วารสารข่าว

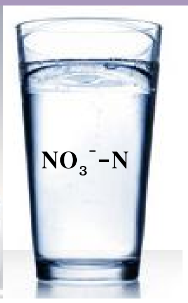
ศูนย์ปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง

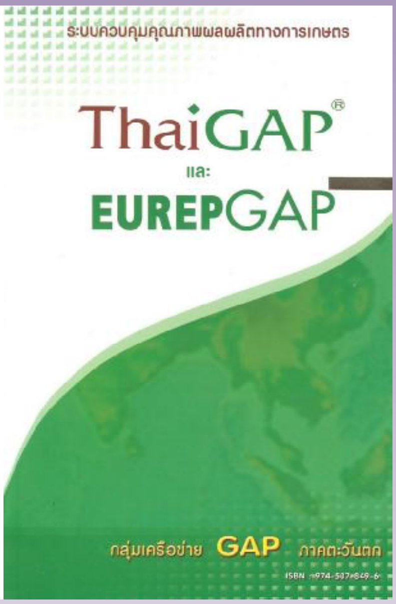
Central Laboratory and Greenhouse Complex

CLGC NEWSLETTER

ปีที่ 20 ฉบับที่ 2 | Vol. 20 No. 2 July - December 2006

กรกฎาคม - ธันวาคม 2549 | ISSN 0857 - 5010





สารบัญ

ข่าวศูนย์ฯ 2

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

- สมุนไพรไฮเทค: ทางเลือกใหม่ในการผลิตชีวเภสัชภัณฑ์ 5

งานวิจัย

- ปริมาณสารสำคัญ "แลคโตนรวม" ในสมุนไพรฟ้าทะลายโจรจากแหล่งปลูกต่างๆ 11

การเกษตร

- ภัยของไนเตรทในผัก 14

สิ่งแวดล้อม

- ไนเตรทในน้ำดื่ม... ภัยที่ไม่ควรมองข้าม 18

เรื่องน่ารู้

- มาตรฐาน EUREPGAP โอกาสและข้อจำกัดในการนำมาใช้ปฏิบัติในประเทศไทย (ตอนที่ 2) 21

บรรณาธิการแถลง

สวัสดีค่ะ ท่านสมาชิกและผู้อ่านวารสารข่าวศูนย์ฯ ดิฉันในนามของกองบรรณาธิการวารสารข่าวศูนย์ฯ หวังว่าข่าวการบ้านการเมืองกำลังมีความหวังในรัฐบาลใหม่ที่คงต้องมีงานที่หนักรออยู่ ขอเป็นกำลังใจให้กับทุกท่านที่เกี่ยวข้อง อยากเห็นคนไทยในประเทศรักและสามัคคีกัน อยู่กันอย่างสมานฉันท์ภายใต้หลักเศรษฐกิจพอเพียงที่ทรงพระราชทานให้กับชาวไทย มีข่าวสารที่อยากให้ผู้อ่านได้ทราบ ขณะนี้มีฝ่ายปฏิบัติการวิจัยฯ ได้อยู่ในสังกัดสถาบันวิจัยและพัฒนากำแพงแสน ซึ่งเป็นสถาบันที่แยกการบริหารจากสถาบันวิจัยและพัฒนาฯ บางเขน

เนื้อหาในฉบับนี้กองบรรณาธิการได้นำเสนอข่าวสารและข้อมูลด้านงานวิจัยและความรู้ในคอลัมน์สิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับไนโตรเจนทั้งในดินและในน้ำ ซึ่งมีทั้งที่เป็นประโยชน์ต่อการผลิตทางการเกษตร ที่เป็นปัญหากับความปลอดภัยต่อสุขภาพของผู้บริโภค รวมทั้งที่อาจเป็นปัญหาต่อสิ่งแวดล้อม ข้อมูลข่าวสารด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีทางเลือกใหม่ในการผลิตผลิตภัณฑ์ที่เรียกกันว่า ชีวเภสัชภัณฑ์ การวิเคราะห์สารเป็นประโยชน์พืชสมุนไพร นอกจากนั้นคอลัมน์เรื่องน่ารู้จะเป็นเรื่องราวต่อเนื่องจากฉบับที่ผ่านมา ในบทความเรื่อง มาตรฐาน EUREPGAP โอกาสและข้อจำกัดในการนำมาใช้ปฏิบัติในประเทศไทย (ตอนที่ 2)

กองบรรณาธิการวารสารข่าวศูนย์ฯ หวังว่าสาระความรู้และข้อมูลในฉบับนี้คงเป็นประโยชน์ต่อท่านสมาชิกและผู้อ่าน หากสมาชิกท่านใดที่ต้องการนำเสนอผลงานวิจัยของท่านสามารถสอบถามมายังบรรณาธิการวารสารข่าวศูนย์ฯ นอกจากนั้นผู้สนใจยังสามารถบอกรับเป็นสมาชิกได้ที่ **บรรณาธิการวารสารข่าวศูนย์ฯ ฝ่ายปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม 73140** หรือทาง e-mail address: rdicha@ku.ac.th

ขอขอบพระคุณ

บรรณาธิการ

สุภาพ ทองคำ
เจ้าหน้าที่บริหารงานทั่วไป ฝ่ายปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง
ม.เกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม

กิจกรรมของฝ่ายปฏิบัติการวิจัยฯ

การพัฒนาบุคลากร/ร่วมประชุม/สัมมนา

◈ นางสุดาวรรณ เชยชมศรี ร่วมสัมมนาโครงการวิจัยเรื่อง Development of Nucleopolyhedrovirus for the Control of the *American bollworm*, *Helicoverpa armigera* ณ ประเทศญี่ปุ่น ระหว่างวันที่ 25 มีนาคม - 24 เมษายน 2549

◈ นางรุ่งนภา ก่อประดิษฐ์สกุล สัมมนาเรื่อง Graduation Ceremony 24th Regional Training Course in Vegetable Production Research and Extension ณ โรงแรมมิราเคิล แกรนด์ กรุงเทพฯ วันที่ 31 มีนาคม 2549

◈ นางธีรนุต ร่มโพธิ์ภักดิ์ และน.ส. หัทยา กาญจนสมบัติ ร่วมสัมมนาเรื่อง สรีรวิทยาหลังการเก็บเกี่ยวของผลิตผลพืชสวนครั้งที่ 3 ณ อาคารวิทยบริการ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน กรุงเทพฯ วันที่ 3 เมษายน 2549

◈ นางนวลวรรณ ฟ้ารุ่งสาง นางอภิตา บุญศิริ และนางธีรนุต ร่มโพธิ์ภักดิ์ ฟังสัมมนาพิเศษเรื่อง Polygalacturonase inhibiting proteins: can one protein protect plants against patogens, and nematodes และเรื่อง Cell wall metabolism and softening past, present and future ณ อาคารคณะอุตสาหกรรมเกษตร 2 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน กรุงเทพฯ ระหว่างวันที่ 26-27 เมษายน 2549

◈ นายจตุพร จิตรบุญถนอม ฝึกอบรมหลักสูตรการเขียนผลงานวิจัยเพื่อตีพิมพ์ในวารสารวิชาการนานาชาติ ครั้งที่ 2 ณ สถาบันวิจัยและพัฒนาฯ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน กรุงเทพฯ วันที่ 3 พฤษภาคม 2549

◈ น.ส. สุรัตน์วดี จิวะจินดา ร่วมประชุมผู้เชี่ยวชาญนวัตกรรมผลิตข้าวเฉลิมพระเกียรติฯ ณ อาคารสารนิเทศ 50 ปี มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน กรุงเทพฯ วันที่ 24 พฤษภาคม 2549

◈ นางกณิษฐา สังคะหะ ฟังบรรยายพิเศษเรื่อง มาตรการสุขอนามัยพืช ณ กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กรุงเทพฯ วันที่ 25 พฤษภาคม 2549

◈ น.ส. หัทยา กาญจนสมบัติ และนางสายน้ำอ้อย สว่างเมฆ ร่วมสัมมนาเรื่อง 50th Anniversary of Shimadzu Gas Chromatograph and Introduction of Shimadzu QP-2010 Plus ณ โรงแรมมิราเคิล แกรนด์ กรุงเทพฯ วันที่ 3 กรกฎาคม 2549

◈ นางรุ่งนภา ก่อประดิษฐ์สกุล น.ส.ลักขณา เบ็ญจวรรณ์ และนางอัญชลี รวีโรจน์วิบูลย์ เข้าร่วมการฝึกอบรมนานาชาติเรื่อง การวิเคราะห์สารพิษตกค้าง (Pesticide Residue Analysis) ณ โรงแรมมิราเคิล แกรนด์ กรุงเทพฯ วันที่ 5 กรกฎาคม 2549

◈ น.ส. ชวนพิศ อรุณรังสิกุล ร่วมเป็นผู้ดำเนินการอภิปรายในการประชุมเชิงปฏิบัติการโครงการจัดประชุมประจำปีผู้ประสานงานการพัฒนาคลัสเตอร์ ณ โรงแรมโนโวเทล ทิพย์วิมาน รีสอร์ทแอนด์สปา จ.เพชรบุรี ระหว่างวันที่ 7-8 กรกฎาคม 2549

◈ นางรุ่งนภา ก่อประดิษฐ์สกุล เข้าร่วมประชุมเชิงปฏิบัติการโครงการจัดประชุมประจำปีผู้ประสานงานการพัฒนาคลัสเตอร์ ณ โรงแรมโนโวเทล ทิพย์วิมานรีสอร์ทแอนด์สปา จ.เพชรบุรี ระหว่างวันที่ 7-8 กรกฎาคม 2549

◈ นางอัญชลี รวีโรจน์วิบูลย์ เข้าร่วมฝึกอบรมเรื่อง การถ่ายทอดเทคโนโลยีเพื่อเพิ่มศักยภาพการผลิตกล้วยไม้โดยอาศัยเทคโนโลยีชีวภาพ รุ่นที่ 3 ณ ศูนย์บริการฉายรังสีแกมมาและวิจัยนิวเคลียร์เทคโนโลยี สถาบันวิจัยและพัฒนาฯ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน กรุงเทพฯ ระหว่างวันที่ 15-18 สิงหาคม 2549

◈ นางรงรอง หอมหวล และนางมณฑา วงศ์มณีโรจน์ ร่วมสัมมนาเรื่อง การพัฒนาและถ่ายทอดเทคโนโลยีความปลอดภัยของอุตสาหกรรมกล้วยไม้ไทยเพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการส่งออก ณ อาคารสถานศึกษาเคมีปฏิบัติ กรมวิทยาศาสตร์บริการ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วันที่ 16 สิงหาคม 2549

◈ นางรงรอง หอมหวล ร่วมประชุมเชิงปฏิบัติการคลินิกเทคโนโลยี ประจำปี 2549 ณ โรงแรมมิราเคิล แกรนด์ กรุงเทพฯ ระหว่างวันที่ 31 สิงหาคม - 1 กันยายน 2549

◈ นางรุ่งนภา ก่อประดิษฐ์สกุล และน.ส. ชวนพิศ อรุณรังสิกุล เข้าร่วม Workshop การแปล EUREPGAP Criteria/Checklist ในโครงการความร่วมมือ KU และ GTZ ระหว่างวันที่ 1-2 กันยายน 2549 ณ กลุ่มเครือข่าย GAP ภาคตะวันตก มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม

◈ นางรุ่งนภา ก่อประดิษฐ์สกุล และน.ส. ชวนพิศ อรุณรังสิกุล เข้าร่วมประชุมเรื่อง 7th EUREPGAP Conference 2006 ณ Hilton Prague เมือง Prague ประเทศ The Czech Republic ระหว่างวันที่ 18-24 กันยายน 2549

◈ นางรุ่งนภา ก่อประดิษฐ์สกุล และน.ส. ชวนพิศ อรุณรังสิกุล เข้าร่วมฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการเรื่อง EUREPGAP Fresh Produce Train of the Trainers Workshop จัดโดยโครงการความร่วมมือ KU และ GTZ ระหว่างวันที่ 25-27 ตุลาคม 2549 ณ โรงแรมวินด์เซอร์สวีท สุขุมวิท กรุงเทพ

การฝึกอบรม

◈ โครงการเพิ่มศักยภาพการผลิตอาหารปลอดภัยตามระบบเกษตรดีที่เหมาะสม (GAP) ภายใต้งบประมาณ จ.นครปฐมและจ.สุพรรณบุรี ปี 2549 จัดฝึกอบรมให้กับเกษตรกร เจ้าหน้าที่บริษัท เจ้าหน้าที่ภาครัฐและผู้สนใจ จำนวน 7 ครั้ง วันที่ 21 กุมภาพันธ์ 2549 วันที่ 22 พฤษภาคม 2549 วันที่ 31 พฤษภาคม 2549 วันที่ 17 มิถุนายน 2549 วันที่ 22 มิถุนายน 2549 วันที่ 4 กรกฎาคม 2549 และวันที่ 22 กรกฎาคม 2549 (นางรุ่งนภา ก่อประดิษฐ์สกุล เป็นหัวหน้าโครงการ)

◈ น.ส. ชวนพิศ อรุณรังสิกุล เป็นวิทยากรในการฝึกอบรมเกษตรกรเรื่อง การเกษตรดีที่เหมาะสมตามมาตรฐาน EURAPGAP วันที่ 25 พฤษภาคม 2549 ณ องค์การบริหารส่วนตำบลหนองปากโลง อ.เมือง จ.นครปฐม

◈ การถ่ายทอดเทคโนโลยีเรื่อง การลดอัตราเสี่ยงต่อการเกิดโรคพืชโดยใช้วิธีทางชีววิธีร่วมกับการพัฒนาดิน รุ่นที่ 1 จำนวน 5 ครั้ง ครั้งที่ 1 วันที่ 5 มิถุนายน 2549 ครั้งที่ 2 วันที่ 15 มิถุนายน 2549 ครั้งที่ 3 วันที่ 22 มิถุนายน 2549 ครั้งที่ 4 วันที่ 29 มิถุนายน 2549 ครั้งที่ 5 วันที่ 6 กรกฎาคม 2549 (นางกณิษฐา สังคะหะ เป็นหัวหน้าโครงการ)

◈ การถ่ายทอดเทคโนโลยีเรื่อง การตรวจสอบคุณภาพสิ่งแวดล้อมทางการเกษตรและระบบการตรวจสอบสารเคมีทางการเกษตร วันที่ 22 มิถุนายน 2549 (นางรุ่งนภา ก่อประดิษฐ์สกุล เป็นหัวหน้าโครงการ)

◈ นางรุ่งนภา ก่อประดิษฐ์สกุล และน.ส. ชวนพิศ อรุณรังสิกุล เป็นวิทยากรในหลักสูตรการจัดการคุณภาพในการผลิตสินค้า/เกษตรที่ปลอดภัยและให้คุณภาพของสำนักพัฒนาการถ่ายทอดเทคโนโลยี กรมส่งเสริมการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ให้กับเจ้าหน้าที่ของสำนักพัฒนาคุณภาพสินค้าและสำนักส่งเสริมและจัดการสินค้าเกษตร จำนวน 80 คน ระหว่างวันที่ 27-30 มิถุนายน 2549 ณ ห้องประชุมเคยูโฮม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน กรุงเทพฯ

◈ การถ่ายทอดเทคโนโลยีเรื่อง การปลูกและดูแลรักษาไม้ดอกหอมเพื่อการขยายพันธุ์และใช้ประโยชน์ทางการค้า จำนวน 2 รุ่น รุ่นที่ 1 ระหว่างวันที่ 27-29 มิถุนายน 2549 รุ่นที่ 2 ระหว่างวันที่ 25-27 กรกฎาคม 2549 (นายอุดม แก้วสุวรรณ์ เป็นหัวหน้าโครงการ)

◈ การถ่ายทอดเทคโนโลยีเรื่อง การผลิตและการควบคุมคุณภาพสมุนไพรในระดับอุตสาหกรรมขนาดเล็ก จำนวน 3 รุ่น รุ่นที่ 1 ระหว่างวันที่ 4-6 กรกฎาคม 2549 รุ่นที่ 2 ระหว่างวันที่ 18-20 กรกฎาคม 2549 รุ่นที่ 3 ระหว่างวันที่ 25-27 กรกฎาคม 2549 (น.ส. สุรัตน์วดี จิวะจินดา เป็นหัวหน้าโครงการ)

◈ การถ่ายทอดเทคโนโลยีเรื่อง การผลิตและควบคุมคุณภาพเมล็ดพันธุ์พืชในระบบเกษตรดีที่เหมาะสมและเกษตร

อินทรีย์ รุ่นที่ 1 ระหว่างวันที่ 18-21 กรกฎาคม 2549 (นางภาณี ทองพำนัก เป็นหัวหน้าโครงการ)

◈ การถ่ายทอดเทคโนโลยีเรื่อง การลดอัตราเสี่ยงต่อการเกิดโรคพืชโดยใช้วิธีทางชีววิธีร่วมกับการพัฒนาดิน รุ่นที่ 2 จำนวน 2 ครั้ง ครั้งที่ 1 วันที่ 20 กรกฎาคม 2549 ครั้งที่ 2 วันที่ 2 สิงหาคม 2549 (นางกณิษฐา สังคะหะ เป็นหัวหน้าโครงการ)

