

อ้อย1. บทนำ

ในบรรดาพืชที่ให้น้ำตาลหลาย ๆ ชนิด เช่น รุทมีท, มะพร้าว, เมเปิ้ล, ตาลโตนด และอ้อย อ้อยจะให้น้ำตาลได้มากที่สุด ดังนั้นอ้อยจึงเป็นวัตถุดิบในการผลิตน้ำตาลมากที่สุด คาดว่าน้ำตาลที่ประเทศต่าง ๆ ทั่วโลกผลิตได้ จะได้มาจากอ้อยถึงร้อยละ 60-70 นอกจากนี้ยังมีอุตสาหกรรมที่ต่อเนื่องจากการผลิตน้ำตาลจากอ้อยอีกหลายอย่าง เช่น การผลิตเส้นใยจากชานอ้อย, การผลิตแอลกอฮอล์ใช้ทดแทนพลังงานจากน้ำมัน, ตลอดจนการผลิตสารเคมีชนิดต่าง ๆ จากการหมักน้ำอ้อย หรือกากน้ำตาล เป็นต้น ผลผลิตต่าง ๆ เหล่านี้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้หลายด้าน ความปลูกอ้อยเป็นพืชที่ขึ้นได้ง่าย และทนต่อสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมต่าง ๆ ได้ดีพอสมควรอยู่แล้ว หากได้มีการเตรียมการปลูกที่ดี อ้อยก็จะสามารถให้ผลผลิตติดต่อกันได้อย่างน้อย 3 ปี ดังนั้นจึงเป็นที่ที่น่าสนใจ ประกอบกับในปัจจุบันประเทศไทยได้รายได้จากการส่งออกน้ำตาลและผลพลอยได้อื่น ๆ จากการผลิตน้ำตาลจากอ้อยเป็นจำนวนมากในแต่ละปี มูลค่าของการส่งออกน้ำตาลเคยสูงถึง 12,849 ล้านบาทในปี 2525 ดังนั้นอ้อยจึงจัดว่าเป็นพืชที่มีความสำคัญมากทางเศรษฐกิจพืชหนึ่ง และในบางปีได้ส่งผลกระทบต่อการบริหารงานของรัฐบาลและการเมืองภายในประเทศอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้

2. การจำแนกทางพฤกษศาสตร์

อ้อยจัดอยู่ในวงศ์ Gramineae และอยู่ในสกุล *Saccharum*  
พืชในสกุลนี้จำแนกออกได้เป็น 6 ชนิด คือ

1. *S. spontaneum*
2. *S. robustum*
3. *S. officinarum*
4. *S. barberi*
5. *S. sinense*
6. *S. edule*

## 2.1 *Saccharum spontaneum* (อ้อยป่า)

อ้อยป่าเป็นอ้อยที่อายุอยู่ได้หลายปี มีทรงต้นได้หลายแบบ มีความสูงตั้งแต่ 35 เซนติเมตรถึง 800 เซนติเมตร หรือสูงกว่า ลำต้นมีขนาดเรียวเล็ก เส้นผ่าศูนย์กลางไม่เกิน 2 เซนติเมตร ลำต้นของอ้อยป่ามีไส้และบางที่ไส้จากดวงข้อใหญ่และปล้องยาว มี juice น้อยและมีไฟเบอร์มาก juice ไม่หวานเลย ใบแคบและแข็ง อาจมีความยาวได้ถึง 200 เซนติเมตร กาบใบคงทนจึงไม่มีการหึ่งใบ ก้านช่อดอกมีขนยาว อ้อยป่าที่อยู่ในประเทศไทยได้แก่ ต้นพง และต้นเลา

อ้อยป่าไม่มีความสำคัญในการผลิตน้ำตาล แต่เป็นพืชที่มีคุณค่าสำหรับการผสมพันธุ์ เพราะเป็นพืชที่มีความต้านทานต่อโรคต่าง ๆ ได้ดี พืชใน species นี้มีจำนวนโครโมโซมจำนวนแตกต่างกัน ( $2n = 40-128$ )

## 2.2 *Saccharum robustum* (อ้อยโรบัสต์)

พืชใน species นี้เป็นพืชยืนต้น อาจมีความสูงได้ถึง 10 เมตร ลำต้นกลม ขนาดเล็กถึงปานกลาง ไม่แตกกิ่ง ลำต้นอาจตั้งตรงหรือโค้งก็ได้ ปล้องเรียวยาวและแข็งแรง มีไส้ตรงกลางลำต้น มี juice พอสมควร, ก้านช่อดอกมีขน

กลีบหุ้มดอกอันที่สามขนาดเล็กมาก หรือไม่มีเลย, พืชในประเทศไทยที่จัดอยู่ใน *S. robustum* คือ อ้อยแซม

อ้อยโรบัสต์ใช้ประโยชน์ในการผสมพันธุ์ เมื่อผสมกับ *S. officinarum* จะได้ลูกผสมที่ไม่เป็นหมัน ลูกผสมของอ้อยโรบัสต์ได้แก่ H37-1933 เป็นลูกผสมที่มีเชื้อสายของอ้อยโรบัสต์อยู่ประมาณ 12.5 เปอร์เซ็นต์ ลูกผสมพันธุ์นี้เกิดขึ้นในฮาวาย และใช้ปลูกกันตามหมู่เกาะต่าง ๆ *S. robustum* มีจำนวนโครโมโซมตั้งแต่ 20-97 คู่ ( $2n = 40-194$ ) ตามปกติจะมีโครโมโซมอยู่ 40 คู่

### 2.3 *Saccharum officinarum* (อ้อยมีตระกูล)

พืชใน species นี้มีลำต้นขนาดใหญ่ ผิวเรียบ และสีสรร สวยงาม จึงได้ชื่อว่า "อ้อยมีตระกูล" (noble canes) อ้อยนี้มีลักษณะทรงต้นใกล้เคียงกับอ้อยโรบัสต์มากที่สุด ที่ต่างกันก็คืออ้อยมีตระกูลมีน้ำตาลมากกว่าและมีไฟเบอร์ต่ำกว่า ใบกว้างกว่า, ก้านช่อดอกไม่มีขน, ลำต้นมีขนาดใหญ่กว่า มีโครโมโซมจำนวนแน่นอน ( $2n = 80$ ) อ้อยมีตระกูลพันธุ์แท้มีอยู่หลายพันธุ์ มักจะเรียกชื่อกันตามท้องถิ่น ในสมัยแรก ๆ มักจะปลูกไว้รับประทานสด ต่อมาได้มีการคัดเลือกพันธุ์ และพัฒนาเป็นอ้อยโรงงาน เพื่อใช้ในการผลิตน้ำตาล

