

บทที่ 2

ตรวจเอกสาร

ข้าวฟ่างหวาน (Sweet Sorghum) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Sorghum bicolor* (L.) Moench เป็นพืชที่มีต้นกำเนิดในประเทศทางแถบตะวันออกของแอฟริกา (เอธิโอเปีย และซูดาน) ต่อมาได้มีการปลูกกันอย่างกว้างขวางโดยทั่วไปในแอฟริกาตั้งแต่ตอนต้นของยุคก่อนประวัติศาสตร์จนถึงปัจจุบัน ในศตวรรษที่ 13 ได้มีการนำข้าวฟ่างหวานเข้าไปปลูกในประเทศจีน สำหรับในอเมริกาได้มีการนำข้าวฟ่างหวานเข้าไปปลูกในตอนต้นของศตวรรษที่ 17 และมีการปลูกแพร่หลายกันอยู่ทั่วไปส่วนใหญ่ใช้ในอุตสาหกรรมอาหารสัตว์ (FAO, 2002)

ข้าวฟ่างหวานจัดเป็นพืชตระกูลหญ้า ส่วนใหญ่ปลูกเพื่อใช้เป็นอาหารมนุษย์ และเป็นอาหารสัตว์ จัดเป็นพวกที่มีใบหยาบ ลำต้นมีลักษณะค่อนข้างแข็ง มีความสูงตั้งแต่ไม่น้อยกว่า 4 เมตรจนถึง 5 เมตร แล้วแต่พันธุ์ ลำต้นเป็นข้อมีข้อตั้งแต่ 15 จนถึง 30 ข้อ มีใบออกมาในแต่ละข้อ อาจจะมีการแตกหน่อบ้างเล็กน้อยแตกต่างกันขึ้นอยู่กับพันธุ์ สำหรับการออกดอกข้าวฟ่างหวานมีการออกดอกเหมือนกับข้าวฟ่างเมล็ดโดยทั่วไปคือ ผลิผลดอกที่ปลายของลำต้น มีเกสรตัวผู้ และเกสรตัวเมียอยู่ในดอกเดียวกัน มีการผสมตัวเองเฉลี่ย 95 เปอร์เซ็นต์ เมล็ดของข้าวฟ่างหวานมีหลายสีขึ้นอยู่กับพันธุ์

การเกษตรกรรมของข้าวฟ่างหวาน

การปลูก

ดินที่เหมาะสมแก่การเจริญเติบโตของข้าวฟ่างหวานคือ เป็นดินร่วนปนทราย แปลงปลูกต้องมีการระบายน้ำได้ง่าย ไม่เป็นที่ลุ่มและมีน้ำขังเมื่อฝนตกชุก การเตรียมดินที่ดีควรมีการไถให้ลึก 5-6 นิ้ว ตากดินทิ้งไว้ประมาณ 1 สัปดาห์ เพื่อให้วัชพืชตาย จากนั้นก็จะมีการไถแปร หรือไถพรวนให้ดินร่วน โดยเฉพาะบริเวณที่จะโรยเมล็ด เพราะดินอ่อนของข้าวฟ่างหวานจะเจริญเติบโตได้ช้า ดินบริเวณดังกล่าวควรจะมีการเตรียมให้ร่วนซุยดี เพื่อเก็บความชื้น และมีการถ่ายเทอากาศได้ดี เหมาะแก่การงอก และการเจริญเติบโตของต้นข้าวฟ่างหวาน การเตรียมดินไม่ดีอาจจะทำให้ต้นข้าวฟ่างหวานงอกไม่สม่ำเสมอได้ (น้อม, 2524)

