บทที่ 2.
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เห็ดเป็นอาหารของมนุษย์ที่ให้คุณค่าทางอาหารสูง โดยเฉพาะโปรตีนที่สามารถใช้แทนเนื้อสัตว์ เห็ดที่นิยมนำมาเพาะมีอยู่หลายชนิด เช่น เห็ดนางฟ้า (Oyster Mushroom) มีชื่อวิทยาศาสตร์ คือ *Pleutorus ostreatus* เห็ดฟาง (Straw Mushroom) มีชื่อวิทยาศาสตร์ คือ *Valvariella volvaceae* เห็ดหูหนู เห็ดหอม เห็ดหลินจือ เป็นต้น เห็ดส่วนใหญ่ต้องการอากาศเย็นที่เพาะได้ดีเช่นประเทศจีน ดังนั้นเห็ดบางชนิดไม่เหมาะที่จะเพาะในภาคใต้ของไทย เนื่องจากมีอากาศร้อนและมีความชื้นมาก ทำให้เป็นแหล่งของเชื้อเห็ด ดังนั้นในการเพาะเห็ดเพื่อรายได้แก่เกษตรกร ควรนำเห็ดที่สามารถเจริญเติบโตได้ดีในภูมิภาคนั้นมาพัฒนาและปรับปรุง เห็ดที่พบอยู่ทั่วไปในจังหวัดสงขลา ได้แก่ เห็ดขอนขาว มีชื่อวิทยาศาสตร์คือ *Lentinus sguarrosulus* (สุมาลี พิชญางกูร,2547)

2.1 ลักษณะทั่วไปของเห็ด

เห็ดจัดเป็นราชนิดหนึ่ง ไม่สามารถสังเคราะห์แสงได้ เพราะไม่มีคลอโรฟิลล์ มีลักษณะเป็นเส้นใยมีสีต่างๆกัน แต่ส่วนใหญ่มีสีขาว การสืบพันธุ์ใช้วิธีสร้างสปอร์ มีขนาดเล็กมากกลุ่มของสปอร์จำนวนมากจะมีลักษณะคล้ายละอองฝุ่นเมื่อมีสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมก็จะเจริญเติบโตได้ เห็ดมีช่วงชีวิตแบ่งออกเป็น 3 ระยะ คือ เส้นใยขั้นต้น ซึ่งมีช่องกั้นผนังและมีนิวเคลียสเพียง 1 อัน เส้นใยขั้นที่ 2 เป็นเส้นใยที่เกิดจากเส้นใย 2 เส้น มีปลายมาสัมผัสกัน เซลล์รวมกันเป็นเส้นใยที่มีนิวเคลียส 2 อัน เส้นใยขั้นที่ 3 เกิดขึ้นเนื่องจากเส้นใยขั้นที่ 2 เจริญเติบโต มีอายุเต็มวัย ก็จะสร้างฮอร์โมนขึ้น เกิดเนื้อเยื่อ สร้างดอกเห็ดขึ้นมา การเจริญเติบโตของเห็ด ต้องอาศัยปัจจัยแวดล้อมต่างๆ เช่น ความชื้น อากาศ อุณหภูมิ แสง สภาพความเป็นกรด-ด่างของอาหาร

แบ่งเห็ดออกตามสภาพความเป็นอยู่ได้ 3 ประเภท คือ

1. เห็ดที่อาศัยอยู่กับสารอินทรีย์ จะเจริญบนซากพืช สัตว์ ช่วยย่อยสลายซากพืชกิ่งไม้ ใบไม้ เป็นต้น

2. เห็ดที่กินอยู่กับพืชและแมลง เป็นเห็ดราพวกกาฝาก ดูดกินสารอาหารจากพืชโดยตรง ทำให้ต้นไม้อ่อนแอและแห้งตาย เช่น เห็ดหิ้งชนิดต่างๆ เห็ดหลินจือ เห็ดนางรมบางชนิด

3. ประเภทอาศัยอยู่กับรากพืช อยู่แบบพึ่งพาอาศัยกัน ไม่ได้เบียดเบียนกัน แต่จะสร้างประโยชน์ให้กับต้นไม้มากกว่า (สำเภา ภัทรเกษวิทย์,2546)

ลักษณะของเซลล์ เซลล์มีโครมโซมขนาดเล็กมากจนมองเห็นไม่ชัด แม้ใช้กล้องจุลทรรศน์ทั่วไป และส่วนใหญ่พบว่ามีการแบ่งนิวเคลียสเกิดขึ้นภายในเยื่อหุ้มนิวเคลียส ที่ยังคงอยู่ โดยไม่มีการสลายตัวไปในระหว่างการแบ่งนิวเคลียส รวมทั้งสปินเดิลก็เกิดขึ้นภายในเยื่อหุ้มนิวเคลียสด้วย ดังนั้นการนับจำนวนโครโมโซมที่มีจำนวนเป็นเลขคู่ เช่น 2,4 และ 8 นั้น จึงต้องนับด้วยความระมัดระวังโดยไม่นับจำนวนนิวเคลียสแทน นอกจากนี้ยังไม่มี metaphase plate เกิดขึ้น ในระหว่างการนิวเคลียสและการแยกตัวของโครโมโซม ก็เกิดขึ้นไม่พร้อมกัน ในที่สุดนิวเคลียสจะยืดขยายตัวออกและเกิดการคอดรัดเข้าหากัน จนแบ่งออกเป็น 2 นิวเคลียส สำหรับนิวเคลียสของเชื้อรานั้นมีการจัดเรียงตัวเป็นแบบเดียวกันกับของสิ่งมีชีวิตจำพวกยูแคริโอตทั่วไป คือ ประกอบด้วยนิวคลีโอลัส ยีสโตน และอื่นๆ(ชุลี ชัยศรีสุข, 2546)

การแบ่งนิวเคลียสในเซลล์ โดยวิธีไมโทซิส ประกอบด้วยระยะ 4 ระยะ โดยทั่วไปแล้วใช้เวลารวมทั้งสิ้นประมาณ 327 วินาที หรือราว 5 นาที ทั้งนี้ คือระยะ interphase ระยะเริ่มต้น เมื่อเวลา 0 วินาที เมื่อเวลาผ่านไป 20 วินาที การแบ่งนิวเคลียสจะเริ่มขึ้นในระยะ prophase โดยเซนทริโอล จะจำลองตัวเองและเคลื่อนที่แยกออกจากกัน เพื่อสร้างขั้วทำให้เกิดบริเวณที่สปินเดิลสามารถพัฒนาขึ้นได้ โครโมโซมจะหดตัวเข้มขึ้น เมื่อเวลา 69 วินาที คือระยะ metaphase พบว่าสปินเดิลไฟเบอร์เริ่มเชื่อมกับโครโมโซม 190 วินาที สปินเดิลไฟเบอร์เริ่มดึงโครโมโซมให้แยกออกจากกัน เรียกว่าระยะ anaphase A เวลา ผ่านไป 230 วินาทีเป็น ระยะ anaphase B โครโมโซมถูกดึงไปอยู่ตรงแต่ละขั้วของเซลล์ และนิวเคลียสจะแยกออกจากกัน ในยูแคริโอตจะเป็นระยะ telophase (ชุลี ชัยศรีสุข, 2546)

2.2 เห็ดขอนขาว

เห็ดขอนขาว มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Lentinus squarrosulus* ภาคใต้เรียกว่าเห็ดขาว ภาคกลางเรียกว่าเห็ดมะม่วง ขอบขึ้นบนขอนไม้ ตระกูลเต็งรัง ไม้มะม่วง ไม้มะพร้าว พบมากในฤดูฝนหรือในช่วงฝนตกชุก เห็ดขอนขาวมีหลายสายพันธุ์ มีสีหลายสีเช่น ขาว ขาวครีม ครีม ครีมเทา น้ำตาล เป็นต้น ในระยะที่ขอบหมวกยังม้วนงอ เมื่อหงายขึ้นมองไม่เห็นครีบใต้ดอกเห็ด หรือเห็นเป็นบางส่วน ระยะนี้เหมาะในการนำมารับประทาน เมื่อดอกเริ่มแก่ขอบหมวกก็จะยกขึ้นทำให้ดอกคล้ายรูปถ้วย หรือจาน ในระยะนี้ดอกจะเหนียวยากต่อการนำมารับประทาน ขนาดของหมวกดอกประมาณ 2.0-3.0 เซนติเมตร ก้านดอก 3.0-7.5เซนติเมตร(อภิญญา และคณะ,2550) เห็ดที่อยู่ในระยะที่พอเหมาะเมื่อนำไปประกอบอาหารจะมีรสชาติหวานเหนียวเล็กน้อย คล้ายเนื้อสัตว์ นิยม

มากในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน ส่วนภาคกลางยังไม่นิยมมากนัก ต่อมาได้มีการคิดค้นหาวิธีเพาะเลี้ยงเห็ดชนิดนี้ จึงพบว่ามีขายตามท้องตลาดภาคกลาง บริเวณเขตอุตสาหกรรมที่ชาวอีสานอาศัยอยู่ ปัจจุบันได้ทำเป็นการค้า

2.2.1 การเพาะเลี้ยงเห็ดขอนขาว

วิธีการเพาะเลี้ยงเห็ดขอนขาวไม่แตกต่างจากการเพาะเห็ดอื่นสามารถเพาะในถุงพลาสติก ซึ่งมีวิธีการดูแลรักษาและการเพาะเลี้ยงคล้ายกับเห็ดนางฟ้าภูฐาน เพียงแต่ความชื้นที่ใช้ในการกระตุ้นให้เกิดดอกจะมีสูงกว่า และจะต้องมีการพักตัวเพื่อสะสมอาหารของก้อนเห็ด ก่อนจะนำไปเปิดดอกเหมือนเห็ดหอม