◈ การถ่ายทอดเทคโนโลยีเรื่อง การผลิตและควบคุมคุณภาพเมล็ดพันธุ์พืชในระบบเกษตรดีที่เหมาะสมและเกษตรอินทรีย์เรื่อง การเก็บรวบรวม รักษา และควบคุมคุณภาพเมล็ดพันธุ์พืชพื้นเมือง ระหว่างวันที่ 16-18 สิงหาคม 2549 (นางภาณี ทองพำนัก เป็นหัวหน้าโครงการ)

◈ การถ่ายทอดเทคโนโลยีเรื่อง การปลูกหน่อไม้ฝรั่งเกษตรอินทรีย์เพื่อการส่งออก รุ่นที่ 2 ระหว่างวันที่ 21-23 สิงหาคม 2549 (นายวุฒิชัย ทองดอนแอ เป็นหัวหน้าโครงการ)

◈ การถ่ายทอดเทคโนโลยีเรื่อง การลดอัตราเสี่ยงต่อการเกิดโรคพืชโดยใช้วิธีทางชีววิธีร่วมกับการพัฒนาดิน รุ่นที่ 3 จำนวน 2 ครั้ง ครั้งที่ 1 วันที่ 24 สิงหาคม 2549 ครั้งที่ 2 วันที่ 30 สิงหาคม 2549 (นางกณิษฐา สังคะหะ เป็นหัวหน้าโครงการ)

◈ น.ส. ชวนพิศ อรุณรังสิกุล เป็นวิทยากรการอบรมเชิงปฏิบัติการเรื่อง กรณีศึกษากลุ่มเครือข่ายระบบการผลิตพืชผักปลอดภัยจากสารพิษ GAP ภาคตะวันตก ให้กับเจ้าหน้าที่และเกษตรกรในโครงการการส่งเสริมการผลิตสินค้าเกษตรที่ปลอดภัยและได้มาตรฐานของสำนักส่งเสริมและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 1 จ.ชัยนาท วันที่ 31 สิงหาคม 2549 ณ โรงแรมอยุธยาแกรนโฮเต็ล จ.พระนครศรีอยุธยา

◈ การถ่ายทอดเทคโนโลยีเรื่อง ระบบการปลูกหน่อไม้ฝรั่งจากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อเชิงพาณิชย์ ระหว่างวันที่ 28-29 สิงหาคม 2549 (นางมณฑา วงศ์มณีโรจน์ เป็นหัวหน้าโครงการ)

◈ เทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อดอกไม้ประดับ รุ่นที่ 24 ระหว่างวันที่ 17-20 ตุลาคม 2549 (นางรงรอง หอมหวล เป็นหัวหน้าโครงการ)

◈ เทคนิคด้านชีวโมเลกุลเบื้องต้นเพื่อการศึกษาและวิจัยความหลากหลายของจุลินทรีย์ รุ่นที่ 2 ระหว่างวันที่ 18-30 ตุลาคม 2549 (น.ส. มณี ตันติรุ่งกิจ เป็นหัวหน้าโครงการ)

ประชุมวิชาการ

◈ บุคลากรเข้าร่วมประชุมและเสนอผลงานทางวิชาการในการประชุมวิชาการวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว/หลังการผลิตแห่งชาติ ครั้งที่ 4 ณ โรงแรมดิเอมเพรส จ.เชียงใหม่ ระหว่างวันที่ 7-9 มิถุนายน 2549 ได้แก่

ภาคโปสเตอร์

1. ความเสียหายของหน่อไม้ฝรั่งในกระบวนการผลิตเพื่อการส่งออกของบริษัทธานียามา สยาม จำกัด และการใช้ 1-methylcyclopropene และสภาพควบคุมบรรยากาศในการยืดอายุการเก็บรักษามะม่วงน้ำดอกไม้เพื่อการส่งออกทางเรือ (นางอภิตา บุญศิริ นายเจริญ ขุนพรม นายสมนึก ทองบ่อ และ น.ส. ยุพิน อ่อนศิริ)

2. การตกค้างของสารกำจัดแมลงคลอโรไฟริฟอสในผลมะม่วงในแปลงปลูกและหลังอบไอน้ำ (นางรุ่นภา ก่อประดิษฐ์สกุล)

สมุนไพรไฮเทค: ทางเลือกใหม่ในการผลิตชีวเภสัชภัณฑ์

มณี ตันติรุ่งกิจ[1]

ในปัจจุบันไม่ว่าจะหันไปทางไหนก็จะหนีไม่พ้นผลิตภัณฑ์สมุนไพร กินอาหารว่างก็มีคุกกี้สมุนไพร ชาสมุนไพร ไปสปาก็มีสบู่มะขาม โลชั่นว่านหางจระเข้ และน้ำมันหอมระเหย กินอาหารก็มีต้มยำ ปลาทอดตะไคร้ จนถึงเข้านอนก็มีหมอนสมุนไพรให้หนุนนอน และถ้าถึงกับล้มหมอนนอนเสื่อก็ยังมียาแผนไทยอีกหลากหลายตำรับให้เลือกกินเลือกใช้ให้ถูกกับโรค ซึ่งถือเป็นโชคดีของคนทางซีกโลกตะวันออกที่บรรพชนมีภูมิปัญญาในการนำความหลากหลายของทรัพยากรธรรมชาติที่มีอยู่มากมายมาใช้ประโยชน์ แต่สำหรับซีกโลกตะวันตกซึ่งขาดแคลนทรัพยากรธรรมชาตินั้นจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องเร่งการพัฒนาด้านเทคโนโลยีชีวภาพ โดยเฉพาะเทคโนโลยีด้านพันธุวิศวกรรมเพื่อผลิตสิ่งมีชีวิตดัดแปลงพันธุกรรม (GMO, Genetically Modified Organism) ที่สามารถผลิตชีวเภสัชภัณฑ์ (biopharmaceuticals) เช่น การผลิต hepatitis B surface antigen จากยีสต์ *S. cerevisiae* เพื่อใช้เป็นวัคซีนป้องกันโรคตับอักเสบชนิดบี การผลิต interferon-α-2b จากแบคทีเรีย *Escherichia coli* เพื่อรักษาผู้ป่วยโรคมะเร็ง การผลิต erythropoietin จากเซลล์สัตว์ [recombinant Chinese Hamster Ovary (CHO)] เพื่อรักษาผู้ป่วยโรคโลหิตจาง การผลิตวัคซีนป้องกันโรคพิษสุนัขบ้าจากผักโขม การผลิตแอนติบอดีต่อเชื้อ *Streptococcus mutans* จากยาสูบ การผลิต human α-antitrypsin จากเซลล์แขวนลอยของข้าว เป็นต้น ซึ่งสิ่งมีชีวิตดัดแปลงพันธุกรรมเหล่านี้ก็คือ สมุนไพรไฮเทค นั่นเอง

เนื่องจากชีวเภสัชภัณฑ์ที่ได้จากแหล่งธรรมชาติ เป็นสารที่มีโครงสร้างซับซ้อนยากที่จะสังเคราะห์ด้วยวิธีทางเคมี และสกัดได้ในปริมาณน้อย ทำให้การพัฒนาเทคโนโลยีด้านพันธุวิศวกรรมเพื่อผลิตชีวเภสัชภัณฑ์เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง ทั้งนี้เพื่อให้ได้ชีวเภสัชภัณฑ์ที่มีคุณสมบัติเช่นเดียวกัน หรือใกล้เคียงสารจากธรรมชาติในปริมาณมากและสามารถผลิตได้ในระบบอุตสาหกรรม อย่างไรก็ตามพบว่าเซลล์เจ้าบ้านแต่ละชนิดที่ใช้ในการผลิตชีวเภสัชภัณฑ์ ต่างก็มีข้อได้เปรียบ-เสียเปรียบแตกต่างกันไป เช่น แบคทีเรียที่เจริญได้รวดเร็วและมีกระบวนการผลิตที่มีประสิทธิภาพ ไม่มีปฏิกิริยา glycosylation ซึ่งจำเป็นต่อกระบวนการ post-translation ของ recombinant protein ทำให้โปรตีนที่ผลิตได้ขาดคุณสมบัติทางชีวภาพ และไม่สามารถส่งผ่าน recombinant protein ออกนอกเซลล์ ในกรณีของยีสต์ซึ่งเป็น eukaryotic cell เช่นเดียวกับสัตว์และพืช พบว่ามีอัตราการเกิดปฏิกิริยา glycosylation สูง ทำให้โปรตีนที่ผลิตได้ขาดคุณสมบัติทางชีวภาพ หรือก่อให้เกิดภูมิแพ้ ส่วนเซลล์สัตว์ซึ่งสร้าง recombinant protein ได้อย่างถูกต้องและสามารถส่งผ่าน recombinant protein ออกนอกเซลล์ได้ดี เป็นระบบที่มีค่าใช้จ่ายสูง และอาจมีการปนเปื้อนของเชื้อโรคได้ สำหรับพืชสามารถสร้างและส่งผ่าน recombinant protein ออกนอกเซลล์ได้เช่นเดียวกับเซลล์สัตว์ แต่ codon usage ในกระบวนการสร้างโปรตีนและการเกิดปฏิกิริยา glycosylation ของพืชแตกต่างจากของสัตว์เล็กน้อย จึงจำเป็นต้องปรับเปลี่ยนกระบวนการ protein maturation ให้เหมาะสมด้วยวิธีทางพันธุวิศวกรรม และ/หรือวิธีทางชีวเคมี นอกจากนี้ยังพบว่าการใช้พืชดัดแปลงพันธุกรรมเป็นแหล่งผลิตชีวเภสัชภัณฑ์มีข้อดีในเชิงเศรษฐกิจและคุณภาพหลายประการ เช่น ต้นทุนในการผลิต recombinant protein จากพืชถูกกว่าการผลิตโปรตีนชนิดเดียวกันในถังหมักด้วยแบคทีเรีย มีความเสี่ยงในการปนเปื้อนของเชื้อโรคน้อยกว่า พืชสามารถสะสม recombinant protein ไว้ในเมล็ด ผล ราก ลำต้น ทำให้ง่ายต่อการนำไปใช้ประโยชน์และเก็บรักษา เป็นต้น จากข้อได้เปรียบเหล่านี้ทำให้ความพยายามในการผลิตวัคซีน แอนติบอดี และยารักษาโรคต่าง ๆ จากพืชดัดแปลงพันธุกรรมด้วยวิธีการตัดต่อยีนเข้ากับดีเอ็นเอของพืช การตัดต่อยีนเข้ากับดีเอ็นเอของคลอโรพลาสต์ของพืช หรือการตัดต่อยีนเข้ากับดีเอ็นเอของไวรัสพืช (ตารางที่ 1) โดยเฉพาะอย่างยิ่งการผลิตวัคซีนในรูปแบบ edible vaccine เพื่อความสะดวกในการให้วัคซีน ซึ่งจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งกับประชาชนในประเทศด้อยพัฒนา และการป้องกันอุบัติภัยที่เกิดจากการใช้อาวุธชีวภาพ เนื่องจาก edible vaccine จะช่วยลดปัญหาด้านการเก็บรักษาวัคซีนที่อุณหภูมิต่ำ ลดความเสี่ยงจากการติดเชื้อที่เกิดจากการฉีดวัคซีนที่ไม่ถูกสุขลักษณะและการใช้เข็มฉีดยาซ้ำ

แม้ว่าพืชดัดแปลงพันธุกรรมผลิตชีวเภสัชภัณฑ์ได้ดี แต่ผลผลิตของสารชีวเภสัชภัณฑ์มีปริมาณค่อนข้างต่ำ ดังนั้นนักวิทยาศาสตร์จึงพยายามเพิ่มผลผลิตด้วยวิธีการต่าง ๆ เช่น

[1] นักวิจัยเชี่ยวชาญ 9 งานจุลชีววิทยาประยุกต์ ฝ่ายปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง ม.เกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม 73140

ตารางที่ 1 การผลิตชีวเภสัชภัณฑ์จากพืชดัดแปลงพันธุกรรม

ชนิดของชีวเภสัชภัณฑ์	โปรตีน/แหล่งที่มา	วิธีการ	พืชเจ้าบ้าน	ปริมาณโปรตีนที่ผลิตได้*	เอกสารอ้างอิง
วัคซีนโรคตับอักเสบ	Hepatitis B surface antigen/ Hepatitis B virus	การตัดต่อยีนเข้ากับดีเอ็นเอของพืช	ยาสูบ	< 0.01% TSP	Mason *et al.*, 1992
วัคซีนโรคอหิวาตกโรค	Cholera toxin-B subunit/ *Vibrio chloerae*	การตัดต่อยีนเข้ากับดีเอ็นเอของพืช	มันฝรั่ง	0.3% TSP	Arakawa *et al.*, 1998
		การตัดต่อยีนเข้ากับดีเอ็นเอของคลอโรพลาสต์ของพืช	ยาสูบ	4.1% TSP	Daniell *et al.*, 2001
วัคซีนโรคพิษสุนัขบ้า	Glycoprotein/ Rabies virus	การตัดต่อยีนเข้ากับดีเอ็นเอของพืช	มะเขือเทศ	1.0% TSP	McGarvey *et al.*, 1995
วัคซีนโรคภูมิคุ้มกันบกพร่อง	HIV epitope (gp41)/HIV	การตัดต่อยีนเข้ากับดีเอ็นเอของไวรัสพืช	ถั่วอาหารสัตว์	-	Brennan *et al.*, 1999
วัคซีนโรคบาดทะยัก	Tetanus toxin-C subunit/ *Clostridium tetani*	การตัดต่อยีนเข้ากับดีเอ็นเอของคลอโรพลาสต์ของพืช	ยาสูบ	25% TSP	Tregoning *et al.*, 2003
วัคซีนโรคกาฬโรค	F1 antigen, V antigen และ fusion protein F1-V/ *Yersinia pestis*	การตัดต่อยีนเข้ากับดีเอ็นเอของไวรัสพืช	ยาสูบ	1-2 มก./กรัม น้ำหนักสด	Santi *et al.*, 2006
แอนติบอดีป้องกันโรคตับอักเสบ	Single chain variable fragment จำเพาะกับ Hepatitis B surface antigen	การตัดต่อยีนเข้ากับดีเอ็นเอของพืช	ยาสูบ	0.5 มก./กก. น้ำหนักสด	Ramirez *et al.*, 2000
แอนติบอดีต่อ p-azophenylarsonate	Heavy chain monoclonal antibody (HC mAb) จำเพาะกับ p-azophenylarsonate	การตัดต่อยีนเข้ากับดีเอ็นเอของพืช	ยาสูบ	0.35 มก./ลิตร ของอาหารเลี้ยงเซลล์	LaCount *et al.*, 1997
แอนติบอดีป้องกันการเกิดเนื้องอกในหนู	Single chain variable fragment ของ IgG จาก B-cell lymphoma ของหนู	การตัดต่อยีนเข้ากับดีเอ็นเอของไวรัสพืช	ยาสูบ	30.2 มก./กก. น้ำหนักสด	McCormick et al., 1999
ยารักษาโรคโลหิตจาง	Erythropoietin/มนุษย์	การตัดต่อยีนเข้ากับดีเอ็นเอของพืช	ยาสูบ	1 นาโนกรัม/กก. น้ำหนักสด	Matsumoto *et al.*, 1995
ยารักษาโรคตับและยาลดภาวะการตกเลือด	α-antitrypsin/มนุษย์	การตัดต่อยีนเข้ากับดีเอ็นเอของพืช	ข้าว	200 มก./ลิตร ของอาหารเลี้ยงเซลล์	Huang *et al.*, 2001
ยารักษาโรค Gaucher	Lysozyme/มนุษย์	การตัดต่อยีนเข้ากับดีเอ็นเอของพืช	ข้าว	3-4% TSP	Huang et al., 2002

ตารางที่ 1 การผลิตชีวเภสัชภัณฑ์จากพืชดัดแปลงพันธุกรรม (ต่อ)

ชนิดของชีวเภสัชภัณฑ์	โปรตีน/แหล่งที่มา	วิธีการ	พืช เจ้าบ้าน	ปริมาณ โปรตีน ที่ผลิตได้*	เอกสารอ้างอิง
ยารักษาโรคมะเร็ง	Interleukin-12	การตัดต่อยีนเข้ากับดีเอ็นเอของพืช	ยาสูบ	0.8 มก./ลิตร ของอาหารเลี้ยงเซลล์	Kwon *et al.*, 2003
ยารักษาโรคตับแข็ง ดีเอ็นเอของพืช	Serum albumin/มนุษย์	การตัดต่อยีนเข้ากับ	ยาสูบ	0.25 มก./กรัม ของโปรตีนในอาหารเลี้ยงเซลล์	Sijmons *et al.*, 1990

* TSP = ปริมาณโปรตีนที่ละลายได้ (total soluble protein)