อ้อยมีตระกูลที่มีความสำคัญในอดีตมีอยู่หลายพันธุ์ อาทิ เช่น โอตาไฮต์ (Otaheite) และเชอริบอน (Cheribon) เป็นต้น

อ้อยพันธุ์โอตาไฮต์มีลำต้นแข็งแรง, มีน้ำตาลมาก, ให้ผลผลิตสูง, โดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้าปลูกในดินที่เปิดใหม่ ชาวฝรั่งเศสได้นำอ้อยพันธุ์นี้

มาจากมาดากัสการ์ไปปลูกใน reunion ในปีค.ศ. 1657 และได้เปลี่ยนชื่อ เป็นพันธุ์เบอรับอง (Bourbon) ต่อมาได้นำอ้อยพันธุ์นี้ไปปลูกในมอริเชียส (Mouritius) ในปีค.ศ. 1715, และหมู่เกาะอินดิสตะวันตกในปี 1787 ใน เวลาต่อมาอ้อยพันธุ์โอตาไฮต์หรือเบอรับองได้แพร่กระจายไปยังประเทศเม็กซิโก, บราซิล, อินเดีย, ชวาและฮาวาย ในขณะที่อ้อยพันธุ์นี้กำลังเป็นที่นิยมกันก็ได้มีโรค ระบาดอย่างรุนแรงขึ้นในหลายท้องถิ่น, ผู้ปลูกอ้อยจึงได้เลิกปลูกอ้อยพันธุ์นี้ในตอนปลาย ศตวรรษที่ 19

สำหรับอ้อยพันธุ์เซอริบอนเป็นพันธุ์ที่เกิดขึ้นในหมู่เกาะชวา ลำต้น อาจมีสีต่าง ๆ กัน และมีชื่อเฉพาะต่าง ๆ กัน เช่น อ้อยพันธุ์ที่มีลำต้นสีอ่อน ๆ เรียกว่า Light Cheribon, พันธุ์ที่มีลำต้นลายเรียกว่า Striped Cheribon, พันธุ์ที่มีลำต้นสีดำหรือสีม่วงแก่ เรียกว่า Black Cheribon เป็นต้น ในขณะที่อ้อย พันธุ์โอตาไฮต์มีปัญหาเกี่ยวกับโรคเข้าทำลาย ก็ได้ใช้อ้อยพันธุ์เซอริบอนนี้ปลูกแทน และอ้อยพันธุ์เซอริบอนได้รับการผสมพันธุ์กับอ้อยพันธุ์อื่น ๆ ได้ลูกผสมออกมาอีกหลาย พันธุ์ ทั้งอ้อยพันธุ์เซอริบอนและพันธุ์ลูกผสมเซอริบอนได้แพร่กระจายไปสู่ส่วนต่าง ๆ ของโลกอย่างรวดเร็ว และมีอ้อยพันธุ์ลูกผสมเซอริบอนบางพันธุ์ยังปลูกเป็นการค้าใน หลายแห่งของโลกจนกระทั่งถึงปัจจุบัน เช่น อ้อยพันธุ์ POJ 2878 เป็นต้น

นอกจากนี้ยังมีอ้อยอีกหลายพันธุ์ที่เคยใช้ปลูกเป็นการค้าในอดีต ซึ่งได้แก่ อ้อยพันธุ์ครีโอล (Creole) , พันธุ์แทนนา (Tanna), พันธุ์บาดิลา (Badila), พันธุ์พรีแองเจอร์ (Preanger) และพันธุ์บอร์เนียวดำ (Black Borneo) เป็นต้น แต่ในปัจจุบันอ้อยเหล่านี้ได้ถูกนำมาใช้ประโยชน์ในทางการผสม พันธุ์ และได้ลูกผสมใหม่ ๆ ขึ้น, ไม่ได้ใช้ปลูกเป็นการค้าต่อไปอีกแล้ว

## 2.4 *Saccharum barberi* (อ้อยอินเดีย)

พืชชนิดนี้เรียกว่า อ้อยอินเดีย เดิมเข้าใจว่าเป็นอ้อยที่กลายพันธุ์มาจากอ้อยป่า แต่ในปัจจุบันมีความเห็นตรงกันว่าอ้อยอินเดียเกิดจากการผสมพันธุ์ตามธรรมชาติระหว่างอ้อยป่า (*S. spontaneum*) กับอ้อยมีตระกูล (*S. officinarum*) อ้อยอินเดียขึ้นได้ดีในเขตกึ่งเมืองร้อน และในเขตอบอุ่น อ้อยชนิดนี้มีลำต้นไม้ใหญ่มากนัก อาจมีสีเขียว, สีขาว หรือสีชานวาล, ใบเรียวยาวเล็ก, ก้านช่อดอกมีขนยาว, กลีบหุ้มดอกจำนวน 4 อัน เป็นอ้อยที่มีไฟเบอร์มาก, มีน้ำตาลปานกลาง ผลผลิตค่อนข้างต่ำ เนื่องจากอ้อยอินเดียหลายพันธุ์สามารถต้านทานต่อโรคต่าง ๆ ได้ดี จึงใช้ประโยชน์ในการผสมพันธุ์อ้อยได้มาก และเมื่อนำไปผสมกับอ้อยพันธุ์ซอร์บอน ทำให้ได้ลูกผสมที่ปลูกเป็นการค้าได้หลายพันธุ์

## 2.5 *Saccharum sinense* (อ้อยจีน)

พืชชนิดนี้เรียกว่า อ้อยจีน มีทรงต้นสูงและแข็งแรง, ลำต้นเรียวยาว, มีสีเขียวเหลือง, มีไฟเบอร์มาก, มีน้ำตาลปานกลาง, น้ำอ้อยมีคุณภาพต่ำ เนื่องจากมีคาร์โบไฮเดรตอื่น ๆ ปนอยู่มาก ทำให้ตกผลึกแยกน้ำตาลออกได้ยาก, ใบค่อนข้างกว้างกว่าอ้อยอินเดีย ใบมีขนาดกว้างได้ถึง 5 เซนติเมตร, ก้านช่อดอกมีขนยาว, มีกลีบหุ้มดอก 4 อัน, อ้อยจีนสามารถต้านทานต่อโรคไวรัสและโรคเชื้อราได้หลายชนิด ในสมัยก่อน ๆ ปลูกแทนอ้อยพันธุ์โอดาไฮต์ในหลายแห่งที่มีการปลูกอ้อย อ้อยจีนเป็นอ้อยที่เป็นหมันเกือบทั้งหมด จึงมีประโยชน์ในการผสมพันธุ์อ้อยน้อยมาก

