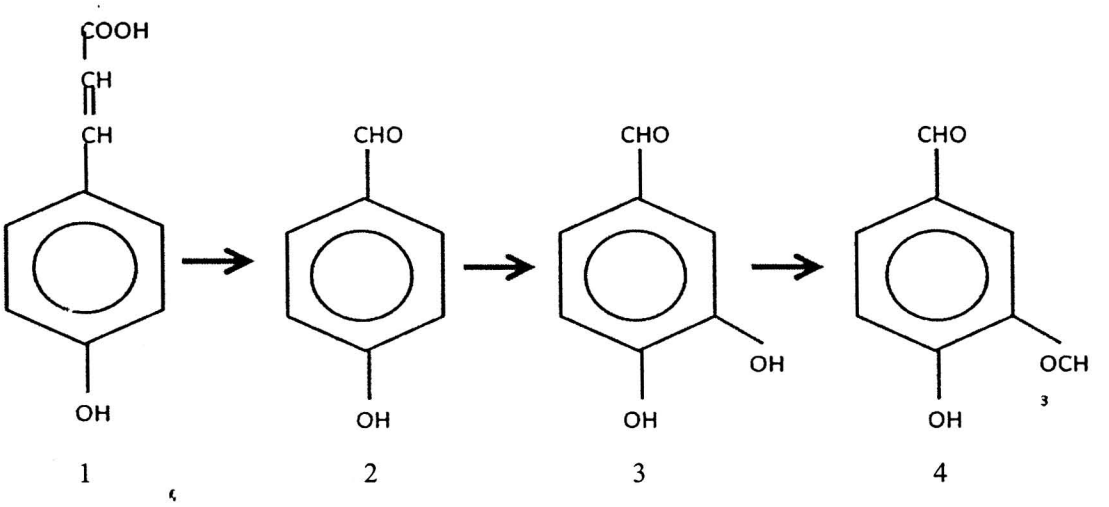
รูปที่ 2.1 โครงสร้างทางเคมีของวานิลลิน (Walton et al., 2003)

2.2.3 กระบวนการเกิดสารให้กลิ่นในฝักวานิลลาบ่ม

กลิ่นวานิลลาธรรมชาติที่ได้จากฝักวานิลลา ประกอบด้วยโมเลกุลของสารต่างๆ มากกว่า 250 ชนิด ซึ่งมีวานิลลินเป็นสารประกอบให้กลิ่นหลักในฝักวานิลลาซึ่งมีปริมาณ 85 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมากกว่าสารประกอบอื่นๆ

ภายในฝักสดของวานิลลามีสารอยู่ในรูป glycoside คือสาร glucovanillin ซึ่งไม่มีกลิ่น และสะสมในฝักวานิลลาภายหลังจากผสมเกสรแล้ว 3-4 เดือน หลังจากมีอายุฝัก 7-9 เดือน แต่เมื่อเข้าสู่ขั้นตอนการบ่มจะทำให้เอนไซม์ภายในฝักวานิลลาทำปฏิกิริยาเปลี่ยนสาร glucovanillin เป็นสาร vanillin ที่มีกลิ่นหอม ดังนั้นการบ่มจึงเป็นกระบวนการที่มีความสำคัญยิ่งต่อคุณภาพของฝักวานิลลา (Berger, 2007) การพัฒนาสารวานิลลิน เป็นผลิตภัณฑ์จาก secondary metabolism ของพืชในขบวนการ phenylpropanoid pathway (Joel et al., 2003) ซึ่งมีวิธีการสังเคราะห์โดยมีลำดับการเปลี่ยนแปลงของจากสาร 4-coumaric acid เป็น 4-hydroxybenzadehyde 3,4-hydroxybenzadehyde และ vanillin ตามลำดับ (รูปที่ 2.2) ซึ่งขั้นตอนการบ่มในแต่ละขั้นตอนมีผลทำให้สารตั้งต้นในกระบวนการสังเคราะห์ glucovanillin อยู่บริเวณเนื้อเยื่อ placenta รอบๆ เมล็ด (Sreedher et al., 2007; Havkin-Frenkel et al., 2008) ซึ่ง hydrolytric enzyme ที่ทำหน้าที่ปลดปล่อยสารให้กลิ่นออกจากสารตั้งต้นส่วนใหญ่อยู่บริเวณผนังหรือผิวของฝัก ดังนั้นจึงต้องทำการลวกฝัก (ขั้นตอน killing) เพื่อให้ทำลายเซลล์ที่ขวางกั้นระหว่างสารตั้งต้นกับเอนไซม์ จากนั้นต้องให้สภาวะที่เหมาะสมต่อการทำงานของเอนไซม์ โดยให้อุณหภูมิสูง ประมาณ 45-65 องศาเซลเซียส ร่วมกับความชื้นสูง (ขั้นตอน sweating) ซึ่งเอ็นไซม์ที่มีหน้าที่สำคัญในการปลดปล่อยสาร vanillin คือ เอนไซม์ β-glucosidase (Sreedher et al., 2009) จากนั้นจึงเก็บรักษากลิ่นให้คงอยู่ในฝักด้วยการทำให้แห้งอย่างช้า (ขั้นตอน slow drying) และปล่อยให้กลิ่นพัฒนาอย่างสมบูรณ์ (Havkin-Frenkel et al., 2004) ด้วยการบ่มในกล่องไม้ที่ปิดสนิท (ขั้นตอน conditioning)

ในทางตรงกันข้ามขั้นตอนที่ไม่เหมาะสมอาจทำให้เกิดความเสียหายหรือสูญเสียสารวานิลลิน เนื่องจากการทำงานของ hydrolytric enzyme ในการ hydrolyze สารตั้งต้นเกิดขึ้นไม่สมบูรณ์ (Frenkel and Havkin-Frenkel, 2006)



รูปที่ 2.2 วิถีการสังเคราะห์สาร vanillin (1) 4-coumaric (2) 4-hydroxybenzadehyde (3) 3, 4-hydroxybenzadehyde (4) vanillin (Joel et al., 2003)