2.2.2 ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของเห็ด

1. ธาตุอาหาร เห็ดเป็นพืชชั้นต่ำไม่สามารถสังเคราะห์อาหารเองได้ (Hetrotroph) จึงจำเป็นต้องอาศัยอาหารสำเร็จรูปจากแหล่งต่างๆ เช่นไม้ผุหรือปุ๋ยหมักเป็นต้น เป็นเห็ดที่มีน้ำย่อยที่ สามารถย่อยอาหารเชิงซ้อน โดยเฉพาะพวกที่ให้พลังงานได้เช่นธาตุคาร์บอนที่อยู่ในรูปเชิงซ้อนได้แก่พวกลิกนิน (Lignin) ฮิมิเซลลูโลส (Hemicellulouse) โดยเส้นใยเห็ดมีน้ำย่อยทำการย่อยธาตุอาหารด้วยตัวมันเองได้ และนำเอาไปใช้พลังงานที่ใช้ในการเจริญเติบโต และแบ่งเซลล์จากเหตุผลดังกล่าว จึงสามารถใช้วัสดุเพาะโดยตรงได้ โดยไม่จำเป็นต้องทำการหมักเสียก่อนยกเว้น วัสดุบางชนิดที่มียางที่ยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใยเห็ด หรือ เป็นวัสดุที่แข็งยาว ยากต่อการนำเอาไปบรรจุในถุง เช่น ฟางข้าว ต้นข้าวโพด ขี้เลื่อยไม้เบญจพรรณ เป็นต้น ควรทำการหมักให้นิ่มก่อนหรือให้จุลินทรีย์ช่วยย่อยให้ระดับหนึ่งก่อน แต่ไม่ถึงกับหมักจนเน่าสลายเหมือน การหมักปุ๋ยเห็ดฟางเห็ดแชมปิญอง

ธาตุอาหาร เกลือแร่ และวิตามิน เห็ดต้องการธาตุอาหารหลายชนิด เช่น คาร์บอน ไนโตรเจน ออกซิเจน เกลือแร่ และวิตามิน ธาตุคาร์บอนสามารถใช้คาร์บอนที่สลับซับซ้อนได้ ดังนั้นการใช้วัสดุเพาะที่เป็นขี้เลื่อยจากไม้เนื้ออ่อนเหมือนเห็ดที่เพาะในถุงพลาสติกชนิดอื่นได้ แต่ถ้ามีการเติมคาร์บอนที่อยู่ในรูปง่าย เช่น เซลลูโลส แป้ง และน้ำตาล ลงในวัสดุเพาะในปริมาณที่เหมาะสม เส้นใยของเห็ดจะเจริญได้ดี ธาตุไนโตรเจน เป็นองค์ประกอบที่สำคัญของโปรตีน โดยมีอยู่ประมาณ 16 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นการเจริญเติบโตของเส้นใยต้องอาศัยไนโตรเจน ที่อยู่ในรูปอินทรีย์สาร เช่น โปรตีนที่อยู่ในสาเหล้า รำละเอียด ใบกระถินป่น แต่จากการศึกษาการใช้ไนโตรเจน ในรูป อาร์จินิน(Arginine) จะช่วยในการกระตุ้นให้เห็ดออกดอกมากขึ้น และดีขึ้น เกลือแร่ที่เห็ดต้องการได้แก่ ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม กำมะถัน แคลเซียม แมกนีเซียม ที่ต้องการน้อยได้แก่ โบรอน ทองแดง แมงกานีส สังกะสี และอื่นๆ ฟอสฟอรัสมีผลทำให้เส้นใยเห็ดแข็งแรง เพิ่ม

จำนวนได้รวดเร็ว แมกนีเซียมที่อยู่ในรูปของดีเกลือ($MgSO_4$ 7 H_2O) และฟอสเฟตในรูปโพแทสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต ทำให้เส้นใยของเห็ดเจริญเติบโตเข้าไปในวัสดุเพาะ และรวมตัวกันเป็นดอกเห็ดได้เร็วยิ่งขึ้น ถ้าใส่มากดอกเห็ดจะก้านยาว สีซีด มีขนาดเล็ก ไม่สมบูรณ์ หากนำไปผสมน้ำรดตอนที่ดอกเห็ดเจริญเป็นดอก ดอกเห็ดจะฝ่อ ตายได้ง่าย นอกจากนี้ยังพบว่าธาตุบางอย่าง เช่น โซเดียมที่อยู่ในรูปเกลือแกง มีผลยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใยเห็ด แสดงว่าพื้นที่ที่มีอิทธิพลของน้ำทะเล หรือที่มีน้ำกร่อย หากนำมารดในวัสดุเพาะเห็ด จะทำให้ได้ผลผลิตต่ำ วิตามินหรือฮอร์โมนพบว่ามีผลต่อการเจริญเติบโตของเห็ด เช่น วิตามินบี (Thiamine) ในระดับความเข้มข้น 0.5 มิลลิกรัม/ลิตร สามารถเร่งการเจริญเติบโตของเส้นใย จิบเบอเรลลิน ที่สกัดมาจากเชื้อรา *Gibberella ferjikuroi* ความเข้มข้น 0.001 เปอร์เซ็นต์ มีผลต่อการเจริญเติบโตของดอกเห็ด การใส่ปุ๋ยยูเรีย จำนวนน้อยรดที่วัสดุเพาะ หรือเห็ดจะทำให้เส้นใยหนาน้ำหนักดี

2. อุณหภูมิ อุณหภูมิมีผลต่อการเจริญเติบโตของเส้นใย ที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตได้แก่ 24-30 องศาเซลเซียส จากการศึกษา พบว่าเห็ดขอนขาวเจริญได้ดีที่อุณหภูมิ 33 องศาเซลเซียส (โสภณ,2550)

3. ความชื้น ในดอกเห็ดมีน้ำอยู่ประมาณ 90 เปอร์เซ็นต์ ยกเว้นสปอร์ น้ำมีผลต่อกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางเคมีในเซลล์ ดังนั้นเห็ดต้องการความชื้นสูง เว้นเสียแต่ระยะที่ทำให้เกิดดอกต้องเปิดปากถุงให้สัมผัสกับอากาศ จะต้องควบคุมบรรยากาศให้มีความชื้นสัมพัทธ์อยู่ระหว่าง 80-90 เปอร์เซ็นต์

4. อากาศ หมายถึงก๊าซออกซิเจนหรืออากาศบริสุทธิ์ภายในวัสดุเพาะหรือในโรงเรือนเพาะเห็ด ทุกระยะของการเจริญเติบโตของเห็ดต้องการอากาศในการหายใจ โดยเฉพาะอย่างยิ่งระยะการสร้างดอกเห็ด

5. แสง ในช่วงที่เส้นใยเห็ดกำลังเจริญเติบโตไม่ต้องการแสง ช่วงที่เส้นใยสะสมอาหารและกำลังจะรวมตัวเป็นดอกเห็ด พบว่าแสงมีส่วนช่วยในการกระตุ้นให้เกิดเส้นใยของเห็ดรวมตัวกันเป็นดอกเห็ด แสงรำไรที่ส่องเข้าไปในโรงเรือนอย่างสม่ำเสมอและทั่วถึง จะทำให้ดอกเห็ดพัฒนาได้สมบูรณ์ดียิ่งขึ้น ถ้าแสงไม่เพียงพอดอกเห็ดจะโน้มเข้าหาแสง ถ้าแสงมากเกินไปดอกเห็ดจะสีคล้ำและแห้งง่าย

6. ความเป็นกรด-ด่าง ระดับความเป็นกรด-ด่าง ที่เห็ดต้องการคือ 6.5-7.5

7. สารพิษ ไม่ควรใช้สารเคมีหรือสารที่มีพิษกับการเพาะเห็ด

2.2.3 วิธีการเพาะเห็ด ในการเพาะเห็ดเพื่อให้เกิดผลดีต้องคำนึงถึงและปฏิบัติ

1. วัสดุเพาะ วัสดุที่นิยมนำมาใช้ในการเพาะ ได้แก่ ขี้เลื่อยจากไม้เนื้ออ่อน เช่น ไม้ยางพารา ไม้งิ้ว ไม้นุ่น ไม้ก้ามปู ไม้กระถินณรงค์ หากเป็นไม้เนื้อแข็ง เช่น ไม้มะขาม ไม้

ทุเรียน ไม้ขนุน ก่อนนำมาใช้ต้องทำการหมักสลายยางไม้เสียก่อน วัสดุเพาะที่นิยมในกรณีที่ไม่มีขี้เลื่อยคือ ฟางข้าว ต้นข้าวโพด ต้นข้าวฟ่าง วัสดุดังกล่าวนี้จะทำให้ผลผลิตสูง และคุณภาพดี ไม่มีกลิ่นไม้ รสชาติดี แต่ต้องทำการหมักจนกว่าวัสดุเพาะจะนิ่มและหอม จึงนำไปเพาะได้

สูตรอาหาร สูตรอาหารควรเสริมสารอาหารที่เห็ดต้องการให้ครบถ้วน ตัวอย่างสูตรอาหารหน่วยเป็นกิโลกรัม ได้แก่

ขี้เลื่อย 100 กิโลกรัม	ข้าวโพดป่นหรือแป้ง 1 กิโลกรัม
รำละเอียด 10 กิโลกรัม	ส่าเหล้า 1 กิโลกรัม
ใบกระถินป่น 3 กิโลกรัม	หินฟอสเฟต 1 กิโลกรัม
ปูนขาว 1 กิโลกรัม	ดีเกลือ 0.1 กิโลกรัม