## 2.6 *Saccharum edule*

อ้อยชนิดนี้มีช่อดอกที่เป็นหมัน สันนิษฐานว่าเกิดจากการกลายพันธุ์ของอ้อยโรบัสต์ มีปลูกกันในเฉพาะที่หมู่เกาะนิวกินี และหมู่เกาะใกล้เคียงเท่านั้น ไม่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ

### 3. ถิ่นกำเนิดและการแพร่กระจายของอ้อย

อ้อยป่า (*S. spontaneum*) มีถิ่นกำเนิดอยู่ในแถบตะวันออกเฉียงเหนือของทวีปแอฟริกา ได้แพร่กระจายเข้าไปในประเทศอินเดีย โดยผ่านทางตะวันออกกลาง และได้แพร่กระจายเข้าไปยังหมู่เกาะนิวกินี โดยผ่านทางมหาสมุทรอินเดีย ในประเทศอินเดีย พบว่ามีอ้อยป่าอยู่ถึง 400 พันธุ์ และได้ผสมพันธุ์ตามธรรมชาติกับอ้อยมีตระกูล ได้ลูกผสมออกมาเป็นอ้อยอินเดียและอ้อยจีน ในปัจจุบันอ้อยป่ายังมีประโยชน์ในด้านผสมพันธุ์อ้อยอยู่มาก เพราะเป็นพืชที่ต้านทานต่อโรคอ้อยที่สำคัญ ๓ หลายชนิด

อ้อยโรบัสต์ (*S. robustum*) มีถิ่นกำเนิดอยู่ในหมู่เกาะนิวกินี และแพร่กระจายไปยังหมู่เกาะต่าง ๆ ในมหาสมุทรแปซิฟิกจนถึงประเทศชวาและแหลมมาลาญ ในเวลาเดียวกันอ้อยโรบัสต์ก็ได้แพร่กระจายไปยังหมู่เกาะซาวายที่หมู่เกาะนิวกินีมีการปลูกอ้อยโรบัสต์กันมากตามบ้านเรือน บางครั้งก็ใช้ปลูกทำเป็นรั้วกันแนวเขต ส่วนที่หมู่เกาะซาวาย ได้นำอ้อยโรบัสต์ไปผสมพันธุ์ ได้ลูกผสมที่ให้ผลผลิตสูงหลายพันธุ์ ซึ่งรวมถึงอ้อยพันธุ์ H37-1933 ด้วย

อ้อยมีตระกูล (*S. officinarum*) มีถิ่นกำเนิดอยู่ในแถบหมู่เกาะ  
ตอนใต้ของมหาสมุทรแปซิฟิก ซึ่งอาจจะเป็นหมู่เกาะนิวินีก็ได้ สันนิฐานกันว่า  
อ้อยมีตระกูลเกิดจากการกลายพันธุ์ตามธรรมชาติของอ้อยโรบัสต์ ในบริเวณถิ่น  
กำเนิดและบริเวณใกล้เคียง นิยมปลูกอ้อยมีตระกูลไว้รับประทานสด และใช้ใน  
พิธีทางวัฒนธรรมประจำถิ่น อ้อยมีตระกูลได้แพร่กระจายจากถิ่นกำเนิดไปยังส่วน  
ต่าง ๆ ของโลกที่มีการปลูกอ้อย รวมทั้งในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้, ประเทศอิน-  
เดีย, ประเทศจีน, ทวีปยุโรป, ทวีปแอฟริกา, ทวีปอเมริกาเหนือ, ทวีปอเมริกาใต้,  
หมู่เกาะแคริบเบียน และทวีปออสเตรเลีย

อ้อยอินเดีย (*S. barberi*) มีถิ่นกำเนิดอยู่ในประเทศอินเดีย  
เป็นลูกผสมระหว่างอ้อยป่ากับอ้อยมีตระกูล อ้อยอินเดียส่วนใหญ่จะปลูกกันในอินเดีย  
และในประเทศใกล้เคียง ซึ่งได้แก่ ประเทศต่าง ๆ ในคาบสมุทรอินโดจีน, ประเทศ  
จีนตอนใต้ และไต้หวัน ในสมัยแรก ๆ ประเทศอินเดียปลูกอ้อยอินเดียไว้รับประทาน  
สด เมื่อได้ตั้งโรงงานน้ำตาลขึ้น ก็ได้ใช้อ้อยอินเดีย เป็นวัตถุดิบป้อนโรงงานน้ำตาล  
และได้เรียกน้ำตาลเป็นภาษาสันสกฤตว่า Srakara, shankkara, Shrakkara  
หรือ Sakkharon

อ้อยจีน (*S. sinense*) มีถิ่นกำเนิดอยู่ตอนกลางของประเทศจีน  
สันนิฐานว่าเป็นลูกผสมตามธรรมชาติระหว่างอ้อยป่ากับอ้อยมีตระกูล เช่นเดียวกับ  
อ้อยอินเดีย ในระยะแรกได้แพร่กระจายไปสู่ประเทศใกล้เคียง เช่นเดียวกับอ้อยอิน-  
เดีย และระหว่างตอนกลางศตวรรษที่ 19-ตอนต้นศตวรรษ 20 อ้อยจีนได้แพร่กระจาย  
ไปยังประเทศบราซิล ประเทศเปอร์โตริโก, ประเทศแอฟริกาใต้, และหมู่เกาะมอริเชียส  
ในมหาสมุทรอินเดีย

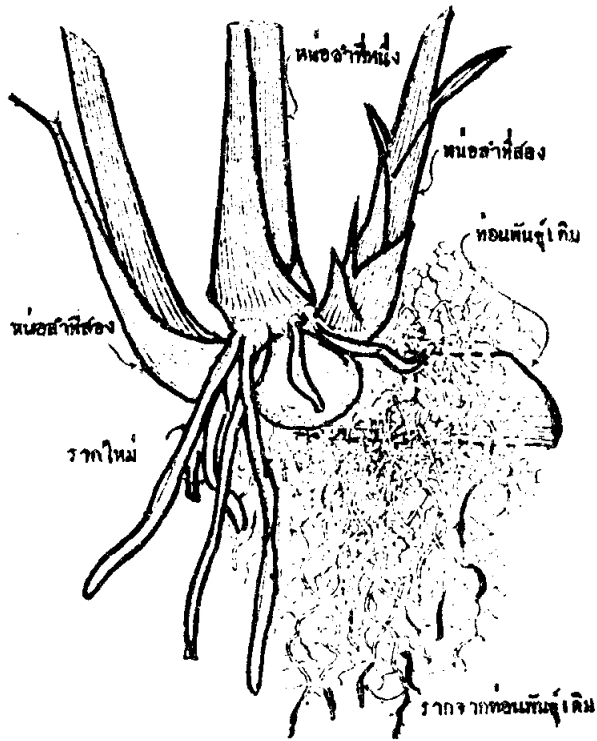
#### 4. ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของอ้อย