1) การใช้โปรโมเตอร์ที่มีประสิทธิภาพของยีน ubiquitin (Ubi) หรือยีนลูกผสมระหว่างยีน octopine synthase และยีน mannopine synthase [$(ocs)_3 mas$] ซึ่งเป็นส่วนที่ควบคุมการแสดงออกของยีนอย่างต่อเนื่อง หรือยีน rice α-amylase (*RAmy3D*) ซึ่งกระตุ้นการแสดงออกของยีนเมื่อน้ำตาลกลูโคสในอาหารลดต่ำลง

2) การใช้ยีนที่แสดงออกแบบ tissue-specific เช่น ยีนที่ผลิตชีวเภสัชภัณฑ์สามารถแสดงออกได้เฉพาะในส่วนของเมล็ด ทำให้เมล็ดมีการสะสมของ recombinant protein สูงถึง 1-5% ของปริมาณโปรตีนที่ละลายได้

3) การตัดต่อยีนที่ผลิตชีวเภสัชภัณฑ์เข้ากับดีเอ็นเอของคลอโรพลาสต์ ซึ่งเป็น organelle ที่ถ่ายทอดจากต้นแม่สู่ต้นลูก และมีอยู่จำนวนมากในเซลล์พืช ทำให้ปริมาณของยีนที่ผลิตชีวเภสัชภัณฑ์มีเพิ่มมากขึ้นด้วยเช่นกัน และช่วยให้ผลผลิตของชีวเภสัชภัณฑ์เพิ่มขึ้นสูงถึง 5-25% ของปริมาณโปรตีนที่ละลายได้

4) การตัดต่อยีนของ leader peptide เข้ากับส่วนของยีนที่ผลิตชีวเภสัชภัณฑ์สามารถช่วยให้เซลล์พืชสามารถส่ง recombinant protein ผ่านผนังเซลล์ออกสู่ภายนอกเซลล์และสะสมในอาหารเลี้ยงเซลล์ได้ดี ช่วยให้กระบวนการทำให้ชีวเภสัชภัณฑ์บริสุทธิ์ (purification process) ทำได้สะดวกและง่ายยิ่งขึ้นเมื่อผลิตชีวเภสัชภัณฑ์ด้วยเซลล์แขวนลอย

5) การใช้พืชอาหารที่มีความปลอดภัยและเป็นที่ยอมรับในการบริโภค เช่น ข้าว ถั่วเหลือง มะเขือเทศ เป็นต้น เป็นเซลล์เจ้าบ้าน สามารถลดปริมาณสารปนเปื้อนที่พืชสร้างขึ้นในขณะที่พืชสร้างชีวเภสัชภัณฑ์ และเพิ่มประสิทธิภาพในการแสดงออกของยีนและการส่งผ่าน recombinant protein ออกภายนอกเซลล์

6) การพัฒนาสูตรอาหารเลี้ยงเซลล์พืชและกระบวนการผลิต เช่น การเติมสาร polyvinylpyrrolidone (PVP; MW 360,000) ความเข้มข้น 7.5% ลงในอาหารเหลว ช่วยให้เซลล์ยาสูบสายพันธุ์ NT-1 ผลิต HC mAb ได้สูงขึ้นถึง 35 เท่า รวมทั้งมีความเสถียรมากขึ้นด้วย การใช้อาหารเลี้ยงเซลล์ที่ไม่เติมแมงกานีส ช่วยเพิ่มผลผลิตของ mouse IgG ได้ประมาณ 2 เท่า การเลี้ยงเซลล์ยาสูบแบบแขวนลอยในถังหมักด้วยระบบการให้อาหารอย่างต่อเนื่อง (continuous culture) สามารถเพิ่มผลผลิตของ carrot acidic invertase สูงขึ้น 4 เท่า เมื่อเปรียบเทียบกับกระบวนการผลิตแบบ batch culture การเลี้ยงเซลล์ยาสูบที่ถูกตรึงด้วย alginate สามารถเพิ่มผลผลิตของ human granulocyte-macrophage colony-stimulating factor (hGM-CSF) สูงขึ้น 2 เท่า เมื่อเปรียบเทียบกับกระบวนการผลิตด้วยเซลล์แขวนลอย เป็นต้น

7) การพัฒนากระบวนการสกัดชีวเภสัชภัณฑ์และการทำให้ชีวเภสัชภัณฑ์บริสุทธิ์ ซึ่งมีความจำเพาะต่อชนิดของชีวเภสัชภัณฑ์และชนิดของพืชที่ใช้เป็นเซลล์เจ้าบ้าน เพื่อเพิ่มผลผลิต ประหยัดเวลา และลดต้นทุนการผลิต วิธีการที่นิยมใช้แยกสารและทำให้สารมีความบริสุทธิ์ ได้แก่ วิธีการตกตะกอน และ/หรือการปั่นเหวี่ยงร่วมกับวิธีการทางโครมาโตกราฟฟี เนื่องจากการผลิตชีวเภสัชภัณฑ์จากเซลล์พืชหรือจากอาหารเลี้ยงเซลล์มีการปนเปื้อนของโปรตีน คาร์โบไฮเดรท ไขมัน และสารอื่น ๆ ทำให้สารสกัดหยาบ (crude extract) มีสารแขวนลอยปนเปื้อนและก่อให้เกิดการอุดตันของคอลัมน์ที่ใช้ในการแยกสาร ในปัจจุบันมีการนำเทคนิคทางโครมาโตกราฟีที่ทันสมัยเข้ามาใช้ในกระบวนการทำให้ชีวเภสัชภัณฑ์บริสุทธิ์ เช่น เทคนิค expanded bed adsorption (EBA) ซึ่งเป็นเทคนิคที่เติมตัวอย่างสารสกัดหยาบเข้าทางด้านล่างของคอลัมน์และทำให้ชีวเภสัชภัณฑ์ในสารสกัดหยาบจับกับ packing material ซึ่งกระจายตัวขึ้นสู่ด้านบน ส่วนสารปนเปื้อนจะไหลออกจากคอลัมน์พร้อมกับสารตัวพาไปทางด้านบนของคอลัมน์ เมื่อปรับทิศทางการไหลของสารตัวพา (mobile phase) ให้เข้าสู่คอลัมน์ทางด้านบน packing material ที่มีชีวเภสัชภัณฑ์จับอยู่จะเรียงตัวกัน

อย่างเป็นระเบียบในคอลัมน์ จากนั้นจึงปรับเปลี่ยนชนิดของสารตัวพาให้เหมาะสมเพื่อชะล้างชีวเภสัชภัณฑ์ออกจากคอลัมน์ทางด้านล่าง วิธีนี้ช่วยลดปัญหาการอุดตันและมีการนำไปประยุกต์ใช้กับการแยก recombinant protein ที่ผลิตจากจุลินทรีย์และเซลล์สัตว์ในระดับอุตสาหกรรม เทคนิค *in-situ* extraction ซึ่งเป็นวิธีที่เหมาะกับการผลิตชีวเภสัชภัณฑ์ด้วยเซลล์แขวนลอยในอาหารเหลว โดยใช้โพลิเมอร์ที่ไม่มีประจุ (nonionic Amberlite; XAD-7) หรือ organic solvent ในอัตราส่วน solvent:aqueous phase เท่ากับ 1:1 (ethyl acetate:น้ำ) หรือเท่ากับ 5:2 (n-hexane:ethyl acetate:methanol:น้ำ) ผสมลงในอาหารเลี้ยงเซลล์ เพื่อดูดซับชีวเภสัชภัณฑ์ที่พืชสร้างขึ้นในทันที ซึ่งจะช่วยลดการเกิด feedback inhibition และการสลายตัวของชีวเภสัชภัณฑ์ ทำให้สามารถเพิ่มผลผลิตของชีวเภสัชภัณฑ์ได้ตั้งแต่ 2-20 เท่า

นอกจากนี้การนำชีวเภสัชภัณฑ์ที่ผลิตได้มาใช้ประโยชน์ยังต้องคำนึงถึงความปลอดภัยทางชีวภาพในการผลิตพืชและการเลี้ยงเซลล์พืชด้วยกระบวนการหมัก รวมทั้งการประเมินความเสี่ยงของชีวเภสัชภัณฑ์ที่ผลิตขึ้น เพื่อความปลอดภัยต่อสุขภาพของมนุษย์และสัตว์ และพิจารณาถึงผลกระทบที่มีต่อสภาพแวดล้อม เช่น การถ่ายทอดยีนสู่สิ่งมีชีวิตอื่น การปนเปื้อนของพืชดัดแปลงพันธุกรรมในธรรมชาติ เป็นต้น โดยการดำเนินงานต้องปฏิบัติตามกฎข้อบังคับที่แต่ละประเทศกำหนดไว้สำหรับการผลิตพืชดัดแปลงพันธุกรรมเพื่อใช้เป็นอาหารและอาหารสัตว์ สหรัฐอเมริกา และสหภาพยุโรปได้ร่างระเบียบและข้อกำหนดที่เข้มงวดและเฉพาะเจาะจงสำหรับควบคุมการผลิตชีวเภสัชภัณฑ์จากพืชดัดแปลงพันธุกรรม เนื่องจากถือว่าพืชดัดแปลงพันธุกรรมนั้นเป็นชีวเภสัช-ภัณฑ์ ไม่ใช่อาหาร และมีนักวิทยาศาสตร์ในสาขาต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น โรคพืช กีฏวิทยา พฤกษศาสตร์ ไวรัสวิทยา สัตวบาล นิเวศวิทยา ชีวโมเลกุล เป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบ ตรวจติดตาม และประเมินผลก่อนที่จะอนุญาตให้ดำเนินการในขั้นต่อไป

ข้อกำหนดต่าง ๆ ในการปฏิบัติที่เกี่ยวข้องกับการผลิตชีวเภสัชภัณฑ์จากพืชดัดแปลงพันธุกรรม ได้แก่

- ผู้ที่ปฏิบัติงานต้องเป็นผู้ที่มีความรู้ ความชำนาญ และประสบการณ์ด้านการผลิตพืชดัดแปลงพันธุกรรมและชีวเภสัชภัณฑ์
- เจ้าหน้าที่จากหน่วยงานที่รับผิดชอบ ตรวจสอบแปลงทดลองอย่างน้อย 7 ครั้ง ทั้งในระหว่างการปลูกและเมื่อเสร็จสิ้นการทดลอง
- แปลงปลูกพืชดัดแปลงพันธุกรรมเพื่อผลิตชีวเภสัชภัณฑ์ต้องอยู่ห่างจากแปลงพืชปกติในระยะที่เหมาะสม ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของพืช ในกรณีของข้าวโพดกำหนดให้มีระยะห่างอย่างน้อย 1.6 กิโลเมตร ซึ่งมากกว่าระยะห่างที่กำหนดไว้สำหรับการผลิตเมล็ดพันธุ์ถึง 8 เท่า เพื่อป้องกันการผสมเกสรระหว่างพืชดัดแปลงพันธุกรรมกับพืชปกติ
- ต้องทำความสะอาดอุปกรณ์และเครื่องมือการเกษตรที่ใช้กับพืชดัดแปลงพันธุกรรมทุกครั้งที่ใช้งาน และห้ามนำอุปกรณ์และเครื่องมือการเกษตรเหล่านั้นไปใช้ร่วมกับการปลูกพืชปกติเพื่อป้องกันการเกิดปนข้าม (cross contamination)
- ต้องทำความสะอาดอุปกรณ์และเครื่องมือการเกษตรทำลายพืชดัดแปลงพันธุกรรมเมื่อเสร็จสิ้นการทดลอง และกำจัดของเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิต (อาหารเลี้ยงเซลล์ บัฟเฟอร์ สารตัวพา) ด้วยวิธีที่เหมาะสม เพื่อทำลายชีวเภสัชภัณฑ์และป้องกันการปนเปื้อนของชีวเภสัชภัณฑ์ในห่วงโซ่อาหารของมนุษย์และสัตว์
- ต้องแสดงข้อมูลและวิธีการทดสอบที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะและคุณสมบัติทางกายภาพ ชีวเคมี และชีววิทยาของชีวเภสัชภัณฑ์ที่ผลิตได้
- กรณีที่ใช้พืชดัดแปลงพันธุกรรมเป็น edible vaccine ต้องแสดงขั้นตอนหรือข้อมูลที่ชี้ให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์มีความสม่ำเสมอและมีความเข้มข้นของสารออกฤทธิ์คงที่
- ต้องแสดงข้อมูลหรือผลการทดสอบด้านความบริสุทธิ์ของชีวเภสัชภัณฑ์ที่ผลิตได้ เพื่อตรวจสอบการปนเปื้อนของสารเคมีทางการเกษตร (ยากำจัดศัตรูพืช) ที่ใช้ในระหว่างการปลูก ยาปฏิชีวนะ สารอื่นที่ก่อให้เกิดการสลายตัวของชีวเภสัชภัณฑ์ หรืออนุพันธ์ของชีวเภสัชภัณฑ์ระหว่างกระบวนการผลิต
- ต้องแสดงข้อมูลหรือผลการทดสอบด้านความปลอดภัยของชีวเภสัชภัณฑ์ที่เกี่ยวข้องกับระดับความเป็นพิษ (toxicity) การก่อภูมิแพ้ (allergenicity) และการก่อให้เกิดภูมิคุ้มกัน (immunogenicity) เพื่อความปลอดภัยในการนำไปใช้ประโยชน์ด้านการป้องกันและรักษาโรค

การขออนุญาตปลูกพืชดัดแปลงพันธุกรรมเพื่อผลิตชีวเภสัชภัณฑ์ในแปลงทดลอง บริษัทผู้ผลิตต้องแสดงข้อมูลและหลักฐานที่แสดงถึงความปลอดภัยทางชีวภาพของพืชเหล่านั้น ซึ่งในสหรัฐอเมริกาได้อนุญาตให้ทำการทดสอบพืชดัดแปลงพันธุกรรมดังกล่าวในภาคสนามมากกว่า 90 ชนิด ดังตัวอย่างที่แสดงในตาราง ที่ 2 และได้อนุญาตให้บริษัท Dow AgroSciences จำหน่ายวัคซีนป้องกันโรค Newcastle ในไก่ ที่ผลิตจากเซลล์พืชดัดแปลงพันธุกรรมโดยใช้กระบวนการหมักเป็นครั้งแรกในเดือนมกราคม 2549 ซึ่งถือว่าเป็นมิติใหม่ของการพัฒนาวัคซีนจากพืชดัดแปลงพันธุกรรม

จะเห็นว่าพืชดัดแปลงพันธุกรรมที่ผลิตชีวเภสัชภัณฑ์ได้นั้นเป็นประโยชน์ต่อมนุษยชาติ แต่ยังมีความหวั่นเกรงและวิตกว่าชีวเภสัชภัณฑ์ที่ผลิตจากพืชดัดแปลงพันธุกรรมและกระบวนการผลิตจะเป็นอันตรายต่อสุขภาพของมนุษย์และสัตว์และระบบนิเวศทั้งทางตรงและทางอ้อม รวมถึงผลกระทบสะสมที่อาจจะเกิดขึ้นในระยะยาว (cumulative long-termed effect) โดยเฉพาะอย่างยิ่งการพัฒนาพืชดัดแปลงพันธุกรรมเพื่อใช้เป็น edible vaccine เนื่องจากการให้วัคซีนทางปาก (oral vaccine) สามารถกระตุ้นให้เกิดสภาวะที่ร่างกายยอมรับแอนติเจนที่มีปริมาณต่ำและได้รับซ้ำ ๆ

ตารางที่ 2 พืชดัดแปลงพันธุกรรมเพื่อผลิตชีวเภสัชภัณฑ์ที่กระทรวงเกษตรของประเทศสหรัฐอเมริกาอนุญาตให้ทดสอบในภาคสนาม

พืชเจ้าบ้าน	ชีวเภสัชภัณฑ์	บริษัทผู้ผลิต	การใช้ประโยชน์
ข้าว	serum albumin	Ventria Bioscience	ยารักษาโรคตับแข็ง
ข้าว	lactoferin	Ventria Bioscience	ยารักษาโรคมะเร็งเม็ดเลือดขาว
ข้าว	lysozyme	Ventria Bioscience	ยารักษาโรค Gaucher
ยาสูบ	aprotinin	Large Scale Biology	สารยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ทริปซิน เพื่อใช้ในการผ่าตัดเปลี่ยน/ปลูกถ่ายอวัยวะ
ยาสูบ	แอนติบอดีต่อ *Streptococcus mutans*	Planet Biotechnology	สารป้องกันฟันผุ
ข้าวโพด	LT-B enterotoxin subunit	Iowa State University	วัคซีนป้องกันโรคท้องร่วง
ยาสูบ	serum albumin	Chlorogen, Inc	ยารักษาโรคตับแข็ง

ทางปากว่าวัคซีนนั้นเป็นอาหาร (oral tolerance) ทำให้ร่างกายยอมรับเชื้อโรคที่มีโครงสร้างเช่นเดียวกับแอนติเจนที่ใช้เป็นวัคซีนว่าเป็นอาหารเช่นเดียวกัน จึงไม่เกิดระบบภูมิคุ้มกันต่อเชื้อโรคนั้น มีผลให้มนุษย์หรือสัตว์ที่ได้รับ edible vaccine เป็นโรค ซึ่งนักวิทยาศาสตร์ได้พยายามพัฒนา edible vaccine ให้มีปริมาณของแอนติเจนที่สูงพอที่จะกระตุ้นระบบภูมิคุ้มกันได้ใกล้เคียงกับการให้วัคซีนโดยการฉีด นอกจากนี้ยังพบว่ามีความเป็นไปได้ที่การชักนำยีนของแอนติเจนที่ใช้เป็นวัคซีนเข้าสู่พืชโดยใช้ดีเอ็นเอของไวรัสพืช เช่น tobacco mosaic virus, cowpea mosaic virus, potato virusX, tomato bushy stunt virus ฯลฯ เป็นพาหะ (vector) อาจทำให้เกิดไวรัสที่ก่อให้เกิดโรคชนิดใหม่ได้ เมื่อใช้พืชดัดแปลงพันธุกรรมเหล่านี้เป็นเวลานาน เนื่องจากเกิดการกลายพันธุ์ (gene recombination, deletion, insertion, point mutation) และการถ่ายทอดยีนสู่สิ่งมีชีวิตอื่น (horizontal gene transfer)

ที่กล่าวมาข้างต้นเป็นที่มาที่ไปของสมุนไพรไฮเทคที่น่าจะเป็นทางเลือกใหม่ของมนุษยชาติ แต่อย่างไรก็ตามสมุนไพรไฮเทคก็มีทั้งคุณและโทษ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับคุณธรรม จริยธรรม และความรู้ความสามารถของผู้ที่เกี่ยวข้องในทุกระดับ รวมทั้งตัวท่านเองในฐานะผู้บริโภค

เอกสารประกอบการเรียบเรียง

Animal and Plant Health Inspection Service. 2002. Draft Guidance for Industry: Drugs, Biologics, and Medical Devices Derived from Bioengineered Plants for Use in Humans and Animals. Available source: http://www.fda.gov/cber/gdlns/bioplant.pdf

Arakawa, T., D. K. Chong and W. H. Langridge. 1998. Efficacy of a food plant-based oral cholera toxin B subunit vaccine. Nat. Biotechnol. 16:292-297.