การบรรจุถุงพลาสติก ถุงพลาสติกที่นำมาบรรจุวัสดุเพาะเห็ดนิยมใช้ถุงร้อน พับก้นเรียบร้อย วัสดุเพาะที่เป็นขี้เลื่อยนิยมใช้ถุงขนาด6.5x12.5 นิ้ว หนา 0.10 มิลลิเมตร ถ้าเป็นฟางใช้ 9x13 นิ้ว หนา.10 มิลลิเมตร การบรรจุวัสดุเพาะลงในถุงควรบรรจุประมาณ 3 ใน 4 ของความสูง กด ทุบ เพื่อให้วัสดุเพาะแน่นพอสมควร หรือพยายามให้อากาศในถุงเหลือน้อยที่สุด แล้วใส่คอขวด อุดด้วยจุก ประหยัดสำลี

การฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ อุปกรณ์ที่ใช้แบบใดก็ได้ แต่ต้องมีหลักการดังนี้ คือ อุณหภูมิที่ใช้คือ อุณหภูมิน้ำเดือดธรรมดา 98-100 องศาเซลเซียส ไล่อากาศออกให้สม่ำเสมอ เพราะนอกจากนึ่งเพื่อฆ่าเชื้อแล้ว จะต้องไล่ก๊าซพิษออกให้หมด ทดสอบโดยการนำก้อนเชื้อมาฆ่าและดมกลิ่นไอที่ระบายออกมาจากหม้อนึ่งขณะที่ทำการนึ่ง ใช้เวลาการนึ่งนับตั้งแต่น้ำเดือดพ่นออกจากปากท่อระบายไอน้ำออกอย่างสม่ำเสมอ จึงทำการจับเวลา จะใช้เวลานานเท่าใดขึ้นอยู่กับชนิดและขนาดของหม้อนึ่ง โดยปกติหม้อนึ่งขนาดเล็กที่นึ่งได้ไม่เกิน 100 ก้อน ใช้เวลาประมาณ 2-3 ชั่วโมง ขนาดไม่เกิน 1,000 ก้อน ใช้เวลานึ่ง 3-4 ชั่วโมง หากใหญ่กว่านั้นใช้เวลา 4-6 ชั่วโมง เมื่อนึ่งเสร็จแล้ว ควรนำไปไว้ในที่สะอาด อาจคลุมด้วยมุ้งผ้าฝ้าย เพื่อป้องกันฝุ่นหรือเชื้ออื่นลง

2. วิธีการบ่มเชื้อ หัวเชื้อที่ใช้ควรเป็นหัวเชื้อบริสุทธิ์ ไม่มีการถ่ายเชื้อหลายครั้ง ก่อนเขี่ยเชื่อควรทำการเขย่าเมล็ดข้าวฟ่างให้แยกออกจากกันก่อน 1-2 วัน เพื่อสะดวกในการใช้ เส้นใยเห็ดที่ถูกทำลายหรือบอบช้ำจากการเขย่าจะได้ฟื้นตัวได้ เชื้อเจริญเข้าไปในเมล็ดข้าวฟ่างได้ดีขึ้น และลดความเสี่ยง ทั้งนี้เนื่องจากหากเชื้อไม่บริสุทธิ์ หลังจากทำการเขย่าแล้วเชื้อคู่แข่งที่แฝงอยู่จะเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วกว่า ทำให้เชื้อเห็ดไม่เจริญหรือเจริญไม่สม่ำเสมอ จึงคัดออกก่อนที่จะนำมาเพาะ หากยังไม่นำไปใช้ควรทำการเขย่าแล้วเก็บไว้ในตู้เย็นชั้นแช่ผัก ที่อุณหภูมิ 8-10 องศาเซลเซียส จะเก็บไว้ได้นานเป็นเดือน ก่อนใช้นำมาเขย่าเก็บไว้อีก 2-3 วัน เพื่อให้เส้นใยฟื้นตัวเสียก่อน การเขี่ยเชื้อลงในก้อนวัสดุเพาะให้นำมาเขี่ยในห้องที่สะอาดหรือสถานที่ที่ทำการเขี่ยเชื้อ ก่อนและหลังการเขี่ยเชื้อควรทำความสะอาดด้วยน้ำยาฆ่า

เชื้อ เช่น แอลกอฮอล์ คลอรีน เป็นต้น เช็ดปากขวดหัวเชื้อด้วยแอลกอฮอล์ แล้วเทหัวเชื้อลงในถุงอย่างรวดเร็ว โดยการเปิดจุกออก ใส่หัวเชื้อประมาณ 15-20 เมล็ด รีบปิดปากถุง และเทลงในถุงถัดไป พยายามเทให้หมด ไม่ควรตั้งขวดหัวเชื้อนั้นเพราะจะทำให้อากาศจากภายนอกเข้าไปในขวด หัวเชื้อ 1 ขวด เขี่ยได้ 50-56 ถุง

3. สภาพของแหล่งบ่มเชื้อ บ่มในห้องสำหรับการบ่มเชื้อ หรือโรงเรือนสำหรับเปิดดอก ในระยะที่มีการบ่มเชื้อนั้นไม่มีการรดน้ำ ไม่ต้องการแสง ดังนั้นภายในโรงบ่มมีเพียงแสงสลัวๆก็เพียงพอ ถ้าแสงมากเกินไปเส้นใยจะเจริญเติบโตช้า อุณหภูมิประมาณ 24-28 องศาเซลเซียส ในการบ่มก้อนเชื้อเห็ดขอนขาวจะใช้เวลาประมาณ 50 วัน เชื้อจะเดินเต็มถุงแล้วจึงนำไปเปิดปากถุง

4. การกระตุ้นให้ออกดอก เมื่อเส้นใยเห็ดเจริญเต็มวัสดุเพาะสามารถนำไปกระตุ้นให้เกิดดอกได้ ปัจจัยที่สำคัญของการเกิดดอก ได้แก่

- ต้องการพักตัวในการสะสมอาหารก่อนการเปิดดอก
- ในโรงเรือนมีอากาศถ่ายเทได้ปานกลาง
- อุณหภูมิที่ต้องการ 24-30 องศาเซลเซียส
- ความชื้น 80-85 เปอร์เซ็นต์
- ออกดอกรุ่นแรก 10 วัน อายุดอก 1 วัน เว้นระยะแต่ละรุ่น 15-20 วัน จำนวนครั้งที่ออกดอก 12-18 ครั้ง ผลผลิตเฉลี่ย/รอบ 20-25 กรัม ผลผลิตเฉลี่ย/ก้อน 200 -250 กรัม ราคาประกันรับซื้อ 120 บาท/กิโลกรัม

ในการเพาะเห็ดขาวพบว่ามีศึกษาและทำการเพาะโดยใช้สูตรอาหารแตกต่างกันเช่น ภิญโญ โคตรนาวัง พ.ศ. 2539 ได้ศึกษาเทคนิคการปลูกและขยายพันธุ์เห็ดขอนขาว มีสูตรอาหารในการเพาะดังนี้

ขี้เลื่อย 100 กิโลกรัม	รำ 10 กิโลกรัม
ปูนขาว 1 กิโลกรัม	ดีเกลือ 300 กรัม
ยิปซัม 300 กรัม	น้ำตาลทราย 1/2 กิโลกรัม
ปุ๋ยยูเรีย 3 300 กรัม	น้ำประมาณ 70เปอร์เซ็นต์ของความชื้น

บรรจุถุงพลาสติก ประมาณ 250 ถุง/ครั้ง แล้วนำไปนึ่งฆ่าเชื้อราประมาณ 3 ชั่วโมง นำออกจากเตานึ่ง มาวางไว้ให้เย็น จึงหยอดเชื้อเห็ดแล้วนำถุงพลาสติกที่บรรจุเรียบร้อยไปวางไว้ในโรงเรือนเพื่อรอให้เห็ดออกดอกประมาณ 30 วัน และต้องรดน้ำทุกวัน เช้า-เย็น ระยะเวลาเก็บเกี่ยวประมาณ4 เดือน/รุ่น

2.2.4 ประโยชน์และคุณค่าทางอาหารของเห็ดขอนขาว

พบว่าเห็ดขอนขาวมีส่วนประกอบของสารดังนี้

100 กรัม (น้ำหนักสด)

ความชื้น	89.90	โปรตีน	2.73	ไขมัน	0.048	คาร์โบไฮเดรต	5.08
เยื่อใย	0.487	เถ้า	0.677	แคลเซียม	6.44	เหล็ก	1.60
ฟอสฟอรัส	83.56	วิตามินบี1	0.006	วิตามินบี2	0.15	ไนอาซิน	3.11

เห็ดแต่ละชนิดมีคุณค่าทางอาหารแตกต่างกัน (ดังตารางที่ 2-1)

ตารางที่ 2-1 องค์ประกอบและคุณค่าทางอาหารในดอกเห็ดต่อน้ำหนัก 100 กรัม

ชนิดเห็ด	น้ำ (กรัมX	ไขมัน (กรัม)	คาร์โบ (กรัม)	โปรตีน (กรัม)	เส้นใย (กรัม)	เถ้า (กรัม)	แคลเซียม (มก.)	เหล็ก (มก.)	ฟอสฟอรัส (มก.)
เห็ดหอม	92.40	0.043	2.95	2.34	1.305	0.652	2.30	2.22	58.59
เห็ดนางฟ้า	90.27	0.071	4.79	3.36	0.472	0.642	1.90	0.86	87.44
เห็ดนางรม	89.90	0.048	5.08	2.73	0.487	0.677	2.31	1.60	83.56
เห็ดโคน	84.90	0.280	5.28	6.27	1.963	1.293	8.64	3.04	135.11
เห็ดตีนแรด	84.34	0.287	10.02	2.01	0.486	1.293	2.71	3.35	115.75
เห็ดฟาง	89.90	0.071	4.75	3.16	0.595	0.986	5.56	1.27	105.81

