วารสารข่าว

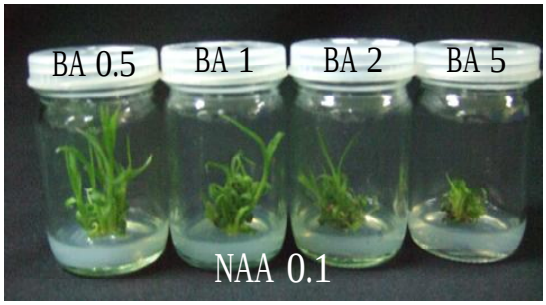
ศูนย์ปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง

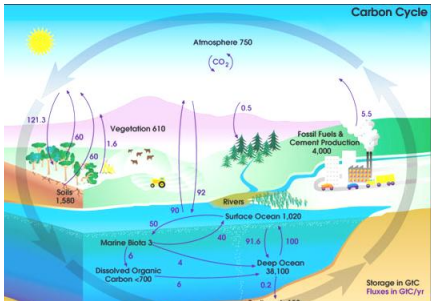
Central Laboratory and Greenhouse Complex

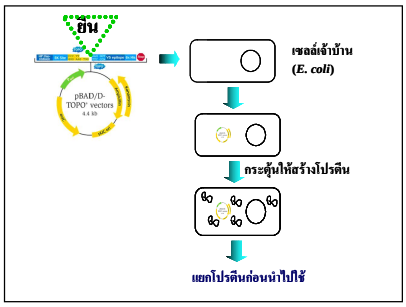
CLGC NEWSLETTER

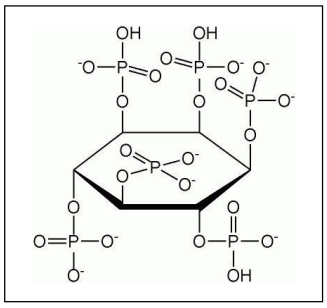
ปีที่ 23 ฉบับที่ 1
มกราคม - มิถุนายน 2552

Vol. 23 No. 1 January - June 2009
ISSN 0857 - 5010









สารบัญ

ข่าวศูนย์ฯ 2

งานวิจัย

} การเพาะเลี้ยงปลายยอดอ้อยปลอดโรคและการศึกษาต้นทุนการผลิตในห้องปฏิบัติการ 5

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

} เรื่องใกล้ตัว: เทคโนโลยีชีวภาพ 11

สิ่งแวดล้อม

} ระบบเกษตรกับการปฏิบัติบนความเข้าใจเพื่อร่วมลดสภาวะโลกร้อน 15

เรื่องน่ารู้

} Phytate กับสุขภาพ 20

บรรณาธิการแถลง

โลกในยุคดิจิตอลมีสิ่งที่น่าสนใจและเย้ายวนใจมากมายที่ทำให้หลาย ๆ คนที่สามารถเข้าถึงได้เพลิดเพลินหรือใช้เวลามากมายไปกับการค้นหาหรือเรียนรู้สิ่งเหล่านี้ จนกระทั่งลืมนึกถึงหรือไม่มีเวลาเหลือสำหรับเรื่องใกล้ตัวที่ควรเอาใจใส่ บรรณาธิการจึงขอนำข้อคิดจากบทความเรื่อง เพื่อความเข้าใจถูกต้องเกี่ยวกับหลักกรรม 8 มองผลกรรมดีกรรมชั่วกันใกล้ตัวเถิด ของท่านเสฐียรพงษ์ วรรณปก ที่ได้เขียนลงคอลัมน์รื่นร่มรมเยศ ในหนังสือพิมพ์มติชนรายวัน ฉบับที่ 11236 วันที่ 14 ธันวาคม พ.ศ. 2551 ในครั้งนี้ท่านได้ยกเรื่องที่มีภิกษุรูปหนึ่งนามว่ามาลุงกยะได้นำคำถาม เช่น จิตหรือวิญญาณกับร่างกายเป็นอย่างเดียวกันหรือไม่ แยกเป็นอิสระจากกันได้หรือไม่ เป็นต้น ไปกราบทูลถามพระพุทธองค์ แต่พระพุทธองค์ไม่ทรงตอบ กลับตรัสว่า “หลายต่อหลายเรื่องในโลกนี้ไม่จำเป็นจะต้องไปรู้ไปสนใจ ถึงจะรู้หรือไม่รู้เรื่องเหล่านั้น คนเราก็ยังตกอยู่ในห้วงแห่งความทุกข์ ในสังสารวัฏ คือ เกิด แก่ เจ็บ ตาย อยู่” และสิ่งที่พระภิกษุมาลุงกยะทูลถามนั้น “ไกลตัว” เกินไป เรื่องที่จำเป็น “ใกล้ตัว” ที่สุดที่ควรใส่ใจรู้ก็คือ ทุกข์ กับการดับทุกข์ อะไรคือปัญหาของชีวิต มีวิธีการอย่างใดที่พึงแก้ปัญหานั้นได้ นั่นคือพระพุทธองค์ทรงสอนว่าหลายต่อหลายเรื่องมิใช่เรื่องด่วนที่จะต้องรู้ ควรหันมาสนใจเรื่องรีบด่วนที่จำเป็นต้องรู้มากกว่า เช่น (บรรณาธิการขอดัดแปลงตัวอย่างของพระพุทธองค์ที่ท่านเสฐียรพงษ์ยกมา เพื่อให้เข้ากับยุคสมัย) เมื่อมีคนถูกยิง ผู้ประสพเหตุควรรีบนำผู้ถูกยิงส่งให้ถึงหมอให้เร็วที่สุดเท่าที่จะทำได้ ไม่ใช่มัวแต่สนใจว่าใครยิงหรือยิงทำไม ฯลฯ) สำหรับชีวิตของเราทุกคนก็เช่นกัน อย่าไปมัวสนใจอยากรู้ว่าเราเกิดมาจากไหน ตายแล้วจะไปไหน แต่ควรสนใจว่าเราจะทำชีวิตของเราให้ดีขึ้นอย่างไร

ในวาระนี้ บรรณาธิการจึงขอเชิญชวนท่านทั้งหลายที่มีโอกาสได้อ่านบทความที่ได้แถลงไว้นี้ ละจากสิ่ง “ไกลตัว” แล้วกลับมาพิจารณาหรือให้เวลากับเรื่องจำเป็น “ใกล้ตัว” กันบ้าง เพื่อชีวิตที่ดีขึ้นของแต่ละคนซึ่งจะนำพาสังคมไทยของเราให้ดีขึ้นตามไปด้วย

สวัสดีค่ะ

บรรณาธิการ

คณิตฐา ชินวงษ์เขียว
เจ้าหน้าที่บริหารงานทั่วไป ฝ่ายปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง
ม. เกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม

ผลงานวิจัยของนักวิจัยสังกัดฝ่ายปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลองได้รับรางวัล

± ผลงานเรื่อง **การเพาะเลี้ยงปลายยอดอ้อยปลอดโรคและการศึกษาต้นทุนการผลิตในห้องปฏิบัติการ** โดย **รงรอง หอมหวล** สุภาพร กลิ่นคง เรวัติ เลิศฤทัยโยธิน กมลศรี สระทองพรม และ รัตนา เอการัมย์ **ได้รับรางวัลคุณภาพงานวิจัยภาคโปสเตอร์** ในการประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ครั้งที่ 4 ประจำปี 2550

± ผลงานเรื่อง **พฤกษเคมีของพืชสกุล** *Aglaia* **(วงศ์สะเดา) ที่พบในสถานีวิจัยวนเกษตรตราด จังหวัดตราด** โดย **สมนึก พรมแดง** และ สรัญญา วัชโรทัย **ได้รับรางวัลชมเชย สาขาพืช** ในการประชุมวิชาการ ครั้งที่ 46 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ระหว่างวันที่ 29 มกราคม - 1 กุมภาพันธ์ 2551

± ผลงานเรื่อง **การสร้างต้นแฮพลอยด์และดับเบิลแฮพลอยด์ของแตงกวาพันธุ์ลูกผสมจากการผสมด้วยเกสรฉายรังสีและการเพาะเลี้ยงรังไข่** โดย **อัญชลี รวีโรจน์วิบูลย์ ได้รับรางวัลชมเชยภาคโปสเตอร์ สาขาพืชผัก/พืชสมุนไพร ประเภทนักวิชาการ** ในการประชุมวิชาการพืชสวนแห่งชาติ ครั้งที่ 8 มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่ วันที่ 8 พฤษภาคม 2552

การเสนอผลงานทางวิชาการ

± งานประชุมวิชาการ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ครั้งที่ 5 วันที่ 8 - 9 ธันวาคม 2551

² กฤตกร ทรัพย์เจริญ รณฤทธิ์ ฤทธิรน ศุมาพร เกษมสำราญ และ **ภาณี ทองพำนัก** เรื่อง การประเมินคุณภาพของมะเขือเทศเกษตรอินทรีย์ด้วยเทคนิค Near Infrared Spectroscopy

² กริช สิทธิโชคธรรม อรุณศิริ กำลัง **จันทร์จรัส วีรสาร** และ สุริยา สาสนรักกิจ เรื่อง ผลของการใส่มูลสัตว์ร่วมกับปุ๋ยเคมีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์สุวรรณ 4452 ใน 3 ฤดูปลูก

² **เนตรชนก เกียรติ์นนทพัทธ์** และ **ชวนพิศ อรุณรังสิกุล** เรื่อง ผลของการใช้ไคโตซานต่อการเพิ่มคุณค่า

ทางอาหารในต้นกล้าธัญพืชไทย

² สมโภชน์ ทับเจริญ เกรียงศักดิ์ สะอาดรักษ์ วิไลลักษณ์ ชาวอุทัย และ **ภาณี ทองพำนัก** เรื่อง การผลิตเมล็ดพันธุ์และต้นกล้ากวาวเครือขาวเชิงพาณิชย์

² สุรพันธ์ จิตวิริยนนท์ อุทัย คันโธ สุกัญญา จัตตุพรพงษ์ และ **มณี ตันติรุ่งกิจ** เรื่อง อิทธิพลของระดับอุณหภูมิในการอัดเม็ดอาหารสูตรมันสำปะหลังต่อปริมาณจุลินทรีย์ในระบบทางเดินอาหารสุกรระยะรุ่นและสมรรถภาพการผลิตของสุกรระยะรุ่น-ขุน และ เรื่อง อิทธิพลของระดับอุณหภูมิในการอัดเม็ดต่อประสิทธิภาพการอัดเม็ดอาหารสูตรมันสำปะหลัง

± งานประชุมวิชาการจังหวัดนครปฐม ฐานคน ฐานทรัพยากร ฐานคิด: การพัฒนาจังหวัดนครปฐมบนฐานข้อมูลและการมีส่วนร่วม ณ โรงแรมริเวอร์ จังหวัดนครปฐม ในวันที่ 24 มีนาคม 2552

² **รงรอง หอมหวล วุฒิชัย ทองดอนแอ** เจริญ ขุนพรม พีรพงษ์ แสงวนางค์กูล **อตินุช แซ่จิว** อรรถสิทธิ์ วงศ์มณีโรจน์ และ **ภาณี ทองพำนัก** เรื่อง การจัดการระบบการผลิตพืชครบวงจรเพื่อการส่งออก

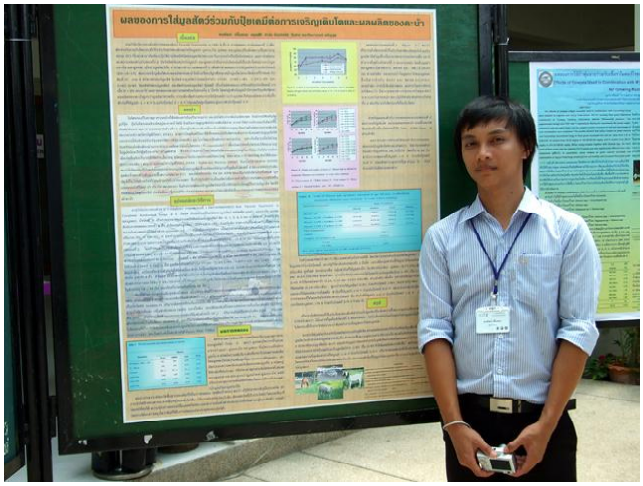
² **สุรัตน์วดี จิวะจินดา** เรื่อง การพัฒนาเครื่องสกัดน้ำมันหอมระเหยในระบบการกลั่นด้วยไอน้ำและเครื่องกลั่นน้ำมันหอมระเหยด้วยไอน้ำแรงดันสูงขนาดเล็ก

± งานประชุมวิชาการดินและปุ๋ยแห่งชาติ ครั้งที่ 1 "ดินและปุ๋ยในภาวะวิกฤตอาหารและพลังงาน" ณ อาคารศูนย์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม ระหว่างวันที่ 23 - 24 เมษายน 2552

² **ธนพัฒน์ ปลื้มพวก** อรุณศิริ กำลัง **จันทร์จรัส วีรสาร** และ ปิยมาภรณ์ เจริญสุข เรื่อง ผลของการใส่มูลสัตว์ร่วมกับปุ๋ยเคมีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของคะน้า

² **เนตรชนก เกียรติ์นนทพัทธ์** และ **ชวนพิศ อรุณรังสิกุล** เรื่อง การศึกษาการใช้ปุ๋ยที่เหมาะสมสำหรับการผลิตถั่วฝักยาว

² รัตติญา พรมแสง อรุณศิริ กำลัง และ **จันทร์จรัส วีรสาร** เรื่อง ผลของการปลดปล่อยไนโตรเจนจากการหมักมูลโคนมและมูลโคขุนต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักกาดเขียวกวางตุ้ง



± งานประชุมวิชาการพืชสวนแห่งชาติ ครั้งที่ 8 ณ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่างวันที่ 6 - 9 พฤษภาคม 2552

² **อัญชลี รวีโรจน์วิบูลย์** อรกมล ฮังโยธา และ จุลภาค คุ้นวงศ์ เรื่อง การสร้างต้นแฮพลอยด์และดับเบิลแฮพลอยด์ของแตงกวาพันธุ์ลูกผสมจากการผสมด้วยเกสรฉายรังสีและการเพาะเลี้ยงรังไข่

การจัดนิทรรศการ

± นิทรรศการ "บนเส้นทางงานวิจัยมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ปี 2552" ในงานวันเกษตรแห่งชาติ ประจำปี 2552 ณ อาคารจักรพันธ์เพ็ญศิริ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน กรุงเทพฯ ระหว่างวันที่ 30 มกราคม - 7 กุมภาพันธ์ 2552

² จันทร์จรัส วีรสาร เรื่อง การปลดปล่อยธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืชของวัสดุปลูก

² นพพล เกตุประสาท เรื่อง พันธุ์ไม้หอมหายากจากภาคตะวันตก : ข่อยด่าน

² ภาณี ทองพำนัก เรื่อง ผลิตภัณฑ์และงานบริการวิชาการของฝ่ายปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง

² มณฑา วงศ์มณีโรจน์ เรื่อง การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อเร่วหอม

² รงรอง หอมหวล เรื่อง ความหลากหลายของไม้ประดับอโกลนีมาจากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

² อุดม แก้วสุวรรณ์ เรื่อง ผลของระยะปลูกไม้สีฟ้าม่วงพุ่มสวย : แก้วเจ้าจอม

² ลักขณา เบ็ญจวรรณ์ และคณะ เรื่อง การวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์สุขภาพเพื่อเพิ่มมูลค่าจากธัญพืชไทย

² รุ่งนภา ก่อประดิษฐ์สกุล และคณะ เรื่อง ความร่วมมือระหว่างมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์กับภาคเอกชนเพื่อการพัฒนามาตรฐานการผลิต ThaiGAP

² ชวนพิศ อรุณรังสิกุล เรื่อง ผลกระทบของการจัดการคุณภาพการผลิตเพื่อความมั่นคงด้านอาหาร

² สุรัตน์วดี จิวะจินดา เรื่อง การพัฒนาผลิตภัณฑ์จากพืชสกุลเร่ว และ ผลงานประดิษฐ์คิดค้นเครื่องกลั่นน้ำมันหอมระเหยด้วยไอน้ำแรงดันสูงขนาดเล็ก (ผลงานได้รับรางวัลชมเชยงานประดิษฐ์คิดค้นด้านการเกษตรและอุตสาหกรรมการเกษตร สาขาเกษตรศาสตร์และชีววิทยา ประจำปี 2550 จัดโดยคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ)

± การจัดนิทรรศการร่วมกับบริษัทการบินไทย จำกัด (มหาชน) ณ ศูนย์การค้าสยามพารากอน วันที่ 22 กุมภาพันธ์ 2552

² นางสาวลักขณา เบ็ญจวรรณ์ และคณะ เรื่อง เครื่องดื่มเพื่อสุขภาพน้ำข้าวกล้องงอก

การตีพิมพ์ผลงานวิจัย

ชวนพิศ อรุณรังสิกุล, อุดม แก้วสุวรรณ์ และ วันดี วงษ์เสถียร. 2552. การศึกษาเบื้องต้นของการเก็บรักษาผลและเมล็ดพันธุ์ไม้กฤษณา, หน้า 281-288. *ใน* เรื่องเต็มการประชุมทางวิชาการ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 47 “เกษตรนำไทย:อาหารและพลังงานทดแทนสู่สมดุลอย่างยิ่ง”. 17-20 มีนาคม 2552. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จตุจักร กรุงเทพฯ.

ธนพัฒน์ ปลื้มพวก, อรุณศิริ กำลัง, **จันทร์จรัส วีรสาร** และ ปิยมาภรณ์ เจริญสุข. 2552. ผลของการใส่มูลสัตว์ร่วมกับปุ๋ยเคมีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของคะน้า, หน้า 522-529. *ใน* เรื่องเต็มการประชุมทางวิชาการดินและปุ๋ยแห่งชาติ ครั้งที่ 1 “ดินและปุ๋ยในภาวะวิกฤตอาหารและพลังงาน”. 23-24 เมษายน 2552. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม.

เนตรชนก เกียรติ์นนทพัทธ์ และ **ชวนพิศ อรุณรังสิกุล**. 2551. ผลของการใช้ไคโตซานต่อการเพิ่มคุณค่าทางอาหารในต้นกล้าธัญพืชไทย, หน้า 1163-1177. *ใน* เรื่องเต็มการประชุมวิชาการ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ครั้งที่ 5, 8-9 ธันวาคม 2551. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม.

