

การดำรงชีวิตของพืช

หนังสืออ่านเพิ่มเติม
วิทยาศาสตร์

ศ ๒๒๑ ๒๕๖๓
๒. ๕๔๖ ก.
๑๑

DCID LIBRARY



0000008820



ศูนย์วิทยาศาสตร์ศึกษา
กรมวิทยาศาสตร์



หนังสืออ่านเพิ่มเติม
วิชาวิทยาศาสตร์
การดำรงชีวิตของพืช
ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นและตอนปลาย
ของ
กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ

พิมพ์ครั้งที่หนึ่ง ๑,๐๐๐ เล่ม

พ.ศ. ๒๕๑๔

ปกกระดาษราคาเล่มละ ๕.๐๐ บาท
(ห้ามขายเกินกว่าราคาที่กำหนดไว้)

จัดพิมพ์โดยองค์การค้ำของคุรุสภา
พิมพ์ที่ โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว

๕๒ ถนนลาดพร้าว บางกะปิ พระนคร

มีลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัติ

8365

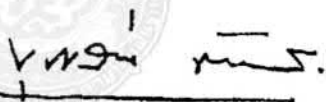
8.41
3-2
14

ประกาศกระทรวงศึกษาธิการ

เรื่อง อนุญาตให้ใช้หนังสือในโรงเรียน

ด้วยกรมวิชาการ ได้รวบรวมบทความเกี่ยวกับเรื่องพืชจากหนังสือวารสารวิทยาศาสตร์ฯ เพื่อใช้เป็นหนังสืออ่านเพิ่มเติมวิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นและตอนปลาย กระทรวงศึกษาธิการ ได้พิจารณาแล้วอนุญาตให้ใช้หนังสือนี้ในโรงเรียนได้

ประกาศ ณ วันที่ ๑ กรกฎาคม ๒๕๑๔



(นายบุญถิ่น อัตถากร)

ปลัดกระทรวงศึกษาธิการ

๑๒ ๗๓ ๒๕๔๔
๐๐๘๙๔ ๑๑
๐๓๔.๒๕๔๔
๑. ๕๔๖ ๗

คำนำ

เนื่องจากกรมวิชาการได้พิจารณาเห็นว่าบทความในวารสาร
วิทยาศาสตร์ว่าด้วยเรื่องพืช มีสาระและคุณประโยชน์อย่างยิ่ง จึง
ได้จัดรวบรวมบทความบางเรื่องรวมพิมพ์ขึ้นเป็นเล่ม เพื่อใช้เป็น
หนังสืออ่านเพิ่มเติมวิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับชั้นมัธยมศึกษาตอน
ต้นและตอนปลาย ในโรงเรียนทั่ว ๆ ไป

กรมวิชาการขอขอบคุณสมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทย
ที่ได้ให้ความร่วมมือด้วยเป็นอย่างดี หวังว่าหนังสือจะเป็น
ประโยชน์ต่อนักเรียน และผู้สนใจกันทั่วในด้านนี้ตามสมควร

กรมวิชาการ

บทนำ

เมื่อกล่าวถึงพืช เรามักจะนึกถึงสิ่งที่มีชีวิตที่มีส่วนต่างๆ คือลำต้น ใบ รากและดอก ซึ่งมีรูปร่างและขนาดต่างๆ กัน และสิ่งเหล่านี้ทำให้พืชมีความแตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัด แต่บางชนิดก็มีลักษณะคล้ายกันมาก พืชที่เราเห็นส่วนใหญ่มักมีสีเขียวเนื่องจากมีสารพวกคลอโรฟิลล์ (chlorophyll) ซึ่งแตกต่างจากสิ่งที่มีชีวิตอื่น ๆ คือสามารถสร้างอาหารเองได้ โดยอาศัยพลังงานจากแสงแดด

การศึกษาเกี่ยวกับพืช เรามักจะศึกษาส่วนประกอบแต่ละส่วน และหน้าที่การทำงานของมัน แต่การดูด้วยตาเปล่าเท่านั้นยังไม่เป็นการเพียงพอ ในบางครั้งเราต้องตัดออกเป็นชิ้นเล็กๆ ที่บางมาก และขยายดูแต่ละส่วนนั้นด้วยกล้องจุลทรรศน์ โดยวิธีนี้เราสามารถทราบถึงโครงสร้างที่แท้จริง และหน้าที่ทางอ้อมของพืชได้อีกด้วย

นอกจากการศึกษาโดยวิธีดังกล่าวแล้ว เราอาจนำพืชทั้งต้นมาศึกษา เพื่อสังเกตดูความแตกต่างของพืช ในด้านการกินอาหาร การทำงานของพืช ตลอดจนวัฏจักรชีวิต และการสืบพันธุ์ของพืช ทำให้ทราบถึงการดำรงชีวิตในด้านต่าง ๆ เหล่านี้ สำหรับหาวิธีปรับปรุงสิ่งแวดล้อมให้เหมาะสม เพื่อช่วยให้พืชมีการเจริญเติบโตดีขึ้น

ผู้ที่ปลูกต้นไม้ที่หายากและบำรุงเลี้ยงได้ยากบางชนิด เช่นกล้วยไม้ คงจะยินดีที่ได้ทราบว่า การเลี้ยงกล้วยไม้ที่สามารถขยายพันธุ์ได้เป็นหมื่นต้นล้านต้นนั้นสามารถทำขึ้นได้ในบ้านเมืองเรา เพราะปรากฏว่าในประเทศไทยนั้น มีกล้วยไม้ที่มีลักษณะสวยงาม พอที่จะอวดแก่ชาว

ทางประเทศได้ ผลงานในคํานี้ ดร. ดาวร วัชรภักย์ ได้เขียนไว้ในเรื่อง "การขยายพันธุ์กล้วยไม้วิธีใหม่" นับเป็นผลดีสำหรับนักเลี้ยงกล้วยไม้ที่ต้องการเลี้ยงกล้วยไม้ดี ๆ สามารถทำการขยายพันธุ์จากต้นที่ได้รับรางวัลยอดเยี่ยมโดยไม่ต้องลงทุนจากต้นที่มีราคาสูงมากอย่างแต่ก่อน

ในคํานการปลูกต้นไม้ทั่ว ๆ ไป ผู้ที่ปลูกเพื่อให้มีดอกหรือผลตามฤดูกาลที่เหมาะสมที่มีผู้ต้องการมาก เช่น ในเทศกาลต่าง ๆ แต่เนื่องจากพืชบางอย่างมีดอกและผลแต่ในบางฤดูเท่านั้น จึงต้องคัดเลือกพันธุ์บางพันธุ์ที่สามารถออกดอกได้ในระยะเวลาที่ต้องการ หรือพยายามให้ออกดอกและผลได้ในเวลาที่กำหนด ผู้ที่ต้องการให้ได้รับผลเช่นนั้นน่าจะได้ศึกษาเรื่อง "ขบวนการออกดอก" ของ คุณอรดี อินทวงศ์ ที่สามารถบังคับระยะเวลาที่ได้รับแสงตามที่พืชต้องการ นอกจากนั้นยังเกี่ยวกับแสงสีต่าง ๆ ดังที่ คุณธีรพร วงศ์รัตน์ได้กล่าวไว้ในเรื่อง "อิทธิพลของสีและการผลิดอกออกผลของต้นไม้" ทำให้ทราบว่า แสงที่ได้รับจากดวงอาทิตย์นั้น แสงสีแดงเป็นสีที่พืชต้องการมากที่สุด

การศึกษาสิ่งที่มีชีวิตเกี่ยวกับพืช อาจศึกษาได้จากจุลทรรศน์วิทยา ซึ่งสาขาครุวิทยาาสตร์ได้จัดทำขึ้น เรื่อง "ดอกบัว" เป็นชุดหนึ่งที่น่าสนใจ ในเรื่องนี้อาจารย์อำไพ ยงบุญเกิด ได้บรรยายถึงลักษณะ การปลูก วิธีบำรุงเลี้ยง ตลอดจนประโยชน์ของพืชเหล่านี้โดยละเอียด ซึ่งรองศาสตราจารย์แสงอรุณ รัตกสิกร เขียนภาพ และภาพสีประกอบในเรื่องนี้ ได้รับความเอื้อเฟื้อจาก ดร. สันต์ เทชะกัมพู (ประธานสาขาครุวิทยาาสตร์)

นอกจากการควบคุมในเรื่องแสงแล้ว การศึกษาเรื่องอาหารของพืช นับว่าเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับพืชไม่น้อยทีเดียว เนื่องจากพืชต้องการสารประกอบที่จำเป็นไม่เท่ากันเสมอไปแล้วแต่ละชนิดของพืชและสิ่งแวดล้อมอื่นๆ ธาตุบางชนิดสามารถทำให้พืชออกดอกออกผลเร็ว และการให้ปุ๋ยแก่พืชนั้น เป็นสิ่งจำเป็นแก่การเจริญเติบโตแก่พืชเช่นเดียวกัน ดังที่ ดร. บรรเจิด พลางกูร ได้กล่าวถึง “การปลูกพืชในน้ำ” ทำให้ทราบว่า พืชต้องการธาตุชนิดใดบ้าง และบางชนิดทำให้เกิดอาการของโรคขาดธาตุได้อย่างไร และพบว่าปุ๋ยของพืชที่จำเป็นอย่างหนึ่งคือ ไนโตรเจน ถ้าได้รับธาตุไนโตรเจนพอเพียง พืชนี้จะเจริญงอกงาม ใบมีสีเขียวสด พืชทั่ว ๆ ไปไม่สามารถเปลี่ยนธาตุซึ่งอยู่ในบรรยากาศมาใช้เป็นแหล่งอนินทรีย์สารของพืชได้ แต่พืชบางชนิด ได้แก่แบคทีเรียบางพวก และสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวเท่านั้นที่มีคุณสมบัติดังกล่าว ในเรื่องนี้ ดร. สุขุม อิศวาศ และ คุณสุชาดา เหมะจันทร์ ได้กล่าวถึง “สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินกับการจับไนโตรเจนจากบรรยากาศ” ทำให้หวังได้ว่า พืชเหล่านี้จะเป็นแหล่งกำเนิดของปุ๋ยตามธรรมชาติโดยไม่ต้องลงทุนมากนัก

พืชมีประโยชน์ต่อสัตว์ทั้งทางตรงและทางอ้อม เนื่องจากเป็นแหล่งกำเนิดของอาหารชั้นต่ำสุด ในค่านิเวศศาสตร์ทางทะเล ได้มีผู้ศึกษาแหล่งทรัพยากรจากทะเล ได้พยายามศึกษาทางค่านิเวศการของพืชและสัตว์ทะเล จากเรื่อง “สาหร่ายทะเล” ของอาจารย์ศรีสมนทร์ จันทนชาติ จะเห็นว่าทะเลได้เป็นแหล่งทรัพยากรที่มีคุณค่าสำหรับ ประชากรของโลก

เพิ่มเติม

นอกจากนั้น สาหร่ายยังเป็นประโยชน์ เมื่อต้องการน้ำหนักน้อย สำหรับด้านการสำรวจอวกาศ ในเรื่องนี้คุณอมรรัตน์ สวัสดิ์ทิต ได้กล่าวไว้ในเรื่อง “สาหร่าย—อาหารสำหรับมนุษย์อวกาศ”

นอกจากพืชจะมีประโยชน์สำหรับเป็นอาหารของมนุษย์แล้ว ในอุตสาหกรรมต่าง ๆ ยังเป็นสิ่งสำคัญในการผลิต ทั้งในด้านอุปโภคและบริโภค ดังเรื่อง “เห็ดรากับมนุษย์” ของศาสตราจารย์วิรุฬห์ สุวรรณกิตติ จะเห็นว่า แม้แต่ในด้านการแพทย์ ก็ปรากฏว่าพืชเหล่านี้เป็นแหล่งกำเนิดในการผลิตยารักษาโรคที่เป็น สารปฏิชีวนะ และในด้านโรคพืชก็ปรากฏว่าได้รับผลดีไม่แพ้การรักษาโรคในมนุษย์และสัตว์ ดังเรื่อง “ปฏิชีวนสารและพืช” ของ ดร. สุขุม อัครเวศน์ และคุณปราณี สุรพัฒน์

พืชเป็นหลักสำคัญต่อความเป็นอยู่ของมนุษย์ สัตว์ และพืช เนื่องจากเป็นแหล่งกำเนิดของอาหารชั้นต่ำที่สุด พืชจึงนับเป็นบ่อเกิดของพลังงานที่มีอยู่ในสิ่งมีชีวิตทั้งหมดอันเนื่องมาจากพลังงานจากแสงแดดที่พืชได้รับ และโดยที่พืชมีบทบาทสำคัญในอุตสาหกรรมประเภทต่าง ๆ ดังกล่าวมาแล้วนี้ จะเห็นว่าการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับการดำรงชีวิตของพืช จึงเป็นทางไปสู่การนำธรรมชาติมาใช้ให้เกิดประโยชน์แก่สังคมมนุษย์

สารบัญ

บัว

สำหรับทะเล

สำหรับสี่เขี้ยวเกมน้ำเงินกับการจับในโทรเจนจากบรรยากาศ

การปลูกพืชในน้ำ

เรื่องน้ำรู้—รากินจุ

การขยายพันธุ์กล้วยไม้วิธีใหม่

ขบวนการออกดอก

อิทธิพลของสีกับการผลิออกดอกของต้นไม้

ให้กรากับมนุษย์

สำหรับ—อาหาร สำหรับมนุษย์อวกาศ

ปฏิชีวนสารและพืช

หน้า

๑

๑๐

๒๔

๓๐

๓๗

๔๕

๕๒

๖๒

๗๐

๗๗

๘๒



ບຸກຸນ

Nelumbo nucifera, Gaertn.



ลิลิตบงกช

Nelumbo nucifera Gaertn.

บัว¹

อำไพ ยงบุญเกิด²

แสงอรุณ รัตกลีกร³

บัวเป็นไม้ประดับชนิดหนึ่งที่นิยมปลูกกันตั้งแต่สมัยโบราณมาแล้ว ซึ่งในสมัยนั้นไม่นิยมการตกแต่งสวนกลางแจ้ง มักจะปลูกในกระถางใหญ่ ๆ ปัจจุบันการตกแต่งสวนกลางแจ้ง กำลังเป็นที่นิยมกันอย่างแพร่หลาย และในการนี้จะเว้นเสียไม่ได้ คือ มีบ่อน้ำหรือลำธาร หากมีไม้ น้ำอยู่ในบ่อน้ำจะช่วยให้สวยงามยิ่งขึ้น บัวซึ่งเป็นไม้ที่มีดอกใหญ่ และสีสรรสวยงามสะกดตาจึงมีผู้ใช้กันมาก ในต่างประเทศก็นิยมปลูกเป็นไม้ประดับเช่นกัน อเมริกาเป็นแหล่งใหญ่ที่มีการผสมพันธุ์บัวและส่งบัวพันธุ์ลูกผสมออกจำหน่าย สำหรับในบ้านเรามีผู้ส่งพันธุ์ใหม่ ๆ เข้ามาปลูกอยู่เสมอ

บัวอยู่ในวงศ์ (Family) นิมฟ์เอซีอี (Nymphaeaceae) เป็นไม้ล้มลุกขึ้นในน้ำ มีเหง้าเป็นท่อนยาว ๆ บางชนิดเหง้าสั้นเรียกว่าหัว ใบมีก้านยาวและแผ่นใบเป็นรูปกลม ดอกเป็นดอกเดี่ยวก้านยาว กลีบชั้นนอก 4—6 กลีบ ส่วนกลีบในเป็นกลีบซ้อนจำนวนไม่จำกัด ขนาดของดอก

1. เรื่องนี้พิมพ์ครั้งแรกในงานศพ นางประทุม เกษะกัมพูช 1 พฤศจิกายน 2518
2. อาจารย์ อำไพ ยงบุญเกิด กรมกสิกรรม กระทรวงเกษตร และเป็นอาจารย์พิเศษ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เขียนคำบรรยาย
3. รองศาสตราจารย์ แสงอรุณ รัตกลีกร คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เขียนภาพ

ใหญ่เห็นได้ชัดแต่ไกล เป็นดอกสมบูรณ์มีทั้งเกสรผู้และเกสรเมีย เกสรผู้มากมักมีสีเหลืองหรือเหลืองอมแสด บัวที่นิยมปลูกกันในประเทศไทยมีอยู่ ๘ สกุล (Genus) ด้วยกัน ซึ่งพอจะแยกลักษณะแตกต่างอย่างง่าย ๆ ระหว่างบัวทั้ง ๘ สกุล ได้ดังนี้

ใบชูเหนือน้ำ..... Nelumbo (นัลัมโบ)

ใบลอยแตะผิวน้ำ

- กลีบดอกชั้นนอกเรียบไม่เป็นหนามริมใบไม่ยกเป็นขอบ
.....Nymphaea (นิมเฟีย)

- กลีบดอกชั้นนอกเป็นหนามริมใบยกเป็นขอบ
.....Victoria (วิกตอเรีย)

Nelumbo (นัลัมโบ)

บัวหลวง มีสกุลนี้ มีอยู่ ๒ ชนิด (species) ด้วยกัน คือ *Nelumbo lutea Pers* เป็นบัวที่มีแหล่งกำเนิดในอเมริกาเหนือ ลักษณะดอกและใบคล้ายบัวหลวง ผิดกันที่ทรงสีของดอกซึ่งเป็นสีเหลือง เคยมีผู้ส่งเข้ามาปลูกในเมืองไทย แต่ทนอากาศร้อนของกรุงเทพฯ ไม่ได้จึงสูญพันธุ์ไป ส่วนอีกชนิดหนึ่งคือ *Nelumbo nucifera Gaertn.* ได้แก่บัวหลวง ซึ่งมีแหล่งกำเนิดในเอเชียทางตะวันออกเฉียงใต้ ใบและดอกชูขึ้นเหนือน้ำ ก้านใบและดอกแข็งเป็นหนามคายมือ กลีบดอกชั้น ๒—๘ ชั้น สีขาวและชมพู เกสรผู้มากสีเหลือง ตรงปลายเป็นสีขาว ผักขมอ่อนเป็นสีเหลืองอมเขียว เป็นบัวบานกลางวันมีกลิ่นหอม เท่าที่พบในเมืองไทยมีอยู่ ๕ พันธุ์ด้วยกัน



ပုလဲ

Nelumbo nucifera Gaertn.



ฉัตรบุษย์

Nelumbo nucifera Gaertn.

1. บัวหลวงพันธุ์คอกสี่ชมพู พบทั่ว ๆ ไปตามบึงหรือหนอง มีชื่อเรียกในภาษาไทยหลายชื่อ เช่น ปทุม บัทมา

2. บัวหลวงพันธุ์คอกสี่ชมพู กอกเล็ก ซึ่งมีสีและใบคล้ายกับพันธุ์แรก ผิดที่ใบและคอกเล็กกว่า รูปทรงคอกคล้ายกัน ผักเล็กตามคอกก็มีเมล็ดเพียง 4 เมล็ดเท่านั้น เข้าใจว่านำมาจากประเทศจีนนานแล้ว เพราะเรียกกันว่า บัวหลวงจีน บัวปักกิ่ง หรือบัวเข็ม

3. บัวหลวงพันธุ์คอกสี่ชมพูซ้อน เรียกว่า สัตตบงกช รูปทรงของคอกตูมบ่อมากกว่าพันธุ์แรก เวลาบานแล้วจะเห็นกลีบเล็ก ๆ สีขาวปนชมพูซ้อนอยู่ข้างในกลีบผักร ส่วนกลีบนอก ๆ ลักษณะเหมือนบัวหลวงธรรมดาทุกประการ กลีบเล็ก ๆ ข้างในที่เห็นเป็นเพราะก้านเกสรผู้แผ่เป็นแผ่น แลดูคล้ายกลีบเล็ก ๆ บัวพันธุ์นี้ไม่ค่อยมีเมล็ด ผักเจริญเติบโตแต่เมล็ดกลีบ

4. บัวหลวงพันธุ์คอกขาว พบทั่วไปลักษณะเหมือนกับพันธุ์ที่ 1 ทุกประการ ผิดที่สีของคอกเป็นสีขาว ปลาย ๆ กลีบจะมีสีชมพูเรื่อ ๆ เรียกว่า ปุณทริก

5. บัวหลวงพันธุ์คอกขาวซ้อน เรียกว่า สัตตบุษย์ หอมมาก คอกตูมบ่อมีกลีบเล็ก ๆ สีขาวซ้อนข้างใน ซึ่งเกสรผู้เปลี่ยนเป็นกลีบเล็ก ๆ หอม จึงมีกลีบเล็กซ้อนกันมากกว่าสัตตบงกช เข้าใจว่าเป็นพันธุ์ไม่สั่งมาจากต่างประเทศนานแล้ว บัวพันธุ์นี้หายาก เพราะการปลูกเลี้ยงยาก

เมื่อพูดถึงบัวหลวงออกจะเป็นพันธุ์ไม้ที่รู้จักกันดี เป็นไม้พุ่มบ้านของไทย ดอกใหญ่สวย มีกลิ่นหอม นิยมใช้ดอกในพิธีทางศาสนาแทบทุกส่วนใช้ประโยชน์ได้ทั้งสิ้น เหง้าหรือที่ชาวบ้านเรียกรากบัว ใช้เป็นทั้งอาหารคาวและหวาน ใบใช้ห่อของแทนใบตอง ใบอ่อนใช้ตำผัก กลิบบอกใช้ฆวนบุหรี เกสรใช้เป็นสมุนไพร เช่นยาหอม มักจะเข้าเกสรบัวหลวง เมล็ดบัวใช้เป็นอาหาร

Nymphaea (นิมเพีย)

บัวสกุลนี้เรียกโดยทั่วไปว่า บัวสาย ใบกลมและแผ่นใบด้านบนเป็นมันและลอยเตาะผิวน้ำ ก้านใบก้านดอกอ่อนและเรียบ กลิบบอกชั้นนอกมักมีสีเขียว ส่วนดอกมีหลายสี ขาว ชมพู แดง ม่วงคราม ม่วงแดง เกสรผู้มีมาก ดอกมักมีกลิ่นหอม มีทั้งบานกลางวันและกลางคืน มีหลายชนิดด้วยกัน

Nymphaea pubescens Willd (*N. lotus* L.) บัวกินสาย เป็นพันธุ์ไม้ที่มีแหล่งกำเนิดในแอฟริกา และได้เข้ามาปลูกในเมืองไทยนานมาแล้ว กระจายพันธุ์ไปทั่วจนกลายเป็นของพื้นเมืองไป ใบกลมขอบใบจักแหลมและใต้ใบเป็นขน เห็นเส้นใบชัดมาก กลิบบอกยาว เกสรผู้แบน มีหลายสี ขาวแดงชมพู ดอกสีขาวเรียกกันว่า โกมุท เสวตอุบล หรือบัวขาว ดอกสีแดงเรียกบัวแดงหรือสัตตบรรณ บานเวลากลางคืนและบานอยู่จนกระทั่งบ่าย พระยาวิจิตรนันทน์ได้กล่าวไว้ในหนังสือไม้ประดับบางชนิดของไทยว่า บัวงกลนี้ นั้น สีชมพูอ่อน กลีบ



บัวกินฉาย

Nymphaea lotus Linn.



บัวพันธุ์ลูกผสมต่างประเทศ

Thunb. Castalia

หยุดหยิกซ้อนมากจนเกสรผู้ไม่มี คงเป็นลูกผสมของ บัวกินสายมาจาก
ต่างประเทศ

Nymphaea nouchali Burm. (*N. stellata* Willd) บัวเผื่อน
บัวผัน เป็นไม้ดั้งเดิมของไทย พบตามหนองน้ำหรือตามนาข้าว ต้นเล็ก
กว่าพวกบัวกินสาย ชอบใบหยักเป็นคลื่นโค้ง ๆ ไม่จักแหลม หลังใบ
เรียบสีแดง ดอกเล็ก เส้นผ่าศูนย์กลาง 5—7 เซนติเมตร กลีบชั้นนอก
มี 4 กลีบ ด้านนอกสีเขียวและมีประเป็นขีด ๆ สีม่วง ลักษณะกลีบดอก
ยาว กลีบชั้นในซ้อนกันเพียง 2 ชั้น สีขาวปลายกลีบสีม่วงครามอ่อน ๆ
เกสรเหลือง บานกลางวัน เรียกว่า บัวเผื่อน ส่วนบัวผันนั้นต่างกับ
บัวเผื่อนคือ ดอกเปลี่ยนสีได้ เริ่มบาน สีม่วงครามอ่อน ๆ และเปลี่ยน
เป็นสีม่วงชมพู บัวผันนี้ผู้เขียน ยังไม่มีโอกาสได้พบ

มีบัวผันเมืองของไทยอีกพันธุ์หนึ่งเป็นชนิด (species) เดียว
กับบัวเผื่อน แต่ต่างพันธุ์ออกไป (*N. nouchali* var. *cyanea*) เรียก
กันว่า บัวขาว หรือนิลบล ทางเหนือเรียกบ้านดำหรือบ้านสังกอน ใบ
ใหญ่กว่าบัวเผื่อนและชอบใบเป็นจักหยาบ ๆ โค้ง ๆ ดอกใหญ่ ดอก
บาน เส้นผ่าศูนย์กลาง 15 เซนติเมตร สีม่วงคราม กลีบชั้นนอกสีเขียว
มีประขีดสีม่วง กลีบชั้น 2 ชั้น เกสรเหลือง อับละอองเกสรสีม่วงปน
เหลือง ตอนปลายสีเหมือนกลีบดอก หอมแรงกว่าบัวเผื่อน บานตลอด
วัน สีดอกไม่เปลี่ยน นอกจากสีแก่หรืออ่อนเท่านั้น บัวชนิดนี้บางท่าน
ก็เรียกว่าบัวผัน

Nymphaea capensis Thunb. var. *zanzibariensis* Conard.

เป็นบัวที่นำมาจากต่างประเทศ แหล่งกำเนิดมาจากอาฟริกาเซตร้อน
 ก้านหลังใบเรียบ ขอบใบเป็นจักหยาบแหลมในก้านบนเป็นมัน กลีบชั้น
 นอกด้านนอกสีเขียว มี ๒ พันธุ์ด้วยกัน พันธุ์หนึ่งดอกสีม่วงชมพู อีก
 พันธุ์หนึ่งสีม่วงคราม ขนาดใกล้เคียงกับบัวขาบ หรือนิลุบล ผิดกัน
 ที่กลีบของบัวชนิดนี้มากกว่า และเกสรผู้เป็นเส้นเล็ก ๆ และมีจำนวนมาก
 กว่า กลีบนอกด้านนอกไม่มีประสีสีม่วง มีกลิ่นหอม บานตั้งแต่เช้า
 ถึงเย็น

Nymphaea hybrid เป็นบัวสายที่เกิดจากการผสมพันธุ์ระหว่าง
 บัวชนิดต่าง ๆ เป็นบัวพันธุ์ต่างประเทศ มีผู้ส่งเข้ามาปลูกอยู่เสมอ
 ปัจจุบันมีมากมายหลายชนิดด้วยกันแบ่งเป็น ๒ พวกใหญ่ ๆ คือ พวก
Tropical และ *Hardy*

Tropical (Lotus group) ลักษณะกลีบยาวและกลีบอ่อน รูป
 ทรงของดอกยาวขอบใบจัก เป็นบัวที่มีแหล่งกำเนิดทางเซตร้อน และนำ
 ไปผสมพันธุ์ เพื่อให้ได้ลูกผสมแปลก ๆ ออกไป มีทั้งบานกลางวันและ
 บานกลางคืน ลักษณะดอกใบคล้ายกับพวก *Nymphaea* ที่กล่าวมา
 แล้วข้างต้น

Hardy (Castalia group) ลักษณะกลีบบ่อมน สั้น กลีบคล้ายหมี
 รูปทรงของดอกบ่อมนสวย ใบกลมขอบใบเรียบ เป็นบัวบานกลางวัน
 ดอกอยู่ได้หลายวัน



บัวเผื่อน

Nymphaea nouchali Burm.