2.2.4 การนำไปใช้ประโยชน์

กลิ่นและรสของวานิลลาประกอบด้วยสารประกอบอินทรีย์มากกว่า 250 ชนิด ในขณะที่กลิ่นวานิลลาสังเคราะห์ประกอบด้วยสารอินทรีย์ชนิดเดียว คือ วานิลลิน จึงทำให้กลิ่นวานิลลาแท้แตกต่างจากกลิ่นวานิลลาสังเคราะห์ (ชนะ พรหมทอง และคณะ, 2550) ซึ่งวานิลลาแท้ให้กลิ่นหอมนุ่มนวลเป็นธรรมชาติ ฝักวานิลลามารถนำมาบดหรือปั่นให้ละเอียด เพื่อใช้ปรุงแต่งในเค้ก ไอศกรีม และเครื่องดื่มหลายชนิด หรือปรุงแต่งกลิ่นของชากาแฟให้หอมนุ่มนวลขึ้น วิธีการใช้โดยกรีดฝักวานิลลาแล้วนำมาคนในชาหรือกาแฟ แล้วนำมาล้างน้ำให้สะอาด จากนั้นทำให้ฝักวานิลลาแห้งและสามารถนำกลับมาใช้ได้อีกหลายครั้งจนกระทั่งหมดกลิ่น สำหรับรูปแบบการใช้ประโยชน์ การนอกจากใช้ในรูปฝักวานิลลาได้โดยตรงแล้ว ยังพบในรูปของสารสกัดวานิลลาชนิดต่างๆ ได้แก่

วานิลลาผง ได้จากการเอาฝักวานิลลาที่ผ่านการหมักและบ่มแล้วมาทำให้แห้ง แล้วบดเป็นผงละเอียด ใช้สำหรับผสมลงในอาหารและยา (Havkin-Frenkel and Belanger, 2008)

สารสกัดวานิลลา เป็นสารละลายน้ำผสมแอลกอฮอล์ที่ประกอบด้วยกลิ่นและรสชาติที่สกัดจากฝักวานิลลา อาจมีการเพิ่มความหวานจากน้ำตาล สารประเภทนี้เป็นสารที่มีปริมาณเอทิลแอลกอฮอล์ไม่ต่ำว่า 35 เปอร์เซ็นต์

วานิลลาทิงเจอร์ วิธีการสกัดคล้ายวานิลลาสกัด แต่วานิลลาทิงเจอร์จะมีปริมาตรเอทิลแอลกอฮอล์มากว่า 38 เปอร์เซ็นต์ วานิลลาทิงเจอร์นิยมใช้กันมากในอุตสาหกรรมยา

วานิลลาโอลีโอเรซิน (Vanilla Oleoresin) เป็นของเหลวข้นที่ได้จากการสกัดฝักวานิลลาด้วยไดคลอโรอีเทน แล้วแทนที่ด้วยเอทิลแอลกอฮอล์ ผลิตภัณฑ์จากวานิลลาชนิดนี้มีกลิ่นและรสชาติด้อยกว่าสารสกัดวานิลลา การใช้งานโดยนำไปผสมกับสารวานิลลาสังเคราะห์ใช้ในการปรุงแต่งกลิ่น (Ashurst, 1995)

นอกจากนี้ในด้านการแพทย์ พบว่าสารบางชนิดที่มีอยู่ในฝักวานิลลามีคุณสมบัติต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการป้องกันและต่อต้านมะเร็ง เช่น ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ฤทธิ์ต้านการก่อการกลายพันธุ์ ฤทธิ์ต้านการเหนี่ยวนำให้เกิดมะเร็ง ฤทธิ์ยับยั้งการแพร่กระจายของเซลล์มะเร็งในสัตว์ทดลอง (เกรียงศักดิ์ เลิศประภามงคล และคณะ, 2548) รวมทั้งพบว่าสารวานิลลินที่เป็นสารให้กลิ่นหลักในฝักวานิลลามีฤทธิ์ในการยับยั้งการเกิดเซลล์เม็ดเลือดแดงผิดปกติ (sickle cell) ในผู้ป่วยโรคเม็ดเลือดผิดปกติทางพันธุกรรม (Bythrow, 2005)

2.3 วานิลลาในประเทศไทย

ประเทศไทย จัดอยู่ในเขตเส้นศูนย์สูตรเช่นกัน และมีการค้นพบวานิลลาพันธุ์พื้นเมือง เรียกว่า พลูช้าง (*Vanilla siamnesis* Rolfe.) ในสภาพป่าที่มีสภาพชุ่มชื้นในหลายพื้นที่ของประเทศ นอกจากนี้ยังมีการค้นพบวานิลลาพื้นเมืองอีก 3 สายพันธุ์ แก่ เอาะลบ *Vanilla albida* Blume. สามร้อยต่อใหญ่ หรือ งด *Vanilla pilifera* Holttum. และเถางูเขียว *Vanilla aphylla* Blume. สำหรับ *Vanilla planifolia* (Andrews.) เป็นพันธุ์ทางการค้า ประเทศไทยรู้จักและนำเข้ามาปลูกกว่า 30 ปีแล้ว ซึ่งเป็นพันธุ์ที่นิยมปลูกเป็นการค้ามากที่สุด โดยประเทศไทยนำเข้ามาทดสอบปลูกครั้งแรกที่สถานีทดลองพืชสวนพลิ้ว จังหวัดจันทบุรี ต่อมามีการขยายปลูกในหลายพื้นที่ เช่น ศูนย์วิจัยพืชสวนชุมพร สถานีทดลองพืชสวนดอยมูเซอ จ.ตาก โดยในปี พ.ศ. 2545 มูลนิธิโครงการหลวงได้ศึกษาทดลองการปลูกวานิลลาพันธุ์การค้า ซึ่งได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยแก่นักวิชาการจากสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.) และได้ศึกษาทดลองปลูกที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงป่าเมี่ยง ตำบลเทพเสด็จ อ.ดอยสะเก็ด จ.เชียงใหม่ ซึ่งพบว่ามีการเจริญเติบโตของวานิลลาพื้นเมือง ขึ้นอยู่ก่อนแล้วในป่าธรรมชาติ จึงได้นำวานิลลาพันธุ์การค้า มาทดลองปลูกเพื่อศึกษาการเจริญเติบโต พบว่าสามารถเจริญเติบโตได้ดีและสามารถให้ดอกในปีที่ 3 ของการปลูกด้วยต้นกล้าจากการปักชำต้น และออกดอก