เนตรชนก เกียรติ์นนทพัทธ์ และ **ชวนพิศ อรุณรังสิกุล**. 2552. การศึกษาการใช้ปุ๋ยที่เหมาะสมสำหรับการผลิตถั่วฝักยาว, หน้า 443-449. *ใน* เรื่องเต็มการประชุมวิชาการดินและปุ๋ยแห่งชาติ ครั้งที่ 1 “ดินและปุ๋ยในภาวะวิกฤตอาหารและพลังงาน”. 23-24 เมษายน 2552. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม.

รัตติญา พรมแสง, อรุณศิริ กำลัง และ **จันทร์จรัส วีรสาร**. 2552. ผลของการปลดปล่อยไนโตรเจนจากการหมักมูลโคนมและมูลโคขุนต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักกาดเขียวกวางตุ้ง, หน้า 574-582. *ใน* เรื่องเต็มการประชุมวิชาการดินและปุ๋ยแห่งชาติ ครั้งที่ 1 “ดินและปุ๋ยในภาวะวิกฤตอาหารและพลังงาน”. 23-24 เมษายน 2552. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม.

อุดม ฟ้ารุ่งสาง, **นวลวรรณ ฟ้ารุ่งสาง**, ลพ ภวภูตานนท์, ชัยณรงค์ รัตนกรีฑากุล และ เจริญ ขุนพรม. 2551. การใช้ Mango-Leaf Assay ในการประเมินศักยภาพของ *Bacillus megaterium* สายพันธุ์ 3103 ในการเป็นศัตรูธรรมชาติต่อรา *Colletotrichum gloeosporioides* สาเหตุโรคหลังเก็บเกี่ยวของมะม่วง. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 39(3)(พิเศษ):43-46.

Benjawan, L., P. Chutichudet, S. Khumkratok. 2008. Effect of harvesting index on browning reaction and changes of tissue structure in santol fruits. Pakistan Journal of Biological Sciences. 11(9):1212-1219.

Benjawan, L., S. Lee and T. Koottatep. 2008. Nitrogen removal in duckweed-based ponds with effluent recirculation. Kasetsart Journal (Natural Science). 42(4):767-775.

Chaeychomsri, W., S. Chaeychomsri, M. Tuntirungkij, P. Tabthipwon, N. Noparatnaraporn and V. Siripholvat. 2008. Characterization of microsatellite markers for the Siamese crocodile and amplification in the closely related Genus *Crocodylus*. Kasetsart Journal (Natural Science). 42(4):682-692.

Jindamorakot, S., S. Limtong, W. Yongmanitchai, M. Tuntirungkij, W. Potacharoen, H. Kawasaki, M. Tanticharoen and T. Nakase. 2008. *Candida ratchasimensis* sp. Nov. and *Candida khaoyaiensis* sp. Nov., two anamorphic yeast species isolated from flowers in Thailand. FEMS Yeast Research. 8:955-960.

(อ่านต่อหน้า 23)

งานวิจัย

การเพาะเลี้ยงปลายยอดอ้อยปลอดโรคและการศึกษาต้นทุนการผลิตในห้องปฏิบัติการ*

Shoot Tip Culture of Disease-free Sugarcane and Cost Estimate of Plantlet Production in Laboratory Level

รงรอง หอมหวล[1] สุภาพร กลิ่นคง[2] เรวัต เลิศฤทัยโยธิน[3] กมลศรี สระทองพรม[1] และ รัตนา เอการัมย์[1]
Rongrong Homhual[1], Supaporn Klinkong[2], Rewat Lersrutaiyotin[3], Kamonsri Srathongprom[1] and Rattana Agarum[1]

บทคัดย่อ

เพาะเลี้ยงปลายยอดอ้อยปลอดโรคจำนวน 2 พันธุ์ คือ K84-200 และ กพส.94-13 ในอาหารสูตร MS ที่มี NAA และ BA ในระดับความเข้มข้นต่างๆ พบว่า ปลายยอดของอ้อยพันธุ์ K84-200 และพันธุ์ กพส.94-13 สามารถชักนำให้เกิดกระจุกยอดได้โดยตรงไม่ผ่านแคลลัส ในอาหารสูตร MS ที่เติม NAA 0.1 มก./ล. ร่วมกับ BA 0.5 มก./ล. (A) และอาหารสูตร MS ที่เติม NAA 1.0 มก./ล. ร่วมกับ BA 1.0 มก./ล. ตามลำดับ นำกระจุกยอดของอ้อยทั้ง 2 พันธุ์เพาะเลี้ยงในอาหารสูตร MS ที่เติม IBA 1.0 มก./ล. kinetin 1.0 มก./ล. adenine sulfate 0.08 ก./ล. และน้ำมะพร้าว 10% (โดยปริมาตร) (B) เพื่อชักนำให้กระจุกยอดยืดเป็นต้น จากนั้นตัดแยกเป็นต้นเดี่ยวเพาะเลี้ยงในสูตรอาหาร MS ที่เติม NAA 5.0 มก./ล. (C) เพื่อชักนำให้ออกราก และย้ายปลูกในเรือนเพาะชำ ศึกษาต้นทุนการผลิตต้นกล้าอ้อยปลอดโรคโดยคำนวณจากการนำปลายยอดอ้อยปลอดโรคพันธุ์ K84-200 จำนวน 1 ยอดเพาะเลี้ยงในอาหารสูตร (A), (B) และ (C) ตามลำดับ ในห้องปฏิบัติการเป็นเวลา 5 เดือน และเลี้ยงให้ต้นแข็งแรงภายในโรงเรือนอีก 1 เดือน ต้นกล้าอ้อยปลอดโรคที่ผลิตได้ประมาณ 600 ต้น พบว่า มีราคาต้นทุนโดยเฉลี่ยต่อต้นประมาณ 3.95 บาท

ABSTRACT

Shoot tip derived from disease-free sugarcane plants of 2 varieties namely; K84-200 and KPS 94-13 were cultured on modified MS medium with various concentrations of NAA and BA. The results showed that numerous shoots were induced directly from shoot tip of K84-200 and KPS 94-13 on MS medium supplemented with 0.1 mg/l NAA and 0.5 mg/l BA; and MS medium supplemented with 1.0 mg/l NAA and 1.0 mg/l BA, respectively. These shoots of both varieties were transferred to MS medium with 1.0 mg/l IBA, 1.0 mg/l kinetin, 0.08 mg/l adenine sulfate and 10% (v/v) coconut water for shoot elongation. Elongated shoots were separated into single plantlet and transferred onto MS medium with 5.0 mg/l NAA for root induction. Cost of plantlets production in laboratory level was calculated since 1 shoot tip of K84-200 on media (A), (B) and (C) respectively, for 5 months, and for another one month in nursery. Six hundred plantlets were produced from single shoot tip with the average cost of 3.95 baht per plantlet.

Key words: tissue culture, shoot tip, disease-free sugarcane
E-mail: rdirov@ku.ac.th

คำนำ

อ้อยเป็นพืชเศรษฐกิจที่ทำรายได้ให้กับประเทศแต่ละปีมีมูลค่าหลายหมื่นล้านบาท อย่างไรก็ตาม เกษตรกรผู้ปลูกอ้อยมักประสบกับปัญหาราคาอ้อยตกต่ำ ต้นทุนการผลิตสูงขึ้น และการระบาดของโรค แมลงศัตรูในแปลงปลูกทำให้ผลผลิตตกต่ำ สาเหตุหนึ่งของการระบาดมาจากการใช้ท่อนพันธุ์ที่มีการสะสมโรค เมื่อนำท่อนพันธุ์มาปลูกในแปลงทำให้เกิดการแพร่ระบาดโรคได้อย่างกว้างขวางและรวดเร็ว ทางเลือกหนึ่งในการแก้ปัญหาคือคัดเลือกต้นอ้อยที่ปลอดโรคและใช้เป็นท่อนพันธุ์หรือนำมาขยายพันธุ์โดยใช้เทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อเพื่อผลิตท่อนพันธุ์อ้อยปลอดโรคทดแทนท่อนพันธุ์เดิมที่มีโรค เป็นการตัดวงจรการเป็นโรคระบาดในแปลงได้ระยะหนึ่ง

* ได้รับรางวัลคุณภาพงานวิจัย ภาคโปสเตอร์ ในการประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ครั้งที่ 4 ประจำปี 2550
[1] ฝ่ายปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง สถาบันวิจัยและพัฒนา กำแพงแสน ม. เกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน อ. กำแพงแสน จ. นครปฐม 73140
[2] ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตร กำแพงแสน ม. เกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน อ. กำแพงแสน จ. นครปฐม 73140
[3] ศูนย์วิจัยพัฒนาอ้อยและน้ำตาล สถาบันวิจัยและพัฒนา กำแพงแสน ม. เกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน อ. กำแพงแสน จ. นครปฐม 73140

งานวิจัยนี้ได้เห็นถึงความสำคัญของการผลิตท่อนพันธุ์อ้อยปลอดโรค โดยต้องการส่งเสริมและขยายท่อนพันธุ์ปลอดโรคเหล่านี้ไปสู่เกษตรกร จึงได้ทดลองนำต้นอ้อยปลอดโรคที่ได้จากงานวิจัยมาเป็นต้นแบบในการผลิตอ้อยปลอดโรคในห้องปฏิบัติการให้มีคุณภาพ มีความสม่ำเสมอ แข็งแรง และมีราคาถูก โดยการพัฒนาสูตรอาหารที่เหมาะสมในการชักนำให้เกิดต้นอย่างรวดเร็ว การเพิ่มปริมาณต้นพร้อมระบบรากที่สมบรูณ์เพื่อให้มีเปอร์เซนต์การรอดชีวิตสูงและศึกษาต้นทุนการผลิตในห้องปฏิบัติการถึงย้ายปลูก โดยเริ่มตั้งแต่การเพาะเลี้ยงปลายยอด จำนวน 1 ยอด สามารถผลิตต้นได้เท่าไร และใช้เวลานานเท่าไรจนถึงการปลูกกล้าอ้อยปลอดโรคในถุงเพาะชำ เพื่อข้อมูลที่ได้จะเป็นประโยชน์ในการผลิตต้นกล้า และท่อนพันธุ์อ้อยปลอดโรคในเชิงพาณิชย์ต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การผลิตต้นกล้าอ้อยปลอดโรคในห้องปฏิบัติการ

1.1 การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อปลายยอดอ้อยปลอดโรค

นำยอดอ้อยพันธุ์ K84-200 และ กพส.94-13 จากต้นกล้าอ้อยที่ปลอดโรคโดยผ่านการตรวจสอบโรคใบขาวแล้วในโรงเรือนเพาะชำมาฟอกฆ่าเชื้อที่ผิวโดยใช้คลอร็อกซ์ 10% และ 5% ที่เติมยาจับใบ (Tween 20) 1-2 หยด แช่นานประมาณ 10 นาที และ 5 นาที ตามลำดับ จากนั้นล้างคลอรอกซ์ออกด้วยน้ำกลั่นที่ฆ่าเชื้อแล้ว 2 ครั้ง นำส่วนนี้มาลอกกาบใบออกจนถึงปลายยอด เพื่อตัดปลายยอดให้มีขนาดประมาณ 0.7 มิลลิเมตร ภายใต้กล้องสองตา (Stereo microcope) (Figure 1) เพาะเลี้ยงปลายยอดในสูตรอาหาร MS ที่เติม NAA ความเข้มข้นตั้งแต่ 0.1, 0.2, 0.5 และ 1.0 มก./ล. ร่วมกับ BA ที่มีความเข้มข้นตั้งแต่ 0.5, 1.0, 2.0 และ 5.0 มก./ล. (Table 1) เพื่อชักนำให้เกิดยอดจำนวนมากโดยไม่ผ่านแคลลัส (direct shoot) สังเกตการเจริญเติบโตเป็นเวลา 2 เดือน

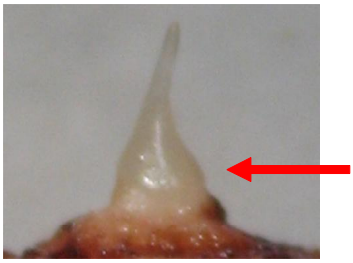


Figure 1 Shoot tip size 0.7 mm. (arrow) of K84-200 was cultured on MS medium with 0.1-1.0 mg/l 0.5-5.0 mg/l BA

1.2 ศึกษาสูตรอาหารที่เหมาะสมในการยืดต้น

นำกระจุกยอดอ้อยพันธุ์ K84-200 และ กพส.94-13 สูงประมาณ 1 เซนติเมตร ที่เจริญมาจากปลายยอด มาทดลองเพาะเลี้ยงในอาหารสูตร MS ที่เติม IBA 1.0 มก./ล. และ kinetin ความเข้มข้น 1.0 มก./ล. adenine sulfate 0.08 ก./ล. น้ำมะพร้าว 10% (โดยปริมาตร) (รงรอง และคณะ, 2547) เพื่อชักนำให้ยอดยืดเป็นต้นหลังจากเพาะเลี้ยงในอาหารเป็นเวลา 2 เดือน

1.3 ศึกษาสูตรอาหารที่เหมาะสมในการชักนำให้ออกรากและมีระบบรากที่แข็งแรง

นำต้นอ้อยพันธุ์ K84-200 และ กพส.94-13 จากสูตรยืดต้น มาทดลองเพาะเลี้ยงในอาหารสูตร MS (Murashige and Skoog, 1962) ที่เติม NAA 5.0 มก./ล. และน้ำตาล 20 ก./ล. (รงรอง และคณะ 2547, 2549) เพื่อชักนำให้ออกราก หลังจากเพาะเลี้ยงในอาหารเป็นเวลา 1 เดือน

1.4 การย้ายปลูกกล้าอ้อยปลอดโรค

นำต้นกล้าอ้อยพันธุ์ K84-200 และ กพส.94-13 ที่ชักนำให้ออกรากแล้ว มาย้ายปลูกในวัสดุปลูกซึ่งประกอบด้วยขุยมะพร้าว:ทราย อัตราส่วน 2:3 บรรจุใส่ตะกร้าพลาสติก นำไปวางในโรงเรือนที่มีน้ำสเปรย์ด้านบน เพื่อศึกษาเปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตของต้นกล้าหลังจากย้ายปลูกในเรือนเพาะชำเป็นเวลา 1 เดือน

2. การคำนวณต้นทุนการผลิตต้นกล้าอ้อยปลอดโรคจากการเพาะเลี้ยงปลายยอดอ้อยปลอดโรค

การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อปลายยอดอ้อยปลอดโรคเพื่อวิเคราะห์ต้นทุนการผลิต เริ่มจากการนำปลายยอดอ้อยปลอดโรคพันธุ์ K84-200 ที่ผ่านการตรวจสอบโรคใบขาวแล้วโดยวิธี dot blot hybridization จำนวน 1 ยอดมาฟอกฆ่าเชื้อที่ผิวตามวิธีเช่นเดียวกับการทดลองที่ 1.1 เพาะเลี้ยงปลายยอดในอาหารสูตร MS ที่เติม NAA 0.1 มก./ล. ร่วมกับ BA 0.5 มก./ล. (A) เพื่อชักนำให้เกิดกระจุกยอดโดยใช้เวลาประมาณ 2 เดือน จากนั้นย้ายกระจุกยอดลงเพาะเลี้ยงในอาหารสูตร MS ที่เติม IBA 1.0 มก./ล. kinetin 1.0 มก./ล. adenine sulfate 0.08 ก./ล. และน้ำมะพร้าว 10% (โดยปริมาตร) (B) เพื่อชักนำให้ต้นยืดเป็นเวลา 2 เดือน จากนั้นย้ายต้นยืดลงเพาะเลี้ยงในสูตรอาหาร MS ที่เติม NAA 5.0 มก./ล. (C) เพื่อชักนำให้ออกราก เป็นเวลา 1 เดือน และย้ายต้นกล้าปลูกในเรือนเพาะชำเพื่อให้ต้นกล้าแข็งแรงอีก 1 เดือน รวมระยะเวลาตั้งแต่เริ่มเพาะเลี้ยงในห้องปฏิบัติการถึงย้ายปลูกเป็นเวลา 6 เดือน

การคำนวณต้นทุนการผลิตต้นกล้าอ้อยปลอดโรค แยกเป็น

1. ค่าตรวจสอบโรคใบขาวโดยวิธี dot blot hybridization 1 ตัวอย่าง ราคา 50 บาท

2. ค่าสารเคมีและสารเร่งการเจริญเติบโตที่ใช้ในการเตรียมอาหารสูตร MS (1962)

สารเคมี	ปริมาณที่ใช้ในอาหาร 1 ลิตร (มก.)	ราคา (บาท)	ราคา (บาท) เตรียมอาหาร 1 ลิตร
1. แอมโมเนียมไนเตรท (NH_4NO_3)	1650	850/500 ก.	2.81
2. โปแตสเซียมไนเตรท (KNO_3)	1900	650/ กก.	1.24
3. แมกนีเซียมซัลเฟต ($MgSO_4.7H_2O$)	370	850/ กก.	0.31
4. แมงกานีสซัลเฟต ($MnSO_4.H_2O$)	16.9	1,650/500 ก.	0.07
5. ซิงค์ซัลเฟต ($ZnSO_4.7H_2O$)	8.6	450/500 ก.	0.01
6. คอปเปอร์ซัลเฟต ($CuSO_4.5H_2O$)	0.025	750/กก.	0.00005
7. แคลเซียมคลอไรด์ ($CaCl_2.2H_2O$)	440	650/กก.	0.29
8. โปแตสเซียมไอโอไดด์ (KI)	0.83	2,000/กก.	0.002
9. โคบอลท์คลอไรด์ ($CoCl_2.6H_2O$)	0.025	750/100 ก.	0.0002
10. โปแตสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต (KH_2PO_4)	170	820/กก.	0.14
11. บอริคแอซิค (H_2BO_3)	6.2	650/กก.	0.004
12. โซเดียมโมลิบเด ($Na_2H_2PO_4.2H_2O$)	0.25	1,300/100 ก.	0.004
13. เฟอรัสซัลเฟต ($FeSO_4.7H_2O$)	27.8	850/500 ก.	0.05
14. โซเดียมเอทิลีน ไดอามีนเตตราอะซีเตรท (Na_2.EDTA)	37.2	650/250 ก.	0.10
15. ไทอามีนไฮโดรคลอไร (thiamine.HCl)	0.1	1,200/25 ก.	0.005
16. นิโคตินิคแอซิค (Nicotinic acid)	0.5	1,100/100 ก.	0.01
17. ไพริดอกซีน ไฮโดรคลอไรด์ (Pyridoxinc-HCl)	0.5	1,200/10 ก.	0.12
18. ไกลซีน (Glycine)	2.0	550/250 ก.	0.004
19. มายโออินโนซีตอล (myo-inositol)	100	1,350/100 ก.	1.35
20. วุ้น	7.5	1,200/กก.	9.00
21. BA	0.5	1,100/1 ก.	0.55
22. NAA	0.1	1,450/25 ก.	0.0058
23. Kinetin	1	2,650/1 ก.	2.65
24. IBA	1	2,400/5 ก.	2.40
25. Adenine sulfate	80	2,550/10 ก.	20.4
26. น้ำมะพร้าว	100 มล.	25/1 ล.	2.50
27. คลอรอกซ์	15 มล.	170/2.83 ล.	0.90
28. Tween 20	2 ก.	320 /1 กก.	0.64

