# บทที่ 2
# การตรวจเอกสาร

พื้นที่องค์การบริหารส่วนตำบลหนองแรด อำเภอเทิง จังหวัดเชียงราย พบว่ามีปัญหาส่วนใหญ่ของเกษตรกรเป็นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการทำการเกษตรเชิงเดี่ยว การใช้สารเคมีที่เกินความจำเป็น การปนเปื้อนของสารเคมีในแหล่ง ซึ่งปัญหาของเกษตรกรส่วนใหญ่คือ มีการรวมกลุ่มเกษตรกรในการผลิตพืชผักปลอดภัย มีการใช้สารชีวภัณฑ์ น้ำหมักจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ เพื่อลดและทดแทนการใช้สารเคมี และพบว่าเกษตรกรกลุ่มนี้ยังขาดความต่อเนื่องของการผลิต และยังขาดองค์ความรู้ในเชิงวิชาการที่ดี ซึ่งพบว่าเมื่อเกษตรกรทำน้ำหมักจุลินทรีย์แล้วนิยมหมักทิ้งไว้นานๆ และใช้ไปเรื่อยๆ บางพื้นที่หมักทิ้งเอาไว้นานข้ามปี และนำมาใช้โดยมีหลักในการตรวจสอบคุณภาพของน้ำหมักจุลินทรีย์นั้น ส่งผลให้เมื่อเกษตรกรนำไปใช้จึงมักไม่ประสบความสำเร็จ เนื่องจากคุณภาพของน้ำหมักและจุลินทรีย์ในน้ำหมักนั้นที่ลดประสิทธิภาพลงอย่างชัดเจน หลายรายจึงไนกลับไปทำการเกษตรแบบพึ่งพาการใช้สารเคมีมากอย่างเช่นเดิม ทำให้กลุ่มไม่เข้มแข็ง และขาดพื้นที่ต้นแบบในการผลิตและการใช้ รวมทั้งเมื่อลงพื้นที่สำรวจและทวนสอบข้อมูลพบว่าเกษตรยังขาดองค์ความรู้ในกระบวนการผลิต/ปัจจัยการผลิตที่ถูกต้องและมีประสิทธิภาพ ไม่สามารถประยุกต์ใช้ได้ ซึ่งโครงการนี้ได้เข้าไปศึกษาถึงสาเหตุของปัญหาต่างๆ ที่ได้ระบุไว้แล้วเบื้องต้น เพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบการวางแผนการทดลองแก้ปัญหาหลักดังกล่าวในพื้นที่ต่อไป

**องค์การบริหารส่วนตำบลหนองแรด อำเภอเทิง จังหวัดเชียงราย**

องค์การบริหารส่วนตำบลหนองแรด อำเภอเทิง จังหวัดเชียงรายซึ่งมีอาณาเขตพื้นที่ 61.7 ตารางกิโลเมตร มีลักษณะภูมิประเทศพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นที่ราบสลับเนินเขา ที่ราบริมแม่น้ำ มีการปลูกพืชบนพื้นที่ราบริมแม่น้ำ และพื้นที่นาเป็นหลัก พื้นที่ดินริมแม่น้ำมีความอุดมสมบูรณ์ พื้นที่ดอนสภาพดินเป็นกรด อาชีพของประชากรส่วนใหญ่ คือ ทำการเกษตร

**อำเภอ :** เทิง

**จังหวัด :** เชียงราย

เป็นองค์การบริหารส่วนตำบลที่มีขนาดเล็ก ก่อตั้งขึ้นเมื่อปี พศ. 2540 มีอานาเขต พื้นที่ 61.7 ตารางกิโลเมตร ประชากรทั้งสิ้น 4,274 คน โดยเป็นประชากรชายทั้งสิ้น 2,207 คน และเป็นประชากรหญิงทั้งสิ้น 2,067 คน องค์การบริหารส่วนตำบลหนองแรด – อำเภอเทิง – จังหวัดเชียงราย แบ่งเขตการปกครอง เป็น 7 หมู่บ้าน

ประกอบด้วยหมู่บ้าน หมู่ 1 บ้านหนองแรด , หมู่ 2 บ้านม่อน , หมู่ 3 บ้านหนองแรดเหนือ , หมู่ 4 บ้านหนองแรดใต้ , หมู่ 5 บ้านหนองแรดกลาง , หมู่ 6 บ้านม่อนป่ายาง , หมู่ 7 บ้านม่อนป่ายางใต้ (องค์การ

บริหารส่วนตำบลหนองแรด, 2561)

**ตารางที่ 1.** แสดงจำนวนประชากรในพื้นที่องค์การบริหารส่วนตำบลหนองแรด อำเภอเทิง จังหวัดเชียงราย

| **จำนวนหลังคาเรือน :** | **1,198 หลังคาเรือน** | | |
|---|---|---|---|
| จำนวนประชากร : | 4,709 คน | จำนวนผู้สูงอายุ : | 457 คน |
| จำนวนเด็กแรกเกิด ถึง 6 ปี : | 154 คน | จำนวนผู้สูงอายุ ที่ป่วยเป็นโรคเรื้อรัง : | 36 คน |
| จำนวนสตรีตั้งครรภ์ : | 37 คน | จำนวนผู้สูงอายุ ที่ช่วยตนเองไม่ได้ : | 13 คน |
| จำนวนสตรีอายุ 35 ปี ขึ้นไป : | 1,070 คน | จำนวนผู้พิการ : | 85 คน |

**ที่มา :** เวปไซด์องค์การบริหารส่วนตำบลหนองแรด อำเภอเทิง จังหวัดเชียงราย

**จุลินทรีย์ที่มีประโยชน์: จุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ทางการเกษตรประกอบด้วย**

กลุ่มที่ 1 คือ จุลินทรีย์ที่อยู่ในกลุ่มที่ตรึงไนโตรเจน ซึ่งเรามักจะใช้แบคทีเรีย เพราะมันเร็ว และมีอยู่มาก ครึ่งหนึ่งของจุลินทรีย์ทั้งหมดในโลกเรานี้คือ แบคทีเรีย แบคทีเรียที่ตรงในโตเจนได้ แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ต้องอยู่กับตัวอื่นถึงจะตรึงได้กลุ่มของไรโซเบียม และกลุ่มที่เป็นอิสระ เช่น ไอโซโทนแด็กเตอร์

กลุ่มที่ 2 คือ กลุ่มเชื้อรา เชื้อราที่เอากลับมาใช้ใหม่นี้ก็เพราะเชื้อราสามารถทำงานได้ดีในสภาพอากาศที่ร้อนขอให้มีความชื้นนิดหน่อย เชื้อราก็ทำงานได้ดีมาก

กลุ่มที่ 3 คือที่จะเพิ่มปริมาณอินทรียวัตถุเร็วๆ คือ สาหร่าย อย่างในนาข้าวเราก็จะเน้นตัวที่เพิ่มมวลสารหรือชีวมวล ที่ให้อินทรีย์มากๆใส่สีเขียวๆลงไปก็คือ สาหร่ายจะเร็วสุด ที่เรารู้จักอยู่ตัวหนึ่งคือ “แหนแดง” และแหนแดงก็ตรึงไนโตรเจนได้ด้วย

กลุ่มที่ 4 คือ เป็นพวกที่ย่อยสลาย ซากพืช ซากสัตว์ได้ดี ก็จะเป็นพวกโปรโตซัว

จุลินทรีย์ตัวไหนที่ขาดหายไปเราก็เริ่มที่จะใส่กลับเข้าไป เพื่อจะให้มันกลับคืนสู่สภาพเดิม ถ้าถามว่าดินที่เหมาะสมที่สุด เกี่ยวกับเรื่องการเกษตร คือดินแบบไหน ก็คือดินที่มีจุลินทรีย์อยู่หลายกลุ่ม มีการศึกษาว่าในปุ๋ยหมักทุกๆกรัม มันจะต้องมีแบคทีเรียที่กำลังแอคทีฟหรือที่กำลังทำงาน 15 – 30 ไมโครกรัม ต้องมีมวลของแบคทีเรียอยู่ที่ 150-300 ไมโครกรัม ต้องมีมวลของเชื้อราที่กำลังทำงานอยู่ที่ 2-10 ไมโครกรัม น้ำหนักของเชื้อราทั้งหมดในระบบของปริมาณ 150 -200 ไมโครกรัม ต้องมีพวก “โปรโตซัว” ซึ่งจะไปกินของใหญ่ๆ แล้วย่อยให้กลายมาเป็นของเล็กๆ เขาบอกว่าอาจจะต้องมีถึงประมาน 10,000 ตัว ต่อ 1 กรัม นี่คือ ปุ๋ยหมัก

ก้อนนั้นมีกิจกรรมค่อนข้างดี มีลักษณะจะต้องมีพวกไส้เดือนฝอยในส่วนที่เป็นประโยชน์ 50-100 ตัวนี่เรียกว่าเป็น มาตรฐานสำหรับปุ๋ยหมัก ถ้าเป็นกลุ่มของอีเอ็ม (เกษตรของธรรมชาติของคิวเซ) (อีเอ็ม EM) เขาจะพูดถึงจุลินทรีย์ที่สังเคราะห์แสง ซึ่งสร้างไนโตรเจน สร้างกรดอะมิโน น้ำตาล วิตามิน อีกกลุ่มคือ เกษตรธรรมชาติของเกาหลี ของอาจารย์ ฮาน คิวโซ จะพูดถึงจุลินทรีย์พวก แลคติก แอซิดแบคทีเรียสมดุลย์ทั้งชนิดและปริมาณ อีกกลุ่มหนึ่งที่จะตรงกันของทั้งเกษตรคิวเซ หรือเกษตรธรรมชาติเกาหลีก็คือ จุลินทรีย์ในกลุ่มยีสต์ ยีสต์จะเป็นตัวจัดการของเน่าเหม็นที่อยู่ในระบบในฟาร์ม หรือในสภาพแวดล้อมได้ค่อนข้างดี เป็นตัวการที่จะดักจับทั้งกลิ่นแล้วก็สารอินทรีย์ ให้หมดไป (อานัฐ, 2549)

การทำน้ำหมักสูตรต่างๆ

สิ่งที่ตามมาก็คือหลังจากไปเก็บจุลินทรีย์ตามธรรมชาติมาแล้ว ก็ต้องมีการที่จะเพิ่มจำนวนก็เพื่อที่จะไปเปลี่ยนรูปของธาตุอาหารพืชที่ไม่เป็นประโยชน์ในดินหรือในสภาพแวดล้อมให้กลับมาเป็นประโยชน์ เพราะฉะนั้นการเพิ่มจำนวนจุลินทรีย์ก็คือ การเพิ่มกระบวนการสลายตัวของอินทรียวัตถุในดิน เพื่อเอาไปเป็นปัจจัยในการผลิตพืช หรือไปเป็น Input เพื่อที่จะสร้าง Output ซึ่ง Output ส่วนหนึ่งของมนุษย์เอาไปใช้อีก ส่วนหนึ่งก็กลับมาปล่อยให้จุลินทรีย์ย่อยสลายอีกทีหนึ่งกลับไปเป็น Input ใหม่ นี่จึงเป็นที่มาของสูตรซึ่งเราพยายามที่จะเลียนแบบธรรมชาติ

เริ่มจากพืชสีเขียว จะหาวิธีการอย่างไรที่จะหมักได้เร็ว เพราะหมักแบบเดิม คือหมักแบบแห้งจะใช้เวลานาน ก็เลยนำพืชสีเขียวมาทำน้ำหมัก จากพืชสีเขียวซึ่งต้องการจุลินทรีย์อีกกลุ่มคือกลุ่มที่ไม่ต้องการออกซิเจน เมื่อเก็บมาแล้วจะให้มันทำงานโดยเอากากน้ำตาลไปล่อมัน เพราะ จุลินทรีย์ต้องการสารอินทรีย์ที่เล็กที่สุดซึ่งสามารถนำมาใช้ได้เลย หนึ่งในนั้นก็คือ กลูโคส หรือไม่ก็ฟรุกโตส จุลินทรีย์ต่างกันกินน้ำตาลไม่เหมือนกัน ซึ่งเหล่านี้มีอยู่ในรากพืช ในธรรมชาติ มีอยู่ในรากต้นไผ่ จนถึงสิ่งที่มนุษย์เตรียมไว้ให้ ในเกาหลีใช้น้ำตาลตัวหนึ่ง บางประเทศใช้อีกตัวหนึ่ง ประเทศไทยใช้กากน้ำตาลเพราะมันถูกสุดและมีน้ำตาลที่จุลินทรีย์ต้องการครบ นั่นคือ การพยายามที่จะเพิ่มความหลากหลายของจุลินทรีย์และปริมานในธรรมชาติขึ้นมาอีกเพื่อให้เขามาทำหน้าที่ในการย่อยสลายพืชสีเขียว จากการทำปุ๋ยหมักแห้งในอดีตที่ใช้เวลา 3-4 เดือน ก็เหลือแค่ 15-20 วัน ในเกษตรธรรมชาติจะไม่สนใจว่าจะเป็นจุลินทรีย์กลุ่มไหน ขอให้มาจากธรรมชาติทั้งหมดลงไปมันจะทำงานของมันเอง

**น้ำหมักจากพืชสีเขียว**

น้ำหมักจากพืชสีเขียวหรือที่เรียกกันว่าปุ๋ยอินทรีย์น้ำ ทำจากพืชสีเขียวที่มีเซลล์ ซึ่งมีธาตุอาหารครบ ถ้าเราดักสิ่งที่มีอยู่ในถุงเซลล์ ส่วนหนึ่งก็มกจะเปลี่ยนไปเป็นธาตุอาหารพืชที่มีจุลินทรีย์ มีฮอร์โมนพืช จุลินทรีย์ที่มาหมักเป็นน้ำหมักแล้ว เราต้องการอะไรจากมัน เราต้องการธาตุอาหารพืช ความหลากหลายของจุลินทรีย์

สหรัฐอเมริกามีการทำปุ๋ยน้ำชา (compost tea) ก็พยายามจะพูดถึงการเพิ่มความหลากหลายในดินเป็นหลัก โดยเขาคิดว่าปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ในดินนี่ก็ต้องใช้ปุ๋ยอินทรีย์เป็นหลัก เป็นการรักษาไม่ให้มันหนีไปไหน ไม่มีการเผา เมื่อมันมีปริมาณอินทรียวัตถุมากแล้ว ก็เพิ่มจุลินทรีย์ลงไปในดิน บางคนเอาไปใช้ในเรื่องทดแทนปุ๋ยเคมี เป็นธาตุอาหารพืช ถ้าทดแทนธาตุอาหารพืชตรงนี้อาจจะยาก เพราะถ้าดูในจีน เกาหลี หรือ ญี่ปุ่น ทำสำเร็จเพราะดินเขามีอินทรียวัตถุอยู่ประมาณ 5-8 % ในเดนมาร์กมี 8-11% เพราะฉะนั้นก็ไม่จำเป็นต้องใส่ปุ๋ยอินทรีย์ใส่น้ำหมักก็เพียงพอแล้ว เพราะบ้านเขาหนาวแต่ดินดี ทำให้ดินขาดจุลินทรีย์ จึงมีความจำเป็นแค่ทำน้ำหมักเพื่อเพิ่มจุลินทรีย์ก็พอ วิธีการจะให้มีจุลินทรีย์มากก็คือ ไปเก็บจุลินทรีย์มาขยายด้วยกากน้ำตาลให้มากขึ้นแล้วนำกลับไปใส่ในดินของตัวเองที่มีธาตุอาหารอินทรีย์วัตถุดีอยู่แล้ว

แต่ในไทยดินมีอินทรียวัตถุน้อยไม่ถึง 2% เรารู้ว่าอินทรียวัตถุที่จะทำให้ปลูกพืชโดยไม่ต้องใช้ปุ๋ยเคมีได้ต้องมีความชื้นเหมาะสม มีอากาศ มีการหายใจ เราต้องการให้มีอินทรียวัตถุ 2-2.5% แต่เนื่องจากประเทศไทยไปเพาะปลูกเพื่อส่งออกทั่วโลกมานานเกินไป เราจึงมีอินทรียวัตถุไม่ถึง 1% ฉะนั้นสิ่งที่ต้องทำอย่างแรก คือต้องเติมอินทรียวัตถุลงไปให้เพิ่มขึ้นมาอย่างน้อย 2% ดังนั้นเราต้องเพิ่มปริมาณอินทรีย์วัตถุก่อนจึงจะเพิ่มปริมาณจุลินทรีย์ แต่ที่ผ่านมานั้นเราพลาดกันคือ ไปเพิ่มจุลินทรีย์ก่อนเพิ่มอินทรีย์วัตถุเราจึงต้องปรับตรงนี้ก่อนจึงจะทำให้การเกษตรสมบูรณ์และเกิดขึ้นได้จริง