อ้อยที่ปลูกอยู่ในปัจจุบันส่วนใหญ่จะเป็นลูกผสมของอ้อยมีตระกูลเกือบทั้งหมด อ้อยเหล่านี้มีลักษณะทางพฤกษศาสตร์โดยทั่วไปดังนี้

##### 4.1 ราก

รากอ้อยแบ่งออกเป็น 2 พวก (ดูรูปที่ 1) คือรากรุ่นแรก ได้แก่ รากจากท่อนพันธุ์เดิม อีกพวกหนึ่งคือ รากรุ่นที่สอง ได้แก่ รากที่เกิดจากหน่อของต้นอ้อยที่งอกออกมาใหม่ ที่ข้อของลำต้นอ้อยจะมี root primodia เมื่อนำท่อนพันธุ์ (หรือส่วนของลำต้นที่มีข้อ) ปลูก root primodia ก็จะงอกออกมาเป็นราก เรียกรากพวกนี้ว่า รากรุ่นแรก (sett roots or primary roots) รากพวกนี้มีขนาดเล็ก มีการแตกแขนงมาก ทำหน้าที่ดูดน้ำ และอาหารมาเลี้ยงต้นอ่อน รากรุ่นแรกจะตายไปเมื่อถึงเวลาอันสมควร (หลังจาก 2-3 เดือน). ต่อมาเมื่อต้นอ้อยเติบโตและมีหน่อแตกออกมาใหม่ ก็จะมีรากงอกออกมาจากหน่อ ซึ่งเป็นรากรุ่นที่สอง (buttress roots or secondary roots) รากพวกนี้จะเกิดจากโคนท่อนอ้อย และจะเริ่มเกิดขึ้นมาเมื่อต้นอ้อยมีอายุได้ประมาณ 2-3 เดือน รากที่เกิดขึ้นใหม่นี้เป็นรากฝอย มีขนาดใหญ่กว่ารากรุ่นแรก มีการแตกแขนงไต่ข้าง เป็นรากที่ถาวร ทำหน้าที่ค้ำยันหรือยึดลำต้นให้ตรง และดูดน้ำและอาหารให้ต้นอ้อย รากอ้อยที่ทำหน้าที่ดูดน้ำและแร่ธาตุได้ดีจะอยู่ในบริเวณตั้งแต่ผิวดินจนถึงลึกลงไปใต้ดินประมาณ 25-30 เซนติเมตร เมื่อลำต้นอ้อยถูกตัดไปใช้ประโยชน์หรือตายไป ก็จะมีท่อนอ้อย (ratoon) เหลืออยู่ เมื่อท่อนอ้อยงอกหน่อขึ้นมาใหม่ ก็จะมีรากเกิดขึ้นมาใหม่ในลักษณะเดียวกับรากรุ่นที่สอง และรากเก่าก็หมดหน้าที่และตายไป ระบบรากของ





รูปที่ 1 แสดงระบบรากของอ้อยที่งอกจากท่อนพันธุ์และที่งอกออกจากท่อน

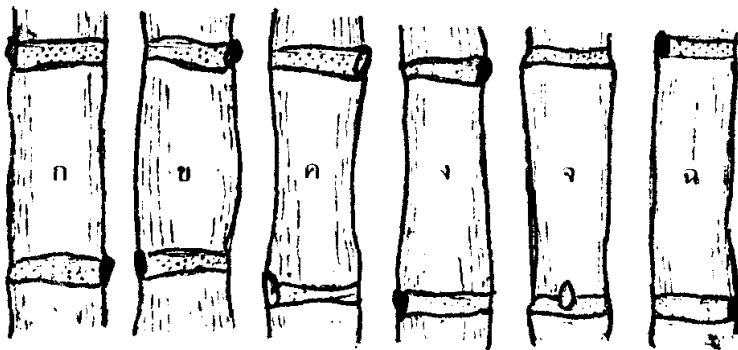
อ้อยต่อจะมีความแข็งแรง และใหญ่กว่าระบบรากแรก และรุ่นที่สองที่ตายไป

#### 4.2 ลำต้น

ลำต้นของอ้อยอาจเรียกว่า cane หรือ culm ลำต้นอ้อยมีความแข็งแรง สูงประมาณ 2.5-6.0 เมตร โดยปกติลำต้นจะตั้งตรง แต่บางพันธุ์อาจโค้งงอได้บ้าง ลำต้นไม่มีก้านแตกแขนง แต่อาจจะออกหน่อจากโคนต้นได้

ลำต้นออยประกอบด้วยข้อ (node) และปล้อง (internode) ทอดกันยาวหลายปล้อง ที่ข้อมีตา (bud) และกาบใบ (leaf sheath) หมอบอยู่ เมื่อกาบใบหลุดจะเห็นได้ชัดเจน นอกจากนั้นที่ข้อจะมี root primordia อยู่โดยรอบ ข้อออยแต่ละข้ออาจมีตาจำนวน 1 ตา หรืออาจจะมี 2 ตาก็ได้ ตำแหน่งของตาบนข้อจะสลับข้างกันตามความยาวของลำต้น

ปล้องของออยมีความยาว ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง รูปร่าง และสีสรรแตกต่างกันตามพันธุ์ ลักษณะดังกล่าวใช้ในการจำแนกพันธุ์ออยได้ แต่ลักษณะดังกล่าวอาจแตกต่างกันไป เมื่อออยเจริญเติบโตในสภาพแวดล้อมที่ต่างกัน ปล้องของออยอาจมีความยาวได้ตั้งแต่ 5-25 เซนติเมตร และมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางได้ตั้งแต่ 1.5-6.0 เซนติเมตร ปล้องที่โคนและที่ยอดจะสั้นกว่าบริเวณกลางต้น ปล้องบริเวณยอดของลำต้นจะมีน้ำตาลซูโครสน้อยที่สุด และจะถูกตัดทิ้งเมื่อนำไปเข้าโรงงานนำตาล