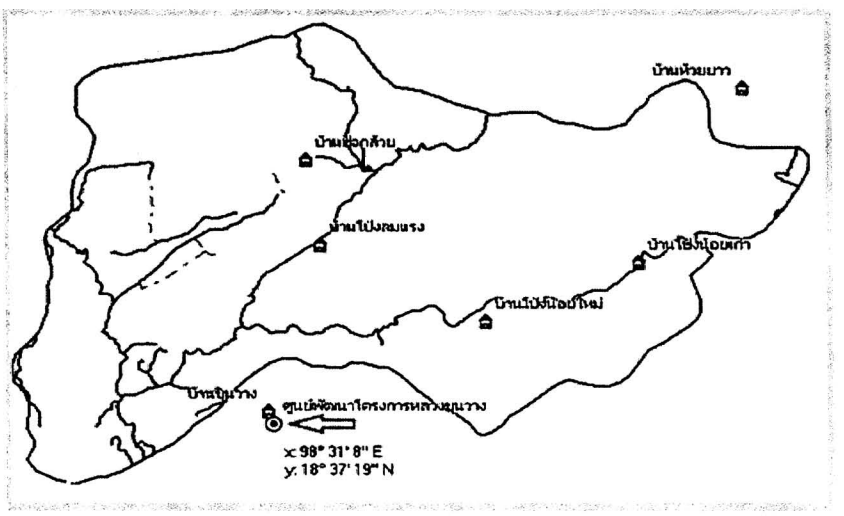
ประมาณปลายเดือนมีนาคม ถึงเมษายน ซึ่งเร็วกว่าสายพันธุ์พื้นเมืองประมาณ 1 เดือน จนในปัจจุบันได้ส่งเสริมและพัฒนาการผลิตไปยังศูนย์ต่างๆ ได้แก่ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงขุนวาง ซึ่งเป็นแหล่งผลิตใหญ่ที่สุดในประเทศขณะนี้ และเป็นศูนย์เรียนรู้ศึกษาการผลิตวานิลลา รวมทั้งศูนย์พัฒนาโครงการหลวงอื่นๆ ได้แก่ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงตีนตก ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงม่อนเงาะ และพื้นที่ขยายผลโครงการหลวง บ้านโป่งคำ ต.ดู่พงษ์ อ.สันติสุข จ.น่าน เป็นต้น รวมทั้งได้รับการสนับสนุนงบประมาณขยายผลงานวิจัยสู่เกษตรกรจากสำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ

2.4 ศูนย์พัฒนาโครงการหลวง ขุนวาง จ. เชียงใหม่

2.4.1 ประวัติ / ลักษณะพื้นที่

สถานที่ตั้งโครงการอยู่ที่ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงขุนวาง หมู่บ้านขุนวาง ตำบลแม่วิน อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่

พิกัดที่ตั้ง X = 98° 31′ 8″ E Y = 18° 37′ 19″ N



รูปที่ 2.3 แผนที่ตั้งศูนย์พัฒนาโครงการหลวงขุนวาง

ที่มา : อลิสรา คูประสิทธิ์, 2553

ซึ่งส่วนใหญ่เป็นภูเขาสลับซับซ้อน มีความสูงจากระดับน้ำทะเล 1,300 – 1,400 เมตร มีความลาดชัน 16-85 เปอร์เซ็นต์ และสภาพภูมิอากาศหนาวเย็นมีแม่น้ำสายสำคัญที่ไหลผ่าน คือ แม่น้ำวางขวา และลำห้วยขุนวางขวามีที่ราบไม่มากนักอยู่ตามแนวลำห้วยและแม่น้ำ ซึ่งที่ราบนี่เอง คือ ถิ่นอาศัยของชาวเขาเผ่า กะเหรี่ยง และม้ง จำนวน 7 หมู่บ้าน ประชากร 189 ครอบครัว ในตำบลแม่วิน กิ่งอำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งอยู่ห่างจากตัวเมืองเชียงใหม่ประมาณ 80 กิโลเมตร การคมนาคมในฤดูฝนค่อนข้างทุรกันดาร

พื้นที่ส่วนใหญ่ของหมู่บ้านขุนวางเป็นหินแกรนิต ดินเป็นสีแดงหรือแดงจัด และบางแห่งมีก้อนหินหรือก้อนกรวดปะปนอยู่ พื้นที่ป่าได้ถูกทำลายไปด้วยการทำไร่เลื่อนลอยของขาวเขาที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ทุกๆ ปี จะทำการแผ้วถางป่าเพื่อปลูกฝิ่น ข้าวไร่ และย้ายเข้าไปจับจองทำกินในพื้นที่ใหม่เช่นนี้เสมอ โดยทิ้งพื้นที่เก่าไว้หมุนเวียนในการทำไร่ ดังนั้น เมื่อจำนวนประชากรที่เข้ามาอาศัยอยู่ในพื้นที่เพิ่มขึ้น การทำลายป่าจึงเพิ่มขึ้นตามไปด้วย

ปี 2525 พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวเสด็จพระราชดำเนินมายังบ้านขุนขวางเป็นครั้งแรก และได้ทรงทราบถึงพระเนตรพระกรรณถึงของผู้คนในหมู่บ้านที่ชีวิตวนเวียนอยู่กับยาเสพติดดังที่ได้ทรงพระราชดำริว่า บริเวณนี้ยังมีพืชเสพติดอยู่มาก ควรที่จะได้รับการพัฒนาให้พืชอื่นที่มีรายได้ทัดเทียมหรือดีกว่านั้น และทรงรับสั่งให้หน่วยงานในพื้นที่ช่วยกันพิจารณาในการปรับปรุงพัฒนา