**น้ำหมักจากผลไม้รสหวาน**

พบว่ามีสัดส่วนธาตุอาหารเหมาะสมกับระยะที่พืชกำลังออกดอก ออกผล ซึ่งมีความหวานค่อนข้างมาก อีกทั้งยังมีพวกฮอร์โมนพืช ฮอร์โมนพืชที่มีมากเพราะ มาจากพืชที่อยู่ในระยะให้ผลผลิต (Productive)การกินผักกับผลไม้ต่างกันมาก เพราะผลไม้มีฮอร์โมนพืชมากกว่า ฮอร์โมนนี่แหละทำให้เกิดอิ่มเอิบผิวดี จะเห็นว่าการที่เอามาใช้ แล้วใช้จุลินทรีย์ในการสลายเปลี่ยนแปลงรูปของผลไม้เพื่อจะให้เพิ่มจุลินทรีย์และก็มีฮอร์โมนอยู่ในนั้นด้วยเพื่อนำกลับมาใช้ใหม่ น้ำผลไม้รสหวานจึงมีค่อนข้างมาก

จากการทดลองของกรมพัฒนาที่ดินกับกรมวิชาการเกษตรร่วมกันวิจัยในน้ำหมักผลไม้รสหวาน พบส่วนที่เป็นฮอร์โมนพืชมาก ไม่ว่าจะเป็นออกซิน ไคเนติน เพคติน ในขณะที่เทียบกับน้ำหมักจากพืชสีเขียวที่อยู่ในระยะเติบโตด้านลำต้น ฮอร์โมนจะมีน้อยกว่ามาก แต่ปริมาณจุลินทรีย์ใกล้กัน

ชนิดของจุลินทรีย์ที่อยู่ในน้ำเราก็อาจบอกได้ว่ามันมีจุลินทรีย์แบบต้องการอากาศขึ้นอยู่กับจุลินทรีย์ที่เริ่มต้น ถ้าเราเอาจุลินทรีย์ที่อยู่ในสภาพแวดล้อมที่ครบถ้วนใส่ไป มันก็จะอยู่ในนั้นหมดเพราะมีอาหารกิน แต่ถ้าบางกลุ่มไม่ใส่เลยอาจจะมีไม่ครบ พอไม่ครบทีนี้เราก็จะเห็นว่าการหมักมีความสำคัญ ทำไมหมักแล้วเหม็นหรือไม่เหมือนกับที่หมักอาหาร เพราะจุลินทรีย์อาหารไม่พอ หรือจุลินทรีย์ไม่มีความหลากหลายปัญหาก็เกิด ในทางตรงกันข้าม ถ้าจุลินทรีย์มีครบแต่ถ้าไปอยู่ในน้ำหมัก จุลินทรีย์แต่ละชนิดจะเจริญเติบโตได้ดีไม่เหมือนกัน หมักในสมุนไพรจุลินทรีย์กลุ่มเชื้อราบางตัวอยู่ไม่ได้ ถ้าเอาเปลือกมังคุดมาหมัก เอาจุลินทรีย์

หลายๆกลุ่มใส่ไป เชื้อราตายก่อน เพราะน้ำหมักในเปลือกมังคุดมีตัวทำลายเชื้อรา กลุ่มอื่นเจริญ กลุ่มเชื้อราตาย นี่คือเรื่องความหลากหลายในสภาพแวดล้อมที่มีความแตกต่างกัน น้ำหมักสมุนไพรเขาพยายามจะเลือกสรรจุลินทรีย์ที่เจริญอยู่ได้ในสภาพที่มีแอลกอฮอล์ เพราะแอลกอฮอล์ก็ฆ่าเชื้อ ถ้าเจริญอยู่ได้ในสภาพนั้นก็น่าจะสามารถเจริญอยู่ในสภาพที่เป็นน้ำสมุนไพรที่มีสารต่างๆมากมาย กลุ่มนี้เมื่อนำไปใช้จะช่วยไล่แมลงบ้าง ช่วยทำลายเชื้อบางตัวบ้าง แต่ไม่กำจัด 100% เหมือนสารเคมี แต่เกษตรธรรมชาติเกาหลีเขาเน้นความแข็งแรงของพืชเป็นหลัก พวกนี้เป็นตัวเสริมข้าไป

**น้ำหมักปลา/หอยเชอรี่**

ปลากับหอยเชอรี่มีจุลินทรีย์กลุ่มไหนที่จริงในระบบเกษตร ธรรมชาติจะไม่ค่อยสนใจเรื่องกลุ่ม มากนัก เพราะถือว่าเราเริ่มต้นจะครบหมดใส่ลงไปในสภาพแวดล้อมซึ่งจะมีบางกลุ่มเจริญได้บางกลุ่มเจริญไม่ได้ ส่วนปลากับหอยเชอรี่ต่างกับพืชสีเขียวหรือผลไม้ตรงที่ปลากับหอยเชอรี่อุดมไปด้วยอะมิโนแอซิดเพราะมีโปรตีนสูงกว่า เนื่องจากโปรตีนจากสัตว์จะสูงกว่าโปรตีนจากพืชจึงทำให้เป็นแหล่งได้มาของอะมิโนแอซิดสุดท้ายก็กลายไปเป็นแหล่งของไนโตรเจนมาก มีมากกว่าเป็น 100 เท่าพวกนี้มีธาตุอาหารที่มากกว่าและถูกย่อยสลายได้ค่อนข้างเร็ว ซึ่งสูตรที่เกษตรธรรมชาติเกาหลีแนะนำคือให้เอาหมดทั้งตัว กระดูกปลา ก้างปลา ใส่ให้หมด เพราะถือว่าปลาย่อยสลายเร็ว ไม่แนะนำให้เอาเนื้อสัตว์อื่นมาใช้ เพราะ ย่อยสลายยาก ปลานี่ถือว่าง่ายที่สุดแล้ว กระดูกก็ง่ายก้างก็ง่าย ส่วนหอยเชอรี่คนไทยเป็นคนประยุกต์ เปลือกหอยเชอรี่ใส่ไปเพราะ มีแคลเซียมมาก แล้วก็ยังมีกรดอะมิโนอีกค่อนข้างมาก เพราะพวกเอนไซม์ที่ย่อยโปรตีนมากอีกด้วย

จะเห็นว่าจากเนื้อปลาที่มีโปรตีนสูงถูกใช้ไปทั่วประเทศ หรือ ประเทศเพื่อนบ้านและในยุโรป เพราะย่อยสลายเร็วมีโปรตีนสูง เนื้อปลาในอดีตส่วนที่เป็นหัว เป็นไส้ เป็นหาง จะถูกนำไปทิ้งหรือ เอาไปอบแห้งไปบดเป็นอาหารสัตว์ซึ่งราคาถูกมาก แต่วันนี้ถ้านำไปหมักใช้ผลิตพืชจะได้ดีกว่า ราคาสูงกว่า

**น้ำหมักแคลเซียมอินทรีย์**

พืชต้องการแคลเซียมเราเรียนเกษตรกันว่าแคลเซียมช่วยให้ผนังเซลล์แข็งแรง แต่ในตำราเกษตรธรรมชาติเกาหลียังบอกว่ามันช่วยเคลื่อนย้ายคาร์โบไฮเดรต เราบอกว่าโพแทสเซียมส่งเสริมการสร้างคาร์โบไฮเดรต แต่ถ้าสร้างแล้วเคลื่อนย้ายช้า มันก็ไม่มีที่ให้สร้างใหม่ เป็นการพยายามที่จะเคลื่อนย้ายคาร์โบไฮเดรตที่ผ่านกระบวนการสังเคราะห์แสงจากใบพืชเสร็จแล้วกลับมาสู้สิ่งที่เราเอาไปรับประทานไปสู่ผลบ้างหรือส่วนอื่นๆ เพราะฉะนั้นเรื่องแคลเซียมก็เลยเป็นที่มาของการเอากลับมาใช้ใหม่ กับพืชหลายชนิดซึ่งบ้านเราขาดมาก พืชหลายตัวขาดแคลเซียมมาก เช่น มะเขือเทศ เราจึงใช้วิธีสกัดออกจากเปลือกไข่บ้างจากเปลือกหอยบ้าง วิธีที่แนะนำคือใช้น้ำหมักจากข้าวกล้องหรือน้ำซาวข้าวหมัก เพราะมี pH3 จึงเป็นตัวทำละลายที่ดีทำให้เกิดการสลายตัวออกมาเร็ว แล้วก็ยังมีจุลินทรีย์บางกลุ่มที่อยู่ในสภาวะนั้นด้วย มีแลคติกแอซิดแบคทีเรียช่วย

ย่อย จึงพบว่าน้ำหมักจากแคลเซียมอินทรีย์ใช้ในระยะที่พืชกำลังออกดอกออกผล ซึ่งมีความต้องการธาตุอาหารธาตุแคลเซียมสูงเพราะฉะนั้นการเคลื่อนย้ายคาร์โบไฮเดรตสังเคราะห์แสงจากใบไปสู่ผลจึงเกิดเร็วขึ้นถ้าพืชไม่ขาดแคลเซียม และเมื่อผลใหญ่ขึ้นก็ต้องการแคลเซียมอีกเพื่อการสร้างผนังเซลล์ที่แข็งแรง

**น้ำหมักฟอตเฟสหรือฟอสฟอรัสอินทรีย์**

จะเลือกพืชที่มีฟอตเฟสหรือฟอตฟอรัสค่อนข้างสูง เช่น ต้นงา แต่เวลามาใช้ไม่ให้เอามาหมักเลย เพราะหมักเลยมันไม่ออก มันจะมีตัวอื่นปนอยู่ด้วย ไม่ว่าจะเป็นไนโตรเจน คาร์โบไฮเดรต เซลลูโลส การดึงฟอสฟอรัสออกมาค่อนข้างยากก็ต้องเปลี่ยนรูปโดยการทำให้เป็นขี้เถ้าก่อน ก็คือเอาต้นงาหรือพวกที่มีมากๆไปเผาเอาไปทำให้เป็นถ่านแล้วก็นำมาผ่านกระบวนการหมัก แต่เป็นกระบวนการทางเคมี เป็นการเติมออกซิเจนเข้าไป เกิดกระบวนการออกซิเดชั่น ฟอสฟอรัสก็จะเปลี่ยนไปเป็นกรดฟอสฟอริก โดยมีออกซิเจนเป็นองค์ประกอบหลัก จึงทำให้ธาตุฟอสฟอรัสสูงขึ้น จึงถูกนำไปใช้ในกระบวนการผลิตได้เลย กระบวนการแบบนี้ถือเป็นกระบวนการผลิตทางอินทรีย์ เพราะเป็นฟอสฟอรัสอินทรีย์

**น้ำหมักโพแทสเซียมอินทรีย์**

โพแทสเซียมมีอยู่ในแร่ดินเหนียวมาก เมื่อก่อนเราไม่ต้องใส่ในนาข้าวเลยแต่ในวันนี้ต้องใส่เพราะในนาข้าวตอบสนองต่อการใช้โพแทสเซียมมานาน เนื่องจากเราเผาทิ้งมาก เอาแกลบออกไป ตอนนี้มันขาดสมดุลย์มันต้องย้อนกลับใหม่ แหล่งโพแทสเซียมอินทรีย์คือ ต้นยาสูบและต้นถั่ว เอามาตำให้ละเอียดแล้วเอาไปหมักในน้ำโดย ทิ้งไว้ 20 วันมันก็จะปลดปล่อยโพแทสเซียมออกมาให้พืชใช้ได้ เพื่อให้เกิดการเร่งความหวานให้พืช เพราะมันสร้างน้ำตาล ต้องเอาไปใช้ร่วมกับตัวแคลเซียมเพราะแคลเซียมเป็นตัวเคลื่อนย้ายไป (อานัฐ, 2549)

**น้ำหมักจุลินทรีย์**

**1.น้ำหมักจากพืชสีเขียว (Fermented Plant Juice : FPJ)**

น้ำหมักจากพืชสีเขียวจะประกอบด้วยน้ำเลี้ยงในต้นพืช คลอโรฟิลล์ และไฟเบอร์ (เยื่อใย) โดยปกติพื้นที่บนใบพืช 1ตารางเซนติเมตร จะมีจุลินทรีย์อาศัยอยู่ประมาณ 100,000-150,000 เซลล์ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นจุลินทรีย์กลุ่มที่ผลิตกรดแลคติก และยีสต์ น้ำหมักจากพืชสีเขียวได้มาจากการสกัดน้ำเลี้ยงในพืชและคลอโรฟิลล์โดยการใช้น้ำตาลทรายแดงหรือกากน้ำตาลช่วยสร้างแรงดันออสโมติก (แรงดันนี้ทำให้เซลล์พืชแตก) น้ำหมักจากพืชสีเขียวจะอุดมไปด้วยแบคทีเรียสารกระตุ้นเจริญการเติบโตของพืชและสัตว์

**การทำน้ำหมักจากพืช (FPJ)**

1. เลือกเก็บและรวบรวมพืชสีเขียวที่จะใช้เป็นส่วนประกอบในการหมัก

2. เลือกเอาสิ่งสกปรกที่ปนเปื้อน เช่นดินออกไปแต่ไม่ควรล้างน้ำ เพราะจะเป็นการล้างเอาจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ในการหมักออกไป ถ้าชิ้นส่วนพืชมีขนาดใหญ่มากเกินไปควรตัดให้มีขนาดพอเหมาะ (ประมาณ 5-10 เซนติเมตร) ไม่ควรผสมสีเขียวพืชต่างชนิดกันรวมกัน ควรแยกภาชนะเมื่อพืชต่างชนิดกัน
3. ชั่งน้ำหนักของส่วนประกอบ น้ำหนักของน้ำตาลทรายแดงที่จะเติมควรอยู่ระหว่าง 1/3 -1/2 ของน้ำหนักพืชที่ใช้เป็นส่วนประกอบจากนั้นผสมชิ้นส่วนพืชและน้ำตาลด้วยมือในภาชนะปากกว้าง แล้วคลุมด้วยกระดาษหนังสือพิมพ์ หรือกระดาษสาทิ้งไว้ 1-2 ชั่วโมง
4. นำชิ้นส่วนพืชผสมกับน้ำตาลแล้วใส่ลงไปในโอ่งดินประมาณ 3/4 ของโอ่งม่ควรใส่จนเต็มภาชนะบรรจุเพราะว่าต้องมีการหมุนเวียนถ่ายเทของอากาศในโอ่งด้วย
5. วางของหนักทับเพื่อช่วยไล่อากาศ แล้วปิดด้วยกระดาษและมัดปากโอ่งด้วยเชือก
6. ทิ้งไว้ 1-2วัน เอาหิน/วัตถุที่ทับไว้ออก ให้อากาศถ่ายเทอีกครั้ง ก่อนปิดด้วยกระดาษและมัดปากโอ่งด้วยเชือก
7. เก็บหรือตั้งโอ่งน้ำหมักในร่มและมีอากาศเย็น การหมักสมบูรณ์ภายใน 5-7 วัน โดยน้ำหมักจะมีกลิ่นเปรี้ยวและมีฟองเล็กๆผุดขึ้นช้าๆ ไม่ควรเปิดหรือเคลื่อนย้ายหรือคนส่วนประกอบระหว่างกระบวนการหมักดำเนินอยู่

**วิธีใช้**

โดยปกติการใช้น้ำหมักจากพืชจะใช้โดยการเจือจางให้อยู่ในช่วง 800-1,000 เท่า ใช้เมื่อพืชเริ่มงอกและในระยะกล้า และใช้ในระดับความเข้มข้นต่ำ (0.1%) เมื่อพืชเข้าสู่ระยะการเจริญเติบโตทางด้านลำต้น ในช่วงการเจริญเติบโตด้านระยะออกดอกออกผล ควรใช้น้ำหมักจากพืชที่ความเข้มข้นค่อนข้างสูง (เจือจาง 800) ฉีดพ้นที่ใบและผล

**2.การทำน้ำหวานหมักจากผลไม้ (Fermented Fruit juice : FFJ)**

น้ำหมักจากผลไม้ (FFJ) เป็นน้ำหมักประเภทเดียวกับน้ำหมักจากพืช (FPJ) เพียงแต่ทำมาจากผลไม้ใช้ในช่วงพืชเข้าสู่ระยะการออกดอกออกผล