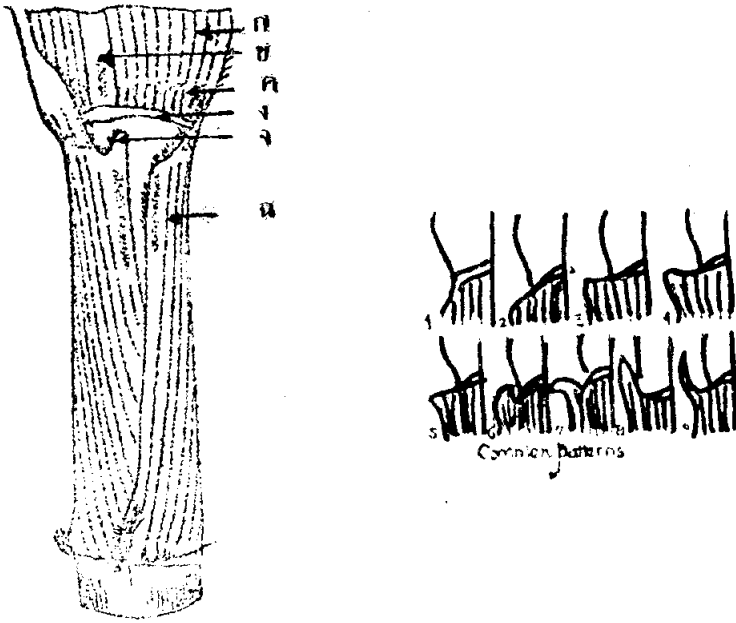
รูปที่ 2 แสดงปล้องของออย ก. ทรงกระบอก ข. กลางปล้อง ค. กลางคอด ง. โคนโต จ. ปลายโต ฉ. โคน

ปล่องของออยมีลักษณะภายนอกต่างกันตามชนิดของพันธุ์ (ดูรูปที่ 2) ซึ่งอาจจะเป็นรูปทรงกระบอก, กลางป่อง, กลางคอด, โคนปล่องโก, ปลายปล่องโต หรืออาจจะมีลักษณะโค้งก็ได้ ที่ผิวของปล่องมีเปลือกที่ค่อนข้างแข็ง และมีสีต่าง ๆ กัน เช่นสีเขียว, สีเหลือง, สีแดง, สีม่วง, หรือสีดำ หรืออาจมีลายสลับกันได้ เปลือกของปล่องอาจมีรอยแตกตามความยาวของปล่องได้ ถ้าเป็นรอยแตกสั้น ๆ และมีพวก cork cells เกิดขึ้นประสานรอยแตกนั้นก็จะมีอันตรายกับท่อนออย แต่การรอยแตกลึกและยาว ก็จะเป็นอันตรายต่อท่อนออยได้ ภายในปล่องประกอบด้วยมัดท่อน้ำ และท่ออาหาร เรียกว่า fibro-vascular bundle และมี parenchyma cells เป็นที่สะสมน้ำตาล

#### 4.3 ใบ

ใบออยเกิดขึ้นที่ข้อ ๆ ละ 1 ใบ ใบจะเรียงกันเป็น 2 แถวตรงข้ามกันตามความยาวของลำต้น โดยตำแหน่งของใบของข้อที่อยู่ติดไปจะอยู่ตรงข้ามกัน ในแรกของออยคือ เยื่อหุ้มตา (scale leaf) ที่ตาของท่อนพันธุ์ขณะที่ตาเจริญเติบโต เยื่อหุ้มตาจะขยายใหญ่เป็นใบออย ใบของออยที่อยู่ในระยะ vegetative จะใหญ่กว่าใบที่เจริญในระยะ reproductive ใบออยประกอบด้วยตัวใบ (lamina) และกาบใบ (leaf sheath) ตัวใบมีขนาดความกว้างประมาณ 1.5-1.0 เซนติเมตร และมีขนาดความยาวประมาณ 70-120 เซนติเมตร ใบออยที่เกิดขึ้นใหม่จะมีลักษณะค่อนข้างตั้งตรง เมื่อใบใหญ่ขึ้นและยาวขึ้น ตัวใบจะโค้งลง ใบออยมีเส้นกลางใบที่แข็งแรง ขอบใบอาจมีหนามเล็ก ๆ และปลายใบเรียวและแหลม ใบสุดท้ายหรือใบธง (last or flag leaf) มีตัวใบขนาดเล็กลงมากและสั้น แต่มีกาบใบยาว ใบธงนี้จะเกิดขึ้นในระยะที่ต้นออยจะออกดอก. ที่โคนของตัวใบ

จะเป็นกาบใบ และกาบใบจะติดอยู่กับข้อโดยหุ้มข้อและปล้องบางส่วนไว้โดยรอบ  
 กาบใบมีความยาวตั้งแต่ประมาณ 2.5-30 เซนติเมตร อาจมีขนหรือไม่มีขนปกคลุม  
 อยู่ก็ได้ ส่วนที่ต่อระหว่างตัวใบกับกาบใบ เรียกว่า คอใบ (collar) ซึ่งมีลักษณะ



**รูปที่ 3** แสดงส่วนของกาบใบอ่อน (ซ้าย) และหูใบแบบต่าง ๆ (ขวา)  
 ก. แผ่นใบ, ข. เส้นกลางใบ, ค. คิวแลป, ง. ลิ้นใบ, จ. หูใบ,  
 ฉ. กาบใบ 1 และ 2 หูใบโค้ง, 3. มุมฉาก, 4. สามเหลี่ยมยอดแหลม,  
 5. สามเหลี่ยมเล็ก, 6. ยอดงอเข้า, 7. ยอดงอออก, 8. ใบทอก  
 9. เขาวัว

ต่าง ๆ กัน ลักษณะของกอใบเรียกว่าทิวแลป (dewlap) ขอบนอกด้านบนของ กอใบจะมีติ่งยื่นออกมาเรียกว่าหูใบ (auricle) หูใบของอ้อยมีหลายแบบ ได้แก่ หูใบโค้งลง, หูใบแถบม้วนฉาก, หูใบรูปสามเหลี่ยม, หูใบยอกงอเข้า, หูใบยอกงอ ออก, หูใบรูปใบหอก, และหูใบรูปเขาวัว (ดูรูปที่ 3)