บัววิกตอเรีย

Victoria amazonica Sowerby

Victoria (วิกตอเรีย)

บัวสกุลนี้ใบใหญ่มาก ลักษณะใบกลมมีขอบยกสูงขึ้นมา ลักษณะคล้ายกระทิง จึงเรียกว่า บัวกระทิง ก้านใบและก้านดอกมีหนามแหลมเป็นไม้ถิ่นเดิมในอาฟริกาใต้ นำเข้ามาปลูกเป็นไม้ประดับนานแล้ว บานตอนกลางคืน กลิ่นหอม ดอกเมื่อแรกบานสีขาว แล้วเปลี่ยนเป็นสีชมพู กลีบชั้นนอกด้านนอกสีเขียวและมีหนามแหลม มีชนิดเดียวคือ *Victoria amazonica* Sowerby

วิธีการปลูกบัว

บัวเป็นพืชมีเมล็ด ฉะนั้นวิธีการขยายพันธุ์ด้วยเมล็ด พวกบัวสายชนิดต่าง ๆ ที่กล่าวแล้วข้างต้นทั้ง ๑ ชนิดนั้น มีเมล็ดมาก เมื่อเมล็ดงอกใช้ต้นเล็ก ๆ ที่เกิดจากเมล็ดแยกปลูก หรือบัวพันธุ์แตกต้นอ่อน ใต้ที่บนใจกลางใบ (Viviparous) ซึ่งไม้พันธุ์นี้มีผู้ส่งมาจากต่างประเทศเข้ามาปลูกลานแล้ว โดยใช้เถาทั้งใบที่มีต้นเล็ก ๆ งอกแล้ว ปลูกในกระถางเล็ก ๆ แล้วแช่ไว้ในบ่อน้ำ ข้อสำคัญให้รากยึดดิน อีกวิธีหนึ่งขยายพันธุ์ด้วยเหง้า เช่นบัวหลวงหรือบัวสายพันธุ์ลูกผสมจากต่างประเทศ ตามเหง้าจะมีบัวต้นเล็ก ๆ แยกออกมาใช้มีดคม ๆ เจียนแบ่งปลูก ถ้าจะให้เหง้าบัวแตกต้นเร็ว ถอนเหง้าให้ลอยปริ่ม ๆ น้ำในกระถาง (น้ำไม่ควรลึกมากนัก) ส่วนรากยังคงยึดลงดิน ให้เหง้าถูกแดด จะแตกต้นอ่อนเร็วขึ้น

การปลูกบัวควรปลูกในกระถางหรือบ่อเล็ก ๆ ที่สร้างขึ้นเพื่อประกอบการตกแต่งสวน บ่อเก่า ๆ ที่มีปลาไม่ควรปลูก เพราะปลาจะกัดกินใบบัวและทำให้เหง้าบัวลอยไม่หยั่งรากลงดิน เหง้าบัวจะเน่า ถ้าหากมี

บัวอยู่เป็นจำนวนมาก และเป็นอาหารที่เหลือเพื่อของปลาในบ่อ ก็อาจ
 ปลุกได้ แต่ควรใช้ไม้ค้ำเหง้าไว้ไม่ให้เหง้าลอยน้ำ อีกประการหนึ่งการ
 ปลุกในกระถางนั้น การบำรุงรักษาสะดวกและง่ายกว่าปลุกในบ่อใหญ่ ๆ
 กระถางที่ใช้ปลุกบัวนั้น ควรใช้กระถางที่มีความลึกประมาณ 14—16 นิ้ว
 เป็นอย่างต่ำ ถ้าหากกระถางตื้น น้ำตื้นมากเมื่อแดดจัด น้ำจะร้อนมาก
 ทำให้บัวไม่ใคร่ออกดอก ส่วนความกว้างนั้นควรให้เป็นสัดส่วนกับความ
 ลึก (กว้างประมาณ 20 นิ้วขึ้นไป) ล้างกระถางสะอาดแล้วใส่ดินผสม
 โดยผสมหน้าดินกับปุ๋ยมูลวัวเก่า ๆ (ทิ้งไว้แล้วประมาณ 6 เดือน) ใน
 อัตราส่วน 8 : 1 หรือจะใช้ปุ๋ยเทศบาลแทนปุ๋ยมูลวัวก็ได้ แต่ไม่ดีเท่า
 แล้วใช้ทรายสะอาดกลบบาง ๆ เพื่อป้องกันไม่ให้หน้าขุ่นและเศษหญ้าหรือ
 ใบไม้ที่ใส่ผสมดินลอยขึ้นมา ดินที่ใส่กระถางใส่ประมาณ $\frac{1}{3}$ ของกระถาง
 หรือเกินเล็กน้อย ผึ่งเหง้าลงดินไม่ต้องให้ลึกนัก ให้ผิวบนของเหง้ามีดิน
 ปิดเพียงเล็กน้อย ดินที่ใช้ใส่กระถางบัว ควรเปลี่ยนทุก ๆ ปี ดินเก่ามาก
 บัวไม่งาม น้ำที่ใส่กระถางก็เช่นกัน ใส่แล้วควรถ่ายน้ำเก่าออกบ้างและ
 เติมน้ำใหม่ประมาณ 2—3 อาทิตย์ต่อครั้ง หมั่นคอยเก็บสาหร่าย หนอน
 และใบบัวที่แก่ทิ้ง ดร. เสริมลาภ วสุวัต แนะนำให้ใช้ถังทึบทึบใส่ใน
 กระถางบัวจะเหตุให้น้ำเป็นสีแดงจัด จะป้องกันสาหร่ายได้อย่างดี หาก
 จะใช้ปุ๋ยวิทยาศาสตร์ช่วย ควรเลือกใช้ปุ๋ยที่ดี ใส่เพียงเล็กน้อย เดือน
 ละครั้ง ชาวจีนที่ปลุกบัวให้ปุ๋ยโดยใช้ถั่วลิสงคิบ ๆ จมลงในดิน กระถางละ
 5—6 เมล็ด บัวส่วนมากชอบแดด หากปลุกไว้ในร่มจะไม่ใคร่เห็นดอก
 ควรให้ถูกแดดอย่างน้อยวันละ 4—5 ชั่วโมง

โรคและแมลง

โรคบัวไม่ไคร่พบมากนั้จากรายงานของแผนกโรควิทยา กรม
กสิกรรมพบ บัวกิน สาย เป็น โรคใบ จุดเกิดจากเชื้อรา *Cercospora*
nymphaeaceae Cooke and Ellis วิธีป้องกันกำจัดใช้ฉีดด้วยยาป้องกัน
กำจัดเชื้อรา ผสมพอกยาเคลือบติดใบ (Spreader and Sticker) ส่วน
แมลงที่ทำลายบัวพบหลายชนิด ส่วนมากเป็นพวกหนอนผีเสื้อกัดกินใบ
ควรใช้ยาจำพวกคาร์บาเมท เช่น เซวิน (Sevin) ฉีดที่ใบ สำหรับแมลง
อื่นพวกบัวปลุกกระถางควรหมั่นตรวจและทำลายหนอนเสีย



สาหร่ายทะเล¹

ศรีสุมนตร์ จันทนชาติ²

สาหร่าย (algae) ตามหลักวิชาพฤกษศาสตร์ เราหมายถึงพืชชั้นต่ำประเภทหนึ่งที่มีรูปร่างลักษณะและวิถีชีวิตความเป็นอยู่ ตลอดจนการสืบพันธุ์แตกต่างไปจากพืชชั้นสูง (vascular plant) ที่เห็นอยู่ทั่วไป คือ มีรูปร่างกำหนดแน่นอนลงไปไม่ได้ว่าส่วนไหนเป็นต้น ราก ใบ และดอก เราเรียกมันว่า ทัลลัส (thallus) สาหร่ายอาจจะมีลักษณะเป็นเซลล์เดี่ยว (unicellular) หรือหลายเซลล์ (multicellular) ก็ได้ อาจจะมีลักษณะเป็นสาย (filament) เป็นแผ่นแบนบาง (membranous blade) หรืออาจอยู่รวมกันเป็นกลุ่ม (colony) บางชนิดมีขนาดใหญ่มาก และมีรูปพรรณสัณฐานที่คล้ายคลึงพอเทียบเคียงกับพืชชั้นสูงได้เหมือนกัน เช่น ส่วนที่ทำหน้าที่คล้ายราก หยั่งยึดอยู่กับที่ก็เรียกว่า โฮลด์ฟาสต์ (hold fast) ส่วนที่คล้ายลำต้น เราก็มักเรียกว่า stipe และส่วนที่คล้ายใบเรียกว่า เบลด (blade) สำหรับการสืบพันธุ์ของสาหร่ายนั้น เซลล์ทุกเซลล์ของ

¹ เรื่องนี้บรรยายในการประชุมทางวิชาการเรื่อง "วิทยาศาสตร์ทางทะเล" (ดูรายละเอียดในวารสารวิทยาศาสตร์ ฉบับเดือนมกราคม 2510)

² อาจารย์ศรีสุมนตร์ จันทนชาติ สำเร็จ วท.บ. ทางชีววิทยา (จุฬาฯ), พ.ม., M.A. ทาง Botany (มหาวิทยาลัย Texas) และได้รับ Certificate of Marine Botany จากสถาบัน Woods Hole, Mass. ปัจจุบันรับราชการเป็นอาจารย์อยู่ที่แผนกวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

อวัยวะสืบพันธุ์ (sex organ) มีความสมบูรณ์สามารถสร้างเซลล์สืบพันธุ์ได้ทั้งหมด

สาหร่ายเป็นพืชที่ดำรงชีวิต และเจริญเติบโตอยู่ในน้ำเป็นส่วนใหญ่ อาจอยู่ได้ทั้งในน้ำจืด คือตามห้วย หนอง คลอง บึง อาจอยู่ได้ในน้ำเค็ม คือ ท้องทะเล เพราะที่เกิดของมันทำให้เราจำแนกสาหร่ายออกเป็นประเภทใหญ่ ๆ ได้เป็นสาหร่ายน้ำจืด (fresh-water algae) และสาหร่ายน้ำเค็ม หรือสาหร่ายทะเล (marine algae) ซึ่งเป็นที่มาปรากฏเป็นหัวข้อเรื่องอยู่ ณ โอกาสที่มีการอภิปรายทางวิชาการครั้งนี้

สาหร่ายทะเลจำแนกออกได้เป็น ๕ หมวดหมู่ (division) ด้วยกัน โดยอาศัยหลักเกณฑ์ที่สำคัญต่อไปนี้

1. ส่วนผสมของชนิดของสี (combination of pigments)
2. ส่วนประกอบทางเคมีของผนังเซลล์ (chemical composition of cell wall)
3. อาหารที่เก็บสะสมไว้ในเซลล์ (reserved photosynthetic products)
4. วิธีการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ (mode of sexual reproduction)

ตารางแสดง Biochemical & pigmentation differences within the different divisions
of algae (after Strain)

Chlorophylls	Cyanophyta	Chlorophyta	Cyhrrophyta	Phaeophyta	Rhodophyta
Chlorophyll a	●	●	●	●	●
Chlorophyll b	—	+	—	—	—
Chlorophyll c	—	—	○	○	—
Chlorophyll d	—	—	—	—	○
Carotenes					
α -carotene	—	○	—	—	○
β -carotene	●	●	●	●	●
Xanthophylls					
Lutein	?	●	—	—	+
Zeaxanthin	?	○	—	—	—
Violaxanthin	—	○	—	○	—

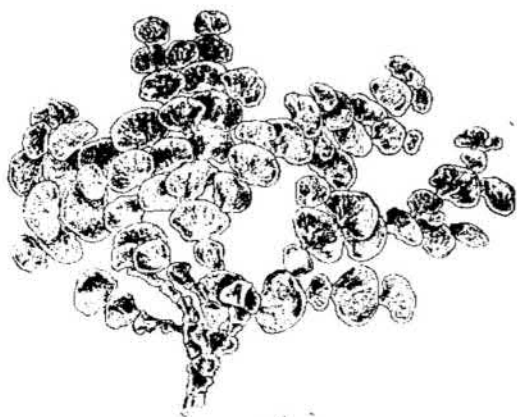
	Cyanophyta	Chlorophyta	Chrysophyta	Phaeophyta	Rhodophyta
Flavoxanthin	—	?	—	○	—
Neoxanthin	—	○	—	○	—
Fucoxanthin	—	—	+	+	—
Neofucoxanthin	—	—	○	○	—
Myxoxanthin	+	—	—	—	—
Myxoxanthophyll	+	—	—	—	—
Phycobilins	—	—	—	—	○
r-phycocyanin	—	—	—	—	—
c-phycocyanin	●	—	—	—	●
r-phycoerythrin	—	—	—	—	—
c-phycoerythrin	○	—	—	—	—
Reserved products	—	●	—	—	—
Starch	—	—	—	—	—
Fat or oils	—	○	●	—	—
Leucosin	—	—	○	—	—

	Cyanophyta	Chlorophyta	Chrysophyta	Phaeophyta	Rhodophyta
Manitol	—	—	—	●	—
Laminarin	—	—	—	○	—
Floridoside	—	—	—	—	●
Mannogly cerate	—	—	—	—	○
Floridean starch	—	—	—	—	●
Myxophyceean starch	●	—	—	—	—
Cyanophycin	○	—	—	—	—
Cell wall	+	●	—	○	●
Cellulose	●	○	●	—	—
Pectin	—	—	○	—	—
Silica	—	—	—	—	—
Algin	—	—	—	●	—
Fucoidin	—	—	—	○	—
Polygalactose	—	—	—	—	+

- = principal component
- ⊕ = present in some quantity
- = present but in small quantity
- ? = uncertain
- = absent

1. Division Cyanophyta (blue-green algae) สาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียว พวกนี้ถือว่าเป็นพืชชั้นต่ำที่สุด และถือว่าเป็นพืชสีเขียวเริ่มแรกที่มีกำเนิดมาบนพื้นโลก สามารถขึ้นได้ทั้งในทะเล เขตหนาว และเขตอบอุ่น ส่วนมากอาศัยอยู่โดยเกาะกับพืชชนิดอื่นหรือเกาะกับก้อนหิน มีบางชนิดที่อยู่เป็นอิสระ (phytoplankton)

2. Division Chlorophyta (green algae) สาหร่ายสีเขียวที่มีอยู่เป็นจำนวนมากและสามารถขึ้นได้ทั่วไปเช่นเดียวกับสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียว ทลล์สมีก็มีหลายขนาดและมีรูปร่างแตกต่างกันไปมาก บางชนิดมีลักษณะแข็ง คล้ายหิน เพราะมีแคลเซียมคาร์บอเนตมาเกาะอยู่ที่



รูปที่ 1



รูปที่ 2

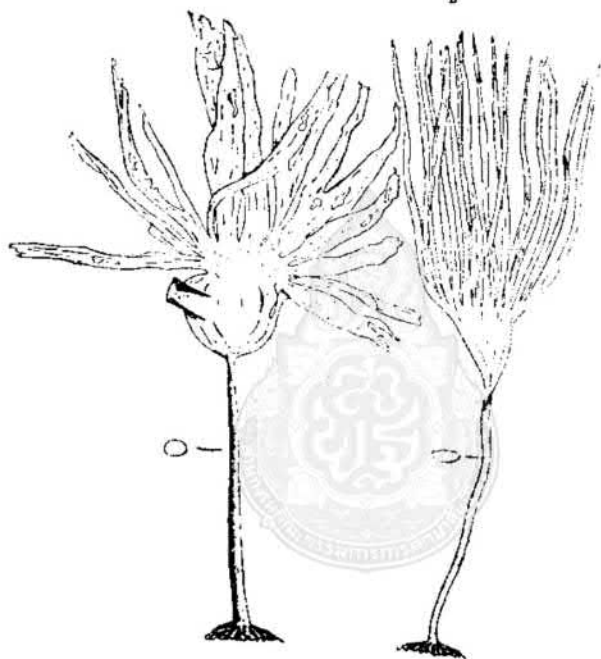
ผนังเซลล์ค่อนข้างหนา เช่น Halimeda (รูปที่ 1) บางชนิดมีลักษณะคล้ายขนนก เช่น Caulerpa (รูปที่ 2) และอื่น ๆ อีกหลายแบบ ตามจังหวัดชายทะเลในอ่าวไทย มักจะพบสาหร่ายสีเขียวชนิดต่าง ๆ กันตามฤดูกาล ทั้งนี้เพราะส่วนมากเมื่อสาหร่ายสีเขียวแต่ละชนิดสืบพันธุ์แล้วก็มักจะตายไป เราจึงไม่เห็นอยู่ตลอดปี

ถ้าจะกล่าวถึงในแง่ของคุณประโยชน์ สาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียว และสาหร่ายสีเขียวก็เป็นเพียงผู้ผลิต (primary producers) ของอินทรีย์สารในทะเลชั้นปฐม โดยวิธีสังเคราะห์แสง

8. Division Chrysophyta (yellowish green, golden-brown algae) สาหร่ายใน division นี้ แบ่งออกเป็น 3 class ด้วยกัน บางชนิดอาจจะมีสีเขียวแกมเหลือง เหลืองปนน้ำตาล แต่จะขอนำมากล่าวเฉพาะพวกที่พบอยู่ในท้องทะเล คือพวก marine diatoms (Class Bacillariophyceae) พวกนี้ส่วนมากเป็นเซลล์เดี่ยว หรืออาจจะเป็นสายสั้น ๆ เป็น phytoplankton ชนิดหนึ่ง นอกจากจะอยู่ในฐานะเป็นผู้ผลิตแล้ว ไคอะตอมยังมีประโยชน์ต่อมนุษย์อีกหลายประการ กล่าวคือ ผนังเซลล์ของพวกนี้เป็นสารประกอบจำพวกซิลิกา เมื่อเซลล์ตายทับถมกันอยู่ที่ก้นทะเลจะทำให้เกิดการพอกพูน เรียกว่า diatomaceous earth ซึ่งสามารถนำมาใช้ประโยชน์ในการกรองในการขัดหรือดูดซับสารบางชนิดได้ ตลอดจนใช้เป็นส่วนผสมของยาสีฟันได้ด้วย

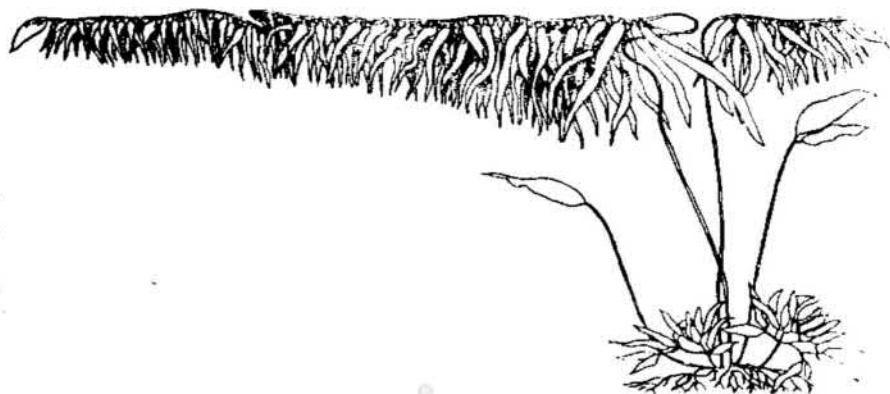
4. Division Phaeophyta (brown algae) สาหร่ายสีน้ำตาล มีชื่อเรียกอีกชื่อหนึ่ง ซึ่งเป็นที่เข้าใจของคนทั่วไปว่า "sea weeds"

ส่วนมากชอบขึ้นอยู่ในทะเลเขตหนาว ตามฝั่งแอตแลนติกและแปซิฟิก มี
เป็นส่วนน้อยที่ขึ้นอยู่ในทะเลเขตอบอุ่น ที่ลัสมีได้หลายแบบและขนาด
แตกต่างกัน บางชนิดมีความยาวประมาณ 200 ฟุต พวกที่มีขนาดใหญ่
จะมีส่วนที่คล้ายลำต้น ราก ใบ ของพืชชั้นสูงได้แก่ Laminaria (รูป



รูปที่ 4

4). Macrocystis (รูปที่ 5), Nereocystis (Giant Kelps) (รูป
6). Alaria และอื่น ๆ ทั้ง 4 ชนิดที่กล่าวถึงนี้เป็นสาหร่ายที่ขึ้นอยู่ตาม
ชายฝั่งแปซิฟิกเป็นส่วนใหญ่ โดยเฉพาะทางแถบตะวันตกเฉียงเหนือของ
ทวีปอเมริกา มีอยู่แตกต่างกันประมาณ 80 ชนิด ส่วนในแถบเอเชีย
นั้นนับว่าเป็นจำนวนเพียงเล็กน้อย พบทางแถบตะวันออกเฉียงเหนือ
ของทวีป เช่นในประเทศญี่ปุ่น



รูปที่ ๕



รูปที่ ๖

สาหร่ายสีน้ำตาลเป็นสาหร่ายที่มีคุณประโยชน์ต่อมนุษย์มาก ประโยชน์ที่ได้รับอาจได้จากพืชโดยตรง หรือผลิตผลที่พืชสร้างขึ้น เช่น *Laminaria* สามารถนำมาใช้เป็นอาหารได้ และเป็นที่ยิยมแพร่หลายในประเทศญี่ปุ่น นอกจากจะใช้เป็นอาหารแล้ว สาหร่ายสีน้ำตาลยังเป็นพืชที่ให้โปแตสเซียมและไอโอดีนเป็นจำนวนมาก ในสมัยก่อนจึงนำมาใช้ในการเตรียมธาตุทั้งสองชนิดนี้ แต่ในปัจจุบันมีสารบางชนิดในทะเลที่สามารถให้ปริมาณของโปแตสเซียมและไอโอดีนได้มากกว่า ความสำคัญของสาหร่ายสีน้ำตาลในตํานานจึงลดน้อยลง

ส่วนที่สามารถนำมาใช้เป็นประโยชน์ได้อีกอย่างหนึ่งก็คือ แอลจิน (algin) ซึ่งเป็นสารประกอบที่มีลักษณะเป็นคอลลอยด์ (colloid) สารประกอบชนิดนี้เคลื่อนย้ายตามผนังเซลล์ และพบว่าระยะเวลาที่พืชสร้างแอลจินมากที่สุดคือระหว่างเดือนตุลาคมและพฤศจิกายน ของทุก ๆ ปี ส่วนมากแอลจินมักจะอยู่ในลักษณะที่เป็นเกลือโซเดียมแอลจิเนต (sodium alginate) หรืออาจจะอยู่ในลักษณะเป็นกรดอิสระ (free acid) ก็ได้ ปริมาณของแอลจินที่พบมากน้อยตามชนิดของพืช อาจประมาณได้ดังนี้

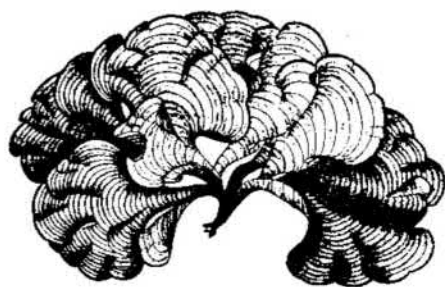
<i>Laminaria digitata</i>	ประมาณ	15—40%
<i>Laminaria saccharina</i>	„	15—85%
<i>Alaria esculenta</i>	„	80—85%
<i>Fucus serratus</i>	„	18—28%
Giant Kelps	„	19—24%
Macrocytis	„	18—14%

เนื่องจากแอลจินเป็นคอลลอยด์ที่มีคุณสมบัติอุ้มน้ำไว้ในตัวของมัน (water retaining property) สูงเป็นพิเศษ ฉะนั้น ปริมาณครึ่งหนึ่งของปริมาณแอลจินที่ผลิตได้ในสหรัฐอเมริกา จึงนำมาใช้ประโยชน์ในการทำไอศกรีมและเครื่องดื่มบางชนิด นอกจากนี้เกลือของกรดแอลจินิคนำมาใช้ประโยชน์ได้หลายอย่าง เช่น พวกที่ละลายน้ำได้ใช้มากเกี่ยวกับอุตสาหกรรมสิ่งทอทั้งหลาย (textile industry) พวกที่ไม่ละลายน้ำใช้ประโยชน์ในการเตรียมพลาสติก เส้นใยเทียม (vulcanite fibre) หนังเทียม (imitate leather) และใช้เป็นส่วนผสมของสีที่ใช้สำหรับทาวัตถุที่ใช้ได้น้ำ

ตามที่ได้อธิบายมานี้เป็นเพียงประโยชน์บางประการที่ได้รับจาก สาหร่ายสีน้ำตาล ยังมีอุตสาหกรรมอื่น ๆ อีกหลายชนิดที่ต้องอาศัยแอลจิน



รูปที่ 7



รูปที่ 8

เป็นที่น่าเสียดายว่า สาหร่ายสีน้ำตาลตามที่กล่าวมานี้ ไม่พบในอ่าวไทย ที่พบมากที่สุดได้แก่ Sargassum, (รูปที่ 7), Padina (รูปที่ 8) และ Turbinaria (รูปที่ 9) เพราะทั้งสามชนิดนี้ สามารถขึ้นได้ดีในทะเลเขตร้อน เป็นพืชล้มลุกที่พบเฉพาะฤดูกาลเท่านั้น

5. Division Rhodophyta (red algae) สาหร่ายสีแดงขึ้นได้ดีทั้งในทะเลเขตกึ่งหนาวและอบอุ่น เป็นสาหร่ายที่นับว่ามีประโยชน์ต่อมนุษย์ไม่น้อยไปกว่าสาหร่ายสีน้ำตาล สาหร่ายสีแดงส่วนมากมีลักษณะเป็นเส้น แตกแขนง แต่มิบางอย่างที่มีลักษณะเป็นแผ่นแบนบาง



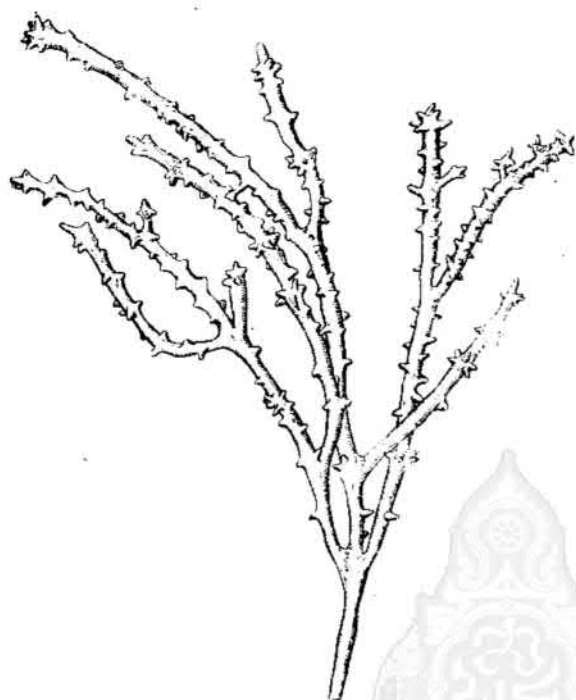
รูปที่ 9 ในที่นี้จะขอกล่าวถึงเฉพาะสาหร่ายสีแดงที่มีประโยชน์ควรแก่การสนใจ และประโยชน์บางประการที่ได้รับจากสาหร่ายชนิดนี้ ๆ

Porphyra เป็นสาหร่ายที่มีลักษณะเป็นแผ่นแบนบาง (membranous blade) ขึ้นได้ทั่วไปทั้งในทะเลเขตกึ่งหนาวและเขตอบอุ่น สำหรับในประเทศไทย สาหร่ายชนิดนี้พบเป็นส่วนมากตามจังหวัดชายทะเลภาคใต้ เช่น สงขลา นอกจากนี้ยังพบตามแถบชายฝั่งทะเลประเทศจีนและญี่ปุ่น เมื่อนำไปตากให้แห้งสามารถนำมาใช้ประกอบเป็นอาหารและเป็นที่ยอมรับแพร่หลาย ท่านอาจจะรู้จักและคุ้นเคยกับสิ่งที่นำมาใช้ประกอบเป็นอาหารชนิดหนึ่ง ซึ่งมีขายทั่วไปในท้องตลาด ภาษาจีนเรียกว่า "จีฉ่าย" แต่ท่านอาจจะยังไม่ทราบว่า แท้ที่จริงแล้ว "จีฉ่าย" ก็คือสาหร่ายสีแดงชนิดหนึ่งนั่นเอง

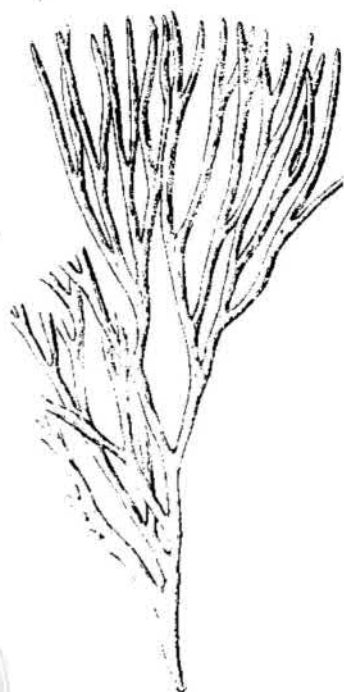


รูปที่ 11

เช่นเดียวกับสาหร่ายสีน้ำตาล สาหร่ายสีแดงโดยเฉพาะพวกที่มีลักษณะเป็นเส้น จะมีสารประกอบที่มีลักษณะเป็นคอลลอยด์ เรียกว่า carrhageenan เคลือบอยู่ที่ผนังเซลล์ สาหร่ายสีแดงที่สามารถผลิต carrhageenan ได้เป็นจำนวนมาก ได้แก่ Gelidium (รูปที่ 11), Eucheuma (รูปที่ 12) และ Gracilaria (รูปที่ 13) Carrhageenan ที่สกัดได้นำมาใช้ในอุตสาหกรรมทำวุ้น (agar industry) ซึ่งวุ้นที่ได้นี้มีประโยชน์และมีความสำคัญในการใช้เพาะเลี้ยงจุลชีพ (microorganisms) หลายชนิด เช่น สาหร่าย รา และแบคทีเรีย สำหรับการทดลองในห้องปฏิบัติการ นอกจากนี้วุ้นยังใช้มากใน อุตสาหกรรมอาหารกระป๋อง, อุตสาหกรรมการทำขนมปัง (bakery industry), อุตสาหกรรมการทำขนมหวาน เช่น ลูกกวาดชนิดต่าง ๆ (confectionery industry) และยังใช้เป็นส่วนประกอบของเครื่องสำอาง และสิ่งประเทืองความงามทั้งหลายอีกด้วย



ပုံ ၁၂ 12



ပုံ ၁၃ 13

References

- Chapman, V.J.:— "Seaweeds and Their Uses", Methuen & Co. Ltd. London.
- Chapman, V.J.:— "The Algae", St. Martin's Press Inc. New York.
- Taylor, W.R.:— "Marine Algae of the Eastern Tropical and Subtropical Coasts of the Americas". Ann Arbor The University of Michigan Press.
- Bold, H.C.:— "Morphology of Plants", Harper & Brothers Publisher. New York.