2.4.2 วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษา วิจัย พัฒนา ทดสอบ และถ่ายทอดความรู้การผลิตวานิลลา เพื่อขยายผลสู่งานส่งเสริมให้แก่มูลนิธิโครงการหลวง ในการพัฒนาอาชีพของเกษตรกรบนพื้นที่สูงและผู้สนใจทั่วไปในพื้นที่ภาคเหนือ เพื่อทดแทนการนำเข้าวานิลลาที่มีราคาแพงจากต่างประเทศ โดยหาพืชเศรษฐกิจที่มีมูลค่าสูงทดแทนการทำการเกษตรที่ใช้พื้นที่มาก และ เพิ่มพื้นที่ป่าธรรมชาติ

2.4.3 ภารกิจของพื้นที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงขุนวาง

พื้นที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงขุนวางเริ่มดำเนินงานขึ้นในปี 2528 เป้าหมายหลักของงานพัฒนาในพื้นที่บ้านขุนวางก็เพื่อ

1. เพื่อลดพื้นที่ปลูกฝิ่นและพัฒนาพืชอื่นที่มีรายได้มากกว่ามาแทนที่ฝิ่น

2. เพื่อให้ชาวเขามีพื้นที่ทำกินอย่างถาวร ตั้งถิ่นฐานเป็นหลักแหล่งไม่หันกลับไปทำไร่เลื่อนลอยด้วยการบุกรุกทำลายป่าอีกต่อไป

3. พัฒนาคุณภาพชีวิตของทุกผู้คนในหมู่บ้าน

การดำเนินงานพัฒนาในหมู่บ้านขุนวางในระยะเริ่มต้นนั้น ได้รับเงินช่วยเหลือจากภายนอก เช่น จากหน่วยงาน ARS (Agricultural Research Service) เป็นต้น มาสนับสนุนการวิจัยพืชทดแทนฝิ่นก่อนจะมารับงบประมาณสนับสนุนอย่างเต็มรูปแบบ จากมูลนิธิโครงการหลวงในปี 2531

งานหลักของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงขุนวางก็คือ การวิจัยไม้ดอกไม้ผลและพันธุ์ไม้ งานวิจัยที่ได้ผลดีในพื้นที่ก็คือ การวิจัยคาร์เนชั่น องุ่น สตรอเบอรี่ เฟิร์น และลินิน และมีการพัฒนาการปลูกวานิลลา

2.4.3 ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงขุนวางกับโครงการเพาะปลูกวานิลลาเชิงพาณิชย์

ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงขุนวางได้นำวานิลลามาปลูกในปี 2545 จากศูนย์วิจัยเกษตรหลวงห้วยลึก จำนวน 400 ต้น เพื่อปลูกเป็นไม้ประดับ เพราะมีความสวยงามจึงผลิตเป็นไม้กระถางและนำไปปลูกเลี้ยงภายในโรงเรือนไม้ กระถาง ตอนหลังพบว่าวานิลลามีการเจริญเติบโตและไปเกาะเสาเหล็กของโรงเรือน จึงนำไปปลูกไว้ภายในโรงเรือน ในปี 2548 พบว่าวานิลลาออกดอกออกฝัก แล้วลองบ่มตามกระบวนการพบว่าได้ฝักวานิลลาคุณภาพดี

ปัจจุบัน มีการปลูกในโรงเรือนเพื่อเป็นการค้า ขยายพันธุ์เพื่อส่งเสริมให้เกษตรกรปลูกขึ้นมา โดยมีเป้าหมายจะขยายพันธุ์ต้นวานิลลาปีละ 1,000 ต้น จากปัจจุบันในโรงเรือนของศูนย์มีราว 300 ต้น ให้ผลผลิตแล้วกว่า 20 เปอร์เซ็นต์ หากนำฝักวานิลลาแห้งที่ยังไม่ผ่านบ่มตกราคากิโลกรัมละ 5,000 บาท ถ้าสกัดกลิ่นออกมาราคาจะเพิ่มอีกหลายเท่าตัว โดยการขยายการปลูกวานิลลาเชิงการค้าโดยปลูกวานิลลาเป็นพืชหลักและปลูกเฟิร์น กนกนารีเป็นพืชเสริม โดยรับทุนสนับสนุนจากศูนย์นวัตกรรมในการดำเนินการทดลอง อนาคตมีเมื่อการศึกษาเกี่ยวกับการผลิตฝักวานิลลาให้มีคุณภาพเทียบเท่าต่างประเทศและศึกษาเกี่ยวกับความคุ้มทุนทางศูนย์ฯ ขุนวาง จึงจะมีการส่งเสริมการปลูกวานิลลาสู่เกษตรกรเพื่อเป็นพืชเสริมรายได้ให้แก่เกษตรกรต่อไป

2.5 การประยุกต์ใช้ตู้อบในการบ่มฝักวานิลลา

ในขั้นตอนการบ่มฝักวานิลลาที่ทำให้เกิดกลิ่นของวานิลลา ความร้อนจากแสงแดดที่ใช้ในการตากฝักวานิลลาถือเป็นสิ่งสำคัญสำหรับทำให้วานิลลาเกิดเหงื่อ และเหมาะสมต่อการเร่งการทำงานของ