วิธีปลูก

การปลูกเป็นแถวอาจจะใช้วิธีการหยอดเป็นหลุม หรือใช้ควายไถ หรือเปิดร่องให้ลึกประมาณ 1.5-2 นิ้ว แล้วโรยเมล็ดให้ห่างกันได้ระยะแล้วจึงกลบ การกลบไม่ควรเหยียบปากหลุมที่ปลูกเพราะเมล็ดข้าวฟ่างหวานจะงอกขึ้นมาไม่ได้ เนื่องจากเมล็ดเล็กมาก ระยะการปลูกที่แนะนำคือ ระหว่างแถว 75 เซนติเมตร และระหว่างต้น 15-20 เซนติเมตร จะมีจำนวนต้นต่อไร่ประมาณ 14,400-10,800 ต้น ปลูกเป็นแถวจะใช้เมล็ดประมาณ 1.5-2 กิโลกรัม (กรมวิชาการเกษตร, 2536 ; สุนทร, 2524)

เพื่อให้เมล็ดข้าวฟ่างหวานขึ้นสม่ำเสมอควรคลุกเมล็ดก่อนปลูกด้วยยากันราคือ แคบแทน หรือ ไโดเทนเอ็ม 45 ในอัตรา 2.5 กรัมต่อเมล็ดพันธุ์ 1 กิโลกรัม นอกจากนี้เวลาปลูกควรมีการโรยพวกยาฟุราดาน ลงในแถวที่ปลูกด้วย เพื่อป้องกันแมลงวันเจาะยอดข้าวฟ่างหวานอัตราที่ใช้ประมาณ 3 กิโลกรัมต่อไร่

การใส่ปุ๋ย

ควรจะมีการแบ่งใส่ 2 ครั้งคือ ครั้งแรกใส่ในตอนปลูก และครั้งหลังใส่ก่อนออกดอกเล็กน้อย โดยเฉพาะในโตรเจนซึ่งปุ๋ยในโตรเจนนี้พบได้ว่า ในบริเวณที่มีการชลประทาน หรือปริมาณน้ำฝนอย่างเพียงพอ ข้าวฟ่างหวานสามารถตอบสนองต่อปุ๋ยในโตรเจนได้ถึง 100 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ ปุ๋ยฟอสฟอรัสควรใส่ก่อนปลูก (กรมวิชาการเกษตร, 2536)

การป้องกันกำจัดวัชพืช

การใช้ยากำจัดวัชพืช เราใช้พวก atrazine ใช้ฉีดก่อนปลูก และหลังปลูกในอัตราที่เหมาะสม ขึ้นอยู่กับชนิดของดินที่ใช้ปลูกในดินทรายควรจะใช้ในอัตราที่ต่ำกว่าดินเหนียว อัตราที่ใช้แนะนำคือ 480 กรัมต่อน้ำ 40 ลิตรต่อไร่ แต่ข้าวฟ่างหวานมีอาการแพ้ต่อ atrazine ดังนั้นการใช้ lasso ฉีดจะดีกว่า (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2536)

การตัด และการเก็บเมล็ด

ข้าวฟ่างหวานจะเริ่มออกดอกเมื่ออายุครบ 60 วัน ขึ้นอยู่กับพันธุ์ การเจริญเติบโตในระยะแรก 10-20 วันค่อนข้างช้า แต่ในระยะ 30-60 วันจะเริ่มเจริญเติบโตเร็วมาก และเมล็ดเริ่มแก่ เมื่อครบ 100 วัน ซึ่งเป็นระยะเดียวกันกับที่จะตัดลำต้นไปผลิตน้ำเชื่อมทำแอลกอฮอล์ได้ (ส่วนวิชาการสำนักงานบริหารธนาคารกสิกรไทย, 2524)

ได้มีการศึกษาถึงช่วงระยะเวลาต่าง ๆ ในการเก็บเกี่ยวของข้าวฟ่างหวาน ที่มีผลต่อผลผลิตของน้ำเชื่อมในลำต้นเพื่อดูว่าระยะไหนของข้าวฟ่างที่จะเหมาะสมต่อการเก็บมากที่สุด พบว่า ระยะที่มีน้ำตาลซูโครสมากที่สุดก็คือ ระยะแก่ (ripe) เพราะหลังจากระยะนี้ไปแล้วน้ำตาลซูโครสจะลดมากที่สุด (แมคเคเลอร์ และอแลน, 2522)