สำหรับสี่เขียวเกมนำเงินกับการจับไนโตรเจน

จากบรรยากาศ

ดร. สุขุม อัศวรัตน์ และ สุขาดา เหมะจันทร์

แผนกวิชาชีววิทยา

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผู้ที่เคยศึกษาวิชาชีววิทยาชั้นต้นทุกท่านได้ทราบกันดีแล้วว่าแบคทีเรียหลายชนิดมีความสามารถในการจับก๊าซไนโตรเจนจากบรรยากาศมาใช้ในการกระบวนการเมตาโบลิซึมของมันได้ แบคทีเรียพวกนี้เรียกว่า nitrogen fixing bacteria ซึ่งมีทั้งชนิดที่มีชีวิตอยู่อย่างอิสระในดินเช่น *Azotobacter* และชนิดที่มีอยู่ภายในเซลล์ของรากพืชตระกูลถั่วในลักษณะพืงพาอาศัยกับต้นถั่วนั้น ๆ เช่น *Rhizobium* และเนื่องด้วยเหตุนี้จึงทำให้เกิดปฏิกิริยาตามรากของพืชตระกูลถั่วโดยทั่วไป แบคทีเรียเหล่านี้มีส่วนช่วยให้ดินมีธาตุไนโตรเจนเพิ่มขึ้น หรือนัยหนึ่งก็คือมีความอุดมสมบูรณ์สำหรับปลูกพืชเศรษฐกิจต่าง ๆ เพิ่มขึ้นนั่นเอง เพราะพืชต่าง ๆ มีความต้องการธาตุไนโตรเจนจำนวนมากจากดิน ในรูปของสารประกอบต่าง ๆ แต่ไม่อาจใช้ก๊าซไนโตรเจนที่มีอยู่ในบรรยากาศมากมายได้เลย ด้วยเหตุนี้เราจะเห็นได้ว่า ถ้าแนะนำในการทำกิจกรรมสมัยใหม่นี้จะต้องใช้พืชตระกูลถั่วเป็นหลักสำคัญในการบำรุงดิน โดยให้มีการปลูกพืชตระกูลถั่วสลับกับกันพืชเศรษฐกิจอื่น ๆ หรือไม่ก็ใช้พืชตระกูลถั่วเป็นพืชคลุมดินในสวนผลไม้ สวนยาง สวนมะพร้าว ด้วยเหตุนี้กล่าวจึงได้มีการเพาะ

เลี้ยง คัตพันธุ์แบคทีเรีย *Rhizobium* ที่มีความสามารถสูงในการจับไนโตรเจนจากบรรยากาศ แล้วนำมาขยายพันธุ์ ใช้คลุกกับเมล็ดธัญพืชก่อนนำไปหว่าน ยิ่งกว่านั้นในปัจจุบันนี้ ได้มีการดำเนินการเพาะเลี้ยง คัตพันธุ์แบคทีเรียที่อยู่ได้อย่างเป็นอิสระ คือ *Azotobacter* เพื่อการเพาะเลี้ยงขนาดใหญ่ แล้วนำมาใช้ใส่ลงในดินที่ทำการกสิกรรมในลักษณะการใส่ปุ๋ย ทั้งนี้เพื่อให้แบคทีเรียเหล่านั้นจับก๊าซไนโตรเจนจากบรรยากาศลงมาสูดกิน ทำให้เราได้ไนโตรเจนด้วยวิธีการที่ประหยัด ในเรื่องนี้ได้มีการทำเป็นสินค้าในลักษณะของปุ๋ยและใช้กันแพร่หลายแล้วในสหภาพโซเวียตรัสเซีย โดยใช้ชื่อการค้าต่าง ๆ กันไป เช่น *Azotobacterin* อันเป็นแบคทีเรีย *Azotobacter* ผสมกับปุ๋ยอินทรีย์ *phosphobacterin* คือแบคทีเรีย *Bacillus megatheriva* var. *phosphaticum* ส่วนปุ๋ย A.M.S. fertilizer เป็นปุ๋ยที่มีแบคทีเรีย ๑ ชนิดผสมรวมกันคือ *Azotobacter*, *Rhizobium* และ *B. megatheriva* var. *phosphatism* ซึ่งปุ๋ยผสมนี้ได้มีการนำไปทดสอบใน ออสเตรเลีย และสหรัฐอเมริกาแล้วปรากฏผลว่า ช่วยทำให้ผลผลิตของพืชต่าง ๆ สูงขึ้นได้มาก 10—20% ด้วยเหตุนี้ทั้งสหรัฐอเมริกาและประเทศอื่น ๆ ต่างก็กำลังให้ความสนใจต่อการใช้แบคทีเรียเป็นปุ๋ยเพิ่มผลผลิตของพืชเศรษฐกิจ อย่างไรก็ดีแบคทีเรียทั้งหลายที่กล่าวมานั้นคงจะเหมาะสมที่จะใช้กับการกสิกรรมประเภทพืชไร่ แต่การทำนาคงจะมีอุปสรรคอยู่มากในการที่จะใช้แบคทีเรียเหล่านั้น ช่วยจับไนโตรเจนจากบรรยากาศ เพื่อช่วยในการเจริญเติบโตของข้าว ด้วยเหตุนี้ประเทศที่มีการทำนาทั่วโลก โดยเฉพาะประเทศญี่ปุ่นได้ให้ความสนใจ

สนใจต่อสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน ที่จะใช้สาหร่ายนี้ ช่วยในการจับไน-
โตรเจนจากบรรยากาศ เพิ่มผลผลิตข้าวแทนการใส่ปุ๋ย

ความสามารถของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินในการจับก๊าซไนโตรเจน
จากบรรยากาศนั้นยังเป็นเรื่องที่ไม่สู้จะแพร่หลายในหมู่นักศึกษาชีววิ-
ทยาเบื้องต้นกันมากนัก ทั้ง ๆ ที่ได้มีการค้นคว้ากันมานานแล้ว และได้
พบว่ามีความหลายชนิดที่มีประสิทธิภาพทำนองเดียวกันกับแบคทีเรียดังกล่าว สา-
หร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน (blue-green algae) มีปรากฏอยู่ในน้ำจืด น้ำเค็ม
และพืชบนและทั่วโลกเป็นพืชเซลล์เดียวก็มี เป็นเส้นสายหลายเซลล์ติดต่อกัน
ก็มี ในประเทศไทยเราพบพืชจำพวกนี้ได้ทุกหนทุกแห่งที่มีแหล่งน้ำ ดินที่
ชื้นแฉะ กระจาดต้นไม้ หรือแม้แต่ตามผิวผนังตึกที่ชื้น ๆ โดยเฉพาะ
ในฤดูน้ำท่วมไปจะมีอยู่เสมอเป็นจำนวนมากชนิดและเป็นปริมาณมากทีเดียว

นักวิทยาศาสตร์ได้ให้ความสนใจต่อพฤติกรรมของพืชนี้ในด้านการ
จับก๊าซไนโตรเจนจากบรรยากาศมานานแล้ว และได้ตั้งต้นวิจัยมาแต่ ค.ศ.
1889 แต่ว่าในสมัยนั้นยังไม่มีอุปกรณ์และเครื่องมือที่พอ จึงยังไม่สามารถ
จะพิสูจน์ได้แน่นอนว่า สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินมีความสามารถหรือไม่
จนกระทั่งในปี ค.ศ. 1928 นาย Drewes จึงได้ทำการพิสูจน์ได้แน่นอนว่า
สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินบางชนิดมีความสามารถในการจับไนโตรเจนจาก
บรรยากาศมาใช้ในกระบวนการเมตาโบลิซึมของมันได้ จากนั้นมาการวิจัย
หาสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินที่มีประสิทธิภาพสูงในการจับไนโตรเจนและเติบโต
ได้ดีในแหล่งน้ำต่าง ๆ ได้ทำกันอย่างกว้างขวางในสหรัฐอเมริกา
ยุโรป ญี่ปุ่น อียิปต์ ฯลฯ เท่าที่ทราบแน่นอนแล้วมีอยู่กว่า 20 species

ที่มีประสิทธิภาพในการจับไนโตรเจนจากบรรยากาศ ซึ่งเป็น species ที่อยู่ใน Genus *Anabaena*, *Nostoc*, *Cylindrospermum*, *Calothrix*, *Anabaenopsis*, *Oscillatoria*, *Tolypothrix*, *Mastigocladus* ซึ่งเป็นสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน ชนิดเป็นเส้นสายทั้งสั้น ส่วนชนิดที่เป็นเซลล์เดี่ยวที่ได้ทำการวิจัยแล้ว 7 species ไม่ปรากฏเลยว่าสามารถจับก๊าซไนโตรเจนจากบรรยากาศได้

จากการศึกษาวิจัยเบื้องต้น ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ด้วยวิธีการเพาะเลี้ยงสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินหลายชนิดในอาหารที่มีธาตุอาหารต่างๆ แล้วทำให้บริสุทธิ์มีแต่ species ใด species หนึ่งโดยเฉพาะ และปราศจากแบคทีเรีย แล้วจึงนำไปเพาะเลี้ยงในน้ำยาอาหารธาตุที่ไม่มีธาตุไนโตรเจนเป็นเวลานานจาก 16-58 วัน แล้วจึงนำเอาสาหร่ายที่เจริญเติบโตในอาหารนั้นมาวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจนที่อาจมีขึ้นโดยใช้วิธีการ microkjedahl พบว่า สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินที่มีอยู่ตามแหล่งน้ำในภาคกลาง 8 species คือ *Oscillatoria rubescens*; *Lyngba lemnetica* และ species หนึ่งของ *Anabaena* แสดงประสิทธิภาพพอประมาณในการจับก๊าซไนโตรเจนจากบรรยากาศได้เพราะสาหร่ายเหล่านั้นเจริญเติบโตได้ดีในน้ำยาที่ไม่มีธาตุไนโตรเจน และผลของการวิเคราะห์สาหร่ายเหล่านั้นและอาหารธาตุที่ใช้เลี้ยงแสดงว่ามีธาตุไนโตรเจนเกิดขึ้น ส่วนอาหารที่ไม่ได้ใส่สาหร่ายนี้เลย เมื่อนำมาวิเคราะห์ไม่พบธาตุไนโตรเจนเลย อย่างไรก็ตาม

ก็ตีผลที่ได้ในระยะนี้เป็นแต่เพียงการศึกษาเบื้องต้นเท่าที่อุปกรณ์เครื่องมือ
จะอำนวยให้ จึงเท่ากับเป็นสัญลักษณ์ที่แสดงว่า เราน่าจะมีการวิจัยใน
ด้านสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินโดยจริงจังต่อไป เพราะสาหร่ายที่มีอยู่
แล้วตามธรรมชาติในเมืองเราย่อมเจริญเติบโตเป็นปกติในแหล่งน้ำหรือ
ในนาข้าวของเราได้ดีแน่ ถ้าการวิจัยทางวิทยาศาสตร์บริสุทธิ์เป็นไปอย่าง
แน่นอนแล้ว การวิจัยประยุกต์ในการเพิ่มผลผลิตของข้าวด้วยการช่วยของ
สาหร่ายจึงจะลงมือทำต่อไปโดยไม่ต้องเสียเวลาและเงินทองเปล่าเป็นแน่

สาหร่ายทั้ง ๘ species ดังกล่าวแล้วยังไม่เคยมีผู้ใดได้เคยทำการวิจัย
หรือกล่าวไว้แต่อย่างใดเลย ที่กล่าวขวัญกันมากว่ามีประสิทธิภาพในการจับ
ก๊าซไนโตรเจนบรรยากาศได้ดีและได้มีการทดลองประยุกต์ในนาข้าวในญี-
ปุ่น อียิปต์ ฯลฯ แล้วก็มี *Tolypothrix tenuis*, *Calothrix brevissima*,
Anabaenopsis sp. และ *Nostoc* sp. จากการเพาะเลี้ยงสาหร่ายเหล่านี้นั้น
ในนาข้าวในญีปุ่น ปรากฏว่าแปลงที่มีการเพาะเลี้ยง *Tolypothrix tenuis*
ให้ผลผลิตของข้าวสูงกว่าธรรมดามากที่สุด สาหร่าย species นี้ได้เคยมี
คนนำมาจากญีปุ่นเพื่อทำการศึกษาว่าจะเหมาะแก่การใช้ในเมืองไทยหรือไม่
เหมือนกัน ปรากฏจากการทดลองเลี้ยงในห้องปฏิบัติการและในกระถาง
ปลูกข้าวเป็นเวลาหลายปีมาแล้วแต่ก็ไม่ได้ผลเลย เพราะเมื่อปล่อยลงไป
ในกระถางปลูกข้าวทดลองแล้วสาหร่ายนั้นมักจะตายไปหมด เข้าใจว่าคง
จะเป็นพันธุ์ที่ไม่เหมาะกับสภาพแวดล้อมของเรา เช่น ความเป็นกรด
เป็นด่างของน้ำ อุณหภูมิ แสงสว่าง เป็นต้น ดังนั้นจึงเข้าใจว่าไม่มี

อะไรก็เท่าเริ่มการวิจัยหาสาหร่ายที่อยู่ในบ้านของเราเอง เพราะเป็นที่
ทราบกันดีแล้วว่า สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินที่มีอยู่ในเมืองร้อนส่วนมาก
มีความสามารถในการจับก๊าซไนโตรเจน ส่วนที่อยู่ในเมืองหนาว เช่น
ญี่ปุ่นกลับมีน้อยชนิดกว่าเสียอีก



การปลูกพืชในน้ำ

ดร. บรรเจิด พลาญกุล

การปลูกพืชในน้ำหรือในทรายไม่ใช่ของใหม่ ได้ทำกันมานานแล้ว เริ่มด้วยการทดลองเรื่องอาหารต้นไม้ ว่าต้นไม้ต้องการธาตุชนิดไหนบ้าง การปลูกพืชแบบนี้ปรากฏว่าได้ผลดี ถ้าใช้ส่วนผสมให้ถูกบางทีดีกว่าปลูกในดินเสียอีก

การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินนี้มีชื่อเรียกหลายชื่อ เช่น hydroponics, sand culture, water culture, cinder culture, soilless culture, และ tank culture เป็นต้น การที่เรียกชื่อต่าง ๆ กันนั้นเนื่องจากวิธีปลูก ถ้าปลูกในถังก็มักจะเรียก tank culture ถ้าปลูกในทรายก็เรียก sand culture ถ้าจะเรียกให้ถูกต้องตามหลักเกณฑ์ และให้ใช้ได้ทั่วไปควรจะเรียกว่า soilless culture หรือ nutrient culture

ในสหรัฐอเมริกา การปลูกพืชในน้ำหรือในทรายนี้ทำกันแพร่หลายมาก เนื่องจากว่าเขาปลูกพืชกันในเรือนกระจก (green house) จึงเป็นการเหมาะที่จะใช้ถังหรือกะละมัง เพราะไม่เปลืองที่และทำได้เนียบเนียน พืชที่ปลูกส่วนมากเป็นไม้ดอก และพวกผัก เช่น มะเขือเทศและแตงกวา การปลูกพืชในน้ำกลางแจ้งไม่มีใครมีใครทำกัน ที่สหรัฐอเมริกา ก็ทำได้จะเพาะฤดูร้อนเท่านั้น ในประเทศอื่น เช่น เมืองไทยเราทำได้ตลอดปีแต่ก็คงจะไม่ถูกต้องตามหลักเศรษฐกิจ เพราะราคายาแพงและแรง

งานปลูก สู้ปลูกในดินตามธรรมชาติไม่ได้ ระหว่างสงครามโลกครั้งที่
แล้ว พวกทหารอเมริกันได้จัดทำสวนผักเป็นการใหญ่ตามเกาะต่าง ๆ
ในมหาสมุทรแปซิฟิกโดยใช้วิธีปลูกในน้ำ เพราะดินตามเกาะเหล่านั้นไม่
เหมาะแก่การปลูกผัก พวกทหารที่ประจำอยู่ตามเกาะก็ได้อาศัยผักสดจาก
พืชที่ปลูกในน้ำเป็นอาหาร

สิ่งที่จำเป็นจะต้องเตรียมสำหรับปลูกพืชในน้ำมีดังต่อไปนี้

1. สถานที่ ในประเทศร้อนไม่ต้องการเรือนกระจก ต้องการที่
กลางแจ้งและที่กันแดดบางเวลา

2. ถังใส่น้ำยา ถังใส่น้ำยาจะเป็นขนาดไหนก็ได้แล้วแต่จะปลูก
มากน้อย สิ่งที่สำคัญ คือ ต้องไม่เป็นสนิม ไม่รั่ว และต้องไม่ทำด้วย
โลหะบางชนิด ซึ่งจะละลายเข้ามาพร้อมกับน้ำยา ทำให้เป็นพิษต่อต้นไม้
หรือตกตะกอน สำหรับถังเล็ก ๆ ควรจะมีขนาดดังนี้ กว้าง 2 ฟุต ยาว
4 ถึง 6 ฟุต ลึกประมาณ 5 นิ้ว จากก้นถึงถึงตะแกรง น้ำยาควร จะลึก
ประมาณ 4 นิ้ว เหลือว่าง 2 นิ้ว จากผิวน้ำยาถึงตะแกรง

3. ตะแกรง ตะแกรงตั้งอยู่บนถังโดยมากใส่พวกไม้ฝอยไว้ เพื่อ
ให้ต้นพืชมีที่ยึดนอกจากไม้ฝอยอาจจะใช้ ฟางหรือแกลบแทนก็ได้

4. เครื่องอัดลม น้ำยาที่อยู่ในถังควรจะถ่ายเทไปมา เพราะฉะนั้น
จึงต้องมีวิธีกวนโดยมากใช้ลมอัดเป่าไปได้ใน เวลาเดียวกันรากต้นไม้
ก็ได้อากาศไว้อย่างดี รากต้นไม้ต้องการอากาศประมาณ 1 cu. ft. ต่อ
1 gallon ของน้ำยา การถ่ายเทของอากาศนี้ทำให้รากเจริญแข็งแรง

เคมีภัณฑ์หรือสารที่ใช้ในการทำน้ำยาแบ่งออกเป็นสองชนิด คือ เคมีภัณฑ์ที่ต้องใช้เป็นจำนวนมาก และเคมีภัณฑ์ที่ต้องใช้เพียงเล็กน้อย ถ้าเราใช้เคมีภัณฑ์ที่ไม่บริสุทธิ์ เราก็ไม่จำเป็นจะต้องใช้เคมีภัณฑ์ที่ต้องใช้เพียงเล็กน้อย เพราะมันจะมีปนอยู่แล้ว เคมีภัณฑ์ที่ไม่บริสุทธิ์บางทีก็มีธาตุหรือสารบางชนิดที่เป็นภัยแก่ต้นไม้เพราะฉะนั้นจึงต้องระวัง พวกสารเหล่านี้เป็นพิเศษ

ธาตุต่าง ๆ ที่ต้นไม้หรือพืชต้องการมีดังต่อไปนี้

ไฮโดรเจน: ต้นไม้ได้ไฮโดรเจนจากน้ำและจากสารประกอบอื่น ๆ ต้นไม้ต้องการน้ำเป็นจำนวนมาก ลำต้นไม้เปรียบเหมือนท่อน้ำจากรากมายังกิ่งก้านและใบอาหารต่าง ๆ ของพืชจะละลายปนมาในน้ำ

ออกซิเจน ส่วนประกอบสำคัญของพืช คือ ออกซิเจน พืชได้ออกซิเจนมาจากน้ำ, จากคาร์บอนไดออกไซด์, จากออกไซด์ของธาตุบางชนิด และจากสารประกอบอื่น ๆ ต้นพืชมีออกซิเจนอยู่ประมาณ 50 %

คาร์บอน: คาร์บอนในพืชมาจาก CO_2 ซึ่งพืชดูดมาจากอากาศโดย Chlorophyll

ต้นไม้มิได้ดูดธาตุสามชนิดนี้จากตัวน้ำยาที่เราปรุงขึ้น ต้นไม้ต้องการธาตุต่าง ๆ ที่ออกมาจากน้ำยาหลายธาตุด้วยกัน แต่มักน้อยต่าง ๆ กัน แบ่งออกได้เป็นสามพวก

1. ธาตุที่สำคัญที่สุด มี nitrogen, phosphorus, potassium
2. ธาตุที่สำคัญรองลงมา มี calcium, magnesium, sulphur

๘. ธาตุที่พืชต้องการเพียงเล็กน้อยแต่จำเป็น ต้องมีอยู่ใน น้ำยา
มี iron, manganese, boron, zinc และ copper

ต่อไปนี้จะกล่าวเฉพาะธาตุที่สำคัญ คือ พวกแรก

Nitrogen: ต้นไม้ดูด nitrogen มาจากดินละลายปนมากับน้ำ
อยู่ในสาร nitrate การปลูกพืชในปัจจุบันนี้จึงต้องการปุ๋ยที่มี nitrogen
เพื่อจะไปช่วยให้ดินดีขึ้น ต้นไม้ต้องการ nitrogen เอาไปทำพวก
protein และสารซึ่งคล้ายคลึงกับ protein สารพวกนี้อยู่ใน cell ต่าง ๆ
เป็นจิตใจของสิ่งที่มีชีวิตทั้งหลายที่เรียกว่า protoplasm ถ้าพืชได้ธาตุ
nitrogen พอเพียง พืชนั้นจะเจริญงามใบมีสีเขียวสด ถ้าพืชขาด
nitrogen ใบใบจะมีสีเหลือง nitrogen มากเกินไปทำให้พืชมีใบตกแต่
มักจะมีดอกและผลช้า

ในอากาศมี nitrogen อยู่ประมาณ 80% แต่ nitrogen ซึ่ง
เป็น gas นี้ ต้นไม้ไม่สามารถจะเอาไปใช้ได้ ธาตุ nitrogen ต้องรวม
กับธาตุอื่นเป็นสารประกอบเสียก่อน ต้นไม้ดูด nitrogen ซึ่งรวมอยู่ใน
สารประกอบ nitrate ได้ดีที่สุด และดูดสารประกอบ ammonium
ได้บ้าง

Phosphorus: phosphorus เป็นธาตุที่จำเป็นแก่พืชไม่แพ้
nitrogen แต่ถ้าขาด phosphorus ไป ต้นไม้จะไม่แสดงอาการออกมา
มากอย่าง nitrogen; phosphorus ทำให้รากเจริญเติบโตและแข็งแรง
นอกจากนี้ยังทำให้พืชออกดอกออกผลเร็ว ถ้าขาด phosphorus เซลล์

ของพืชจะแบ่งตัวออกช้า ทำให้การเติบโตชะงัก phosphorus ก็เป็นธาตุที่สำคัญในการสร้าง protein เหมือนกัน ต้นไม้ดูดธาตุ phosphorus จากดินซึ่งอยู่ในสารประกอบ phosphate

Potassium: potassium สำคัญในการ photosynthesis ช่วยทำน้ำตาลและแป้ง และช่วยในการถ่ายเทแป้งที่ทำขึ้นจากส่วนหนึ่งของต้นไม้ไปยังอีกส่วนหนึ่ง ถ้าต้นไม้ขาด potassium งานเหล่านี้จะหยุดชะงักหมด นอกจากนั้นแล้วยังทำให้เป็นโรคได้ง่าย

Acidity หรือความเป็นกรดต่างในน้ำยา เป็นสิ่งสำคัญต่อการปลูกพืช ถ้าเป็นกรดเกินไปต้นไม้จะไม่ขึ้น ดินที่เป็นกรดมักจะเป็นดินเปรี้ยว พืชต่างชนิดกันจะชอบความเป็นกรดต่างในดินต่าง ๆ กัน พืชโดยมากมักจะขึ้นดีที่สุดใน pH 5 ถึง 6 ซึ่งเป็นกรดเล็กน้อย บางชนิดต้องการที่เป็นกลางหรือค่อนข้างเป็นด่าง นอกจากนั้น pH ยังควบคุมการละลายของเคมีภัณฑ์ในน้ำยา pH หรือความเป็นกรดต่างผิดไปเล็กน้อย การละลายของสารบางชนิดจะผิดไปมาก

ตามที่ได้อธิบายมาแล้วว่าต้นไม้ต้องการธาตุต่าง ๆ ธาตุเหล่านั้นอาจจะอยู่ในสารอะไรก็ได้ ถ้าสารนั้นละลายในน้ำ และไม่มีธาตุอื่นที่เป็นพิษละลายปนมาด้วย โดยมากมักจะอยู่เป็นเกลือ จำนวนของเคมีภัณฑ์ที่ใส่ไปในน้ำแม้ว่าเป็นธาตุชนิดเดียวกัน ก็ยังใส่ไม่เท่ากันเสมอไปแล้วแต่พืชและสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ น้ำยาที่ใช้แบ่งออกได้เป็นสองพวก พวกที่หนึ่งสำหรับปลูกพืชไม่ลำแข็งเช่นกุหลาบ อีกพวกหนึ่งสำหรับปลูกพืชลำอ่อนเช่นมะเขือเทศ สิ่งสำคัญที่ต้องทำให้เปลี่ยนส่วนผสมของเคมี-