**วิธีการทำน้ำหมักจากผลไม้**

1. เตรียมผลไม้ไม่ต่ำกว่า 6 ชนิด (อย่างน้อย 3 ชนิด ) และควรเป็นผลไม้ที่สุกจัด หรือที่ร่วงตกใต้ต้น เช่น มะม่วง ลูกหม่อน สตรอเบอรี่ องุ่น มะละกอ สับปะรด แอปเปิ้ล เชอรี่ ถ้ามีผลไม้ไม่มากพอก็สามารถเติมพืชอื่นเป็นส่วนประกอบได้ เช่น รากผักขม มันแกว มันเทศ มันฝรั่ง คะน้าจีน คะน้า กะหล่ำ พืชตระกูลแตง และหัวผักกาด แต่ถ้าจะใช้ส้มเป็นวัตถุดิบในการหมักก็ให้ใช้กับพืชตระกูลส้มเท่านั้นไม่ควรใช้กับพืชชนิดอื่น เนื่องจากสภาพความเป็นกรดที่มีมากเกินไป

2. ใช้ผลไม้หนัก 1 กิโลกรัมต่อ น้ำตาลทรายแดง 1.2- 1.3 กิโลกรัม เมื่อทำน้ำหมักในฤดูร้อน และใช้น้ำตาลทรายแดงเพียง 1 กิโลกรัม เพื่อทำน้ำหมักสำหรับฤดูหนาว
3. ล้างภาชนะที่จะใช้หมักและตากแดดให้แห้ง
4. โรยน้ำตาลลงบนผลไม้แล้วนำใส่ลงในภาชนะบรรจุ โดยใส่ผลไม้รสหวานไว้ด้านล่างโดยให้เรียงตามลำดับความหวานผลไม้ที่มีความหวานน้อยที่สุดให้ใส่บนสุด ผลไม้ที่เป็นผลเล็กๆ เช่น องุ่น และสตรอเบอรี่ให้ใช้มือที่สะอาด บีบให้แตกในขณะนำเข้าไปเรียงในโอ่งดิน
5. แบ่งใส่น้ำตาลครึ่งหนึ่งใส่กลางภาชนะหมัก และอีกครึ่งหนึ่งใส่ชั้นบนสุด
6. คน/กวน 2-3 ครั้ง โดยใช้แท่งไม้คนบ่อยๆในหน้าหนาวและคนน้อยๆในฤดูร้อน
7. คลุมภาชนะหมักด้วยกระดาษและผูกด้วยเชือก
8. ในฤดูร้อนกระบวนการหมักจะเสร็จสมบูรณ์ภายใน 4-5 วัน ส่วนในฤดูหนาวต้องใช้เวลาในการหมัก 17-18 วัน
9. หลังเสร็จสิ้นกระบวนการหมักแล้วให้ใส่น้ำตาลเพิ่มเติมแล้วเก็บภาชนะที่หมักไว้ในที่ร่มและเย็น หลังการหมักที่สมบูรณ์จะมีน้ำตาลแข็งหลงเหลือบนผิวหน้า

**วิธีการใช้น้ำหมักจากผลไม้**

น้ำหมักจากผลไม้ให้ใช้ในอัตราเจือจาง 1,000 เท่า พ่นกับพืชเมื่อเข้าสู่ระยะเปลี่ยนวัย (เข้าสู่ระยะการออกดอกออกผล) จะช่วยให้พืชกลับคืนสู่สภาพที่สมบูรณ์อีกครั้ง

**3. น้ำหมักสมุนไพร (Orientel Herbal Nutrient : OHN)**

น้ำหมักสมุนไพรทำมาจากพืชสมุนไพรที่เป็นที่รู้จักกันดี เช่น ตังกุย ชะอมเทศ อบเชย (รวมทั้งขิง กระเทียม ฯลฯ) ช่วยป้องกันโรคและแมลงทำให้ต้นและรากพืชแข็งแรง ช่วยในการติดดอกออกผลได้ดี มีขนาดใหญ่ขึ้น น้ำหมักสมันไพร เป็นส่วนสำคัญในการนำไปผสมเพื่อผลิตปัจจัยการผลิตสูตรต่างๆ สำหรับการทำเกษตรธรรมชาติ

**วิธีการทำน้ำหมักสมุนไพร**

1. เตรียมตังกุย ชะเอมเทศ อบเชย กระเทียม และขิง ในสัดส่วน 2 : 1 : 1 : 1 : 1 ซึ่งกระเทียมและขิงถือว่าเป็นส่วนประกอบเสริม
2. ใส่ส่วนประกอบหลักทั้ง 3 ชนิด แยกใส่โอ่งแล้วเติมเหล้าสาโทประมาณ 1/3 ของโอ่งโดยปริมาตร จะต้องทำให้ส่วนประกอบหลักทั้ง 3 ชนิด ชุ่มน้ำ ทิ้งไว้ประมาณ 2-3 วัน (ในการผลิตให้ใช้ 1 โอ่ง ต่อวัตถุดิบ 1 ชนิด ห้ามนำมาผสมกัน)

3. นำกระเทียมและขิงมาทุบให้แตกแล้วแยกใส่ในโอ่งโดยไม่ต้องแช่ด้วยเหล้าสาโท
4. เติมน้ำตาลทรายแดงทั้ง 5 โอ่ง ปริมาณเท่ากับน้ำหนักของพืชสมุนไพร รวมกับน้ำหนักเหล้าสาโท
5. ปิดด้วยกระดาษที่อากาศสามารถซึมผ่านได้สะดวก และมัดด้วยเชือก
6. หลังจากหมักทิ้งไว้ 3-5 วัน เติมน้ำกลั่นจนมีปริมาณ 2/3 ของภาชนะทั้ง 5 โอ่ง ใช้ไม้คนให้เข้ากัน
7. เมื่อกระบวนการหมักเสร็จสิ้น ถ้าต้องการเก็บไว้นานต้องปิดให้แน่นไม่ให้อากาศเข้าได้
8. คนหรือกวนทุกเช้า
9. การนำมาใช้ให้นำน้ำหมักทั้ง 5 โอ่งมาใช้ในอัตราส่วน 2 : 1 : 1 : 1 : 1 ตามสัดส่วนของพืชสมุนไพรที่นำมาผลิต

**วิธีการใช้น้ำหมักสมุนไพร**

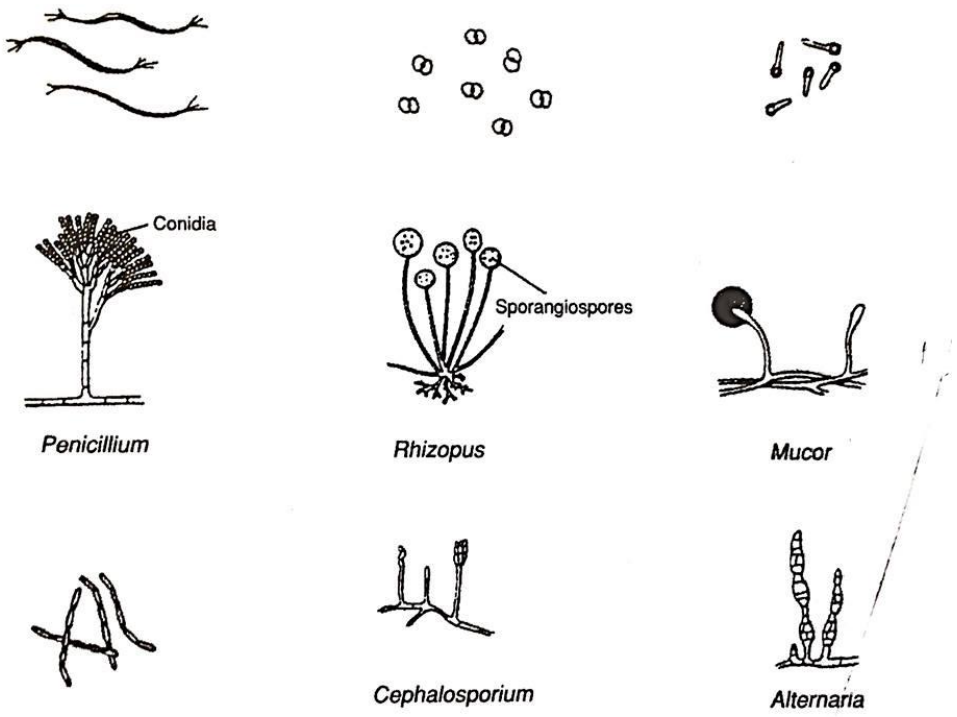
น้ำหมักสมุนไพรจะช่วยให้พืชสมบูรณ์แข็งแรง โดยใช้ได้ตั้งแต่ระยะแรกของการเจริญเติบโตทางใบ ระยะการเปลี่ยนวัย ระยะติดดอกออกผล โดยปกติจะใช้ในอัตราเจือจาง 500 -1,000 เท่า ช่วยป้องกันแมลงและเชื้อแบคทีเรียที่เป็นศัตรูพืช รักษาโรคที่มีสาเหตุเกิดจากเชื้อแบคทีเรียและไวรัส บำรุงพืชและทำให้ต้นและรากพืชแข็งแรง ช่วยในการติดดอกออกผลของพืช เร่งขนาด และผลผลิตก่อนการเก็บเกี่ยว (อานัฐ, 2549)
จุลินทรีย์ในน้ำหมักชีวภาพ

จุลินทรีย์เป็นสิ่งมีชีวิตขนาดเล็ก ประกอบด้วยเซลล์เดียวหรือหลายเซลล์โดยเซลล์เหล่านั้นต่างก็เป็นเซลล์ชนิดเดียวกันและมีรูปร่างเหมือนกันไม่มีการเปลี่ยนแปลงของเซลล์เพื่อทำหน้าที่เฉพาะเหมือนในสิ่งมีชีวิตขั้นสูง จุลินทรีย์มีหลายประเภทได้แก่ แบคทีเรีย รา โปรโตซัว สาหร่าย ไวรัส จุลินทรีย์มีบทบาทสำคัญในการย่อยสลายวัตถุอินทรีย์ และองค์ประกอบทางชีวเคมีต่างๆ ในการผลิตน้ำหมักชีวภาพ จุลินทรีย์ที่พบในน้ำหมักชีวภาพมีดังนี้

1. แบคทีเรียเป็นจุลินทรีย์ที่มีขนาดเล็ก ไม่สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่าต้องใช้กล้องจุลทรรศน์ที่มีกำลังขยายสูงส่องดูจึงมองเห็น ประกอบด้วยเซลล์เพียงเซลล์เดียว เป็นจุลินทรีย์ที่พบในน้ำหมักชีวภาพจำนวนมากที่สุดและมีหลากหลายสายพันธุ์ น้ำหมักชีวภาพจากพืชผักกินใบ กินผล และจากผลไม้ จากสัตว์ เช่น ปลา หอย และไข่ มีแบคทีเรียสูงถึง 100,000,000 เซลล์/มล. ที่ระยะต้นๆ ของการหมัก แม้เมื่อเก็บไว้ในสภาพหมักเป็นระยะเวลา 1 ปี ยังคงพบแบคทีเรียในน้ำหมักชีวภาพ แต่จำนวนและความหลากหลายของสายพันธุ์จะลดลง แบคทีเรียที่พบส่วนใหญ่เป็นแบคทีเรียซึ่งย้อมสีแกรมแล้วจะติดสีแกรมบวก พบส่วนน้อยเป็นสีแกรมลบ พวกแกรมบวกจำนวนมากเป็นแบคทีเรียในสกุล *Bacillus mycoides* , *B. cereus* และ *B. circulans* แบคทีเรียอีกกลุ่มที่พบในน้ำหมักชีวภาพคือ แบคทีเรียที่สร้างกรดแลคติก ที่พบมากอยู่ในสกุล Lactobacillus พบบ้างในสกุล Pediococcus , Streptococcus และ Leuconostoc

2. ราเป็นจุลินทรีย์ที่มีเซลล์แบบที่ส่วนของนิวเคลียสมีที่หุ้ม ซึ่งแตกต่างจากแบคทีเรียซึ่งเซลล์มีนิวเคลียส ไม่มีเยื่อหุ้ม รามีขนาดใหญ่กว่าแบคทีเรีย มีทั้งชนิดเดี่ยวคือ ยีสต์ และหลายเซลล์ซึ่งได้แก่ราที่มีรูปร่างเป็นเส้นใย ราที่พบในน้ำหมักชีวภาพส่วนใหญ่เป็นราประเภทยีสต์ ในน้ำหมักชีวภาพจากผัก และปลามียีสต์จำนวนสูงถึง 10,000,000 เซลล์/มล. และจำนวนยีสต์ลดลงตามระยะเวลาหมัก ยีสต์ที่พบในน้ำหมักชีวภาพสามารถจำแนกได้หลายชนิดเป็น *Saccharomyces cerevisiae*, *Candida zeylanoides*, *C.boidinii* และ *C.krusei*

ราเส้นใยพบในจำนวนและความหลากหลายของสายพันธุ์น้อย ในน้ำหมักชีวภาพจากผักและผลไม้ มีจำนวนอยู่ในช่วง (10 – 10,000 ) เซลล์/มล. ส่วนหนึ่งอยู่ในกลุ่มรา Phycomycetes ได้แก่ราในสกุล Mucor และอื่นๆ




**ภาพที่ 1.** แสดงตัวอย่างลักษณะของจุลินทรีย์ในกลุ่มเชื้อรา

**บทบาทของจุลินทรีย์ในขั้นตอนการผลิตน้ำหมักชีวภาพ**

**แบคทีเรีย**

แบคทีเรียที่พบในน้ำหมักชีวภาพหลายสายพันธุ์มีบทบาทย่อยสลายวัสดุที่ใช้ในการผลิต วัสดุที่ใช้ในการผลิตน้ำหมักชีวภาพเป็นวัสดุอินทรีย์มาจากสิ่งที่มีชีวิตทั้งจากพืชและจากสัตว์ แบคทีเรียย่อยสลายวัสดุอินทรีย์ทำให้สารประกอบโมเลกุลใหญ่ๆ เล็กลง ปลดปล่อยธาตุอาหารออกมาในรูปที่พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้

จุลินทรีย์กลุ่มที่ผลิตกรดแลคติกจะมีส่วนเกี่ยวข้องอย่างมากในการผลิตน้ำหมักชีวภาพที่กระบวนการผลิตมีน้ำตาลมาเกี่ยวข้อง แบคทีเรียกรดแลคติกอาศัยอยู่ในธรรมชาติมากมายหลายแหล่ง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในที่ที่มีน้ำตาลชนิดต่างๆ แบคทีเรียกลุ่มนี้สามารถสร้างกรดแลคติก กรดฟอร์มิค เอทานอล และคาร์บอนไดออกไซด์

แบคทีเรียหลายสายพันธุ์สามารถละลายตะกอนฟอสเฟตซึ่งพืชไม่สามารถใช้ประโยชน์ในการเป็นธาตุอาหารพืชได้ ให้เปลี่ยนอยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์

แบคทีเรียหลายสายพันธุ์ เช่น แบคทีเรียในสกุล Bacillus สามารถสังเคราะห์ฮอร์โมนพืชกลุ่มออกซิน จิบเบอเรลลิน และ ไซโทไคนิน ฯลฯ

แบคทีเรียกรดแลคติก เช่น *Lactobacillus* spp. สร้างสารฆ่าแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดโรค หรือแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดการบูดเสียของผลิตภัณฑ์อาหาร

**ยีสต์**

ยีสต์เป็นราเซลล์เดียวมักจะมีรูปทรงกลมหรือรี กระจายทั่วไปในธรรมชาติ พบได้บนผิวผลไม้และใบไม้ในน้ำหมักชีวภาพ ยีสต์หมักน้ำตาลเป็นเอทิลแอลกอฮอล์และคาร์บอนไดออกไซด์

**ราเส้นใย**

เป็นจุลินทรีย์พวกที่ต้องการอากาศ ดังนั้นในลักษณะของการทำน้ำหมักชีวภาพ ซึ่งเป็นการหมักที่มีออกซิเจนน้อย สภาพดังกล่าวไม่เหมาะสำหรับการเจริญเติบโตของราเส้นใย จึงมักจะพบอยู่ บนผิวหน้าของน้ำหมักชีวภาพ หรือบนพื้นผิวภาชนะที่มีน้ำตาลติดอยู่

**ผลการวิเคราะห์จุลินทรีย์**

จากการสำรวจและรวบรวมน้ำหมักชีวภาพที่เกษตรกรผลิตและใช้โดยสำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 1-8 กรมวิชาการเกษตร 88 จำนวนตัวอย่าง

- พบแบคทีเรียในน้ำหมักชีวภาพทุกตัวอย่าง มีจำนวนอยู่ในช่วง (100-100,000,000) เซลล์/มล.
- พบแบคทีเรียกรดแลคติกในน้ำหมักชีวภาพ 35 ตัวอย่าง มีจำนวนอยู่ในช่วง (1,000-100,000,000) เซลล์/มล.
- พบยีสต์ในน้ำหมักชีวภาพ 24 ตัวอย่าง มีจำนวนอยู่ในช่วง (10 -10,000,000) เซลล์/มล.
- พบราเส้นใยในน้ำหมักชีวภาพ 16 ตัวอย่าง มีจำนวนอยู่ในช่วง (10-1,000,000) เซลล์/มล.