การตัดข้าวฟ่างหวานมักตัดเหมือนอ้อย โดยการตัดยอด และกาบใบออกแล้วตัดช่อดอก หลังจากนั้นตัดลำต้นรวมเป็นมัดส่งโรงงานเข้าผลิตเป็นน้ำเชื่อมภายใน 24 ชั่วโมง ส่วนเมล็ดพันธุ์ที่ได้จากการกะเทาะเอาเมล็ดออกจากช่อดอกก่อน ต่อจากนั้นนำเมล็ดไปตากแดดเป็นเวลานาน 3-4 วัน แล้วจึงกลุยกากันแมลงไว้ เพื่อเตรียมปลูกในครั้งต่อไป (กรมวิชาการเกษตร, 2536)

การผลิตเป็นน้ำตาลและแอลกอฮอล์

การหีบน้ำตาลจากต้นข้าวฟ่างหวานโดยใช้ลูกหีบเช่นเดียวกันกับอ้อย ซึ่งจะมีการหีบซ้ำอีกบีบกั้นและพรมน้ำ เพื่อล้างเอาน้ำตาลออกจากลำข้าวฟ่างหวานที่หีบแล้ว สำหรับช่อดอก หรือเมล็ด หรือใบข้าวฟ่างหวานจะต้องตัดออกก่อนหีบ เพื่อมิให้มีสิ่งที่มีใช้น้ำตาลเข้าปะปนอยู่ในน้ำหวานได้

การทดสอบได้ค้นพบว่า ในการเติมปูนขาว (milk of lime) ลงในน้ำหวานเพื่อขจัดความเป็นกรด-ด่างอยู่ระหว่าง 7.7-7.9 แล้วต้มในอุณหภูมิ 130 องศาฟาเรนไฮต์ แล้วเติมสารตกตะกอน (flocculating agent) ตักเล็กน้อย แล้วตั้งน้ำหวานทิ้งไว้จะทำให้เกิดแป้ง 95 เปอร์เซ็นต์ และมีตะกอนอื่นๆ ลอยรวมอยู่ด้วย

การคัมน้ำหวานที่ตกตะกอนแล้วนี้แล้วจะเปลี่ยนไปเป็นน้ำเชื่อม ภายใต้ความดันสูญญากาศและอุณหภูมิ 140 องศาฟาเรนไฮต์ ปฏิบัติการเช่นเดียวกับการคัมน้ำเชื่อมจากอ้อย เมื่อส่วนบนของน้ำเชื่อม ซึ่งมีปริมาณของน้ำหนักของแข็งอื่นๆ เจือปนอยู่ 35 เปอร์เซ็นต์ ก็จะถูกกลั่นรวมออกมากับไอน้ำ และปฏิบัติซ้ำอีกเช่นเดียวกับน้ำหวานชุดแรก ทั้งนี้เพื่อบำบัดการขจัดแป้งและสารที่ไม่ต้องการออกไป

วิธีการทำใส (clarification) น้ำเชื่อมส่วนบนที่บางกว่าจะนำไปประเหยออก แล้วเติมน้ำใส่ให้เพียงพอภายใต้ระบบสูญญากาศก็สามารถผลิตเป็นน้ำเชื่อม 65 เปอร์เซ็นต์ มีการเติมปูนขาว และแคลเซียมคลอไรด์ ลงไปเพื่อเอากรดอะโคนิติกออกจากน้ำเชื่อม ต้มจนเดือดแยกเอาสารที่ไม่ละลายออกไปในรูปของเกลืออะโคนิติกออก น้ำเชื่อมจะมีสีใสที่จะมาทำเป็นน้ำตาลชนิดเม็ด หรือผลึกได้ต่อไป (กรดอะโคนิติกเป็นแป้งที่ไม่สามารถทำให้น้ำตาลตกผลึกได้)