กัน คือ วันสั้นวันยาว, แดกจ๋าหรือมืดครึ้ม พืชชนิดเดียวกันปลูกคนละฤดูก็ควรใช้ส่วนผสมผิกัน ในหน้าหนาววันสั้นและแดกมืดครึ้มอยู่เสมอ ทำให้ต้นไม้เติบโตช้ากว่าในหน้าร้อน ซึ่งมีกลางวันยาวและแดกจ๋า สิ่งทีกล่าวมานี้ในประเทศอื่นไม่สู้สำคัญนัก แต่ในประเทศหนาวสำคัญมาก เช่น New York หน้าร้อนมีกลางวันยาวกว่าหน้าหนาวถึงแปดชั่วโมง

ส่วนผสมของเคมีภัณฑ์ที่ใส่ในน้ำยานั้นแตกต่างกันแล้วแต่ผู้เริ่มคิดขึ้น ตัวอย่างเช่นของ ดร. John Arthur ซึ่งทำใน Boyce Thomson Institute

$\text{Ca (NO}_3)_2$	0.085 %
KH_2PO_4	0.245 %
Mg SO_4	0.180 %

สารเหล่านี้ เมื่อใส่ไปแล้วต้องคอยตรวจวิเคราะห์ดูว่ายัง คงเหลืออีกเท่าใด เพื่อจะได้เติมลงไปให้ครบจำนวน การตรวจควรจะต้องตรวจอาทิตย์ละครั้งเป็นอย่างน้อย น้ำยาที่ใช้ธรรมดาอยู่ได้หลายเดือนโดยไม่ต้องเปลี่ยน แต่บางคนเปลี่ยนอยู่เสมอ ซึ่งความจริงเป็นการหมดเปลืองโดยใช่เหตุเพราะในน้ำที่เปลี่ยนทั้งนั้น ยังมีสารซึ่งเป็นประโยชน์ต่อพืชอีกมาก ถ้านำยาขาดอาหารบางชนิดไป เราจะสังเกตได้จากต้นพืชโดยเฉพาะที่ใบ ถ้าจะตรวจให้ละเอียดไปอีก เราอาจวิเคราะห์ใบดูก็ได้จากการวิเคราะห์และสังเกตทั่ว ๆ ไปนี้ เราก็คงจะรู้ได้ว่า ต้นไม้นั้น ๆ ควรมีสารชนิดไหนเท่าใดในน้ำยาที่ใช้

น่ายาที่ใช้ นอกจากจะกะคว่ำควรว ใส่อะไรเท่าใดแล้ว สมดุลย์
 ระหว่างธาตุบางธาตุยังเป็นของสำคัญอีก เช่น สมดุลย์ระหว่าง nitrogen
 กับ potassium ในกุหลาบหน้าร้อนจะต้องการ nitrogen 450 ppm.
 และ potassium 170 ppm. แต่หน้าหนาวต้องการ nitrogen เพียง
 100 ppm. และ potassium 800 ppm. ต้นกุหลาบที่ปลูกในถ้า nitrogen
 กับ potassium ไม่อยู่ในสมดุลย์ คือมี potassium มากเกินไปหรือมี
 nitrogen น้อยเกินไป ใบกุหลาบจะเปราะ ถ้าปล่อยปละละเลยเสีย
 ใบจะเปราะมากจนพอถูกก็จะหักออกทันที



เรื่องน่ารู้ - รากินจุ

รุ่งตะวัน บุณนาค

สิ่งที่มีชีวิตบนพื้นโลกนี้มีต่าง ๆ กันอยู่ประมาณ 2 พันล้านชนิด เป็นพวกฟังกัสน์ (Fungus) เสียประมาณ 8 พันถึง 1 แสน species ฟังกัสน์นี้มีขนาดเล็กจนยากที่จะสังเกตเห็น เพราะเหตุนี้ฟังกัสน์จึงเปลี่ยนแปลงกล้อยตามสิ่งแวดล้อมได้ดีกว่ามนุษย์หรือสัตว์ชั้นสูง

ฟังกัสน์เป็นต้นเหตุสำคัญนี้ทำให้เกิดโรคแก่ต้นไม้ นอกจากนั้นยังทำให้พืชพันธุ์ทุกชนิดที่เก็บเอาไว้เสียไป ผลผลิตทางหัตถกรรมหลายชนิดที่ถูกฟังกัสน์คุกคาม ฟังกัสน์ทำให้ไม้ ผัก เครื่องนุ่งห่ม ฉนวนไฟฟ้า (electrical insulation) หนัง อาหารทุกชนิดและพลาสติกหลายอย่าง ผุพังทำลายไป อาจกัด (corrode) เลนส์ของพวกกล้องสองตา (binocular) กล้องโทรทัศน์ กล้องจุลทรรศน์ได้ สารที่ฟังกัสน์ไม่คุกคาม นั้นก็คือพวกโลหะทั้งหลาย

ฟังกัสน์ทุกชนิดนั้นมิใช่ว่าจะเป็นสิ่งที่มีอันตรายเสมอไป มีฟังกัสน์อยู่หลายชนิดที่ทำประโยชน์ให้เรา ฟังกัสน์บางชนิดเราปลูกขึ้นเป็นอุตสาหกรรมเพื่อจะใช้ทำยา ทำกรดอินทรีย์ เอนไซม์และใช้เป็นอาหารเสริมสำหรับสัตว์ นอกจากนั้นยังใช้ในการทำเนยบางชนิด ซอสถั่ว เช่น ซีอิ้ว (soy sauce) และอาหารอื่น ๆ อีก

ฟังกัสน์ส่วนมากเป็นพวกทำลายล้างสิ่งสกปรกให้หมดไป มันเจริญเติบโตขึ้นบนซากของต้นไม้และสัตว์ แล้วเปลี่ยนให้เป็นดินที่อุดมสมบูรณ์

เป็นความจริงที่พิสูจน์ได้ว่าถ้าปราศจากมัน ไม่เขียวเสียแล้วจะไม่มีพืชอยู่
ไต่บนพื้นพิภพนี้ เพราะว่ามันไม่เขียวนั้นสามารถใช้กำลังงานจาก
ดวงอาทิตย์มาผลิตผลต่าง ๆ ขึ้น ซึ่งชีวิตต่าง ๆ จะต้องอาศัยใช้ผลิตผล
เหล่านี้ แต่ก็ เป็นความจริงเท่า ๆ กันที่ว่า ถ้าปราศจากฟังกัสเสียแล้ว
บรรดาต้นไม้เขียวทั้งหลายส่วนมากก็จะดำรงชีวิตอยู่ได้โดยยาก เพราะ
ต้นไม้เขียวทั้งหลายนั้นจะต้องอาศัยผลิตผลของฟังกัสที่ฝังอยู่ในดิน

สมมติว่าเราวางใบไม้ที่มีรา (leaf mold) หรือดินก้อนหนึ่งไว้ใน
จานที่มีน้ำหรือใส่ไว้ใน plate ใส่น้ำ หรือเยลาตินภายใน 12—14 ชั่วโมง
mycelium ซึ่งเป็นส่วนที่ฟังกัสใช้ดูดอาหารนั้นจะเจริญงอกงามออกมา
ไมซีเลียมนี้เกิดออกมาจากไมซีเลียมหรือ spore ที่อยู่ในใบไม้ที่เป็นรา
หรือในก้อนดินนั่นเอง ไมซีเลียมจะงอกออกมาเป็นเซลล์ยาวหลายเซลล์
และทุกแขนงจะมีแขนงใหม่แยกออกจากกลางแขนง และจะเป็นเช่นนั้น
เป็นทอด ๆ ไป ถ้าหากว่ามีอาหารเพียงพอ ไม่มีฟังกัสหรือแบคทีเรียอื่นใด
มาขัดแย้งแข่งขันแล้ว ฟังกัสนั้นจะเจริญเติบโตไปอย่างรวดเร็วจนปกคลุม
พื้นที่ของ culture dish ซึ่งกว้าง 8 นิ้ว ได้ภายใน 2 หรือ 3 วัน

น้ำหนักของไมซีเลียมนี้อาจไม่สำคัญ แต่ความยาวของเซลล์ที่เกิด
ขึ้นนั้นเป็นสิ่งที่น่าพิศวง ฟังกัสที่เจริญเติบโตไปด้วยความเร็วปานกลาง
นั้นคิดแล้วประมาณ $1/8000$ ของ 1 นิ้ว ต่อ 1 นาที เซลล์ที่งอกออกมา
จะยื่นแขนงออกไปอีก กิดเฉลี่ยแล้วทุก ๆ 30—40 นาที และทุกแขนง
ที่ยื่นออกไปนั้นก็จะส่งแขนงใหม่ออกไปอีกด้วยอัตราเดียวกัน

ภายใน 24 ชั่วโมง fungus colony นี้ จะมีไมซีเลียมยาวทั้งหมดมากกว่า $1/2$ ไมล์ และใน 48 ชั่วโมง จะมีความยาวของเซลล์ที่ต่าง ๆ กันไปยาวหลายร้อยไมล์

การเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วของไมซีเลียมนี้เอง ที่เป็นข้ออธิบายว่าทำไมฟังก์ชันบุกรุกคุกคามสารต่าง ๆ ได้รวดเร็วขึ้น ถ้าหากว่ามันอยู่ในสภาวะที่เหมาะสม สำหรับการเจริญเติบโตมันอาจเจริญไปทั่วก่อนขนมปังได้ภายในเวลาไม่กี่วัน มันอาจเจริญเติบโตได้อย่างรวดเร็วในครีม ถ้าเนยทำมาจากครีมที่ไม่สะอาดและเย็นตัวแล้วเนยนั้น 1 ปอนด์ก็อาจมีไมซีเลียมของราอยู่ยาวหลายไมล์ทีเดียว

ไมซีเลียมของเห็ดและของพวกฟังก์ชันที่ทำให้ไม่ผู้พงนั้นยักยาวออกไปเป็นระยะทางหลายฟุตหรือหลายหลาผ่านไปในดินหรือไม้ที่ผู้พงแล้ว สิ่งสำคัญยิ่งของชีวิตและการเจริญเติบโตนั้นผ่านไปตามเส้นใยอันแสนเล็กเหล่านั้ด้วยอัตราเร็วอันน่าพิศวง ถ้าเราจะพิจารณาให้ดีแล้วจะเห็นว่าแม่จะผ่านไปได้อย่างผิดเพียงใดก็ตาม protoplasm อันเข้มข้นก็ยังคงไหลเรื่อยผ่านไปตามเซลล์อันแคบยาว ซึ่งมีเส้นผ่าศูนย์กลางเล็ก และผิวของผนัง (wall surface) ใหญ่

เซลล์หนึ่ง ๆ ของไมซีเลียมนี้ก็เหมือนกับเซลล์ของสิ่งที่มีชีวิตทั้งหลายส่วนมาก คือว่ามันเป็นเสมือนโรงงานเคมีเล็ก ๆ ซึ่งความเร่งลับมหัศจรรย์ของชีวิตดำเนินไปอย่างรวดเร็ว โปรโตพลาซึม (คือสิ่งสำคัญยิ่งของชีวิต) นั้นอยู่ในเซลล์ตอนส่วนที่เจริญเติบโตของไมซีเลียม โปรโต-

พลาซิมั้นจะ ทำเอนไซม์ชนิดต่าง ๆ กันหลายชนิด นอกจากนั้นยังทำการค
อินทรีย์ต่าง ๆ

เอนไซม์ และกรดเหล่านี้ จะกระจายผ่านผนังอันบางเข้าไปในสาร
ที่มีฟังก์ชันอยู่ ถ้าหากฟังก์ชันนั้นขึ้นอยู่กับ ไม้อ่ เคมภัณฑ์ที่มีฤทธิ์ย่อย
เหล่านี้ก็จะซึมผ่านเข้าไปในไม้อ่และทำลายไม้อ่เปลี่ยนให้เป็นน้ำตาลอย่างง่าย
แล้ว จะผ่าน กลับเข้าไปในไม้อ่ซึ่งเสื่อมเป็น อาหาร ที่ให้ความเจริญเติบโต
บังเกิดเป็นฟังก์ชันจำนวนมากขึ้นอีก

ถ้าฟังก์ชันนั้นเจริญเติบโตขึ้นบนขนมปัง เอนไซม์และกรดต่าง ๆ
ก็จะทำเซลลูโลส แป้ง น้ำตาล โปรตีน ไขมัน และสิ่งประกอบอื่น ๆ
ของขนมปังให้เป็นสารประกอบอย่างง่าย สารประกอบเหล่านี้จะซึมเข้า
ไปในเซลล์ของฟังก์ชัน และให้อาหารและกำลังงานเพื่อเพิ่มพูนการเจริญ-
เติบโต

ข้อแตกต่างอันสำคัญระหว่างเครื่องย่อยของมนุษย์เรา และเครื่อง
ย่อยของฟังก์ชัน ก็คือว่าเครื่องย่อยของฟังก์ชันนี้ย่อยอาหารส่วนมากนอก
ร่างกาย แต่ถ้าว่าถึงหลักการแล้วการย่อยไม่ว่าจะเป็นของคณหรือรามัน
ก็ดำเนินไปเหมือนกันทั้งนั้น ทั้งมนุษย์และราต่างก็ใช้เอนไซม์ไปเปลี่ยน
สารเชิงซ้อน (complex material) ให้เป็นสารอย่างง่าย

ฟังก์ชันธรรมดากว่ ๆ ไปที่มีอยู่ทุกวันนี้จะปล่อยเอนไซม์สำหรับย่อย
ชนิดต่าง ๆ ออกมาเป็นจำนวนมาก เอนไซม์เหล่านี้เองที่ทำให้ฟังก์ชัน
มีชีวิตอยู่ได้และย่อยสารได้มากมายหลายชนิด เราเรียกสัตว์บางชนิดว่า

เป็น omnivorous ก็เพราะว่ามันเสพทั้งเนื้อสัตว์และผักเป็นอาหาร แต่เมื่อเปรียบเทียบกับบางชนิดแล้ว สัตว์ก็ยังนับว่าเลือกกินอาหารกว่า

Penicillium (ซึ่งเป็นเชื้อราชนิดที่ใช้ทำยาเพนนิซิลลิน) นั้นก็อาจมีชีวิตอยู่ได้บนซากของต้นไม้ต่าง ๆ ชนิดกันหลายพันชนิด บนผ้า บนหนัง บนกระดาษ ไม้ เปลือกไม้คอร์ก มูลสัตว์ ซากสัตว์ หมักน้ำเชื่อม เมล็ดพืชทุกชนิด ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากข้าวต่างๆ (manufactured cereal products) หีบที่บรรจุของพวกนี้มารวมทั้งขผึ้งและหมักที่เขย็ญอยู่บนหีบด้านนอกด้วย ผักและผลไม้ที่เก็บเอาไว้ ดิน กาว สีทาบ้าน ยาน้ำ ผงและขนสัตว์ทุกชนิด ขุในหูของเรา และผลิตภัณฑ์อื่น ๆ อีกหลายแสนชนิด

ไม่ว่าทุกสิ่งทุกอย่างที่กล่าวมาแล้วนั้นจะให้อาหารที่ดีแก่เพนนิซิลเลียม แต่ว่าสิ่งเหล่านี้เป็นสิ่งที่เพนนิซิลเลียมจะอาศัยมีชีวิตอยู่ได้ และแผ่ขยายพืชพันธุ์ไปทั้งในสิ่งเหล่านี้ และบนสิ่งเหล่านี้ได้อย่างสม่ำเสมอ จนเราคิดว่ามันเป็นสิ่งธรรมดาสามัญ เพนนิซิลเลียมเป็นอินทรีย์ที่ประสบความสำเร็จ คือสามารถมีชีวิตอยู่ได้ในโลกนี้โดยไม่ต้องอาศัยความช่วยเหลือ^๕ เกอกุลของผู้ใด

ฟังก์ส์ไม่มีการควบคุมอากาศเหมือนทั้งมนุษย์และสัตว์ชั้นสูงส่วนมาก แต่กระนั้นฟังก์ส์ก็ยังสามารถจัดตัวเองให้เปลี่ยนแปลงไปได้ดีกว่าบรรดาสัตว์มีชีวิตอื่น

โดยทั่วไปแล้ว ฟังก์ชันส่วนมากเจริญได้ดีที่สุดที่อุณหภูมิระหว่าง 70—90° ฟ แต่ที่อุณหภูมิต่ำกว่าจุดเยือกแข็ง ฟังก์ชันส่วนมากสามารถจะเจริญเติบโตได้ ไม่ใช่เพียงแต่มีชีวิตอยู่อย่างเดียวเท่านั้น แต่วามันเจริญเติบโตได้จริง ๆ และแผ่ขยายไมซีเลียมและสปอร์ออกไปด้วย เนื้อและอาหารอื่น ๆ ที่เก็บไว้ในห้องเย็นนั้นจะต้องเก็บไว้ในที่อุณหภูมิต่ำกว่าจุดแข็ง (20° F) ทั้งนี้เพื่อป้องกันไม่ให้มีราขึ้นอาหารที่เก็บไว้ในตู้เย็นธรรมดาตามบ้านเรือนนั้นจะมีราขึ้นอย่างรวดเร็ว เนื้อที่เก็บไว้ในห้องสำหรับเก็บเนื้อผ่านนั้น ภายใน ๒ สัปดาห์จะมีฟังก์ชันอยู่เต็ม ราชนิดนี้คงชอบความอ่อนนุ่มและกลิ่นของเนื้อนั้น

บนพื้นดินที่เป็นน้ำแข็งระหว่างฤดูหนาวนั้น ฟังก์ชันก็เจริญเติบโตได้ และยังทำให้หัวของดอกไม้ผุพังไปด้วย ไม่แต่เท่านั้นมันยังทำลายต้นหญ้า และผักถั่ว ทำลายสนามกอล์ฟอันเขียวชอุ่ม ในยามที่มีหิมะปกคลุมอีกด้วย มีฟังก์ชันเพียงไม่กี่ชนิดที่พยายามฝักตัวเองเพื่อให้มีชีวิตอยู่ได้ในอุณหภูมิต่ำจนกระทั่งมันไม่สามารถที่จะเจริญออกมาได้ดีที่อุณหภูมิสูงกว่าจุดเยือกแข็ง

ฟังก์ชันบางชนิดจะเจริญเติบโตได้เมื่อได้จุ่มอยู่ในน้ำเท่านั้น มันมักขึ้นอยู่ใกล้ ๆ ลำธาร ทะเลสาบ สระและดินชื้น ๆ

ในอีกด้านหนึ่งฟังก์ชันส่วนมากบางชนิดเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วในเมล็ดพืช แปะ ไม้ หนั และในผลิตภัณฑ์อื่น ๆ อีกมาก ที่มีน้ำตั้งแต่ 12—15% เขตจำกัดของพวกฟังก์ชันที่มีความทนต่อความแห้งแล้ง

(drought-resistant) นั่นคือจำนวนน้ำที่มีอยู่ซึ่งมีเท่าเทียมกับความชื้นสัมพัทธ์ (relative humidity) ในอากาศตั้งแต่ 70—75% หมายความว่าเมื่อความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศเกินกว่า 70 % พืชก็สเห่ล่านโดยเฉพาะก็จะเริ่มต้นเจริญเติบโตและเป็นสาเหตุให้เกิดการสลายของสิ่งสเห่ล่าน

ระหว่าง Tropic of Capricorn กับ Tropic of Cancer นั้นความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศสูงกว่า 70% ตลอดเวลา ส่วนมากในปีหนึ่งครั้งหนึ่ง ๆ นั้นอาจสูงกว่า 75 หรือ 80% เป็นเวลาหลายวันหรือหลายสัปดาห์ทีเดียว ในเขตที่อบอุ่นและมีความชื้นเช่นที่ Gulf Coast ของสหรัฐ พืชก็สเห่ล่านนับเป็นส่วนสำคัญส่วนหนึ่งในชีวิตที่ดำเนินไปทุกวัน ๆ มันทำให้รองเท้า เครื่องมือ เครื่องใช้ อาหารและสินค้าที่เก็บเอาไว้ผู้พ้่งเสียหายไปเป็นจำนวนมากน่ากลัวทีเดียว

จุดสำคัญอยู่ที่ว่า ไม่ว่าที่ใดและเมื่อไรที่ความชื้นสัมพัทธ์เกินกว่า 70 % เรื่อย ๆ ไปแล้วเราจะเกินขึ้นช้า ๆ และถ้าความชื้นสัมพัทธ์เกินกว่า 75 % ขึ้นไปเราจะเกิดข้ณภายใน 1 สัปดาห์หรือ 2 สัปดาห์

ในขณะที่พืชบางชนิดสามารถมีชีวิตอยู่ได้บนอาหารนานาชนิดนั้น ก็ยังมีพืชชนิดอื่น ๆ อีกที่จะเจริญงอกงามขึ้นได้ โดยเฉพาะกระเปาะเกษร (pollen grain) ชนิดหนึ่ง บนผมหรือขนนก ในป่าที่มีต้นไม้ชนิดใดชนิดหนึ่งโดยเฉพาะ บนใบไม้ของต้นไม้ซาวสาลีหรือซาวจ้าว ในร่างกายของแมลงชนิดใดชนิดหนึ่ง บนรากฝอยสำหรับตุ่อาหารของต้นไม้ชนิดหนึ่ง หรือต้นไม้ป่า หรือในสิ่งแวลลุ่มอื่น ๆ โดยเฉพาะ

ตัวฟังก์ชันเองนั้นก็ใช้ทดลองใช้วิธีต่าง ๆ เพื่อหาอาหาร บางชนิดก็มีความเชี่ยวชาญอย่าง ประเสริฐ เป็น พิเศษ จน ทำให้มนุษย์พิศวงว่าฟังก์ชันเหล่านั้นจะเรียบเรียงตัวที่จะดำเนินชีวิตไปได้อย่างไร ฟังก์ชันบางชนิดก็กินหรือทำลายสารต่าง ๆ ได้มากมายหลายชนิดจนมนุษย์พิศวงอีกว่าโลกเรานี้จะหลีกหนีไม่ให้อำนาจมันจนกลายเป็น colony มหิมาของราไปได้นานอีกสักเท่าใด



การขยายพันธุ์กล้วยไม้วิธีใหม่

ดร. ดาวร วัชรราชย์*

การขยายพันธุ์กล้วยไม้ที่ใช้กันส่วนมากเป็นวิธีแยกหน่อหรือเพาะเมล็ด วิธีหลังได้ปริมาณมากแต่ไม่ได้ต้นที่มีลักษณะเหมือนเดิม สำหรับวิธีแยกหน่อจะได้ต้นใหม่ที่มี genotype เหมือนเดิมทุกประการแต่จำนวนของต้นที่ได้ได้น้อยมาก โดยเฉพาะต้นที่มีลักษณะดีเด่นเป็นพิเศษยังไม่สามารถแยกให้ได้ปริมาณเท่าที่ต้องการ

จากการค้นคว้าของ Morel (1960) พบวิธีเลี้ยงเนื้อเยื่อของยอดอ่อน (shoot apex) ของกล้วยไม้สกุล *Cymbidium* เพื่อประสงค์จะแยกต้นที่ปราศจากเชื้อไวรัสออกจากต้นเดิมซึ่งเป็นโรคออกมาเลี้ยงได้ ต่อมา Morel (1963, 1964) ได้ทดลองเลี้ยงเนื้อเยื่อของกล้วยไม้สกุลอื่นอีกเช่นสกุล *Cattleya* และ *Miltonia* พบว่าเนื้อเยื่อที่แยกออกมาสามารถเจริญเป็นต้นเล็ก ๆ ได้หลายต้นและต้นที่เกิดขึ้นใหม่ในระยะแรกมีลักษณะคล้าย ๆ ต้นอ่อนที่งอกจากเมล็ด ยิ่งกว่านั้น Wimber (1968) และ Morel (1963, 1964) ยังพบว่าเนื้อเยื่อที่เจริญขึ้นมาได้เลี้ยงในอาหารเหลวและเขย่าอยู่เสมอจะไม่เจริญเป็นต้นและสามารถจะผ่าเนื้อเยื่อออกเป็นหลายชั้น แต่ละชั้นนำมาเลี้ยงก็เจริญใหม่ได้อีก

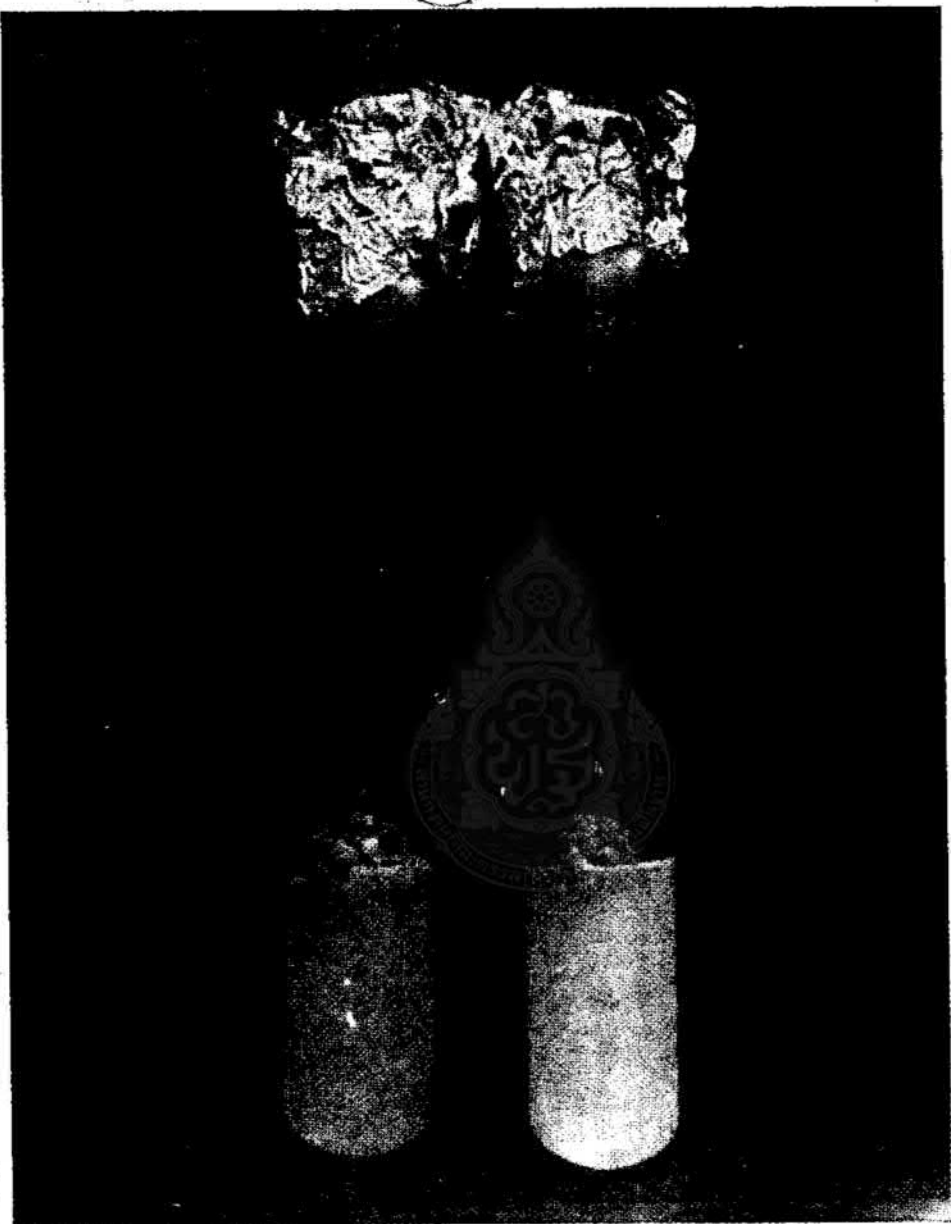
* ดร. ดาวร วัชรราชย์ รัชมังคลาภิเษกในตำแหน่งผู้ช่วยศาสตราจารย์อยู่ที่แผนกวิชาพฤกษศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การทดลองที่ได้กล่าวมาแล้วนั้นนับว่าเป็นความสำเร็จอันหนึ่งที่ช่วยให้การเพิ่มปริมาณของกล้วยไม้ได้เร็วขึ้นด้วยการแยกเอาเนื้อเยื่อของยอดอ่อนที่กำลังเจริญอย่างรวดเร็วมาเลี้ยงบนวุ้นอาหาร จึงทำให้คิดต่อไปว่าถ้าสามารถนำเอาเนื้อเยื่อที่กำลังพักมาเลี้ยงในที่ที่มีอาหารและสารเคมีบางชนิดกระตุ้นให้เนื้อเยื่อเริ่มเจริญใหม่อีกเป็นผลสำเร็จก็จะมีประโยชน์ไม่น้อย