กอใบอาจจะลอกออกจากลำต้นไคยากหรือง่ายขึ้นอยู่กับพันธุ์อ้อย กอใบของอ้อยบางพันธุ์จะลอกออกจากลำต้นโดยธรรมชาติ เพื่อใบแก่เต็มที่ การลอกของกอใบในลักษณะนี้เรียกว่า การทิ้งใบ (free-trashing). โดยทั่วไป ในขณะที่ต้นอ้อยออกดอก ลำต้นอ้อย 1 ลำจะมีใบที่มีสีเขียวประมาณ 10 ใบ การทิ้งใบอาจใช้เป็นตัววัดความสำเร็จของต้นอ้อยได้ อ้อยที่มีความ สมบูรณ์มากจะทิ้งใบน้อยกว่าปกติ ซึ่งหมายความว่า จะมีใบติดอยู่กับลำต้นมาก กว่าปกติ สำหรับต้นอ้อยที่ไม่ค่อยแข็งแรงมักจะมีกาทิ้งใบมากกว่าปกติ

#### 4.4 ช่อดอก

ต้นอ้อยที่เจริญเติบโตเต็มที่ จะออกดอกภายใต้สภาพแวดล้อม ที่เหมาะสม ซึ่งไคแก่ สภาพวันสั้นและมีน้ำพอเหมาะ ต้นอ้อยจะใช้เวลาในการ สร้างคอกนานประมาณ 3 เดือน นับตั้งแต่ตายอดหยุดการเจริญทาง vegetative จนถึงระยะที่สามารถเห็นช่อดอกได้. ระยะก่อนที่ต้นอ้อยจะสร้างช่อดอก ใบอ้อยที่เกิดขึ้นใหม่ประมาณ 7-8 ใบจะมีขนาดสั้นลง โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ใบอ้อยใบสุดท้าย(ใบธง)จะมีขนาดสั้นมากคือ 2-3 เซนติเมตรเท่านั้น แต่กอ ใบจะยาวมากประมาณ 1 เมตร กอใบของใบธงจะทำหน้าที่ช่อดอกอ่อนไว้ เมื่อช่อดอกเจริญขึ้นจะแทงกอใบออกมา ช่อดอก (inflorescence) ที่เจริญ

เต็มที่จะมีความยาวประมาณ 25-50 เซนติเมตร ก้านของช่อดอกจะแตกก้านย่อย ออกมา และก้านย่อยจะแตกก้านย่อย ๆ ต่อไปอีกเล็ก ที่โคนของช่อดอกจะแตกก้านย่อย ใต้มากกว่าที่ปลาย ช่อดอกจึงมีรูปร่างคล้ายจักรหรือลูกศร ซึ่งอาจเรียกช่อดอกว่า arrow หรือ tassel ก็ได้.

ช่อดอกย่อยอาจมีดอกย่อย (spikelet) มากมาย อาจถึงแสนกว่า ดอก ดอกย่อยเหล่านี้จะอยู่กันเป็นคู่ ๆ ดอกย่อยแต่ละดอกจะมีลักษณะเหมือนกัน เว้นแต่ดอกหนึ่งจะมีก้านดอก (pedicelled) อีกดอกหนึ่งไม่มีก้านดอก (sessile) เวลาดอกกรวง ดอกย่อยทั้งคู่จะกรวงติดไปด้วยกัน. ดอกย่อยแต่ละดอกจะมีรังไข่ 1 อัน มีก้านชูเกสรตัวเมีย มีปลายแตกออกเป็น 2 แฉก และที่ปลายก้านชูเกสรตัวเมียมีขน เกสรตัวผู้มีมีปล้องเกสรอยู่ 3 อัน แต่ละอันประกอบด้วย 2 อันอยู่ติดกัน, ด้านนอกของดอกย่อยมีเปลือกหรือเกลบ (glume) หุ้มอยู่ 3 อัน ดอกย่อยแต่ละดอกมีขนาดประมาณ 1.5 เซนติเมตร ยาวประมาณ 1-1.5 เซนติเมตร (ดูรูปที่ 4)

ดอกย่อยแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ประเภทแรกเป็นดอกที่สมบูรณ์ (fertile) คือมีเกสรตัวเมียและเกสรตัวผู้สมบูรณ์ อีกประเภทหนึ่งเป็นดอกที่ไม่สมบูรณ์ (male sterile) คือมีเกสรตัวเมียสมบูรณ์ แต่มีเกสรตัวผู้ไม่สมบูรณ์ ดอกย่อยบานไม่พร้อมกัน ดอกย่อยที่ปลายช่อดอกจะบานก่อนที่โคนช่อดอก และที่ปลายก้านดอกจะบานก่อนที่โคนก้านดอก การออกดอกของอ้อยมีประโยชน์ในด้านการผสมพันธุ์อ้อย แต่ไม่มีประโยชน์ในด้านการค้าแต่อย่างใด เพราะขณะที่ต้นอ้อยออกดอก จะใช้น้ำตาลที่สะสมไว้ไปใช้ในการสร้างดอกหมด ดังนั้นในการปลูกอ้อย เพื่อการค้าจึงต้องเก็บเกี่ยวอ้อยก่อนที่อ้อยจะออกดอก จึงจะได้ผลผลิตสูงสุด



รูปที่ 4 แสดงช่อดอกของอ้อย (ก), ดอกย่อยมีเก้านดอก และดอกย่อยไม่มีเก้านดอก (ข), และส่วนประกอบต่าง ๆ ของดอกย่อย (ค) (ดูตำราประกอบ)

#### 4.5 ผล

ผลออยมีความยาวประมาณ 1 มิลลิเมตร ปลายผลมี stigma ติดอยู่ที่ฐานของผลออยมีขนโดยรอบ ช่วยให้ผลแพร่กระจายควยลมได้ดีขึ้น ผลจะแก่และหลุดออกจากก้านช่อดอกประมาณ 3 สัปดาห์หลังจากการผสมพันธุ์

#### 5. ระยะการเจริญเติบโตของต้นออย

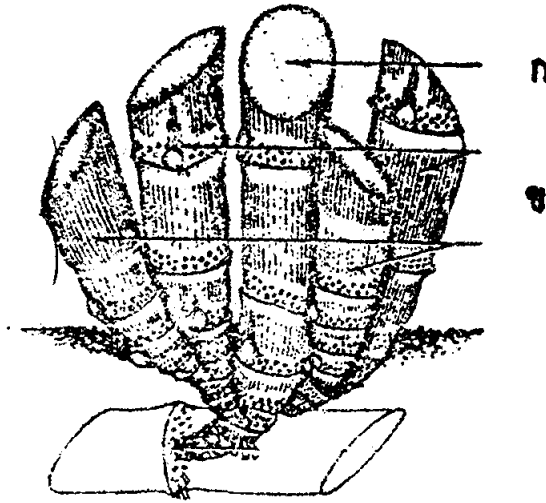
การเจริญเติบโตของต้นออยตั้งแต่ปลูกทอนพันธุ์จนถึงระยะเก็บเกี่ยวอาจแบ่งออกได้เป็น 4 ระยะคือ ระยะงอก, ระยะแตกกอ, ระยะย่างปล้อง และระยะแก่และสุก