<u>หมายเห</u>ตุ อ้างอิงราคาสารเคมีจากบริษัท แซค ซายน์ เอ็น จำกัด ณ วันที่ 19 เมษายน 2550

3. ค่าอุปกรณ์ เช่น ค่าหม้อนึ่งฆ่าเชื้อ 40 บาท/ชม. ค่าตู้ Laminar Flow 50 บาท/ชม. ค่าห้องเลี้ยงเนื้อเยื่อ 50 บาท/วัน/ลบ.ม. (จากข้อมูลอัตราค่าธรรมเนียมการใช้บริการเครื่องมือและสถานที่ ของสถาบันวิจัยและพัฒนา ฉบับแก้ไขวันที่ 23 มีนาคม พ.ศ. 2543)

4. ต้นทุนวัสดุพร้อมถุงเพาะชำ ราคา 1 บาท/ถุง

5. ค่าแรงงานในการปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการ และย้ายปลูกคิดจากค่าจ้างแรงงานรายวัน วันละ 180 บาท

ผลและวิจารณ์

1. การผลิตต้นกล้าอ้อยปลอดโรคในห้องปฏิบัติการ

1.1 การเพาะเลี้ยงปลายยอดอ้อยปลอดโรค

หลังจากเพาะเลี้ยงปลายยอดขนาด 0.7 มม. ของอ้อยพันธุ์ K84-200 และ กพส.94-13 ในอาหารทุกสูตรที่ทดลอง พบว่า ปลายยอดอ้อยทั้ง 2 พันธุ์ สามารถพัฒนาเกิดเป็นยอดหรือกระจุกยอดได้โดยไม่ผ่านแคลลัส (direct shoot) อ้อยแต่ละพันธุ์มีการตอบสนองต่อสูตรอาหารแตกต่างกัน เช่น พันธุ์ K84-200 สามารถชักนำให้เกิดยอดสูงสุดประมาณ 25 ต้น/ปลายยอด จากสูตรอาหาร MS ที่เติม NAA 0.1 มก./ล. ร่วมกับ BA 0.5 มก./ล. และพันธุ์ กพส.94-13 สามารถชักนำให้เกิดยอดสูงสุดประมาณ 35 ต้น/ปลายยอด จากสูตรอาหาร MS ที่เติม NAA 1.0 มก./ล. ร่วมกับ BA 1.0 มก./ล. เมื่อเลี้ยงในอาหารเป็นเวลา 2 เดือน พันธุ์ กพส.94-13 มีแนวโน้มการแตกกอและเป็นลำต้นได้ดีกว่าพันธุ์ K84-200 (Table 1)

Table 1 Numerous shoots initiation derived from shoot tip culture of sugarcane namely K84-200 and KPS94-13 on MS medium with 0.1, 0.2, 0.5 and 1.0 mg/l NAA and 0.5, 1.0, 2.0 and 5.0 mg/l BA for 2 months

สูตร MS มก./ลิตร	K84-200		กพส.94-13	
	การเกิดยอด (%)	จำนวนยอด/ชิ้น	การเกิดยอด (%)	จำนวนยอด/ชิ้น
$N_{0.1}B_{0.5}$	100	25.00	100	31.33
$N_{0.2}B_{0.5}$	100	21.00	100	33.00
$N_{0.5}B_{0.5}$	100	16.33	100	26.67
$N_{1}B_{0.5}$	100	21.66	100	32.33
$N_{0.1}B_{1}$	100	21.00	100	28.33
$N_{0.2}B_{1}$	100	16.33	100	25.33
$N_{0.5}B_{1}$	100	15.66	100	25.67
$N1\ B_{1}$	100	17.66	100	35.00
$N_{0.1}B_{2}$	100	กระจุกฝอย	100	33.00
$N_{0.2}B_{2}$	100	กระจุกฝอย	100	23.33
$N_{0.5}B_{2}$	100	กระจุกฝอย	100	33.00
$N1\ B_{2}$	100	กระจุกฝอย	100	31.33
$N_{0.1}B_{5}$	100	กระจุกฝอย	100	23.67
$N_{0.2}B_{5}$	100	กระจุกฝอย	100	25.66
$N_{0.5}B_{5}$	100	กระจุกฝอย	100	25.33
$N_{1}B_{5}$	100	กระจุกฝอย	100	23.66

หมายเหตุ N = NAA B = BA
ไม่สามารถนับจำนวนยอดจากกระจุกฝอยได้

จากการทดลองนี้ พบว่า ระดับความเข้มข้นของ BA ที่เหมาะสมในการชักนำให้เกิดยอดของอ้อยทั้ง 2 พันธุ์ อยู่ในช่วง 0.5-1.0 มก./ล. และ ระดับความเข้มข้นของ NAA อยู่ในช่วง 0.1-1.0 มก./ล. และการใช้ฮอร์โมน BA ที่มีความเข้มข้นสูงเกินไป ตั้งแต่ 2.0-5.0 มก./ล. มีแนวโน้มทำให้เกิดกระจุกยอดฝอยมากกว่าเกิดเป็นต้นเดี่ยว (Figure 2) อาจกล่าวได้ว่า ระดับความเข้มข้นของ BA ที่เหมาะสมเป็นปัจจัยที่สำคัญและมีอิทธิพลต่อการชักนำให้เกิดยอดที่สมบูรณ์ มากกว่า NAA

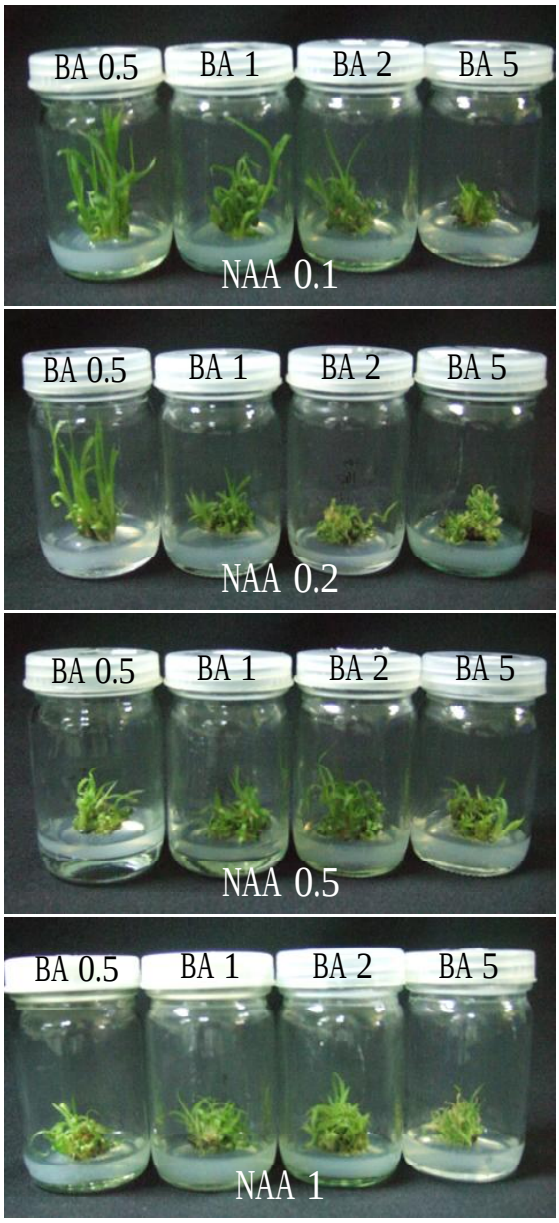


Figure 2 Numerous shoots were initiated from shoot tip cultured of K84-200 culture on MS medium with (1) 0.1 mg/l NAA and 0.5, 1.0, 1.0, 2.0 and 5.0 mg/l BA (2) 0.2 mg/l NAA and 0.5, 1.0, 1.0, 2.0 and 5.0 mg/l BA (3) 0.5 mg/l NAA and 0.5, 1.0, 1.0, 2.0 and 5.0 mg/l BA (4) 1.0 mg/l NAA and 0.5, 1.0, 1.0, 2.0 and 5.0 mg/l BA for 1 month

1.2 **การชักนำให้กระจุกยอดยืดเป็นต้น**

หลังจากนำยอดอ้อยของพันธุ์ K84-200 และ กพส. 94-13 มาเลี้ยงในอาหารสูตรทดลอง MS ที่เติม IBA 1.0 มก./ล. และ kinetin ความเข้มข้น 1.0 มก./ล. adenine sulfate 0.08 ก./ล. น้ำมะพร้าว 10% พบว่ากระจุกยอดของอ้อยทั้ง 2 พันธุ์ สามารถยืดต้นและแตกกอเพิ่มขึ้น หลังจากเลี้ยงในอาหารเป็นเวลา 2 เดือน

1.3 **การชักนำให้ออกราก และมีระบบรากที่แข็งแรง**

คัดเลือกต้นกล้าอ้อยพันธุ์ K84-200 และ กพส.94-13 ที่มีความสูงประมาณ 3-4 ซม. มาเลี้ยงในอาหารสูตรทดลอง MS ที่เติม NAA 5.0 มก./ล. พบว่า อ้อยทั้ง 2 พันธุ์ ตอบสนองต่อสูตรอาหารได้ในทำนองเดียวกันคือ สามารถชักนำให้ต้นกล้าอ้อยออกรากได้ทุกพันธุ์ เช่นเดียวกับการทดลองของ รงรอง และคณะ (2547); Gill *et al*, (2004) หลังจากเลี้ยงเป็นเวลา 1 เดือน มีเปอร์เซนต์การออกรากตั้งแต่ 97-100% ลักษณะของรากที่พบในสูตรอาหารมีสีขาว เป็นกระจุกจำนวนมาก (Figure 3)

ในการทดลองนี้ใช้ NAA กระตุ้นการชักนำให้ออกราก นอกจากสามารถเร่งรากโดยใช้ NAA อย่างเดียวแล้วสามารถใช้ auxin ชนิดอื่น เช่น IBA อย่างเดียว หรือ NAA ร่วมกับ IBA ก็สามารถชักนำให้อ้อยออกรากได้ดีเช่นกัน ซึ่งระดับของฮอร์โมนที่ใช้จะเกี่ยวข้องกับพันธุกรรมของอ้อยที่ใช้ในการทดลอง (Mamun *et al*, 2004)

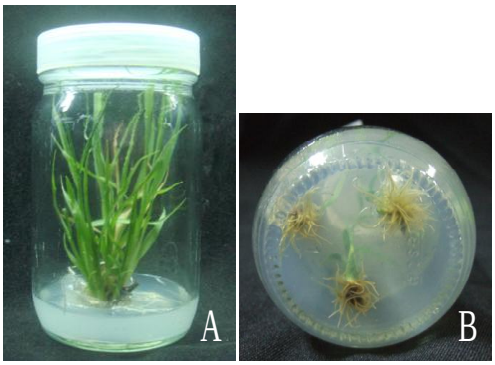


Figure 3 (A-B) Root induction of K84-200 plantlets on MS medium with 5.0 mg/l NAA for 1 mon

1.4 **การย้ายปลูกกล้าอ้อยปลอดโรค**

หลังจากย้ายปลูกต้นกล้าอ้อยพันธุ์ K84-200 และ กพส.94-13 ในวัสดุปลูก ขุยมะพร้าว และทราย อัตราส่วน 2:3 พบว่า กล้าอ้อยทั้ง 2 พันธุ์ มีการเจริญเติบโตดี ใบสีเขียวสดใส มีอัตราการรอดชีวิตประมาณ 90%

Figure 4 Transplantation of K84-200 plantlets in planting material composed of coir dust : sand; (2:3) for 1 month

2. **การศึกษาต้นทุนการผลิตต้นกล้าอ้อยปลอดโรคในห้องปฏิบัติการ**

คำนวณต้นทุนการผลิตโดยใช้ข้อมูลจากการทดลองที่ 1 โดยนำปลายยอดอ้อยปลอดโรค พันธุ์ K84-200 จำนวน 1 ยอด มาเลี้ยงในอาหารสูตร A เป็นเวลา 2 เดือน พบว่าในระยะที่ 1 เกิดกระจุกยอด ประมาณ 25 ยอด/ขวด ตัดแบ่งกระจุกยอดใส่ขวดละ 5 กระจุก ได้ 5 ขวด เลี้ยงในสูตร B เพื่อชักนำให้ต้นยืดและแตกกอเป็นเวลา 2 เดือน สามารถขยายปริมาณได้ 45 ขวด ขวดละ 15 ต้น รวมต้นประมาณ 675 ต้น จากนั้นตัดแยกเป็นต้นเดี่ยวย้ายลงสูตร C เพื่อชักนำให้ออกราก (Figure 5) ต้นออกรากทั้งหมด 675 ต้น ย้ายปลูกโดยมีเปอร์เซ็นต์การรอดชีวิต 90% จะเหลือต้นกล้า 600 ต้น นำไปคำนวณต้นทุนการผลิตราคาต่อต้น

สรุปราคาต้นกล้าอ้อยปลอดโรคในถุงเพาะชำเท่ากับ 3.95 บาท/ต้น

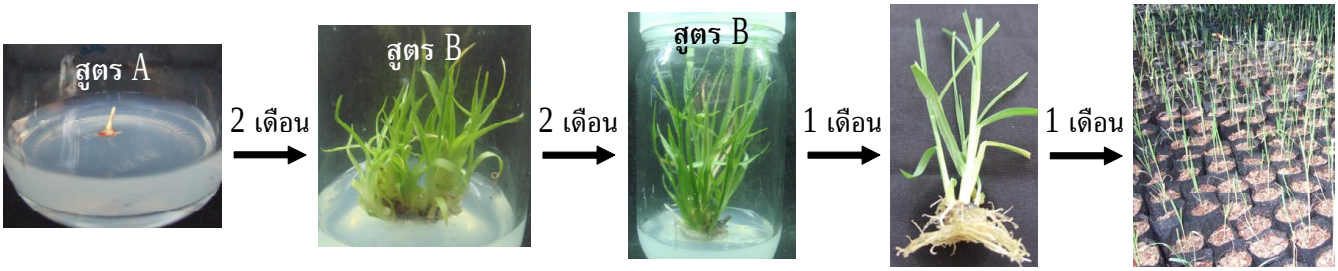


Figure 5 Shoot multiplication of 1 shoot tip within 6 months for calculation of the plantlet production cost

การคำนวณต้นทุนการผลิตต้นกล้าอ้อยปลอดโรคในห้องปฏิบัติการ มีรายละเอียดค่าใช้จ่าย ดังนี้

1. ค่าสารเคมีเริ่มแรกในการฟอกฆ่าเชื้อที่ผิว				5.64 บาท
1.1 คลอรอกซ์	ใช้ 15 มล.	ราคา		0.90 บาท
1.2 Tween 20	ใช้ 2 ก.	ราคา		0.64 บาท
1.3 น้ำกลั่น	ใช้ 455 มล.	ราคา		4.10 บาท
2. ค่าอาหาร สูตร MS และ สารเร่งการเจริญเติบโต				
2.1 สูตร MS (ไม่รวมสารเร่งการเจริญเติบโต)	1 ลิตร	ราคา		45.52 บาท
2.2 สูตร MS+NAA 1 มก./ล.+BA 1 มก./ล. (A)	1 ลิตร	ราคา		46.07 บาท
2.3 สูตร MS+Kinetin 1 มก./ล.+ IBA 1 มก./ล. + Adenine sulfate 0.08 ก./ล.+10% CW (B)	1 ลิตร	ราคา		73.47 บาท
2.4 สูตร MS+NAA 5 มก./ล. (C)	1 ลิตร	ราคา		45.81 บาท
เดือนที่ 1 ใช้อาหาร (สูตร A) 15 มล. และเดือนที่ 2 อีก 15 มล. รวม 30 มล.				1.38 บาท
เดือนที่ 3 ใช้อาหาร (สูตร B) 75 มล. และเดือนที่ 4 อีก 675 มล. รวม 750 มล.				55.10 บาท
เดือนที่ 5 ใช้อาหาร สูตร C รวม 2,025 มิลลิลิตร (135 ขวด=675 ต้น)				92.76 บาท
ค่าใช้จ่ายของอาหารทั้งหมด 2,805 มิลลิลิตร (5 เดือน) เป็นเงิน				149.24 บาท
ค่าแรงงาน ในการปฏิบัติงาน 180 บาท/วัน/คน 180x2x1				= 360.00 บาท
3. ค่าธรรมเนียมการใช้เครื่องมือต่าง ๆ (ยังไม่รวมค่าวัสดุ/ค่าเสื่อมราคาอุปกรณ์)				
3.1 หม้อนึ่งฆ่าเชื้ออาหาร	40 บาท/ชม.	ทำงาน 3 ชม.	40x3	= 120.00 บาท
3.2 Laminar Flow	50 บาท/ชม.	ทำงาน 3 ชม.	50x3	= 150.00 บาท
3.3 ห้องเลี้ยงเนื้อเยื่อ 50 บาท/วัน/ลบ.ม.. เดือนที่ 1-5 ใช้พื้นที่1/8 ลบ.ม.. 6.25x30x5				= 937.50 บาท
∴ ค่าใช้จ่ายสำหรับค่าวัสดุ และอุปกรณ์ต่าง ๆ (4.1+4.2+4.3) (5 เดือน)				= 1,207.50 บาท
4. ค่าตรวจสอบโรคใบขาวโดยวิธี dot blot hybridization 1 ตัวอย่าง				50.00 บาท
รวมต้นทุนในห้องปฏิบัติการ (ข้อ 1+2+3+4+5) ภายในเวลา 5 เดือน				1,772.38 บาท
จำนวนต้นที่ผลิตได้ทั้งหมด 600 ต้น ราคาต้นในขวด (1,772.38/600 ต้น)				= 2.95 บาท
5. ค่าวัสดุปลูก ถุงเพาะชำ และการดูแล ใส่ปุ๋ย ราคา 1 บาท/ต้น (ถุง)				
ต้นกล้าความสูงประมาณ 10-15 ซม. ในถุงเพาะชำ ต้นละ				= 3.95 บาท

สรุป

การเพาะเลี้ยงปลายยอดของอ้อยปลอดโรคพันธุ์ K84-200 และ กพส.94-13 สามารถชักนำให้เกิดกระจุกยอดจำนวนมากในอาหารสูตร MS ที่เติม BA ความเข้มข้นตั้งแต่ 0.5-1.0 มก./ล. และ NAA ความเข้มข้น 0.1-1.0 มก./ล. จากนั้นสามารถชักนำให้ต้นกล้าออกรากและมีเปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตสูงถึง 97-100% เมื่อคำนวณต้นทุนการผลิตในห้องปฏิบัติการเริ่มจากเพาะเลี้ยงปลายยอดจำนวน 1 ยอด สามารถผลิตต้นกล้าได้จำนวน 600 ต้น ในเวลา 6 เดือน และมีต้นทุนการผลิตต้นกล้าอ้อยปลอดโรคในถุงเพาะชำต้นละประมาณ 3.95 บาท

เอกสารอ้างอิง

รงรอง หอมหวล ศิริวรรณ บุรีคำ มณฑา วงศ์มณีโรจน์ สุภาพร กลิ่นคง และ เรวัต เลิศฤทัยโยธิน. 2547. การพัฒนาสูตรอาหารชักนำการสร้างระบบต้นพืชแข็งแรงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการย้ายปลูกของกล้าอ้อยปลอดโรค. รายงานความก้าวหน้าครั้งที่ 2/2547 โครงการเสริมสร้างความเข้มแข็งด้านการวิจัย. ส-ข(สวพ) 8.2.47.