การทดลองนี้ได้ใช้เนื้อเยื่อที่ตัดออกจากตาของลำหลังซึ่งปกติจะไม่เจริญอีกจนกว่าตาของลำหน้าจะถูกทำลายไป ปกติแล้วตาของลำหลังที่มีอายุหลาย ๆ ปีจะงอกตามธรรมชาติได้เมื่อแยกออกจากลำหน้า แต่ต้นที่ได้ขนาดเล็กลงมากกว่าจะออกดอกได้ก็ต้องใช้เวลาหลายปีอยู่แล้ว ฉะนั้นการใช้ตาของลำหลังมาเลี้ยงจะไม่กระทบกระเทือนต่อการเจริญและการออกดอกของต้นเดิมแต่ประการใด เพียงแต่จะแยกลำหลังออกมาแล้วตัดเอาเนื้อเยื่อของตาเลี้ยงเพื่อให้โตขึ้นใหม่เป็นจำนวนมากภายในระยะเวลาอันสั้นแทนที่จะได้เพียงต้นเดียวจากการแยกลำหลังด้วยวิธีธรรมดา

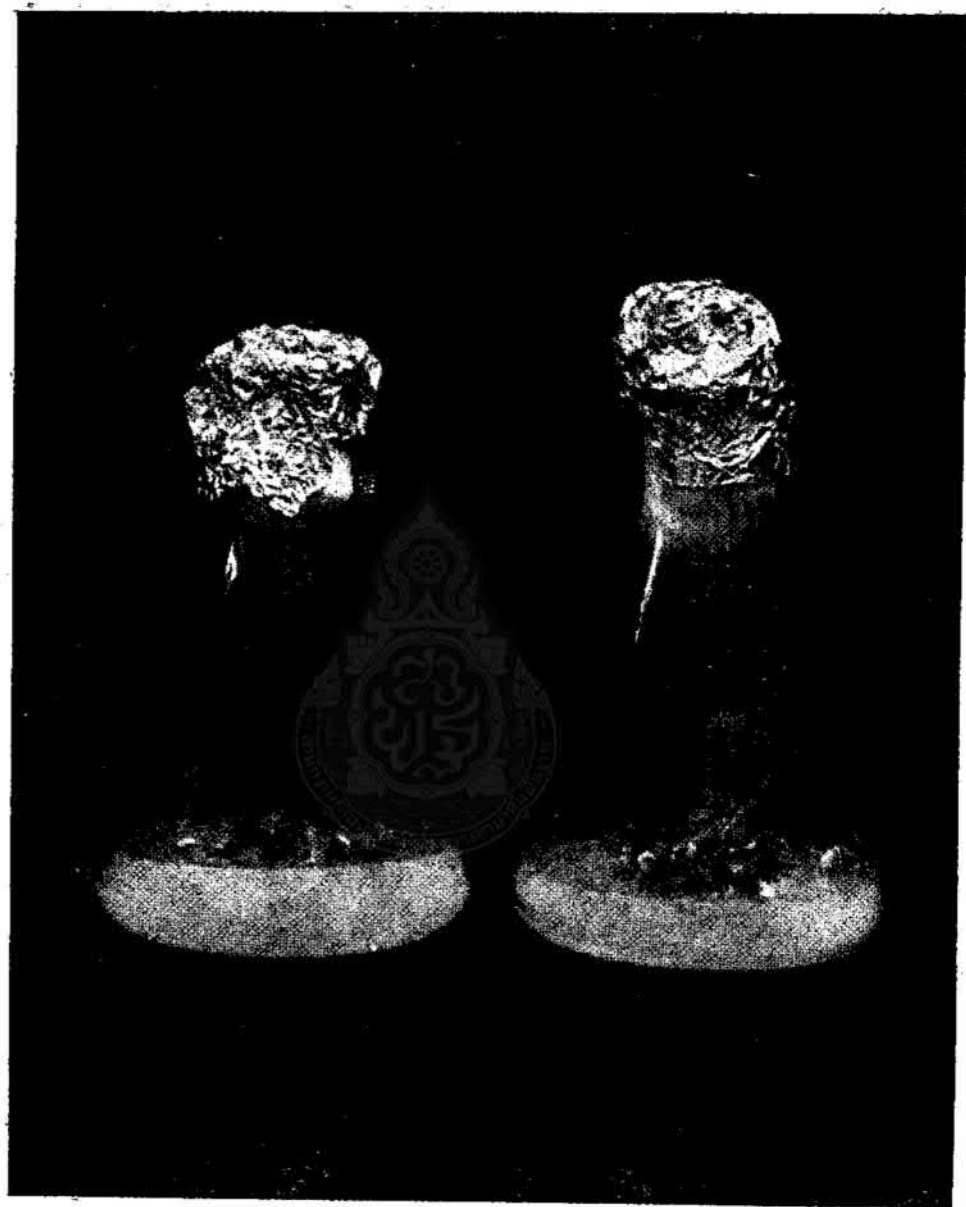
อุปกรณ์และวิธีการ

แยกเอาลำหลังของแคตลียาที่มีตายังสดอยู่ออกจากต้นเดิม ตัดลูกกล้วยทั้งกิ่งเหลือไว้เพียงส่วนที่ติดกับ rhizome เพียง 2 หรือ 3 ซม. ล้าง rhizome ด้วยน้ำประปาให้สะอาดแล้วนำมาแช่ในน้ำยาฟอกสี Clorox ที่เติมน้ำให้เจือจางลง 10 เท่า ประมาณ 15 ถึง 30 นาที จากนั้นนำมายาแช่ Clorox 1 : 20 พอเปียกทั่วแล้วเอามาวางบนมือซ้ายที่หุ้มด้วย



รูปที่ 1

เนื้อเยื่อของหวาย (Dendrobium) อายุ 8 เดือน



รูปที่ 2

เนื้อเชื้อของ แกกเคียว อายุ 9 เดือน

เจริญเป็นต้นเกาะกลุ่มกันอยู่แต่ยังไม่มีการจริง เมื่อต้นอ่อนมีอายุราว 6 เดือนนับแต่วันที่ตัดเอาเนื้อเยื่อออกมาเลี้ยงจึงเริ่มงอกราก ในขณะที่แต่ละต้นจะมีสองหรือสามใบ และจะย้ายออกมาปลูกในเรือนต้นไม่ได้เมื่อมีอายุ 8 ถึง 10 เดือน

วิจารณ์ผลการทดลอง

ตาของแคตเลยาล้าหลังสามารถเจริญเป็นต้นได้เมื่อนำมาเลี้ยงในอาหาร การเจริญระยะแรกช้ามากเนื่องจากเนื้อเยื่อที่นำมาเลี้ยงมิได้อยู่ในระยะที่กำลังเจริญ ระยะหลังจากสองเดือนจึงมีการเจริญอย่างรวดเร็วแต่แทนที่จะเจริญขึ้นมาในรูปของ protocorm ดังที่ Morel (1964) อธิบายไว้ กลับเจริญเป็นเนื้อเยื่อก้อนใหญ่และมีรากขนเกือบรอบตัว แล้วยอดโผล่ขึ้นมาหลายพร้อม ๆ กันคล้ายกับ protocorm หลาย ๆ อัน ที่มีโคนร่วมกัน จำนวนต้นได้จากการเลี้ยงเนื้อเยื่อนี้มีตั้งแต่ 5 ถึง 20 ต้น แทนที่จะเป็น 1 ถึง 3 ต้นถ้าเลี้ยงจากยอดอ่อน (Morel, 1964) ความแตกต่างเช่นนี้อาจเป็นการแตกต่างระหว่างเนื้อเยื่อที่นำมาเลี้ยงหรืออาจเป็นความแตกต่างระหว่างองค์ประกอบของอาหารก็ได้เพราะ Morel ใช้สูตร Knudson C แต่การทดลองนี้ใช้สูตรซึ่งดัดแปลงไปจากสูตรเดิมโดยการเติมน้ำมะพร้าว 2, 4—D และสารอื่น ๆ ลงไปด้วย โดยเฉพาะน้ำมะพร้าวซึ่งเป็นตัวเร่งให้เนื้อเยื่อมีการเจริญที่เร็วมากขึ้น การทดลองนี้มีได้ทดลองผามากกว่าหนึ่งครั้งแต่จากการคาดคะเนของ Morel (1964) ว่าถ้าผาเนื้อเยื่อที่เลี้ยงแต่ละชิ้นในวันอาหารนี้ออกเป็นสีขึ้นทุก ๆ เดือนภายในหนึ่งปีจะได้ต้นกล้วยไม้ใหม่ถึง 4 ล้านต้น และยัง

กว่านั้นจากการทดลองนี้กล้วยไม้กอสสุดท้ายในวันอาหารจะมีกอลละ 5 ถึง 20 ต้น แทนที่จะเป็น 1 ถึง 3 ต้น ฉะนั้นก็ควรจะได้จำนวนต้นมากกว่าที่ Mroel กล่าวไว้มาก แต่ Wimber (1968) ทดลองผ่านเนื้อเยื่อของ *Cymbidium* แล้วปรากฏว่าหลังจากการผ่า 5 ครั้งหรือกว่านั้นและจะได้ต้นกล้วยไม้ที่มีใบชิดและเจริญไม่ดีเท่าครั้งแรก ๆ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะส่วนประกอบของวันอาหารยังขาดสารบางอย่างที่สำคัญไปก็ได้ เมื่อเนื้อเยื่อใช้สารเหล่านั้นหมดไปแล้วก็เริ่มแสดงอาการขาดอาหารให้เห็น หรืออาจจะเกิดจากแฟกเตอร์อื่นอีกก็ได้ แต่ถ้าเมื่อไรสามารถแก้ไขให้การเจริญของเนื้อเยื่อในระยะนี้เจริญได้สมบูรณ์ดีก็จะขยายพันธุ์กล้วยไม้ด้วยวิธีนี้ได้ไม่รู้จัก

ประโยชน์ของการขยายพันธุ์วิธีใหม่

การขยายพันธุ์กล้วยไม้วิธีใหม่นี้ สามารถจะขยายพันธุ์ที่มีลักษณะคงที่ได้อย่างรวดเร็วเหมาะสมสำหรับใช้ในการทดลอง อย่างอื่นได้อย่างดี เพราะกล้วยไม้ทุกต้นที่ได้จากการขยายพันธุ์แบบนี้ทุกต้นมี genotype เหมือนกันทุกประการ เหมาะแก่การทดลองทาง physiology เช่น การทดลองเกี่ยวกับอาหาร สิ่งกระตุ้นการเจริญ หรือการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อม และยังกว่านั้นยังช่วยให้การศึกษาเกี่ยวกับ mutation ของกล้วยไม้ได้ง่ายกว่าเดิมมาก

ส่วนในด้านการค้าก็ให้ประโยชน์มาก ทำให้สามารถขยายพันธุ์กล้วยไม้ที่มีลักษณะดีได้เร็วขึ้น เช่นผู้ที่ประสงค์จะปลูกกล้วยไม้เพื่อตัดดอกก็จะขยายพันธุ์จากต้นที่ออกดอกตามฤดูกาลที่เหมาะสม หรือพันธุ์ที่ผู้

ปลูกสามารถบังคับให้ออกดอกได้ในระยะเวลาที่ต้องการให้เพิ่ม ปริมาณ ได้อย่างรวดเร็ว ผู้ที่ปลูกเพื่อขยายพันธุ์จากต้นที่ได้รับรางวัลยอดเยี่ยม เพื่อจำหน่ายก็จะทำให้ลูกค้าพอใจได้ จากการขยายพันธุ์วิธีใหม่นี้เป็นผล สะท้อนทำให้นักเลี้ยงกล้วยไม้สมัครเล่นสามารถซื้อกล้วยไม้ที่มีมาตรฐาน สูงได้ด้วยราคาที่ย่อมเยากว่าเดิมมาก

เอกสารอ้างอิง

- Morel, G.M. 1960. Producing Virus-free Cymbidium. AOS. Bull. 29 : 495—497.
1963. La Culture in vitro du Méristime apical de certaines Orchidées C.R. Acad. Sc. 256 : 4955—4957.
1964. Tissue Culture--A New Means of Clonal Propagation of Orchids. AOS, Bull. 33 : 473—477.
- Wimber, D.E. 1963. Clonal Multiplication of Cymbidium through Tissue Culture of the Shoot Meristem. AOS. 32 : 105—107.

ขบวนการออกดอก

แปลและเรียบเรียงโดย อรดี อินทวงศ์

จาก "The Flowering Process" โดย Frank B. Salisbury

ใน Scientific American, Vol. 198, no. 4, April 1958

ณ ระยะหนึ่งของการเจริญเติบโตของไม้ดอกทุกชนิด ต้นจะหยุดชะงักการสร้างตาใบหันมาสร้างดอก กลไกในการเปลี่ยนแปลงนี้ ได้ศึกษาโดยทดลองกับต้นกระชับ (cocklebur)

อะไรเป็นเหตุให้ต้นไม้เปลี่ยนทันทีที่หันใจจากสร้างตาใบมาสร้างตา
ดอกแทน มีเหตุผลที่อย่างน้อยก็ 2 ประการที่จะเปิดเผยขบวนการอัน
เร้นลับของธรรมชาติอันนี้ ประการแรกทีเดียวปัญหานี้เข้าถึงหัวใจของ
จุดเริ่มต้นของการออกดอก ซึ่งเป็นสิ่งที่น่าสนใจที่สุด และเป็นปัญห
รากฐานในชีววิทยาแผนใหม่ ประการที่สองถ้าหากเราทราบถึงวิธีการที่
จะควบคุมการออกดอกได้ เราก็สามารถค้นคว้าหาวิธีที่จะปลูกพืชผลตาม
ความต้องการของเรา พืชอย่างสั้น ๆ ก็คือ เราสามารถจะปฏิบัติการ
กลไกกรรมเสียใหม่ได้

ได้มีการถกเถียงกันและทดลองอย่างมากมาย หนักไปในทางที่พยายาม
จะเข้าใจขบวนการออกดอก หลายปีมาแล้วได้มีการเรียบเรียงเรื่องราว
ขึ้นเป็นบทความชื่อ "The Control of Flowering" โดย Aubrey

W. Naylor ใน Scientific American เล่มประจำเดือนพฤษภาคม 1952 นับแต่นั้นมาก็มีเรื่องราวที่น่าสนใจเกิดขึ้นเรื่อย ๆ

ดังกล่าวนำมาแล้วแต่ต้นในบทความนี้ จึงจำเป็นต้องกล่าวทบทวนถึงพื้นฐานบางประการซึ่งได้ทราบกันอยู่ในสมัยของ Naylor การทดลองหลายอย่างได้แสดงว่า ต้นไม้เริ่มสร้างดอกก็ต่อเมื่อมันเจริญเติบโตถึงขีดหนึ่ง ซึ่งเป็นระยะ "ripeness to flower" เท่านั้น สิ่งแวดล้อมที่สำคัญที่เป็นสิ่งกระตุ้นหรือควบคุมการออกดอกได้แก่ อุณหภูมิ แสงและโดยเฉพาะคือความยาวของวัน พืชบางอย่างต้องการกลางวันยาวจึงจะเริ่มผลิดอก และบางอย่างต้องการกลางวันสั้น การเปลี่ยนแปลงซึ่งเป็นเหตุให้ปลายยอดเริ่มสร้างดอกแทนการสร้างใบนี้ ถูกควบคุมโดยสารบางอย่างซึ่งเกิดขึ้นที่ใบ และส่งไปยังปลายยอดที่กำลังเจริญ สารนี้ยังไม่ทราบว่าเป็นอะไร แต่มีหลักฐานยืนยันว่ามีสารอยู่แน่ และอันที่เชื่อได้มากที่สุดก็คือ พืชที่ไม่ออกดอก (เพราะขาดช่วงความมืดที่ต้องการ) สามารถที่จะมีดอกได้โดยการทาบกิ่งกับต้นที่กำลังออกดอก แสดงอย่างชัดแจ้งว่าจะต้องมีการถ่ายเทฮอร์โมนให้แก่นั่น

ภายหลังจากการค้นพบสิ่งนี้ ได้มีนักค้นคว้าจำนวนมากพยายามที่จะวิเคราะห์ขบวนการออกดอก โดยจำแนกมันออกเป็นชั้น ๆ ความพยายามนี้ได้ก้าวหน้าไปมาก และผู้แต่งใครที่จะบอกเล่าถึงการทดลองบางอันที่ได้พบมา

พืชที่นิยมนำมาทดลองกันมาก ในหมู่นักพฤกษศาสตร์วิทยาก็คือกระชับ (cocklebur) ซึ่งเป็นวัชพืชธรรมดา ๆ นี้เอง ที่ช่วยให้การศึกษา

เกี่ยวกับการออกดอกง่ายขึ้นเป็นอันมาก เป็นพืชที่ปลูกง่าย งามงามโตเร็ว จะเติบโตทั้งจนเหลือใบเดียวตามจุดประสงค์ที่จะศึกษา และยังมีปฏิกิริยาตอบสนองต่อสภาวะของแสงได้ไว พืชชนิดนี้จะออกดอกก็ต่อเมื่อ ช่วงกลางวันยาวกว่า $8\frac{1}{2}$ ชม. การทิ้งให้อยู่ในสภาพความมืดในช่วงระยะเพียง 1 คืนเท่านั้น สามารถจะกระตุ้นให้มันผลิออกได้ โดยมีกระจกของดอกเล็ก ๆ สีเขียวเกิดขึ้นที่จุดเจริญ

เป็นที่แน่ชัดแล้วว่า ระยะแรกของการออกดอกก็คือการสะสมอาหารให้พอเพียง Karl C. Hamner แห่งมหาวิทยาลัยชิคาโก ได้ค้นพบโดยการทดลองง่าย ๆ พืชนี้ยอมสร้างวัสดุขึ้นโดยการสังเคราะห์แสง โดยเหตุนี้มันจึงต้องการแสง ซึ่งแสงยังมีความเข้มเท่าใดก็ยิ่งดี Hamner ได้ทำให้กระชัษขาดอาหารโดยลดเวลารับแสงที่มันต้องการลงอย่างมากมาย ปลอ่ยให้มันได้รับแสงเพียงแวนเดียว 2 หรือ 3 ชม. ต่อครั้ง แล้วนำไปให้ได้รับกลางวันนานกว่า $8\frac{1}{2}$ ชม. ซึ่งเวลามืดเท่านี้สามารถทำให้ต้นธรรมชาติผลิออกได้ แต่ต้นนี้ไม่มีดอกเนื่องจากขาดอาหาร อย่างไรก็ตามการปลอ่ยให้ถูกแสงแดด 8 ชม. ก็เพียงพอที่จะทำให้มันกลับผลิออกได้ภายหลังที่ได้รับ ช่วงความมืดที่ต้องการ ต่อมา James Liverman และ James Bonner ที่ California Institute of Technology ได้แสดงว่าพืชขาดธาตุอาหารไปอย่างหนึ่ง เขาพบว่าเขาสามารถที่จะทำให้กระชัษที่ขาดแสงสามารถที่จะมีดอกได้โดยให้น้ำตาลแก่มัน

ดังนั้นขั้นแรกก็คือการสร้างวัสดุขึ้นในพืช และลำดับที่สองก็คือการผลิออกซึ่งจะเกิดขึ้นได้ก็เมื่อได้รับความมืด $8\frac{1}{2}$ ชม. มีขบวนการ

อะไรเกิดขึ้นในระหว่างนี้ และกระชับกำหนดรู้เวลา $8\frac{1}{2}$ ชม. ได้อย่างไร

นักค้นคว้าแห่ง U.S. Department of Agriculture Research Station ที่ Beltsville, Md., ได้รับความสำเร็จในการตอบปัญหาประการหนึ่งได้อย่างชัดเจน เป็นที่ทราบกันแล้วว่าช่วงเวลามีจะต้องต่อเนื่องกันตลอด หากว่ามีแสงมาขัดจังหวะเพียงแวบเดียว กระชับจะไม่ผลิตกนักค้นคว้าแห่ง Beltsville ได้ทดลองต่อไปโดยใช้แสงที่มีช่วงคลื่นต่างกัน (สีต่างกัน) เขาค้นพบว่าแสงสีแดงสุดปลายของ spectrum ไม่ทำให้การออกดอกหยุดชะงัก แต่ตรงกันข้ามมันกลับต้านผลจากแสงช่วงคลื่นที่หยุดชะงักการผลิตกได้ แสงสีแดงที่มีช่วงคลื่นสั้นหน่อยคือ สีส้มแดง มีผลในการป้องกันการผลิตกมากที่สุด แต่ถ้าเป็นภายหลังจากให้แสงสีส้มแดงแวบหนึ่ง และสีแดงซึ่งมีช่วงคลื่นยาวกว่าอีกแวบหนึ่งในช่วงความมืด ต้นกระชับสามารถผลิตกได้ กล่าวอีกนัยหนึ่งก็คือว่า แสงสีแดงคลื่นยาว (far-red) สามารถแก้ผลของแสงสีส้มแดงได้ พฤติกรรมของพืชขึ้นอยู่กับช่วงคลื่นของแสงที่มันได้รับ ถ้าได้รับแสงสีส้มแดงก็ไม่สามารถผลิตก แต่ถ้าเป็นสีแดงคลื่นยาวก็ผลิตกได้

กลุ่มนักค้นคว้าแห่ง Beltsville ได้ตั้งทฤษฎีต่อไป คือแสงที่สามารถทำให้เกิดผล ทางเคมีได้ ต้องเป็นแสงที่ถูกดูดได้โดย pigment (สารสี) ดังนั้น pigment จะต้องมีส่วนเกี่ยวข้องในปฏิกิริยาเคมีซึ่งนำไปสู่การออกดอกของพืช ที่ปรากฏชัดก็คือว่า pigment นี้ เมื่อได้ดูดแสงสีส้มแดงแล้ว จะเปลี่ยนไปเป็นรูปอื่นซึ่งมีปฏิกิริยาไวต่อแสงสีแดงคลื่นยาว และทำนองกลับกันก็เป็นได้ด้วย ในรูปของสารที่เกิดขึ้นจาก

การได้รับแสงสีส้ม-แดงจะต้องเป็นตัวที่หยุดชะงักการออกดอก โดยที่แสงแดกมีแสงสีส้มแดงมากกว่าแสงสีแดงคลิ่นยาว เมื่อพืชถูกนำจากแสงธรรมชาติไปสู่ความมืด pigment ส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปของตัวที่ทำให้เกิดการชะงัก นี่ก็หมายความว่า ความมืดมีหน้าที่อันหนึ่งในการเตรียมพืชให้ออกดอก คือปล่อยให้ pigment ค่อยๆเปลี่ยนแปลงไปอยู่ในรูปของตัวที่ไม่ทำให้เกิดการชะงักกัน

คำถามต่อไปก็คือว่า จะใช้เวลานานเท่าใดในการค่อย ๆ เปลี่ยนของ pigment ระยะเวลานี้จะเท่ากับช่วงเวลาน้อยที่สุดที่พืชต้องการหรือไม่ และเป็นนาฬิกาใช้หรือไม่ ที่บอกให้ต้นกระชับรู้ว่าเวลา 8½ ชม. สิ้นสุดแค่วัน กลุ่มนักค้นคว้าแห่ง Beltsville ได้ค้นคว้าต่อไปโดยปล่อยให้ต้นกระชับถูกแสงสีแดงคลิ่นยาวก่อนนำเอาเข้าไปสู่ความมืดจุดประสงค์ก็เพื่อจะเปลี่ยน pigment ทั้งหมดให้อยู่ในรูปไม่ทำให้เกิดการชะงักกัน เขาพบว่าการทดลองส่วนมากจะทำให้ช่วงเวลาที่ต้องการความมืดสั้นเข้าเพียง 2 ชม. เท่านั้น คือพืชยังต้องการเวลา 6½ ชม. ในความมืดเพื่อมีดอก ฉะนั้นการทดลองก็แสดงว่าการเปลี่ยนแปลงโดยสีเข้มของ pigment กินเวลาประมาณ 2 ชม. และการสรุปเช่นนี้ก็ได้รับการยืนยันจากหลักฐานอื่นๆ อีกด้วย

ที่นี้ก็เหลือเรื่องเวลา 6½ ไร่ให้ขบคิด อะไรเล่าเป็นการเตรียมขั้นต่อไปเพื่อผลการผลิตดอก ซึ่งเกิดขึ้นในช่วงเวลานั้นนั้น เรายังหาได้มีข้อคิดประการใดไม่ จึงยังคงเป็นบทมืดในเรื่องราวของขบวนการออกดอก

อยู่ เพื่อสะดวกในการกล่าวถึงอีก จึงขอเรียกขั้นที่ยังไม่ทราบแน่ชัดว่า
 “ปฏิกิริยาเตรียม” (preparatory reaction)

ลำดับต่อไปก่อนข้างจะแจ่มแจ้งกว่า กระชับตามปกติต้องการเวลา
 $8\frac{1}{2}$ ชม. ในความมืดจึงผลิตก ถ้าหากว่ามันได้รับแสงในระยะสั้น ๆ
 ภายหลังจากได้รับช่วงเวลามืดที่ต้องการแล้ว มันจะผลิตกได้ตามปกติ แต่
 ตากอกเจริญช้ามาก แต่ถ้ายืดช่วงเวลามืดออกไปอีก ตากอกจะเจริญเร็ว
 กว่า ความจริงอัตราการเจริญภายหลังที่ได้รับแสงสว่างขึ้นอยู่ กับ ความ
 ยาวของช่วงเวลามืดที่เกินกว่า $8\frac{1}{2}$ ชม. ข้อนี้ย่อมแสดงให้เห็นได้โดยการ
 ทดลองอย่างเป็นระบบที่ให้พืชหลายพวกอยู่ในช่วงเวลามืดต่าง ๆ กัน
 แล้วตรวจดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ ในอีก ๕ วันต่อมา การเจริญเติบโตของ
 ตากอกของพืชแต่ละพวกเป็นสัดส่วนโดยตรงกับความมืด ที่นอกเหนือไป
 จากช่วงมืด $8\frac{1}{2}$ ชม. จนถึงขีด ๆ หนึ่ง

ข้อนี้หมายความว่าอะไร คำอธิบายที่ง่ายที่สุดและน่าฟังที่สุดก็คือ
 ว่า พืชสร้างฮอร์โมนดอกขึ้นในระยะท้ายของช่วงมืด และยังมีเวลาใน
 การผลิตฮอร์โมนดอกมากเท่าใดตากอกก็ยิ่งเจริญเร็วขึ้นเท่านั้น แต่อย่างไร
 ก็ตาม การเจริญจะลดลงถ้าอยู่ในที่มืดประมาณ 12 ชม. หรือกว่านั้น
 คือฮอร์โมนถูกทำลายไป