(สุมาลี พิชญางกูร,2547:13)

2.2.5 ปัญหาในการเพาะเห็ดขอนขาว

1. เส้นใยเห็ดไม่เจริญเป็นดอกเห็ด สาเหตุเพราะ เชื้อเห็ดตาย วัสดุเพาะมีก๊าซพิษ เช่นแอมโมเนีย

2. เชื้อเห็ดเจริญไม่ถึงก้นถุงแล้วหยุดชะงัก เพราะก้อนเชื้อเปียก หรือมีความชื้นมาก อุณหภูมิห้องบ่มสูงเกินไป ดังนั้นควรรดน้ำที่พื้นโรงเรือน พร้อมทั้งเปิดประตูหรือผ่าด้านข้างให้ลมโกรก เอาความร้อนออกไป

3. ดอกเห็ดที่ออกรุ่นหลังเหี่ยวตาย เพราะ ความชื้นไม่เพียงพอ รดน้ำมากเชื้อแบคทีเรียเข้าทำลาย ดังนั้นควรรดน้ำเฉพาะที่พื้น ข้างฝา เพดาน และฉีดพ่นฝอยละเอียดไปที่ดอกเห็ดเล็กน้อย

4. ก้อนเชื้อหมดอายุเร็วและให้ผลผลิตต่ำ เพราะวัสดุเพาะถูกหมักนานเกินไป ก่อนนำมาเพาะ ขี้เลื่อยที่ใช้เป็นไม้เนื้ออ่อนเกินไป ภายในโรเรือนไม่สะอาด ทำให้จุลินทรีย์เข้าทำลายเชื้อเห็ด

5. โรคเห็ด มีหลายชนิด (สุเนตร ภาวิจิตร,2528) ได้แก่ โรค Bacterial Blotch หรือ Brown Blotch เกิดจากเชื้อ *Pseudomonas tolaasii* Paine โรคมัมมี่ โรค Drippy Gill โรคเน่าสีน้ำตาล โรคเส้นใยไม่เดินลงในก้อนเชื้อ เป็นต้น วิธีป้องกัน ได้แก่ การรักษาความสะอาดภายในโรงเรือน รักษาสภาพแวดล้อมไม่ให้เหมาะสมกับ เชื้อโรค การใช้สารเคมีป้องกัน กำจัด เช่น คลอรีน เข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 250 มิลลิลิตร หรือเข้มข้น 15 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 80 มิลลิลิตร ผสมกับน้ำ 100 ลิตร ฉีดพ่น หรือใช้ฟอร์มัลดีไฮด์ 0.25-0.30 เปอร์เซ็นต์

6. ศัตรูเห็ด ได้แก่ แมลง และโรค ดังต่อไปนี้

- หนูและแมลงสาบ เข้าทำลายตั้งแต่ระยะเชื้อและดอกเห็ด การกำจัดใช้ยาเบื่อหรือกาวดัก

- ไรมีชื่อวิทยาศาสตร์ *Histiostoma* sp. ไรจะดูดกินน้ำเลี้ยงระยะก้อนเชื้อและดอกเห็ด ทำให้ผลผลิตลดลง จะระบาดมากเมื่อมีความชื้นต่ำ จึงควรให้ความชื้นอย่างสม่ำเสมอ ไม่ให้เกิดการหมักหมมของก้อนเชื้อ

- หนอนแมลงวันที่ทำลายเห็ด มี อยู่ 3 ชนิด แมลงวันไรอาริด (Sciarid) หรือแมลงหวี่เห็ดหัวดำ มีชื่อวิทยาศาสตร์ *Lycoriella* sp. แมลงวันฟอริด (Phorids) มีลักษณะคล้ายแมลงวันไซอาริด และแมลงวันหวี่ มีชื่อวิทยาศาสตร์ *Scatopse sp.*

- หนอนผีเสื้อ มีชื่อวิทยาศาสตร์ *Dasyses ruyosella*

- แมลงหวี่ เกิดกับดอกเห็ดที่มีอายุมาก แมลงหวี่จะเข้าไปตอมและวางไข่เป็นหนอน แล้วแพร่พันธุ์ ควรนำก้อนเชื้อนี้ออกจากโรงเพาะ

- เชื้อรากลุ่ม *Aspergillus* มีด้วยกัน 3 ชนิด คือ *Aspergillus flavus*, *Aspergillus fumigatus*, *Aspergillus niger* รากลุ่มนี้ทำให้ก้อนเชื้อมีสีเขียวเข้มเกือบดำ อาจเกิดที่ส่วนบนใกล้ปากถุง แล้วรุกลามลงไปด้านล่าง หรือ เกิดจากด้านล่างขึ้นไปส่วนบนของก้อนถุง

- เชื้อ *Botryodiplodia* sp. ก้อนเชื้อเห็ดจะมีสีน้ำตาลเกือบดำ และขยายบริเวณกว้างขึ้นเมื่อทิ้งไว้นานจะสังเกตเห็นก้อนเล็กๆสีดำนูนออกมาที่ผิวของถุงพลาสติก

- เชื้อรากลุ่มราเขียว หรือ green mould คือ *Trichoderma gliocladium*, *Penicillium* sp. ถ้าปนเปื้อนด้วยเชื้อนี้ ก้อนเชื้อมีสีเขียวเข้มหรือสีเขียวใสกระจายไปทั่วทั้งก้อน

- ราสีส้ม (Neurospora) ลักษณะก้อนเชื้อจะมีสีชมพูเห็นได้ชัดเจน เชื้อราชนิดนี้อาจขึ้นปะปนกับเชื้อราชนิดอื่นก็ได้ หรือขึ้นเดี่ยวๆ

- โรคจุดเหลือง เกิดกับเห็ดที่มีอายุมาก หรือเพราะน้ำที่ใช้ในการรดสกปรก โดยเฉพาะเมื่ออากาศร้อนจัด

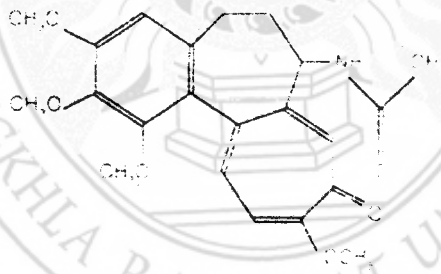
- ราเมือก เป็นสายสีเหลือง มีกลิ่นคาว สามารถระบาดได้โดยสปอร์ ป้องกันโดยไม่ให้เกิดการหมักหมม

2.3 การปรับปรุงพันธุ์เห็ด

การพัฒนาสายพันธุ์เห็ด เพื่อให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น หรือการสร้างสายพันธุ์ใหม่ มีวิธีทำได้หลายวิธี เช่น การกลายพันธุ์ โดยใช้แสงอัลตราไวโอเลต การใช้สารมิวตาเจน (mutagens) เช่น สารโคลชิซิน (Colchicine) หรือสาร NTG (N-metyl-N-nitrosoguanidine) หรือโดยการแยกเนื้อเยื่อจากดอกเห็ดที่สมบูรณ์แข็งแรงการหลอมรวมโปรโตพลาสต์จากเซลล์สายใย เป็นต้น(สุมาลี พิชญางกูร, 2547) การปรับปรุงพันธุ์โดยการใช้สารเคมีเป็นวิธีที่ง่ายและปลอดภัยกว่าการใช้รังสี และสารเคมีที่สามารถใช้ได้ผลดี ราคาไม่สูงมาก ได้แก่ สารโคลชิซิน ที่สามารถชักนำให้เกิดพืชพันธุ์ใหม่ โดยการเพิ่มจำนวนโครโมโซม จาก 2n เป็น 4n หรือ 8n เป็นต้น

2.3.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับโคลชิซิน

โคลชิซินเป็นสารประกอบอโรมาติก เรียกว่า อัลคาลอยด์ (alkaloids) ที่พืชสกัดออกมา ตามปกติประกอบด้วยไนโตรเจน อยู่ในวงของ hetero cyclic เป็นผลึกสีขาว มีผลต่อทางสรีรวิทยา ของคนและสัตว์ และยังมีผลต่อพืชด้วย โคลชิซินพบในพืช เช่น *Colchicum byzantinum* (Salisbury *et. al.*, 1992)



ภาพที่ 2-1 โครงสร้างของโคลชิซิน

ที่มา Fluka 1993 : 354

คุณสมบัติของโคลชิซินที่มีผลต่อพืช โคลชิซินมีผลต่อไมโครทิวบูล (microtubules) โดยขัดขวางการสร้างไมโครทิวบูล ทำให้พืชไม่สร้างสปินเดิลไฟเบอร์ (spindle fiber) ในระหว่างการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส เป็นผลให้โครโมโซมแยกออกจากกันไม่ได้ ทำให้เพิ่มจำนวนโครโมโซมจาก 2n เป็น 4n หรือ โพลีพลอยด์ (polyploid) ถ้าให้สารโคลชิซินในระยะอนาเฟส (anaphase) ตอน

ปลายที่ยังไม่แบ่งเซลล์ จะทำให้เซลล์ไม่สามารถสร้างผนังเซลล์ ได้เซลล์ที่มี 2 นิวเคลียส (Elgsti and Dustins, 1955)

2.3.2 การนำโคลชิชินมาใช้กับพืช

การศึกษาคุณสมบัติของโคลชิชินต่อการนำไปใช้ทางการเกษตร พบว่า โคลชิชินจะขัดขวางการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส โดยไม่สามารถสร้างสปินเดิลไฟเบอร์ ทำให้โครโมโซมแยกออกจากกันไม่ได้ และถ้าให้สารในช่วงอนาเฟสตอนปลายที่ยังไม่แบ่งเซลล์ จะทำให้เซลล์ไม่สามารถสร้างผนังเซลล์ เกิดเซลล์มี 2 นิวเคลียส (Elgsti and Dustins, 1955)