รงรอง หอมหวล สุภาพร กลิ่นคง เรวัต เลิศฤทัยโยธิน กมลศรี สระทองพรม และ รัตนา เอการัมย์. 2549. การพัฒนาสูตรอาหารและเทคนิคการย้ายปลูกสำหรับการผลิตต้นกล้าอ้อยปลอดโรค. วิทยาสารกำแพงแสน. 4 (ฉบับพิเศษ) : 637-644.

Gill N.K., R. Gill and S. S. Gosal. 2004. Factors enhancing somatic embryogenesis and plant regeneration in sugarcane (*Saccharum officinarum* L.). Indian J. Biotech. 3:119-123.

Mamun M.A. M.B.H. Sikdar, D.K.Paul, M.M. Rahman and M.R. Islam. 2004. *In vitro* micropropagation of some important sugarcane varieties of Bangladesh. Asian J. Plant Sci. 3 (6):666-669.

Murashige, T. and F. Skoog. 1962. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. Plant Physiol. 15:473 - 497.

เรื่องใกล้ตัว: เทคโนโลยีชีวภาพ

ศิริพร วิหคโต[1]

เทคโนโลยีชีวภาพคืออะไร

"เทคโนโลยีชีวภาพ" เป็นคำที่เราได้ยินจนคุ้นหูแต่ "เทคโนโลยีชีวภาพ" คืออะไรและมีประโยชน์อย่างไร หลายคนอาจจะยังไม่แน่ใจ แต่ไม่ว่าจะอย่างไรก็ตามในปัจจุบันเราได้เข้าไปเกี่ยวข้องหรือใช้ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตด้วยเทคนิคนี้ที่ดูจะมีมากขึ้นในอนาคต ทั้งโดยรู้และไม่รู้ตัว ดังนั้น เราจึงน่าที่จะมาทำความรู้จักกับ "เทคโนโลยีชีวภาพ"

"เทคโนโลยีชีวภาพ" แปลตามศัพท์ คือเทคนิคหรือวิธีการที่เกี่ยวข้องกับสิ่งมีชีวิต และจากปทานุกรมพันธุศาสตร์ ของสมาคมพันธุศาสตร์แห่งประเทศไทย "เทคโนโลยีชีวภาพ" หมายถึง การนำสิ่งมีชีวิตหรือชิ้นส่วนของสิ่งมีชีวิตมาใช้พัฒนาหรือปรับปรุงพืช สัตว์ หรือผลิตภัณฑ์อาหาร เพื่อประโยชน์เฉพาะตามที่เราต้องการ

เทคโนโลยีชีวภาพไม่ใช่เรื่องใหม่ มีการใช้เทคนิคนี้มาตั้งแต่สมัยโบราณ โดยชาวสุเมเรียนและบาบิโลเนียนใช้ยีสต์ในการทำเบียร์ ชาวอียิปต์ใช้ยีสต์ในการทำให้ขนมปังฟู ส่วนคนไทยทำเหล้าและอาหารหมักดองมาตั้งแต่สมัยสุโขทัย แต่ในครั้งนั้นยังไม่มีการบัญญัติศัพท์ว่า "เทคโนโลยีชีวภาพ" ต่อมาเมื่อวิทยาศาสตร์เจริญก้าวหน้าโดยเฉพาะทางด้านชีววิทยา มีการศึกษาจนถึงระดับองค์ประกอบของเซลล์และการทำงานภายในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต ทำให้ทราบว่ายีนที่อยู่บน ดีเอ็นเอ (DNA) คือกลไกสำคัญในการควบคุมการทำงานของสิ่งมีชีวิตผ่านทางโปรตีนที่ยีนเป็นผู้ควบคุมการสร้าง และดีเอ็นเอนี้เองที่เป็นตัวถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมต่าง ๆ สู่รุ่นลูกหลาน จึงเรียกศาสตร์แขนงใหม่ที่เรียก "พันธุศาสตร์" และเรียกเทคนิคที่ใช้ในการควบคุมการเปลี่ยนแปลงในระดับยีนของสิ่งมีชีวิตว่า "พันธุวิศวกรรม" ดังนั้น "พันธุวิศวกรรม" จึงเป็นส่วนหนึ่งของเทคโนโลยีชีวภาพ ปัจจุบันมีการนำเทคโนโลยีชีวภาพมาประยุกต์ใช้ในเกือบทุกวงการ เช่น การแพทย์ การอุตสาหกรรม การเกษตร การปรับปรุงพันธุ์พืชและสัตว์ และการผลิตพลังงานทดแทน ซึ่งล้วนมีวัตถุประสงค์ในการช่วยให้มนุษย์มีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น

เนื่องจากความก้าวหน้าทางด้านพันธุศาสตร์ในระดับการทำงานของยีนและดีเอ็นเอ เกิดขึ้นอย่างรวดเร็วและแพร่หลายอยู่ในเฉพาะคนบางกลุ่ม ไม่ได้เผยแพร่ให้เป็นที่เข้าใจแก่บุคคลทั่วไปมากนัก จึงทำให้คนส่วนใหญ่ไม่มั่นใจถึงความปลอดภัยและผลเสียที่จะตามมา หลังจากการนำผลิตผลเหล่านั้นมาบริโภค โดยเฉพาะพืชดัดแปรพันธุกรรม หรือ พืชจีเอ็มโอ (GMO หรือ Genetically Modified Organisms) ดังจะเห็นได้จากการที่มีกลุ่มองค์กรอิสระหรือ NGO (Non-Governmental Organization) ออกมาต่อต้าน อย่างไรก็ตาม บางคนกำลังจะใช้หรือใช้ผลิตผลที่ได้จากเทคนิคนี้มาเป็นเวลานานอย่างไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้ และนับวันจะมีมากขึ้นเรื่อย ๆ ซึ่งการนำวิทยาการใหม่ ๆ มาใช้ไม่ใช่เรื่องแปลก แต่ควรจะใช้ด้วยความเข้าใจและใช้อย่างปลอดภัย ดังนั้น เราจึงควรทำความรู้จักเพื่อให้สามารถเลือกใช้ผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม

ทำไมจึงต้องใช้เทคโนโลยีชีวภาพ

ถ้าเราพิจารณาพัฒนาการของมนุษย์ตั้งแต่อดีตถึงปัจจุบัน จะเห็นว่าในยุคโบราณมนุษย์อาศัยอยู่ในถ้ำ และดำรงชีวิตด้วยการล่าสัตว์เก็บผัก-ผลไม้ตามธรรมชาติมาบริโภค ต่อมาก็เริ่มเปลี่ยนมาเป็นปลูกผักเอาไว้บริโภคในครัวเรือนแทนการเก็บจากธรรมชาติ แต่เมื่อประชากรโลกเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ทรัพยากรที่มีตามธรรมชาติไม่เพียงพอจึงเกิดการปฏิวัติทางเกษตรกรรม จากการปลูกพืชผสมผสานเพื่อบริโภคเป็นการปลูกพืชเชิงเดี่ยวเพื่อขาย เมื่อมีอาหารเพียงพอ ก็ต้องการความเป็นอยู่ที่ดีทำให้ความต้องการทางด้านสาธารณูปโภคเพิ่มขึ้น การผลิตสิ่งของเครื่องใช้ตลอดจนยานพาหนะและที่อยู่อาศัยไม่เพียงพอต่อความต้องการ จึงทำให้เกิดการปฏิวัติทางอุตสาหกรรม เพื่อช่วยให้สามารถผลิตสิ่งของที่ต้องการได้ทันเวลา

แต่การปฏิวัติทางเกษตรและอุตสาหกรรมก่อให้เกิดผลเสียตามมาคือ มีการนำทรัพยากรธรรมชาติมาใช้เกินความจำเป็น สิ่งแวดล้อมถูกทำลาย การเกิดมลภาวะ และการตกค้างของสารเคมีในสิ่งแวดล้อม จึงทำให้เกิดกระแสของการเปลี่ยนแปลงอีกครั้งเพื่ออนุรักษ์สิ่งแวดล้อม ด้วยการนำสิ่งที่มีในธรรมชาติมาใช้แทนสารเคมีและก่อประโยชน์สูงสุด เช่น การควบคุมแมลงด้วยตัวห้ำ-ตัวเบียน การใช้ราไตรโคเดอร์มาในการควบคุมราสาเหตุโรคพืช การใช้ปุ๋ยหมักหรือจุลินทรีย์ เช่น อีเอ็ม (Effective microorganisms; EM) มาใช้แทนปุ๋ยเคมี รวมทั้งการใช้เอ็นไซม์

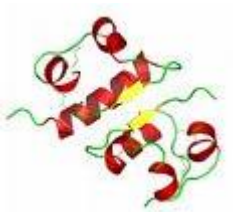
[1] นักวิจัย ฝ่ายปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง สถาบันวิจัยและพัฒนา กำแพงแสน ม. เกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม 73140

จากแบคทีเรียหรือราในวงการอุตสาหกรรม เช่นใช้เอ็นไซม์ไซแลนเนสในการฟอกเยื่อกระดาษแทนการใช้สารเคมี และเอ็นไซม์อะไมเลสเพื่อทำให้แป้งที่ผสมในเยื่อกระดาษไม่จับตัวเป็นก้อนจนทำให้กระดาษติดในสายพานการผลิต เป็นต้น ส่วนในวงการอาหาร มีการนำเอ็นไซม์ปาเปน (Papain) จากยางมะละกอมาใช้หมักเนื้อให้นุ่ม หรือการใช้เอ็นไซม์ในการทำขนมปังให้ฟูน่ารับประทานและเก็บไว้ได้นานแทนการใช้ยีสต์ นอกจากนี้ เทคโนโลยีชีวภาพยังเข้ามามีบทบาทอย่างมากในวงการสาธารณสุขและวงการแพทย์ตั้งแต่ในอดีตจนปัจจุบันและนับวันจะมีบทบาทมากขึ้นเรื่อย ๆ

นับตั้งแต่สมัยโบราณ การแพทย์แผนตะวันออกได้นำพืช "สมุนไพร" และสัตว์หรืออวัยวะของสัตว์มาใช้เป็นส่วนผสมในยารักษาโรค แต่มีข้อจำกัด เมื่อต้องใช้ยาจำนวนมาก เช่น การระบาดของอหิวาตกโรค ที่เป็นสาเหตุให้ต้องมีการย้ายเมืองหลวงในสมัยอู่ทอง ต่อมาเมื่อวิทยาศาสตร์ก้าวหน้าจึงพบว่าจุลินทรีย์ เช่น แบคทีเรีย หรือรา สามารถสร้างสารที่ยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ชนิดอื่นได้ จึงสกัดสารเหล่านั้นมาใช้รักษาโรค เช่น ยาเพนนิซิลลิน (Penicillin) ใช้รักษาโรคที่เกิดจากการติดเชื้อในระบบทางเดินหายใจ ได้จากราเพนนิซิลเลียม (*Penicillium* sp.) หลังจากนั้น มีการค้นพบยาปฏิชีวนะอีกเป็นจำนวนมาก ซึ่งการผลิตยาในสมัยนั้นทำโดยการเลี้ยงราหรือแบคทีเรียในถังขนาดใหญ่ แล้วสกัดสารที่ต้องการออกมาใช้ จึงอาจมีการปนเปื้อนของสารที่ไม่ต้องการจากราหรือแบคทีเรียที่ใช้ผลิตปฏิชีวนสารเหล่านั้นจนเป็นสาเหตุของการแพ้ยาในผู้ป่วยบางราย

ปัจจุบันการติดเชื้อไม่ใช่สาเหตุอันดับต้น ๆ ของการเสียชีวิต แต่เป็นโรคที่เกิดจากความบกพร่องในการสร้างสารที่จำเป็นต่อการทำงานของร่างกาย วิธีการรักษาคือต้องให้สารเหล่านั้นแก่ผู้ป่วย เนื่องจากสารที่ผู้ป่วยขาดนั้นมีอยู่น้อยหรือมีปริมาณไม่คงที่ในสมุนไพร จุดนี้เองที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในวงการแพทย์อีกครั้ง จากการใช้ชิ้นส่วนพืชหรือสัตว์ในการปรุงยามาเป็นการสกัดสารเหล่านั้นจากพืชหรือสัตว์โดยตรง ทำให้ได้เฉพาะสารที่ต้องการในความเข้มข้นที่มากพอกับการรักษา แต่อย่างไรก็ตาม ปริมาณสารที่สกัดได้ก็ยังไม่เพียงพอต่อความต้องการ และยังมีประสิทธิภาพไม่ดีพอหรือก่อให้เกิดผลข้างเคียงในผู้ที่ได้รับการรักษา จึงทำให้เกิดการค้นคว้าวิจัยเพื่อผลิตสารเหล่านั้นให้มีประสิทธิภาพในการรักษาและมีปริมาณที่เพียงพอต่อความต้องการ จากสาเหตุนี้เองทำให้เทคโนโลยีชีวภาพเข้ามามีบทบาทสำคัญอีกครั้งในการผลิตสารเหล่านั้น ตัวอย่างเช่น ช่วยในการผลิต อินซูลิน (Insulin), แฟคเตอร์ 8 (Factor VIII), ทิชชูพลาสมิโนเจนแอคทิเวเตอร์ (Tissue plasminogen activator), อินเตอร์เฟอร์รอน (Interferon) และวัคซีน เป็นต้น

อินซูลิน (ภาพที่ 1) ที่ใช้รักษาโรคเบาหวาน นั้นเดิมสกัดจากตับอ่อนของหมูและวัวซึ่งได้ปริมาณน้อย มีราคาแพงและอินซูลินจากตับอ่อนของสัตว์ยังก่อให้เกิดผลข้างเคียงในผู้ป่วย ดังนั้นเพื่อหลีกเลี่ยงและเพื่อให้เพียงพอต่อความต้องการ จึงมีการผลิตอินซูลินด้วยเทคนิคทางพันธุวิศวกรรม ทำให้ได้อินซูลินที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับอินซูลินของคน



ภาพที่ 1 ภาพจำลองโครงสร้างโมเลกุลของอินซูลิน

ในผู้ป่วย Hemophillia A ซึ่งเป็นโรคที่เกิดจากความผิดปกติทางพันธุกรรม ทำให้ขาด**แฟคเตอร์** 8 ที่ช่วยการแข็งตัวของเลือด ผู้ป่วยจะมีอาการเลือดออกตามอวัยวะต่าง ๆ ได้ง่าย เช่น ตามข้อ อวัยวะภายใน จนถึงในสมอง ผู้ป่วยจำเป็นต้องได้รับแฟคเตอร์ 8 ซึ่งเดิมแยกจากเลือดที่ได้รับบริจาคครั้งละจำนวนมากเพื่อให้เพียงพอต่อการรักษาในแต่ละครั้ง แต่เนื่องจากจำนวนเลือดที่ได้รับบริจาคไม่เพียงพอกับความต้องการ และอาจเกิดการติดเชื้อที่ปนมากับเลือดได้ ปัจจุบันใช้เทคนิคทางพันธุวิศวกรรมในการผลิตแฟคเตอร์ 8 จึงช่วยให้มีเพียงพอต่อความต้องการใช้ได้สะดวกโดยที่ผู้ป่วยไม่ต้องกังวลกับการติดเชื้อ

ทิชชูพลาสมิโนเจนแอคทิเวเตอร์ เป็นโปรตีนที่ช่วยในการสลายลิ่มเลือด ใช้รักษาผู้ป่วยหลอดเลือดอุดตันจากลิ่มเลือดที่อาจจะเกิดได้กับเส้นเลือดที่หัวใจ สมอง และขา เดิมแพทย์ใช้ Streptokinase ซึ่งเป็นโปรตีนที่สกัดได้จากแบคทีเรีย สเตรปโต-คอคไค group C (*beta*-nemolytic streptococci) ในการรักษา แต่เกิดผลข้างเคียงคือทำให้เกิดอาการแพ้ ปัจจุบันมีการผลิตโดยใช้เทคนิคทางพันธุวิศวกรรมโดยใช้เซลล์ของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมเป็นเซลล์เจ้าบ้าน จึงทำให้ได้ทิชชูพลาสมิโนเจนแอคทิเวเตอร์ที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับของคนมาก

อินเตอร์เฟอร์รอน เป็นสารที่ใช้ต่อต้านไวรัส เนื่องจากไวรัสมีการกลายพันธุ์ (Mutation) ได้เร็วจึงทำให้ใช้ยารักษาไม่ค่อยได้ผล โดยปกติเซลล์ของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมเมื่อถูกกระตุ้นด้วยไวรัสจะสร้างอินเตอร์เฟอร์รอนแล้วส่งออกนอกเซลล์ไปกระตุ้นเซลล์ที่อยู่ข้างเคียงให้สร้างสารต่อต้านไวรัสอีกหลาย ๆ ชนิดออกมาต่อสู้กับไวรัส ดังนั้นการใช้อินเตอร์เฟอร์รอนหรือการใช้ร่วมกับวัคซีน จะเป็นประโยชน์มากโดยเฉพาะเมื่อใช้ในกลุ่มเสี่ยงที่จะต้องสัมผัสกับไวรัส หรือคนที่สุขภาพไม่แข็งแรงและระบบภูมิคุ้มกันไม่ค่อยดี ปัจจุบันสามารถใช้เทคนิคทางพันธุวิศวกรรมเพื่อผลิตอินเตอร์เฟอร์รอนได้หลายชนิด