ข้อนี้เราไปสู้ขั้นต่อไป ซึ่งออกจะขัดแย้งกันอยู่บ้าง คือขั้นกระ
 ชับมักจะผลิตก ถึงแม้ว่าจะเก็บไว้ในที่มืดถึง 9 วัน แต่ James
 Lockhart และ Hamner แห่ง University of California at Los
 Angeles ได้พบว่าการที่ดอกจะเจริญจนบานเต็มที่ได้นั้น พืชจะต้องได้รับ

แสงที่มีความเข้มสูงอีกครั้งหนึ่ง เช่น ได้รับแสงอาทิตย์ภายหลังช่วงเวลามืด โดยเหตุนี้จึงอาจเป็นไปได้ว่า การได้รับแสงสว่างครั้งนั้น ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีอื่น ๆ ในขบวนการออกดอกตามปกติ พืชอาจต้องการแสงเพื่อทำให้ฮอร์โมนดอกคงตัว หรืออาจไปหยุดขบวนการในใบไม้ ซึ่งทำลายฮอร์โมนเสีย

การทดลองง่าย ๆ อีกอย่างหนึ่ง ซึ่งแสดงถึงขั้นต่อไป ซึ่งเกิดขึ้นในขบวนการออกดอก คือฮอร์โมนดอกถูกสร้างขึ้นที่ใบ และถูกส่งไปยังยอดของลำต้น ซึ่งจะเป็นที่เกิดของดอก คือถ้าตัดใบของกระชับออกเมื่อได้รับความมืดมาเพียงพอแล้ว พืชจะไม่มีดอก นี่ก็หมายความว่า ฮอร์โมนดอกยังคงอยู่ในใบ และยังไม่ถึงยอดของลำต้น

ท้ายที่สุดยังมีอีกสองขั้นที่เห็นได้ชัดในขบวนการผลิตดอก คือฮอร์โมนดอกไปมีปฏิกิริยาต่อเซลล์ที่จุดเจริญ ทำให้เซลล์เปลี่ยนจากสร้างใบไปสร้างดอก ซึ่งต่อมาเซลล์จะเจริญเป็นโครงสร้างพิเศษ ที่ประกอบกันขึ้นเป็นดอก

โดยสรุปการออกดอกของพืช แบ่งได้เป็น 8 ขั้นคือ

1. สร้างสารที่จำเป็นขึ้นในพืชโดยการสังเคราะห์แสง
2. การเปลี่ยนของ pigment ในใบไปเป็นรูปที่ไม่ทำให้เกิดการชะงักงันในความมืด
3. ปฏิบัติการเตรียมในความมืด
4. สร้างฮอร์โมนดอกขึ้นในความมืดเช่นกัน

5. ปฏิกริยาเคมีซึ่งน่าจะเป็นไปได้อีกอันหนึ่ง ซึ่งต้องได้รับแสงที่มีความเข้ม
6. การส่งฮอร์โมนออกจากใบไปยังจุดเจริญที่ปลายยอด
7. การเปลี่ยนแปลงของเซลล์ที่จะเป็นใบไปเป็นดอก
8. การเจริญของตาดอก

ชั้นเหล่านี้ให้ความรู้แก่เราอย่างกว้าง ๆ เหมือนกับตัวเรากำลังเฝ้าดูการสร้างบ้านหลังหนึ่ง เราจะเห็นฐาน ผนัง ฝ้าผนัง และหลังคาเสร็จทีละชั้น ๆ แต่ก็ไม่รู้รายละเอียดอะไรเลยที่ประกอบกันขึ้นเป็นบ้านที่อยู่ได้ เรายังปรารถนาความรู้อย่างแจ่มชัด และตรงไปตรงมาของปฏิกริยาเคมีทั้งหลายที่เกี่ยวข้องในการออกดอก

ที่ Colorado State University เมื่อเร็ว ๆ นี้ได้ทำการทดลองบางประการ ซึ่งได้บุกเบิกหนทางใหม่ที่จะไปสู่ความเข้าใจยิ่งขึ้น ส่วนใหญ่ของการทดลองเหล่านี้ อยู่ในรูปของการตรวจสอบผลของสารเคมีหลายชนิดที่มีต่อพืชทั้งก่อน ระหว่างและหลังช่วงเวลามีต

สารเคมีบางอย่างซึ่งรู้จักกันดีว่าเป็นตัวหยุดชะงักการเจริญเติบโตของพืช (เช่น maleic hydrazide) มีผลหยุดชะงักการผลิติดอกของต้นกระชับ ไม่ว่าจะให้เวลาใด ๆ ก็ตาม สารอื่น ๆ ดูเหมือนว่าจะให้ผลที่จำเพาะกว่า เช่นว่า growth hormone (auxin) จะมีผลหยุดชะงักการออกดอก ก็ต่อเมื่อได้ทดลองในระยะก่อนที่ฮอร์โมนจะถูกส่งจากใบไปถึงจุดเจริญ การทดลองของผู้แต่งแสดงว่า มันอาจจะมีส่วนในการทำลายฮอร์โมนในใบ สารเคมีอีกอย่างหนึ่งที่เป็นตัวหยุดชะงักการเจริญก็คือ

dinitrophenol จะป้องกันไม่ให้มีการผลิออกก็เฉพาะในการทดลองกับ
ต้นกระชับที่อยู่ในช่วงเวลามืดเท่านั้น จึงคิดว่ามันอาจจะขัดขวางการสัง
เคราะห์ซอร์โมนোকอกก็ได้ dinitrophenol ที่รู้จักกันดีว่าเป็นตัวขัดขวาง
การผลิต phosphate bonds ที่มีพลังงานสูง (energy-rich phosphate
bonds) ถ้าหาก bonds เหล่านี้เป็นแหล่งของพลังงานเพื่อสังเคราะห์
ซอร์โมนোকอก dinitrophenol ก็อาจจะให้ผลหยุดชะงักโดยกักตุน
พลังงานดังกล่าวนี้ก็ได้

สารอย่างหนึ่งซึ่งเป็นเครื่องมือที่ชะงักที่สุดสำหรับการแยกแยะขบวนการ
การออกดอกก็คือ ไอออนของโคบอลต์ สารเคมีอันนี้จะหยุดชะงักการ
ออกก็แต่เฉพาะเมื่อทดลองในช่วงโมงแรก ๆ ของช่วงมืดเท่านั้น ฉะนั้น
ปฏิกิริยาการต้านทานจึงแคบลงหนึ่งในสองของขบวนการ การเปลี่ยน
ของ pigment ที่เกี่ยวข้องในการผลิออกคือ “ปฏิกิริยาการตระเตรียม”
ยิ่งไปกว่านั้นในบรรดาสารเคมีที่นำมาทดลองมี cobalt ion เป็นตัวเดียว
เท่านั้น ที่มีผลต่อช่วงของความมืดที่พืชต้องการ พืชที่ทดลองกับ
cobaltous chloride จะไม่ผลิออกเลยถ้าช่วงความมืดน้อยกว่า 11 ชม.
อีกนัยหนึ่งก็คือ cobalt ทำให้นาฬิกาที่เตือนให้ต้นกระชับรู้ช่วงมืดเดิน
ช้าลงไป

ด้วยเครื่องมือที่ละเอียดเช่น cobalt และตัวควบคุมการเจริญเติบโต
เฉพาะอย่างอื่น ๆ เคยหวังกันว่าจะรู้ตัวสารปฏิกิริยาต่าง ๆ ที่ทำให้ต้น
กระชับออกดอก แต่แล้วการทดลองเหล่านี้กลับทำให้แนวทางกว้างออกไปอีก
คลื่นแสงเฉพาะของแสงสีส้มแดง และสีแดงคลื่นยาวซึ่งมีอิทธิพล

ต่อการ ผลิตออกของต้นกระชั้นนั้น ดูเหมือนว่าจะควบคุมขบวนการอย่าง
อื่นของพืชอีกด้วย ไม่แต่เพียงเฉพาะการผลิตออกของพืช หลายชนิดเท่า
นั้น แต่ยังมีอิทธิพลต่อสีผิวของมะเขือเทศ ต่อการงอกของเมล็ดผักสลัด
การเจริญของกล้าในที่มืด การหลับของต้นไม้ในฤดูหนาว ฯลฯ บางที
เราอาจจะกำลังอยู่ในลู่ทางอันมี pigment เป็นกุญแจ และมีความสำคัญ
อย่างมหาดศาลในอาณาจักรพืช และอาจเป็นไปได้ในบาง species ของอา-
ณาจักรสัตว์ด้วย



อิทธิพลของสภาวะการผลิดอกออกผลของต้นไม้

ธีรพร วงศ์รัตน์

กรมวิทยาศาสตร์

เป็นที่ทราบกันทั่วไปแล้วว่าผลไม้บางชนิด ถ้าเราห่อมันไว้สักระยะเวลาหนึ่ง ผลไม้นั้นจะโตกว่าปกติและมีรสดีขึ้น แต่สีของผลไม้ห่อนั้นจะซีดหรือจางลง เช่น ผลชมภูเป็นต้น ถ้าเราเอาผ้าห่อไว้ตั้งแต่ผลชมพูนั้นยังเขียว ๆ อยู่ ทั้งไว้นานถึงแก่จัด แก่ห่อออกดูจะปรากฏว่าผลชมพูนั้นมีสีขาวแทนที่จะเป็นสีชมพูหรือแดง และผลจะโตกว่าผลชมพูที่ไม่ได้ห่อเช่นเดียวกันกับผลกระท้อน กระท้อนห่อจะมีรสอร่อยกว่าเนื้อนุ่มกว่ากระท้อนที่ไม่ได้ห่อ เราต่างก็มีความรู้กันแต่เพียงเท่านี้ แต่ไม่รู้แน่ชัดโดยละเอียดว่าเป็นเพราะเหตุใดผลของการห่อและไม่ห่อผลไม้บางชนิดจึงแตกต่างกัน นักวิทยาศาสตร์ทางเกษตรได้ค้นคว้าหาเหตุผลแล้ว ปรากฏว่าผลไม้หรือดอกไม้ต่าง ๆ มีความต้องการแสงสว่างจากดวงอาทิตย์หรือแสงสว่างจากโคมไฟ จากความรู้เรื่องแสงสว่างนี้เอง นักวิทยาศาสตร์ของกระทรวงเกษตรแห่งสหรัฐอเมริกา U.S.D.A. หรือ U.S.Department of Agriculture ได้ทดลองปรากฏผลแล้วว่าเราสามารถทำให้ต้นไม้ผลิดอกตามเวลาที่เราระสงค์ แม้จะยังไม่ถึงฤดูออกดอกของต้นไม้ชนิดนั้น ๆ หรือบังคับไม่ให้ต้นไม้ออกดอกเมื่อถึงฤดูกาล ที่มันจะออกและอาจทำให้เมล็ดพืชงอกหรือหยุดงอกตามที่เราต้องการก็ได้ เหตุผลที่เราสามารถบังคับการออกดอกออกผลของต้นไม้ได้ นักวิทยาศาสตร์ทางการเกษตรของสหรัฐอเมริกาได้ค้นพบว่า ต้นไม้ชนิดใดบ้างมีธรรมชาติต้องการ

แสงสว่างและความมืดระยะเวลาเท่าใดจึงจะมีดอก หรือหยุดออกดอก
ต้นไม้บางชนิดจะออกดอกเมื่อถึงฤดูกลางคืนยาวกลางวันสั้น เช่น ฤดูหนาว
ได้แก่ดอกเบญจมาศ เป็นต้น

ด้วยการค้นพบความรู้เกี่ยวกับธรรมชาติของต้นไม้ว่าต้องการแสง-
สว่างมากน้อยเท่าใดเอง เราจึงสามารถบังคับต้นไม้และพืชหลายชนิดให้
เจริญเติบโตหรือหยุดเติบโตได้ชั่วขณะที่เราต้องการ ด้วยการให้แสง
ที่เราจัดทำให้เหมาะสมแก่ความต้องการของต้นไม้หรือเมล็ดพืชนั้น ๆ
การให้แสงสว่างหรือแสงเทียมแก่ต้นไม้ก็ไม่มีอะไรยุ่งยาก เพียงแต่ใช้หลอด
ไฟฟ้า ๒—๓ หลอดเท่านั้น ความจริงการบังคับเปลี่ยนแปลงการออก
ดอกผลของต้นไม้ด้วยแสงเทียมนี้ นักวิทยาศาสตร์ได้ทำการค้นคว้าทดลอง
มาหลายสิบปีแล้ว แต่จนบัดนี้ก็ค้นคว้าได้ความรู้เพียงเล็กน้อยเท่านั้น
อิทธิพลของแสงสว่างในกลางวันความมืดในเวลากลางคืนนี้เรียกเป็นภาษา
อังกฤษว่า Photo-periodism

ความรู้เรื่องนี้ นักวิทยาศาสตร์ในกระทรวงเกษตรของสหรัฐ ได้ค้น
พบเป็นครั้งแรกเมื่อ พ.ศ. 2468 จากการทดลองต้นยาสูบชนิดหนึ่ง ปรากฏ
ว่าออกดอกในระยะเวลาที่มีกลางวันสั้น กลางคืนยาว โดยไม่เกี่ยวกับ
อุณหภูมิหรือความชื้นของอากาศเลย จากผลของการค้นคว้าอันนี้ นัก
วิทยาศาสตร์จึงสรุปว่า ต้นยาสูบชนิดนั้น จะออกดอกเมื่อถึงฤดู กลางวันสั้น
นัยหนึ่งกลางวันสั้นเป็นเหตุให้ต้นยาสูบชนิดนั้นออกดอก ต้นไม้ชนิดอื่น
บางชนิดก็ได้ทดลองคราวเดียวกัน ก็ออกดอกเพราะกลางวันสั้น นักวิทยา-

ศาสตร์แห่งกระทรวงเกษตรของสหรัฐจึงได้แบ่งกัน ไม่ออกเป็น ๒ ชนิด
คือ ชนิดที่ชอบกลางวันสั้นและชนิดที่ชอบกลางวันยาว โดยที่ระยะเวลา
ของแสงสว่างในเวลากลางวันเป็นเกณฑ์สำหรับแบ่งแยก อย่างไรก็ตาม
ก็ดียังปรากฏว่ามีต้นไม้บางชนิดที่ไม่เป็นไปตามกฎเกณฑ์อันนี้

เรื่องนี้ได้ถูกทอดทิ้งต่อมาอีกหลายปี ดอกเตอร์ H.A. Borthwich
กับผู้ร่วมงานที่สถานีทดลองการเกษตรอุตสาหกรรมที่ Beltsville ใน
สหรัฐจึงได้รื้อฟื้นศึกษาการทดลองขึ้นอีก ผลของการศึกษาค้นคว้าครั้งหลังนี้
ดอกเตอร์ Borthwich ได้ค้นพบว่า สำหรับหลักที่ว่าแสงสว่างเป็นเหตุให้
ต้นไม้ออกดอกหรือหยุดออกดอกตามที่นักวิทยาศาสตร์ของ กระทรวงการ-
เกษตรของสหรัฐได้ค้นพบไว้เมื่อ พ.ศ. 2468 นั้นถูกต้องแล้ว นอกจากนี้
นั้นยังได้รับความรู้ใหม่เพิ่มเติมอีกว่า เพียงแต่ให้แสงสว่างเพื่อปลุกต้นไม้
ให้ตื่นขึ้น ในเวลากลางคืน ชั่วโมงหนึ่งก็อาจทำให้ต้นไม้ชนิดที่ชอบ
กลางวันสั้นออกดอก และทำให้ต้นไม้ชนิดที่ชอบกลางวันยาวหยุดออก
ดอกได้ แม้ว่าต่อไปหลังจากให้แสงสว่างปลุกต้นไม้ขึ้นแล้ว ยังมีความมืด
อีกหลายชั่วโมงก่อนพระอาทิตย์ขึ้น

ฉะนั้นการใช้แสงสว่างเทียมแสงแดดจึงสามารถบังคับให้ต้นไม้ออก
ดอกหรือหยุดออกดอกได้ตามความต้องการ โดยมีต้องอาศัยแสงแดดตาม
ฤดูกาลแต่อย่างใด นอกจากนั้นการใช้แสงเทียมเพียงระยะสั้น ๆ ก็ยังทำให้
พืชหลายชนิดเจริญงอกงามเร็วขึ้น หรือชะงักการเติบโตได้ เช่น หัวหอม
ต้นสะตรอบเบอร์ ถั่วต่าง ๆ เจริญเร็วกว่าปกติธรรมดา ส่วนต้นเบญจมาศ
และคริสต์มาสกลิ้งกันไป ไม่เติบโต

นักเล่นต้นไม้คนหนึ่งเป็นผู้มีความรู้ในเรื่อง Photo-periodism

น้อยบ้างได้ไปปรึกษากับดอกเตอร์ Borthwich ถึงการให้แสงเทียมแก่ต้นไม้ประเภทที่ชอบกลางคืนสั้น ได้แนะนำให้ใช้แสงเทียมส่องต้นไม้ขึ้นให้ทั่วทั้งคืนในตอนเที่ยงคืน เพียงชั่วระยะเวลา 2—8 นาฬิกาทุกคืน ซึ่งเท่ากับเป็นการปลุกต้นไม้ประเภทนี้ให้ตื่นตัว ไม่ปล่อยให้นอนนานติดต่อกันเกินไป ผลที่ได้รับก็คือต้นไม้ประเภทที่ชอบกลางคืนสั้นชนิดต่าง ๆ เหล่านี้ออกดอกสะพรั่งก่อนถึงฤดูกาล ทำให้เป็นที่สนใจสนเท่ห์แก่ผู้ที่ได้ไปชมเป็นอย่างมาก

การใช้ความรู้เรื่อง Photo-periodism นี้ได้ทำให้ผู้ปลุกต้นไม้เบญจมาศมีรายได้เพิ่มขึ้นมากมายไปตาม ๆ กัน ต้นเบญจมาศเป็นต้นไม้ที่ต้องการความมืดมากกว่าแสงสว่าง ดังนั้นเมื่อถึงฤดูที่กลางคืนยาวกว่ากลางวัน ผู้ปลุกก็จะให้แสงเทียมแก่ต้นไม้เบญจมาศสัก 2—8 นาฬิกาในตอนเที่ยงคืน ต้นเบญจมาศก็ไม่ออกดอกในขณะที่ต้นเบญจมาศของคนอื่น ๆ ต่างออกดอกทั่วไป ครั้นต้นเบญจมาศของคนอื่นออกดอกไปหมดแล้ว ผู้ปลุกคนนี้ก็จัดแจงคอยเก็บต้นเบญจมาศเข้าช้อนไว้ในมืดเสียก่อนที่จะถึงเวลาทำให้ต้นเบญจมาศได้รับแสงสว่างในเวลากลางวันน้อยลงซึ่งเท่ากับมีกลางคืนยาวขึ้นต้นเบญจมาศเหล่านั้นก็จะออกดอก เป็นเวลาที่เบญจมาศของชาวบ้านหยุดออกดอกแล้ว ดอกเบญจมาศของผู้นั้นขายได้ราคาดี เพราะกลายเป็นของแปลกประหลาดนอกฤดูกาล

มีปัญหว่า แสงสีอะไรที่ก่อความเปลี่ยนแปลงให้แก่ต้นไม้ได้ดังที่บรรยายมาข้างต้น อันแสงสีขาวธรรมดาที่เราเห็นด้วยตาไม่ว่าจะเป็นแสง

จากดวงอาทิตย์หรือจากหลอดไฟฟ้านั้นแท้จริงเกิดจากแสงสีต่าง ๆ รวมกัน ในการค้นคว้าทดลองแยกแสงสีต่าง ๆ ออกเป็นแสงสีเดี่ยวโดด ๆ ปรากฏว่า แสงสีแดงให้ผลในการเปลี่ยนแปลงแก่ต้นไม้มาก เพียงแต่นำแสงสีแดงให้ต้นถั่วเหลืองซึ่งเป็นต้นไม้ประเภทกลางคืนยาวสัก 20 วินาที ในตอนกลางคืนก็จะทำให้ต้นถั่วเหลืองหยุ่คอกออกดอก ในทำนองเดียวกันก็จะเร่งให้ต้นไม้ประเภทที่ชอบกลางวันสั้นออกดอก

ในตอนนี้ จะขอพูดถึงรายละเอียดของแสงสีแดงสักเล็กน้อย เพราะมีสิ่งน่าสนใจทางวิชาการอยู่ Dr.Borthwich ได้ค้นพบความเปลี่ยนแปลงของต้นไม้เนื่องจากการให้แสงสีแดง (red) กับแสงสีแดงชนิด far-red นั้นกลับตรงกันข้าม เมื่อไม่กี่ปีมานี้ นักวิทยาศาสตร์ได้ทดลองพบว่า แสงสีแดงทำให้เมล็ดผักกาดหอมงอก แต่แสง far-red กลับทำให้หยุดงอกต่อไป แสงสีแดงชนิด far-red คือ แสงระหว่างแสงสีแดง (red) กับแสง infra-red แสงสีแดงและแสง far-red เราจะพบเสมอในแสงแดดตอนเช้าตรู่

การให้ผลกลับกันของแสงสีแดงกับแสง far-red นั้นจะได้เห็นชัดในการบ่มมะเขือเทศ ทำไมมะเขือเทศที่เก็บบ่มไว้นอกฤดูกาลจึงมีสีชมพูแทนที่จะมีสีแดงสดเหมือนมะเขือที่สุกตามฤดูกาล ทั้งนี้อธิบายได้ว่ามะเขือเทศบ่มนั้นเก็บขณะยังดิบเขียวอยู่และเก็บบ่มไว้ในที่มืด แต่ผิวของมะเขือเทศมีสารเคมีชนิดหนึ่งซึ่งไม่ปรากฏสีจนกว่ามะเขือเทศจะสุก แสงสีแดงจะทำให้สีดังกล่าวเปลี่ยนเป็นสีเหลือง และเมื่อผสมกับสีชมพูของเนื้อมะเขือเทศที่สุกแล้ว เราจึงเห็นมะเขือเทศสุกมีสีแดงสดน่ารักรับประทาน

ส่วนมะเขือเทศที่เก็บบ่มไว้ในที่มีมืดไม่ได้รับแสงสีแดงซึ่งจะไปเปลี่ยนสารเคมีนั้นให้เป็นสีเหลือง เราจึงเห็นแต่สีของมะเขือเทศซึ่งเป็นสีชมพูแต่เพียงสีเดียว จากการทดลองที่ Beltsville ปรากฏว่า เมื่อเอามะเขือเทศอาบแสงสีแดงจนสุกกลายเป็นสีแดงสดใสแล้ว หยดให้แสงสีแดงเสียเอากลับมาอาบแสง far-red สีแดงแสงที่ผลมะเขือเทศจะหายไปกลายเป็นมะเขือเทศไม่มีสี จากผลของการทดลองนี้เราก็ได้ความรู้ว่าแสง far-red เป็นแสงที่ทำให้ลายสีซึ่งตรงข้ามกับแสงสีแดง

เท่าที่บรรยายมานี้ฟังดูออกจะหนักไปในทางหลักวิชามากเกินไป แต่ในทางปฏิบัตินั้นทำได้ง่ายมาก Mr. Robert J. Downs นักสรีรศาสตร์ทางต้นไม้ที่ Beltsville ได้แนะนำนักเล่นต้นไม้ทั่วไปไปให้ทดลองปฏิบัติที่บ้านของตนเองดังนี้ ในเบื้องต้นให้รู้ไว้เพียงว่าแสงแบ่งออกเป็น ๒ ชนิด ชนิดหนึ่งเป็นแสงที่ได้จากหลอดไฟฟ้าธรรมดาแสงสว่างที่ได้จากหลอดฟลูออเรสเซนต์จะให้แสงสีแดงมาก แต่ไม่มีแสงสีแดงชนิด far-red ส่วนแสงจากหลอดไฟฟ้าธรรมดาให้ทั้งแสงสีแดงและแสง far-red เป็นจำนวนมาก

ในกรณีที่เราต้องการแสงสีแดงแต่สีเดียวให้ใช้แสงจากหลอดฟลูออเรสเซนต์ที่หุ้มด้วยกระดาษเซลโลเฟนสีแดงเพื่อตัดแสงอื่น ๆ ที่มีคลื่นแสงสั้นกว่าออกเสีย แต่ถ้าเราต้องการเฉพาะแสง far-red อย่างเดียวก็ให้ใช้หลอดไฟฟ้าธรรมดา หรือรับแสงจากดวงอาทิตย์แล้วกรองแสงด้วยแผ่นเซลโลเฟนสีแดง ๒ ชั้นกับสีน้ำเงิน ๒ ชั้น วิธีนี้เป็นการกรองเอาแสงที่มี

คลื่นสั้นกว่าแสง far-red ออกเหลือแต่แสง far-red เท่านั้น วิธีนี้ท่านอาจจะแปลกใจว่าไม่เห็นได้แสงสีอะไรเลย แต่ไม่เป็นไร ท่านไม่ต้องวิตก เพราะเป็นวิธีการตามหลักวิชา และโดยวิธีนี้ท่านจะได้รับแสง far-red อย่างเต็มที่

สำหรับห้องทดลอง ท่านอาจใช้โรงเรือนที่มีพื้นเป็นดินก็ได้ พื้นคอนกรีตก็ได้ โรงรถ หรือ ห้องเก็บของภายในบ้านก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับภูมิภายในห้องอยู่ในระดับใดก็ได้ใช้ทดลองกับพืชที่ชอบอุณหภูมิขนาดนั้น ภายในห้องทดลองมีโต๊ะขนาดใหญ่หรือร้านต้นไม้ติดไฟฟ้าฟลูออเรสเซนต์เหนือโต๊ะ ๒ หลอด ถ้าเป็นหลอดไฟฟ้าธรรมดาที่มีโคมไฟข้างบนย่อมจะเกิดเงาและจุดรวมความร้อนแต่ละหลอด วิธีแก้ไขก็คือขยับหลอดไฟฟ้าให้เข้ามชิดกับแสงที่จะได้เป็นแสงที่กระจายสม่ำเสมอทั่วถึงกัน ควรติดหลอดไฟฟ้าให้สูงกว่าต้นไม้บนโต๊ะประมาณ 15 นิ้ว

ต้นไม้ที่จะทดลองควรแบ่งออกเป็นพวกหรือจะทดลองมากกว่านั้นก็ได้ ครั้งแรกให้ต้นไม้ถูกแสงแดดตามธรรมชาติตลอดวัน พอตกค่ำให้แบ่งเก็บต้นไม้เหล่านั้นพวกหนึ่งไปไว้บนโต๊ะในห้องทดลอง เวลาประมาณเที่ยงคืนเปิดสวิทช์ไฟฟ้าที่จัดเตรียมไว้นั้นสัก ๒-๓ นาที ส่วนอีกพวกหนึ่งให้เก็บไว้ในที่มีตสนิทตลอดคืน จากการทดลองง่าย ๆ นี้ ท่านก็จะได้พบความแตกต่างระหว่างต้นไม้ ๒ จำพวกนี้ในไม่ช้า

นอกจากนี้ให้ท่านยังย้ายทดลองดูหลาย ๆ วิธี เช่น การให้แสงสว่างในระยะเวลาต่าง ๆ กัน หรือลดและเพิ่มกำลังแสงสว่างควรสังเกตดูว่ามันให้ผลต่างกันอย่างไร อย่างไรก็ตามนักวิทยาศาสตร์ของกระทรวงเกษตรแห่ง