จากการศึกษาจำนวนและประเภทของกลุ่มจุลินทรีย์ในน้ำหมักชีวภาพที่ได้จากการทดลองผลิตโดยใช้วัสดุหลักต่างๆ

- จุลินทรีย์ที่พบในจำนวนมากและมีหลากหลายสายพันธุ์ที่สุด คือ จุลินทรีย์ประเภท แบคทีเรีย โดยพบว่าในน้ำหมักชีวภาพจากกผัก ผลไม้ และจากสัตว์ มีจำนวนแบคทีเรียถึง 100,000 เซลล์/มล. ในช่วงต้นๆของการหมักจำนวนและความหลากหลายของสายพันธุ์แบคทีเรียลดลงตามระยะเวลาหมักเป็นส่วนใหญ่
- แบคทีเรียกรดแลคติกในน้ำหมักชีวภาพจากผักและผลไม้ที่ระยะเวลาต้นๆ ของการหมัก มีจำนวนสูงถึง 10,000,000 เซลล์/มล. และจำนวนลดลงตามระยะเวลาหมัก ในน้ำหมักชีวภาพจากผลไม้ไม่พบแบคทีเรียกรดแลคติกที่ระยะเวลา 30 วัน มีแนวโน้มชี้ให้เห็นว่ามีจำนวนแบคทีเรียกรดแลคติกในน้ำหมักชีวภาพจากสัตว์ (ปลา หอย ไข่) มากกว่าในน้ำหมักชีวภาพจากผักและผลไม้ และพบในระยะเวลาที่นานกว่า คือพบถึงระยะเวลา 90 วัน
- พบยีสต์ในน้ำหมักชีวภาพจากผัก ผลไม้ และจากสัตว์ โดยพบยีสต์จำนวนสูงถึง 10,000,000 เซลล์/มล. ในน้ำหมักชีวภาพจากผักและปลา ไม่พบในน้ำหมักชีวภาพจากมูลหมู พบบ้างเล็กน้อยในน้ำหมักชีวภาพจากมูลไก่
- ไม่พบราเส้นใยในน้ำหมักชีวภาพจากผัก ผลไม้ และสัตว์ ที่ระยะเวลาต้นๆ ของการหมัก พบบ้างจำนวน 1,000 เซลล์/มล. ในน้ำหมักชีวภาพจากมูลสัตว์

น้ำหมักชีวภาพจากผัก ผลไม้ สัตว์และมูลสัตว์เป็นแหล่งของจุลินทรีย์หลากหลายสายพันธุ์และมีจำนวนมากมาย มีจุลินทรีย์ประเภทต่างๆ ทั้งแบคทีเรีย ยีสต์ และราเส้นใย โดยมีจำนวนแตกต่างกันไปตามวัสดุที่ใช้ในการหมัก ระยะเวลาของการหมักและขั้นตอนการหมัก(อานัฐ, 2549)

**ชีวินทรีย์ป้องกันกำจัดโรคพืช**

ปัจจุบันการทำเกษตรในแนวเกษตรอินทรีย์และเกษตรธรรมชาติได้รับการยอมรับแล้วว่าเป็นประโยชน์ต่อตัวเกษตรกร ต่อผู้บริโภคและต่อสภาพแวดล้อม ทำให้พื้นที่ในการทำเกษตรอินทรีย์ขยายตัวเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ เนื่องมาจากผลผลิตเกษตรอินทรีย์เป็นที่ต้องการของตลาด ประกอบกับปัจจัยการผลิตในการทำเกษตรอินทรีย์ก็มีการพัฒนาไปมากที่จะสามารถตอบโจทย์ในเชิงปริมาณและคุณภาพของผลผลิตที่ไม่แพ้เกษตรเคมี โดยเฉพาะในเรื่องของปุ๋ยอินทรีย์ และน้ำหมักจุลินทรีย์ จะมีก็แต่ปัจจัยการผลิตที่ใช้ในการป้องกันและกำจัดแมลงศัตรูพืชและโรคพืชที่จะเข้ามาทดแทน สารเคมียังดูจะมีข้อจำกัดอยู่โดยเฉพาะสำหรับเกษตรกรและผู้ทำการเกษตรในแบบพืชเชิงเดี่ยวแปลงใหญ่ๆ ที่สารสกัดสมุนไพร หรือน้ำส้มควันไม้ จะยังตอบโจทย์ได้ไม่ค่อยชัดเจนนัก

“น้ำส้มควันไม้ และสารสกัดสมุนไพร เรามักจะใช้ในการป้องกันมากกว่าหรือในแปลงเกษตรขนาดไม่ใหญ่ที่มีความหลากหลายในชีวภาพ แต่ถ้ามีการระบาดของแมลงหรือโรคพืชแล้วโดยเฉพาะในแปลงขนาดใหญ่ อาจจะไม่ค่อยได้ผล ประกอบกับเกษตรกรใช้สารเคมีมานาน ทำให้เคยชินกับความสะดวกสบายในการใช้

และหวังผลเร็วในทันทีทันใด เราก็เลยมาสำรวจดูว่าจะมีอะไรที่สามารถทดแทนสารเคมีป้องกันกำจัดแมลงและโรคพืชได้ ที่ต้นทุนไม่แพง มีประสิทธิภาพไม่แพ้สารเคมี ใช้ง่ายลสะดวก ปลอดภัยกว่าสารเคมี และเป็นที่ยอมรับในมาตรฐานของเกษตรอินทรีย์ เราก็มาค้นพบว่าชีวินทรีย์ หรือจุลินทรีย์หลายๆชนิด น่าจะเป็นคำตอบ" อาจารย์เชาว์วัช หนูทอง แห่งเครือข่ายกสิกรรมไร้สารพิษ ละโว้ธานี จังหวัดลพบุรี ผู้เชี่ยวชาญด้านเกษตรอินทรีย์ และปุ๋ยอินทรีย์ เล่าถึงความตั้งใจที่จะตอบโจทย์เกษตรอินทรีย์ให้ครบวงจร หลังจากประสบความสำเร็จมาแล้ว จากการทำปุ๋ยอินทรีย์ปั้นเม็ดคุณภาพสูงจากมูลค้างคาว การปลูกข้าวอินทรีย์ต้นทุนต่ำโดยการใช้แหนแดงน้ำส้มควันไม้และสารสกัดสมุนไพร (เชาว์วัช, 2554)

"ที่จริงแล้วไม่มีเกษตรกรคนไหนอยากจะเสียเงินแพงๆหรืออยากเสี่ยงต่ออันตรายจากสารเคมี แต่พอมีโรคและแลงระบาด เขาไม่มีความรู้ไม่รู้จะหันไปพึ่งใคร พอไปร้านเคมีภัณฑ์ เขาก็แนะนำให้ใช้แต่สารเคมี พอเรามาศึกษาดูพบว่า เรื่องจุลินทรีย์ในการป้องกันกำจัดโรคพืชและแมลงมีการศึกษาวิจัยในมหาวิทยาลัยมานานแล้ว ในภาคเอกชนก็มีทั้งนำเข้าและผลิตขึ้นในประเทศและวางจำหน่ายอยู่ แต่มีการใช้อยู่ในวงจำกัด ในกลุ่มที่ทำเกษตรอินทรีย์เพื่อการส่งออกเข้าใช้อยู่"

"เราก็เลยคิดว่าน่าจะพัฒนาตัวนี้ แล้วส่งเสริมให้เป็นที่ยอมรับของเกษตรกร โดยเริ่มจากเครือข่ายเกษตรกรที่ทำงานอยู่ แล้วค่อยๆขยายวงออกไป แต่ในการทำเรื่องนี้เราต้องอาศัยนักวิทยาศาสตร์ผู้เชี่ยวชาญในการคัดเลือกจุลินทรีย์ และต้องการเครื่องมือที่ทันสมัยซึ่งต้องลงทุนสูง เราก็เลยต้องทำงานร่วมกับอาจารย์มหาวิทยาลัยและภาคเอกชน" ทำให้เราได้มาพบและทำงานร่วมกับรศ.ดร.มณจันทร์ เมฆธน ภาควิชาสัตววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และ ดร.ศุภกิจ เมฆธน บริษัทแอพพลายเค็ม (ประเทศไทย)จำกัด ผู้เชี่ยวชาญด้านจุลินทรีย์ป้องกันกำจัดโรคพืชและแมลง มาช่วยเราพัฒนาผลิตภัณฑ์ชีวินทรีย์ป้องกันกำจัดโรคพืชในชื่อ "เทพวานร" อาจารย์เชาว์วัชขยายความ

ดร.ศุภกิจ เมฆธน เล่าให้ฟังว่า การใช้จุลินทรีย์ในการเกษตรมีการพัฒนามากกว่า 70 ปี แล้วมี 3 กลุ่มหลัก คือ

1. ป้องกันกำจัดแมลง
2. ป้องกันกำจัดโรคพืช
3. ป้องกันกำจัดวัชพืช จุลินทรีย์ที่นำมาใช้ประโยชน์ มีทั้ง แบคทีเรีย เชื้อรา ไวรัส ไส้เดือนฝอย หากระบุโรคและสาเหตุได้ถูกต้องการใช้จุลินทรีย์ในการป้องกันกำจัดแมลงและโรคพืชจะได้ผลเกือบ 100%

"อย่างเช่น เชื้อแบคทีเรียบาซิลลัส ทูริงเยนซิส หรือ BT จะออกฤทธิ์กับแมลงในช่วงที่เป็นหนอนโดยการปล่อยสารพิษขณะเข้าสปอร์ในตัวหนอน หนอนจะตายภายใน 24-48 ชั่วโมง หรือ เชื้อราบูเวเรีย บัสเซียน่า จะฆ่าแมลงจำพวกปากกัด ปากดูด เช่น แมลงหวี่ขาว เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล เพลี้ยอ่อน เพลี้ยไฟ หนอนผีเสื้อ

ไรแดง โดยการผลิตเอ็นไซม์ย่อยผนังเซลล์แมลง สร้างเส้นใยแทงทะลุเข้าไปในตัวแมลง ทำให้แมลงเป็นอัมพาต และ ตาย เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพไม่ก่อผลกระทบข้างเคียง”

“ถึงแม้จุลินทรีย์เหล่านี้จะมีอยู่แล้วในธรรมชาติ แต่การนำมาใช้ประโยชน์ การคัดแยก ต้องใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ ต้องใช้ความรู้เฉพาะทางจึงจะทำให้ได้จุลินทรีย์ที่บริสุทธิ์ที่มีประสิทธิภาพ ซึ่งมีหน่วยงานของมหาวิทยาลัย หน่วยงานรัฐ และภาคเอกชนที่มีเครื่องมือจึงจะทำได้ ทำให้มีต้นทุนในการผลิตแต่เมื่อเรียบเทียบกับการใช้สารเคมีแล้ว ไม่แตกต่างกัน และจะถูกลงในระยะยาว เนื่องจากปริมาณการใช้จะลดลงเรื่อยๆ การใช้จุลินทรีย์ในการป้องกันกำจัดโรคพืชและแมลงเป็นที่น่าเชื่อถือและได้รับรองมาตรฐานเกษตรอินทรีย์”

“อันดับแรกเกษตรกรจะต้องระบุโรคให้ถูกต้องจึงจะเลือกจุลินทรีย์ได้ถูกชนิดจึงจะได้ผลจุลินทรีย์จะอยู่ในรูปของผงเปียกน้ำ คือเป็นผงที่ละลายน้ำเมื่อต้องการใช้ ราคาไม่แพงเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้สารเคมีราคาก็พอๆ กัน ซึ่งสามารถใช้อย่างประหยัดได้โดยการนำไปเพิ่มปริมาณหรือขยายเป็นหัวเชื้อสดเพราะจุลินทรีย์ที่บรรจุในซองเป็นหัวเชื้อบริสุทธิ์ จึงนำไปขยายได้ในฤดูกาลผลิตนั้น เมื่อขึ้นฤดูการผลิตใหม่ ควรใช้หัวเชื้อใหม่ ฉะนั้นถ้าเกษตรกรคนไหนขยันก็จะประหยัดต้นทุนไปได้มากเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้สารเคมี”

“สำหรับการใช้จุลินทรีย์เพื่อการป้องกันกำจัดโรคพืชในหมู่เกษตรกร ต้องถือว่ายังอยู่ในช่วงเริ่มต้น ยังขาดความรู้ ความเข้าใจแต่ก็มีบางกลุ่มที่เริ่มนำไปใช้ก็สะท้อนกลับมาว่าได้ผลดี เช่น ใช้ BT กำจัดหนอนกอข้าวในการปลูกข้าวหอมนิล ใช้ไตรโคเดอร์มาป้องกันเชื้อราในข้าวใช้บูวาเรีย บัสเซียน่ากำจัดเพลี้ยแป้งระบาดในมันสำปะหลัง เป็นต้น ต่อไปเมื่อมีความรู้ความเข้าใจมากขึ้น น่าจะมีการขยายตัวมากขึ้น

จุลินทรีย์ป้องกันกำจัดโรคพืชและแมลงไม่ใช่เรื่องใหม่ในวงวิชาการและภาคเอกชน แต่สำหรับเกษตรกรทั่วไปอาจอาจจะยังใหม่อยู่ แต่ก็น่าสนใจอยู่ไม่น้อย เพราะหากมีประสิทธิภาพไม่แพ้สารเคมีที่เกษตรกรคุ้นชินอยู่ ในขณะที่ต้นทุนที่ใกล้เคียงกัน แถมกำไรเป็นความปลอดภัยต่อตัวเกษตรกรเอง ต่อตัวผู้บริโภค และต่อสภาพแวดล้อมด้วยแล้ว ก็นับเป็นมิติใหม่สำหรับเกษตรกรที่ต้องการเดินบนวิถีเกษตรอินทรีย์ (เชาว์วัช, 2554)

**การผลิตเชื้อราไตรโคเดอร์มาชนิดสด**

การผลิตเชื้อราจะใช้หัวเชื้อและวัสดุอาหาร โดยจะใช้หัวเชื้อราไตรโคเดอร์มาคัดเลือกสายพันธุ์ที่เก็บในวัสดุอินทรีย์ ปราศจากการปนเปื้อนจุลินทรีย์อื่นซึ่งเก็บในตู้เย็นอุณหภูมิ 8-10 องศาเซลเซียส ได้นาน 1-2 ปี เก็บอุณหภูมิปกติได้นาน 6-12 เดือน และมีวัสดุอาหารเป็นปลายข้าวซึ่งวิจัยแล้วว่าดีที่สุด

**วิธีการขยายเชื้อราไตรโครเดอร์มาชนิดสด**

1. ใช้ปลายข้าวหรือข้าวสาร 3 แก้ว (600 กรัม) น้ำสะอาด 2 แก้ว หุงในหม้อไฟฟ้าได้ข้าวสุก 1 กก.
2. ตักข้าวใส่ถุงพลาสติกทนร้อน 8x12 นิ้ว ถุงละ 2 แก้ว (250-300 กรัม) รีดอากาศออกจากถุงรอให้ข้าวอุ่นหรือเย็นแล้วเทหัวเชื้อรา 1 ช้อนชา ลงในถุง
3. มัดปากถุงด้วยหนังยางให้แน่น เขย่าหรือขยำเบาๆ ให้เชื้อและข้าคลุกเคล้ากันให้ทั่ว ใช้เข็มเจาะรู 15-20 จุดต่อถุง ให้อากาศถ่ายเท
4. บ่มไว้ที่มีอากาศถ่ายเท แสงส่องถึง ไม่ตากแดด ปลอดจากมด ไรและสัตว์อื่นๆ ครบ 2 วัน ขยำถุงเบาๆ ให้เส้นใยกระจายทั่ว บ่มอีก 4-5 วัน ค่อยนำไปใช้ การบ่มที่ครบ 7 วัน ถ้ายังไม่ใช้ให้ใส่ตู้เย็น แต่ไม่ควรเกิน 15 วัน

**วิธีใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มาชนิดสด**

1. ใช้เชื้อราชนิดสดผสมกับปุ๋ยอินทรีย์หรือปุ๋ยหมัก
2. ใช้เชื้อสดผสมกับวัสดุปลูก
3. ใช้เชื้อราสดใส่หลุมคลุกเคล้ากับดินเพื่อปลูกพืช
4. ใช้เชื้อสดหว่านไปในแปลงปลูก
5. ใช้เชื้อหว่านใต้ทรงพุ่มหรือโรยโคนต้นพืช
6. ใช้เชื้อราสดมาคลุกเมล็ดพืชก่อนการปลูก (เชาว์วัช, 2554)

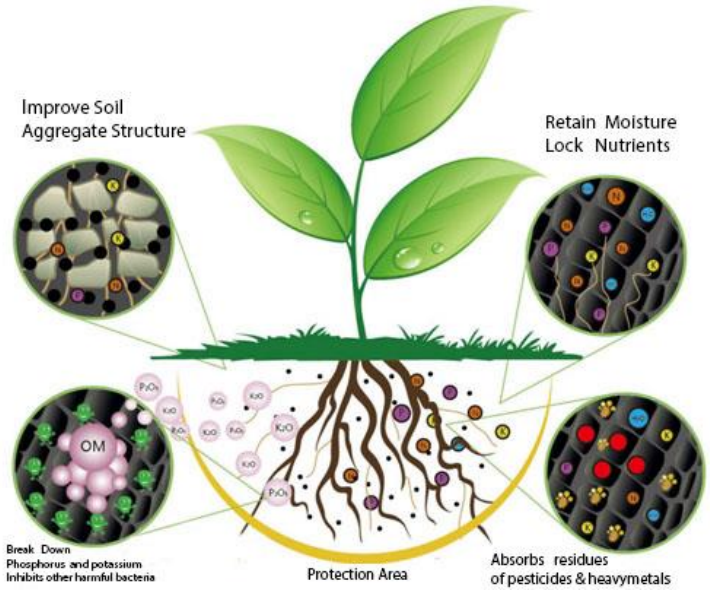
**เชื้อจุลินทรีย์ที่ช่วยให้ธาตุอาหารแก่พืชและต้านทานโรค**

เชื้อจุลินทรีย์ส่วนใหญ่ที่ใช้ทำปุ๋ยชีวภาพ จะเป็นเชื้อจุลินทรีย์ที่มักอาศัยอยู่ที่รากของพืช โดยจะมีลักษณะแบบพึ่งพาอาศัยกับพืช จึงอาจกล่าวได้ว่าเชื้อจุลินทรีย์จะได้รับอาหารจากพืชเช่นเดียวกันตัวมันก็จะช่วยในการตรึงหรือย่อยสลายธาตุอาหารในดินให้พืชดูดซึมนำไปใช้ประโยชน์ ถ้าจะทำให้เราเข้าใจง่ายๆ ชนิดที่ว่า “มองเห็นภาพ” เราจำเป็นต้องแบ่งเชื้อจุลินทรีย์ตามการใช้งานโดยแยกว่าจุลินทรีย์ตัวใดช่วยย่อยสลายให้ได้ธาตุอาหารหลัก อย่างไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) และ โพแทสเซียม (K) ดังนี้ กลุ่มจุลินทรีย์ที่ทำให้ได้ธาตุไนโตรเจน จุลินทรีย์กลุ่มนี้มีคุณสมบัติในการสร้างเอนไซม์ อีกทั้งยังสามารถเปลี่ยนก๊าซไนโตรเจนให้กลายเป็นกรดอะมิโนและสารประกอบไนโตรเจนอื่นๆ ให้พืชนำไปใช้ได้อย่างสะดวกและใช้ได้ทันที ซึ่งจุลินทรีย์กลุ่มดังกล่าว จะมีอยู่ 2 กลุ่ม คือ

1. กลุ่มที่ต้องการอาศัยอยู่ร่วมกับพืช
   - ไรโซเบียม (*Rhizobium* sp.)
   - แฟรงเคีย (*Frankia* sp.)

- อะนาบีนา (*Anabeana Azollae*)
- นอสทอก (*Nostoc* sp.)

2. กลุ่มที่ไม่ต้องอาศัยอยู่ร่วมกับพืช
   - อะโซโทแบคเตอร์ (*Azotobacter* sp.)
   - อะโซสไปริลลัม (*Azospirillum* sp.)




**ภาพที่ 2.** แสดงกลไกการทำงานของจุลินทรีย์ในกลุ่มส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช

**กลุ่มจุลินทรีย์ที่ช่วยเพิ่มความต้านทานโรค**

กลุ่มจุลินทรีย์ที่ช่วยในการต้านทานโรคคือ เชื้อในกลุ่มอย่าง เชื้อราไตรโคเดอร์มา และเชื้อแบคทีเรียบาซิลลัส ซึ่งเชื้อราดังกล่าวจะช่วยทำลายหรือยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ในดิน ซึ่งเป็นสาเหตุทำให้เกิดโรคในพืช โดยเฉพาะเชื้อราไตรโคเดอร์มา ที่ได้รับความนิยมนำมาเพิ่มความต้านทานโรคในปัจจุบัน ซึ่งจะมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

1. ทำหน้าที่เป็นปรสิต เพื่อแย่งการใช้แหล่งอาหารของเชื้อโรคพืช
2. สร้างเส้นใยเพื่อเข้าพันรัดรอบเส้นใยของเชื้อโรคพืช
3. ผลิตเอนไซม์ทำให้เกิดการเหี่ยวสลายของเส้นใยเชื้อโรคพืช
4. ชนิดของเชื้อราที่ควบคุมได้
   - เชื้อราพิเทียม (*Pythium* spp.)
   - เชื้อราฟิวซาเรียม (*Sclerotium Rolfsii*)
   - เชื้อราไรซ็อกโทเนีย (*Rhizoctonia* spp.)

- เชื้อราไพท็อบธอร่า (*Phytopthora* spp.)
- เชื้อราคอลเลคโตตริชัม (*Collectotrichum* spp.)

**บทบาทและความสำคัญของจุลินทรีย์ในการเกษตร**

จุลินทรีย์มีหลายชนิด ได้แก่ แบคทีเรีย เชื้อรา แอคติโนมัยซิท สาหร่าย โปรโตซัว ไมโครพลาสมาโรติเฟอร์ และไวรัส เป็นต้น บทบาทและความสำคัญของจุลินทรีย์มีอยู่มากมายดังนี้

1. จุลินทรีย์มีบทบาทสำคัญทั้งในแง่การเป็นประโยชน์และการเกิดโรค จุลินทรีย์หลายชนิดอาจเป็นสาเหตุของการเกิดโรคพืชและสัตว์ ทำให้เกิดความเสียหายแก่ผลผลิตทางการเกษตรแต่ในสภาพธรรมชาติจุลินทรีย์ที่มีอยู่อย่างหลากหลายจะมีการควบคุม กันเองในวัฏจักรของสิ่งมีชีวิต มีจุลินทรีย์หลายชนิดที่ทำหน้าที่ป้องกัน กำจัด และยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ชนิดอื่นรวมทั้งจุลินทรีย์ชนิดอื่นรวมทั้งจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุของโรคพืช
2. จุลินทรีย์มีบทบาทสำคัญในการหมุนเวียนทรัพยากรให้ใช้ประโยชน์ได้ใหม่ในวัฏจักรของธาตุอาหารโดยจุลินทรีย์ทำหน้าที่ย่อยสลายวัสดุอินทรีย์ต่างๆ (Origanic Decomposition) ให้เป็นอาหารธาตุ เกิดการหมุนเวียนธาตุอาหารกลับมาใช้ใหม่ (Recycling) ของสารอินทรีย์ วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร หรือเศษเหลือทิ้งจากอุตสาหกรรมทางการเกษตร ให้กลับอยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืช โดยกระบวนการย่อยสลายหรือสังเคราะห์สารชนิดอื่นๆ ขึ้นมาใหม่ในธรรมชาติ เช่น การช่วยย่อยสลายเศษซากพืชซากสัตว์ในดินให้อยู่ในรูปฮิวมัส เปลี่ยนจากรูปสารอินทรีย์ไปเป็นสารอนินทรีย์ (Mineralization) เพิ่มความเป็นประโยชน์ของธาตุาหารพืชได้แก่ กระบวนการตรึงไนโตรเจน ( $N_2$ Fixation) โดยจุลินทรีย์บางชนิดที่สามารถสร้างอาหารเองได้โดยใช้พลังงานจากแสงอาทิตย์ เช่น แหนแดง (สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินที่อาศัยอยู่กับพืชตระกูลเฟิร์น) และจุลินทรีย์บางชนิดที่สามารถดึงไนโตรเจนจากอากาศและสร้างความอุดมสมบูรณ์ให้กับดินได้ เช่น เชื้อไรโซเบียม
3. จุลินทรีย์หลายชนิดมีบทบาทในการสังเคราะห์สารประกอบอินทรีย์ที่มีโครงสร้างสลับซับซ้อน เช่น จุลินทรีย์บางชนิดสามารถสร้างกรดอนินทรีย์ที่สามารถละลายแร่ธาตุอาหารพืชในดินให้เป็นประโยชน์ต่อพืชบางชนิดสร้างสารกระตุ้นการเจริญเติบโตของพืชหรือฮอร์โมน (Plant Growth Regulators) ส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช และยังสามารถผลิตสารต่างๆรวมถึงสารปฏิชีวนะ เอนไซม์ และกรดแลคติค เช่น แบคทีเรียบางชนิดสามารถสร้างสารพวก Gramicidine และ Tyrocidine เชื้อราบางชนิดสามารถสร้างสารพวก Pennicilin และ Gliotoxin เชื้อแอคติโนมัยซิทบางชนิดสามารถสร้างสาร Actinomycin และ Aureomycin ซึ่งสิ่งเหล่านี้จะสามารถใช้ในการยับยั้งเชื้อโรคชนิดต่างๆ และยังช่วยสนับสนุนปฏิกิริยาทางเคมีในดินให้เกิดขึ้นเป็นปกติ โดย

ถ้าปราศจากเอนไซม์ปฏิกิริยาทางเคมีที่ซับซ้อนในดินก็จะไม่สามารถเกิดขึ้นได้ภายในระยะเวลาอันสั้น

บทบาทของสิ่งมีชีวิตเล็กๆ ในดินเป็นสิ่งที่ไม่ควรมองข้ามไปเพราะในปัจจุบันความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์สมัยใหม่ก็สามารถที่จะรับรู้ถึงชนิดและบทบาทของจุลินทรีย์ต่างๆ ในดินของโลกนี้ได้เพียง 10% ของความสัมพันธ์ของดินและจุลินทรีย์ที่มีอยู่ ดังนั้นความสัมพันธ์นี้จึงยังคงเป็นสิ่งที่น่าศึกษาวิจัยต่อไป

**กระบวนการหมุนเวียนธาตุอาหารในดินโดยกิจกรรมของจุลินทรีย์**

จุลินทรีย์มีบทบาทในกระบวนการหมุนเวียนธาตุอาหารเนื่องจากจุลินทรีย์ต้องการสารประกอบอนินทรีย์มาเป็นแหล่งพลังงานและใช้สังเคราะห์เป็นสารประกอบอินทรีย์ภายในเซลล์ จุลินทรีย์จึงมีบาบาทในการเกิดกระบวนการการแปรรูปสารประกอบเหล่านั้นต่างๆกันไป ได้แก่

**1. มิเนอรัลไลเซชั่น หรือ ดีคอมโพสซิชั่น (Mineralization หรือ Decomposition)** กระบวนการที่จุลินทรีย์ย่อยสลายสารประกอบอินทรีย์ให้เป็นสารประกอบอนินทรีย์

**2. อิมโมบิไลเซชั่น (Immobilization)** กระบวนการที่จุลินทรีย์นำสารอนินทรีย์เข้าสู่เซลล์ เพื่อสังเคราะห์เป็นสารประกอบอินทรีย์ไนโตรเจนภายในเซลล์

นอกจากกระบวนการทั้งสองนี้แล้วจุลินทรีย์ยังทำให้เกิดกระบวนการต่างๆ อีกมากมายที่ทำให้เกิดเป็นวงจรการหมุนเวียนไนโตรเจน (Nitrogen Cycle) กระบวนการต่างๆ เหล่านี้ ได้แก่

**ก.แอมโมนิฟิเคชั่น (Ammonification)** เป็นกระบวนการที่จุลินทรีย์ย่อยสลายกรดอะมิโนแล้วได้แอมโมเนีย ($NH_3$) โดยบทบาทของแบคทีเรียกลุ่ม Heterotrophic เชื้อรา และแอคติโนมัยซิทโดยแบคทีเรียกลุ่ม Facultative Bacteria จะมีบทบาทในสภาพที่ไม่มีออกซิเจน

**ข.ไนตริฟิเคชั่น (Nitrification)** เป็นกระบวนการที่จุลินทรีย์เปลี่ยนรูปแอมโมเนีย ($NH_3$) ไปเป็นไนไตรท์และเปลี่ยนรูปไนไตรท์ไปเป็นไนเตรท โดยแบคทีเรียกลุ่มที่เรียกว่า “Nitrifying Bacteria” เป็นแบคทีเรียประเภท Chemoautotrophs ซึ่งแบ่งออกได้ดังนี้

1. แบคทีเรียที่ออกซิไดซ์แอมโมเนียเป็นไนไตรท์หรือใช้แอมโมเนียเป็นแหล่งพลังงาน ได้แก่ *Nitrosomonas* sp. และ *Nitrosococus* sp. เป็นต้น

2. แบคทีเรียที่ออกซิไดซ์ไนไตรท์ไปเป็นไนเตรท หรือใช้ไนไตรท์เป็นแหล่งพลังงาน ได้แก่ *Nitrobacter* sp. เป็นต้น

**ค. ดีไนตริฟิเคชั่นและไนเตรทรีดักชั่น (Denitrification และ Nitrate Reduction)** เป็นกระบวนการที่เกิดในสภาพขาดออกซิเจน

1. ดีไนตริฟิเคชั่น เป็นกระบวนการที่จุลินทรีย์รีดิวซ์เปลี่ยนรูปสารประกอบอนินทรีย์ไนโตรเจนไปเป็นแก๊สไนโตรเจนทำให้เกิดการสูญเสียไนโตรเจนไปจากดินโดยแบคทีเรียพวก Facultative Anaerobe และ Anaerobic Chemoautotrophs

2. ไนเตรทรีดักชั่น เป็นกระบวนการที่จุลินทรีย์รีดิวซ์เปลี่ยนรูปสารประกอบไนเตรตไปเป็นไนไตรท์หรือแอมโมเนีย โดยแบคทีเรียพวก Facultative Anaerobe

**ง. กระบวนการตรึงไนโตรเจน (Nitrogen Fixation)** เป็นกระบวนการที่จุลินทรีย์ตรึงแก๊สไนโตรเจนจากอากาศเปลี่ยนรูปเป็นสารอินทรีย์ไนโตรเจนภายในเซลล์จุลินทรีย์

1. การตึงไนโตรเจนแบบอิสระ (Non-Symbiotic Nitrogen Fixation) เกิดขึ้นโดยจุลินทรีย์ที่ดำรงชีวิตอยู่อย่างอิสระในธรรมชาติ ได้แก่ แบคทีเรียบางชนิด เช่น *Azotobacter* sp. และ *Clostridium* sp. เป็นต้นนอกจากนี้ยังมีเชื้อราบางชนิดและสาหร่ายสีเขียวแกรมน้ำเงินหลายชนิด

2. การตรึงไนโตรเจนแบบชีวสัมพันธ์ (Symbiotic Nitrogen Fixation) เกิดขึ้นโดยจุลินทรีย์ที่เจริญอยู่ร่วมกับสิ่งมีชีวิตอื่นโดยเฉพาะพืช เป็นการดำรงชีวิตอยู่ร่วมกันโดยที่ต่างฝ่ายต่างได้รับประโยชน์ จุลินทรีย์ที่มีการศึกษากันอย่างกว้างขวางและรู้จักกันดี ได้แก่ *Rhizobium* sp. ซึ่งสามารถตรึงแก๊สไนโตรเจนได้ เมื่อเจริญอยู่ร่วมกับพืชตระกูลถั่วแล้วทำให้รากของต้นถั่วเกิดปมราก (Root Nodule)