การนำสารโคลชิชินมาใช้กับพืชได้มีการทดลองดังนี้ การเพาะเลี้ยงละอองเรณูของ *Datura* ในหลอดทดลอง ทำให้เกิดต้นแฮพลอยด์ (Guha and Maheshwari, 1964) ต่อมาได้นำมาใช้ในการเพาะเลี้ยงอับเรณูและไมโครสปอร์ในพืชหลายชนิด ที่ประสบผลสำเร็จแล้วไม่น้อยกว่า 240 ชนิด (Srivastave and Johri, 1988) ในขณะที่เพาะเลี้ยงไมโครสปอร์สามารถพัฒนาไปเป็นเอ็มบริโอชนิดแฮพลอยด์ได้โดยตรง หลังจากนั้นจึงให้สารโคลชิชินทำให้ได้พืชชนิดดิพลอยด์เป็นพืชพันธุ์แท้ เป็นโฮโมไซกัสดิพลอยด์ (homozygous diploid plants) โดยใช้ต้นแฮพลอยด์ที่ยังอ่อนซึ่งอยู่ในอับเรณู ให้ได้รับสารโคลชิชิน 0.5 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง แล้วล้างออก ต้นแฮพลอยด์ที่ได้จะเป็นหมัน ไม่สามารถขยายพันธุ์ได้ จำเป็นต้องกระตุ้นให้เป็นต้นดิพลอยด์โดยใช้โคลชิชิน (Foroughi and Friedt, 1984, Hu and Huang, 1987) ในขณะเดียวกันสามารถใช้กับพืชที่เจริญเติบโตเต็มที่ โดยใช้โคลชิชินเข้มข้น 0.4 เปอร์เซ็นต์ ผสมกับลาโนลิน นำมาป้ายที่ขอกของใบซึ่งประกอบด้วยตาข้างของพืชที่เป็นแฮพลอยด์ จะทำให้ได้ต้นที่เจริญออกมาเป็นโฮโมไซกัสเช่นเดียวกัน การเกิดโพลีพลอยด์ในพืชบางชนิดสามารถกระตุ้นโดยใช้สารโคลชิชิน พืชแฮพลอยด์นิยมนำมาชักนำให้เกิดดิพลอยด์มากกว่าชักนำให้เกิดเทตราพลอยด์ (Sacristan, 1971) จากการทดลองที่ผ่านมา ได้มีนักวิทยาศาสตร์พยายามที่จะกระตุ้นให้ไมโครสปอร์พัฒนาไปเป็นเอ็มบริโอชนิดดิพลอยด์โดยตรง โดยใช้สารโคลชิชิน ได้ทำการทดลองกับ *Brassica napus* 5 สายพันธุ์ ทุกสายพันธุ์จะตอบสนองต่อสารโคลชิชิน ในขณะเดียวกันโคลชิชินจะมีผลต่อการพัฒนาของเอ็มบริโอได้ดีเมื่อมีอุณหภูมิต่ำ (Srivastave and Johri, 1988)

โพลีพลอยด์แตกต่างจากดิพลอยด์ เพราะมีโครโมโซมมากกว่า เป็นผลให้คุณภาพของผลผลิตดีกว่าเดิม ดังนั้นนักวิทยาศาสตร์จึงได้ชักนำให้พืชเกิดโพลีพลอยด์โดยใช้สารเคมี เป็นวิธีการปรับปรุงพันธุ์พืชอีกวิธีหนึ่ง โดยใช้โคลชิชินมาขัดขวางการสร้างสปินเดิลไฟเบอร์ในขณะที่มีการแบ่งเซลล์ การใช้สารนี้เซลล์บางเซลล์จะเป็นโพลีพลอยด์ แต่บางเซลล์จะไม่เป็นโพลีพลอยด์ สามารถสังเกตได้คือ เซลล์ที่เป็นโพลีพลอยด์จะแตกต่างจากเซลล์เดิม การชักนำให้เกิดโพลีพลอยด์ กระทำกันอย่างกว้างขวางใน แอปเปิล องุ่น แตงโม มันฝรั่ง เป็นต้น ในพืชบางชนิดมี

ลักษณะคล้ายกล้วยและแตงโม เกิดขึ้นทั้งดิพลอยด์และเทตราพลอยด์ ได้ตามธรรมชาติ เมื่อมีการผสมเกสรได้ F1 เป็นพืชที่มีโครโมโซมเป็นทริพลอยด์ เป็นผลไม้ที่ไม่มีเมล็ด ที่พบในกล้วยหลายชนิด ดังนั้นในการสร้างทริพลอยด์ ซึ่งเป็นพืชที่เป็นหมัน สามารถทำได้โดยใช้โคลชิซิน เคยนำมาใช้ในเซอรี่ แอปเปิล (Krishnamoorthy,1981) การชักนำให้เกิดโพลีพลอยด์เป็นผลทำให้พืชมีลักษณะผิดปกติ เช่น ใบโต ก้านใหญ่ ใบหนา ดอกโต ผลโต (Bidwell, 1979) ต้นแข็งแรง (วิทยา บัวเจริญ ,2527)

การให้สารโคลชิซินแก่พืชต้องพยายามให้สารแทรกซึมเข้าไปในเนื้อเยื่อเจริญ ต้องใช้กับเนื้อเยื่อหรือเซลล์ที่กำลังเจริญเติบโตและสมบูรณ์ ระยะเวลาและความยาวนานของการให้สารแก่เนื้อเยื่อ จะใช้เวลานานเท่าใดขึ้นอยู่กับชีพจักรของการแบ่งเซลล์พืชที่ทำการให้สาร ถ้าระยะเวลาที่ให้สารสั้นอาจไม่แสดงผล แต่ถ้านานเกินไปจะแสดงผลมาก พืชที่ได้จะมีโครโมโซมมากเกินระดับที่ต้องการ โดยทั่วไประยะเวลาที่ใช้ ประมาณ 1-24 ชั่วโมง ความเข้มข้นของสารต้องอยู่ในระดับที่พอเหมาะ ถ้าเจือจางเกินไปจะไม่แสดงผล แต่ถ้าเข้มข้นมากเกินไปจะแสดงผลเกินต้องการ ปกติประมาณ 0.06-1.00 เปอร์เซ็นต์ (วิทยา บัวเจริญ, 2527) แต่ต้องพิจารณาถึงการเจริญของสิ่งมีชีวิตนั้นๆด้วย

2.4 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับไรแดง

2.4.1 ชีววิทยาของไรแดง

ไรแดงมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Moina macrocopa* (Straus) เป็นแพลงก์ตอนสัตว์น้ำจืดขนาดเล็ก ลำตัวมีสีส้ม หรือสีค่อนข้างแดง ตัวเมียมีขนาดใหญ่กว่าตัวผู้ คือ ตัวเมียมีขนาดประมาณ 0.6x1.3 มิลลิเมตร ส่วนตัวผู้ขนาดประมาณ 0.4x0.6 มิลลิเมตร ไรแดง 1 ตัว หนักประมาณ 0.2 มิลลิกรัม ลำตัวไรแดง มีเปลือกคลุมเกือบหมดยกเว้นส่วนหัว มีหัวกลม มีตา 1 คู่ขนาดใหญ่ เรียกว่าตาประกอบ บนส่วนหัวมีหนวด 2 คู่ คู่ที่ 1 อยู่ใต้หัว มีขนาดเล็ก และรูปร่างคล้ายบุหรี่ ส่วนหนวดคู่ที่ 2 อยู่ข้างส่วนหัวมีขนาดใหญ่และลักษณะเป็นปล้อง ตรงข้อต่อของทุกปล้องมีแขนง ซึ่งเป็นขนคล้ายขนนก หนวดคู่นี้มีหน้าที่ช่วยในการเคลื่อนที่ ไรแดงมีขา 5 คู่อยู่ที่อก ซึ่งมองเห็นไม่ชัดเพราะมีเปลือกหุ้มอยู่ (ลัดดา วงศ์รัตน์, 2543)

2.4.2 การเพาะเลี้ยงไรแดง

การเพาะเลี้ยงไรแดง มี 3 วิธี(ภาณุ เทวรัตน์มณีกุล และคณะ,2532)

1) การเพาะแบบไม่ต่อเนื่อง คือ การเพาะไรแดงแบบการเก็บเกี่ยวเพียงครั้งเดียว การเพาะแบบนี้จำเป็นที่จะต้องมีบ่ออย่างน้อย 4 บ่อ เพื่อใช้ในการหมุนเวียนให้ได้ผลผลิตทุก

วัน การเพาะแบบไม่ต่อเนื่องจะให้ปริมาณไรแดงที่แน่นอน และจำนวนมาก ไม่ต้องคำนึงในด้านศัตรูมากนักเพราะว่าเป็นการเพาะในช่วงระยะเวลาสั้น ๆ

2) การเพาะแบบต่อเนื่อง คือ การเพาะไรแดงแบบเก็บเกี่ยวผลผลิตไรแดงหลายวันภายในบ่อเดียวกัน การเพาะแบบนี้ต้องมีบ่ออย่างน้อย 4 บ่อ การเพาะแบบต่อเนื่องจะต้องคำนึงถึงศัตรูของไรแดงและสภาวะแวดล้อมในบ่อเพาะไรแดง เนื่องจากการเติมสารอินทรีย์ต่าง ๆ หรือการเติมน้ำเขียวลงในบ่อควรมีการถ่ายน้ำ และเพิ่มน้ำสะอาดลงในบ่อ เพื่อเป็นการลดความเป็นพิษของแอมโมเนีย และสารพิษอื่น ๆ ที่เกิดขึ้นในบ่อ