ส่วนการผลิตแอลกอฮอล์ เมื่อเราได้น้ำหวานจากการหีบจากลูกหีบแล้ว นำน้ำหวานมาเติมปูนเพื่อให้ตกตะกอน นำน้ำหวานไปคัมน้ำเชื่อมในอุณหภูมิ 105-110 องศาเซลเซียส และนำน้ำเชื่อมที่มีความเข้มข้นในระดับ 35-36 โบเม (baume) น้ำเชื่อมที่ได้สามารถนำไปผลิตเป็นแอลกอฮอล์ (โพติก และเคย์, 2524)

คุณประโยชน์ของข้าวฟ่างหวาน

ข้าวฟ่างหวานเป็นพืชที่มีคุณสมบัติทางพฤกษศาสตร์ เหนือกว่าอ้อยอีกทั้งยังสามารถใช้ประโยชน์ได้ค่อนข้างมากกว่าอ้อย กล่าวคือ ส่วนผิวนอกของลำต้นข้าวฟ่างหวาน ที่เหลือจากการผลิตน้ำตาลแล้ว สามารถนำไปใช้การผลิตกระดาษแข็ง แกนในหรือไส้จะเป็นส่วนประกอบของน้ำหวาน ซึ่งมีน้ำตาลอยู่มาก สามารถนำไปหมักผลิตเป็นแอลกอฮอล์ใช้เป็นเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์ต่างๆ ได้เป็นอย่างดี ใบ และเมล็ดสามารถนำไปรวมกันเป็นอาหารหมักใช้เลี้ยงสัตว์ นอกจากนี้ช่อดอกยังใช้ทำปุ๋ยในดินธรรมชาติหรือเป็นเชื้อเพลิงสำหรับติดไฟได้ (น้อม, 2524 : ส่วนวิชาการสำนักงานบริหารธนาคารกสิกรไทย, 2523)

สำหรับอ้อยนั้นใช้ประโยชน์เฉพาะด้านการผลิตเป็นน้ำตาล และกากอ้อยใช้ทำเป็นเชื้อเพลิงติดไฟได้เท่านั้น (น้อม, 2523 : น้อม, 2524)

การตัดช่อดอกที่มีผลต่อการเพิ่มขึ้นของน้ำหวาน และเปอร์เซ็นต์ความหวานในข้าวฟ่างหวาน

การกระจายสารอาหารต่างๆ ในข้าวฟ่างหวานพบว่า ในช่วงแรกสารอาหารที่ได้จากการสังเคราะห์แสงที่เหลือจากการใช้จะมีการเคลื่อนย้ายมาสะสมในลำต้นข้าวฟ่างหวานก่อน หลังจากนั้นเมื่อมีการสร้างช่อดอก สารอาหารเหล่านั้นก็จะมีการเคลื่อนย้ายไปสะสมที่ช่อดอก และมีการสะสมสารอาหารในลำต้นลดลง จากการศึกษาพบว่า ประมาณ 20-25 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้งที่ต้องสูญเสียไปในการนำไปใช้ในการสร้างช่อดอก นอกจากนี้ยังพบความสัมพันธ์ที่ว่า น้ำหนักเมล็ดของข้าวฟ่างหวานมีความสัมพันธ์แบบผกผันกับน้ำหนักของลำต้นแห้ง ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่า ถ้าข้าวฟ่างหวานมีน้ำหนักของช่อดอกหรือน้ำหนักเมล็ดมีค่ามากก็จะมีผลต่อน้ำหนักลำต้นสด และแห้งของข้าวฟ่างหวานมี