Brennan, F.R., T. Bellaby, S. M. Helliwell, T. D. Jones, S. Kamstrup, K. Dalsgaard, J. I. Flock and W. D. Hamilton. 1999. Chimeric plant virus particles administered nasally or orally induce systemic and mucosal immune responses in mice. J. Virol. 73:930-938.

Cummins, J. 2004. Plant based pharmaceuticals: vaccines and therapeutic antibodies. Available source: http://lists.ifas.ufl.edu/cgi-bin/wa.exe?A2=ind0407&L=sanet-mg&T=0&O=D&F=P&P=17767

Daniell, H., S. B. Lee, T. Panchal and P. O. Wiebe. 2001. Expression of the native cholera toxin b subunit gene and assembly as functional oligomers in transgenic tobacco chloroplasts. J. Mol. Biol. 311:1001-1009.

Giddings, G., G. Allison, D. Brooks and A. Carter. 2000. Transgenic plants as factories for biopharmaceuticals. Nat. Biotechnol. 18:1151-1155.

Hellwig, S., J. Drossard, R. M. Twyman and R. Fischer. 2004. Plant cell cultures for the production of recombinant proteins. Nat. Biotechnol. 22:1415-1422.

Huang J., L. Wu, D. Yalda, Y. Adkins, S. L. Kelleher, M. Crane, B. Lonnerdal, R. L. Rodriguez and N. Huang. 2002. Expression of functional recombinant human lysozyme in transgenic rice cell culture. Transgenic Res. 11:229-239.

Huang, J., T. D. Sutliff, L. Wu, S. Nandi, K. Benge, M. Terashima, A. H. Ralston, W. Drohan, N. Haung and R. L. Rodriguez. 2001. Expression and purification of functional human α-1-antitrypsin from cultured plant cells. Biotechnol. Prog. 17:126-133.

Karaman, S., J. Cunnick and K. Wang. 2006. Analysis of immune response in young and aged mice vaccinated with corn-derived antigen against *Escherichia coli* heat-labile enterotoxin. Mol. Biotechnol. 32:31-42.

Kwon, T. H., J. E. Seo, J. Kim, J. H. Lee, Y. S. Jang and M. S. Yang. 2003. Expression and secretion of the heterodimeric protein interleukin-12 in plant cell suspension culture. Biotechnol Bioeng. 81: 870-875.

Mason, H. S., D. M. Lam and C. J. Arntzen. 1992. Expression of hepatitis B surface antigen in transgenic plants. Proc. Natl. Acad. Sci. USA 89:11745-11749.

McCormick, A. A., M. H. Kumagai, K. Hanley, T. T. Turpen, I. Hakim, L. K. Grill, D. Tuse, S. Levy and R. Levy. 1999. Rapid production of specific vaccines for lymphoma by expression of the tumor-derived single-chain Fv epitopes in tobacco plants. Proc. Natl. Acad. Sci. USA 96:703-708.

McGarvey, P. B., J. Hammond, M. M. Dienelt, D. C. Hooper, Z. F. Fu, B. Dietzschold, H. Koprowski and F. H. Michaels. 1995. Expression of the rabies virus glycoprotein in transgenic tomatoes. Biotechnol. 13:1484-1487.

Ramirez, N., D. Lorenzo, D. Palenzuela, L. Herrera, M. Ayala, A. Fuentes, M. Perez, J. Gavilondo and P. Oramas. 2000. Single-chain antibody fragments specific to the hepatitis B surface antigen, produced in recombinant tobacco cell culture. Biotechnol. Lett. 22:1233-1236.

Release permits for pharmaceuticals, industrials, value added proteins for human consumption, or for phytoremediation. 2006. Available source: http://www.aphis.usda.gov/brs/ph_permits.html

Santi, L., A. Giritch, C. J. Roy, S. Marillonnet, V. Klimyuk, Y. Gleba, R. Webb,. C. J. Arntzen and H. S. Mason. 2006. Protection conferred by recombinant *Yersinia pestis* antigens produced by a rapid and highly scalable plant expression system. Proc. Natl. Acad. Sci. U S A. 103:861-866.

Sijmons, P.C., B. M. Dekker, B. Schrammeijer, T. C. Verwoerd, P. J. van den Elzen and A. Hoekema. 1990. Production of correctly processed human serum albumin in transgenic plants. Bio/Technology. 8:217-221.

Tregoning, J. S., P. Maliga, G. Dougan and P. Nixon. 2004. New advances in the production of edible plant vaccines: chloropast expression of a tetanus vaccine antigen, TetC. Phytochemistry. 65:989-994.

Tregoning, J. S., P. Nixon, H. Kuroda, Z. Svab, S. Clare, F. Bowe, N. Fairweather, J. Ytterberg, K. J. Wijk, G. Dougan and P. Maliga. 2003. Expression of tetanus toxin Fragment C in tobacco chloroplasts. Nucleic Acids Res. 31:1174-1179.

USDA approves plant-made vaccine. 2006. Available source: http://statpub.com/open/180371.phtml

---

◈ ภัยของไนเตรทในผัก ....ต่อจากหน้า 17

Schonbeck, M. 1988. Nitrate in Winter Greenhouse Leafy Vegetables. Article No. 33, New Alchemy Quarterly Institute, Inc., MA. http://Fuzzylu.com/greencenter/q33/nitrate.htm, May 2002.

Stopes. C., L. Woodward, G. G. Forde, and H. Vogtman. 1989. Effects of composted FYM and a compound fertilizer on yield and nitrate accumulation in three summer lettuce cultivars grown in an organic system. Agriculture Ecosystem & Environment 27 (4): 555-560.

Tremblay, N., Scharpf H. C., Weier U., Larence H., Owen H., Nitrogen management in field crop: A guide to efficient fertilisation. Agriculture and Agri-Food Canada. Access date: 20/9/2004

http://res2.agr.ca/stjean/publication/bulletin/nitrogen-azote_e.pdf

Yoshida, S. 1981. Mineral Nutrition of Rice. *pp*. 111-177 *In* Fundamentals of Rice Crops Science. The International Rice Research Institute. Philippines. 266 p.

Pinkerton, B. W., Undersander D. J. and Wright R. E. 1988. Nitrate Poisoning. Forage Leaflet 13. Oct. 1988. http://virtual.clemson.edu/groups/psapublishing/PAGES/AGRO/FORAGE13.PDF

งานวิจัย

ปริมาณสารสำคัญ "แลคโตนรวม" ในสมุนไพรฟ้าทะลายโจรจากแหล่งปลูกต่างๆ

The chemical constituents "total lactone" in Andrographis herb from the various locations

นันทนา ชื่นอิ่ม ศิริวัลย์ สร้อยกล่อม พัชราภรณ์ ภู่ไพบูลย์ และพินิจ ไพรสณฑ์[1]

บทคัดย่อ

การตรวจสอบปริมาณแลคโตนรวม และความชื้นในสมุนไพร "ฟ้าทะลายโจร" จาก 5 แหล่งปลูก จำนวน 15 ตัวอย่าง ได้แก่ นครปฐม 10 ตัวอย่าง ราชบุรี 2 ตัวอย่าง กรุงเทพฯ สมุทรสาคร และนครราชสีมา จังหวัดละ 1 ตัวอย่าง พบว่าตัวอย่างฟ้าทะลายโจรจากทั้ง 5 แหล่งปลูก มีปริมาณแลคโตนรวมแตกต่างกัน ตั้งแต่ 4.44-13.02% กล่าวคือ ฟ้าทะลายโจร 13 ตัวอย่าง มีปริมาณแลคโตนรวม 6.53-13.02% ซึ่งสูงกว่ามาตรฐานของสมุนไพรฟ้าทะลายโจรที่กำหนดให้มีปริมาณแลคโตนรวมคำนวณเป็นแอนโดรกราโฟไลด์ไม่น้อยกว่า 6.0% โดยน้ำหนัก และ 2 ตัวอย่างมีปริมาณแลคโตนรวม 4.4% และ 5.60% ต่ำกว่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ สำหรับปริมาณความชื้น พบว่าฟ้าทะลายโจรทุกตัวอย่างมีความชื้นอยู่ระหว่าง 6.30-9.58% ซึ่งอยู่ในข้อกำหนดคุณภาพสมุนไพรฟ้าทะลายโจรที่ต้องมีความชื้นไม่เกินร้อยละ 11 โดยน้ำหนัก

ABSTRACT

The determination of total lactone and moisture contents were undertaken on 15 samples of Andrographis herbs (*Andrographis paniculata* Wall. Ex Nees) from 5 locations; 10 samples from Nakorn Pathom, 2 samples from Ratchaburi, the other 3 samples from Bangkok, Samutsakhon and Nakornrachasima. The results indicated that the Andrographis herbs from 5 locations had the different contents of total lactones 4.44-13.02%. The 13 samples had the total lactones 6.53-13.02% which were higher than the quality specification of Andrographis herbs in the standard of Thai Herbal medicine, 2 samples had the total lactones 4.44% and 5.60% which were lower than the standard. The quality specification of Andrographis herbs was content of total lactones which calculated as andrographolide was not less than 6% (w/w) and the moisture content was not more than 11% (w/w). The moisture contents of all samples were in the range of 6.30-9.58%.

คำนำ

ฟ้าทะลายโจร (*Andrographis paniculata* Wall.ex Nees) เป็นสมุนไพรที่มีศักยภาพ ซึ่งกระทรวงสาธารณสุขได้ทำการศึกษาวิจัยมากว่า 20 ปี โดยเฉพาะการศึกษาฤทธิ์ทางเภสัช การพัฒนาด้านยาหรือเภสัชภัณฑ์ เช่น การบรรเทาอาการท้องเสียที่ไม่รุนแรง (ปัญจางค์ และชัยโย, 2528) รักษาอาการเจ็บคอในผู้ป่วยโรคหวัด และมีความปลอดภัยสูง (Thamlikitkul และคณะ, 1991) และส่งเสริมให้ใช้ในการสาธารณสุขมูลฐาน และถูกบรรจุไว้ในบัญชียาหลักแห่งชาติ ปี 2542 โดยใช้รักษาอาการเจ็บคอ อาการท้องเสีย และแก้ไข้ นอกจากนั้นมีการนำฟ้าทะลายโจรมาทดลองใช้เป็นส่วนผสมอาหารไก่ เพื่อใช้ในการป้องกันและรักษาโรค (กุศล และวรรณพร, 2537; รัชดาวรรณ, 2543; สุภาพร, 2545; Tipakorn, 2002) เนื่องมาจากสารสำคัญหรือองค์ประกอบเคมีที่อยู่ในสมุนไพรฟ้าทะลายโจรซึ่งมีฤทธิ์เป็นยาได้ สารสำคัญหรือองค์ประกอบเคมีนี้ประกอบด้วยสารจำพวกแลคโตน (diterpene lactones) หลายชนิด ได้แก่ แอนโดรกราโฟไลด์ (andrographolide), นีโอแอนโดร-กราโฟไลด์ (neoandro-grapholide), และดีออกซี-แอนโดรกราโฟไลค์ (deoxy-andrographolide) เป็นต้น (Deng และคณะ, 1982; Pholphana และคณะ, 2004; หน่วยข้อมูลสมุนไพร, 2534)

การวิเคราะห์หาปริมาณสารสำคัญหรือองค์ประกอบทางเคมีในฟ้าทะลายโจร ได้แก่ การตรวจสอบเอกลักษณ์ทางเคมี ปริมาณแลคโตนรวม เป็นหนึ่งในข้อกำหนดมาตรฐานของส่วนที่อยู่เหนือดินของฟ้าทะลายโจร (สถาบันวิจัยสมุนไพร, 2542) ซึ่งใช้เป็นมาตรฐานในการควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์ของฟ้าทะลายโจร ดังนั้นการศึกษาปริมาณแลคโตนรวมในสมุนไพรฟ้าทะลายโจรจากแหล่งปลูกต่าง ๆ ช่วยให้ได้ข้อมูลเพื่อการบ่งชี้คุณภาพของฟ้าทะลายโจร ก่อนการนำไปใช้เป็นวัตถุดิบเพื่อการผลิตยาหรืออาหารเสริมต่อไป

[1] นักวิจัย ฝ่ายเครื่องมือวิทยาศาสตร์กลาง สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ม.เกษตรศาสตร์ บางเขน

อุปกรณ์และวิธีการ

เตรียมตัวอย่างฟ้าทะลายโจร

เก็บรวบรวมตัวอย่างฟ้าทะลายโจร จำนวน 15 ตัวอย่าง จาก 5 แหล่งปลูก ได้แก่ นครปฐม (กพส.1-กพส.10) ราชบุรี (รบ.11-รบ.12) กรุงเทพฯ (กท.13) สมุทรสาคร (สค.14) และนครราชสีมา (ปช.15) นำส่วนของใบและก้าน อบแห้งที่อุณหภูมิ 30-40 C บดละเอียดผ่านตะแกรงเบอร์ 80 และเก็บในภาชนะที่ปิดสนิท

การวิเคราะห์ปริมาณแลคโตนรวม (total lactones)

การวิเคราะห์ปริมาณแลคโตนรวม (total lactones) และเปอร์เซ็นต์ความชื้นโดยใช้วิธีของ Thai Herbal Pharmacopoeia (1998) ดังแสดงในรูปที่ 1 การคำนวณปริมาณแลคโตนรวมในรูปของแอนโดรกราโฟไลด์ เมื่อเทียบกับน้ำหนักแห้งของฟ้าทะลายโจร (dry weight) โดยอบแห้งที่ 105 C วิเคราะห์ตัวอย่างละ 2 ซ้ำ (duplicate) สำหรับการวิเคราะห์นั้นมีการควบคุมคุณภาพ (quality control) ของการวิเคราะห์ ทั้งปริมาณแลคโตนรวมและเปอร์เซ็นต์ความชื้น โดยวิเคราะห์ความแม่นยำของผลการวิเคราะห์ (analytical precission) ประเมินจากจำนวนซ้ำของตัวอย่างที่ทำการวิเคราะห์ (duplicate analysis) ในแต่ละตัวอย่างในสภาวะเดียวกัน รายงานในรูปของร้อยละของความแตกต่างสัมพัทธ์ (relative percentage difference: RPD) โดยมีมาตรฐานการวิเคราะห์ปริมาณแลคโตนรวมในสมุนไพรฟ้าทะลายโจรที่มีค่าร้อยละของ RPD ไม่ควรเกิน 2 และเปอร์เซ็นต์ความชื้นที่มีค่าร้อยละของ RPD ไม่ควรเกิน 5