3) การเพาะแบบเพิ่มระดับน้ำ คือ การเพาะไรแดงโดยแบ่งการใส่ปุ๋ยออกเป็น 2 ช่วง แต่ละช่วงจะห่างกัน 3 วัน โดยช่วงหลังจะใส่ปุ๋ยครึ่งหนึ่งของช่วงแรก การเพาะไรแดงแบบเพิ่มระดับน้ำนี้จะต้องคำนึงถึง ออกซิเจนในน้ำ เพราะระดับน้ำสูง ดังนั้นควรจะมีเครื่องเป่าอากาศเพื่อเพิ่มออกซิเจนในบ่อให้เพียงพอต่อความต้องการของไรแดง การเพาะแบบนี้จะใช้เวลาในการเพาะหลายวัน แต่จะให้ผลผลิตต่อบ่อสูง

อาหารของไรแดง ได้แก่ โปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน เกลือแร่ และวิตามิน ดังนั้นการเพาะเลี้ยงต้องมีอาหารเหมาะสม เพียงพอ และควบคุมสภาวะแวดล้อมให้พอเหมาะได้แก่ แสงแดด คาร์บอนไดออกไซด์ คุณสมบัติของน้ำ การหมุนเวียนของน้ำ ปริมาณออกซิเจน (รัชนีบูลย์ ทิพย์เนตร และนันทิยา สมหวัง, 2543) มีรายงานว่าการใช้เครื่องตีน้ำเพิ่ม เปรียบเทียบกับการไม่ใช่เครื่องตีน้ำพบว่าให้ผลผลิตไรแดงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในบ่อที่ใช้เครื่องตีน้ำ คือ ได้ผลผลิตเฉลี่ย 43.46 กิโลกรัม ส่วนบ่อที่ไม่ใช้เครื่องตีน้ำได้ผลผลิตเฉลี่ย 37.23 กิโลกรัม เมื่อเปรียบเทียบต้นทุนการผลิตไรแดงในบ่อที่ใช้เครื่องตีน้ำ และไม่ใช้เครื่องตีน้ำ คิดเป็น 15.34 และ 15.41 กิโลกรัมตามลำดับ(วีระ วัชกรโยธิน และคณะ,2530)

ได้มีการศึกษาปริมาณไนโตรเจนรวมที่เหมาะสมในการเพาะไรแดงโดยเปรียบเทียบความเข้มข้นปุ๋ยในการเพาะเลี้ยงไรแดงที่มีไนโตรเจนรวมต่างกัน 5 อัตรา คือ 100, 125, 150, 175 และ 200 กรัม/ลูกบาศก์เมตร โดยการใช้ปุ๋ย N-P-K สูตร 16-20-0 และปุ๋ยยูเรีย สูตร 46-0-0 รวมกัน เลี้ยงคลอเรลล่าให้เป็นอาหารของไรแดงในระยะเวลา 6-7 วัน ได้ผลผลิตเฉลี่ยในแต่ละความเข้มข้นของปุ๋ยเป็น 976.7, 1,076.7, 1,133.3, 943.3 และ 920.0 กรัม/บ่อ ขนาด 6 ตารางเมตร ตามลำดับ บ่อที่ใส่ปุ๋ยที่มี total nitrogen 150 กรัม/ลูกบาศก์เมตร ให้ผลผลิตเฉลี่ยมากที่สุด คือ 1,133.3 ศึกษาอัตราส่วนไนโตรเจนต่อฟอสฟอรัสในการเพาะไรแดง โดยเปรียบเทียบอัตราส่วนไนโตรเจนต่อฟอสฟอรัส 15:1, 6:1, 3.75 : 1,2.75 : 1 และ 2.14 : 1 ในบ่อซีเมนต์ ขนาด 6 ตารางเมตร ผลการทดลองในขั้นตอนแรกพบว่าอัตราส่วน N:P=3.75 : 1 ให้ผลผลิตมากที่สุด แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เนื่องจากเกิดการตกตะกอนของปุ๋ยและคลอเรลล่าอย่างรวดเร็วทำให้ไรแดงที่ได้มีปริมาณน้อย สีไม่แดงเข้มและอ่อนแอ จึงได้

เปลี่ยนจากปุ๋ยฟอสเฟตเป็นซุปเปอร์ฟอสเฟต โดยใส่ 3 วัน ๆ ละ 3 ครั้ง ผลการทดลอง อัตราส่วน N:P=3.75:1 ให้ผลผลิตมากที่สุดเช่นเดิม และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ไรแดงที่ได้มีความแข็งแรงและมีปริมาณกว่าขั้นตอนแรกเฉลี่ย 1043 กรัม(ทวี วิพุทธานุมาศ และทัศนีย์ สุขสวัสดิ์,2531และ 2553) จากการศึกษาคุณสมบัติของน้ำในบ่อเพาะไรแดง พบว่าค่าเฉลี่ยของความเป็นกรดเป็นด่าง 8.08 ออกซิเจนละลายน้ำ 2.02 มิลลิกรัม/ลิตร คาร์บอนไดออกไซด์ 24.58 มิลลิกรัม/ลิตร ฟอสเฟต 0.2234 มิลลิกรัม/ลิตร และค่าแอมโมเนียไนโตรเจน 0.1985 มิลลิกรัม/ลิตร(วิรัตดา สีตะสิทธิ์ และคณะ ,2526)

2.4.3 ความหมาย และคุณสมบัติของน้ำหมักชีวภาพ

น้ำหมักชีวภาพ หรือน้ำสกัดชีวภาพ หรือปุ๋ยอินทรีย์ คือ เป็นคำที่มีความหมายเดียวกัน เป็นสารละลายเข้มข้นที่ได้จากการหมักเศษพืชหรือสัตว์จะถูกย่อยสลายด้วยจุลินทรีย์ โดยใช้กากน้ำตาลเป็นแหล่งพลังงานของจุลินทรีย์ การหมักมีสองแบบ คือ หมักแบบต้องการออกซิเจน (หมักแบบเปิดฝา) และหมักแบบไม่ต้องการออกซิเจน (หมักแบบปิดฝา) สารละลายเข้มข้นอาจจะมีสีน้ำตาลเข้ม กรณีที่ใช้กากน้ำตาลเป็นตัวหมัก หรือมีสีน้ำตาลอ่อนเมื่อใช้น้ำตาลชนิดอื่นเป็นตัวหมัก ซึ่งถ้าไม่ผ่านการหมักที่สมบูรณ์แล้วจะพบสารประกอบพวกคาร์โบไฮเดรท โปรตีน กรดอะมิโน ฮอร์โมน เอ็นไซม์ ในปริมาณที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับวัตถุดิบที่ใช้ จุลินทรีย์ที่พบในน้ำสกัดชีวภาพหรือน้ำหมักชีวภาพ หรือปุ๋ยอินทรีย์น้ำ มีทั้งที่ต้องการออกซิเจน และไม่ต้องการออกซิเจน เช่นกลุ่มแบคทีเรีย *Bacillus* sp., *Lactobacillus* sp., *Streptococus* sp., นอกจากนี้ยังอาจพบเชื้อรา ได้แก่ *Aspergillus niger*, *Pennicillium*, *Rhizopus* และยีสต์ ได้แก่ *Canida* sp. (สุพรชัย มั่งมีสิทธิ์, 2547)

น้ำหมักชีวภาพคือน้ำที่ได้จากการหมักพวกพืช ผัก ผลไม้ วัชพืช สัตว์ และเศษอาหาร ในสภาพที่ไม่มีอากาศโดยจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในธรรมชาติ จะได้น้ำหมักชีวภาพที่ประกอบด้วยธาตุอาหารพืช ฮอร์โมน กรดอมิโน และอื่นๆ ส่วนการเพิ่มน้ำตาลในการหมัก จะช่วยเร่งปฏิกิริยาในการหมักให้สมบูรณ์เร็วขึ้น สกัดจากพืชหรือสัตว์ จะมีน้ำเป็นองค์ประกอบในเซลล์พืชหรือสัตว์อยู่มาก เมื่อนำมาหมักร่วมกันน้ำตาลที่ละลายในน้ำเป็นลักษณะน้ำเชื่อม หรืออาจใช้โมลาส ซึ่งเป็นสารละลายที่มีความเข้มข้นสูงกว่าน้ำภายในเซลล์ของพืชหรือสัตว์ ทำให้หนังเซลล์สูญเสียสภาพหรือที่แรงกว่าคือเซลล์แตก อินทรีย์สารที่อยู่ในเซลล์จึงละลายรวมอยู่ในน้ำเชื่อมเหล่านั้น ขณะเดียวกันจุลินทรีย์ที่มีอยู่ทั่วไปในธรรมชาติจะเข้ามาช่วยสลายซากพืชหรือสัตว์ด้วย ดังนั้นอินทรีย์สารที่ได้จากการย่อยสลายจึงมีทั้งของเดิมจากพืชหรือสัตว์ และของใหม่ที่ได้จากการสังเคราะห์โดยจุลินทรีย์ (ยงยุทธ โอสถสภา, 2542)

น้ำหมักชีวภาพ จะมีธาตุอาหารหลัก (N-P-K)ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียมที่ละลายน้ำได้ ร้อยละ 0.03 -1.06, 0.4, และ 0.05-3.53 ตามลำดับ ธาตุอาหารรอง ได้แก่ แคลเซียม แมกนีเซียมและซัลเฟอร์ ร้อยละ 0.05-0.49, 0.1-0.37 ตามลำดับ ธาตุอาหารเสริม ได้แก่ เหล็ก คลอไรด์ 30-350 และ 2,000-11,000 ppm.ตามลำดับ ธาตุอาหารเสริมอื่นๆ เช่น แมงกานีส ทองแดง (ทิพวรรณ สิทธิรังสรรค์, 2547)