(1) ระยะงอก เป็นระยะการเจริญเติบโตของออยตั้งแต่ปลูกทอนพันธุ์จนถึงหน่อออยชุดแรกเริ่มโผล่พ้นดิน ซึ่งจะใช้เวลาประมาณ 2-3 สัปดาห์ ระยะนี้ ออยต้องการอุณหภูมิสูง ประมาณ 30-34 องศาเซลเซียส ถ้าอุณหภูมิต่ำหน่อออยจะงอกช้ากว่าปกติ แสงแดดควรมีความเข้มพอประมาณ, ดินจะต้องมีความชื้นอยู่เสมอ แต่ไม่ควรและ เพราะจะทำให้ทอนพันธุ์เน่า

(2) ระยะแตกกอ เป็นระยะที่ต้นออยเริ่มแตกหน่อชุดใหม่ขึ้นมา ซึ่งจะเริ่มขึ้นเมื่อต้นออยมีอายุประมาณ 1 เดือน และระยะที่ต้นออยแตกกอมากที่สุดคือระยะที่ต้นออยมีอายุไปประมาณ  $2\frac{1}{2}$  - 4 เดือน ลักษณะการแตกกอจะเกิดขึ้นเป็นชุด ๆ คือ หน่อชุดที่สองจะแตกออกจากหน่อชุดแรก หน่อชุดที่สามจะแตกออกจากหน่อชุดที่สอง และเป็นอย่างนี้เรื่อย ๆ ไป ฉะนั้นหน่อชุดหลัง ๆ มักจะอยู่สูงขึ้นเรื่อย ๆ จนลอยขึ้นมาพ้นดิน ซึ่งเรียกว่า "ตอลอย" (พบได้ในออยตอ) ระยะที่ออยแตกกอหรือ



แตกหน่อต้องการ แสงแดดจัด อุณหภูมิสูง ต้องการน้ำและปุ๋ยมากกว่าในระยะงอก  
หากปัจจัยเหล่านี้เหมาะสมหน่อจะแตกหน่อได้มากขึ้น



ก. คอแม่ ข. หน่อ

รูปที่ 5 แสดงการแตกหน่อของต้นอ้อย

(3) ระยะยางปล่อง เป็นระยะที่ลำต้นอ้อยเจริญสูงขึ้นและเพิ่มขนาดอย่างรวดเร็ว ระยะนี้จะเริ่มต้นขึ้นเมื่อต้นอ้อยมีอายุได้ประมาณ 3-4 เดือน และระยะที่ต้นอ้อยเจริญทางความสูงและทางขนาดได้เร็วที่สุด จะอยู่ในระหว่างที่ต้นมีอายุได้ประมาณ 6-7 เดือน ต้นอ้อยในระยะยางปล่องนี้จะต้องการน้ำมากที่สุด ถ้ามีน้ำอยู่น้อย ปล่องของอ้อยจะสั้นลงมาก, ต้องการ แสงแดดจัด, อุณหภูมิสูง และต้องการปุ๋ยมากกว่าระยะอื่น ๆ ทั้งหมด

(4) ระยะแช่และสุก ตอนปลายของระยะย่างปล่อง ปล่องอ้อย จะเริ่มเจริญเติบโตช้าลง ปล่องจะยาวขึ้นช้าลง น้ำตาลที่สร้างขึ้นจะถูกใช้ขยลง ระยะนี้เรียกว่า ระยะแช่ เมื่อน้ำตาลถูกใช้ขยลง ก็จะมีการสะสมน้ำตาลไว้ในลำต้นอ้อยมากขึ้น ความหวานของอ้อยจะสูงขึ้นเรื่อย ๆ จนกระทั่งถึงระยะที่อ้อยมีความหวานสูงสุด ซึ่งเรียกระยะนี้ว่าระยะสุก เมื่ออ้อยเข้าระยะแช่ต้นอ้อย จะต้องการ แสงแดดจัด เหมือนกับระยะแตกกอและระยะย่างปล่อง แต่ต้นอ้อยจะต้องการอุณหภูมิต่ำและน้ำน้อย ฉะนั้นก่อนการเก็บเกี่ยวอ้อยประมาณ 1 เดือนถ้าอ้อยขาดน้ำหรือได้รับน้ำน้อยจะทำให้ต้นอ้อยมีน้ำตาลสะสมมากขึ้นและมีความหวานมากขึ้น

## 6. ประวัติการผลิตน้ำตาลของโลก

ในราวคริสต์ศักราช 500 ชาวเปอร์เซียเป็นชนชาติแรกที่ค้นคิดวิธีทำน้ำตาลชนิดผลึกแข็งจากอ้อย และในศตวรรษเดียวกันนี้ชาวอินเดียได้ผลิตน้ำตาลเป็นการค้าเป็นครั้งแรกของโลก แต่การผลิตน้ำตาลจากอ้อยแบบอุตสาหกรรมจริง ๆ นั้นเกิดขึ้นในประเทศอียิปต์ในคริสต์ศตวรรษที่ 9 และในเวลาต่อมามีรายงานว่า จีน, ญี่ปุ่น, อินเดีย, เปอร์เซีย, ซีเรีย, ซิซิลี, ไพรัส, สเปน และประเทศอื่น ๆ ในแถบทะเลเมดิเตอร์เรเนียนได้ผลิตน้ำตาลแบบอุตสาหกรรมเช่นเดียวกัน

ในคริสต์ศตวรรษที่ 16 การผลิตน้ำตาลจากอ้อยได้ไปเฟื่องฟูที่หมู่เกาะในทะเลแคริบเบียน มีการใช้ทาสในการปลูกอ้อยและในโรงงานอุตสาหกรรมกันอย่างแพร่หลาย ต่อมาในคริสต์ศตวรรษที่ 18 ติดต่อกับที่ 19 ได้มีการประกาศเลิกทาสในแบบต่าง ๆ ของโลก ทำให้เกิดปัญหาความแรงงานขึ้นกับโรงงานอุตสาหกรรมทั่วไป ซึ่งรวมทั้งโรงงานน้ำตาลในประเทศต่าง ๆ ด้วย แม้ว่าเจ้าของโรงงานน้ำตาลจะให้ค่าแรงงานสูงก็ตาม ก็ไม่มีใครอยากทำ เพราะคิดกันว่า งานในโรงงาน