ผลและวิจารณ์

ผลการวิเคราะห์ปริมาณแลคโตนรวม และความชื้นในตัวอย่างฟ้าทะลายโจรจำนวน 15 ตัวอย่าง (ตารางที่ 1) พบว่า ตัวอย่างฟ้าทะลายโจร 13 ตัวอย่างมีปริมาณแลคโตนรวมสูงกว่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ตามข้อกำหนดคุณภาพสมุนไพรฟ้าทะลายโจร (สถาบันวิจัยสมุนไพร, 2542) ซึ่งกำหนดให้มีปริมาณแลคโตนรวมในรูปของแอนโดรกราโฟไลด์ไม่น้อยกว่า 6.0% โดยน้ำหนัก ในจำนวน 13 ตัวอย่างมีเพียง 9 ตัวอย่างมีปริมาณแลคโตนรวมค่อนข้างสูงคือ 10.70%-13.02% ได้แก่ กพส.3, กพส.4, กพส.5, กพส.6, กพส.8, กพส.9, รบ.12, สค.14 และ ปช.15 อีก 4 ตัวอย่าง ได้แก่ กพส.2, กพส.7, กพส.10 และ รบ.11 มีปริมาณแลคโตนรวมอยู่ระหว่าง 6.53-9.73% ซึ่งสูงกว่าข้อกำหนดคุณภาพเล็กน้อย ส่วนอีก 2 ตัวอย่างที่เหลือได้แก่

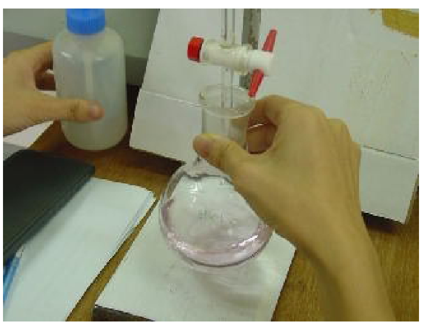
1. ชั่งตัวอย่างฟ้าทะลายโจร

2. สกัดปริมาณแลคโตนรวมโดยใช้การ refluxed ใน water bath

3. เติม basic lead acetate และ Na_2SO_4 เพื่อตกตะกอน polar compounds ต่าง ๆ

4. เติม activated charcoal เพื่อกำจัดสี

5. นำไป reflux ใน water bath และกรอง



6. เติม indicator, น้ำกลั่น, NaOH และไทเตรทด้วย HCl

รูปที่ 1 การสกัดปริมาณแลคโตนรวมในสมุนไพร "ฟ้าทะลายโจร" ตามวิธีของ Thai Herbal Pharmacopoeia (1998)

กพส.1 และ กท.13 มีปริมาณแลคโตนรวม 5.60% และ 4.44% ซึ่งต่ำกว่ามาตรฐาน

สำหรับความชื้นที่วิเคราะห์ได้จากสมุนไพรฟ้าทะลายโจร 15 ตัวอย่าง (ตารางที่ 1) พบว่ามีความชื้นอยู่ระหว่าง 6.30-9.58% ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ตามข้อกำหนดมาตรฐานสมุนไพรฟ้าทะลายโจรที่ต้องมีความชื้นไม่เกินร้อยละ 11 โดยน้ำหนัก (สถาบันวิจัยสมุนไพร, 2542)

เมื่อพิจารณาถึงการควบคุมคุณภาพ (quality control) ของผลการวิเคราะห์ปริมาณแลคโตนรวมและความชื้นทั้ง 15 ตัวอย่าง ปรากฏว่า ผลการวิเคราะห์ทั้งปริมาณแลคโตนรวมและความชื้นในฟ้าทะลายโจรทุกตัวอย่างมีความแม่นยำ % RPD ของปริมาณแลคโตนรวมอยู่ระหว่าง 0.09-1.82% ซึ่งไม่เกิน 2% และ % RPD ของปริมาณความชื้นมีค่าระหว่าง 0.17-2.61% ที่ไม่เกิน 5%

จะเห็นได้ว่า ตัวอย่างฟ้าทะลายโจรจากแหล่งต่าง ๆ 5 แหล่งที่นำมาศึกษานั้น มีปริมาณแลคโตนรวมและความชื้นแตกต่างกัน ตัวอย่างส่วนใหญ่มีปริมาณแลคโตนรวมและความชื้นอยู่ในมาตรฐานหรือคุณภาพที่กำหนดไว้สำหรับการตรวจสอบเอกลักษณ์ทางเคมี

ตารางที่ 1 ปริมาณแลคโตนรวม (%) และความชื้น (%) ในฟ้าทะลายโจร จำนวน 15 ตัวอย่างจาก 5 แหล่งปลูก และค่าร้อยละของความแตกต่างสัมพัทธ์ (RPD) จากการวิเคราะห์ซ้ำ

sample	% total lactone	% RPD	% moisture	% RPD
กพส. 1	5.60	1.76	8.13	0.44
กพส. 2	6.53	0.92	9.58	0.17
กพส. 3	10.70	0.09	8.23	1.70
กพส. 4	11.20	1.81	8.48	1.14
กพส. 5	12.25	1.82	7.50	0.29
กพส. 6	13.02	1.37	6.89	0.83
กพส. 7	8.91	0.13	6.30	1.03
กพส. 8	12.73	0.78	6.30	1.11
กพส. 9	11.86	0.35	6.58	0.65
กพส. 10	7.74	0.37	8.79	0.95
รบ. 11	9.73	1.00	8.8	2.24
รบ. 12	11.87	0.67	8.32	2.35
กท 13	4.44	1.42	6.60	1.30
สค. 14	10.81	1.28	7.40	1.09
ปช. 15	12.45	0.46	8.34	2.61
ข้อกำหนดมาตรฐาน	6	2	11	5

คำนิยม

การวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการวิจัย “การพัฒนาห้องปฏิบัติการวิเคราะห์สารสำคัญในสมุนไพร” ซึ่งได้รับทุนสนับสนุนจากสถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เอกสารอ้างอิง

กุศล คำเพาะ และ วรรณพร คำเพาะ. 2537. การใช้พืชสมุนไพรฟ้าทะลายโจรเพื่อทดแทนสารปฏิชีวนะคลอเตตราซัยคลินในอาหารไก่เนื้อ. สัตว์เศรษฐกิจ. 12: 14-20.

ปัญจางค์ ธนังกูล และ ชัยโย ชัยชาญทิพยุทธ์. 2528. การศึกษาทางคลินิกของสมุนไพรฟ้าทะลายโจรในคนไข้โรคอุจจาระร่วงและโรคบิดแบคทีเรีย. รามาธิบดีเวชสาร. 8(2) : 57-61.

รัชดาวรรณ พูนพิพัฒน์. 2543. ผลของการเสริมสมุนไพรฟ้าทะลายโจรในอาหารไก่กระทงและไก่ไข่. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์) สาขาสัตวบาล, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สถาบันวิจัยสมุนไพร. 2542. มาตรฐานสมุนไพรไทย เล่มที่ 1 ฟ้าทะลายโจร. โรงพิมพ์องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึก, กรุงเทพฯ.

สุภาพร อิสริโยดม. 2545. ฟ้าทะลายโจรในไก่. *ใน* การประชุมวิชาการเรื่อง สมุนไพรไทยโอกาสและทางเลือกใหม่ของอุตสาหกรรมผลิตอาหารสัตว์. หน้า 66-77.

หน่วยข้อมูลสมุนไพร. 2534. ฟ้าทะลายโจร *ใน* ข้อมูลสมุนไพร. ปีที่ 8 ฉบับที่ 2 คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล. หน้า 14.

Deng, W.L., R.J. Nie and J.Y. Liu. 1982. Comparison of pharmacological effect of four andrographolides. Chin. Pharm. Bull. 17: 195-198.

Pholphana, N., N. Rangkadilok, S. Thongnest, S. Ruchirawat, M. Ruchirawat, and J. Satayavivad. 2004. Determination and variatipon of three active diterpenoids in *Andrographis paniculata* (Burm.f.) Nees. Phytochem. Anal. 15. 365-371.

Thai Herbal Pharmacopoeia. 1998. Fa-Tha-Lai. Deparment of Medical Science. Vol I. 24-31.

Thamlikitkul, V., T. Dechatiwongse, and S. Theerapong. 1991. Efficacy of *Andrographis paniculata* Nees for Pharyngotonsilitis in Adults. J. Med Assoc Thai. 74(10) : 433-442.

Tipakorn, N. 2002. Effects of *Andrographis paniculata* (Burm.f.) Nees on the performance mortality and coccidiosis in broiler chicken. Ph.D. Thesis. Institute of Animal Physiology and Animal Nutrition. George August university, Gottingen, Germany.

การเกษตร

ภัยของไนเตรทในผัก

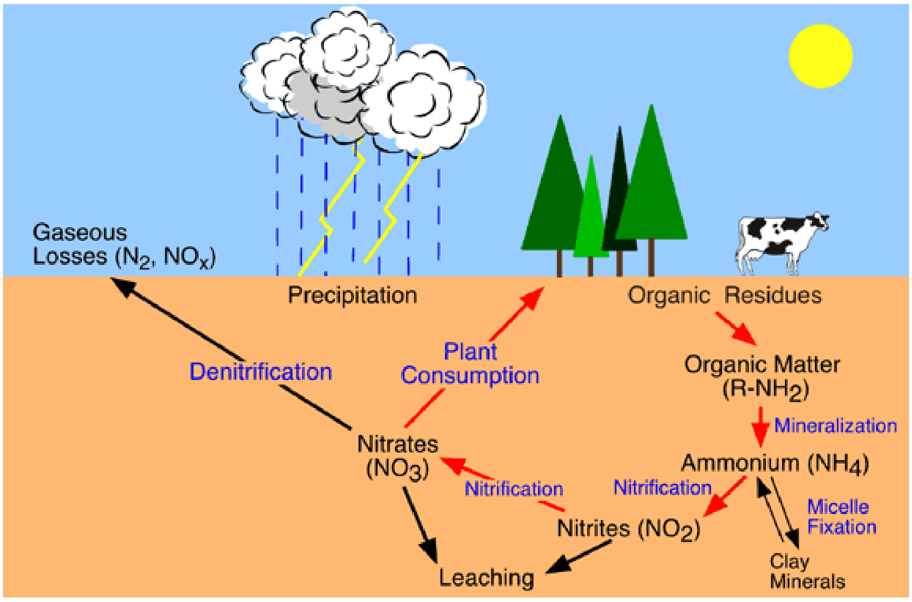
พัชราภรณ์ ภู่ไพบูลย์[1]

วงจรไนโตรเจน

ก๊าซไนโตรเจน (N_2) เป็นองค์ประกอบส่วนใหญ่ของอากาศ ส่วนที่เหลือถูกสะสมในรูปอินทรียวัตถุในดินและในมหาสมุทร สิ่งมีชีวิตใช้ประโยชน์จากไนโตรเจนโดยนำไปผลิตเป็นอินทรีย์โมเลกุลเชิงซ้อน เช่น กรดอะมิโน โปรตีน และกรดนิวคลีอิค (nucleic acid) ไนโตรเจนเป็นธาตุอาหารที่มีความสำคัญที่สุดต่อการเจริญเติบโตของพืช ไนโตรเจนที่สะสมอยู่ในดินในรูปอินทรียวัตถุ อาทิ เศษซากพืช ซากสัตว์ จะถูกเปลี่ยนแปลงด้วยกระบวนการทางชีววิทยา (biological process) โดยเริ่มจากกระบวนการอะมิไนเซชัน (aminization) โดยจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในดินจะเปลี่ยนโปรตีนให้เป็นสารประกอบไนโตรเจน เช่น สารประกอบกลุ่มอะมิโน เปลี่ยนเป็นอะมีน และกรดอะมิโน ต่อมาสารประกอบอะมีนและกรดอะมิโน จะถูกเปลี่ยนไปเป็นแอมโมเนีย (NH_3) และแอมโมเนียม (NH_4^+) โดยกระบวนการแอมโมนิฟิเคชัน (ammonification) หลังจากนั้นแอมโมเนียและแอมโมเนียมจะถูกออกซิไดซ์ให้เป็นไนไตรท์ (NO_2) และไนเตรท (NO_3) ในที่สุดด้วยกระบวนการไนทริฟิเคชัน (nitrification) บางส่วนของไนเตรทจะถูกพืชนำไปใช้ประโยชน์ ส่วนที่เหลือจะถูกเปลี่ยนให้กลายเป็นก๊าซไนโตรเจนด้วยกระบวนการดิไนทริฟิเคชัน (denitrification) หรือสูญเสียไปกับการชะล้าง หากวงจรของไนโตรเจนสามารถดำเนินไปตามธรรมชาติเช่นที่กล่าวมานี้แล้ว ปัญหาต่าง ๆ คงไม่เกิดขึ้น แต่ในปัจจุบันกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ อาทิ การใส่ปุ๋ยเคมีในปริมาณมากเกินความจำเป็นจะไปเร่งกระบวนการ nitrification ส่งผลให้เกิดปริมาณไนเตรทในดินเพิ่มมากขึ้น พืชก็อาจมีการสะสมไนเตรทไว้ในส่วนต่าง ๆ เพิ่มมากขึ้น ขณะเดียวกันไนเตรทที่สะสมอยู่ในดินอยู่ในรูปประจุลบ จึงง่ายต่อการถูกชะผ่านชั้นดินลงสู่น้ำใต้ดินและแหล่งน้ำต่าง ๆ ทำให้เกิดการปนเปื้อนของปริมาณไนเตรทตามแหล่งน้ำเพิ่มมากขึ้นก่อให้เกิดปัญหามลพิษทางสิ่งแวดล้อม

รูปของไนโตรเจนที่พืชดูดไปใช้

ไนโตรเจนอาจถูกพืชนำไปใช้ได้ทั้งในรูปประจุบวก คือ แอมโมเนียม (NH_4^+) และประจุลบในรูปไนเตรท (NO_3^-) ขึ้นอยู่กับประจุที่มีอยู่ในแหล่งอาหารขณะนั้น แต่แอมโมเนียมมักถูกดูดซับไว้กับคอลลอยด์ดิน (soil colloids) จึงทำให้พืชตอบสนองต่อไนเตรท (NO_3^-) ได้มากกว่า พืชต่างชนิดกันอาจดูดไนโตรเจนไปใช้



รูปที่ 1 วงจรไนโตรเจน

[1] นักวิจัยชำนาญการ 8 งานวิเคราะห์และสิ่งแวดล้อม ฝ่ายเครื่องมือวิทยาศาสตร์กลาง สถาบันวิจัยและพัฒนาฯ ม. เกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน

ในรูปที่แตกต่างกัน แม้ว่าแอมโมเนียมความเข้มข้นต่ำจะเป็นพิษกับพืชไร่หลายชนิด แต่สำหรับข้าวนั้นสามารถทนต่อแอมโมเนียมที่ความเข้มข้นสูงและดูดแอมโมเนียมไปใช้ได้ดีกว่าไนเตรท ในขณะที่แตงกวาเจริญเติบโตได้ดีกว่าในดินที่มีไนเตรทสูงกว่า (Yoshida, 1981)

ปัจจัยที่มีผลต่อการสะสมไนเตรทในพืช

1. การใส่ปุ๋ย

ปริมาณและชนิดของปุ๋ยไนโตรเจนมีผลต่อการสะสมไนเตรทในพืช การใส่ปุ๋ยในปริมาณที่มากเกินความต้องการของพืชไม่ได้ช่วยเพิ่มการเจริญเติบโตของพืช เนื่องจากพืชสามารถดูดไนโตรเจนไปใช้ได้เพียงแค่ 80% ของปริมาณไนโตรเจนจากปุ๋ยที่ใส่ ส่วนที่เหลือจะเป็นส่วนที่พืชไม่ได้ใช้ประโยชน์และสูญหายไปกับกระบวนการต่าง ๆ เช่น การชะล้าง การตรึงไนโตรเจน (nitrogen fixation) กระบวนการ denitrification และ immobilisation ดังนั้นการใช้ปริมาณปุ๋ยที่เกินความจำเป็นนับเป็นต้นทุนที่ไม่ก่อประโยชน์ให้กับเกษตรกรเลย

2. ชนิดพืชและส่วนต่าง ๆ ของพืช

การสะสมไนเตรทในพืชแตกต่างกันออกไปตามชนิดของพืช แม้จะเป็นพืชชนิดเดียวกันแต่สายพันธุ์ (variety) และพันธุ์ (cultivar) แตกต่างกัน ก็มีความสามารถในการสะสมปริมาณไนเตรทที่แตกต่างกัน พืชจะสะสมไนเตรทไว้ในส่วนของใบและก้านใบมากกว่าในผล

3. อายุเก็บเกี่ยว

พืชที่แก่กว่าจะมีการสะสมไนเตรทในปริมาณน้อยกว่าพืชที่ยังอ่อน ดังนั้น ผักปวยเล้ง (spinach) ที่เก็บเกี่ยวในขณะที่ยังไม่แก่ จะมีไนเตรทสะสมอยู่มากกว่า