สหรัฐได้ทดลองกับต้นไม้บางชนิดแล้ว ปรากฏว่าระยะเวลาของการให้แสงสว่างไม่ใช่เรื่องสำคัญเลย ข้อสำคัญอยู่การให้แสงสว่างเพื่อตัดช่วงความมืดออกเท่านั้น แม้จะให้แสงเพียง 20 วินาที ก็ให้ผลเพียงพอ ฉะนั้นจึงใคร่ให้ทดลองย้ายकुหลายวิธี เพราะการค้นคว้าย่อมไม่รู้จักสิ้นสุด อนึ่ง ท่านนักทดลองสมควรเล่นอย่าเพิ่งท้อใจเลิกทดลองเสีย หากปรากฏว่าการทดลองครั้งแรกๆ ไม่ได้ผล เพราะอาจจะเป็นได้ว่า ต้นไม้ที่ท่านนำมาทดลองนั้นจัดอยู่ในจำพวก intermediate photoperiodism คือเป็นต้นไม้ชนิดที่ต้องการแสงสว่างไม่แน่นอนจึงไม่มีผลเปลี่ยนแปลงในการทดลองนี้

ความจริงอิทธิพลของแสง หรือ photoperiodism นี้มิใช่มีแต่เฉพาะต้นไม้หรือพืชเท่านั้น หากยังมีอิทธิพลแก่การสร้างเนื้อหนังของมนุษย์และสัตว์อีกด้วย ที่ได้พิสูจน์แล้วก็มี เช่น โคนม ถ้าเราให้แสงสว่างแก่โคนมให้มากเพียงพอแล้ว โคนมจะให้น้ำนมมากขึ้น

อย่างไรก็ตาม บทความนี้มุ่งเฉพาะการทดลองให้แสงแก่ต้นไม้และพืชเท่านั้น เป็นที่หวังว่าท่านนักเล่นต้นไม้คงจะได้รับประโยชน์บ้างไม่มากนัก

เห็ดรากับมนุษย์ วิรุฬห์ สุวรรณภักดี*

เห็ดราเป็นพฤษจำพวกไม่มีคลอโรฟิลล์ ไม่มีรากและลำต้นที่แท้จริง การสืบพันธุ์อาจเป็นได้โดยใช้เพศและโดย spore ขนาดก็อาจจะใหญ่จนเห็นได้ด้วยตาเปล่าจนถึงต้องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ การไร้อคลอโรฟิลล์ทำให้เห็ดราจำต้องพึ่งอินทรีย์สารเป็นอาหาร ตามกิ่งไม้ผุ ๆ หรือตามกากอาหารของม้า มักจะมีราและเห็ดขึ้นงอกงาม เห็ดราบางชนิดก็เกาะกินสิ่งที่มีชีวิตด้วยกัน ส่วนมากจะเกาะกินพฤษ ซึ่งนำความเสียหายมาสู่ชาวกลกรเป็นอันมาก ราบางชนิดเป็นโรคของมนุษย์ซึ่งถึงแม้จะไม่ร้ายแรงเท่าพวกแบคทีเรีย แต่ก็เป็โรคที่นำความตายและความรำคาญมาสู่มนุษย์ได้บ้าง ราบางชนิดสามารถสร้างสารเคมีขึ้น ซึ่งใช้เป็นประโยชน์ในการทำลายเชื้อโรคซึ่งเราเรียกว่าปฏิชีวนะ (Antibiotics) เช่น เพนนิซิลลิน สเตรปโตไมซิน คลอโรไมซีติน เป็นต้น

เห็ดราที่นำโรคมารสู่พฤษนั้น ถ้าหากเป็นจำพวกโรคระบาดอย่างแรง และเป็นแก่พฤษที่ใช้เป็นอาหารแล้ว ก็นับว่าร้ายแรงไม่แพ้โรคระบาดที่เป็นกับมนุษย์เลยทีเดียว ในยุโรปในปี 1845 โรค blight ของมันฝรั่งได้ระบาดอย่างรุนแรง ทำลายมันฝรั่งที่ปลูกไว้เกือบหมดสิ้น ประชาชนพากันอดอยากอย่างสาหัส โดยเฉพาะในประเทศ Ireland ความเสียหายรุนแรงที่สุด ผู้คนอดอยากตายถึงวันละ 50 คน รวมประชาชนตาย

* นาย วิรุฬห์ สุวรรณภักดี วท.บ., ป.ม. และ M.A. ทางชีววิทยาจากมหาวิทยาลัย Stanford, California, อเมริกา สมาชิกสมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทย

ทั้งหมดประมาณ 250,000 คน ที่พากันอพยพไปตั้งรกรากทำมาหากิน
เสียในอเมริกามาก ในปี 1848 โรค Powdery mildew ก็เข้าทำลาย
ไร่ของฝรั่งเศส เริ่มต้นที่ Versailles แล้วก็ระบาดไปทั่วประเทศ
และยังกระจายไปสู่ประเทศใกล้เคียงอีกด้วย ทำเอาการทำไร่ของและ
เหล้าองุ่นเกือบต้องล้มเลิกไป ในประเทศใกล้เคียงบ้านเราก็คือที่เกาะลังกา
ซึ่งครั้งหนึ่งเคยเป็นเกาะที่อุดมสมบูรณ์ไปด้วยต้นกาแฟ ก็ต้องหันกลับมา
ปลูกต้นชาแทนเพราะโรค Rust ได้ลงทำลายกาแฟจนหมดไป ประเทศ
ไทยเรานับว่ายังโชคดีอยู่มากที่ยังไม่เคยเกิดโรคระบาดเนื่องจากเห็ดรา
จนถึงกับทำให้ประชาชนล้มตายหรืออดอยากดังประเทศอื่นที่กล่าวมาแล้ว

เห็ดรามิใช่จะทำลายแต่พืชหรือสัตว์ที่มีชีวิตอย่างเดียวเท่านั้น
แม้แต่อาหาร เสื้อผ้า เครื่องใช้บางชนิดก็อาจถูกทำลายได้ การเก็บ
อาหารโดยการเชื่อม, ตอง, ตากแห้ง เหล่านี้ เป็นการป้องกัน bacteria
และเห็ดราลงไปทำให้เสียทั้งนั้น หมึก Skrip ที่ใช้ไปนาน ๆ มักมีตะกอน
ชั้น ๆ จับกันเป็นก้อนเกิดขึ้น เมื่อเอาตะกอนนั้นไปตรวจดู จะรู้สึกประ-
หลาดใจเป็นอย่างยิ่ง ที่มันเป็นตะกอนของราจำพวกเพนิซิลลิน ซึ่ง spore
ของราคงดีโอกาสลงไปในขวดเมื่อเปิดออกใช้ แล้วก็อาศัยน้ำหมึก
นั่นเองเป็นอาหารเจริญงอกงามเป็นเส้นเล็ก ๆ เมื่อรวมกันมาก ๆ เข้าก็
เห็นเป็นตะกอนจับอยู่ก้นขวด ถ้าต้องการคุณลักษณะของราอย่างง่าย ๆ ที่
รู้จักกันทั่วไป ก็จะทำให้โดยเฉือนขนมปังให้เป็นชั้นบาง ๆ พรมน้ำให้
เปียก วางไว้ในอากาศสักสองสามวัน ก็จะได้ราค่างอกขึ้นทั่วไป โย
ขาว ๆ ที่มองเห็นนั้นเรียกว่า mycelium จุดดำ ๆ ก็คือสปอร์ spore

มี spore บรรจุอยู่ภายในมากมาย เมื่อแก่แล้วก็แตก spore ก็ปลิวไป
 ในอากาศ เมื่อไปตกลงในที่ใดที่มีอาหารสมบูรณ์ มีความชื้นและอุณหภูมิ
 พอเหมาะ ก็จะงอกงามเป็นใยขาว ๆ พร้อมกันกับอับสปอร์ต่อไป

อุตสาหกรรมทำอัลโกฮอลสำเร็จลงได้โดยอาศัยราเป็นส่วนใหญ่ ใน
 บ้านเรารำจำพวก *Mucor*, *Aspergillus* และ *Saccharomyces* มีบทบาท
 สำคัญในการเปลี่ยนแป้งและน้ำตาลให้เป็นอัลโกฮอล วิธีทำอัลโกฮอล
 ของเราได้ทำรับมาจากชาวจีน ก็คือต้องทำลูกแป้งเสียก่อน และภายใน
 ลูกแป้งนี้เองที่เป็นที่เพาะเชื้อรา ซึ่งจะนำไปใช้ในการหมักทำ
 อัลโกฮอล ในยุโรปได้นำวิธีของจีนไปดัดแปลงเป็นวิธีของฝรั่งเรียกว่า
 Amylo process แต่การทำต้องปิดถังกันเชื้อราหรือ bacteria ชนิด
 อื่นตกลงไป และราที่ใช้ก็เป็นเชื้อบริสุทธิ์แทนที่จะเป็นลูกแป้งแบบ
 จีนต่อมา Boulard ได้ดัดแปลงวิธี Amylo โดยสามารถหมักเหล้าได้
 โดยมีต้องปิดฝาถัง ซึ่งทำให้ทุนค่าโสหุ้ยและเวลาได้อีกมาก Boulard
 ทำได้โดยเลือกพันธุ์ของราซึ่งสามารถทำแป้งให้เป็นเหล้าได้โดยรวดเร็ว
 ก่อนที่ราหรือ bacteria อื่น ๆ จะลงไปรบกวน วิธีที่เราทำอยู่ในเมือง
 ไทยก็เป็นแบบปิดฝาถัง^๕ อาจเป็นด้วยเรามีพันธุ์ของราที่ดี หรือมี
 ฉะนั้นก็เนื่องด้วยเครื่องสมุนไพรในลูกแป้งนั่นเอง ที่เป็น antiseptic
 ป้องกันมิให้เชื้อราหรือ bacteria อื่น ๆ เจริญเติบโตในระยะเวลาหนึ่ง
 แต่เรายอมให้ราที่จะหมักเติบโตได้

เหล้าสาเกที่มีชื่อเสียงของญี่ปุ่นใช้ *Aspergillus flavus-oryzae*
 เปลี่ยนแป้งให้เป็นน้ำตาล แล้วจึงใช้ yeast (*Saccharomyces*) เปลี่ยน

น้ำตาลให้เป็นอัลโกฮอลอีกทีหนึ่ง ในอเมริกาโดยมากใช้ enzyme และกรดเปลี่ยนแป้งให้เป็นน้ำตาลเป็นส่วนมาก บางแห่งก็ใช้ทั้ง enzyme และราช่วยกัน

การทำเต้าเจี้ยวและซีอิ้วของจีนและญี่ปุ่นก็อาศัยรา *Aspergillus* เป็นส่วนใหญ่ ชาวจีนยังมีเชื้อรา และ bacteria อื่นช่วยอีก 2 อย่าง แต่รายละเอียดในการทำเหล่านี้เขาปกปิดเป็นความลับ หากคนไทยที่จะทำเต้าเจี้ยวและซีอิ้ว ให้มีรสชาติเท่าเทียมของจีนและญี่ปุ่นได้ยาก ถ้าหากรัฐบาลหรือองค์การใด ๆ จะให้ทุนในการค้นคว้า จนสามารถผลิตสินค้าประเภทนี้ให้มีคุณภาพเท่าเทียมของชาวจีนและญี่ปุ่นได้ ก็จะทำรายได้ให้แก่ประเทศชาติมากทีเดียว

เห็ดราที่ใช้เป็นอาหารโดยตรง คือ เห็ด เช่น เห็ดบัว เห็ดฟาง เห็ดตับเต่า เห็ดหูหนู เห็ดหอม และเห็ดเผาะ เป็นต้น เห็ดเป็นอาหารที่มีรสชาติและราคาสูง ในอเมริกาเขาทำการเพาะกันเป็นล่ำเป็นสันมีเห็ดสดและเห็ดกระป๋องขายตลอดปี ในบ้านเรายังไม่มีใครคิดเพาะขายเป็นล่ำเป็นสันนอกจากชาวจีน ซึ่งมีทำอยู่ประปรายในพระนครและธนบุรี ชาวจีนพวกนี้คอยสืบเสาะดูว่า ที่ดินแห่งใดได้ถูกถมโดยขยะมูลฝอยบ้าง เมื่อกะเน่าขยะโหมมพอสสมควรแล้วก็ไปขอเช่าทำการเพาะเห็ดขาย ราว 2 ปีพอดินจืดก็ย้ายไปเช่าที่อื่นทำต่อไป วิธีที่ชาวจีนทำนี้เป็นวิธีง่าย ๆ แต่ได้ผลดีเกินคาด เขาใช้ไม้มาคอกเป็นรูป 4 เหลี่ยมหัวท้ายเปิด เอาเปลือกบัวและฟางใส่ให้เต็ม แล้วไปตักลงบนดินขยะที่เกลี่ยไว้ เอาฟางคลุมแล้วหมั่นรดน้ำ spore ของเห็ดซึ่งมีอยู่ทั่วไปในอากาศจะตกลงไปแล้วออก

เป็นใยขาว ๆ คล้ายใยแมลงมุม ใยเหล่านี้เมื่อจับตัวรวมกันเป็นกลุ่มก็เปลี่ยนสภาพเป็นดอกเห็ด เริ่มต้นด้วยขนาดเท่าหัวเข็มหมุด แล้วก็เติบโตอย่างรวดเร็วจนกระทั่งเป็นดอกเห็ด ดังที่เราใช้รับประทานกัน อยู่เราเรียกว่าเห็ดฟาง ดอกเห็ดที่เราใช้เป็น อาหารนั้นเป็นอวัยวะสร้าง spore ดอกเห็ดดอกหนึ่ง ๆ มี spore ไม่ต่ำกว่าล้านเม็ด แต่ spore เหล่านี้มีโอกาสงอกได้น้อยมาก เห็ดจึงเป็นของหายาก บူးของมักกับเปลือกเม็ดบัวก็ใช้เพาะเห็ดฟางหรือเห็ดบัวได้ดีมาก ตามทุ่งนาที่เลี้ยงปลุกสัตว์ จะเห็นเห็ดขึ้นงอกงามในฤดูฝน บางที่ข้างจอมปลวกก็มีเห็ดขึ้น ปลวกเป็นสัตว์ที่รู้จักทำสวนครัวเลี้ยงสัตว์ เห็ดที่ปลวกปลุกไว้ถ้างอกล้นออกมาอร่ามก็จะเป็นอาหารของคนที่มาพบไป การเพาะเห็ดแบบวิทยาศาสตร์เขาใช้ spore จากดอกเห็ดมาเพาะเป็นเชื้อไว้เสียก่อน แล้วจึงเอาลงปลุกในที่ที่เตรียมไว้ spore ของเห็ดจะหาได้จากดอกเห็ดที่บ้านแล้ว มาตัดก้านออกแล้วคว่ำลงบนกระดาษขาว ๆ spore จะร่วงหล่นออกมาเป็นผงละเอียด เอา spore นี้เคาะลงในหลอดแก้ว ซึ่งใส่เปลือกบัวชุบน้ำที่หนึ่งมาเช็ดอย่างอื่นแล้ว เอาสำลีจุกปากหลอดแก้วแล้วเก็บไว้ราว 4—5 วัน spore ก็จะมีงอกเป็นใยสีขาวคล้ายใยแมลงมุม ใช้ใยนี้เป็นเชื้อสำหรับเพาะต่อไป

การเก็บเห็ดมารับประทานเป็นเรื่องที่ต้องระมัดระวังมาก เห็ดมีพิษมีอยู่หลายชนิด บางอย่างมีลักษณะคล้ายเห็ดที่กินได้ ถ้าสังเกตไม่ดีอาจไม่เห็นความแตกต่างกันเลย ควรตรวจสอบหรือซักถามจากผู้ให้แน่นอนเสียก่อนจึงค่อยรับประทาน ถ้าหากไม่แน่ใจแล้ว ไม่รับประทานจะปลอดภัยกว่า

เนยต่าง ๆ ในท้องตลาด บางชนิดต้องอาศัยราช่วยบ่มให้มีรสชา-
คขึ้น เนยเป็นอาหารที่ทำจากนมสด ครั้งแรกเนยดิบจะถูกแยกออกจาก
นมโดยใช้ Rennet หรือ lactic fermentation bacteria แล้วจึงเอา
ไปบ่มโดยใส่เชื้อราลงไป เช่น เนย Roquefort cheese ใช้รา *Penici-
lium roqueforti* เนย Camembert cheese ใช้รา *Penicillium
Camemberti* เนยบางชนิดก็ไม่ใช้ราเลย บางชนิดก็ใช้ bacteria แทน
เช่น cheddar cheese

ประโยชน์ของราอันยิ่งใหญ่อีกอันหนึ่งก็คือ ใช้สกัดเอาตัวยาปฏิ-
ชีวนะ (antibiotics) ซึ่งใช้ในการรักษาโรคได้หลายชนิด เช่น *Peni-
cillin*, *Streptomycin* เป็นต้น *Penicillin* เป็นยา antibiotics ที่พบ
ครั้งแรกโดย Fleming แห่งอังกฤษ ในปี 1928 ขณะที่ท่านผู้ทำการ
เพาะเชื้อ bacteria *Staphylococci* อยู่ เชื้อรา *Penicillium* ได้ปะปน
ลงไป และเมื่องอกขึ้นมา ก็จะทำลาย *Staphylococci* ที่อยู่รอบ ๆ
ได้ Fleming ได้ทำการทดลองสกัดตัวยาซึ่งราสร้างขึ้นได้ และให้ชื่อ
ว่า *Penicillin* และได้ให้ความหวังไว้ว่าจะเป็นตัวยาที่เป็นประโยชน์ต่อ
ไป เชื้อรานี้ต่อมา Thom ได้เป็นผู้ตรวจและให้ชื่อว่า *Penicillium
notatum* เป็นจริงตามที่ Fleming ได้คาดไว้ต่อมาได้มีนักวิทยาศาสตร์
สนใจกันควักกันมากมายในอังกฤษ แต่การสกัดตัวยาออกเป็นการใหญ่
กลับมาเจริญในอเมริกา ทั้งนี้เพราะได้เกิดสงครามโลกครั้งที่สองขึ้น
ในยุโรป นักวิทยาศาสตร์ชาวอังกฤษจึงถูกเชื้อเชิญมาอเมริกาโดย Rocke-
feller มูลนิธิ และต่อจากนั้น *Penicillin* ก็ถูกผลิตออกสู่ตลาดเป็น

การใหญ่ การค้นคว้าเกี่ยวกับตัวยา antibiotics ก็เจริญกว้างขวางขึ้น
อย่างรวดเร็ว เชื้อราที่ใช้ทำ Penicillin เดิมนั้นเปลี่ยนใช้ *Penicillium*
chrysogenum แทนแล้ว ต่อมา Streptomycin, Chloromycetin
และอย่างอื่น ๆ อีก ก็ได้ถูกสร้างและนำออกใช้เป็นการใหญ่ โดย
เฉพาะ Chloromycetin นั้น ขณะนั้นบริษัท Parke and Davis สามารถ
สังเคราะห์ขึ้นภายในห้องทดลองได้แล้ว (รายละเอียดดู Science Illus-
trated. July 1949)



สาหร่าย — อาหารสำหรับมนุษย์อวกาศ

อมรรตน์ สวัสดิทิต*

การสำรวจห้วงอวกาศเป็นที่สนใจกันอย่างยิ่งในปัจจุบันนี้ พร้อมกันนั้น การเสาะแสวงหาอาหารสำหรับมนุษย์อวกาศได้ขยายตัวออกไปอย่างกว้างขวาง มีผู้คิดที่จะแสวงหาแหล่งอาหารใหม่ ๆ สาหร่ายเป็นพืชน้ำชนิดหนึ่งที่นักวิทยาศาสตร์สนใจ เพื่อใช้เป็นอาหารสำหรับมนุษย์ โดยเฉพาะประโยชน์ในการสำรวจห้วงอวกาศ

ประโยชน์ของสาหร่าย

สาหร่ายมีหลายชนิดด้วยกัน สาหร่ายแดงใช้ทำ agar และ carragunin ญี่ปุ่นใช้ *Porphyra* เป็นอาหารเพราะประกอบด้วยกรดอะมิโนที่ร่างกายสร้างไม่ได้ (essential amino acids) ครบทุกชนิด และมีแร่ธาตุและวิตามินต่าง ๆ อยู่มาก

สาหร่ายสีน้ำตาล เช่น *Ascophyllum* และ *Laminaria* เมื่อทำให้แห้งแล้วใช้เป็นอาหารได้ *Laminaria* และ *Macrocepsis* เป็นแหล่งกำเนิดของ algin สาหร่ายสีน้ำตาลมี mannitol มาก และมีคุณสมบัติในการระบาย สาหร่ายสีแดงและสีน้ำตาลมีวิตามิน B₁₂ มาก ซึ่งเกิดจากการสังเคราะห์ของ commensal bacteria

สาหร่ายสีเขียวนั้นใช้เป็นอาหาร โดยเฉพาะ *Chlorella* ได้รับความสนใจจากนักวิทยาศาสตร์มากที่สุด เพื่อใช้เป็นอาหารสำหรับมนุษย์

* คุณอมรรตน์ สวัสดิทิต สำเร็จ วท.บ. (พฤกษศาสตร์) จากจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อ พ.ศ. ๒๕๐๔ และปริญญาโททาง Food Technology เมื่อ พ.ศ.

คุณประโยชน์ของ *Chlorella* มีดังนี้

1. ให้ผลผลิตสูงกว่าพืชหมุนเวียนชนิดอื่น ๆ
2. โดยทั่ว ๆ ไปแล้ว ในการเจริญเติบโตของสาหร่ายชนิดนี้ต้องการเพียง แสง น้ำ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และเกลืออนินทรีย์
3. มีโปรตีน ไขมัน และวิตามินมากกว่าพืชหมุนเวียนชนิดอื่น นอกจากเมล็ดพืชบางชนิด
4. หลังจากดวงอาทิตย์ที่ถูกดูดโดยเซลล์ของสาหร่าย ถูกเปลี่ยนเป็นอาหารที่มีประโยชน์ ส่วนที่รับประทานไม่ได้มีเพียงเล็กน้อยเท่านั้น
5. สามารถเจริญเติบโตในพื้นที่ ๆ ไม่มีประโยชน์ในค่านกสิกรรมอื่น ๆ ทนต่ออุณหภูมิสูง ๆ และต้องการน้ำน้อย
6. สาหร่ายสามารถปรับตัวเองให้เข้ากับ อุณหภูมิ และขบวนการผลิตได้ ถ้าปลูกสาหร่ายในพื้นที่ 1 เอเคอร์ จะได้สาหร่ายแห้ง 40 ตัน ซึ่งมีโปรตีนถึง 20 ตัน

ทำไมจึงใช้สาหร่ายเป็นอาหารสำหรับมนุษย์อวกาศ

การเดินทางในห้วงอวกาศนั้นต้องเป็นระบบวิธีการที่ง่าย ๆ การศึกษาเกี่ยวกับงานทางด้านฟิสิกส์ ความกดดันทางจิต และการทำงานในสภาพที่ไร้น้ำหนักให้เป็นเรื่องแน่นอน มีผู้ประมาณว่า คนหนึ่ง ๆ ต้องการอาหาร น้ำ และออกซิเจนรวมกัน 8.8 ปอนด์/วัน

การอยู่ในห้วงอวกาศนั้น ควรเรียนแบบสภาพความเป็นอยู่ที่แท้จริงบนพื้นโลกนอกจากบางกรณีที่เป็นเช่น ที่ความกดของบรรยากาศต่ำต้องใช้ออกซิเจนมากกว่าปกติ ปัญหาเกี่ยวกับอาหารนั้นเป็นเรื่องยุ่งยาก

การที่จะชนอาหารที่มีน้ำหนักมากขึ้นไปในห้วงอวกาศนั้นย่อมสิ้นเปลือง
เชื้อเพลิง ควรใช้อาหารในสภาพที่แห้งหรือเข้มข้นมาก มีกากเหลือน้อย
สะดวกแก่การเตรียมเพื่อรับประทาน สำหรับนั้นจัดอยู่ในประเภทอาหาร
แห้งได้ แม้จะมีผู้กล่าวว่า *Chlorella* นั้นไม่ใช่อาหาร เพียงแต่มี
คุณค่าทางอาหาร

คุณค่าทางอาหารของสาหร่าย

Chlorella มีการสะสมไนโตรเจนที่ร่างกายสร้างไม่ได้ครบทุกชนิด โดยเฉพาะ lysine และ threonine นั้น มีปริมาณมาก ปริมาณของ
threonine มีมากพอ ๆ กับที่มีในเนื้อสัตว์ และมีมากกว่าในโปรตีน
จากถั่วเหลือง

ผลจากการวิเคราะห์ส่วนผสมที่แห้งของ *Scenedesmus quadricauda* และ *Chlorella* ในอัตราส่วน 10:1 ซึ่งเจริญเติบโตในสภาวะ
ที่มีน้ำไฮโดรเจนและสารอินทรีย์ที่เน่าเปื่อย ปรากฏว่ามีคาร์โบไฮเดรต
27.4%, โปรตีน 41.8%, ไขมัน 7.2%, เถ้าถ่าน 19.1%, แครโรทีน
(carotene) 100,000 I.U./100 กรัม และวิตามินซี (ascorbic acid)
89.6 มิลลิกรัม% ตับวัณนั้นมียูนิตามินเอเพียง 49,900 I.U./100 กรัม
ในตับมี riboflavin (วิตามินบี 2), niacin, pantothenic acid และ
วิตามินบี 12 มากกว่าสาหร่าย แต่มี thiamine (วิตามินบี 1) และ
folic acid น้อยกว่าที่มีในสาหร่าย

สำหรับส่วนประกอบของ *Chlorella* นั้นมีโปรตีน 55.5%
ไขมัน 7.5%, คาร์โบไฮเดรต 17.8% เถ้าถ่าน 8.25%, ความชื้น 7.0%
และ crude fiber 3.1%

เนื่องจากร่างกายของมนุษย์นั้น ต้องการคุณค่าทางอาหารต่าง
ชนิดกันในปริมาณต่าง ๆ กัน ถ้าจะให้ได้คุณค่าทางอาหารจำนวนน้อย
ที่สุดที่ร่างกายต้องการในวันหนึ่ง ๆ แล้วจะต้องบริโภคสาหร่ายถึง 200
กรัม เพื่อให้ได้ปริมาณของ thiamine ตามที่ร่างกายต้องการและ
บริโภคถึง 500 กรัม เพื่อให้ได้ปริมาณของวิตามินซีตามที่ร่างกาย
ต้องการ

มนุษย์ต้องการความร้อนที่จะไปเผาผลาญอาหารในร่างกาย อย่าง
น้อยที่สุด 25.5 กิโลแคลอรี ต่อ กก. ของน้ำหนักร่างกาย/วัน แต่
อาจจะมากหรือน้อยกว่าขึ้นอยู่กับชนิดของงานที่ทำ คนที่มีน้ำหนัก 150
ปอนด์ (68 กก.) ต้องการพลังงานความร้อน 1720 กิโลแคลอรี/วัน
Chlorella ให้พลังงานความร้อน 3.3 kcal/g ดังนั้นมนุษย์ต้องบริโภค
สาหร่ายถึง 600 กรัม/วัน เพื่อให้ได้พลังงาน 2000 กิโลแคลอรี ขณะ
นี้ปริมาณของสาหร่ายยังมีไม่เพียงพอแก่ความต้องการ

การทดลองใช้สาหร่ายเป็นอาหาร

มีผู้ทดลองให้ *Chlorella* เป็นอาหารหนู ปรากฏว่าหนูย่อย
Chlorella ได้เพียง 70 % การเตรียมสาหร่ายเพื่อใช้เป็นอาหารนั้นมิ
ผลโดยตรงต่อการย่อยและการเจริญเติบโต สาหร่ายที่สุกเกินไปทำให้
ย่อยยาก ส่วนสาหร่ายที่ฟอกสีหมดแล้วช่วยให้หนูเติบโตเร็วและย่อยง่าย

กว่าสาหร่ายแห้งที่เตรียมโดยวิธีใช้ freeze-dry (สูบลึงเอาน้ำออก
ขณะที่ทำให้เย็นจนแข็ง)