**บทบาทของจุลินทรีย์ในกระบวนการหมักน้ำหมักชีวภาพ**

จุลินทรีย์ที่มีในน้ำหมักชีวภาพมีหลายประเภทแต่จุลินทรีย์ที่มีบทบาทสำคัญในกระบวนการหมักน้ำหมักชีวภาพ ได้แก่ แบคทีเรีย เชื้อรา โดยมีบทบาทสำคัญในการย่อยสลายวัสดุอินทรีย์ และเกิดปฏิกิริยาทางชีวภาพเคมีต่างๆ ในการผลิตน้ำหมักชีวภาพ บทบาทของจุลินทรีย์ในกระบวนการหมักน้ำหมักชีวภาพมีดังนี้

1. แบคทีเรีย แบคทีเรียที่พบในน้ำหมักชีวภาพหลายสายพันธุ์มีบทบาทในการย่อยสลายวัสดุที่ใช้ในการผลิต วัสดุที่ใช้ในการผลิตน้ำหมักชีวภาพเป็นวัสดุอินทรีย์มาจากสิ่งที่มีชีวิตทั้งจากพืชและสัตว์ แบคทีเรียย่อยสลายวัสดุอินทรีย์ทำให้สารประกอบโมเลกุลที่มีขนาดใหญ่ๆ เล็กลง และปลดปล่อยธาตุอาหารออกมาในรูปที่พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ แบคทีเรียที่พบและมีบทบาทมากในน้ำหมักชีวภาพมีดังนี้

ก. แบคทีเรียในสกุลบาซิลัส (*Bacillus* sp.) บทบาทจุลินทรีย์สกุลนี้ในกระบวนการหมักคือจัดเป็นพวก Ammonifiers เกี่ยวข้องกับการแปรสภาพอินทรีย์ไนโตรเจนให้เป็นอนินทรีย์ไนโตรเจน ผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นจากกระบวนการดังกล่าวนี้ส่วนใหญ่จะได้แอมโมเนีย และแบคทีเรียในสกุลบาซิลัส สามารถผลิตเอนไซม์โพรเทส (Protease) ทำหน้าที่ย่อยโปรตีนให้มีโมเลกุลขนาดเล็กลงโดยมีน้ำเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาทางชีวเคมี (Hydrolysis) แปรสภาพโปรตีนให้เป็นโพลีเปบไทด์(Polypeptides) และแปรสภาพโอลิโกเปบไทด์ (Oligopeptides) ให้เป็นกรดอะมิโน (Amino Acids) เอนไซม์นี้ถ้าย่อยโปรตีนในสภาพที่ปราศจากอากาศจะได้แอมโมเนีย อะมีน คาร์บอนไดออกไซด์ กรดอินทรีย์ Indole Skatole Mercaptans และไฮโดรเจนซัลไฟล์

สารต่างๆ เหล่านี้ก่อให้เกิดกลิ่นเหม็นเน่า (Foul Smelling) นอกจากนี้แบคทีเรียสกุล Bacillus ยังสามารถสังเคราะห์ฮอร์โมนพืชกลุ่มออกซิน จิบเบอเรลลิน และไซโตไคนินได้

ข.กลุ่มแบคทีเรียผลิตกรดแลคติก (Lactic Acid Bacteria) ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของแบคทีเรียกลุ่มนี้เป็น Gram Positive Asporogenous Rod-Shaped Bacteria อยู่ใน Family Lactobacillaceae จะไม่มีการสร้างสปอร์ (Endospore) รูปร่างของเซลล์มีลักษณะเป็นท่อน แบคทีเรียที่ผลิตกรดแลคติกจะมีส่วนเกี่ยวข้องอย่างมากในการผลิตหน้าหมักชีวภาพ ที่กระบวนการผลิตมีน้ำตาลมาเกี่ยวข้อง แบคทีเรียที่ผลิตกรดแลกติกอาศัยอยู่ในธรรมชาติมากมายหลายแหล่งโดยเฉพาะอย่างยิ่งในที่ที่มีน้ำตาลชนิดต่างๆ แบคทีเรียกลุ่มนี้สามารถสร้างกรดแลคติก กรดฟอร์มิค เอทานอล และคาร์บอนไดออกไซด์

แบคทีเรียชนิดนี้ในพวก Anaerobic หรือ Facultative ได้แก่ แบคทีเรียในสกุล *Lactobacillus* sp. มีความต้องการสารอาหารพวกสารประกอบอินทรีย์มีโครงสร้างซับซ้อนพบในกระบวนการหมักมีการเจริญได้ดีในสภาพที่ไม่มีออกซิเจน แต่มีความสามารถเจริญเพิ่มจำนวนเซลล์ได้ดีในสภาพที่มีออกซิเจนด้วย น้ำตาลเป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญของแบคทีเรียชนิดนี้ กลุ่ม Lactic acid bacteria แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มที่หนึ่งเรียกว่า Homofermentative จุลินทรีย์กลุ่มนี้จะให้ผลิตภัณฑ์เป็นกรดแลคติก (Lactic Acid) เท่านั้นสำหรับกลุ่มที่สองเรียกว่า Heterofermentative หลังจากกระบวนการหมักจะได้กรดแลคติก กรดอะซีติก กรดฟอร์มิก กลีเซอรอล แอลกอฮอล์ และคาร์บอนไดออกไซด์ โดยทั่วไปแล้วแบคทีเรียที่ผลิตกรดแลคติกจะมีอยู่ในสภาพธรรมชาติทั้งในพืชผัก ผลไม้ เนื้อสัตว์ และผลิตภัณฑ์นม กรดแลคติกที่ได้นี้มีบทบาทสำคัญในการถนอมอาหารหลายชนิด เช่น ผักดองต่างๆ ผลิตภัณฑ์นมพวกทำเนยแข็ง จุลินทรีย์ดังกล่าวมีความสามารถทนทานต่อสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไปได้ดี ทนต่อสภาพความเป็นกรดสูง สภาวะความเป็นกรดสูงนี้จะมีผลกระทบต่อการยับยั้งการเพิ่มจำนวนเซลล์หรือกำจัดกลุ่มจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดการเน่าเสียของอาหาร ปฏิกิริยาโดยสรุปของการสร้างกรดแลคติกจากน้ำตาล โดยกลุ่มแบคทีเรีย Lactic Acid Bacteria
มีดังนี้คือ

ค. กลุ่มแบคทีเรียผลิตกรดอะซิติก (Acetic Acid Bacteria) ลักษณะทางพื้นฐานวิทยาของแบคทีเรียกลุ่มนี้เป็นแบคทีเรียรูปแท่ง (Rod) และกลม (Cocci) แกรมลบ (Gram Negative Aerobic) อยู่ใน Family Pseudomonadaceae รูปร่างเป็นท่อนแต่มีหลายลักษณะ เช่น รูปรีหรือไม้กระบองโค้งมี Flagella เคลื่อนที่ได้เป็นพวกที่ต้องการออกซิเจน (Aerobic Bacteria) ทนทานต่อสภาพความเป็นกรดได้ดีในสภาพที่มีค่า pH ของสารละลายต่ำกว่า 5.0 และเจริญอยู่ได้ในที่ที่มีค่า pH ต่ำระหว่าง 3.0-3.5 ได้แก่ แบคทีเรียในสกุล *Acetobacter* sp. บทบาทสำคัญของแบคทีเรียชนิดนี้จะทำหน้าที่แปรสภาพหรือเปลี่ยนแอลกอฮอล์

(Ethanol) ให้เป็นกรดอะซิติก (Acetic Acid) โดยปฏิกิริยา Oxidation ในสภาพที่มีออกซิเจน มีปฏิกิริยาโดยสรุปดังนี้คือ

$$C_2H_5OH + O_2 \xrightarrow{\text{ไม่ต้องการออกซิเจน}} CH_3 . COOH + H_2O$$

**(เอททิลแอลกอฮอล์)** **(กรดอะซีติก)**

**2. เชื้อรา** รามีบทบาทในกระบวนการหมักในน้ำหมักชีวภาพส่วนใหญ่จะเป็นยีสต์และราที่มีรูปร่างเป็นเส้นใย

**ก. ยีสต์ (Yeasts)** เป็นราเซลล์เดี่ยว มักจะมีรูปร่างกลมหรือรี สามารถสืบพันธุ์ได้โดยการแตกหน่อ (Budding) ซึ่งเป็นแบบไม่อาศัยเพศ อยู่ใน Family Saccharomycrtaceae เมื่ออายุยังน้อยจะมีรูปร่างค่อนข้างกลม แต่เมื่อมีอายุมากจะมีรูปร่างรียาว ยีสต์จะทำให้เกิดกระบวนการหมักโดยเปลี่ยนน้ำตาลให้เป็นเอททิลแอลกอฮอล์และคาร์บอนไดออกไซด์

ยีสต์ที่มีความเกี่ยวข้องในกระบวนการหมักจะมีการสร้าง Ascospores แบบอาศัยเพศอยู่ใน Asci ได้แก่ ยีสต์สกุล *Saccharomyces* sp. และ *Candida* sp. เนื่องจากยีสต์มีคุณสมบัติในการหมักน้ำตาลได้ดี ดังนั้นในกระบวนการหมักผัก และผลไม้หรือปลาสดร่วมกับกากน้ำตาล (อาจจะใช้น้ำตาลทรายแดง น้ำตาลอ้อย หรือน้ำตาลทรายขาว) ยีสต์จะทำหน้าที่เปลี่ยนน้ำตาลให้เป็นแอลกอฮอล์และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ หลังจากการหมักวัสดุอินทรีย์ด้วยน้ำตาล (1-2 วัน จะได้กลิ่นแอลกอฮอล์ ยีสต์ในธรรมชาติจะเจริญเพิ่มจำนวนเซลล์ เนื่องจากได้แหล่งอาหารจากน้ำตาลโดยจะปรากฏอยู่ที่บริเวณผิวหน้าของวัสดุหมักเป็นฟองที่ลอยเป็นฝ้าอยู่ที่ผิวของน้ำหมักอาจจะเรียกว่า Top Yeasts เมื่อการหมักลดลงจะตกตะกอนลง โดยแสดงเป็นสมการของปฏิกิริยาพื้นฐานการเกิดแอลกอฮอล์ดังนี้คือ

$$C_6H_{12}O_6 \xrightarrow{\text{ไม่ต้องการออกซิเจน}} 2C_2H_5OH + 2CO_2$$

**(Glucose)** **(เอททิลแอลกอฮอล์)**

นอกจากนี้จะมีผลิตภัณฑ์ชนิดอื่นออกมาในปริมาณเล็กน้อย ได้แก่ Glyceral, Acetic Acid, Organic Acid, Amino Acid, Purines, Pyrimidines และ Alcohol นอกจากนี้ยีสต์จะผลิตวิตามินและฮอร์โมนในระหว่างกระบวนการหมักด้วย ในกระบวนการหมักนั้นจะมีค่าความเป็นกรดด่างต่ำมาก แต่ยีสต์สามารถเจริญเติบโตได้ดีในสภาพความเป็นกรดสูงระหว่าง 4.0-6.5 และดำรงชีพอยู่ได้ในสภาพที่มีค่าความเป็นกรดด่างของน้ำหมักระหว่าง 1.5-3.5 จะมีจุลินทรีย์กลุ่มอื่นร่วมทำปฏิกิริยาอยู่ด้วยซึ่งผลิตภัณฑ์ที่ได้เป็นกรดอินทรีย์เกิดขึ้นมาก ทำให้ค่าความเป็นกรดด่างของน้ำหมักมีความเป็นกรดสูง สภาวะที่ค่าความเป็นกรดด่าง ของน้ำ

หมักมีค่าต่ำนั้นมีผลดีต่อการควบคุมจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดการเน่าเสียได้ และในขณะเดียวกันแอลกอฮอล์ที่เกิดขึ้นจากกระบวนการหมักเป็นปัจจัยหนึ่งที่ควบคุมคุณภาพของน้ำหมักหรือปุ๋ยอินทรีย์น้ำด้วย

**ข. ราเส้นใย** เป็นจุลินทรีย์พวกที่ต้องการอากาศ พบเห็นได้บนผิวด้านบนของน้ำหมักชีวภาพดังนั้นในลักษณะของการทำน้ำหมักชีวภาพ ซึ่งเป็นการหมักที่มีออกซิเจนน้อยสภาพดังกล่าวไม่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตของราเส้นใย จึงมักพบอยู่บนผิวหน้าของน้ำหมักชีวภาพ หรือบนพื้นผิวภาชนะมีน้ำตาลติดอยู่ส่วนใหญ่ที่มีบทบาทในกระบวนการหมักน้ำหมักชีวภาพจะอยู่ในกลุ่ม Phycomycetes ได้แก่ ราในสกุล Mucor และอื่นๆ (อานัฐ, 2549)

ในกระบวนการผลิตน้ำหมักชีวภาพ จะมีวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตหลายชนิดจึงมีการพัฒนาเทคนิคการผลิตน้ำหมักชีวภาพเป็นหลายสูตร ซึ่งในบทนี้จะกล่าวถึงเทคนิคการผลิตที่เกี่ยวข้องกับธาตุอาหารพืชเดี่ยวๆ และธาตุอาหารพืชชนิดรวม ซึ่งทุกสูตรจะผลิตจากวัสดุเหลือใช้จากการเกษตร และ จากชุมชนในท้องถิ่นของตนเอง (อานัฐ, 2549)

**วัสดุที่นำมาใช้ผลิตน้ำหมักชีวภาพ**

วัสดุที่จะนำมาใช้ผลิตน้ำหมักชีวภาพนั้นควรจะเป็นวัสดุที่มีความสดและอวบน้ำ เนื่องจากวัสดุที่มีความสดและอวบน้ำจะมีคุณค่าทางอาหารหรือมีปริมาณธาตุอาหารพืชและสารประกอบอินทรีย์อื่นๆ เช่น กรดฮิวมิก กรดอะมิโน ฮอร์โมนพืช และวิตามินต่างๆ อยู่สูงกว่าวัสดุที่มีลักษณะแห้งและทิ้งไว้เป็นเวลานานทำให้มีการสูญเสียน้ำและคุณค่าทางอาหารไปบางส่วน สามารถแบ่งประเภทของวัสดุที่นำมาใช้ทำน้ำหมักชีวภาพได้ดังนี้

**1. วัสดุจากพืช**

1.1 พืชสีเขียว ตัวอย่างพืชสีเขียวที่นำมาใช้ ได้แก่ เศษพืชผักต่างๆ เช่น ผักคะน้า ผักกาดขาว ผักกาดหอม ผักบุ้ง ต้นกล้วย กะหล่ำปลี ผักผลที่มีสีเขียวหรือยังไม่สุก เช่น มะเขือ บวบฟักเขียว และพืชตระกูลแตงหรือเศษวัชพืชที่มีอยู่ทั่วไปตามในพื้นที่ ซึ่งในพืชสีเขียวจะมีองค์ประกอบของแร่ธาตุและสารอาหารที่เป็นประโยชน์อยู่หลายชนิด เช่น โปรตีน คาร์โบไฮเดรต ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม เหล็ก วิตามินเอ ไธอามีน ไรโบฟลาวิน ไนอาซีน และกรดแอสคอบิกรวมถึงฮอร์โมนพืช วิตามิน และคลอโรฟิลล์ด้วย

1.2 ผลไม้ ผลไม้ที่สามารถนำมาทำน้ำหมักชีวภาพนั้นจะรวมถึงผักผลที่สุกแก่แล้วและรวมถึงส่วนของเปลือกด้วย เช่นทะละกอ ส้ม มะนาว สับปะรด กล้วย เงาะ ชมพู่ มังคุด ขนุน ลำไย สตรอเบอรี และลิ้นจี่ เป็นต้น สำหรับองค์ประกอบของแร่ธาตุและสารอาหารจะมีองค์ประกอบคล้ายกันกับเศษพืชสีเขียว แต่จะมีปริมาณวิตามินและฮอร์โมนพืชอยู่มากกว่า