4. แสงแดด

ภายใต้ภาวะมืดครึ้ม มีผลทำให้พืชมีการสะสมไนเตรทเพิ่มมากขึ้นและมากกว่าพืชที่ได้รับแสงแดดเต็มที่ การเก็บเกี่ยวผักในช่วงบ่ายของวันที่มีแสงแดด จะทำให้การสะสมไนเตรทลดลงถึง 15-20% ของการเก็บเกี่ยวในตอนเช้ามืดหรือวันที่มีเมฆ (Kennedy, 1995; Schonbeck, 1988) และการเพิ่มปริมาณน้ำตาลและการกระตุ้นให้มีการสังเคราะห์แสงมากขึ้นขณะที่แสงมาก จะทำให้ปริมาณไนเตรทในผักกาดหอมลดลงได้ (Munzinger, 1999) ดังนั้นการเก็บเกี่ยวในช่วงที่มีแสงแดดสามารถช่วยลดการสะสมไนเตรทในพืชได้

5. ความแห้งแล้ง (drought)

ตามปกติไนเตรทที่พืชดูดเข้าไปจะถูกเปลี่ยนอย่างรวดเร็วไปสู่ไนไตรท์ แอมโมเนียม โปรตีน และสารประกอบไนโตรเจน (nitrogenous compounds) อื่น ๆ ตามลำดับ แต่การขาดน้ำเป็นปัจจัยสำคัญหนึ่งที่จำกัดการเจริญเติบโตของพืช ทำให้ไนเตรทที่พืชดูดเข้าไปไม่สามารถเปลี่ยนไปเป็นรูปอื่น ๆ ได้อย่างปกติ จึงส่งผลให้เกิดการสะสมไนเตรทภายในพืชจนถึงระดับที่เป็นพิษต่อสัตว์ได้ ดังเช่น การสะสมไนเตรทในพืชอาหารสัตว์ หากมีไนเตรทสะสมในระดับปานกลางส่งผลให้ปริมาณน้ำนมของวัวลดลง แต่หากในหญ้าอาหารสัตว์นั้นมีไนเตรทอยู่ในระดับสูงสามารถส่งผลให้สัตว์ตายได้

6. การเขตกรรม

จากการศึกษาวิจัยหลายเรื่องในยุโรป ชี้ให้เห็นว่าผักที่ปลูกในระบบเกษตรอินทรีย์มีปริมาณไนเตรทต่ำกว่าผักที่ปลูกในระบบเพาะปลูกแบบดั้งเดิม (conventionally grown) (Lecterc และคณะ, 1991; Stopes และคณะ, 1988; 1989) และผักที่ปลูกในเรือนกระจกจะมีปริมาณไนเตรทสูงกว่าผักที่ปลูกในดิน โดยเฉพาะผักกาดหอม (Schonbeck, 1988) อย่างไรก็ตามผักที่ปลูกในดินที่มีอินทรียวัตถุสูงจะมีไนเตรทในปริมาณที่สูงกว่าผักที่ปลูกในดินที่ใส่ปุ๋ยเคมี (Brown และคณะ, 1999) ในดินที่ขาดโมลิบดีนัมจะชักนำให้เกิดการสะสมไนเตรทในผักได้มากขึ้น (Kennedy, 1995) และการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนก่อนการเก็บเกี่ยวเป็นปัจจัยหนึ่งทำให้เกิดการสะสมไนเตรทในผัก ทำให้ไนเตรทในผักมีปริมาณเกินเกณฑ์ที่กำหนด

ไนเตรท (NO_3^-) มีพิษต่อร่างกายอย่างไร ?

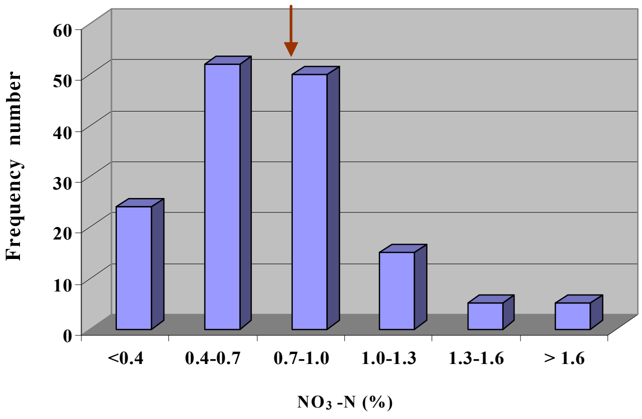
ตัวไนเตรทนั้นถึงแม้จะไม่เป็นพิษต่อร่างกายก็ตาม แต่เมื่อรับประทานอาหารและน้ำที่มีไนเตรทปนเปื้อนเข้าไป ไนเตรทจะถูกเปลี่ยนเป็นไนไตรท์ ซึ่งสามารถทำปฏิกิริยากับองค์ประกอบของธาตุเหล็ก (Fe) ในฮีโมโกลบินของเซลล์เม็ดเลือดแดง ทำให้เม็ดเลือดแดงไม่สามารถจับออกซิเจนได้ ส่งผลให้เกิดโรคเม็ตฮีโมโกลบินเมีย (methemoglobinemia) โดยเฉพาะเมื่อเกิดกับเด็กทารกอาจเป็นอันตรายถึงชีวิตได้ เด็กจะมีอาการตัวเขียวคล้ำที่รู้จักกันในชื่อ “blue baby syndrome” และเมื่อสัตว์ที่กินพืชที่มีไนเตรทสะสมอยู่สูงก็เช่นเดียวกัน ไนเตรทจะถูกเปลี่ยนเป็นไนไตรท์และถูกดูดเข้าสู่กระแสเลือดรวมตัวกับฮีโมโกลบิน ทำให้ปอดขาดออกซิเจน และตายในที่สุดเนื่องจากการขาดอากาศหายใจ (suffocate)

นอกจากนั้นไนเตรทและไนไตรท์ ยังมีส่วนในการสร้างสารประกอบจำพวก nitrogenous carcinogen ซึ่งชักนำให้เกิดมะเร็งในกระเพาะอาหาร (gastric cancer) ได้ (Bruning-Fann และ Kaneene, 1993; Alaburda และ Nishihara, 1998)

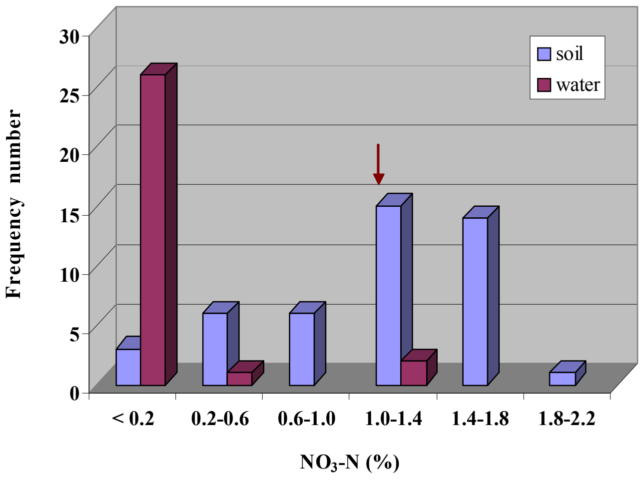
ผักชนิดใดที่มีไนเตรทอยู่สูง ?

กล่าวกันว่าผักกินใบโดยเฉพาะ ผักปวยเล้ง (spinach) ผักกาดหอม (lettuce) ผักกะหล่ำ คื่นฉ่าย และบรอคโคลี่ สามารถสะสมไนเตรทในปริมาณสูง นอกจากนี้ยังมีผักกินรากบางชนิดที่สะสมไนเตรทในปริมาณสูง เช่น หัวบีท (beetroot) และผักกาดหัว (radish)

จากการศึกษาปริมาณไนเตรทในผัก 2 ชนิด โดยใช้ค่ามาตรฐานผักกินใบของ EU ที่กำหนดไว้ต้องไม่เกิน 2,500 มก./กก. ของตัวอย่างสด คณะวิจัยได้วิเคราะห์ผักคะน้า จำนวน 157 ตัวอย่าง และผักบุ้งจีน จำนวน 75 ตัวอย่าง ที่สุ่มเก็บจากตลาดในกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ด้วยเครื่อง Ion chromatography พบว่าจำนวนตัวอย่าง 47% ของผักคะน้า และ 66% ของผักบุ้งที่ปลูกบนดินมีปริมาณไนเตรทสูงเกินค่ามาตรฐานที่คำนวณจากน้ำหนักตัวอย่างแห้ง โดยคำนวณเทียบกับมาตรฐานผักกินใบของ EU ดังแสดงในรูปที่ 2 และ 3 (Phupaibul, และคณะ 2002)



รูปที่ 2 การกระจายตัวของปริมาณไนเตรทที่สะสมในผักคะน้า เครื่องหมาย ↓ บ่งชี้ค่ามาตรฐานที่คำนวณโดยน้ำหนักแห้ง เทียบกับค่ามาตรฐาน EU ที่คำนวณในรูปน้ำหนักสด



รูปที่ 3 การกระจายตัวของปริมาณไนเตรทที่สะสมในผักบุ้งที่ปลูกในแม่น้ำ และปลูกบนดิน
เครื่องหมาย ↓ บ่งชี้ค่ามาตรฐานที่คำนวณโดยน้ำหนักแห้ง เทียบกับค่ามาตรฐาน EU ที่คำนวณในรูปน้ำหนักสด

ส่วนไหนของพืชที่สะสมไนเตรทสูง ?

ในพืชอาหารสัตว์ พืชอ่อนจะสะสมไนเตรทไว้ในปริมาณมากและลดลงเมื่อพืชอายุมากขึ้น ไนเตรทจะสะสมมากที่สุดในส่วนของลำต้น โดยเฉพาะในบริเวณข้อที่สามนับจากโคนต้น

ไนโตรเจนเป็นธาตุที่เคลื่อนที่ได้ในพืช ดังนั้นจึงสามารถเคลื่อนที่จากใบแก่สู่ใบอ่อน ในผักกินใบมีไนเตรทสะสมอยู่สูงกว่าในผักกินผล

มีเกณฑ์มาตรฐานสำหรับไนเตรทในผัก ?

ประเทศไทยไม่มีการกำหนดเกณฑ์มาตรฐานสำหรับปริมาณไนเตรทในพืชผัก แต่หลายประเทศในยุโรปได้มีการกำหนดเกณฑ์มาตรฐาน โดยEUกำหนดให้ผักรับประทานใบมีค่าไนเตรทไม่เกิน 2,500 มก./กก. ของน้ำหนักสด (ขึ้นกับชนิดของผัก) และกำหนดให้ค่า ADI (acceptable daily intake) ของไนเตรทที่บริโภคต่อวันไม่เกิน 3.7 มก. ไนเตรท/กก. ของน้ำหนักตัว (EU Report 1995)

กล่าวคือ คนที่มีน้ำหนักตัว 60 กิโลกรัม ควรรับประทานอาหารที่มีไนเตรทไม่ควรเกิน 222 มิลลิกรัม/วัน ผักคะน้าสดที่ขายในท้องตลาดน้ำหนัก 500 กรัม มีปริมาณไนเตรทเฉลี่ยอยู่ประมาณ 1,350 มิลลิกรัม !!!

การลดความเสี่ยงจากการเกิดมะเร็ง

ถึงแม้จะไม่มีหลักฐานยืนยันแน่ชัดว่าไนเตรทจากผักสามารถก่อให้เกิดมะเร็งได้ อย่างไรก็ตามโรคมะเร็งเป็นโรคที่ก่อให้เกิดอันตรายถึงชีวิต และจากการวิจัยครั้งแล้วครั้งเล่า ยังคงแสดงให้เห็นว่าการบริโภคอาหารที่มีไนเตรทมีความเชื่อมโยงกับความเป็นไปได้ของการเกิดโรคมะเร็ง ซึ่งในปี 2002 คณะนักวิจัยชาวอังกฤษพบว่าการรับประทานผักที่มีปริมาณไนเตรทสะสมอยู่สูงมีความเกี่ยวข้องกับการเกิดมะเร็งในกระเพาะอาหาร ดังนั้นการรับประทานผักที่มีไนเตรทสะสมอยู่สูง นับเป็นความเสี่ยงที่ไม่ควรมองข้าม อย่างไรก็ตามการทำให้ผักสุกด้วยการต้มสามารถช่วยลดปริมาณไนเตรทในผักได้มากที่สุดถึง 75%

การวิเคราะห์ไนเตรท

การวิเคราะห์ไนเตรทสามารถทำได้หลายวิธี ตั้งแต่วิธีง่าย ๆ ไปจนถึงวิธีที่ต้องใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ขั้นสูง ซึ่งพอสรุปวิธีที่ใช้วัดได้ดังนี้

1. การวัดไนเตรทจากของเหลว (sap) จากใบพืช ทันทีที่ไนโตรเจนถูกพืชดูดขึ้นไป ไนโตรเจนจะเคลื่อนย้ายจากรากไปสู่ใบและถูกเปลี่ยนรูปต่อไป จึงถือว่าไนเตรทในส่วนของใบเป็นตัวบ่งชี้ที่ดี การวัดปริมาณไนเตรทใน sap อาจใช้ชุดทดสอบ (Test kit) หรือ Reflectometer หรือ Ion electrode

การใช้ Ion electrode ในการวัด inorganic nitrogen เป็นที่นิยมเมื่อเปรียบเทียบกับวิธี colorimetric เพราะง่ายกว่าสะดวก รวดเร็ว และไม่แพง อย่างไรก็ตามข้อเสียของการใช้ Ion electrode คือ มักมีการรบกวน (interfere) โดยอิออนตัวอื่น ๆ เช่น

คลอไรด์ และพวกกรดอินทรีย์ต่าง ๆ อาจมีผลต่อความแม่นยำของค่าที่วัดได้ ซึ่งได้มีความพยายามในการปรับปรุงข้อจำกัดนี้ด้วยวิธีการต่าง ๆ ในภายหลัง

2. วิธี colorimetric determination ซึ่งเป็นการทำให้สารละลายตัวอย่างเกิดสีด้วยการเติมสารเคมีลงไปในสารละลายแล้ววิเคราะห์ปริมาณไนเตรทในสารละลาย โดยวัดการดูดกลืนคลื่นแสงของสารละลายตัวอย่างที่มีความเข้มของสีแตกต่างกันออกไป สามารถทำได้หลายวิธี โดยเฉพาะวิธี Brucine (AOAC 1980) เป็นวิธีที่ง่ายและรวดเร็ว

3. การใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์เฉพาะทาง อาทิ Ion Chromatography, Flow Injection Analyzer (FIA) Flow Injection Analyzer เป็นเครื่องมือที่วัดการเกิดสีของ ion ที่ต้องการ โดยการฉีดสารละลายที่ต้องการวิเคราะห์ลงในส่วนของ carrier solution ที่ไม่มีการแยกส่วน (nonsegmented) โดยฟองอากาศหรือแก๊ส

สารละลายตัวอย่างจะถูกส่งผ่านเข้า Cadmium column ซึ่งไนเตรทในสารละลายตัวอย่างจะถูกรีดิวส์ไปเป็นไนไตรท์ และไนไตรท์จะทำปฏิกิริยากับ sulfanilamide และ N-(1-naphthy)-ethylenediamine dihydrochloride ทำให้เกิดสี วัดปริมาณจากค่าการดูดกลืนคลื่นแสงที่ 520 nm

เครื่อง Ion Chromatography

เครื่อง FIA

เอกสารอ้างอิง

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร. 2544. ปฐพีวิทยาเบื้องต้น. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร. 547 หน้า.

Alaburda, J. and Nishihara L. 1998: Presence of nitrogen compound in well water. Revista de Saude Publica. 32 (2): 160-165.

Association of Official Analytical Chemiists (AOAC). 1980. Brucine colorimetric method. *pp*. 554-555. *In* William Horwitz (ed.) Methods of Analysis, 13th edition. Washiton, DC.

Brown, J. R., M. Christy and G. S. Smith. 1999. Nitrate in Soils and Plants. University Extension, University of Missouri-Columbia, Columbia. http://muextension.missouri.edu/xplor/agguides/agchem/g09804.htm, April 2002.

Bruning-Fann, C. S. and Kaneene, J. B. 1993. The effects of nitrate, nitrite and N-nitroso compounds on human health: a review. Veterinary and Human Toxicology. 35 (6): 521-538.

Kennedy, D. 1995. Leafy Vegetables and Nitrates. Leaf for Life. Web, KY, USA. http://www.leafforlife.com/PAGES/LEAFVEG.HTM, April 2002.

Lecterc, J., M.L. Miller, E. Joliet and G. Rocquelin. 1991. Vitamin and mineral contents of carrot and celeriac grown under mineral or organic fertilization. Biological Agriculture & Horticulture 7(4): 339-348.

Mengel K. and Kirkby E. A. 2001. Nitrogen in Physiology. *pp*. 418-426 *In* Principles of Plant Nutrition. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht/ Boston/London. 849 p.

Munzinger, A. 1999. Optimal Control of Nitrate Accumulation in Greenhouse Lettuce and Other Leafy Vegetables. FAIR-CT98-4362, European Commission, Brussels, Belgium. http://europa.eu.int/comm/research/agro/fair/en/nl4362.html, May 2002.