2.4.4 เชื้อจุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับขบวนการหมัก

ปัญญา โพธิ์ฐิติรัตน์ และกิตติพงษ์ ศิริวานิชกุล (2538) รายงานว่า จุลินทรีย์ที่มีบทบาทในการหมักปุ๋ยมีหลายชนิด ส่วนใหญ่เป็นแบคทีเรีย และราและพวกแอคทิโนมัยซิส โดยเฉพาะการหมักวัสดุเพาะเห็ดฟางข้าว หญ้าแห้ง เปลือกและใบถั่ว ฯลฯ ในขณะที่มีการหมักกองปุ๋ยสำหรับเพาะเห็ด พบว่า จะเกิดปฏิกิริยาทางชีวเคมีขึ้นทำให้กองปุ๋ยหมักที่อุณหภูมิสูง ในระยะนี้จะพบว่ามีเชื้อจุลินทรีย์ที่ชอบอุณหภูมิสูง จำนวนมากมาย เชื้อจุลินทรีย์เหล่านี้ จะมีการสังเคราะห์พวกวิตามิน เอนไซม์ โปรตีน และกรดอะมิโน ซึ่งเห็ดสามารถนำไปใช้เป็นอาหารได้ต่อ อุณหภูมิของกองปุ๋ยหมักจะสูงประมาณ 50-70 องศาเซลเซียส วัสดุที่หมัก เช่น ฟางข้าว เศษหญ้า เป็นต้น จะถูกจุลินทรีย์ย่อยสลายให้มีขนาดของโมเลกุลเล็กลง กลายเป็นน้ำตาลกลูโคส ฟรุคโตส ซึ่งเห็ดสารถนำไปใช้ในการเจริญเติบโตได้อย่างดี ส่วนปุ๋ยคอก และปุ๋ยไนโตรเจนที่ใส่ลงไปในกองปุ๋ยหมัก โดยเฉพาะพวกมูลสัตว์ ยูเรีย แอมโมเนียไนเตรท ก็จะถูกแบคทีเรียทำปฏิกิริยาแบบ Amonifying กลายเป็นแอมโมเนียจากนั้นจะทำปฏิกิริยากับน้ำ และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ได้สารพวกแอมโมเนียคาร์บอเนต สารพวกนี้จะไม่อยู่ตัวถ้าได้รับอุณหภูมิสูง ก็จะปลดปล่อยอยู่ในรูปแอมโมเนียออกมา ดังนั้น เมื่ออยู่ใกล้กองปุ๋ยหมัก มักจะพบว่ามีกลิ่นของแอมโมเนียระเหยออกมาอยู่เสมอ จุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับการหมักพอจะแยกประเภทได้ดังนี้

1. เชื้อแบคทีเรีย เชื้อแบคทีเรียที่พบอยู่เสมอๆ ในกองปุ๋ยหมัก ได้แก่ *Serratia* sp., *Pseudomonas* sp., *Bacillus subtilis* และ *Cellulomonas* sp.

2. เชื้อรา เชื้อราที่พบอยู่เสมอๆ ในกองปุ๋ยหมัก ส่วนใหญ่เป็น Thermophilic fungi ที่สามารถย่อยสลาย Cellulose, Hemicellulosr และ Lignin ได้แก่ เชื้อรา *Humicola* sp., *Aureobasidium pullulans*, *Cladosporium* sp. และ *Altermaria* sp. รากลุ่มนี้จะมีปริมาณมากในช่วง 2 วันแรกของการหมักปุ๋ย ต่อมากองปุ๋ยหมักมีอุณหภูมิสูงขึ้นประมาณ 45 องศาเซลเซียส ราและจุลินทรีย์อื่นๆ จะตาย และอุณหภูมิในกองปุ๋ยหมักจะลดลงจากนั้นจะมีรา *Coprinus* sp. หรือเห็ดขี้ม้าเจริญขึ้น ซึ่งแสดงว่าวัสดุต่างๆ ได้ผ่านการหมักเรียบร้อยแล้ว และพร้อมที่จะนำไปนึ่งฆ่าเชื้อเพื่อใช้สำหรับเพาะเห็ดต่อไป

3. เชื้อจุลินทรีย์แอคทิโนมัยซิท (Actinomycetes) นับว่ามีบทบาทในการหมักปุ๋ยคล้ายจุลินทรีย์อื่นๆ แต่มีความสามารถย่อยพวกเซลลูโลส น้อยกว่าเชื้อรา และเชื้อแอคทิโนมัยสิทเจริญเติบโตช้าจึงมักพบจุลินทรีย์พวกนี้ภายหลังช่วงของการหมัก ลักษณะของเส้นใยพวกแอคทิโนมัยสิทมีขนาดเล็กจึงสามารถเจริญแทรกลงไปในปุ๋ยหมักพวกฟางข้าว ขี้เลื่อย ได้ดีกว่าจุลินทรีย์อื่นๆ แต่ที่สำคัญก็คือ แอคทิโนมัยสิทสามารถสร้างสารพวกปฏิชีวนะ ซึ่งสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์บางชนิดได้ จึงทำให้ปุ๋ยหมักที่หมักได้ที่และผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อแล้ว เมื่อเชี่ยเชื้อเห็ดใส่ลงไป โอกาสที่ก้อนปุ๋ยหมักจะเกิดเชื้อปลอมปนจึงลดน้อยลง

2.4.5 วิธีการทำน้ำหมักชีวภาพ

วรวิชญ์ รุ่งรัตนกสิน (2552) แนะนำวิธีการทำน้ำหมักดังนี้

1) นำเศษพืช สัตว์ ผัก ผลไม้ หญ้า เศษอาหารที่ยังสดอยู่ มาสับเป็นชิ้นเล็กพอควร ยิ่งละเอียดยิ่งดี ชั่งเศษพืชสัตว์ให้ได้น้ำหนัก สมมติว่า 3 กิโลกรัม (ใช้มากหรือน้อยตามอัตราส่วน)

2) หมักในโอ่ง ไห ถังพลาสติก ห้ามใช้ภาชนะที่เป็นโลหะ(เพราะน้ำหมักชีวภาพมีสภาพเป็นกรดสูง จะกัดโลหะผุกร่อนเร็ว)

3) ใส่น้ำตาลทรายแดง(ที่ยังไม่ฟอก) หรือ น้ำตาลทรายขาว หรือ กากน้ำตาล หนัก 1 กิโลกรัมลงไปผสมคลุกเคล้าให้เข้ากัน ถ้าส่วนใหญ่เป็นเศษพืช ใช้เศษพืช ต่อ น้ำตาล = 3 ต่อ 1) ถ้าส่วนใหญ่เป็นเศษสัตว์ ใช้เศษสัตว์ ต่อ น้ำตาล = 1 ต่อ 1)

4) ปิดฝาโอ่ง ไห ถังพลาสติกให้สนิท อย่าให้อากาศเข้า และควรเก็บไว้ในที่ร่ม

5) หลังจากหมักไว้ 15 วัน ให้เปิดฝาออก เติมน้ำลงไป 10 ลิตรหรือ 10 กิโลกรัม ใช้ไม้คนให้ทั่ว ปิดฝาให้สนิทไว้ดังเดิม หลังจากนั้นอีกประมาณ 5 วัน จึงเปิดฝา แล้วใช้ไม้คนให้ทั่ว และปิดฝาไว้เหมือนเดิม

6) น้ำหมักชีวภาพนี้ สามารถเริ่มใช้ได้หลังจากหมัก 5 วัน ถ้าจะให้ได้ผลดี ควรหมักไว้นาน 30 วัน และจะได้ผลดีเพิ่มมากขึ้น เมื่อหมักไว้นาน 3 เดือน หรือมากกว่า ซึ่งจะทำให้น้ำหมักชีวภาพมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นด้วย

2.4.6 จุลินทรีย์ EM และการใช้ประโยชน์

การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (2547) ได้รายงานไว้ว่า EM ย่อมาจาก Effective Microorganisms หมายถึงกลุ่มจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพ ค้นพบโดย ศาสตราจารย์ ดร.เทรูโอะ ฮิหงะ แห่งมหาวิทยาลัยริวกิวโอกินาวา ประเทศญี่ปุ่น เมื่อ พ.ศ. 2525 จากการศึกษาการทำงานของ EM พบว่าจุลินทรีย์ EM มีประโยชน์ไม่เฉพาะแต่ในด้านการเกษตรเท่านั้นแต่ยังสามารถใช้