มนุษย์นั้นย่อยสาหร่ายได้ 75% เมื่อบริโภคสาหร่าย 100 กรัม
จะมีอาการของโรคเกี่ยวกับทางเดินอาหารปรากฏในวันแรก อาการจะมาก
ขึ้นเมื่อเพิ่มเป็น 200 กรัม ถ้าเพิ่มถึง 500 กรัม ใน 2 วัน อาการ
จะหนักมากขึ้นเช่น ไม่สบายใจและปวดศีรษะ นอกจากนั้นก็ไม่มีอาการ
อย่างใดปรากฏ นักวิทยาศาสตร์ได้อธิบายถึงสาเหตุที่ทำให้เกิดอาการ
ของโรค เมื่อบริโภคสาหร่าย ว่าเป็นเพราะการปะปนของเชื้อแบคทีเรีย
เรียบเรียงจากเรื่อง *"Algae as Food for Space Travel"* โดย
Richard P. Casey และ *Joseph A. Lubitz*

ปฏิชีวนสารและพืช

สุขุม อัครเวศน์

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ปราณี สุรพัฒน์

วิทยาลัยการศึกษา ประสานมิตร

การใช้ปฏิชีวนสาร เช่น เพนนิซิลิน สเตรปโตไมซิน ฯลฯ ในการรักษาโรคต่างๆ ของมนุษย์และสัตว์ได้เป็นไปอย่างแพร่หลายมานานแล้ว แต่การนำเอาปฏิชีวนสารมาใช้เพื่อป้องกันโรคหรือรักษาโรคของพืชนั้นยังไม่เป็นที่แพร่หลายนัก อย่างไรก็ตามในปัจจุบันปรากฏว่ามีสถาบันการศึกษาและวิจัยมากกว่า 20 แห่งในประเทศต่าง ๆ เช่น อเมริกา อังกฤษ ฝรั่งเศส เยอรมัน เวนิชชัว และรัสเซีย ที่ได้ให้ความสนใจอย่างมากในการวิจัย—เรื่องการใช้ปฏิชีวนสารเพื่อป้องกันโรคพืชที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย รา และแมลงกระแทงโรคพืชที่เกิดจากไวรัส (12, 17) ทั้งๆ ที่เมื่อ 5 ปีที่แล้วมา มีสถาบันที่สนใจในเรื่องนี้เพียง 2-8 สถาบันเท่านั้น ทั้งนี้เนื่องมาจากผลของการวิจัยปรากฏว่าปฏิชีวนสารมีความศักดิ์สิทธิ์ ในการที่จะป้องกันโรคพืช ได้ดีไม่น้อยไปกว่าผลที่ได้ปรากฏแล้ว ในการป้องกันและรักษาโรคภัยต่าง ๆ ของคนและสัตว์

ในที่นี้จะขอกล่าว เฉพาะเรื่องราวทั่วไปของปฏิชีวนสารที่ใช้กับพืชและผลของการทดลองที่เกี่ยวกับการซึมซาบเข้าไปในพืชของปฏิชีวนสาร การแผ่สร้านของปฏิชีวนสารภายในต้นพืช และการคงสมบัติของ

การป้องกันโรคแก่พืชซึ่งจัดว่าเป็นความรู้ชั้นมูลฐาน ที่ก่อให้เกิดการวิจัยในเรื่องการใช้ปฏิชีวนสารป้องกันโรคพืชให้ได้ผลดี

ปฏิชีวนสารคืออะไร Waksman (19) เป็นผู้ให้คำนิยามไว้เมื่อ 12 ปีมาแล้วและยังคงถือเป็นหลักกันอยู่จนทุกวันนี้ว่า ปฏิชีวนสารคือ "สารเคมีที่จุลินทรีย์ (microorganisms) ผลิตขึ้นและมีคุณสมบัติที่จะหยุดยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย และจุลินทรีย์ชนิดอื่น ๆ และในที่สุดก็จะทำลายแบคทีเรียหรือจุลินทรีย์นั้น ๆ" นอกจากนี้ปฏิชีวนสารยังมีลักษณะ และสมบัติที่สำคัญหลายประการซึ่งแตกต่างไปจากน้ำยาฆ่าเชื้อ (antiseptics, disinfectants) เช่น ปฏิชีวนสารผลิตขึ้นโดยจุลินทรีย์ ปฏิชีวนสารชนิดหนึ่ง ๆ ก็มีสมบัติที่จะหยุดยั้งการเจริญเติบโตและทำลายแบคทีเรียหรือจุลินทรีย์ได้เป็นชนิด ๆ ไป ปฏิชีวนสารต่างชนิดกันมีสมบัติทางฟิสิกส์และเคมีผิดแผกกันไป ปฏิชีวนสารชนิดเดียวกัน ถ้าใช้ป้องกันแบคทีเรียหรือรา ที่ทำให้เกิดโรคแก่พืชต่างชนิดกันก็จะให้ผลแตกต่างกัน แม้ว่าแบคทีเรียหรือรานั้น ๆ จะเป็นชนิดเดียวกันก็ตาม ในการใช้ปฏิชีวนสารนั้นถ้าใช้ไม่ถูกต้องก็อาจจะเป็นพิษแก่พืชมากน้อยต่างกันไปตามชนิดของปฏิชีวนสารนั้น ๆ

ความจริงนักวิทยาศาสตร์ได้สังเกตเห็นพฤติกรรมต่าง ๆ ของปฏิชีวนสารมาตั้งแต่ ค.ศ. 1885 แต่ถึงพากันคิดว่าสิ่งนั้นเป็นสิ่งที่ขบถ่ายของจุลินทรีย์ เช่นเดียวกับมนุษย์เราและสัตว์อื่นก็มีการขบถ่ายของเสียออกจากร่างกาย เช่น เหงื่อ อุจจาระ ปัสสาวะ จนกระทั่งเมื่อประมาณ 81 ปีที่แล้วมานี้เอง Sir Alexander Fleming จึงได้พบว่าสารเคมีที่ผลิตโดยรา

Penicillium สามารถที่จะหยุดยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย หลังจากนั้นยาเพนนิซิลิน ซึ่งได้มาจากผลผลิตของรา *Penicillium notatum* ก็ได้พบบทบาทที่สำคัญมากในการรักษาโรคของคนและสัตว์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งโรคที่เกิดจากแบคทีเรียพวก Gram-positive (๕) จากนั้นมาไม่นานก็ได้มีผู้ค้นพบปฏิชีวนสารชนิดต่าง ๆ เพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ แทบจะกล่าวได้ว่าการค้นพบปฏิชีวนสารใหม่ ๆ กันเป็นประจำวันทีเดียว ปฏิชีวนสารที่ใช้ป้องกันรักษาโรคของคนและสัตว์ที่ได้ผลดีในปัจจุบันนี้ ปรากฏว่ามีมากกว่า 100 ชนิด

การนำเอาปฏิชีวนสารมาใช้ในการป้องกันรักษาโรคพืชได้เริ่มมีขึ้นเมื่อใดนั้นผู้เขียนเองไม่อาจจะกล่าวได้แน่นอน เพราะถ้าจะถือตามนาย Zaumeyer (๒๐) ก็อาจจะกล่าวได้ว่า เริ่มมีขึ้นเมื่อ 12 ปีมาแล้ว แต่จากเอกสารบางชิ้นปรากฏว่า เมื่อ 14 ปีมาแล้ว นาย Brow และนาย Bogle (๘) ได้เคยทำการทดลองใช้เพนนิซิลิน เพื่อทำลายแบคทีเรีย *Erwinia carnegiana* ซึ่งเป็นตัวเชื้อทำให้เกิดโรคแก่นักกระบองเพชรยักษ์ ในรัฐออริโซนา อเมริกา และนาย Krassilnikov ชาวรัสเซียได้กล่าวอ้างไว้ในวารสารจุลชีววิทยาของประเทศรัสเซียว่า การใช้ปฏิชีวนสารในการป้องกันและกำจัดโรคพืชอันเกิดจากเชื้อแบคทีเรานั้น ได้เป็นไปอย่างกว้างขวางและกระทำกันมานานแล้ว แต่ก็ไม่ได้บ่งชี้ว่าเริ่มแต่เมื่อใด (4)

อย่างไรก็ดีการทดลองใช้ปฏิชีวนสารกับโรคพืชในตอนแรกเริ่มนั้น เป็นการทดลองกับตัวเชื้อที่ทำให้เกิดโรคที่เลี้ยงไว้ในวุ้นทั้งสิ้น (in vitro) เพิ่งจะมาทดลองทำกับพืชในเรือนและในไร่นา (in vivo) อย่างจริงจัง

เมื่อ 6-7 ปีมานี้เอง และปรากฏผลว่า สเตรปโตไมซิน เป็นปฏิชีวนสารที่ให้ผลดีที่สุดในการป้องกันกำจัดโรคพืช โดยเฉพาะแต่โรคที่เกิดจากราบาดชนิดด้วย ซึ่งแต่เดิมเข้าใจกันว่าสเตรปโตไมซินมีสมบัติแต่เพียงหยุดยั้งการเจริญเติบโตและทำลายแบคทีเรียเท่านั้น

ปฏิชีวนสารที่ใช้กับพืชซึ่งทำกันเป็นอุตสาหกรรมออกขายในท้องตลาดของอเมริกาในเวลานี้จึงเป็นพวกสเตรปโตไมซินเป็นส่วนมาก แต่ที่แพร่หลายมีอยู่ด้วยกัน 5 ชนิดซึ่งเป็นจำพวกสเตรปโตไมซินเสีย 4 ชนิดคือ

1. Agri-mycin 100 ปฏิชีวนสารชนิดนี้ประกอบด้วย สเตรปโตไมซินในรูปเกลือซัลเฟต 15 % และ oxytetracycline (Terramycin) 1.5 % จากผลการทดลองปรากฏว่าเมื่อเอา terramycin ผสมเข้าไปด้วยจะช่วยกันไม่ให้เกิดแบคทีเรีย ชนิดต่อต้านยาขึ้น (streptomycin resistant strains) และยังปรากฏว่าให้ผลในการป้องกันโรคพืชได้ดียิ่งขึ้น ไปกว่าการใช้สเตรปโตไมซินอย่างบริสุทธิ์เพียงอย่างเดียว (5, 18, 20.)

2. Agristrep ปฏิชีวนสารชนิดนี้ประกอบด้วยสเตรปโตไมซินในรูปของเกลือซัลเฟต 87 % ปฏิชีวนสารชนิดนี้ถ้าเก็บไว้ในอุณหภูมิ 60° เซนติเกรด เป็นเวลานานถึง 10 สัปดาห์คุณภาพจะเสื่อมลงไปมาก (7, 20)

3. Phytomycin ปฏิชีวนสารชนิดนี้ประกอบด้วยสเตรปโตไมซินในรูปของเกลือไนเตรท 20 % ปรากฏว่าปฏิชีวนสารชนิดนี้จะเสื่อมคุณภาพลงถ้าเก็บไว้ในที่มีอุณหภูมิต่ำ 0° เซนติเกรด แต่ถ้าเก็บไว้ในที่มีอุณหภูมิสูงไม่เกิน 70° เซนติเกรด จะคงคุณภาพดีและนานถึง 18 เดือน (20)

4. Acco-streptomycin ปฏิชีวนสารนี้ประกอบด้วยสเตรปโตไมซิน 45 % ถ้าเก็บไว้ในที่อุณหภูมิประมาณ 20 เซนติเกรดจะคงคุณภาพได้ดี และนานถึง 2 ปีเป็นอย่างน้อย (20)

สเตรปโตไมซินทั้ง 4 ชนิดที่กล่าวมาแล้ว ต่างก็ละลายน้ำได้ดี ถ้าผสมให้ได้ส่วนสัดถูกต้องจะไม่มีพิษต่อพืชเลย และเหมาะแก่การใช้อย่างกันโรคพืชที่เกิดจากแบคทีเรียโดยเฉพาะ

5. Acti-dione หรือ cycloheximide ปฏิชีวนสารชนิดนี้ถึงแม้จะไม่ใช้สเตรปโตไมซิน แต่ก็ยังเป็นผลิตผลของรา *Streptomyces griseus* ซึ่งเป็นจุลินทรีย์เดียวกันกับที่ให้สเตรปโตไมซินนั่นเอง จากการทดลองเป็นจำนวนมากปรากฏผลว่า acti-dione หรือ cycloheximide นี้เป็นปฏิชีวนสารที่มีคุณภาพสูงในการใช้ป้องกันโรคพืชที่เกิดจากเชื้อรา โดยเฉพาะ (20)

งานวิจัยที่เกี่ยวกับเรื่องซึมซาบ แผ่นสำลีและการคงสมบัติในการป้องกันโรคพืชของปฏิชีวนสารในต้นพืชนั้น ได้ดำเนินการด้วยวิธีการศึกษาหลายแบบด้วยกัน คือ มีการทดลองถึงวิธีการให้ปฏิชีวนสารแก่พืช และทดลองเพื่อที่จะหาว่าการให้ปฏิชีวนสารนั้นขึ้นอยู่กับชนิด และอายุของพืชนั้นหรือไม่ จากการศึกษาเหล่านี้จึงพอที่จะสรุปผลได้ว่า การศึกษาเกี่ยวกับเรื่องเหล่านี้ได้เริ่มด้วยการทดลองใช้ปฏิชีวนสารแก่พืชด้วยการละลายปนไปในน้ำยาที่ใช้ปลูกพืช (nutrient solution) หรือใช้น้ำยาที่มีปฏิชีวนสารรดต้นไม้ที่ปลูกไว้ในกระถางทราย เพื่อจะทดลองให้รู้ว่าปฏิชีวนสารจะซึมซาบเข้าไปในพืชทางรากได้หรือไม่ หลังจากนั้นก็ได้มี

การทดลองให้ปฏิชีวนสารแก่พืชด้วยการฉีดพ่นที่ใบ เหมือนกับการ ฉีดยาฆ่าแมลงบางทีก็ใช้วิธีผสมปฏิชีวนสารกับสารอื่นบางชนิดให้กลายเป็นแฉ่งเปียกแล้วทาตามลำต้น ในปัจจุบันนี้ได้มีการทดลองให้ปฏิชีวน สารแก่พืชด้วยวิธีใช้เข็มฉีดยาฉีดปฏิชีวนสารเข้าไปสู่ภายในพืชเลย เพื่อ ให้ปฏิชีวนสารแผ่สร้าไปทั่วต้นไม่ได้เร็วยิ่งขึ้น

จากผลการทดลองและวิจัยด้วยวิธีการต่าง ๆ และแก่พืชหลายชนิด ปรากฏว่าปฏิชีวนสารอาจซึมซาบแผ่สร้าไปภายในพืชและคงคุณภาพ ในการป้องกันโรคพืชได้นานมากน้อยเพียงไรนั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ คือ

1. ชนิดของปฏิชีวนสาร
2. สัดส่วนของปฏิชีวนสาร
3. วิธีการให้ปฏิชีวนสารแก่พืช
4. ชนิดของพืช
5. อายุของพืช

ปัจจัยทั้ง 5 ที่กล่าวมานี้มีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันในเรื่อง การ ซึมซาบ การแผ่สร้าและการคงสมบัติของปฏิชีวนสาร ในการ ป้องกัน โรคพืช Gray (10 a) ได้พบว่า เมื่อใช้ streptothrycin หรือ pleocidin ฉีดพ่นที่ใบตอนกลางต้นยาสูบ มะเขือเทศ และถั่วปรากฏว่า ปฏิชีวนสารทั้งสองชนิดนี้จะซึมซาบเข้าไปภายในต้นไม้ และยังแผ่สร้า ไปได้ทั่วทั้งต้นจนถึงยอด และราก แต่เมื่อใช้ streptomycin, neomycin, และ bacitracin หรือ actinomycin ฉีดพ่นใบที่ใบของพืชเหล่านั้นบ้าง ปรากฏว่าปฏิชีวนสารทั้งสี่ชนิดนี้ไม่ซึมซาบเข้าไปภายในของต้นเหล่านั้น

เลย อย่างไรก็ตามก็เขาได้ลองเอาไบออนของกลั้วไบหนึ่งจุ่มลงไปในน้ำยาของปฏิชีวนสารต่าง ๆ คือ penicillin, streptomycin, pleocidin, viomycin และ chloromycetin ซึ่งมีปฏิชีวนสารเหล่านี้อยู่ 2,000 ส่วน ต่อน้ำล้านส่วนปรากฏว่าปฏิชีวนสารเหล่านี้ยกเว้นแต่ chloromycetin ซึมซาบและแผ่สร้านเข้าไปสู่ภายในต้นกลั้วได้ทั่วทั้งต้น

นอกจากนี้ยังได้มีผู้ทดลองปลูกต้นถั่วเหลืองในน้ำยาซึ่งมีส่วนผสมของ streptomycin ด้วย ผลของการสกัดน้ำจากต้นถั่วเหลืองดูพบว่า มี streptomycin ปนอยู่เป็นปริมาณได้ถึงห้าส่วนต่อน้ำล้านส่วน จึงทำให้ทราบได้ว่าปฏิชีวนสารอาจซึมซาบ และแผ่สร้านเข้าไปในต้นพืชได้ทางราก (2) การที่จะให้ streptomycin เข้าไปในพืชนั้นยังอาจทำได้โดยการทำเป็นแบ่งแยกแล้วทาตามลำต้น ดังได้มีการทดลองทำกันมาแล้วกับลำต้นถั่ว (18, 18 a) ก็พบว่าหลังจากที่ทาแล้ว 8 ชม. streptomycin ซึมซาบและแผ่สร้านเข้าไปภายในต้น และไปถึงไบออนที่ยอดได้ หลังจากนั้น ห้าวัน ก็พบว่า ไบออนที่ยอดของต้นถั่วนี้มี streptomycin อยู่เป็นปริมาณ 67% ของที่ใช้ทาที่ลำต้น แต่เป็นที่น่าเสียดายที่ไม่ได้มีการศึกษาว่าปฏิชีวนสารจะแผ่สร้านไปถึงผักถั่วได้หรือไม่

สำหรับการทดลองที่ใช้กิ่งปักชำแช่ในน้ำผสมกับปฏิชีวนสารต่าง ๆ ปรากฏว่า ปฏิชีวนสารชนิดซึมซาบและแผ่สร้านเข้าไปภายในได้ดีดังมีรายงานว่า streptomycin และ terramycin ซึมซาบและแผ่สร้านเข้าไปสู่ในกิ่งเบญจมาศที่ปักชำได้ดีและคงคุณสมบัติป้องกันโรคในระยะ 2-8 สัปดาห์ได้ดี (16) ในการทดลองใช้ tetracycline กับกิ่งปัก

ซ้ำของต้นคอกผีเสื้อ ปรากฏว่า tetracycline จะซึมซาบและแผ่สร้านไปทั่วทั้งปักชำเร็วกว่า streptomycin ส่วนกิ่งปักชำของต้น *Pyracantha* ก็ปรากฏผลเช่นเดียวกันว่า aureomycin, terramycin และ tetracycline ซึมซาบและแผ่สร้านไปได้รวดเร็วกว่า streptomycin (1)

นอกจากจะรู้แน่แล้วว่า มีการซึมซาบและแผ่สร้านของปฏิชีวนสารต่าง ๆ เข้าไปในพืชได้ แต่จะได้ผลดีหรือไม่ขึ้นขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ ทั้งห้าดังกล่าวมาแล้ว แต่ก็ยัง ได้มีการ พยายาม ใช้สาร บาง อย่าง ผสมกับปฏิชีวนสารเพื่อช่วยให้การซึมซาบ และแผ่สร้านได้ดีขึ้นและกระทำกันเป็นผลสำเร็จมาแล้วมากด้วยการ ใช้สารจำพวกฮอร์โมน (plant hormones) บางชนิด เช่น indole-3-acetic acid (9) หรือไม่กี่ ethyl-3-acetate (12) ผสมกับปฏิชีวนสาร ปรากฏว่าการซึมซาบและแผ่สร้านของปฏิชีวนสารเป็นไปได้เร็วกว่าธรรมดาและเป็นที่เข้าใจกันว่า สารฮอร์โมนพืชชนิดอื่น ๆ ก็คงให้ผลเช่นเดียวกัน เพราะฮอร์โมนช่วยทำให้ระบบการซึมซาบน้ำของพืชดีขึ้น และอาจเพิ่มอำนาจการซึมซาบของผนังเซลล์ให้สูงขึ้นด้วย ซึ่งก็เท่ากับช่วยให้ปฏิชีวนสารซึมซาบและแผ่สร้านไปภายในต้นพืชได้เร็วขึ้นนั่นเอง นอกจากจะใช้สารฮอร์โมนพืชช่วยแล้วนักวิจัยบางท่านยังได้ทดลองใช้สารประกอบอื่น ๆ ที่หาได้ง่าย ๆ และราคาถูกผสมกับปฏิชีวนสาร เพื่อเพิ่มความเร็วของการซึมซาบและแผ่สร้าน ดังปรากฏว่าเมื่อใช้ streptomycin ในอัตราส่วน 500 ส่วนต่อน้ำล้านส่วน ผสมด้วย glycerin 1% ฉีดพ่นที่ใบกล้วย การซึมซาบและแผ่สร้านของปฏิชีวนสารในต้นกล้วยเป็นไปได้เร็วกว่าธรรมดา 8-

ชม. และหลังจากนั้น 6 ชม. การซึมซาบแผ่นสำรอนจะกว่าเร็วปรกติ 5 เท่า
ตัว และจะเร็วกว่าธรรมดาถึง 2 เท่าตัว หลังจากที่ได้ฉีดพ่นแล้ว 96 ชม.

(10) ในการใช้ streptomycin sulfate ผสมกับ glycerin 1% ฉีด
พ่นที่ใบของต้นมะนาวก็ช่วยให้ปฏิชีวนสารซึมซาบและแผ่นสำรอนได้เร็วกว่า
ธรรมดา คือหลังจากการฉีดพ่น 12 ชม. ปฏิชีวนสารจะซึมซาบแผ่นสำรอน
ไปได้ทั่วต้น และคงสมบัติในการป้องกันโรคอยู่ได้ถึง 21 วัน (15)
นอกจากนั้น ยังปรากฏว่า ถ้าผสม glycerin ลงใน chloromycetin
หรือผสมลงใน streptothrycin จะช่วยเร่งการซึมซาบและแผ่นสำรอนได้
เช่นกัน แต่การผสม glycerin ลงใน oxytetracycline หรือใน neomycin
ไม่ได้ช่วยให้การซึมซาบและแผ่นสำรอนของปฏิชีวนสารในพืชดีขึ้นเลย

การช่วยเร่งให้การซึมซาบแผ่นสำรอนของปฏิชีวนสารเข้าไปในกิ่งปัก
ชำของพืชบางชนิดโดยการผสมกับสารบางอย่างก็ ปรากฏว่าช่วยให้ได้ผล
ดีเหมือนกัน เช่น เมื่อผสม K_2HPO_4 1% ลงใน streptomycin จะช่วย
ทำให้การซึมซาบและแผ่นสำรอนในกิ่งปักชำของดอกผีเสื้อเป็นไปไ้เร็วกว่า
ธรรมดา (12)

อย่างไรก็ดี ถึงแม้ว่า ปฏิชีวน สารหลาย ชนิดที่ซึม ซาบและแผ่นสำรอน
และมีฤทธิ์จะป้องกัน โรคแก่พืชหลายชนิดได้ชั่วระยะเวลาหนึ่งดังกล่าวนมา
แล้ว แต่ก็มีปฏิชีวนสารชนิดที่ใช้ป้องกันโรคพืชไม่ได้ มันเพียงแต่ทำ
ให้เชื้อโรคที่ติดอยู่แล้วภายนอกลำต้นหรือใบตายได้เมื่อนฉีดปฏิชีวนสารไป
กระทบเข้า เช่น anisomycin เป็นต้น จะทำลายเชื้อ Erysiphe graminis
ที่ติดอยู่บนผิวใบข้าวสาลีได้ทั้งหมดภายใน 2 ชม. หลังจากการฉีดพ่น
เป็นต้น (14)

เอกสารอ้างอิง

1. Alcorn, Stanley M. and Ark, Peter A 1955. Movement of antibiotics in plants (Abs.) Inbus. Microbial. Soc. Proc. 1955; 35 (Processed).
2. Anderson, H.W. and Nienow, I 1947 Effect of streptomycin on higher plants. (Abs.) Phytopathology 37:1.
3. Brow, S.O. and Bogle, A.M. 1944. Effect of penicillin on a plant pathogen (Notes) Phytopathology 34: 760—761
4. Crowdy, S.H. 1954. Antibiotics in the systemic control of plant disease. Research 75: 483—486.
5. English, A.R. and Van Hersema, G. 1954. A note on the delay in the emergence of resistant Xanthomonas and Erwinia strains by the use of streptomycin plus terramycin combination. Pl Dis. Rytr. 38: 429—433.
6. Fleming, Alexander 1929. On antibacterial action of cultures of penicillin, with special reference of their use in isolation of B. influenzas. British Jour. Exp. Path. 10: 226—236.
7. Garber, J.D. Rath rock, J.W., Reynolds, H.C. and Gray R.A. 1954. Laboratory and field studies of agricultural streptomycin. Agr. Chem. 9: 32—34.
8. Goodman, Robert N. 1954. Fire blight control with sprays of Agrimycin a streptomycin-terramycin combination Pl. Dis. Rpts. 38: 877—878.
9. Goodman, Robert N. and Hemphill, D.D. 1954. The effects of indole —3— acetic acid on the plant disease inhibition properties of antibiotics. Science 119: 347.

10. Gray, Reed A. 1955. Increasing the absorbtion of streptomcin by leaves and flower with glycerol, (Abs.) Indus. Miorobial Soc. Proc. 41 (Processed).
10. a Gray, Reed A. 1955. The downward translocation of antibiotics in plants. Plant Physial. 30 (Supplement) proc. Plant Physiol. Meet VI
11. Hemphill, D.D. and Goodman, R.N. 1955. Effect of plant growth regulating substances on control of *Erwinia amylovora* by streptomycin and terramycin. Science 122: 122.
12. Leben, C. and Fulton, R.W. 1952. Effect of certain antibiotics on lesion production by two plant viruses. Phytopathology 42; 331—335.
13. Mitchell, Hohn W., Zaumeyer, U.J. and Preston, W.H. 1953. Movement of streptomycin in bean plants. (Abs.) Phytopathology 43: 480.
13. a Mithell, Hohn W. Zaumeyer, W.J. and Preston, W.H. 1954. Absorption and translocation of streptomycin by bean plants and its effect on the halo and common blight organisms. Phytopathology 44: 25—30.
14. Powers, H.R. 1958. Histological evaluation of the effect of anisomycin on *Erysiphe graminis* f. sp. tritici Phytopahology 48: 478—477.
15. Rangaswami, G., Rao Rama Rao, and A.R. Lakshmanan 1954. Studies on the control of citrus cander with streptomycin Phytopathology 49: 224—225.

16. Robinson, R.S., Starkey, R.L., and Davidon, O.W. 1954. Control of bacterial wilt of chrysanthemums with streptomycin. *Phytopathology* 44: 646—650.
17. Schlegel, David E. and Rawlins, T.E. 1954. Inhibition of tobacco mosaic virus by an antibiotic from an Actinomycete, *Nocardia* species (Note) *Phytopathology* 44: 328.
18. Visor, F.C., Carroll U.J., and O' Neill, E.F. 1955. Use of antibiotic against agricultural plant pathogens. *Antibiotic Ann*, II: 540—543.
19. Waksman, S.A. 1948. Antibiotics Cambridge Philosophical Society Biological review 23: 452—487.
20. Zaumeyer, W.J. 1955. Antibiotic and plant health: *Agr. and Food chem.* 3: 112—161.



พิมพ์ที่โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว นายถาวร สติรกุล ผู้พิมพ์และจัดพิมพ์

๑๐ พฤศจิกายน ๒๕๑๔



พิมพ์ที่โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว
นายถาวร สิกขโกศล ผู้พิมพ์ผู้โฆษณา

๑๐ พฤษภาคม ๒๕๑๔