Phupaibul P., Chinoim N. and Matoh T. 2002. Nitrate concentration in Chinese kale sold at markets around Bangkok, Thailand. Thai J. Agric. Sci. 35(3) : 295-302.

(อ่านต่อหน้า 10)

สิ่งแวดล้อม

ไนเตรทในน้ำดื่ม... ภัยที่ไม่ควรมองข้าม

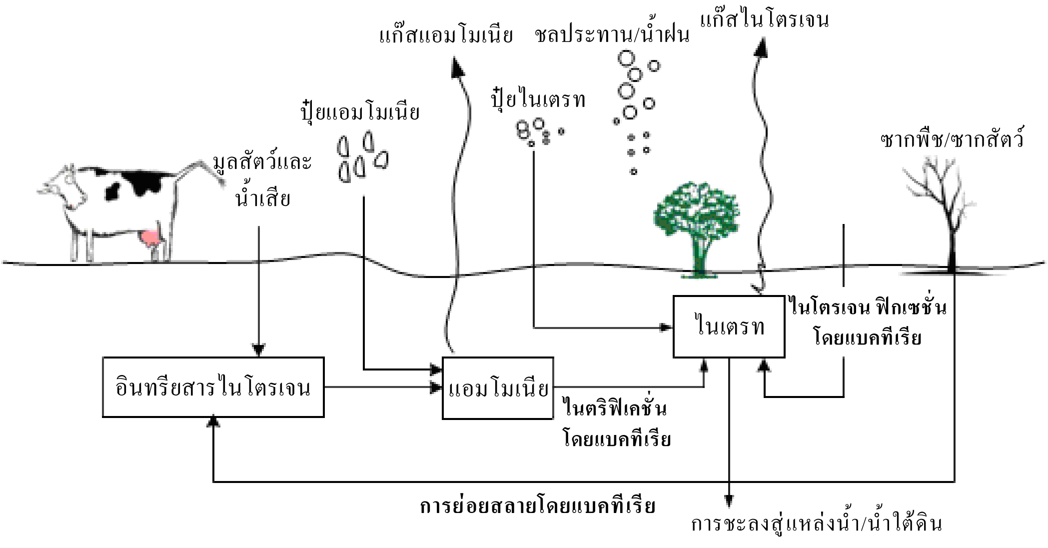
ลักขณา เบ็ญจวรรณ์[1]

"น้ำ" เป็นสิ่งที่มีความจำเป็นต่อชีวิตมนุษย์รองจากอากาศ ร่างกายมนุษย์นั้นประกอบด้วยน้ำมากกว่าสองในสามส่วนของน้ำหนักร่างกาย ดังนั้นการขาดน้ำอาจทำให้ตายได้ภายในสองถึงสามวัน ขณะที่การขาดอาหารอาจมีชีวิตอยู่ได้เป็นสัปดาห์ หากเปรียบเทียบร่างกายเราเป็นรถ น้ำก็มีความสำคัญเทียบเท่าน้ำมัน "รถไม่สามารถวิ่งได้ถ้าขาดน้ำมัน ร่างกายมนุษย์เราก็ไม่สามารถทำงานได้ถ้าปราศจากน้ำ" ดังนั้นการบริโภคน้ำที่สะอาดจึงมีความสำคัญอย่างยิ่งเพื่อรักษาระบบและกลไกต่าง ๆ ในร่างกายให้ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยทั่วไปอาจพบการปนเปื้อนของสารพิษและเชื้อโรคได้ในน้ำดื่ม ซึ่งมองไม่เห็นด้วยตาเปล่าและไม่สามารถทราบได้ว่าน้ำนั้นมีความสะอาดเพียงพอต่อการบริโภคหรือไม่ ดังนั้นการตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการจึงเป็นวิธีการหนึ่งที่ใช้ตรวจสอบคุณภาพน้ำเพื่อให้เกิดความมั่นใจว่าน้ำสะอาดปลอดภัยต่อสุขภาพและบริโภคได้ อย่างไรก็ตามการปนเปื้อนของสารต่าง ๆ ในน้ำดื่มนับเป็นเรื่องใกล้ตัวที่ควรให้ความสำคัญอย่างยิ่ง เพราะสามารถส่งผลกระทบโดยตรงต่อสุขภาพอนามัยของเราได้

"ไนเตรท" เป็นสารพิษอีกตัวหนึ่งที่พบมีการปนเปื้อนในแหล่งน้ำโดยเฉพาะอย่างยิ่งในบ่อบาดาล และส่งผลต่อสุขภาพอนามัยของผู้บริโภค ซึ่งบทความต่อไปนี้กล่าวเฉพาะที่มา พิษภัย การตรวจวิเคราะห์ การแปลผล และวิธีการการบำบัดไนเตรทเท่านั้น ซึ่งหวังว่าจะทำให้ท่านผู้อ่านมีความรู้ เข้าใจ และตระหนักถึงพิษภัยของไนเตรทที่ปนเปื้อนอยู่ในน้ำดื่มมากขึ้น

ไนโตรเจนและไนเตรทในสิ่งแวดล้อม

เมื่อกล่าวถึง "ไนโตรเจน" หลายท่านคงรู้จักกันดีในนามของปุ๋ยไนโตรเจน ซึ่งคือธาตุอาหารหลักที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช ส่วน "ไนเตรท" คือ สารประกอบของไนโตรเจนที่เกิดขึ้นโดยบทบาทของแบคทีเรียเป็นสำคัญ เช่น การเปลี่ยนรูปของสารประกอบอินทรีย์-ไนโตรเจน (Organic-Nitrogen) และ/หรือ แอมโมเนีย-ไนโตรเจน (Ammonia-Nitrogen) ไปเป็นไนเตรทโดยปฏิกิริยาไนตริฟิเคชั่น โดยบทบาทของแบคทีเรียกลุ่มไนโตรโซโมแนส (Nitrosomonas) และไนโตรแบคเตอร์ (Nitrobactor) ภาพที่ 1 แสดงวัฏจักรไนโตรเจน ที่มาของไนโตรเจนในสิ่งแวดล้อม การเปลี่ยนรูปไปเป็นไนเตรทและโอกาสการปนเปื้อนลงสู่แหล่งน้ำโดยการชะล้างของน้ำฝน การไหลซึมผ่านชั้นดินลงสู่ชั้นน้ำใต้ดิน เป็นต้น



ภาพที่ 1 วัฏจักรไนโตรเจน การเปลี่ยนรูปเป็นไนเตรท และกระบวนการปนเปื้อนลงสู่แหล่งน้ำ

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

ความจำเป็นในการตรวจวิเคราะห์ไนเตรท

การตรวจวิเคราะห์หาปริมาณไนเตรทในน้ำดื่ม มีความจำเป็นมากสำหรับทารก สตรีมีครรภ์ สตรีในระยะให้นมบุตร หรือคนชรา เนื่องจากคนกลุ่มนี้มีความเสี่ยงต่อการเกิดพิษภัยของไนเตรทสูงกว่าคนในกลุ่มอื่น ๆ ในแหล่งน้ำบาดาลตามธรรมชาติโดยทั่วไปพบปริมาณการปนเปื้อนของไนเตรทอยู่ในระดับหรือต่ำกว่าค่ามาตรฐานฯ ที่เฝ้าระวัง (มาตรฐานไนเตรท ไม่เกิน 45 มิลลิกรัม/ลิตร, ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม; 2542) แต่อย่างไรก็ตามการตรวจวิเคราะห์เพื่อหาปริมาณการปนเปื้อนของไนเตรทในน้ำดื่มหรือในระบบการผลิตน้ำประปาก็เป็นสิ่งจำเป็นและพึงกระทำอย่างยิ่ง เพื่อจักได้ทราบถึงระดับการปนเปื้อนของไนเตรทในแหล่งน้ำดิบที่นำมาผลิตเป็นน้ำประปา และเพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานของระบบผลิตเพื่อการเฝ้าระวังต่อไป โดยเฉพาะอย่างยิ่งในแหล่งน้ำที่อยู่บริเวณใกล้เคียงกับแหล่งกำเนิดสารไนโตรเจนในสิ่งแวดล้อม เช่น แหล่งปศุสัตว์ บริเวณใกล้เคียงกับระบบบำบัดน้ำเสีย ที่ทิ้งขยะมูลฝอย เป็นต้น และสำหรับครัวเรือนที่ใช้น้ำจากบ่อบาดาลซึ่งมีที่ตั้งของบ่อน้ำอยู่ใกล้บริเวณดังกล่าวก็ควรทำการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำเพื่อการเฝ้าระวังและติดตามการปนเปื้อนของสารพิษต่าง ๆ อย่างน้อยปีละ 1 ครั้งด้วย การตรวจสอบหาปริมาณการปนเปื้อนของไนเตรทในน้ำปัจจุบันยังไม่สามารถทำการทดสอบด้วยวิธีอื่นใดได้นอกจากการตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการ เนื่องจากไนเตรทมีคุณลักษณะเฉพาะที่ยากต่อการจำแนกได้ นั่นคือ ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น และไม่มีรส

ผลกระทบต่อสุขภาพอนามัย

1. ผลกระทบของการบริโภคน้ำดื่มที่มี "ไนเตรท" ปนเปื้อนอยู่ เกิดขึ้นเมื่อไนเตรทเกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีไปอยู่ในรูปของไนไตรท์ในระบบย่อยอาหาร ไนไตรท์จะไปทำการออกซิไดซ์ธาตุเหล็กที่อยู่ในฮีโมโกลบินภายในโครงสร้างของเซลล์เม็ดเลือดแดงในร่างกายของมนุษย์ เกิดเป็น "เมทฮีโมโกลบิน (methemoglobin)" ซึ่งเป็นสภาวะที่ทำให้ฮีโมโกลบินในกระแสเลือดไม่สามารถลำเลียงออกซิเจนไปยังส่วนต่าง ๆ ของร่างกายได้ ทำให้เกิดสภาวะเมทฮีโมโกลบินีเมีย (Methemoglobinemia) หรือที่เรียกว่า "Blue Baby syndrome" ซึ่งเป็นภาวะของอาการตัวเขียวในเด็ก เนื่องจากเลือดขาดออกซิเจนไปเลี้ยงเซลล์ต่าง ๆ ภายในร่างกาย เป็นเหตุให้เส้นเลือดมีสีดำและผิวหนังเปลี่ยนเป็นสีเขียวคล้ำ โดยทั่วไปเด็กอายุมากกว่า 1 ปี ร่างกายจะสามารถปรับตัวคืนสู่สภาพปกติ คือจากสภาวะที่ขาดออกซิเจนในกระแสเลือด (Methemoglobin) ให้กลับคืนสู่สภาวะปกติ (Oxyhemoglobin) ได้เร็ว แม้ว่าจะดื่มน้ำที่มีปริมาณไนเตรทสูงเข้าไปก็ตาม แต่เด็กทารกที่มีอายุต่ำกว่า 6 เดือนซึ่งระบบการทำงานของเอนไซม์ทำหน้าที่ย่อยและขับสาร Methemoglobin ออกจากร่างกายยังพัฒนาไม่เต็มที่ จึงทำให้เกิดสภาวะเมทฮีโมโกลบินีเมีย (Methemoglobinemia) ได้ง่าย ส่วนผู้สูงอายุอาจจะเกิดสภาวการณ์ดังกล่าวได้ง่ายเช่นกันเนื่องจากระบบเอนไซม์มีการเสื่อม จึงทำให้การย่อยและการขับสาร Methemoglobin ออกไปจากร่างกายเกิดขึ้นได้น้อย

หน่วยบริการสาธารณสุขของสหรัฐอเมริกา (U.S. Public Health Service) ได้กำหนดให้มีเกณฑ์มาตรฐานสำหรับปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจนในน้ำดื่มขึ้น ในปี ค.ศ. 1962 โดยยอมให้มีการปนเปื้อนของไนเตรท-ไนโตรเจนในน้ำดื่มได้ไม่เกิน 10 มิลลิกรัม/ลิตร ซึ่งมาตรฐานที่กำหนดขึ้นนี้ได้คำนึงถึงสภาพร่างกายของเด็กทารกเป็นหลัก ส่วนคนในวัยอื่น ๆ นั้น พบว่าจะศักยภาพในการตอบสนองต่อปริมาณของไนเตรท-ไนโตรเจน และไนไตรท์-ไนโตรเจน ที่บริโภคเข้าไปแตกต่างกัน

จากการสำรวจของประเทศสหรัฐอเมริการะหว่างปี ค.ศ. 1970-1992 พบว่า 9% ของน้ำบ่อตื้นมีปริมาณของไนเตรท-ไนโตรเจน เกินปริมาณที่ยอมให้มีได้ (มากกว่า 10 มิลลิกรัม/ลิตร) ตั้งแต่นั้นเป็นต้นมาองค์กรพิทักษ์สิ่งแวดล้อมแห่งสหรัฐอเมริกา (Environmental Protection Agency) ได้กำหนดให้มีค่ามาตรฐานสำหรับระดับการปนเปื้อนสูงสุด (Maximum Contaminant Level; MCL) ที่ยอมให้มีได้ในน้ำดื่มสำหรับไนเตรท-ไนโตรเจน คือ 10 มิลลิกรัม/ลิตร และสำหรับไนไตรท์-ไนโตรเจน คือ 1 มิลลิกรัม/ลิตร อย่างไรก็ตามเป็นการยากที่จะกำหนดระดับที่แน่นอนได้ว่าที่ความเข้มข้นเท่าใดน้ำนั้นจึงจะปลอดภัย ถึงแม้ว่าระดับ MCL ของไนเตรท-ไนโตรเจนที่ยอมให้มีได้ในน้ำดื่มไม่เกิน 10 มิลลิกรัม/ลิตร แต่ก็มีบางกรณีที่ทารกดื่มน้ำที่มีปริมาณไนเตรทมากกว่า 10 มิลลิกรัม/ลิตร แต่ไม่ปรากฏอาการของ Methemoglobinemia ทั้งนี้ขึ้นกับระดับความไวในการก่อให้เกิดโรคที่แตกต่างกันเฉพาะบุคคล ในปัจจุบันยังไม่สามารถระบุถึงความไวในการก่อให้เกิด Methemoglobinemia ที่แตกต่างกันในบุคคลแต่ละกลุ่มได้ ดังนั้นเราจึงไม่ควรบริโภคน้ำดื่มที่มีปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจนสูงกว่ามาตรฐานเฝ้าระวัง (สูงกว่า 10 มิลลิกรัม/ลิตร) ทั้งนี้ควรใช้น้ำจากแหล่งที่สามารถมั่นใจได้ว่ามีปริมาณไนเตรทต่ำกว่ามาตรฐานฯ เพื่อการบริโภคและการประกอบอาหารสำหรับทารก

2. ไนเตรทมีศักยภาพในการก่อให้เกิดความบกพร่อง หรือความพิการของทารกตั้งแต่กำเนิด เนื่องจากแม่ดื่มน้ำที่มีไนเตรทสูงในระหว่างการตั้งครรภ์ นอกจากนั้นหญิงในระยะให้นมบุตรก็ไม่ควรดื่มน้ำที่มีปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจนมากกว่า 10 มิลลิกรัม/ลิตรด้วย เนื่องจากทารกอาจจะได้รับสารไนเตรทจากแม่ผ่านทางน้ำนม

3. การบริโภคไนเตรทและไนไตรท์ซึ่งปนเปื้อนอยู่ในน้ำและอาหาร พบมีความเป็นไปได้ที่ไนเตรทจะทำปฏิกิริยากับเอมีนหรือเอไมด์ในร่างกายของเราและเกิดเป็นสารไนโตรซามีน ซึ่งสารนี้ถูกจัดประเภทว่าเป็นสารก่อมะเร็ง สำหรับกระบวนการเกิด

ปฏิกิริยา คือ ไนเตรทจะถูกเปลี่ยนเป็นไนไตรท์ก่อน แล้วจึงรวมตัวกับเอมีนหรือเอไมด์ในร่างกายเป็นสารไนโตรซามีน อย่างไรก็ตามพบว่ายังไม่เป็นที่ทราบแน่ชัดถึงระดับหรือปริมาณของไนโตรซามีนที่จะก่อให้เกิดมะเร็งในร่างกายคนเรา

4. การปนเปื้อนของแบคทีเรียในน้ำดื่มก็อาจเป็นสาเหตุหนึ่งที่มีผลต่อระดับความไวต่อพิษของไนเตรทในแต่ละบุคคล ดังนั้นน้ำดื่มทุกชนิดควรทำการตรวจวิเคราะห์การปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรียด้วย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในตัวอย่างน้ำที่พบว่ามีปริมาณของไนเตรท-ไนโตรเจน เกินกว่า 10 มิลลิกรัม/ลิตร ทั้งนี้เนื่องจากน้ำที่มีปริมาณไนเตรทสูงมักมีการปนเปื้อนของแบคทีเรียสูงด้วย โดยมักจะเป็นน้ำจากบ่อน้ำที่มีที่ตั้งหรือมีการก่อสร้างไม่ถูกสุขลักษณะ หรือเป็นบ่อน้ำที่มีการปนเปื้อนจากน้ำผิวดิน การปนเปื้อนจากระบบบำบัดน้ำเสีย หรือมีการปนเปื้อนจากแหล่งสกปรกใด ๆ ในบริเวณข้างเคียง เป็นต้น