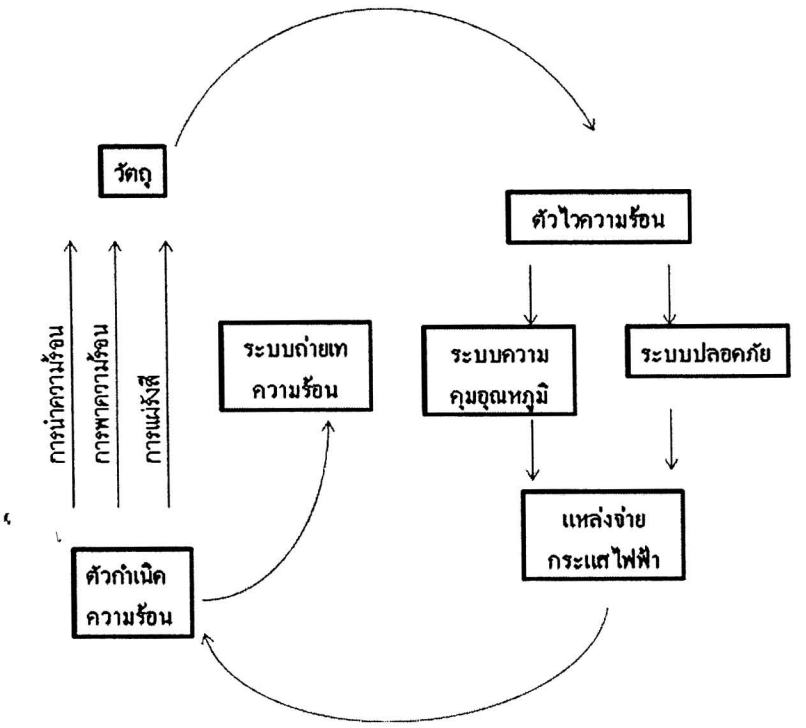
เอนไซม์ในการเปลี่ยนสารต่างๆ ภายในฝักให้เกิดกลิ่นหอม แต่ในบางครั้งสภาพอากาศในการตากฝักวานิลลาไม่สม่ำเสมอ อุณหภูมิไม่คงที่เกิดจากการแปรปรวนของธรรมชาติ ดังนั้นการใช้เครื่องมือที่ช่วยให้สามารถรักษาอุณหภูมิให้คงที่ได้ดังเช่น ตู้อบ จะช่วยให้ขั้นตอนการทำให้เกิดเหงื่อของฝักวานิลลาสามารถดำเนินได้อย่างต่อเนื่องแม้ในวันที่ฝนตกหรืออุณหภูมิต่ำก็ตาม

2.5.1 ตู้อบ

เป็นอุปกรณ์ที่ช่วยในกระบวนการผลิตอาหารอบแห้ง โดยอาศัยลมร้อนจากแหล่งความร้อน ซึ่งอาจจะเป็น ฮีทเตอร์ คอล์ยไอน้ำ ก๊าซหุงต้ม หรือน้ำมันเตา มาช่วยทำให้เกิดการทำแห้ง (Drying) โดยลมร้อนจะไหลผ่านอาหารที่วางเป็นชั้นบางๆ และให้ความร้อนภายใต้สภาวะการควบคุมเพื่อกำจัดน้ำที่มีอยู่ในอาหารโดยการระเหยน้ำ วัตถุประสงค์ของการกำจัดน้ำ คือ การลดค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ (aw) ซึ่งมีผลยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ และการทำงานของเอนไซม์ นอกจากนั้น ยังช่วยลดปัญหาเกี่ยวกับสภาพอากาศที่แปรปรวน ซึ่งกลไกในขั้นตอนนี้เมื่ออากาศหรือลมร้อนพัดผ่านผลผลิตสดความร้อนจะถูกถ่ายเทไปยังผิวของผลผลิตสดจะระเหยออกมาด้วยความร้อนแฝงของการเกิดไอ ไอน้ำจะแพร่ผ่านฟิล์มอากาศและถูกพัดพาไปโดยลมร้อนที่เคลื่อนที่ สภาวะดังกล่าวจะทำให้ความดันไอที่ผิวหน้าของผลผลิตสด ต่ำกว่าความดันไอด้านใน เป็นผลให้เกิดความแตกต่างของความดันไอน้ำชั้นด้านในจะมีความดันไอสูงและค่อยๆ ลดต่ำลงเมื่อชั้นเข้าใกล้อากาศแห้ง ความแตกต่างนี้ทำให้เกิดแรงดันเพื่อไล่น้ำออกมาจากผลผลิต ส่งผลต่อการสูญเสียน้ำหนัก เช่นเดียกับความแน่นเนื้อของผลผลิต (โกวิทย์ กางนอก และมาระตรี เปลี่ยนศิริชัย, 2553)

2.5.2 หลักการทำงานของตู้อบ

ความร้อนจากแหล่งกำเนิดความร้อนถูกถ่ายเทให้วัตถุโดยกระบวนการนำความร้อน (conduction) การพาความร้อน (convention) และการแผ่รังสี (radiation) (ชูชาติ อารีจิตรานุสรณ์, 2534) ความร้อนที่ถูกควบคุมอย่างเหมาะสมด้วยตัวไวความร้อนและระบบควบคุมอุณหภูมิ ทำให้วัตถุเกิดการเปลี่ยนแปลงสถานะจากของแข็งเป็นของเหลว จากของเหลวเป็นไอหรือของแข็งเป็นไอ ดังรูปที่ 2.3