วัคซีนที่ผลิตโดยการทำให้เชื้อสาเหตุโรคนั้น ๆ ตายหรืออ่อนกำลังลง หรือการใช้เชื้อสายพันธุ์ใกล้เคียงที่ไม่ก่อให้เกิดโรคมาทำเป็นวัคซีน ทำให้เกิดผลข้างเคียงตามมาหลังการได้รับวัคซีน

เช่นเป็นไข้หรือมีอาการแพ้ ปัจจุบันมีการใช้เทคนิคทางพันธุ-วิศวกรรมผลิตวัคซีนที่มีประสิทธิภาพและลดอาการข้างเคียง วัคซีนที่ผลิตด้วยเทคนิคนี้และเป็นการค้าแล้ว ได้แก่ วัคซีนป้องกันไวรัสตับอักเสบบี ที่ใช้ยีสต์เป็นเซลล์เจ้าบ้าน

นอกจากนี้ยังมีการผลิตสารเพื่อใช้ในการรักษาโรคอีกหลายชนิด (ตารางที่ 1) ที่นับวันจะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ความก้าวหน้านี้ยังมีไปจนถึงการใช้เซลล์ต้นแบบ (Stem cell) ของผู้ป่วยมาใช้ในการรักษาโรคหรือความผิดปกติของตัวเอง รวมไปจนถึงการนำเซลล์ต้นแบบไปเพาะเลี้ยงแล้วสร้างเป็นอวัยวะนั้น ๆ ให้กับผู้ป่วยแทนการใช้วัสดุสังเคราะห์หรืออวัยวะของผู้อื่นที่อาจเกิดปัญหาการไม่ยอมรับเนื้อเยื่อแปลกปลอมนั้นได้

ปัจจุบันมีการใช้เทคโนโลยีชีวภาพมาช่วยในการวินิจฉัยโรคติดเชื้อที่ทำได้ยากหรือช้า เช่น วัณโรคที่เกิดจากการติดเชื้อแบคทีเรีย *Mycobacterium tuberculosis* ซึ่งต้องใช้เวลานานเป็นสัปดาห์ในการเพิ่มจำนวนเชื้อจนเพียงพอที่จะวินิจฉัยได้ หรือ HIV (Human Immunodeficiency Virus) ซึ่งเป็นเชื้ออันตรายที่เดิมใช้เวลาเป็นสัปดาห์ในการให้ร่างกายสร้างแอนติบอดี้มากพอต่อการตรวจพบ ทำให้เสียโอกาสในการรักษาตั้งแต่เริ่มต้นก่อนที่เชื้อจะเพิ่มจำนวนมากขึ้นในร่างกายจนอาจยากแก่การรักษาหรือรักษาไม่ได้ จากตัวอย่างในทั้งสองกรณีสามารถใช้เทคโนโลยี-ชีวภาพเข้าไปตรวจสอบหาเชื้อโดยใช้เวลาไม่นาน เป็นการช่วยให้ผู้ป่วยได้รับการรักษาอย่างถูกต้องและรวดเร็ว นอกจากนี้ ยังมีการประยุกต์ใช้ในการวินิจฉัยโรคที่เกิดจากความผิดปกติทางพันธุกรรม เช่น Retinoblastoma ที่เกิดจากความผิดปกติของโครโมโซมคู่ที่ 13 ทำให้เกิดมะเร็งของลูกตาซึ่งถ้าวินิจฉัยได้ตั้งแต่ระยะเริ่มต้นจะสามารถรักษาด้วยการฉายแสงได้ แต่ถ้าวินิจฉัยช้าผู้ป่วยจะต้องเอาลูกตาออก หรือโรค Huntington's disease เป็นโรคความผิดปกติของโครโมโซมคู่ที่ 4 ซึ่งมีผลต่อระบบประสาททำให้การเคลื่อนไหวผิดปกติ นอกจากใช้ในการวินิจฉัยโรคแล้วยังสามารถใช้ในทางนิติวิทยาศาสตร์เพื่อหาตัวคนร้าย หรือการตรวจสอบการเป็นพ่อ-แม่-ลูกได้อีกด้วย

การผลิตสารโดยใช้เทคนิคทางพันธุวิศวกรรมทำกันอย่างไร

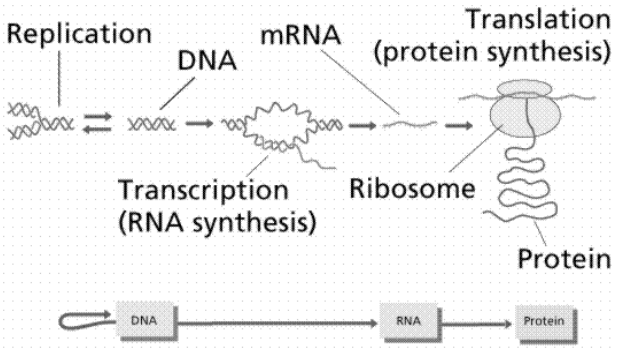
จากความก้าวหน้าทางพันธุศาสตร์โมเลกุล (Molecular genetics) ทำให้ทราบว่า ดีเอ็นเอคือสารพันธุกรรมที่จะเป็นตัวถ่ายทอดลักษณะจากรุ่นหนึ่งสู่รุ่นถัดไป โดยทำหน้าที่ควบคุมการสร้างโปรตีนเพื่อขับเคลื่อนกระบวนการต่าง ๆ ภายในร่างกาย ดีเอ็นเอเกิดจากการเรียงตัวของเบส 4 ชนิด คือ อะดีนีน กวานีน ไซโตซีน และไธมีน บนสายดีเอ็นเอนั้นมีการกำหนดตำแหน่งการทำหน้าที่ต่าง ๆ อย่างชัดเจน เช่น ตำแหน่งที่ทำหน้าที่ควบคุมการสร้างโปรตีนเรียกว่า “ยีน” (Gene) ที่เบส 4 ชนิดมีการเรียงลำดับอย่างจำเพาะเกิดเป็นรหัสของแต่ละยีน รหัสพันธุกรรมของยีนในดีเอ็นเอเป็นตัวกำหนดชนิดของโปรตีนที่เซลล์สร้าง เมื่อมีการลอกรหัสออกมาแล้วจะได้โปรตีนที่แตกต่างกัน เช่น อินซูลินจากหมู วัว และคน มีรหัสพันธุกรรมที่แตกต่างกันเพียงเล็กน้อย แต่ความแตกต่างเพียงเล็กน้อยนี้ก่อให้เกิดอาการแพ้อินซูลินจากสัตว์ในผู้ป่วยบางรายได้ นอกจากนี้แล้วบนดีเอ็นเอยังมี Promotor ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของยีน และส่วนที่ยังไม่ทราบบทบาทที่เรียกว่า Intron

ตารางที่ 1 ตัวอย่างโปรตีนที่ผลิตโดยใช้ E. coli เป็นเซลล์เจ้าบ้าน

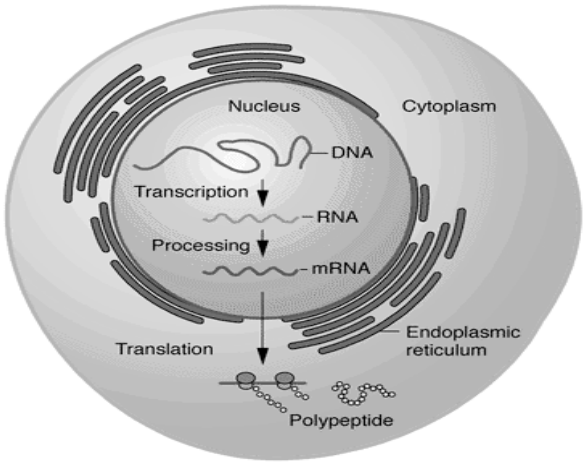
โปรตีนที่ผลิต	ปริมาณที่ผลิตได้
Insulin-like growth factor-2(IGF-2)	9.69 กรัม/ลิตร
Single-chain antibody variable fragment	1.2 กรัม/ลิตร
Human interferon- γ (hIFN-gamma)	2x107 ยูนิต/มิลลิกรัมโปรตีน
Human Interleukin-7	46 % ของโปรตีนทั้งหมด
Human epidermal growth factor	242 มิลลิกรัม/ลิตร
Protective antigen protein	125 มิลลิกรัม/ลิตร
Bone morphogenesis protein 2	8.6 กรัม/ลิตร
Animolevulinate synthase	5.2 กรัม/ลิตร
Human necrosis factor-related apoptosis-inducing ligand	1.4 กรัม/ลิตร
Antifungal peptide	40 % ของโปรตีนทั้งหมด
Human leptin	9.7 กรัม/ลิตร
Insulin-like growth factor-1 fusion protein	4.3 กรัม/ลิตร

ที่มา: Choi *et al*., 2006.

การสร้างโปรตีนที่เกิดขึ้นเริ่มจากการลอกรหัส (Transcription) ของดีเอ็นเอบริเวณที่มีรหัสของยีนเป็นเอ็มอาร์เอ็นเอ (mRNA) ในนิวเคลียสแล้วส่งออกนอกนิวเคลียสมาแปลรหัส (Translation) เพื่อสร้างโปรตีนในไซโตพลาสซึม (Cytoplasm) (ภาพที่ 2 และ 3) โปรตีนใหม่ที่ได้จะต้องผ่านการเติมหมู่ฟังก์ชั่นต่าง ๆ เข้าไปในสายของกรดอะมิโน เช่น การเติมหมู่น้ำตาล (Glycosylation) หมู่ฟอสเฟต (Phosphorylation) หมู่ไฮดร็อกซี่ (Hydroxylation) เป็นต้น ตำแหน่งและรหัสในการเติมจะถูกกำหนดจากยีนผ่านมาในรูปของลำดับกรดอะมิโน



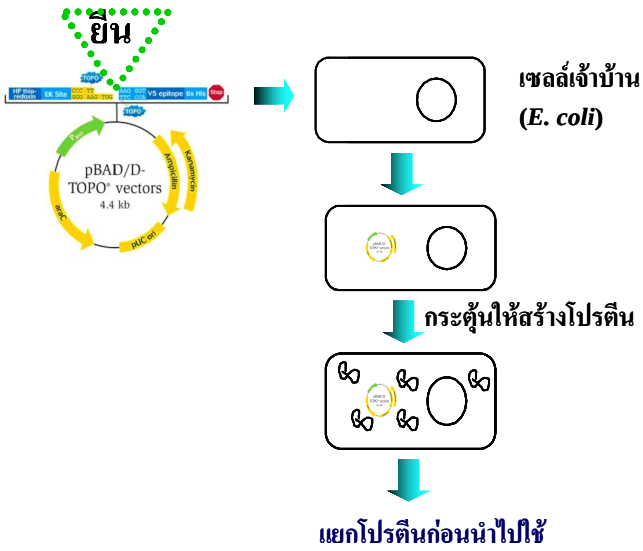
ภาพที่ 2 ภาพจำลองขั้นตอนการสร้างโปรตีนเริ่มจากการลอกรหัส (Transcription) ดีเอ็นเอเป็นเอ็มอาร์เอ็นเอ (mRNA) ส่งออกนอกนิวเคลียสแล้วแปลรหัส (Translation) เป็นโปรตีน



ภาพที่ 3 ภาพจำลองการเคลื่อนย้ายของอาร์เอ็นเอสู่ไซโตพลาสซึมก่อนแปลรหัสเป็นโปรตีน

ดังนั้นถ้าเราต้องการโปรตีนชนิดไหนเราก็นำรหัสพันธุกรรม (ยีน) จากสิ่งมีชีวิตที่เราต้องการตัดต่อเข้าไปในยีนพาหะ (Vector) ที่เปรียบเสมือนเป็นจรวดช่วยพายีนเข้าสู่เซลล์เจ้าบ้านที่เราจะใช้เป็นโรงงานในการผลิต จรวดนี้นอกจากจะช่วยนำยีนเข้าเซลล์เจ้าบ้านแล้ว ยังมีส่วนประกอบสำคัญที่ช่วยให้ยีนควบคุมการสร้างโปรตีนที่ต้องการในเซลล์เจ้าบ้านด้วย เมื่อนำยีนเข้าเซลล์ได้แล้ว ยีนจะทำงานร่วมกับส่วนประกอบที่สำคัญบนยีนพาหะเพื่อสร้างโปรตีนด้วยการใช้วัตถุดิบของเซลล์เจ้าบ้าน เมื่อได้โปรตีนในปริมาณสูงแล้วเราจึงสกัดออกจากเซลล์เจ้าบ้าน แยกโปรตีนให้บริสุทธิ์ก่อนนำไปใช้งาน

ตัวอย่างเช่น การผลิตอินซูลิน เริ่มจากสกัดดีเอ็นเอจากคนแล้วทำการเพิ่มยีนที่ควบคุมการสร้างอินซูลิน จากนั้นผ่านกระบวนการตัดต่อเข้ากับยีนพาหะก่อนใส่เข้าสู่แบคทีเรีย อีโคไลที่ทำหน้าที่เป็นเซลล์เจ้าบ้าน (หรือโรงงานผลิต) โดยมียีนของคนและยีนที่อยู่บนยีนพาหะเป็นตัวควบคุมการผลิตอินซูลินด้วยการใช้เอ็นไซม์ กรดอะมิโน และหมู่ฟังก์ชั่นต่าง ๆ ที่มีอยู่ของอีโคไลด้วยวิธีนี้จะให้ได้อินซูลินที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับของคน



ภาพที่ 4 ภาพจำลองขั้นตอนการผลิตโปรตีนโดยใช้เทคนิคทางพันธุวิศวกรรม

สรุปได้ว่าเทคโนโลยีชีวภาพนั้นมีมานานแล้วเพียงแต่มีการปรับเปลี่ยนรูปแบบไปตามความก้าวทางวิทยาการในแต่ละยุคสมัย ซึ่งการนำเทคโนโลยีชีวภาพมาใช้ต้องเลือกให้เหมาะสมเพื่อช่วยทำให้เราดำรงชีวิตได้อย่างมีความสุข ปัจจุบันเทคโนโลยีชีวภาพเข้ามามีบทบาทในวงการแพทย์โดยช่วยในการป้องกันโรคร้ายแรง ช่วยให้การรักษามีประสิทธิภาพมากขึ้น ส่งผลให้คุณภาพชีวิตผู้ป่วยดีขึ้น ดังนั้น จึงยากที่เราจะหลีกเลี่ยงไม่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีชีวภาพ อย่างไรก็ตามไม่มีเทคนิคไหนที่จะดีสมบูรณ์แบบ ต้องมีการพัฒนาควบคู่ไปกับความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และศาสตร์สาขาอื่น ๆ แต่การปฏิเสธไม่รับสิ่งใหม่อย่างสิ้นเชิงจะไม่ทำให้เกิดพัฒนาการ จนเมื่อถึงวันหนึ่งเมื่อโลกเปลี่ยนแปลงไปมาก ๆ เราจะไม่สามารถปรับตัวอยู่บนโลกนี้ได้

(อ่านต่อหน้า 23)

ระบบเกษตรกับการปฏิบัติบนความเข้าใจเพื่อร่วมลดสภาวะโลกร้อน

ชัยณรงค์ รัตนกรีฑากุล[1]

มนุษย์ได้สัมผัสถึงการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมบนโลกจากเหตุการณ์ภัยธรรมชาติต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นรอบ ๆ ตัว การเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ นั้นล้วนมีสาเหตุอันเนื่องจากการกระทำของมนุษย์ ดังนั้นแนวทางที่มนุษยชาติจะแก้ไขปัญหาการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อม จึงจำเป็นต้องมองรอบด้านและร่วมมือกันเพื่อให้เกิดแนวทางปฏิบัติที่มีความสอดคล้องในการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น

สภาวะโลกร้อนอันเนื่องมาจากการพัฒนาของมนุษย์ในระบบเกษตร และสิ่งแวดล้อม

จากแนวความคิดเริ่มแรกของการพัฒนา ซึ่งเริ่มตั้งแต่การปฏิวัติอุตสาหกรรม (Wikipedia-1, 2009) ที่ได้นำแนวทางมาปฏิบัติเพื่อใช้พัฒนาระบบการผลิตสินค้าสำหรับอุปโภคบริโภค โดยใช้ระบบการจัดการเทคโนโลยี และเครื่องจักรกลเข้ามาเกี่ยวข้อง ทำให้มีสินค้าเพียงพอต่อความต้องการของมนุษย์ และทำให้ประชากรมนุษย์มีความเป็นอยู่ที่ดีขึ้น รวมไปถึงการทำให้เกิดการพัฒนาด้านการศึกษา การพัฒนาโลกให้เข้าสู่ยุคของการใช้เทคโนโลยีเพื่อการผลิต ผลของการพัฒนาระบบอุตสาหกรรมทำให้ประชากรมนุษย์เพิ่มสูงขึ้น ต่อมายุคของการพัฒนาได้ก้าวไปสู่ภาคการเกษตรซึ่งทำให้เกิด**การปฏิวัติเขียวเพื่อการผลิตทางการเกษตร** โดยแนวคิดเริ่มต้นปี ค.ศ. 1943 และเริ่มเห็นผลอันเนื่องจากการปฏิบัติในช่วง ค.ศ. 1960 เป็นต้นไป (Wikipedia-2, 2009) แนวทางที่สำคัญของการปฏิวัติเขียวคือ การใช้เครื่องจักรกลเข้ามาพัฒนาระบบการผลิต การพัฒนาวิทยาการทางการผลิตโดยการพัฒนาพันธุ์พืชที่ให้ผลผลิตสูง และการใช้เทคโนโลยีทางการเกษตร ผลของการปฏิวัติเขียวมีความสำคัญต่อประเทศกำลังพัฒนา โดยเฉพาะในประเทศลาตินอเมริกาและประเทศในแถบเอเชีย ซึ่งได้ใช้ประโยชน์จากพันธุ์ข้าวสาลี ข้าวโพด และข้าวที่ผ่านการปรับปรุงพันธุ์ขึ้นมาตามวิถีการผลิตแผนใหม่ ความสำเร็จจากการได้พันธุ์ต่าง ๆ ทำให้มีปริมาณผลิตผลเกษตรที่พอเพียงต่อการบริโภคของประชากรโลก อย่างไรก็ดีผลกระทบในการเจริญเติบโตของประชากรมนุษย์ที่เกิดจากการปฏิวัติอุตสาหกรรม และการปฏิวัติเขียว เพื่อที่จะเป็นการแก้ไขปัญหาในอดีตเกี่ยวกับปริมาณผลิตผลที่ไม่เพียงพอ ได้กลับมามีผลต่อชีวิตความเป็นอยู่ของมนุษย์ในปัจจุบันในเรื่องของสภาพอากาศที่เปลี่ยนแปลงเนื่องจากสภาวะเรือนกระจก