1.3 สาหร่ายหรือพืชน้ำ ในบางพื้นที่ที่มีแหล่งน้ำ สาหร่ายและวัชพืชน้ำจะขึ้นอย่างหนาแน่น ทำให้เกิดปัญหาแหล่งน้ำเน่าเสียตามมา วิธีการหนึ่งในการกำจัดสาหร่ายและวัชพืชน้ำเหล่านี้ได้ก็คือ การนำมาใช้เป็นวัสดุทำน้ำหมักจากพืช โดยจะพบว่าในประเทศไทยมีแหล่งวัตถุดิบเหล่านี้มากมาย เช่น สาหร่ายใน

ทะเลสาบสงขลา ผักตบชวา จอก แหน ที่ขึ้นตามกว๊านหรือแหล่งน้ำทั่วไปในพื้นที่ต่างๆ ก็สามารถนำมาทำน้ำหมักได้โดยไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการซื้อวัตถุดิบ

นอกจากนี้ยังพบว่าเศษพืชชนิดอื่นๆ อีกมากมายที่เหลือทิ้งจากฟาร์มและโรงงานอุตสาหกรรมที่สามารถนำมาทำเป็นน้ำหมักได้ เช่น เศษมันฝรั่ง ถั่วเหลืองฝักสด ข้าวโพดฝักอ่อน เปลือกสับปะรด เป็นต้น โดยในงานวิจัยของเรืองฤทธิ์ และอานัฐ (2546) ได้ทดลองนำเศษมันฝรั่งเหลือทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมมาใช้เป็นวัตถุดิบทำน้ำหมัก พบว่าสามารถใช้เป็นปุ๋ยทำให้พืชเจริญเติบโตได้ดี

**2. วัสดุจากสัตว์**

2.1 เศษปลา ได้มีการนำปลามาแปรรูปในโรงงานอุตสาหกรรมปลากระป๋องเป็นจำนวนมาก และพบว่ามีของเสียรวมทั้งสิ้น 132,728 ตันต่อปี ปริมาณธาตุอาหารพืชที่พบในปลาและเศษปลานั้นขึ้นอยู่กับสิ่งแวดล้อมที่ปลาอาศัยอยู่ คือ น้ำและอาหารที่ปลากิน แร่ธาตุที่พบทั้งในปลาน้ำจืดและน้ำเค็ม จะมีคาร์บอน 9.5% ไนโตรเจน 2.5-3.0% แคลเซียม1.2-1.5% ฟอสฟอรัส 0.6-0.8% และกำมะถัน 0.3% ส่วนแร่ธาตุอื่นมีอยู่ในปริมาณที่น้อยมาก

2.2 หอยเชอรี่ (Golden Apple Snail) หอยเชอรี่จัดเป็นศัตรูพืชที่สำคัญชนิดหนึ่ง เนื่องจากหอยเชอรี่มีการเจริญเติบโตเพิ่มจำนวนได้รวดเร็วมากและได้ทำความเสียหายทำลายกัดกินต้นข้าวและทำลายพืชผักในน้ำ เช่น ผักกระเฉด และผักบุ้ง ในพื้นที่ปลูกข้าวจังหวัดต่างๆทั่วประเทศ กรมส่งเสริมการเกษตรได้รณรงค์ให้มีการป้องกันและกำจัดหอยเชอรี่ ดังนั้นการนำหอยเชอรี่มาใช้ประโยชน์ในการทำน้ำหมักชีวภาพจึงเป็นการช่วยกำจัดและลดจำนวนศัตรูพืชได้ดีวิธีหนึ่ง และจากการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในหอยเชอรี่พบว่ามีปริมาณโปรตีนค่อนข้างสูง เช่นเดียวกับปลา ซึ่งจะมีปริมาณโปรตีนอยู่ระหว่าง 10.70-56.25%

นอกจากนี้ยังพบว่าเศษสัตว์ชนิดอื่นๆ อีกมากมายที่เหลือทิ้งจากฟาร์มหรือโรงงานอุตสาหกรรมแปรรูปอาหารนี้สัตว์ ที่สามารถนำมาทำเป็นน้ำหมักได้ เช่น รกหมู เศษไก่ เศษเนื้อ เป็นต้น

**3. สิ่งปฏิกูลจากบ้านเรือนและชุมชน**

3.1 เศษอาหารจากบ้านเรือน ร้านอาหาร โรงอาหารของโรงเรียน เรือนจำ ค่ายทหาร ฯลฯ

3.2 สิ่งปฏิกูลจากส้วม ได้แก่ อุจจาระ ปัสสาวะของมนุษย์ โดยปกติแล้วคนจะผลิตอุจจาระวันละ 100-400กรัม ทั้งนี้ปริมาณ ส่วนประกอบ และความเหนียวข้น (Consistency) ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น อาหาร ภูมิอากาศ อายุ อาชีพ สภาวะสุขภาพ และปัจจัยอื่นๆ (ลาวัลย์, 2535) โดยส่วนประกอบของอุจจาระและปัสสาวะ มีทั้งสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ที่เป็นของแข็ง สารแขวนลอย และสารละลาย นอกจากนี้ยังอาจมีเชื้อโรคและพยาธิปนอยู่ด้วย

**ปัจจัยบางประการที่เกี่ยวข้องกับการย่อยสลายในกระบวนการหมัก**

**1. ชนิดและองค์ประกอบของวัสดุหลัก** วัสดุจากเศษสัตว์จะย่อยสลายยากกว่าเศษผักและผลไม้ (ใช้เวลานานกว่า) เนื่องจากเศษสัตว์มีองค์ประกอบของโปรตีน และเศษสัตว์บางประเภทที่มีชิ้นส่วนของกระดูกสัตว์ ก้างปลาหรือเปลือกหอย ซึ่งจะใช้ระยะเวลาในการย่อยสลายนานขึ้นในขณะที่เศษพืชจะใช้ระยะเวลาในการหมักสั้นกว่า เนื่องจากองค์ประกอบของวัสดุหมักจากผักและผลไม้มีน้ำเป็นองค์ประกอบอยู่สูงและมีแร่ธาตุที่อยู่ในรูปเป็นประโยชน์อยู่ใน Cell Sap นอกจากนี้ในเศษผักหรือผลไม้จะมีองค์ประกอบของน้ำตาลอยู่มากกว่าเศษสัตว์ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อกระบวนการหมักได้ดี จุลินทรีย์จะใช้น้ำตาลที่มีอยู่ในองค์ประกอบของเศษผักและผลไม้แล้วแปรสภาพให้เป็นของเหลว

**2. ความสดและอวบน้ำของวัสดุ** วัสดุที่มีความสดและอวบน้ำจะทำให้เกิดกระบวนการหมักทางชีวภาพ และย่อยสลายได้ดี เมื่อนำไปผ่านกระบวนการหมักในสภาพที่เป็นของเหลวแล้วในช่วง 1-3 วันแรกของการหมักจะมีของเหลวออกมาจากวัสดุได้ง่าย โดยผ่านกระบวนการทางชีวเคมี หรือถ้าเป็นวัสดุเหลือใช้จากผลไม้ เช่น แตงโม มะละกอ สับปะรด และส้ม วัสดุเหลือใช้ดังกล่าวนี้มีความอวบน้ำมาก และง่ายต่อการดึงสารละลายออกจากเซลล์พืชเหล่านี้ ในกรณีของวัสดุเหลือใช้ที่ได้มาจากสัตว์ เช่น ปลา หรือหอยนั้นสารละลายที่จะถูกสกัดออกจะใช้ระยะเวลานานกว่าพืชผักและผลไม้ เนื่องจากสัตว์มีองค์ประกอบขิงโมเลกุลที่ซับซ้อนมากกว่าเซลล์พืชและต่างจากเซลล์พืช

**3. อัตราส่วนระหว่างคาร์บอนและไนโตรเจน (C/N ratio) ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน (Orgatic Cabon : OC)** มีความสัมพันธ์กับปริมาณไนโตรเจนจุลินทรีย์ใช้คาร์บอนเป็นแหล่งอาหารและพลังงานเพื่อการสังเคราะห์สารประกอบที่เป็นโครงสร้างหลักของเซลล์ และใช้ไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบสำคัญของโปรตีน ซึ่งจุลินทรีย์มีความต้องการคาร์บอนในอัตราส่วนที่มากกว่าไนโตรเจนโดย C/N ratio ที่พอเพียงกับความต้องการของจุลินทรีย์จะอยู่ในช่วง 20:1 ถ้า C/N ratio ของวัสดุที่ใช้หมักกว้าง (วัสดุที่มีอัตราส่วนปริมาณคาร์บอนสูงมากกว่าปริมาณไนโตรเจนมากกว่า 20:1) กระบวนการย่อยสลายในการหมักก็จะเกิดได้ช้า

**4.ปริมาณอากาศหรือออกซิเจน** โดยทั่วไปแล้วกระบวนการหมักวัสดุที่สดและอวบน้ำจะเกิดขึ้นในสภาพที่ไม่มีออกซิเจนมากกว่ามีออกซิเจน แต่อย่างไรก็ตามยังจำเป็นที่จะต้องใช้ประโยชน์จากจุลินทรีย์ในกลุ่มที่ต้องการอากาศ (Aerobic) ในกระบวนการทำน้ำหมักชีวภาพ ดังนั้นการหมักวัสดุดังกล่าวควรจะให้มีช่องว่างเหนือผิววัสดุหมัก ซึ่งควรใส่วัสดุที่ใช้หมักประมาณ 2 ใน 3 ของภาชนะที่ใช้ ทั้งนี้เพื่อเป็นการเผื่อพื้นที่สำหรับการขยายตัวของวัสดุหมักหลังจากการเกิดกิจกรรมทางชีวเคมี (ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะเกิดขึ้นจากกิจกรรมของจุลินทรีย์ในวัสดุหมัก ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้วัสดุหมักเกิดการขยายตัวหรือเกิดการดันวัสดุขึ้นมา) และเป็นการเหลือช่องว่างพื้นที่ที่มีออกซิเจนเพื่อให้จุลินทรีย์ที่ต้องการออกซิเจนมีชีวิตอยู่บนผิวหน้าของน้ำหมัก เป็นการเพิ่มปริมาณและความหลากหลายของจุลินทรีย์ในน้ำหมักชีวภาพ

**5. ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH)** ค่า pH ของวัสดุที่ใช้หมักมีความสำคัญต่อการดำเนินกิจกรรมการหมัก วัสดุลักษณะสดด้วยกัน เช่น วัสดุที่นำมาใช้หมักที่มีค่า pH เป็นกรด (สับปะรด ส้ม มะม่วง) หรือผลไม้ชนิดอื่นที่มีรสเปรี้ยว เมื่อใส่รวมกับวัสดุหมักชนิดอื่นจะช่วยเร่งกระบวนการหมักให้เกิดดีขึ้น โดยค่าความเป็นกรดของวัสดุที่ใช้หมักเหมาะสมต่อการดำเนินกิจกรรมของจุลินทรีย์พวกยีสต์ และกลุ่มจุลินทรีย์ ที่สร้างกรดในกระบวนการหมัก และเป็นสภาพที่ยับยั้งกลุ่มจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดการเน่าเสียของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการหมักด้วย

**น้ำหมักจากพืชสีเขียว (Fermented Plant Juice :FPJ)**

น้ำหมักจากพืชสีเขียว ผลิตมาจากพืชสีเขียว ซึ่งประกอบด้วย ธาตุอาหารที่สะสมอยู่ภายในเซลล์ คลอโรฟิลล์ ฮอร์โมนพืช ไฟเบอร์ (กากใย) และจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์บริเวณใบพืช ซึ่งโดยปกติบนใบพืชในพื้นที่ 1 ตารางเซนติเมตรจะมีจุลินทรีย์อาศัยอยู่ประมาณ 100,000 – 150,000 เซลล์ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นจุลินทรีย์กลุ่มที่ผลิตกรดแลคติก และยีสต์

น้ำหมักจากพืชสีเขียวได้จากการสกัดน้ำเลี้ยงในเซลล์พืช (Cell Sap) และคลอโรฟิลล์ โดยการใช้น้ำตาลทรายแดง หรือกากน้ำตาล สร้างแรงดันออสโมติก (แรงดันนี้ทำให้เซลล์พืชแตก) และจากการย่อยสลายผนังเซลล์ของเอนไซม์ที่ผลิตโดยจุลินทรีย์ชนิดต่างๆ ดังนั้นน้ำหมักจากพืชสีเขียวจึงอุดมไปด้วยแร่ธาตุอาหาร ฮอร์โมนกระตุ้นการเจริญเติบโตของพืชและสัตว์ และจุลินทรีย์ชนิดต่างๆ

ปริมาณน้ำหมักที่ได้จากการหมักพืชสีเขียวจะมีมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับลักษณะของพืชสีเขียวที่สดใหม่อวบน้ำ โดยการนำมาสกัดน้ำเลี้ยงในเซลล์พืชด้วยน้ำตาลทรายแดงหรือกากน้ำตาลด้วยแรงดันออสโมติกซึ่งจะทำให้เซลล์แตกออก ดังนั้นในกระบวนการหมักนี้จึงห้ามมิให้มีการเติมน้ำลงไปในกระบวนการหมักตั้งแต่ต้น เนื่องจากจะมีผลทำให้แรงดันออสโมติกลดลง น้ำเลี้ยงในเซลล์พืชที่สดและใหม่ จึงไม่แตกออกมาในทันที แต่จะปลดปล่อยน้ำเลี้ยงในเซลล์ออกมาในสภาพที่เน่าสลายแล้วเมื่อเวลาผ่านไปได้ระยะหนึ่ง น้ำเลี้ยงดังกล่าวจึงมีผลต่อชนิดของจุลินทรีย์และรูปของธาตุอาหารพืชที่เป็นประโยชน์หรือคุณภาพโดยรวมของน้ำหมัก

**การใช้พืชท้องถิ่นในการผลิตน้ำหมักจากพืชสีเขียว**

พืชที่มีสีเขียวสามารถพบเห็นได้ทั่วไป ในการนำพืชสีเขียวมาใช้ในการผลิตน้ำหมักชีวภาพควรใช้พืชพื้นบ้านที่หาได้ทั่วไป ที่มีลักษณะสดใหม่ โตไว อวบน้ำ สมบูรณ์ ไม่มีโรค เป็นพืชที่ขึ้นและเจริญเติบโตได้เองตามธรรมชาติ เช่น ผักบุ้ง ตำลึง กระถิน โสน ผักโขม หน่อไม้ ต้นกล้วย ผักตบชวา และพืชสมุนไพรชนิดต่างๆ เนื่องจากพืชที่เจริญอยู่ทั่วไปในพื้นทีเพาะปลูก ในบริเวณริมน้ำหรือในบริเวณรั้วบ้านจัดเป็นพืชท้องถิ่นที่หาได้ง่าย ดังนั้นในการผลิตน้ำหมักจากพืชสีเขียวจึงเป็นสิ่งที่ทำได้ง่ายมากสำหรับประเทศไทยซึ่งเป็นประเทศเขต

ร้อนที่มีความหลากหลายของพืชสีเขียวมากมาย สำหรับพืชที่เคยทดลองนำมาผลิตเป็นน้ำหมักจากพืชสีเขียว ได้แก่ ผักบุ้ง ต้นกล้วย ผักโขม หน่อไม้ กระถิน เศษผักจากตลาด รวมถึงเศษเหลือทิ้งจากแปลงปลูกพืชในพื้นที่

**การเลือกพืชสีเขียวสำหรับใช้ทำน้ำหมักมีหลักการเลือกดังนี้**

**1. เลือกพืชที่เจริญเติบโตเร็ว และแข็งแรง**

พืชที่จะนำมาใช้ในการทำน้ำหมักควรจะเลือกพืชที่มีอัตราการเจริญเติบโตสูงเนื่องจากพืชที่เจริญเติบโตเร็วจะมีฮอร์โมนที่ส่งเสริมการเจริญเติบโตอยู่มาก ซึ่งน้ำหมักที่ได้จากพืชที่เจริญเติบโตได้เร็ว และแข็งแรงนี้จะช่วยให้พืชที่อ่อนแอมีสภาพดีขึ้นและฟื้นตัวเร็ว ซึ่งตัวอย่างของพืชที่เจริญเติบโตได้เร็ว เช่น หน่อไม้ ซึ่งหน่อไม้จะสามารถแตกหน่อได้ดีมากในช่วงฤดูฝนและเจริญเติบโตได้อย่างรวดเร็ว ดังนั้นจึงเหมาะสมในการนำมาผลิตเป็นน้ำหมัก เพื่อใช้ส่งเสริมการเจริญเติบโตทางลำต้นสำหรับพืชที่ค่อนข้างอ่อนแอ