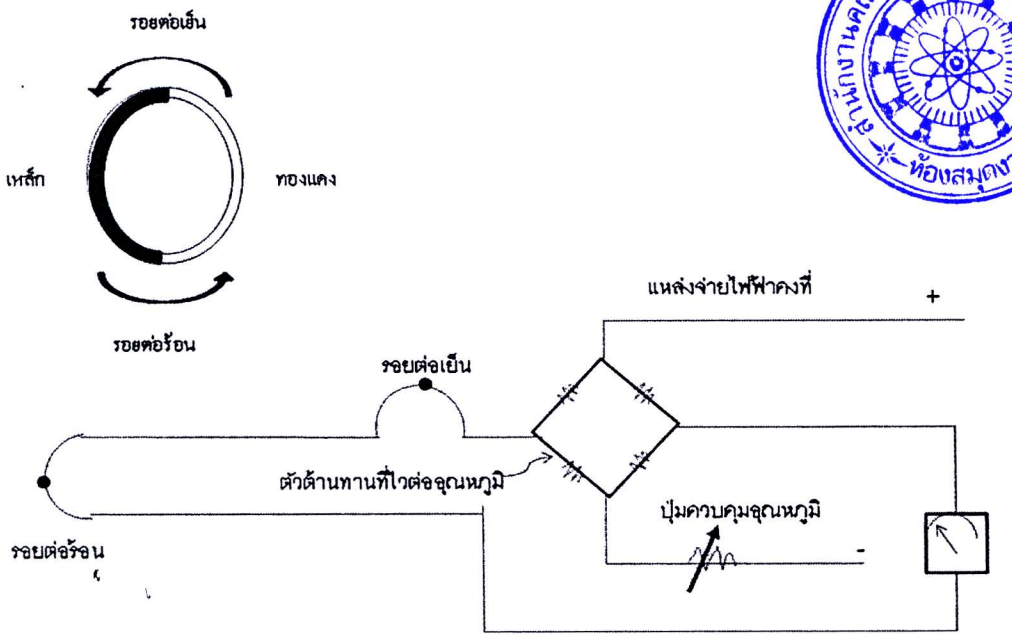


รูปที่ 2.4 องค์ประกอบพื้นฐานของตู้อบลมร้อน

2.5.3 คุณสมบัติเกี่ยวกับความร้อนของตู้อบ

ตู้อบจะมีระบบถ่ายเทความร้อน 2 แบบคือ แบบพาความร้อนโดยอาศัยแรงโน้มถ่วง ซึ่งหลังจากจ่ายกระแสไฟผ่านตัวกำเนิดความร้อนต้องใช้เวลาทำให้อุณหภูมิสูงขึ้นตามต้องการ อุณหภูมิเปลี่ยนแปลงได้ประมาณ 3-5 องศาเซลเซียส ถ้าเปิดประตูตู้อบ และถ้าใส่วัตุมาก วัตถุจะได้รับความร้อนไม่เท่ากัน แบบที่สอง แบบพาความร้อนโดยใช้พัดลม มีคุณสมบัติคือเมื่อเปิดประตูตู้มีความต่างของอุณหภูมิน้อยกว่า เสียความร้อนประมาณ 0.1 องศาเซลเซียส แบบพาความร้อนโดยอาศัยแรงโน้มถ่วง ใช้วลาในการทำอุณหภูมิสั้นกว่า อุณหภูมิทุกจุดสม่ำเสมอ ซึ่งการควบคุมความร้อนภายในตู้อาศัยความแตกต่างของรอยต่อเย็นและรอยต่อร้อน ดังภาพ 2.4

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย



รูปที่ 2.5 การต่อวงจรชดเชยอุณหภูมิภายในตู้อบ

2.6 ต้นทุนการผลิต (จรินทร์ เทศวานิช, 2550)

ต้นทุนการผลิตเป็นสิ่งสำคัญสำหรับการตัดสินใจในการวางแบบแผนการผลิต ผู้ผลิตต้องอาศัยการเปรียบเทียบระหว่างต้นทุนการผลิตและรายรับที่คาดว่าจะได้รับ ต้นทุนแบบต่างๆมีความหมายดังต่อไปนี้

2.6.1 ต้นทุนชัดแจ้งและต้นทุนแฝง

ต้นทุนชัดแจ้ง (explicit cost) คือค่าตอบแทนปัจจัยการผลิตต่างๆ ที่จ่ายเป็นตัวเงินอาจมีหรือไม่มีหลักฐานการรับและการจ่ายเงินเพื่อบันทึกบัญชี

ต้นทุนแฝง หรือต้นทุนไม่ชัดแจ้ง หรือต้นทุนประเมิน (implicit cost) คือต้นทุนที่เกิดจากการใช้ปัจจัยการผลิตที่เป็นกรรมสิทธิ์ส่วนตัวของผู้ประกอบการ โดยไม่มีการจ่ายค่าตอบแทนเป็นตัวเงิน ยกตัวอย่างเช่น ต้นทุนแฝงในการปลูกข้าวได้แก่ ค่าเช่าที่ดิน (ของตนเอง) ค่าจ้างแรงงาน (ของตนเองและสมาชิกในครอบครัว) ปกติเกษตรกรไม่มีการรวมต้นทุนแฝงในรายจ่ายต้นทุนการผลิตข้าว

2.6.2 ต้นทุนทางเศรษฐศาสตร์และต้นทุนทางบัญชี

ต้นทุนทางเศรษฐศาสตร์ (economic cost) คือค่าตอบแทนปัจจัยการผลิตทั้งหมด รวมกำไรปกติที่ผู้ประกอบการรับเข้าไปด้วย ดังนั้นต้นทุนเศรษฐศาสตร์จึงประกอบด้วยต้นทุนชัดแจ้งและต้นทุนแฝง

ต้นทุนทางบัญชี (accounting cost) คือต้นทุนที่รวมเฉพาะต้นทุนชัดแจ้งส่วนที่มีหลักฐานการรับจ่ายเงินที่สามารถบันทึกบัญชีได้ นอกจากนี้อาจรวมต้นทุนแฝงบางรายการที่อาจประเมินมูลค่าได้ตามที่กฎหมายภาษีเงินได้นิติบุคคลอนุญาตไว้ โดยทั่วไปต้นทุนทางบัญชีจึงเป็นต้นทุนที่คำนวณขึ้นโดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อการเสียภาษี (สมพร กิตติโสภากูร, 2537)

2.6.3 ค่าเสียโอกาส (opportunity cost)

การคิดต้นทุนทางเศรษฐศาสตร์ในแง่หนึ่งเพื่อศึกษาว่าการผลิตสินค้า A ต้องใช้ปัจจัยการผลิตต่างๆ รวมทั้งสิ้นเป็นจำนวนเท่าไร แต่ในอีกแง่หนึ่งปัจจัยการผลิตชนิดต่างๆทั้งหมดใช้ในการผลิตสินค้า A ย่อมทำให้สังคมหมดโอกาสที่จะนำปัจจัยการผลิตจำนวนนั้นไปผลิตสินค้าอื่น (สิรินันท์ ศรีสุชาติ, 2530) ดังนั้นเศรษฐศาสตร์จึงใช้แนวคิดเกี่ยวกับค่าเสียโอกาสเพื่อศึกษาและกระตุ้นให้สังคมพยายามใช้ทรัพยากรการผลิตที่มีอยู่จำกัดให้เกิดประโยชน์สูงสุดแก่ชุมชน