ผลกระทบที่สืบเนื่องจากการปฏิวัติเขียว

เป้าหมายของการปฏิวัติเขียวคือการพัฒนาผลิตผลเกษตรให้เพียงพอต่อประชากรโลก โดยเน้นไปที่การเพิ่มปริมาณธัญพืชให้มากขึ้น ตัวอย่างสำคัญที่ได้ผลจะเห็นได้จากการปรับปรุงพันธุ์พืช ดังเช่นข้าวสาลีจากสหราชอาณาจักรที่ผ่านการปรับปรุงพันธุ์จะให้ผลผลิตที่มากกว่าเดิมถึง 3 เท่าเมื่อเทียบกับพันธุ์ดั้งเดิมในช่วง 50 ปีที่ผ่านมา หรือเทียบได้กับ 15 เท่าของการผลิตเมื่อ 500 ปีที่ผ่านมา ผลของการปฏิวัติเขียวทำให้เกิดความร่วมมือจากประเทศต่าง ๆ โดยพบว่านับตั้งแต่เริ่มการปฏิวัติเขียวจนถึงปี 1990 มีมากกว่า 40% ของประเทศในโลกที่สามที่เข้ามามีส่วนร่วมในการพัฒนามาตรฐานความเป็นอยู่ของมนุษย์

โดยเหตุที่ผลิตผลเกษตรมีปริมาณเพิ่มขึ้นอันเนื่องมาจากการใช้พันธุ์พืชที่ได้ผ่านการปรับปรุงพันธุ์ให้ตอบสนองต่อปัจจัยการผลิต จึงทำให้เกษตรกรมีการใช้ปัจจัยการผลิตเพิ่มขึ้นและมีการนำเครื่องจักรเข้าร่วมในการผลิต เป็นผลให้ศักยภาพการผลิตทางการเกษตรของประเทศต่าง ๆ ดีขึ้น ปริมาณผลิตผลเกษตรที่มาจากประเทศในโลกที่สามจึงมีปริมาณเพิ่มมากขึ้น แต่ในทางกลับกันก็พบว่ามีผลเสียเกิดขึ้นตามมา เช่น เสถียรภาพด้านอาหารของคนยากจนยังไม่ได้รับการพิจารณา โดยการปฏิวัติเขียวไม่ได้ช่วยให้สภาพความหิวโหยของเกษตรกรลดลง เทคโนโลยีที่เกิดขึ้นจากการปฏิวัติเขียวได้สนับสนุนความมั่งคั่งของผู้ถือผลประโยชน์ที่เป็นเจ้าของพื้นดินและระบบเศรษฐกิจซึ่งเป็นคนส่วนน้อย ประเทศที่ยากจนและหิวโหยเป็นผู้ผลิตอาหารเพื่อนำไปส่งให้กับประเทศที่ร่ำรวย และที่มีผลมากที่สุดได้แก่ **การปฏิวัติเขียวได้ส่งเสริมให้เกิดความไม่ยั่งยืนในระบบการผลิต เนื่องจากมีการเข้าไปทำลายวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต เช่น ทรัพยากรพื้นดิน ธาตุอาหาร รวมทั้งจุลินทรีย์ในดิน** เป็นต้น

ตัวอย่างผลกระทบต่อระบบนิเวศน์ในการผลิตทางการเกษตรที่สำคัญที่เป็นผลมาจากการพัฒนาพันธุ์พืช ได้แก่ การต้านทานของแมลงศัตรูพืชของข้าวที่ผลิตโดย International

[1] อาจารย์ ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตร กำแพงแสน ม. เกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน อ. กำแพงแสน จ. นครปฐม 73140

Rice Research Institute (IRRI) โดยพบว่า ในปี 1968 ข้าวพันธุ์ IR8 สามารถให้ผลผลิตที่มากกว่าพันธุ์ดั้งเดิมถึง 2 เท่าเมื่อมีการปลูกในสภาพที่มีการใช้ปัจจัยการผลิต มีการจัดการวัชพืชและศัตรูพืชที่ดี แต่ต่อมาพบว่าเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่พบในแปลงจะมีความต้านทานต่อสารอารักขาพืช (โดยเฉพาะสารกำจัดแมลง) ทำให้พันธุ์ IR8 นำไปใช้ไม่ได้ผล ต่อมาในปี 1973 ข้าวพันธุ์ IR26 ซึ่งได้พัฒนาให้มีความต้านทานต่อการเข้าทำลายของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล แต่ในสภาพธรรมชาติกลับพบว่ามีเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล Biotype 2 เกิดขึ้น ทำให้ข้าวพันธุ์ IR26 ไม่สามารถต้านทานได้ และในปี 1975 ก็ได้มีข้าวพันธุ์ IR32 ซึ่งต้านทานต่อการเข้าทำลายของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล Biotype 2 แต่ในสภาพธรรมชาติก็เริ่มพบการพัฒนาของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล Biotype 3 การใช้สารกำจัดแมลงไม่ได้ผลในการควบคุมแมลง แต่กลับไปทำลายแมลงตัวห้ำ (predator) ซึ่งเป็นศัตรูธรรมชาติ จึงทำให้ปริมาณประชากรของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลเพิ่มมากขึ้น (Lappe และคณะ, 1998)

ผลกระทบที่เกิดจากการปฏิวัติเขียวในมิติทางสังคม จะพบในกรณีของประเทศอินเดียซึ่งมีปริมาณมวลรวมของผลผลิตพืชที่เพียงพอ แต่จะพบว่า 1/3 ของประชากรยังมีความยากจนและเด็กเล็ก ๆ จำนวนมากเสียชีวิตเนื่องจากความอดอยากทุกวัน คนยากจนไม่มีเงินซื้ออาหารกิน (Poor cannot afford to BUY the food) และไม่สามารถที่จะเข้าถึงระบบการกู้ยืมได้ ทำให้ขาดงบเพื่อการลงทุนด้านปัจจัยการผลิต เมล็ดพันธุ์ ปุ๋ย การชลประทาน คนที่มีฐานะดีจึงเป็นผู้ลงทุนและหากำไร ทำให้มีฐานะที่ดีขึ้นจากการกดขี่ผู้ยากจนในด้านความต้องการใช้พื้นดิน (เนื่องจากคนที่มีฐานะดีเป็นผู้ถือครองสิทธิในพื้นดิน) สารอารักขาพืชที่ใช้เป็นอันตรายต่อสุขภาพ ต่อสิ่งแวดล้อมและมีราคาแพง ผลประโยชน์ในการคิดค้นและการจำหน่ายสารอารักขาพืชจึงเป็นของบริษัทผู้จัดจำหน่ายหรือเจ้าของผลิตภัณฑ์ คนที่มีรายได้น้อยทิ้งถิ่นฐานจากชนบทมาสู่เมือง ระบบเครื่องจักรที่นำเข้ามาใช้ทำให้ลดความต้องการด้านแรงงาน สภาพแวดล้อมในการผลิตทางการเกษตรไม่ยั่งยืนเนื่องจากดินเสื่อมโทรมและเกิดการตกค้างของสารเคมีหรือโลหะหนัก (Lappe และคณะ, 1998)

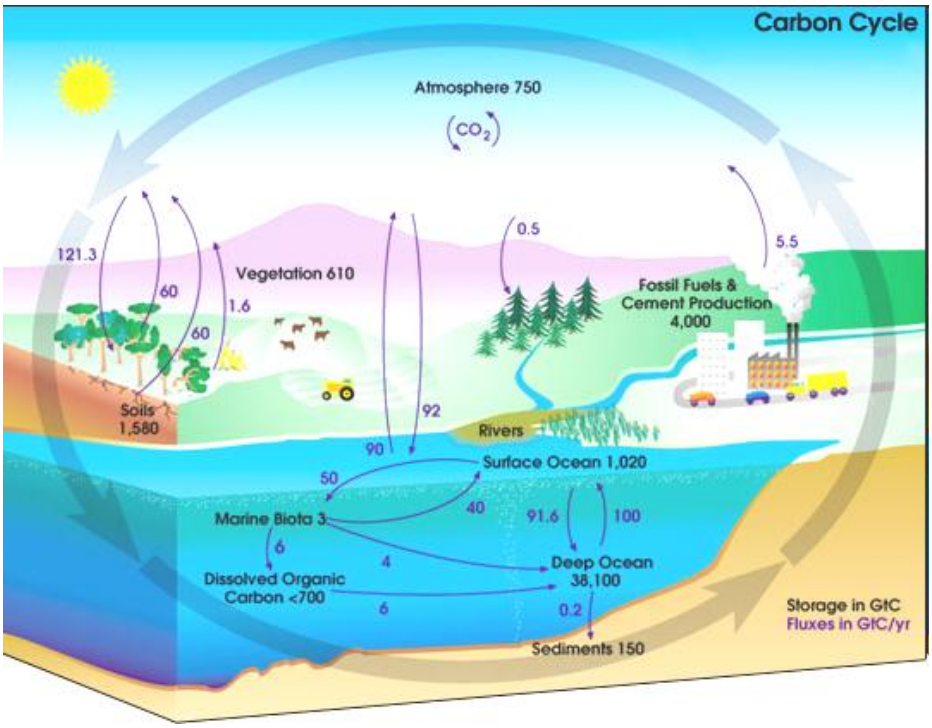
ภาคส่วนที่เกี่ยวข้องต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมบนโลก

การทราบถึงที่มาของปัญหาจะสามารถทำให้เกิดการแก้ไขได้ตรงจุดและรวดเร็ว เช่นเดียวกับการทราบถึงภาคส่วนที่เกี่ยวข้องกับการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกสู่ชั้นบรรยากาศ Henson (2006) และ McCarthy และคณะ (2009) ได้รวบรวมจากรายงานของ Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) ประจำปี 2001 ซึ่งได้รายงานเกี่ยวกับก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ในปัจจุบันว่า เกิดจากก๊าซต่าง ๆ ได้แก่ คาร์บอนไดออกไซด์ (53%, 380 ppm) มีเทน (17%, 1.8 ppm) โอโซน (13%, 0.03 ppm) ไนตรัสออกไซด์ (12%, 0.3 ppm) และ ซีเอฟซี (5%, 1 ppm) ตามลำดับ (ตัวเลขเปอร์เซ็นต์บอกถึงร้อยละของก๊าซเรือนกระจกแต่ละชนิดที่พบ และตัวเลข ppm หมายถึงระดับความเข้มข้นที่พบในอากาศ) สำหรับในประเทศไทยจากข้อมูลของสำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ปี พ.ศ. 2546 แจ้งว่า การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 344.2 ล้านตัน โดยแบ่งเป็น ภาคพลังงาน 56.1% ภาคเกษตรกรรม 24.1% ภาคของเสีย 7.8% การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและป่าไม้ 6.6% และภาคอุตสาหกรรม 5.4% (% หมายถึง สัดส่วนของก๊าซที่ปลดปล่อยเทียบกับปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิของประเทศไทย) (Enerygyfantasia, 2009)

ธาตุคาร์บอนที่อยู่ในแต่ละสภาพจะมีการเปลี่ยนแปลงปริมาณอยู่ตลอด ลักษณะของการเปลี่ยนแปลงนี้สามารถสรุปได้ตามภาพที่ 1 จะเห็นได้ว่าธาตุคาร์บอนในสภาพบรรยากาศจะมีการสะสมในสภาพที่สัมพันธ์กับความเป็นอยู่ของมนุษย์ ธาตุคาร์บอนจะสะสมในพื้นดินโดยการถูกตรึงไว้กับดิน และการแฝงไว้กับส่วนเจริญของต้นไม้ สำหรับส่วนที่อยู่ในมหาสมุทรพบทั้งบริเวณใต้และบนพื้นผิวมหาสมุทร จะอยู่ในรูปของการละลายอยู่ในน้ำทะเล สิ่งมีชีวิตในมหาสมุทร และตะกอนใต้มหาสมุทร สำหรับกิจกรรมในภาคเกษตรจะมีส่วนเกี่ยวข้องกับการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก ได้แก่ การปลดปล่อยจากพื้นดินจากการผลิตข้าว และการทำปุ๋ยหมัก กระบวนการหมักของมูลสัตว์ การเผามวลชีวภาพ ซึ่งกลุ่มก๊าซเรือนกระจกที่เกี่ยวข้องได้แก่ คาร์บอนไดออกไซด์ มีเทน และไนตรัสออกไซด์

การปรับตัวของมนุษย์เพื่อตอบสนองต่อสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลง

จากมูลเหตุของการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมโลก ทำให้ประเทศต่าง ๆ ได้ดำเนินการให้เกิดข้อตกลงในด้านการลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก หนึ่งในรอบการเจรจาที่สำคัญ คือ พิธีสารเกียวโต ที่เริ่มบังคับใช้เมื่อ 16 กุมภาพันธ์ 2548 โดยสาระที่สำคัญประการหนึ่งคือ ประเทศที่พัฒนาแล้ว จำนวน 38 ประเทศที่เป็นภาคี จะมีพันธกรณีในการลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (อาทิ คาร์บอนไดออกไซด์ มีเทน ไนตรัสออกไซด์) ในระหว่างปี 2551-2555 ให้ลดลงร้อยละ 5.2 จากปริมาณที่ได้มีการปลดปล่อยในปี 2533 หากไม่สามารถลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกได้ตามปริมาณที่กำหนด จะต้องถูกปรับในอัตราสูงถึง 100 ยูโร (ประมาณ 5,000 บาท) ต่อ 1 ตันคาร์บอนไดออกไซด์ของส่วนที่เกิน ความสำคัญของมาตรการดังกล่าวเป็นผลให้



ภาพที่ 1 การเปลี่ยนแปลงของพลวัตรของธาตุคาร์บอน เพื่อใช้พิจารณาการเก็บกักคาร์บอน (Storage in GtC, จิกะตันคาร์บอน, ตัวเลขที่ระบุพร้อมสภาพที่อยู่) และการเปลี่ยนแปลงของ (Fluxes in GtC/yr, ตัวเลขที่อยู่บริเวณกลางลูกศร) (NASA, 2009)

การผลิตในภาคอุตสาหกรรมจำเป็นต้องมีการปรับตัว และเน้นการมีส่วนร่วมในการดูแลสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไปของโลก จากข้อบังคับดังกล่าวจึงทำให้เกิด**การซื้อขายสิทธิในการปล่อยก๊าซเรือนกระจก หรือระบบคาร์บอนเครดิต** (Carbon credit) โดยประเทศที่พัฒนาแล้วจะเป็นผู้ซื้อ ส่วนประเทศกำลังพัฒนาจะเป็นผู้ขายเนื่องจากมีการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์สู่ชั้นบรรยากาศน้อยกว่าที่กำหนด การซื้อขายคาร์บอนเครดิตนี้จะมีทั้งการให้เงินช่วยเหลือเพื่อซื้อสิทธิการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ และการอุดหนุนผลิตภัณฑ์ที่มีการดำเนินการที่สอดคล้องกับการลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ แต่ยังมีรูปแบบการดำเนินการอีกหลายรูปแบบที่ให้ผลในการดูแลสภาพแวดล้อมโลกที่สามารถดำเนินการได้ เช่น การเก็บกักธาตุคาร์บอน และระบบการเกษตรยั่งยืน (Wikipedia-3, 2009; Carbon foot print, 2009)

วิถีเกษตรยั่งยืน การปรับตัวเพื่อเน้นจุดขายของคาร์บอนเครดิต

อย่างไรก็ตามการลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกยังต้องอาศัยทุกภาคส่วนในการร่วมมือกันทำงาน สำหรับภาคเกษตรเมื่อพิจารณาพลวัตรของธาตุคาร์บอน (ภาพที่ 1) ร่วมกับการปฏิบัติในระบบเกษตรของประเทศไทยจะพบว่า การไถแปลง การเผา หรือการใช้เครื่องมือหนักจะเป็นการสนับสนุนให้เพิ่มปริมาณการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์สู่ชั้นบรรยากาศ ในขณะที่การเกษตรแบบไม่ไถพรวน จะเป็นการลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ การไม่เผาเศษพืชที่เหลืออยู่เป็นการเพิ่มอินทรียวัตถุในดิน การใช้ปุ๋ยคอกในแปลงผลิตเป็นการคืนคาร์บอนกลับสู่ดิน ขณะเดียวกันอินทรียวัตถุในดินที่เพิ่มขึ้นสนับสนุนการเจริญของพืช

ถึงแม้ภาคเกษตรจะเป็นส่วนเล็ก ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ แต่หากมีการปรับเปลี่ยนรูปแบบการผลิตแบบดั้งเดิม (Conventional agriculture) ที่มีการมุ่งหวังเฉพาะผลิตผล ไปสู่แนวทางการผลิตเพื่อการจัดการธาตุคาร์บอนหรือในรูปของเกษตรยั่งยืน (Sustainable agriculture) ก็จะมีส่วนช่วยในการลดการปลดปล่อยธาตุคาร์บอน ความแตกต่างของการผลิตได้แสดงการเปรียบเทียบไว้ในตารางที่ 1

จะเห็นได้ว่าแนวทางปฏิบัติเพื่อมุ่งสู่ความยั่งยืนเพื่อการลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และการผลิตเพื่อการจำหน่ายคาร์บอนเครดิตนั้นจะเน้นไปแนวทางการปฏิบัติในระบบการผลิตแบบอินทรีย์ ตั้งแต่ **การจัดการดินอย่างยั่งยืน** โดยการใช้ปุ๋ยพืชสด การปลูกพืชคลุมดิน การทำปุ๋ยหมักจากเศษพืชหรือมูลสัตว์ การใช้ปุ๋ยแร่ธาตุอย่างระมัดระวัง รวมไปถึง**การป้องกันโรคแมลง**ที่มีการป้องกันโรค แมลง และวัชพืชด้วยวิธีการเพาะปลูกที่เหมาะสมตั้งแต่วิธีกลและการอนุรักษ์แมลงที่เป็นประโยชน์ การใช้สารกำจัดชีวภาพอย่างจำกัดและห้ามใช้สารเคมีในการกำจัดแมลง สิ่งเหล่านี้จะเป็นการเสริมให้เกิดการจัดการกับสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนไป

การเก็บกักธาตุคาร์บอน หรือ CARBON SEQUESTRATION

จากการประมาณการณ์พบว่าในยุคก่อนอุตสาหกรรม CSiTE* (2009) ได้มีแนวคิดในการจัดการเพื่อการลดคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศ แนวคิดได้เปรียบเทียบกับในอดีตที่ในชั้นบรรยากาศมีคาร์บอนไดออกไซด์เท่ากับ 280 ppm แต่ปัจจุบันมีอัตราการเพิ่มขึ้น 1 - 1.4 ppm ต่อปี ซึ่งหมายถึงคาร์บอนไดออกไซด์ในชั้นบรรยากาศปัจจุบันเท่ากับ 455 ppm และจะเพิ่มขึ้นไปอีกเป็น 550 ppm ดังนั้น เมื่อต้องการให้ความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ในชั้นบรรยากาศลดลงให้เท่ากับ 280 ppm จะต้องมีการดึงออกไป 270 ppm แนวคิดในการลดความเข้มข้นของก๊าซในบรรยากาศนี้ได้มีการนำภาคเกษตรเข้าไปเกี่ยวข้อง ได้แก่ การใช้กิจกรรมของต้นไม้-ป่าไม้-จุลินทรีย์เพื่อการตรึงคาร์บอนและเก็บกักไว้ในรูปของอินทรียวัตถุ เมื่อเปรียบเทียบข้อมูลของคุณสมบัติดินภาคเกษตรในประเทศไทยที่มีอินทรียวัตถุประมาณ 0.79 - 3.72% ตามภูมิภาคของประเทศและชนิดของพื้นที่ การจัดการที่เหมาะสมจะสามารถเพิ่มอินทรียวัตถุในดินให้เพิ่มขึ้นอีก 1% ก็จะเป็นการตรึงคาร์บอนไว้ในดินได้ (USDE#, 2009) โดยมีแนวคิดพื้นฐานเพื่อการตรึงคาร์บอนไว้ในพื้นดินในรูปของอินทรียวัตถุตามตารางที่ 2

ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบวิถีการผลิตทางการเกษตร แบบการผลิตเพื่อการจัดการธาตุคาร์บอนโดยระบบเกษตรยั่งยืน และการผลิตแบบดั้งเดิมเพื่อเพิ่มผลิตผลเกษตร

การผลิตในระบบเกษตรยั่งยืน	การผลิตแบบดั้งเดิมเพื่อผลิตผลเกษตร
- เป็นการเพิ่มความหลากหลายของพืช เนื่องจากการใช้พื้นดินจะมีการคำนึงถึงการปลูกพืชสลับ	- ชนิดพืชปลูกมีจำกัด เนื่องจากเกษตรกรปลูกตามความต้องการของตลาด
- เป็นการถนอมพื้นที่ดิน เนื่องจากเน้นการปลูกพืชหลากหลาย	- เป็นการปลูกพืชระยะสั้น ที่เน้นการใช้เครื่องจักรกล
- ลดการเกิดก๊าซเรือนกระจก การเกิดการชะล้างและเพิ่มความสมบูรณ์ของดิน	- ใช้ปัจจัยการผลิตที่มากเกินความจำเป็นและเป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม
- ลดการชะล้าง เนื่องจากพื้นดินมีพืชปกคลุมตลอด	- การสูญหายของเนื้อดินมีสูง เนื่องจากมีการผลิตเป็นช่วง
- ลดพลังงาน เพื่อการให้ปุ๋ย สารเคมี	- ใช้พลังงาน เพื่อการให้ปุ๋ย สารเคมี
- ลดการลงทุน เนื่องจากเป็นการลดการใช้ปัจจัยการผลิต	- ปัจจัยการผลิตและพลังงานที่ใช้มาจากระบบปิโตรเคมี
- เป็นอิสระมากกว่าในการดำเนินธุรกิจ	- เกิดการผูกมัดกับระบบการจัดจำหน่ายปุ๋ยและสารเคมีและการรับซื้อผลผลิต

ตารางที่ 2 แนวคิดในการเก็บธาตุคาร์บอนโดยใช้พื้นดิน

ปัจจัยพิจารณา	พื้นที่ 1 ไร่ (1,600 เมตร^2)	พื้นที่ 1 เฮกแทร์ (10,000 เมตร^2)
ความหนาแน่นของดิน	ในดินละเอียด = 1.0-1.5 กรัมต่อเซนติเมตร^3 ดินหยาบ = 1.2-1.8 กรัมต่อเซนติเมตร^3 โดยเฉลี่ย = 1.3 -1.4 กรัมต่อเซนติเมตร^3 (1.35 กรัมต่อเซนติเมตร^3 หรือ 1350 กิโลกรัมต่อเมตร^3)	
ความลึกชั้นไถพรวน	พื้นที่ 1 เมตร^2 ที่ความลึกชั้นไถพรวนเท่ากับ 33.5 เซนติเมตร มีปริมาตรดิน = 0.335 เมตร^3 ดังนั้นน้ำหนักดินในระดับชั้นไถพรวน = 1350 กิโลกรัม x 0.335 เมตร^3 = 452.25 กิโลกรัม (หรือประมาณ 450 กิโลกรัม	
ปริมาณดินต่อพื้นที่	ดังนั้นในพื้นที่ 1 ไร่ น้ำหนักดินในชั้นไถพรวน = 1,600 เมตร^2 x 450 กิโลกรัม = 720,000 กิโลกรัม	ดังนั้นในพื้นที่ 1 เฮกแทร์ น้ำหนักดินในชั้นไถพรวนเท่ากับ = 10000 เมตร^2 x 450 กิโลกรัม = 4,500,000 กิโลกรัม

* The Consortium for Research on Enhancing Carbon Sequestration in Terrestrial Ecosystems

U.S. Department of Energy - Office of Fossil Energy Carbon Sequestration

เราสามารถประมาณการสำหรับการตรึงคาร์บอนต่อพื้นที่ 1 เฮกแทร์ (10,000 ตารางเมตร หรือ 100 x 100 เมตร) กำหนดให้ชั้นไถพรวนเท่ากับ 33.5 ซม. และน้ำหนักดิน 1.4 ตันต่อตารางเมตร ดังนั้นใน 1 เฮกแทร์ จะมีน้ำหนักดินประมาณ 4,700 ตัน การเพิ่มอินทรียวัตถุ 1% จะเท่ากับ 47 ตันของอินทรียวัตถุต่อเฮกแทร์ที่จะถูกเก็บกักเอาไว้ในดิน โดยอินทรียวัตถุที่เพิ่มขึ้น 47 ตันนี้คิดเป็นสัดส่วนประมาณ 27 ตันของปริมาณคาร์บอนในดิน (อินทรียวัตถุมีธาตุคาร์บอนเป็นองค์ประกอบประมาณ 58%) ธาตุคาร์บอนที่อยู่ในดินนี้เกิดจากกระบวนการสังเคราะห์แสงของพืช ดังนั้นปริมาณคาร์บอนที่อยู่ในดิน 27 ตันต่อเฮกแทร์ จะเกิดจากการดูดกลืนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ประมาณ 100 ตัน จะเห็นได้ว่า การเพิ่มอินทรียวัตถุให้แก่ดินขึ้นเพียง 1% ของคาร์บอนในดินของพื้นที่ 5 พันล้านเฮกแทร์ จะสามารถดึงก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากบรรยากาศได้ถึง 500 พันล้านตัน

ท้ายสุดไปสู่การดำเนินการ

การดำเนินการต่าง ๆ ที่กล่าวมาไม่ว่าจะเป็นการผลิตแบบยั่งยืนและการผลิตแบบเกษตรอินทรีย์ หรือดึงคาร์บอนกลับสู่ดินโดยการเก็บกักคาร์บอนในรูปของอินทรียวัตถุ กิจกรรมเหล่านี้เป็นการมีส่วนร่วมในการดำเนินการเพื่อลดสภาพการปลดปล่อยธาตุคาร์บอนในระหว่างการผลิต แต่ในระบบสากลเพื่อเป็นการขยายโอกาสทางการค้าให้มากขึ้น การใช้ระบบ**คาร์บอนฟุ้ตพริ้นท์** (Carbon footprint, 2009) **หรือการติดฉลากคาร์บอนเพื่อเป็นดัชนีบ่งชี้ว่ามีการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกในรูปของคาร์บอน-ไดออกไซด์เท่าใดในแต่ละหน่วยของผลิตภัณฑ์** ซึ่งจะทำให้ผู้บริโภคได้รับทราบการมีส่วนร่วมในการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอน-ไดออกไซด์เมื่อใช้ผลิตภัณฑ์ ระบบดังกล่าวทำให้ธุรกิจสามารถสนับสนุนการลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกอย่างเป็นรูปธรรมได้มากขึ้น และเป็นการลดต้นทุนการผลิตด้านพลังงานได้

ในประเทศไทยการวิจัยด้านเทคโนโลยีการผลิตทางการเกษตรที่เกิดขึ้นในช่วงหลายสิบปีที่ผ่านมา เป็นการเน้นการผลิตที่ใช้ปัจจัยการผลิตจากภายนอกบนพื้นฐานที่ร่วมกับภาคอุตสาห-กรรมที่เน้นการขยายผลสำหรับการผลิตที่เน้นผลิตผลเป็นหลัก ยังเป็นความคิดที่หักล้างกันไม่เสร็จสิ้นของมนุษย์เกี่ยวกับการจัดการธาตุอาหาร การจัดการศัตรูพืช คำถามอยู่ที่ว่า เทคโนโลยีที่เกิดขึ้นใหม่นั้นจะมีความเหมาะสมกับโลกที่กำลังอยู่ในสภาวะที่เปลี่ยนแปลงไปหรือไม่ ? เชื้อจุลินทรีย์ใดที่สามารถเปลี่ยนแปลงมวลของพืชให้กลายเป็นอินทรียวัตถุได้อย่างรวดเร็ว ? การคงสภาพของอินทรียวัตถุในดินให้นานที่สุดจะมีวิธีใดบ้าง ? และการอยู่ร่วมกันของพืชและศัตรูพืชจะเป็นแบบใดในมุมมองด้านการผลิต ? สิ่งเหล่านี้ยังเป็นนิยามที่รอคำตอบสำหรับเทคโนโลยีการเกษตรเพื่อการตอบรับในการจัดการเพื่อรับสภาพแวดล้อมโลกที่เปลี่ยนแปลงไป

เอกสารประกอบการเขียน

Carbon Footprint. 2009. Home of Carbon Management. URL: http://www.carbonfootprint.com/

CSiTE. 2009. Carbon Sequestration in Terrestrial Ecosys-tems. URL: http://csite.esd.ornl.gov

Energyfantasia, 2009. สถานการณ์การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทยและกรุงเทพมหานคร http://www.energyfantasia.com/ef4/webboard/viewboard.php?Id=11208

Henson, R. 2006. The Rough Guide to Climate Change. Penguin Book Ltd., 80 strand, London, UK.

Lappe, F.M., J. Collins and P. Rosset. 1998. World Hunger 12 Myths. 2nd Edition. Groove Press Books, USA, URL: http://www.groveatlantic.com

McCarthy, J.J., O.F. Canziani, N.A. Leary, D.J. Dokken and K.S. White. 2009. Contribution of Working Group II to the Third Assessment Report of the Intergovern-mental Panel on Climate Change (IPCC). Cambridge University Press, UK.

NASA. 2009. The Carbon Cycle. URL: http://earthobservatory.nasa.gov/Library/CarbonCycle/carbon_cycle4.html

USDE. 2009. URL: http://www.eia.doe.gov/kids/classactivities/carbonseq_intsec.html

Wikipedia-1. 2009. Industrial Revolution. URL: http://en.wikipedia.org/wiki/Industrial_Revolution

Wikipedia-2. 2009. Green Revolution. URL: http://en.wikipedia.org/wiki/Green_Revolution

Wikipedia-3. 2009. Kyoto Protocol. URL: http://en.wikipedia.org/wiki/Kyoto_protocol

เรื่องน่ารู้

Phytate กับสุขภาพ

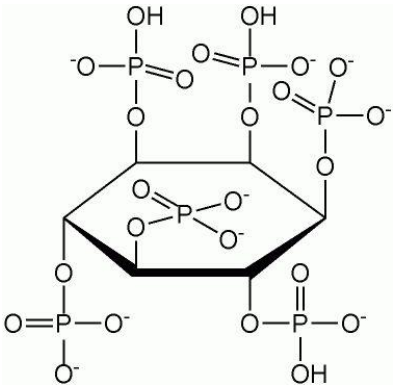
อตินุช แซ่จิว[1]

เราเคยทราบไหมว่าอาหารแต่ละมื้อของวันที่แต่ละคนรับประทานเข้าไปไม่ว่าจะเป็นอาหารสุกโดยการต้ม ทอด ผัด นึ่ง หรือรับประทานสดนั้น นอกจากอาหารหลัก 5 หมู่ที่เรารู้จักแล้ว ยังมีองค์ประกอบอื่นที่เราไม่คุ้นเคยหรือไม่ หรือมีผลต่อร่างกายอย่างไร

บางท่านอาจจะเคยได้ยินคำว่า "Phytate" มาบ้าง Phytate สำคัญอย่างไรต่อสุขภาพ ทำไมจึงมีการศึกษาทางการแพทย์ถึงผลของสารนี้ในสัตว์ทดลองเป็นเวลานานกว่า 40 ปี บทความนี้ได้รวบรวมเรื่องของ phytate มาให้ท่านผู้อ่านได้รู้จักโดยสังเขป

Phytate/Phytic acid คืออะไร

Phytate คือเกลือของกรด phytic โดยอาจเป็นเกลือแคลเซียม แมกนีเซียม โพแทสเซียม หรือโซเดียม ก็ได้ ถ้าอยู่ในรูปของเกลือแคลเซียมและแมกนีเซียม มีชื่อเรียกทั่วไปอีกชื่อว่า phytin ซึ่งมีประสิทธิภาพการละลายน้ำต่ำ ทั้ง phytate และ phytic acid ถูกใช้เรียกเป็นชื่อทั่วไปของสารประกอบ inosital hexaphosphate (IP6) (ภาพที่ 1)



ภาพที่ 1 โครงสร้างทางเคมีของกรด phytic หรือ inositol hexaphosphate ประกอบด้วยคาร์บอน 6 อะตอม และมีฟอสเฟตเกาะติดอยู่กับคาร์บอนแต่ละอะตอม มีสูตรทางเคมี $C_6H_{28}O_{14}P_6$ มีน้ำหนักโมเลกุล 660.08 กรัม/โมล
(ที่มา: www.answers.com/topic/phytic-acid)

Phytate/Phytic acid พบได้ที่ไหน

ทั้งพืชและสัตว์สามารถสร้างสาร phytate ได้ และนำสารนี้ไปใช้เพื่อการทำงานของเซลล์ และการรักษาสภาพของเยื่อหุ้มเซลล์ (membrane maintenance) พืชมีแนวโน้มจะสร้างได้ในปริมาณมาก โดย phytate จะเป็นแหล่งสะสมฟอสฟอรัสแก่พืช และส่วนใหญ่เป็นองค์ประกอบของเมล็ดพืช เช่น เมล็ดของพืชวงศ์ถั่ว เมล็ดงา (sesame seeds) เมล็ดของต้นป่านลินิน (flax seed หรือ linseed) เมล็ดและส่วนประกอบของเมล็ดธัญพืช เช่น ข้าวกล้อง (brown rice) ข้าวโพด (corn) รำข้าวสาลี (wheat bran) นอกจากนี้ยังพบ phytate ได้ในผักใบเขียวและพืชที่มีเส้นใยสูง เช่น ยอดแค คะน้า ขี้เหล็ก ผักโขม เป็นต้น ในผลไม้ เช่น สับปะรด มะม่วง ฝรั่ง เป็นต้น ส่วนอื่นๆ ของพืชที่สามารถพบ phytate เช่น ละอองเรณู (pollen) ราก (root) หัว (tuber) และหน่ออ่อนของพืช (turion) เป็นต้น

Phytate ในเมล็ดถั่วและธัญพืชหลายชนิดอยู่ในรูปของเกลือโพแทสเซียมและแมกนีเซียมของกรด phytic ในพืชวงศ์ถั่วมักพบสารนี้ในเปลือกหุ้มเมล็ดชั้นนอก (hull) และผิวเคลือบเมล็ด (seed coat) ถั่วเหลืองและผลิตภัณฑ์จากถั่วเหลืองที่ไม่ได้ผ่านการหมัก (unfermented soy) เช่น เมล็ดถั่วเหลือง (soy bean) น้ำนมถั่วเหลือง (soy milk) แป้งถั่วเหลือง (soy flour) ถั่วเหลืองฝักสด (edamame) เต้าหู้ (tofu) เป็นต้น เป็นแหล่งของ phytate ที่สำคัญ (ตารางที่ 1)

อนึ่ง ฟาร์มเลี้ยงสุกรและสัตว์ปีก มักใช้เมล็ดถั่วเหลืองและข้าวโพด ซึ่งมี phytate เป็นองค์ประกอบในสัดส่วนที่สูงมาเป็นอาหารสัตว์ แต่ระบบย่อยอาหารของสัตว์กลุ่มนี้ไม่มีน้ำย่อย phytase ซึ่งเป็นน้ำย่อยที่จะทำให้ฟอสฟอรัสแตกตัวออกมาจาก phytate ได้ ทำให้ฟอสฟอรัสไม่สามารถถูกนำไปใช้และเหลือตกค้างอยู่ในมูลของสัตว์เหล่านี้ (ตารางที่ 2) ดังนั้น หากนำมูลสัตว์เหล่านี้มาใช้เป็นปุ๋ยคอกให้แก่พืชก็จะเป็นประโยชน์ต่อระบบเกษตรกรรม แต่หากทิ้งมูลสัตว์เหล่านี้สู่สิ่งแวดล้อม เช่น ลงสู่แหล่งน้ำก็อาจส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อม เช่น การเพิ่มขึ้นของธาตุอาหารที่ผิดปกติ (eutrophication) ซึ่งจะทำให้พืชน้ำเจริญเติบโตรวดเร็ว เกิดการแย่งใช้แสง และเมื่อบางส่วนของพืชน้ำตายลง ชีวภาพ

[1] นักวิจัย งานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเกษตร ฝ่ายปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง สถาบันวิจัยและพัฒนา กำแพงแสน ม. เกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม 73140

ขนาดเล็กจะใช้ซากพืชเป็นอาหารและเพิ่มจำนวนอย่างรวดเร็ว และใช้ออกซิเจนเพื่อการหายใจ ทำให้แหล่งน้ำขาดแคลนออกซิเจน ปลาและสัตว์น้ำอื่นๆ ก็จะตายจากการขาดออกซิเจน

กิจกรรมใดที่จะลดปริมาณ phytate/phytic acid ?