ค่าลดลง ซึ่งจากข้อกำหนดดังกล่าวจึงมีความคิดว่า ถ้ามีการตัดเอาช่อดอกของข้าวฟ่างหวานออก สารอาหารต่างๆ ที่สะสมไว้ในลำต้นน่าจะมีค่าเพิ่มมากขึ้น ทั้งนี้ก็เพราะข้าวฟ่างหวานไม่ต้องสูญเสียสารอาหารที่ต้องนำไปใช้ในการสร้างช่อดอก และเมล็ด ซึ่งเป็นแนวทางหนึ่งในการเพิ่มสารอาหารในลำต้นมากขึ้น และยังเป็นการทำให้ผลผลิตน้ำหวานในลำต้นมีค่าเพิ่มมากขึ้นอีกด้วย สำหรับการศึกษาในต่างประเทศ Hoshikawa อ้างถึงใน FAO (2010) ได้พบว่า ถ้ามีการตัดช่อดอกของข้าวฟ่างหวานในช่วงออกดอกออก ก็จะมีผลทำให้น้ำหนักต้นแห้ง และปริมาณน้ำตาลในลำต้นช่วงเก็บเกี่ยวมีค่าเพิ่มมากขึ้นแตกต่างกันอย่างชัดเจน เมื่อเปรียบเทียบกับกับข้าวฟ่างหวานที่ไม่มีการตัดช่อดอก FAO (2002) รายงานว่า หลังจากตัดช่อดอกแล้วน้ำตาลในลำต้นจะมีค่าไม่ลดลง แต่น้ำตาลในข้อบริเวณส่วนปลายของลำต้นบริเวณข้อที่ 3-5 มีค่าเพิ่มมากขึ้นเล็กน้อย สำหรับการศึกษาในการตัดช่อดอกข้าวฟ่างหวานในประเทศไทย ยังไม่มีรายงานการศึกษากันมาก่อน ดังนั้นจึงได้ทำการศึกษาในครั้งนี้ขึ้น ข้าวฟ่างหวานที่ได้นำมาศึกษามีหลายพันธุ์ ซึ่งจากการรวบรวมพันธุ์ในเขตภาคกลางที่ได้ศึกษามาประมาณ 5 ปี พบว่า มีอยู่ 4 พันธุ์ที่มีความหวานในลำต้นดี และให้ผลผลิตน้ำหนักลำต้นมาก ซึ่งได้แก่ พันธุ์ KKKU40 , Ethanol 2 , Cowley และ Suwan Sweet 3 จึงได้นำมาทำการศึกษาในครั้งนี้ เพื่อต้องการทราบว่าข้าวฟ่างหวานที่มีลักษณะทางพันธุกรรมที่ต่างกันจะมีการตอบสนองต่อการตัดช่อดอกแตกต่างกันมากน้อยเพียงใด นอกจากนี้ในการตัดช่อดอกนั้นยังได้มีการศึกษาเพิ่มเติมถึงช่วงเวลาในการตัดที่แตกต่างกันว่าจะมีผลต่อผลผลิตน้ำหวาน และน้ำหนักต้นสดของข้าวฟ่างหวานมากน้อยเพียงใด การทดลองนี้จะเป็นประโยชน์ต่อเกษตรกรเป็นอย่างมาก เพราะเป็นการเพิ่มผลผลิต และรายได้ของเกษตรกรให้มากขึ้นได้