2.6.4 ผลกระทบภายนอก ต้นทุนและประโยชน์เอกชน ต้นทุนและประโยชน์สังคม

(ก) ผลกระทบภายนอก (externalities) หมายถึงผลกระทบที่เกิดจากกิจกรรมใดๆอันส่งผลต่อบุคคลอื่นโดยไม่มีการจ่ายเงินชดเชยผลกระทบดังกล่าว แบ่งเป็น 2 ลักษณะ ได้แก่ ผลกระทบภายนอกที่เป็นบวก (external economies) ตัวอย่างเช่น การทำปุ๋ยจากผลผลิตการเกษตรที่เหลือใช้ เช่นนำใบและต้นมันสำปะหลังมาทำปุ๋ยแทนที่การทิ้งเป็นขยะในปริมาณมากและสามารถค่าใช้จ่ายในการซื้อปุ๋ยเคมีรวมทั้งสร้างรายได้เพิ่มขึ้น และผลกระทบภายนอกที่เป็นลบ (external diseconomies) ตัวอย่างเช่น การใช้สาร CFC ในการผลิตสินค้าอุตสาหกรรม ทำให้ เกิด Greenhouse effect เป็นต้นเหตุในการเกิดโรคมะเร็งผิวหนังเพิ่มขึ้นทุกปี อนึ่งหากหน่วยผลิตมีการจ่ายเงินชดเชยในกรณีผลกระทบทางลบ หรือมีเงินชดเชยในกรณีผลกระทบทางบวกจนเป็นที่พอใจ ในแง่การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ถือว่าผลกระทบนั้นถูกลบล้างจนมีค่าเท่ากับศูนย์ กล่าวคือผู้เสียหายได้รับการชดเชยส่วนผู้ได้รับผลประโยชน์ก็ต้องจ่ายค่าชดเชย

(ข) ต้นทุนและประโยชน์เอกชน (private cost and benefit) ต้นทุนเอกชน คือ ต้นทุนหรือหน่วยผลิตเป็นผู้รับภาระโดยตรง ได้แก่ค่าตอบแทนที่จ่ายให้แก่ปัจจัยต่างๆ ในรูปค่าจ้าง ค่าเช่า วัตถุดิบ ฯลฯ ส่วนประโยชน์เอกชนคือรายรับที่หน่วยผลิตได้รับจากการขายผลผลิต ดังนั้นต้นทุนเอกชนจึงเกิดจากการซื้อขายปัจจัยการผลิต

(ค) ต้นทุนและประโยชน์สังคม (social cost and benefit) ต้นทุนสังคม คือผลรวมต้นทุนเอกชนและผลกระทบภายนอกที่เป็นลบ ประโยชน์สังคม คือผลรวมของประโยชน์เอกชนและผลกระทบภายนอกที่เป็นบวก

ความรู้เกี่ยวกับ ต้นทุนเอกชนและประโยชน์เอกชน ต้นทุนสังคม และประโยชน์สังคม สามารถนำไปใช้ในการประเมินโครงการลงทุนต่างๆ

2.6.5 การผลิตและต้นทุน

เศรษฐศาสตร์แบ่งการผลิตออกเป็น 2 ระยะ คือ

1) การผลิตในระยะสั้น (shot-run production) คือการผลิตที่ใช้ปัจจัยการผลิตแปรผัน (variable factors) และปัจจัยการผลิตคงที่ (fixed factors) ปัจจัยแปรผัน คือปัจจัยที่มีปริมาณการใช้แปรผันตามปริมาณผลผลิต และเป็นปัจจัยที่ผู้ผลิตสามารถปรับเปลี่ยนจำนวนตามความต้องการในทุกเวลา ปัจจัยคงที่ คือปัจจัยที่มีปริมาณคงที่ ไม่แปรผันตามผลผลิต แม้หยุดการผลิตชั่วคราวก็ต้องใช้ปัจจัยคงที่เท่าเดิม ปัจจัยคงที่ในการผลิตระยะสั้นได้แก่ อาคารโรงงาน เครื่องจักร ที่ดิน พนักงานรักษาความปลอดภัย (พงศกร แสงฉวาง, 2547) ปัจจัยเหล่านี้ผู้ผลิตมักเปลี่ยนแปลงปริมาณภายในเวลาสั้นไม่ได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการขยายพื้นที่ในโรงงานภายในเวลาสั้นเป็นสิ่งที่ทำได้ยาก

2) การผลิตในระยะยาว (long-run production) การผลิตในระยะยาว หมายถึง การผลิตที่ผู้ผลิตสามารถเปลี่ยนแปลงปัจจัยการผลิตทุกอย่างให้มีจำนวนตามต้องการ เป็นการเปลี่ยนแปลงขนาดของโรงงานหรือกิจการ ดังนั้นระยะยาวปัจจัยทุกอย่างจึงเป็นปัจจัยแปรผัน ไม่มีปัจจัยคงที่ เพราะปัจจัยคงที่กลายสภาพเป็นปัจจัยแปรผันไปทันทีเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนหรือขนาด

การแบ่งการผลิตเป็นระยะยาวและระยะสั้นมีจุดมุ่งหมายเพื่อแสดงให้เห็นว่าการผลิตในระยะสั้นมีปัญหาที่เกิดจากกฎว่าด้วยผลผลิตเพิ่มลดน้อยถอยลง เพื่อให้ผู้ผลิตตระหนักว่าควรระมัดระวังการใช้ปัจจัยแปรผันให้พอเหมาะกับปัจจัยคงที่ (จรินทร์ เทศวานิช, 2550) ส่วนการผลิตในระยะยาวให้ผลิตพิจารณาว่าการขยายขนาดเท่าไรจึงจะไม่เกิดผลเสียจากการไม่ประหยัดเนื่องจากธุรกิจมีขนาดใหญ่

2.6.6 ต้นทุนระยะสั้นและต้นทุนระยะยาว

เนื่องจากการผลิตในระยะสั้นประกอบด้วยปัจจัยคงที่และปัจจัยแปรผัน ดังนั้นต้นทุนระยะสั้นจึงประกอบด้วยต้นทุนคงที่และต้นทุนแปรผัน