ได้ผลดีทั้งในด้านปศุสัตว์ ด้านประมง และการรักษาสิ่งแวดล้อมอีกด้วย EM เป็นของเหลวสีน้ำตาล กลิ่นอมเปรี้ยวอมหวานเกิดจากการทำงานของกลุ่มจุลินทรีย์ต่างๆ เป็นกลุ่มจุลินทรีย์ที่มีชีวิตที่ต้องการที่อยู่ที่เหมาะสมไม่ร้อนหรือเย็นเกินไปอยู่ในอุณหภูมิที่ปกติ ไม่สามารถใช้รวมกับสารเคมี ยาปฏิชีวนะและยาฆ่าแมลงต่างๆได้ ไม่เป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต ช่วยปรับสภาพความสมดุลของสิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อมธรรมชาติ เป็นกลุ่มจุลินทรีย์ที่ทุกคนสามารถนำไปเพาะขยายต่อได้ จะทำงานในที่มืดได้ดี ดังนั้นควรใช้ช่วงเย็นของวัน หัวเชื้อ EM สามารถเก็บได้นานประมาณ 1 ปี โดยปิดฝาให้สนิท อย่าทิ้ง EM ไว้กลางแดด และอย่าเก็บไว้ในตู้เย็น ควรเก็บรักษาไว้ในอุณหภูมิปกติ ทุกครั้งที่แบ่งไปใช้ต้องรีบปิดฝาให้สนิทเพื่อไม่ให้เชื้อโรคหรือจุลินทรีย์ในอากาศที่เป็นโทษเข้าไปปะปน การนำEMไปขยายต่อควรใช้ภาชนะที่สะอาดและใช้ให้หมดในระยะเวลาที่เหมาะสม หาก EM เปลี่ยนเป็นสีดำ มีกลิ่นเหม็นเน่า ถือว่า EM ตาย ไม่สามารถใช้ประโยชน์ได้อีก ให้นำ EM ที่เสียผสมน้ำรดกำจัดหญ้าและวัชพืชที่ไม่ต้องการได้ ซึ่งการใช้จุลินทรีย์ EM จะมีประโยชน์ดังนี้

1) ด้านการเกษตร ช่วยปรับสภาพความเป็นกรด-ด่างในดินและน้ำ แก้ปัญหาจากแมลงศัตรูพืชและโรคระบาดต่างๆ ปรับสภาพดินให้ร่วนซุย อุ้มน้ำ และอากาศผ่านได้ดี ช่วยย่อยสลายอินทรีย์วัตถุ เพื่อให้เป็นปุ๋ย (อาหาร) แก่อาหารพืชดูดซึมไปเป็นอาหารได้ดีไม่ต้องใช้พลังงานมากเหมือนการให้ปุ๋ยวิทยาศาสตร์

2) ด้านการประมง ช่วยควบคุมคุณภาพในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำได้ แก้ปัญหาโรคพยาธิในน้ำเป็นอันตรายต่อกุ้ง ปลา กบ หรือสัตว์น้ำที่เลี้ยงได้ ช่วยรักษาโรคแผลต่าง ๆ ในปลา กบ จระเข้ และช่วยลดปริมาณขี้เลนในบ่อ และทำให้เลนไม่เน่าเหม็น สามารถนำไปผสมปุ๋ยหมักใช้พืชต่างๆ ได้อย่างดี

3) ด้านสิ่งแวดล้อม ช่วยปรับสภาพเศษอาหารจากครัวเรือน ให้กลายเป็นปุ๋ยที่มีประโยชน์ต่อพืชผักได้ ช่วยปรับสภาพน้ำเสียจากอาคารบ้านเรือน โรงงาน โรงแรมหรือแหล่งน้ำเสียดับกลิ่นเหม็นจากกองขยะที่หมักหมมมานานได้

2.4.7 จุลินทรีย์ พด.1 และการใช้ประโยชน์

ประกิต เพ็งวิชัย(2551) ได้รายงานไว้ว่า เชื้อจุลินทรีย์ชนิดต่าง ๆ ที่มีประโยชน์ เป็นเชื้อจุลินทรีย์ ประเภท รา บักเตรี และ แอคติโมมัยซีส ซึ่งสามารถย่อยสลายเศษพืชให้เป็นปุ๋ยหมักใช้ได้อย่าง รวดเร็ว เมื่ออยู่ในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม ช่วยประหยัดเวลาในการทำ ปุ๋ยหมัก และสามารถนำปุ๋ยหมักไปใช้ให้ทันกับความต้องการ และได้ปุ๋ยหมัก ที่มีคุณภาพดี ทั้งนี้เพราะจุลินทรีย์บางชนิดที่ผสมอยู่ในผลิตภัณฑ์เป็นพวก ที่ทำการย่อยเศษพืชได้ดีในสภาพที่กองปุ๋ยมีความร้อนสูง สภาพดังกล่าว จะช่วยทำลายเมล็ดวัชพืชหรือเชื้อโรคที่ปะปนอยู่ได้ กรมพัฒนาที่ดินได้นำสาร เร่งนี้

มาทดลองเพื่อย่อยเศษพืช ปรากฏว่าสามารถย่อยฟางข้าวใหม่ให้เป็น ปุ๋ยหมักใช้ได้ภายในเวลาไม่เกิน 30-45 วัน และกากอ้อยซึ่งสลายตัวยาก เป็นปุ๋ยหมักใช้ได้ไม่เกิน 60 วัน และได้ปุ๋ยหมักที่สมบูรณ์และมีคุณภาพดี ซึ่งสารเร่ง พด.1 จะมีประโยชน์ดังนี้

1) ทำให้ดินร่วนซุย การอุ้มน้ำของดินดีขึ้น เพิ่มแหล่งอาหารของจุลินทรีย์ในดิน ทำให้ดินมีธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืชเพิ่มขึ้น

2) ทำให้รากพืชแข็งแรงและพืชเจริญเติบโตได้ดี

3) จุลินทรีย์ที่เพิ่มขึ้นสามารถยับยั้ง ทำลายและควบคุมเชื้อสาเหตุโรคพืชในดิน

4) แปรสภาพแร่ธาตุในดินบางชนิดให้เป็นประโยชน์ต่อพืช ได้แก่ ไตรโคเดอร์ม่า บาซิลลัส และรักษาสภาพแวดล้อมให้เหมาะสม

2.4.8 กากน้ำตาล และการใช้ประโยชน์

กากน้ำตาล เป็นของเหลวที่มีลักษณะข้นเหนียวสีน้ำตาลดำ ที่เป็นผลพลอยได้จากโรงงานผลิตน้ำตาล ซึ่งเป็นส่วนของของเหลวที่ได้จากการแยกเอาผลึกของน้ำตาล องค์ประกอบส่วนใหญ่ เป็นน้ำตาลซูโครสที่ไม่ตกผลึก ในการผลิตน้ำตาลทรายนั้นจะมีกากน้ำตาลซึ่งเป็นผลพลอยได้ที่เกิดขึ้นร้อยละ 4 - 6 ของปริมาณอ้อยที่ใช้ ในการผลิตกากน้ำตาลประกอบด้วยน้ำตาลประมาณร้อยละ 50-60 และแร่ธาตุต่างๆโดยใช้เป็นอาหารสัตว์ซึ่งเป็นแหล่งพลังงานที่เหมาะสม ราคาไม่แพงมีการใช้เป็นส่วนผสมของอาหารสัตว์ และใช้เป็นปุ๋ยเพราะในกากน้ำตาลมีไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม ซึ่งเป็นสารอาหารที่สำคัญของพืชนอกจากนี้กากน้ำตาลยังใช้ในอุตสาหกรรมหมัก เช่น อุตสาหกรรมแอลกอฮอล์ สุรา กรดมะนาว และยีสต์ เนื่องจากกากน้ำตาลมีราคาถูกและเหมาะสมกว่า เมื่อเทียบกับวัตถุดิบชนิดอื่น (สันทัด ศิริอนันต์ไพบูลย์, 2544)

2.4.9 คลอเรลลา และการใช้ประโยชน์

คลอเรลลา มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Chlorella* sp. เป็นแพลงก์ตอนพืชที่มีประโยชน์ในวงการประมงมาก ทั้งนี้เพราะคลอเรลลาเป็นอาหารเพื่อเลี้ยงแพลงก์ตอนสัตว์ชนิดอื่นหรืออาจใช้เลี้ยงลูกสัตว์น้ำบางชนิดโดยตรง การแพร่กระจายของคลอเรลลาส่วนมากพบเป็นแพลงก์ตอนในน้ำจืดทั่วไป แต่ก็มีคลอเรลลาบางชนิดที่อาจใช้ชีวิตไม่เป็นแพลงก์ตอนได้เช่นกัน กล่าวคือบางชนิดชอบอาศัยอยู่กับไลเคน และบางชนิดไปเกาะอาศัยอยู่บนเนื้อเยื่อของไฮดรา รูปร่างทั่วไปของคลอเรลลา เป็นเซลล์เดี่ยวผนังเซลล์หนา 3 ชั้น ผนังชั้นนอกสุดเป็นสารเมือก ผนังเซลล์ชั้นกลางเป็นเพคโตส ส่วนผนังชั้นในสุดเป็นสารเซลลูโลส ภายในเซลล์ของคลอเรลลาประกอบไปด้วยคลอโรพลาสต์ที่มีรูปร่างคล้ายถ้วยขนาดใหญ่นอกจากนี้ยังมีนิวเคลียส 1 อันตรงกลางเซลล์ ลักษณะเด่น

ของคลอเรลลาที่ต่างจากแพลงก์ตอนพืชอื่นคือการไม่มีอวัยวะขับถ่าย ไม่มีหนวด (สันทนา ดวงสวัสดิ์ และคณะ, 2524) คลอเรลลามีขนาดเล็กเพียง 2.3-3.5 ไมครอน มีคุณค่าทางอาหารสูง คือมีโปรตีนร้อยละ 64.15 (Kaplan *et al.*, 1986)

คลอเรลลามีประโยชน์มาก นอกจากจะใช้ในวงการประมงแล้ว ยังใช้ประโยชน์เป็นตัวกำจัดน้ำเสียในโรงงานอุตสาหกรรม ร่วมกับการใช้แบคทีเรียทั่วไป ในวงการศึกษาใช้แพลงก์ตอนตระกูลนี้เป็นตัวอย่าง สาธิตขบวนการสังเคราะห์แสงของพืชได้ คุณค่าทางอาหารสูงมากไม่ว่าจะเป็นโปรตีน ไขมัน หรือคาร์โบไฮเดรตและวิตามิน เช่น Thiamin, Riboflavin. (ภาณุ เทวรัตน์มณีกุล และคณะ, 2532)