นอกจากนี้ พืชชนิดอื่นที่สามารถนำมาใช้เป็นส่วนประกอบที่ดีในการทำน้ำหมักจากพืชสีเขียว ได้แก่ พืชตระกูลแตง สตรอเบอรี่และกีวี ซึ่งน้ำหมักจากตาข้างและตายอดของพืชตระกูลแตงจะใช้ได้ผลดีกับพืชตระกูลแตงโดยสามารถเพิ่มน้ำหนักจาก 1 กรัมไปเป็น 10 กรัมภายในเวลาเพียง 10 วัน วิธีหนึ่งในการใช้พืชตระกูลแตงทน้ำหมักคือการตัดเถาแตงให้สูงจากพื้นประมาณ 50 เซนติเมตร ภายหลังจากเก็บเกี่ยว แล้วนำเถาแตงที่ตัดไปแขวนให้ปลายด้านที่ตัดอยู่ในขวดเพื่อรองรับน้ำเลี้ยงจากต้นแตงที่ไหลซึมออกมา น้ำเลี้ยงที่รวบรวมได้นี้จะดีสำหรับพืชตระกูลแตงที่อ่อนแอ และมีการเจริญเติบโตช้า ในประเทศเกาหลีเกษตรกรจะสามารถเก็บน้ำเลี้ยงจากพืชตระกูลแตงที่รวบรวมได้นี้ไว้ใช้ ได้นานถึง 3 ปี โดยยังคงสภาพเดิมไม่เปลี่ยนสีหรือรสชาด สำหรับประเทศไทยพืชในท้องถิ่นที่เจริญเติบโต พืชในท้องถิ่นที่เจริญเติบโตเร็ว และแข็งแรงมีหลายชนิดซึ่งสามารถเลือกนำมาใช้ได้อย่างกว้างขวาง เช่น ผักบุ้ง ผักตบชวา ต้นกล้วย ผักตำลึง กระถิน โสน ฯลฯ ซึ่งพืชแต่ละชนิด ดังกล่าวสามารถหาได้ง่ายตามพื้นที่ต่างๆทั่วไป

**2. ฤดูกาล**

การเจริญเติบโตของพืชชนิดต่างๆ แตกต่างกันไปในแต่ละฤดูกาลและแต่ละชนิดพืช ดังนั้นในการนำพืชแต่ละชนิดมาใช้ในการทำน้ำหมักจากพืชสีเขียว ควรเลือกเก็บให้ตรงกับช่วงระยะเวลาที่พืชชนิดนั้นเจริญเติบโตได้ดีที่สุด เนื่องจากส่วนประกอบที่จะนำมาใช้ผลิตน้ำหมักจากพืชของพืชแต่ละชนิดจะมีการสะสมสารอาหารหรือฮอร์โมนส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชได้ดีที่สุด แตกต่างกันในแต่ละฤดูกาล ดังนั้นจึงควรเก็บพืชต่างๆ มาใช้ทำน้ำหมักในช่วงเวลาที่เหมาะสม เช่น ผักบุ้งจะเจริญเติบโตได้ดีที่สุดในช่วงฤดูฝน และจะมีการสะสมสารอาหารมากที่สุดในช่วงเวลาเช้า ดังนั้นในการนำผักบุ้งมาใช้ทำน้ำหมักจากพืชสีเขียว จึงควรเลือกใช้ผักบุ้งในฤดูฝนและทำการเก็บในช่วงเช้าก่อนพระอาทิตย์ขึ้นเป็นต้น นอกจากนี้ พืชที่ไม่จำกัด การเจริญเติบโตในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน อาจสามารถนำมาใช้ร่วมกับพืชชนิดอื่น อาจสามารถนำมาใช้ร่วมกับพืชชนิด

อื่นในการผลิตน้ำหมักจากพืชได้ตลอดทั้งปี ทั้งนี้ในการเลือกใช้พืชท้องถิ่นที่มีอยู่บริเวณรอบๆ แปลงปลูกพืชที่ผ่านการพัฒนามาหลายชั่วอายุจะใช้ผลิตเป็นน้ำหมักที่เป็นปัจจัยการผลิตที่ดีกว่าชนิดพืชที่นำมาปลูกใหม่ๆ และมีปริมาณมากกว่าด้วยเนื่องจากเป็นพืชที่ขึ้นในท้องถิ่น

**3. น้ำหมักจากพืช สำหรับปลูกพืชชนิดเดียวกัน**

นอกจากการใช้พืชดั้งเดิมที่เจริญเติบโตขึ้นเองในท้องถิ่นนำมาผลิตเป็นน้ำหมักแล้ว การทำน้ำหมักจากพืชสีเขียวก็สามารถนำพืชชนิดเดียวกันกับพืชที่กำลังปลูกอยู่มาผลิตเป็นน้ำหมักได้และถือว่าเป็นวิธีการที่ดี เนื่องจากน้ำหมักที่ได้จากพืชชนิดเดียวกันจะมีสารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชชนิดนั้น อยู่ในปริมาณมากซึ่งเป็นการให้สิ่งที่พืชผลิตขึ้นเองกลับคืนสู่พืชที่ปลูกและเป็นการนำเศษซากพืชนั้นมาใช้ประโยชน์ทำให้ไม่มีของเหลือทิ้งในแปลงปลูก พืชปลูกที่เป็นเศษเหลือทิ้งจากการเกษตรดังกล่าวที่สามารถนำมาใช้ผลิตเป็นน้ำหมักจากพืชสีเขียวได้ เช่น กิ่งแขนงจากตาข้าง และใบของมะเขือเทศ เถาน้ำเต้า เถามันเทศ พืชที่ถูกแมลงทำลายหรือมีการเจริญเติบโตผิดปกติจนส่งตลาดไม่ได้ หรือ เศษจากพืชปลูกชนิดอื่นๆ

**วิธีการทำน้ำหมักจากพืชสีเขียว**

เทคนิคการทำน้ำหมักจากพืชสีเขียวมีวิธีการที่สำคัญอยู่ 8 ประการได้แก่

1. เลือกเก็บและรวบรวมพืชสีเขียวที่จะใช้เป็นส่วนประกอบในการหมักในตอนเช้าก่อนพระอาทิตย์ขึ้น เนื่องจากในเวลาดังกล่าว รากได้ทำกากดูดธาตุอาหารขึ้นมาสะสมไว้ที่ใบและลำต้นจำนวนมาก แต่ยังไม่มีแสงอาทิตย์จึงทำให้ขบวนการสังเคราะห์แสงยังไม่เกิดขึ้น ธาตุอาหารและฮอร์โมนพืชจำนวนมากจึงยังสะสมอยู่ในใบพืชและลำต้น
2. เลือกเอาสิ่งสกปรกที่ปนเปื้อน เช่น เอาดินออกแต่ไม่ควรล้างน้ำ เพราะจะเป็นการล้างเอาจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ในการหมักออกไป ถ้าชิ้นส่วนพืชมีขนาดใหญ่มากเกินไปให้ตัดให้มีขนาดพอเหมาะ (ประมาณ 5-10 เซนติเมตร) ทั้งนี้เพื่อช่วยพื้นที่ผิวสัมผัส และส่งเสริมแรงดันออสโมติก
3. ชั่งน้ำหนักของส่วนประกอบพืชที่จะใช้หมัก และน้ำหนักของน้ำตาลทรายแดง ซึ่งจะใช้ประมาณ 1/3-1/2 ของน้ำหนักพืช อาจเพิ่มหรือลดปริมาณน้ำตาลได้ขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำหรือความชื้นในชิ้นส่วนพืชที่จะใช้ทำน้ำหมัก
4. ผสมชิ้นส่วนพืชและน้ำตาลด้วยมือในภาชนะปากกว้างแล้วคลุมด้วยกระดาษหนังสือพิมพ์ หรือกระดาษสาทิ้งไว้ 1-2 ชั่วโมง
5. นำชิ้นส่วนพืชที่ผสมกับน้ำตาลแล้วใส่ลงไปในโอ่งดิน ประมาณ 3/4 ของโอ่ง ไม่ควรใส่จนเต็มภาชนะบรรจุ เพราะต้องเว้นที่ไว้ให้อากาศสามารถหมุนเวียนภายในโอ่งได้
6. วางของหนักทับเพื่อช่วยไล่อากาศ และปิดปากโอ่งด้วยกระดาษ และมัดด้วยเชือก

7. ทิ้งไว้ 1-2 วัน แล้วจึงเปิดโอ่งนำหิน/ วัสดุที่ทับไว้ออก ปล่อยให้อากาศถ่ายเทอีกครั้ง ก่อนปิดปากโอ่งด้วยกระดาษและมัดปากโอ่งด้วยเชือกเพื่อทำการหมักต่อไป

เก็บหรือตั้งโอ่งน้ำหมักไว้ในที่ร่มและมีอากาศเย็น ไม่ควรคนหรือเคลื่อนย้ายส่วนประกอบระหว่างกระบวนการหมักกำลังดำเนินการอยู่ การหมักจะเสร็จสมบูรณ์ภายใน 15-20 วันโดยน้ำหมักที่ได้จะมีกลิ่นเปรี้ยวไม่มีกลิ่นเหม็น และมีฟองเล็กๆผุดขึ้นช้าๆ (อานัฐ, 2549)

**ภาชนะที่ใช้ในการหมัก**

ในการทำน้ำหมักสูตรต่างๆ จำเป็นต้องมีภาชนะที่ใช้ในการหมักเศษวัสดุกับน้ำตาลจนเปลี่ยนสภาพไปเป็นน้ำหมัก ภาชนะที่ใช้ในการหมักควรใช้โอ่งดิน หรือภาชนะที่เป็นไม้ และหลีกเลี่ยงภาชนะที่เป็นเหล็กหรือเหล็กชุบกันสนิม ภาชนะที่ใช้ในการหมักได้ดีที่สุดคือ โอ่งดิน เนื่องจากเป็นภาชนะที่สามารถทนต่อการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิได้ดี โดยเฉพาะในฤดูร้อน อย่างไรก็ตามโอ่งดินจะมีข้อเสียตรงที่ ถ้าเป็นโอ่งขนาดใหญ่ก็จะมีน้ำหนักมากตามไปด้วย ทำให้การเก็บและการทำความสะอาดภายหลังการใช้งานยุ่งยาก โอ่งที่มีลักษณะดีต้องไม่ใหญ่เกินไป แนะนำให้ใช้โอ่งปากกว้างเพราะอากาศจะผ่านเข้าไปสัมผัสกับวัสดุหมักได้ดีกว่า ซึ่งจะเป็นการช่วยส่งเสริมให้กระบวนการหมักเกิดได้ดี โดยโอ่งดินมีรูปร่าง และขนาดที่แตกต่างกันไป

โดยทั่วไปภาชนะที่ใช้หมักไม่ควรสูงเกินกว่า 1 เมตร โดยเมื่อเติมวัสดุที่ใช้หมักลงไปพร้อมกับน้ำตาลทรายแดง หรือ กากน้ำตาลแล้วไม่ควรมีความสูงเกินกว่า 2/3 ของภาชนะที่ใช้หมัก เนื่องจากจะมีผลทำให้กิจกรรมของจุลินทรีย์ที่ต้องการอากาศ และจุลินทรีย์ที่ไม่ต้อการอากาศ ขาดความสมดุลกัน ภาชนะที่สูงเกินไปจะไม่เกิดการหมุนเวียนของปริมาณออกซิเจนในถังที่เกิดจากการเคลื่อนที่ของมวลฟองอากาศที่อยู่ในถัง เนื่องจากขบวนการทำน้ำหมักที่สมบูรณ์แบบจะเกิดจากกิจกรรมของจุลินทรีย์ที่ต้องการออกซิเจนที่อยู่ด้านบน และจุลินทรีย์ที่ไม่ต้องการออกซิเจนที่จะมีกิจกรรมอยู่ที่ก้นถัง

**น้ำตาลที่นำมาใช้ในกระบวนการผลิตน้ำหมักชีวภาพ**

น้ำตาลเป็นแหล่งคาร์บอนของจุลินทรีย์ในกระบวนการหมักซึ่งเป็นแหล่งอาหารและแหล่งพลังงานที่สำคัญของจุลินทรีย์ในการดำเนินกิจกรรมการหมัก ชนิดของน้ำตาลที่จุลินทรีย์สามารถนำไปใช้ในการเพิ่มจำนวนเซลล์นั้น มีอยู่หลายชนิดด้วยกัน เช่น กากน้ำตาล น้ำตาลทรายแดง น้ำตาลทรายขาว น้ำอ้อย น้ำตาลสด น้ำตาลปึก น้ำตาลปี๊บ น้ำตาลกรวดเป็นต้น ซึ่งน้ำตาลแต่ละชนิดจะมีความหวานมากน้อยแตกต่างกันไปและราคาที่แตกต่างกัน น้ำตาลทรายแดงจัดได้ว่าเป็นน้ำตาลที่มีคุณภาพมากที่สุด (ความหวานหรือปริมาณของน้ำตาลมีมาก) เหมาะสมที่จะนำมาใช้หมัก แต่น้ำตาลทรายแดงในประเทศไทยมีราคาแพง ถ้านำมาใช้ต้นทุนการผลิตจะสูงมาก ดังนั้นจึงควรเลือกใช้น้ำตาลให้เหมาะสมกับความคุ้มทุนและความสะดวกในการหาน้ำตาลด้วย ยกตัวอย่างเช่น เกษตรกรส่วนใหญ่มักนิยมใช้กากน้ำตาลในการทำน้ำหมักชีวภาพทั้งที่จริงแล้วกากน้ำตาล

มีความหวานน้อยที่สุดในบรรดาน้ำตาลชนิดต่างๆที่มีในประเทษไทย แต่เนื่องจากมีราคาถูก จึงเหมาะสมที่จะนำมาใช้ เพื่อเป็นการลดต้นทุนในการทำน้ำหมักชีวภาพ แต่ถ้าในพื้นที่นั้นๆไม่มีแหล่งกากน้ำตาล หาได้ยาก หรือมีราคาที่แพงกว่าน้ำตาลชนิดอื่นๆ ก็สามารถเปลี่ยนไปใช้น้ำตาลชนิดอื่นได้ไม่จำเป็นต้องใช้เฉพาะกากน้ำตาลเท่านั้น เพราะเหตุผลของการใส่กากน้ำตาลในการทำน้ำหมักก็เพื่อเป็นแหล่งอาหารและพลังงานของจุลินทรีย์ นอกจากนี้ความเข้มข้นของน้ำตาลจะมีผลต่อการเกิดแรงดันออสโมติก (Osmotic) ในเซลล์พืชหรือสัตว์โดยมีผลทำให้เซลล์พืชหรือเซลล์สัตว์แตกออก และได้สารละลายออกมาจากเซลล์เหล่านั้น แต่ควรคำนึงถึงอีกว่ากากน้ำตาลมีส่วนประกอบที่เป็นน้ำอยู่มากจึงทำให้เกิดแรงออสโมติกที่ต่ำ การสกัดสารออกจากพืชที่นำมาหมักจึงเกิดน้อยกว่า

ในกรณีทำน้ำหมักถ้าใช้น้ำตาลที่แตกต่างกันในปริมาณที่เท่ากันกระบวนการหมักที่เกิดขึ้นจะแตกต่างกันและคุณภาพของน้ำหมักที่ได้ก็จะมีคุณภาพแตกต่างกันไปตามคุณภาพของน้ำตาลที่ใช้ ดังนั้นในการทำน้ำหมักต้องคำนึงเสมอว่าถ้าวัสดุที่จะใช้ เช่น ในการทำน้ำหมักจากพืช ถ้าวัสดุมีความฉ่ำน้ำมาก เช่น ส้ม ผลไม้และผักบางชนิด การทำน้ำหมักจะต้องเพิ่มน้ำตาลมากขึ้น ปกติใช้ประมาณ 1/3 ของน้ำหนักพืชที่ใช้หมัก แต่ถ้าเป็นพืชที่มีน้ำมากต้องใช้น้ำตาลเพิ่มขึ้นเป็น1/2 เท่าของน้ำหนักพืชที่ใช้หมัก และถ้าวัสดุที่นำมาใช้หมักมีความหวานมาก โดยเฉพาะในการทำน้ำหมักจากผลไม้ ถ้าผลไม้ที่นำมาใช้ทำมีความหวานมากปริมาณน้ำตาลที่ใช้จะน้อยกว่าผลไม้ที่มีความหวานน้อยกว่า