ต้นทุนคงที่ (fixed cost) คือค่าตอบแทนที่จ่ายให้ปัจจัยคงที่ ดังนั้นต้นทุนคงที่จึงไม่เปลี่ยนแปลงไปตามผลผลิต เนื่องจากปัจจัยการผลิตทุกอย่างอาจเป็นปัจจัยคงที่ได้ตราบเท่าที่จำนวนเท่าเดิมไม่แปรผันตามปริมาณผลผลิต ดังนั้นต้นทุนคงที่จึงไม่จำกัดประเภทอยู่เฉพาะอาคารโรงงาน ที่ดิน และเครื่องจักร แต่อาจรวมถึงแรงงานก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับรายละเอียดลักษณะการผลิต

ต้นทุนแปรผัน (fixed cost) คือค่าตอบแทนที่จ่ายให้ปัจจัยแปรผัน ดังนั้น ต้นทุนแปรผันจึงแปรผันตามปริมาณผลผลิต ซึ่งได้แก่ เงินเดือนและค่าจ้างพนักงาน ค่าวัตถุดิบ ดอกเบี้ยเงินเบิกเกินบัญชีธนาคารเพื่อเป็นทุนดำเนินการ ค่าซ่อมแซมเครื่องจักรอุปกรณ์และยานพาหนะขนส่ง ค่าวัสดุสิ้นเปลือง ค่าน้ำประปา ไฟฟ้า และโทรศัพท์ ฯลฯ ต้นทุนแปรผันอาจแบ่งเป็น 2 กลุ่มย่อย กลุ่มหนึ่งเป็นต้นทุนที่ลดเหลือศูนย์ เมื่อหยุดการผลิตในวันหยุดต่างๆ ตามปกติ ได้แก่ค่าจ้างลูกจ้างรายวัน ค่าวัตถุดิบ ค่าใช้จ่ายสาธารณูปโภค อีกหนึ่งกลุ่มเป็นต้นทุนที่ต้องจ่ายแม้หยุดการผลิตในวันหยุดตามปกติ ได้แก่ เงินเดือน ค่าดอกเบี้ย ค่าซ่อมแซม ค่าภาษีสรรพสามิต (เก็บตามจำนวนปกติ) ในการคิดคำนวณเกี่ยวกับการหาค่าต้นทุนต่างๆ มีสมการดังต่อไปนี้ดังนี้

(1) ต้นทุนรวม (total cost - TC) หมายถึง ต้นทุนที่ประกอบด้วยต้นทุนคงที่รวม (total fixed cost - TFC) และต้นทุนแปรผันรวม (total variable cost - TVC)

(2) ต้นทุนรวมเฉลี่ยต่อผลผลิต 1 หน่วย (average total cost – ATC หรือ AC) ได้แก่ ต้นทุนรวมหารด้วยจำนวนผลผลิต หรือเท่ากับผลรวมต้นทุนคงที่เฉลี่ยและต้นทุนแปรผันเฉลี่ย

ATC หรือ AC = TC/Q = AFC + AVC

(3) ต้นทุนส่วนเพิ่มหรือต้นทุนเพิ่ม (marginal cost - MC) คือต้นทุนรวมที่เปลี่ยนแปลงไป สืบเนื่องจากผลผลิตเพิ่มขึ้นหรือลดลง 1 หน่วย

2.6.7 แนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ต้นทุน ในการแปรรูปวานิลลา ในพื้นที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงขุนวาง

จากการทบทวนแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับต้นทุนในการแปรรูปวานิลลาของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงขุนวาง สามารถสรุปได้ดังนี้

1) ต้นทุนดำเนินงาน

ต้นทุนในการแปรรูปฝักวานิลลาส่วนใหญ่เป็นการคิดคำนวณต้นทุนค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานในขั้นตอนต่างๆ ตั้งแต่ขั้นตอนการเพาะปลูก ได้แก่ ค่าพื้นที่ ค่างานระบบ ค่าดำเนินการปลูก ค่าดูแลรักษา และค่าดำเนินงานแปรรูป ตลอดอายุการดำเนินงาน รวมทั้งประมาณการรายรับจากการจำหน่ายฝักวานิลลาบ่ม และคำนวณงวดระยะเวลาคืนทุนของโครงการ

2) เทคนิคการวิเคราะห์ทางด้านการเงินที่คำนึงถึงมูลค่าของเงินตามเวลา

(1) มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value)

วิธีมูลค่าปัจจุบันสุทธิเป็นวิธีเปรียบเทียบมูลค่าปัจจุบันของเงินสดไหลเข้ากับมูลค่าปัจจุบันของเงินสดไหลออกของการลงทุน ผลต่างของมูลค่าปัจจุบันของกระแสเงินสดเรียกว่า มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (นงนุช โสรัตน์, 2550) ซึ่งในการคำนวณต้นทุนใช้อัตราดอกเบี้ยเงินให้สินเชื่อ ประเภทเงินกู้ระยะยาวลูกค้ารายย่อยของธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตร ในการวิเคราะห์ทางด้านการเงินให้กับการเพาะปลูกวานิลลาของเกษตรในพื้นที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงขุนวาง

(2) อัตราผลตอบแทนการลงทุน (Internal Rate of Return)

อัตราผลตอบแทนที่วิเคราะห์นี้ เป็นอัตราผลตอบแทนที่แท้จริงจากการลงทุนในโครงการ อัตราผลตอบแทนที่ได้เป็นอัตราที่ทำให้มูลค่าปัจจุบันของผลตอบแทนที่คาดว่าจะได้รับเท่ากับเงินลงทุนครั้งแรก ซึ่งอัตราผลตอบแทนของโครงการปลูกวานิลลาเชิงการค้าที่ขยายสู่เกษตรกรของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงขุนวาง ปี 2553 เท่ากับ 17 เปอร์เซ็นต์ จากการสัมภาษณ์ เจ้าหน้าที่พบว่าทางศูนย์ฯ ขุนวางมีต้นทุนการดำเนินงานเกี่ยวกับวนิลลาเฉลี่ยต่อปีเท่ากับ 163,535 บาท และมีต้นทุนต่อกิโลกรัมฝักสดเท่ากับ 641 บาท และต้นทุนต่อกิโลกรัมฝักบ่มเท่ากับ 3,207 บาท