สารไกลโฟเสต (glyphosate) ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช

พรีเดซ (2529) รายงานว่า ไกลโฟเสต [N-(phosphonomethyl) glycing] เป็นสารที่คล้ายคลึงกับ glyphosine ใช้เป็นยากำจัดวัชพืชประเภทยาดูดซึม และยังใช้เร่งการแก่ และเพิ่มน้ำตาลในอ้อยได้จัดเป็นสารที่มีพิษน้อย Mason (1986) กล่าวว่า สารไกลโฟเสตชนิดนี้อาจมีผลในการยับยั้งการเจริญเติบโตของพืชหรือไม่ผลก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับพันธุ์พืช และระดับความเข้มข้นที่ใช้ นิรันดร์ และคณะ (2531) รายงานว่า การให้สารไกลโฟเสตแก่อ้อย ในอัตรา 2,000 มิลลิกรัมต่อลิตร อาจมีผลทำให้อ้อยแสดงอาการเหี่ยวเฉาได้ เนื่องจากได้รับสารไกลโฟเสตที่มากเกินไป และการให้ในอัตรา 400 มิลลิกรัมต่อลิตรอาจจะต่ำเกินไปจึงไม่มีผลในการยับยั้ง การเจริญเติบโตของอ้อย โดยเฉพาะพันธุ์ F140 อย่างไรก็ตาม เปรอร์เซ็นต์น้ำตาลซูโครสของอ้อยที่ได้รับไกลโฟเสต มีน้ำตาลเพิ่มมากขึ้นถึง 15.92 เปรอร์เซ็นต์ และปริมาณของน้ำตาลซูโครสที่เพิ่มขึ้นก็ไม่ได้เป็นผลมาจากปริมาณน้ำในลำต้นที่ลดน้อยลง (น้ำหนักสดไม่ลดลง) จึงเป็นการเพิ่มซูโครสอย่างแท้จริง (Mason, 1986 ; Tiaco and Gonzales, 1986) สอดคล้องกับงานทดลองของ ปรีชา และนงลักษณ์ (2535) ได้ทดลองพ่นสารไกลโฟเสตแก่อ้อย ซึ่งอ้อยมีการตอบสนองต่อไกลโฟเสตอย่างชัดเจน โดยใบอ้อยมีสีเหลืองขึ้นอยู่กั้บสารไกลโฟเสต การเจริญเติบโตส่วนยอดจะหยุดชะงักการดูดใช้คาร์บอน (assimilation) ลดลง แต่มีการเคลื่อนย้ายคาร์บอนซึ่งเป็น

องค์ประกอบของน้ำตาลมากขึ้น (Babu,1979) และภายหลังการพ่นสารไกลโฟเสทควรเก็บเกี่ยวให้เสร็จภายใน 8 สัปดาห์ จึงจะให้ผลผลิตน้ำตาลสูงสุด ถ้าหากมีการปล่อยทิ้งไว้นานเกินกว่ากำหนดก็มีผลทำให้ความหวานลดลง (Donaldson, 1990) ปรีชาและนงลักษณ์ (2535) รายงานว่า ถ้ามีการพ่นสารไกลโฟเสทร่วมกับซีซีพีเอ ในอัตราส่วนรวมกันคือ 500+500 มิลลิกรัมต่อลิตร จะทำให้ ซี.ซี.เอส เพิ่มขึ้น 8.03 เปอร์เซ็นต์ และผลผลิตน้ำตาล (ตันต่อไร่) เพิ่มขึ้น 60.86 เปอร์เซ็นต์ หรือประมาณ 650 กิโลกรัมต่อไร่ Dusky และคณะ (2006) รายงานว่า การให้สารไกลโฟเสทแก่อ้อยจะทำให้ความเข้มข้นของน้ำตาลสูงสุดอย่างไรก็ตามก็ขึ้นอยู่กับว่าชนิดของพันธุ์อ้อย และสภาพแวดล้อม อรรถสิทธิ์ และคณะ(2533) ได้พยายามใช้สารไกลโฟเสท ในการเพิ่มความหวานให้อ้อยและพบว่า สามารถเพิ่มความหวานได้มากกว่า 23.6 เปอร์เซ็นต์ พีรเดช (2529) พบว่า การใช้สารไกลโฟซินหรือสารไกลโฟเสท อัตรา 320-940 กรัมต่อไร่ ผสมน้ำ 8-24 ลิตร (ความเข้มข้นประมาณ 4 เปอร์เซ็นต์) พ่นโดยปริมาตรทำในช่วงอ้อยเริ่มมีการสะสมน้ำตาล จะช่วยเร่งการแก่และเพิ่มปริมาณน้ำตาล ภายหลังจากการให้สารแล้วต้องไม่มีฝนตกภายใน 4 ชั่วโมง เนื่องจากสารบางส่วนจะถูกชะล้างออกจากใบ ทำให้ไม่สามารถแสดงผลต่อพืชได้เต็มที่