ในขบวนการปรุงหรือแปรรูปอาหารด้วยความร้อน เช่น การหุงต้มสามารถลด phytate ลงได้บ้าง แต่การลดปริมาณ phytate ที่มีประสิทธิภาพ คือ การแช่ในกรด (soaking in an acid medium) การหมักในกรดแลคติก (lactic acid fermentation) และการงอกของเมล็ด (sprouting) ทั้งนี้เมื่อเมล็ดงอก เอนไซม์ phytase ภายในเมล็ด จะย่อยสลาย phytate เพื่อปลดปล่อยฟอสฟอรัสซึ่งเป็นองค์ประกอบหนึ่งของ phytate ออกมาใช้เพื่อการเจริญเติบโตของต้นอ่อน (embryo) ทำให้ปริมาณ phytate ในเมล็ดลดลง

ตารางที่ 1 ปริมาณ phytic acid ที่ตรวจพบในอาหารที่ได้จากธัญพืชและพืชวงศ์ถั่ว (Sci-Tech Dictionary, 2009)

ชนิดของอาหาร	ปริมาณต่ำสุด (% โดยน้ำหนักแห้ง)	ปริมาณสูงสุด (% โดยน้ำหนักแห้ง)
เมล็ดของต้นป่านลินิน (Linseed)	2.15	2.78
ข้าวโอ๊ต (Oat)	0.42	1.16
ข้าวโอ๊ตบด (Oat meal)	0.89	2.40
รำข้าวโอ๊ต (Oat bran)	0.60	1.42
ข้าวไรย์ (Rye)	0.54	1.46
ข้าวสาลี (Wheat)	0.39	1.35
แป้งสาลี (Wheat flour)	0.25	1.37
ขนมปังโฮลวีต (Whole wheat bread)	0.43	1.05
ข้าวบาร์เลย์ (Barley)	0.38	1.16
ข้าวขาว (Polished rice)	0.14	0.60
ข้าวโพด (Corn)	0.75	2.22
ถั่วเหลือง (Soybeans)	1.00	2.22
แป้งถั่วเหลือง (Soy flour)	1.24	2.25
เต้าหู้ (Tofu)	1.46	2.90
ถั่วลิสง (Peanuts)	1.05	1.78
ถั่วแดง (Kidney beans)	0.89	1.57

ตารางที่ 2 ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด (ต่ำสุด-สูงสุด) ที่ตรวจพบในมูลสัตว์ชนิดที่มีและไม่มีน้ำย่อย phytase (phytase enzyme) ในระบบย่อยอาหาร

แหล่งของมูลสัตว์	น้ำย่อย phytase	ปริมาณธาตุฟอสฟอรัสทั้งหมดในมูลสัตว์ (%)*
มูลหมู	ไม่มี phytase enzyme	1.74 - 4.28
มูลไก่	ไม่มี phytase enzyme	1.07 - 5.28
มูลเป็ด	ไม่มี phytase enzyme	1.36 - 3.04
มูลวัว	มี phytase enzyme	0.30 - 1.61
มูลควาย	มี phytase enzyme	0.43 - 0.46

* วิเคราะห์โดยหน่วยวิเคราะห์วิจัยดิน พืช และวัสดุเกษตร งานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเกษตร ฝ่ายปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง)

ผลอิทธิพลของ Phytate/Phytic acid ต่อสุขภาพ

ในทางการแพทย์ได้ทำการศึกษาอิทธิพลของ phytate ต่อสุขภาพในสัตว์ทดลองมานานกว่า 40 ปีแล้ว ผลการวิจัยเท่าที่มีการรายงานไว้มีทั้งด้านบวกและด้านลบต่อสุขภาพ ซึ่งขอสรุปแต่ละประเด็นไว้ดังนี้

1. Anti-nutrient

การศึกษาวิจัยของนักวิทยาศาสตร์ พบว่า กรด phytic มีความสามารถที่จะจับกับโปรตีน แป้ง และแร่ธาตุประจุบวก เช่น แคลเซียม แมกนีเซียม เหล็ก และสังกะสี ทำให้การละลายได้ของธาตุประจุบวกเหล่านี้ลดลง ส่งผลให้การดูดซึมธาตุอาหารเหล่านี้ภายในระบบย่อยอาหารลดลง และร่างกายของเราได้รับแร่ธาตุเหล่านี้ไปใช้ประโยชน์ได้น้อยลง นักวิจัยจึงเรียกว่าเป็นสาร anti-nutrient รายงานการวิจัยยังพบว่าหากร่างกายมนุษย์ได้รับสาร phytate มากกว่า 10% โดยน้ำหนัก จะมีแนวโน้มทำให้การเจริญเติบโตและการดูดซึมธาตุอาหารของร่างกายค่อย ๆ ลดลง ทำให้ร่างกายขาดธาตุต่าง ๆ ดังกล่าว และมีการเจริญเติบโตลดลง ดังนั้นกลุ่มบุคคลที่รับประทานแต่ผัก (มังสวิรัต) เด็ก หญิงมีครรภ์ และหญิงที่กำลังให้น้ำนมบุตร ควรหลีกเลี่ยงการรับประทานอาหารที่มี phytate สูง หรือหากหลีกเลี่ยงไม่ได้ ควรรับประทานอาหารเสริม เช่น วิตามินซี (ascorbic acid) และแคลเซียม ทั้งนี้เนื่องจากวิตามินซีจะช่วยเพิ่มการดูดซึมธาตุเหล็กจากแหล่งอื่นที่ไม่ใช่จากธัญพืช ผักและผลไม้ และสามารถช่วยให้ร่างกายดูดซึมธาตุสังกะสีและแคลเซียมได้ดีขึ้นด้วย

2. Benefit for health

Phytate/phytic acid มีประโยชน์ต่อสุขภาพ ในด้านการบำบัดโรค เช่น

มะเร็ง (cancer) !!! สาร phytate จัดว่าเป็นสารต้านมะเร็ง (anti-cancer agent) โดย 1) มีบทบาทต่อการเปลี่ยนแปลงยีนส์ (gene alteration) เช่น ลดการขยายตัวของเซลล์เนื้องอก 2) มีบทบาทต่อการเพิ่มภูมิคุ้มกัน (enhanced immunity) โดยการเพิ่มหน้าที่ของ natural killer (NK) cell ซึ่งเป็นเซลล์ที่ส่งเสริมการทำลายเซลล์ของเนื้องอก และ 3) แสดงสมบัติเป็น anti-oxidant โดยการจับธาตุเหล็ก ทำให้ธาตุเหล็กไม่สามารถเร่งปฏิกิริยาการเปลี่ยน hydrogen peroxide และออกซิเจนในร่างกายให้เป็นอนุมูลอิสระ (free radial) ซึ่งอนุมูลอิสระจะเป็นสาเหตุหนึ่งของการทำลายโครงสร้างของเซลล์หลายชนิดจนท้ายที่สุดเซลล์ตาย อนุมูลอิสระยังเร่งความแก่ เพิ่มความเสี่ยงต่อการเป็นมะเร็งและปัญหาของหัวใจ (heart problems) นอกจากนี้ จากการศึกษาในสัตว์ทดลองพบว่า phytic acid มีบทบาททั้งป้องกันและรักษามะเร็งหลายชนิด โดยแสดงสมบัติเป็น anti-neoplastic (ต้านการเจริญผิดปกติของเซลล์ เนื้อเยื่อหรืออวัยวะ) ในมะเร็งเต้านม มะเร็งลำไส้ใหญ่ มะเร็งตับ มะเร็งเม็ดเลือด (leukemia) มะเร็งต่อมลูกหมาก กลุ่มของมะเร็งเนื้อเยื่อเกี่ยวพันหรือเนื้อเยื่อเสริม (sarcomas) และมะเร็งผิวหนัง

คลอเรสโตรอล (Cholesterol) !!! Phytate ช่วยลดคลอเรสโตรอลและลดการผลิตไตรกลีเซอไรด์ (triglyceride) โดยตับ หากไตรกลีเซอไรด์สูงจะทำให้เกิดหลอดเลือดหัวใจตีบได้ และจะมีผลทำให้ High density lipoprotein (HDL) ซึ่งเป็นไขมันดีทำหน้าที่ป้องกันหลอดเลือดแข็งตัว อยู่ในระดับต่ำ

เบาหวาน (diabetes) !!! นอกจากนี้ phytate ยังช่วยลดปริมาณน้ำตาลในเลือด โดยลดการย่อยแป้งได้อย่างน้อย 50% โดย phytate จะจับกับโปรตีนหรือน้ำย่อยที่ย่อยแป้งซึ่งเป็นโปรตีนชนิดหนึ่ง และลด glycemic index (GI) ของอาหารอื่นที่เรารับประทานร่วมกับอาหารที่มี phytate (GI เป็นดัชนีวัดอิทธิพลของคาร์โบไฮเดรทต่อระดับของน้ำตาล glucose ในเลือด เมื่อคาร์โบไฮเดรทถูกย่อยอย่างรวดเร็ว การปลดปล่อยน้ำตาล glucose สู่กระแสเลือดก็เป็นไปอย่างรวดเร็ว ค่า GI สูง ในทางตรงกันข้าม คาร์โบไฮเดรทถูกย่อยอย่างช้า ๆ การปลดปล่อยน้ำตาล glucose สู่กระแสเลือดก็ช้า ค่า GI จะต่ำ)

การนำ phytate / phytic acid ไปใช้ประโยชน์อื่น

Phytate ถูกนำมาใช้ในการแก้ไขปัญหาความกระด้าง โดยใช้เป็นตัวดึงเหล็กและทองแดงออกจากไวน์ นอกจากนี้ phytate ยังมีศักยภาพในการนำไปใช้แก้ไขดินที่มีการปนเปื้อนของยูเรเนียม (uranium) นิกเกิล (nickel) และอนินทรีย์สารอื่น ๆ เนื่องจากกรด phytic มีความสามารถจับธาตุโลหะที่มีประจุบวกตั้งแต่ 2 ขึ้นไป นอกจากนี้ยังใช้กรด phytic เป็นสารกันบูด (preservative) ในอาหารด้วย

จากที่กล่าวมาทั้งหมด จะเห็นว่า โครงสร้างของกรด phytic ทำให้ตัวมันเองเป็น strong chelator คือมีความสามารถสูงในการจับกับธาตุโลหะต่าง ๆ ดังนั้นหากร่างกายได้รับธาตุอาหารต่าง ๆ เกินสมดุล กรด phyitc ก็จะมีผลด้านบวก ในทางตรงกันข้าม หากธาตุอาหารในร่างกายอยู่ในสภาวะสมดุลแล้ว การได้รับกรด phytic ก็จะไปมีผลด้านลบต่อสุขภาพ เช่นเดียวกับการใช้กรด phytic เพื่อการบำบัดโรค แม้ผลการศึกษาส่วนใหญ่จะให้ผลด้านบวก แต่ยังเป็นงานศึกษาในระดับสัตว์ทดลอง การใช้กับมนุษย์ยังไม่มีการยืนยัน นอกจากนี้นักวิทยาศาสตร์บางรายยังพบผลข้างเคียงของกรด phytic กล่าวคือ เขาพบว่า เกลือโซเดียม-ไฟเตรตเหมือนเป็นตัวส่งเสริมมะเร็งกระเพาะปัสสาวะในสัตว์ทดลอง

ดังนั้น เพื่อความสมบูรณ์ของสุขภาพ การจะบริโภคสิ่งใดควรต้องทราบถึงสภาวะร่างกายของเรา คำนึงถึงความเหมาะสม เช่น วัย น้ำหนักตัวกับปริมาณสารที่จะรับเข้าร่างกาย ความสมดุล วิธีการบริโภคที่ถูกต้อง ศึกษาหาข้อมูลทั้งด้านบวกและด้านลบของสิ่งที่จะบริโภค และปรึกษาขอคำแนะนำการใช้หรือการบริโภคสิ่งเหล่านั้นจากผู้เชี่ยวชาญ

เอกสารประกอบการเรียบเรียง

ยงยุทธ โอสถสภา. 2546. ธาตุอาหารพืช. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 423 หน้า.

Anonynmous. 2522. Excess Phytates in Diet. http://www.diagnose-me.com/cond/c212360.html กุมภาพันธ์ 2552.

Fallon, S. and M.G. Enig. 2008. Newest Research on Why You Should Avoid Soy. *In* Beware of The Toxicity of Soy Products. Shirley's Wellness Café, Holistic Health Care for People & Animals. www.shirleys-wellness-cafe.com/soy.html มิถุนายน 2552.

Fox, C.H. and M. Ebert. 2003. Phytic Acid (IP6), Novel Broad Spectrum Anti-neoplastic Agent: A Systematic Review. Department of Family Medicine, State University of New York at Buffalo ECMC, Clinical Center, Buffalo, USA.

Laohabutr, P. 2000. Iron, Vitamin C, Phytate and Crude Fiber Contents in Northeastern Local Vegetables. Chulalongkorn University.

Nitithan S., S. Komindr and A. Nichachotsalid. 2004. Phytate and fiber content in Thai fruits commonly consumed by diabetic patients. J. Med. Assoc. Thai. 87(12): 1444-1446.

Pendleton, J. 2009. Challenges and Possibilities of Inositol Hexaphosphate. http://nutrition.sulte101.com/article.cfm/phytates_friend_or_foe กุมภาพันธ์ 2552.

Sci-Tech Dictionary. 2009. Phytic Acid. McGraw-Hill Dictionary of Scientific and Technical Terms, 6th edition. The McGraw-Hill Companies, Inc. www.answer.com/topic/phytic-acid กุมภาพันธ์ 2552.

± เทคโนโลยีชีวภาพ ...ต่อจากหน้า 14

เอกสารอ้างอิง

Badyakina. A.O. and M.A. Nesmeyanova. 2005. Biogenesis and secretion of overproduced protein in recombinant strains of *Escherichia coli*. Process Biochemistry. 40:509-518.

Choi, J. H., K. C. Keum and S. Y. Lee. 2006. Production of recombinant proteins by high cell density culture of *Escherichia coli*. Chemical Engineering Science. 61:876 - 885.

Alcamo, I.E. 2001. DNA technology. Harcourt/Academic Press, USA. 348 p.

Yin J., G. Li, X. Ren and G. Herrler. 2007. Select what you need: A comparative evaluation of the advantages and limitations of frequently used expression systems for foreign genes. Journal. of Biotechnology. 127: 335-347.

http://www.bio.davidson.edu/.../causey/pET.html

http://en.wikiped.org/wiki/Escherichia_coli

http://biotech.about.com/od/technialtheory/tpEcoi.htm

http://www.emedicine.com/med/topic734.htm

http://www.rxlist.com/streptase-drug.htm#

± ข่าวศูนย์ฯ ...ต่อจากหน้า 4

Ogembo, J.G., S. Chaeychomsri, B.L. Caoili, M. Ikeda and M. Kobayashi. 2008. Susceptibility of the cell line Hv-AM1 from *Heliothis virescens* to eight selected nucleopolyhedroviruses. Journal of Insect Biotechnology and Sericology. 77(3):141-150.

Pointinger, S., S. Promdang, S. Vajrodaya, C.M. Pannell, O. Hofer, K. Mereiter and H. Greger. 2008. Silvagins and related 2,3-secodammarane derivatives - unusual types of triterpenes from *Aglaia silvestris*. Phytochemistry. 69(15):2696-2703.

Vihokto, S., S. Chamtakru, S. Wongnarkpet, S. Chanprame and T. Sirinarumitr. 2008. Induced of immunity against foot and mouth disease virus by recombinant VP1 protein expressed in *Escherichia coli*. Kasetsart Veterinarians. 18(2):53-62.

โครงการฝึกอบรม/ถ่ายทอดเทคโนโลยีของฝ่ายปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง

± การแปรรูปและการควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์จากสมุนไพร สำหรับข้าราชการ เกษตรกร ผู้ประกอบการ และผู้สนใจทั่วไป ณ ฝ่ายปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม รุ่นที่ 1 ระหว่างวันที่ 12-14 พฤษภาคม 2552 และรุ่นที่ 2 ระหว่างวันที่ 19-21 พฤษภาคม 2552 (นางสาวสุรัตน์วดี จิวะจินดา เป็นหัวหน้าโครงการ)

± การถ่ายทอดเทคโนโลยีระบบประกันคุณภาพการผลิตเมล็ดพันธุ์พืช สำหรับเจ้าหน้าที่บริษัท และผู้สนใจทั่วไป ณ ฝ่ายปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม รุ่นที่ 1 วันที่

17 มิถุนายน 2552 และรุ่นที่ 2 วันที่ 24 มิถุนายน 2552 (นางสาวชวนพิศ อรุณรังสิกุล เป็นหัวหน้าโครงการ)

± **การถ่ายทอดเทคโนโลยีระบบประกันคุณภาพการผลิตต้นกล้าพืชผักเศรษฐกิจ** สำหรับเจ้าหน้าที่บริษัทเกษตรกร และผู้สนใจทั่วไป ณ ฝ่ายปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม รุ่นที่ 1 วันที่ 18 มิถุนายน 2552 และรุ่นที่ 2 วันที่ 25 มิถุนายน 2552 (นางเนตรชนก เกียรติ์นนทพัทธ์ เป็นหัวหน้าโครงการ)

คณะกรรมการจัดทำวารสารข่าวศูนย์ฯ

ที่ปรึกษา

ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา กำแพงแสน
หัวหน้าฝ่ายปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง
ผู้ช่วยหัวหน้าฝ่ายปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง
ดร. ชวนพิศ อรุณรังสิกุล

บรรณาธิการ

นวลวรรณ ฟ้ารุ่งสาง

ผู้ช่วยบรรณาธิการ

สมนึก พรมแดง ญาณี มั่นอ้น

กองบรรณาธิการ

จันทร์จรัส วีรสาร ศิริพร วิหคโต
เนตรชนก เกียรติ์นนทพัทธ์ อตินุช แซ่จิว
อุดม แก้วสุวรรณ์ น้ำอ้อย เหลืองน้ำเพ็ชร

รูปเล่ม/จัดส่ง

พิษณุ บุญศิริ เฟื่องฟ้า จันทนิยม
คณิตฐา ชินวงษ์เขียว

การเงิน

อรวรรณ ไกรวิจิตร

บอกรับเป็นสมาชิกได้ที่

บรรณาธิการ วารสารข่าวศูนย์ฯ
ฝ่ายปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กำแพงแสน นครปฐม 73140
โทร. 0-3435-1399, 0-3428-1092
โทรสาร 0-3435-1392
E-mail: rdinwf@ku.ac.th

วารสารอิเล็คทรอนิกส์

http://clgc.rdi.ku.ac.th

วารสารข่าว
ศูนย์ปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง
Central Laboratory and Greenhouse Complex
CLGC NEWSLETTER

พิมพ์ที่ ห้างหุ้นส่วนจำกัดฟันนี่พับบลิชชิ่ง 549/1 ซอยเสนานิคม 1 ลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900 โทร. 0-2579-1933