น้ำตาลเป็นงานของทาส ทางโรงงานอุตสาหกรรมได้แก้ปัญหาโดยใช้เครื่องจักรไอน้ำเข้าทำงานแทนแรงคน หรือมีละอุน้ำที่จ้างแรงงานจากต่างประเทศเข้ามาทำงาน ในตอนต้นของคริสต์ศตวรรษที่ 19 ได้มีการใช้เครื่องจักรไอน้ำในโรงงานน้ำตาลกันอย่างแพร่หลายมีผลทำให้ประสิทธิภาพการผลิตจากอ้อยสูงขึ้นอย่างมาก

งานวิจัยเกี่ยวกับการปลูกอ้อยได้เริ่มขึ้นประมาณตอนกลางคริสต์ศตวรรษที่ 19 แต่งานวิจัยในตอนแรก ๆ มีอยู่น้อยมาก เท่าที่มีบันทึกไว้ได้แก่ งานวิจัยที่ประเทศอินเดีย (ค.ศ. 1840), ที่ชวา (1855), ที่กัวเตมา (1866), ที่เกาะมอริเชียสในมหาสมุทรอินเดีย (1869), ที่นิวยอร์กในประเทศสหรัฐอเมริกา (1885) และที่ฮาวาย (1897) และที่นับว่าก้าวหน้าที่สุดในยุคนั้นในงานวิจัยเรื่องอ้อย คือได้มีการจัดตั้งสถานีทดลองอ้อยขึ้น 3 แห่ง ในหมู่เกาะชวาระหว่างปี 1886-1887

ในคริสต์ศตวรรษที่ 20 เป็นระยะที่การปลูกอ้อยและอุตสาหกรรมผลิตน้ำตาลเจริญก้าวหน้ามากที่สุด ได้มีการผลิตอ้อยพันธุ์ใหม่ ๆ ขึ้นมาใช้ปลูกและได้แพร่กระจายไปยังแหล่งปลูกต่าง ๆ ทั่วโลก เช่น ที่ชวา ราวค.ศ. 1925 ได้ผลิตอ้อยพันธุ์ POJ 2878 ขึ้น และอ้อยพันธุ์นี้ได้ใช้ปลูกกันมาจนถึงปัจจุบันที่เกาะมอริเชียสได้ผลิตอ้อยพันธุ์ M134/32 ซึ่งเป็นพันธุ์ลูกผสมของ POJ 2878 และได้ใช้อ้อยพันธุ์ลูกผสมนี้กันประมาณ 20 ปี (1940-60). สำหรับทางด้านโรงงานน้ำตาล ก็ได้มีการติดตั้งเครื่องจักรไอน้ำเพื่อขยายการผลิตน้ำตาลกันมากขึ้น มีการค้นคว้าวิจัยและการทดลองของอ้อยเพื่อให้ปลูกอ้อยได้ผลผลิตสูงขึ้น เช่นมีการใช้เครื่องจักรในไร่อ้อย มีการใช้ปุ๋ยวิทยาศาสตร์ ซึ่งงานทั้งหมดทำให้การผลิตน้ำตาลจากอ้อยมีประสิทธิภาพสูงขึ้นอย่างมากมาย

## 7. ประวัติการผลิตน้ำตาลในประเทศไทย

ในสมัยสุโขทัย คนไทยสามารถผลิตน้ำตาลได้จากอ้อย น้ำตาลในสมัยนั้นเป็นน้ำตาลทรายแดง (muscovado) และมีการผลิตในเมืองสุโขทัย, เมืองพิษณุโลก และเมืองกำแพงเพชร ต่อมาในสมัยกรุงศรีอยุธยา ไทยติดต่อกับชาชน้ำตาลกับต่างประเทศ โดยส่งน้ำตาลไปขายประเทศญี่ปุ่น และได้ส่งน้ำตาลจากประเทศฟิลิปปินส์เข้ามาขายในไทยด้วย ในสมัยกรุงรัตนโกสินทร์ (พ.ศ. 2402) ประเทศไทยได้ส่งน้ำตาลไปขายต่างประเทศถึง 12,250 ตัน. ในพ.ศ. 2405 ประเทศไทยได้เริ่มสร้างโรงงานทำน้ำตาลด้วยเครื่องจักรไอน้ำตามริมแม่น้ำนครชัยศรี และจังหวัดชลบุรี และในปีพ.ศ. 2408 ประเทศไทยมีโรงงานน้ำตาลถึง 25 โรง ต่อมาในพ.ศ. 2432 โรงงานน้ำตาลในแถบริมแม่น้ำนครชัยศรีได้เลิกกิจการไป เพราะน้ำตาลมีราคาตกลง หลังจากนั้นประมาณ 25-30 ปี ภาวะน้ำตาลภายในประเทศดีขึ้น และมีการใช้น้ำตาลมากขึ้น แต่ในระยะนี้มีโรงงานน้ำตาลขนาดเล็ก แถบจังหวัดชลบุรี เท่านั้นที่ยังคงเปิดกิจการอยู่ จึงทำให้ต้องส่งน้ำตาลเข้ามาขายในประเทศเพื่อให้ออกกับความต้องการ

ประเทศไทยได้ตั้งโรงงานน้ำตาลที่ทันสมัยขึ้นเป็นแห่งแรกที่อำเภอเกาะกา จังหวัดลพบุรี โดยเริ่มสร้างเดือนเมษายน 2480 และได้เปิดหีบอ้อยครั้งแรกเมื่อวันที่ 18 ธันวาคม 2480 ในตอนแรกมีกำลังผลิตประมาณวันละ 500 ตัน และได้ขยายกำลังผลิตในปีพ.ศ. 2483 และปีพ.ศ. 2517 เป็นวันละ 800 ตัน และ 1,200 ตัน ตามลำดับ ต่อมาในปีพ.ศ. 2485 ประเทศไทยได้ตั้งโรงงานน้ำตาลขึ้นเป็นแห่งที่ 2 ที่จังหวัดอุตรดิตถ์ ในระยะแรก ๆ โรงงานทั้งสองแห่งเป็นของเอกชน ต่อมาได้โอนเป็นรัฐวิสาหกิจ ในปัจจุบันประเทศไทยมีโรงงานน้ำตาลในภาคต่าง ๆ