การตรวจวิเคราะห์และการแปลผล

การตรวจวิเคราะห์หาปริมาณสารไนเตรท สามารถส่งตรวจได้ตามห้องปฏิบัติการที่ตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำและสิ่งแวดล้อม โดยเก็บตัวอย่างน้ำใส่ในขวดหรือภาชนะที่มั่นใจว่าสะอาด และให้ใช้น้ำตัวอย่างนั้น ๆ ล้างขวดก่อนที่จะทำการเก็บตัวอย่างทุกครั้ง

การตรวจวิเคราะห์และการรายงานผล มี 2 รูปแบบ คือ

1) การตรวจวิเคราะห์และการรายงานผลในรูปของไนเตรท-ไนโตรเจน (NO_3^--N) หรือ ไนโตรเจนในรูปของไนเตรท

2) การตรวจวิเคราะห์และการรายงานผลในรูปของปริมาณไนเตรททั้งหมด (Total NO_3^-)

หน่วยของการตรวจวิเคราะห์เป็นมิลลิกรัม/ลิตร หรือ พีพีเอ็ม (ppm, ส่วนในล้านส่วน) โดยปริมาณ 1 มิลลิกรัม/ลิตร เทียบเท่ากับปริมาณ 1 พีพีเอ็ม ซึ่งการรายงานผลทั้งสองแบบข้างต้นมีค่าแตกต่างกัน แต่สามารถคำนวณเพื่อเปรียบเทียบกันได้ดังนี้:

10 มิลลิกรัม/ลิตร ไนเตรท-ไนโตรเจน (NO_3^-N)
= 44.3 มิลลิกรัม/ลิตร ไนเตรท (NO_3^-)

ประโยชน์ของการเปรียบเทียบผลข้างต้นนี้ ทำให้สามารถนำผลการตรวจวิเคราะห์จากห้องปฏิบัติการไปเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานได้อย่างถูกต้อง เช่น ประเทศไทยกำหนดค่ามาตรฐานของน้ำบาดาลที่ใช้บริโภคมีปริมาณไนเตรททั้งหมด (Total NO_3^-) ไม่เกิน 45 มิลลิกรัม/ลิตร (ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 12, 2542) และค่ามาตรฐานของน้ำดื่มในภาชนะบรรจุสนิท มีปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจน (NO_3^--N) ไม่เกิน 4 มิลลิกรัม/ลิตร (ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 61, 2524) ซึ่งจะมีค่าเท่ากับ 17.72 มิลลิกรัม/ลิตร ในรูปของปริมาณไนเตรททั้งหมด (Total NO_3^-) เป็นต้น

การบำบัดไนเตรทในน้ำเพื่อการบริโภค

หากพบว่า “น้ำดื่ม” มีปริมาณไนเตรทสูงเกินค่ามาตรฐาน ท่านอาจพิจารณาทางเลือกได้ดังนี้ คือ การเปลี่ยนไปใช้น้ำจากแหล่งอื่นเพื่อการบริโภค หรือทำการบำบัดไนเตรทด้วยวิธีใดวิธีหนึ่งดังต่อไปนี้

การบำบัดไนเตรทในน้ำดื่ม สามารถทำได้ 3 วิธี คือ

1. ใช้วิธีการกลั่น
2. ใช้ระบบรีเวอร์ส ออสโมซิส
3. ใช้วิธีการแลกเปลี่ยนอิออนด้วยเรซิน

อุปกรณ์สำหรับกำจัดไนเตรทในน้ำดื่มที่ใช้สำหรับบ้านเรือนทั่วไปนั้นใช้หลักในการบำบัดจาก 3 วิธี ดังกล่าวข้างต้น อย่างไรก็ตามพบว่าการเลือกซื้อต้องมีข้อระมัดระวังและควรรู้ คือ อุปกรณ์ที่ใช้หลักการดูดซับด้วยคาร์บอน การกรอง หรือชุดอุปกรณ์ลดความกระด้างในน้ำที่ใช้กันอยู่ตามบ้านเรือนนั้น ไม่สามารถใช้เพื่อกำจัดไนเตรทในน้ำดื่มได้ ดังนั้นการบำบัดไนเตรทจะต้องเลือกใช้ชุดอุปกรณ์ที่อาศัยหลักการใดหลักการหนึ่งดังต่อไปนี้

1) การกลั่น คือ วิธีการให้ความร้อนเพื่อทำให้น้ำเดือดและรวบรวมไอน้ำที่ควบแน่นไว้ด้วยขดลวดโลหะ (metal coil) วิธีนี้สามารถกำจัด ไนเตรท-ไนโตรเจน ได้เกือบ 100% อย่างไรก็ตามการนำน้ำไปต้มเพียงอย่างเดียว พบว่ามีการเพิ่มปริมาณความเข้มข้นของไนเตรทในน้ำแทน ซึ่งแตกต่างจากการกลั่นอย่างสิ้นเชิง

2) ระบบการรีเวอร์ส ออสโมซิส เป็นกระบวนการที่อาศัยแรงดันเพื่อขับน้ำผ่านเยื่อกรองแบบ เซมิเพอร์มีเอเบิล เมมเบรน (Semipermeable Membrane) ซึ่งเยื่อนี้จะกรองเอาสารละลายต่าง ๆ ที่อยู่ในน้ำไว้สามารถกำจัดไนเตรทได้ประมาณ 85-95% ประสิทธิภาพในการบำบัดด้วยวิธีนี้มักขึ้นกับคุณภาพน้ำเริ่มต้นที่ผ่านเยื่อกรอง ระบบความดัน และอุณหภูมิของน้ำ เป็นต้น

3) วิธีการแลกเปลี่ยนอิออนด้วยเรซิน วิธีนี้ใช้หลักการเดียวกับการกำจัดความกระด้างในน้ำ (Water Softener) โดยทั่วไปแต่มีความแตกต่างกันที่ชนิดของเรซินในการกำจัดความกระด้างมักใช้เรซินที่มีอิออนของโซเดียมอยู่ เพื่อให้เกิดการแลกเปลี่ยนประจุกับแคลเซียมและแมกนีเซียมที่เป็นสาเหตุของความกระด้าง แต่การกำจัดไนเตรทนั้นต้องใช้เรซินที่มีประจุเฉพาะ คือ เรซินที่มีประจุคลอไรด์ซึ่งทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนประจุระหว่างอิออนของไนเตรทและซัลเฟตเมื่อมีการไหลของน้ำผ่านเรซินดังกล่าว อย่างไรก็ตามวิธีการนี้มีข้อควรระวังคือ เรซินที่ใช้ส่วนมากมีความ

(อ่านต่อหน้า 24)

มาตรฐาน EUREPGAP โอกาสและข้อจำกัดในการนำมาใช้ปฏิบัติในประเทศไทย (ตอนที่ 2)

รุ่งนภา ก่อประดิษฐ์สกุล และชวนพิศ อรุณรังสิกุล[1]

(ต่อจากฉบับที่แล้ว)

สืบเนื่องจากสถานการณ์ที่เป็นปัจจุบันซึ่งการผลิตพืชที่เป็นมาตรฐาน GAP ของประเทศไทยนั้น มุ่งเน้นให้ได้ผลผลิตที่มีมาตรฐานความปลอดภัย โดยเฉพาะปลอดภัยจากสารเคมีตกค้างและปลอดภัยจากจุลินทรีย์ปนเปื้อน ผู้ปฏิบัติงานในแปลงก็ต้องมีความปลอดภัยในขณะปฏิบัติงาน รวมทั้งมีกระบวนการรักษาสภาพแวดล้อมและสิ่งแวดล้อมอย่างเหมาะสม ดังนั้นการผลิตที่ดีดังกล่าวจึงต้องประกอบด้วยการจัดการระบบผลิตทั้งหมดในแปลงอย่างบูรณาการ ด้วยเหตุและผลในเชิงวิทยาศาสตร์และมีข้อมูลหลักฐานที่สามารถใช้พิจารณาตรวจสอบได้จริง ดังนั้นการผลิตพืชในยุคใหม่นี้จึงจำเป็นต้องอาศัยความถูกต้องในการจัดการผลิตอย่างเข้าใจและมีหลักฐานประกอบเพื่อสร้างความมั่นใจให้กับผู้บริโภคผลผลิต โดยอาศัยระบบการตรวจสอบรับรอง กล่าวคือมีการตรวจประเมินระบบการผลิตของเกษตรกรจากองค์กรตรวจประเมินรับรอง จึงถือได้ว่าเป็นการผลิตพืชที่เป็นไปตามมาตรฐานและข้อกำหนด EUREPGAP นั่นเอง จะเห็นได้ว่าในช่วงเวลาที่ผ่านมาบริษัทส่งออกหลายบริษัทต้องพยายามทำการผลิตตามระบบมาตรฐาน EUREPGAP ในพื้นที่ของตนเอง ซึ่งต้องเสียค่าใช้จ่ายมากมายในการเริ่มต้น ต้องทำความเข้าใจและปรับแก้ไขอยู่ตลอดเวลา เนื่องจากไม่มีหน่วยงานของภาครัฐที่จะสามารถให้คำปรึกษาและคำแนะนำได้ นอกจากนั้นวิธีการของแต่ละบริษัทก็ไม่มีการเปิดเผยให้เห็น จึงเป็นความยุ่งยากที่เกษตรกรรายย่อยหรือบริษัทขนาดเล็ก ๆ จะดำเนินการได้ ประกอบกับการผลิตพืชตามมาตรฐาน GAP ของประเทศไทยนั้น เกษตรกรมีความเข้าใจเฉพาะการมีบันทึกและเก็บบันทึกการปฏิบัติงานเพื่อให้เจ้าหน้าที่ภาครัฐมาตรวจประเมินและให้การรับรองเท่านั้น ภายใต้การพิจารณาการใช้ปัจจัยการผลิตที่ถูกต้องและเหมาะสม เช่น ปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ ปุ๋ยคอก หรือปุ๋ยหมัก และสารเคมีกำจัดศัตรูพืช เป็นต้น ดังนั้นผู้เขียนจึงขอนำเสนอข้อมูลความรู้บางเรื่องที่เกี่ยวข้องกับมาตรฐาน EUREPGAP

ในการนำมาตรฐาน EUREPGAP ไปปฏิบัติในแปลงเกษตรกรนั้นมีสิ่งที่ต้องคำนึงประการแรก คือ ต้องเลือกประเภทการรับรองระบบผลิตตามมาตรฐาน EUREPGAP ซึ่งประเภทของการรับรองแบ่งได้เป็น 4 ประเภท ได้แก่

ประเภทที่ 1 ขอรับรองเกษตรกร/ผู้ผลิตเป็นรายเดี่ยว (Individual Certification)

ประเภทที่ 2 ขอรับรองเป็นกลุ่มเกษตรกร (Group Certification)

ประเภทที่ 3 ขอรับรองแบบเทียบเคียงระบบผลิตเป็นผู้ผลิตรายเดี่ยว (Individual Certification Benchmarked Scheme)

ประเภทที่ 4 ขอรับรองแบบเทียบเคียงระบบผลิตเป็นกลุ่มผลิต (Group Certification Benchmarked Scheme)

ที่ผ่านมาบริษัทส่งออกของไทยที่เป็นสมาชิกกลุ่มเครือข่าย GAP ภาคตะวันตก ได้มีการลงทุนในระบบผลิตในพื้นที่ของตนเอง โดยขอการรับรอง EUREPGAP ทางเลือกที่ 1 มากกว่าทางเลือกที่ 2 จากการศึกษาวิจัยและความเป็นไปได้ตลอดจนความเหมาะสมในสถานการณ์ของประเทศไทย พบว่ากระบวนการรับรองเป็นกลุ่มเกษตรกรหรือประเภทที่ 2 น่าจะเป็นวิธีที่สอดคล้องกับการผลิตของประเทศไทยมากกว่า เนื่องจากมีค่าใช้จ่ายในการตรวจประเมินรับรองที่ราคาต่ำกว่าประเภทที่ 1 แต่จะมีความยุ่งยากกว่าเนื่องจากจะต้องมีผู้ทำหน้าที่เป็นผู้จัดการด้านคุณภาพการผลิต ซึ่งต้องเป็นผู้ที่มีความรู้ทั้งในด้านเทคโนโลยีการผลิตและด้านการจัดการคุณภาพอย่างเป็นระบบ สามารถควบคุมการปฏิบัติงานด้านการผลิตภายในกลุ่มเกษตรกรให้คล้ายกันมากที่สุด พร้อมกับมีระบบการตรวจสอบควบคุมภายใน ในขณะที่กลุ่มเครือข่ายฯ และผู้ประกอบการกำลังเรียนรู้และพัฒนาวิธีการให้เหมาะสมเพื่อให้เกิดการรับรอง EUREPGAP แบบกลุ่มเกษตรกร และขยายพื้นที่รับรองเพื่อให้ครอบคลุมการผลิตให้มากที่สุด ส่วนการรับรองทางเลือกที่ 3 และทางเลือกที่ 4 นั้นยังไม่มีการดำเนินการในประเทศไทย ซึ่งเป็นการขอการรับรองประเภทที่ต้องแสดงและมีการปฏิบัติถึงขั้นตอนของระบบผลิตรายบุคคลและรายกลุ่มที่สามารถแสดงให้เห็นว่ามีความสอดคล้องกับข้อกำหนดและสามารถเทียบเคียงได้กับขั้นตอนของมาตรฐาน EUREPGAP ที่กำหนดไว้ แต่อย่างไรก็ตามมีกลุ่มนักวิจัยบางคณะได้มีความคิดและพยายามศึกษาเรียนรู้วิธีการและความเป็นไปได้ในการทำการรับรองแบบกลุ่มเกษตรกรหรือระบบรับรองทางเลือกที่ 2 ในประเทศไทย

[1] นักวิจัยเชี่ยวชาญ ฝ่ายปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง สถาบันวิจัยและพัฒนาฯ ม. เกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม 73140

ขณะเดียวกันประเทศไทยก็มีความพยายามที่จะออกมาตรฐานและมาตรการการรับรอง GAP เพื่อให้เกษตรกรยื่นขอรับการรับรอง GAP จากภาครัฐ ดังนั้นจึงมีบุคคลบางกลุ่มที่คิดว่าการส่งเสริมให้เกษตรกรมีการปฏิบัติใด ๆ นอกเหนือจากสิ่งที่ภาครัฐกำหนดไว้เป็นการเพิ่มความยุ่งยาก ไม่จำเป็นต้องทำ เช่น กระบวนการผลิตตามระบบ EUREPGAP ซึ่งมีความยุ่งยากและซับซ้อนมากกว่า

เป็นที่ทราบกันดีว่ามาตรฐาน EUREPGAP นั้น เป็นข้อตกลงที่มีการยอมรับกันระหว่างผู้ค้าปลีกในสหภาพยุโรป ซึ่งจะทำธุรกิจรับซื้อสินค้าเกษตรและอาหารเข้าประเทศ โดยกำหนดเป็นมาตรฐานพื้นฐานที่เหมาะสมในระบบผลิตและไม่ได้ยึดถือว่าเป็นมาตรฐานในระดับชาติ ไม่ใช่วาระทางการเมือง ภาครัฐไม่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการกำหนดมาตรฐานดังกล่าว หลักสำคัญ คือ ต้องการสร้างความน่าเชื่อถือและความเชื่อมั่นในระบบผลิตนั้น มีระบบการรับรอง โดยมีการตรวจประเมินติดตามและออกใบรับรองระบบผลิตจากหน่วยงานที่สาม (third party) ที่ได้รับการอนุญาตและความเชื่อถือในระบบบริหารภายในองค์กรที่จะทำหน้าที่เป็นหน่วยรับรอง (Certified Body)

มาตรฐานที่พึงถือปฏิบัติในทรรศนะของผู้เขียนนั้น น่าจะเป็นมาตรฐานที่มีความเป็นไปได้เชิงปฏิบัติและสอดคล้องให้เกิดการพัฒนา ปัจจุบันตลาดในสหภาพยุโรปก็เร่งรัดให้เกิดการดำเนินการในประเทศที่ส่งสินค้าเกษตรได้มีการปฏิบัติตาม EUREPGAP จึงทำให้มีการดำเนินการอย่างแพร่หลายมากขึ้น ประเทศไทยควรร่วมกับประเทศผู้ผลิตในเอเชียเพื่อการส่งออกยังตลาดยุโรปนั้นได้คำนึงถึงการรับรองกระบวนการผลิตเพียงมาตรฐานเดียว โดยที่ภาครัฐของประเทศผู้ผลิตต้องให้การยอมรับ และมีมาตรการสนับสนุนส่งเสริมให้เกิดการผลิตตามกระบวนการและมาตรฐานดังกล่าว

Benchmarking คืออะไร

Benchmarking คือ การเทียบเคียงเพื่อให้เกิดการยอมรับในระบบหรือกระบวนการใด ๆ ที่มีอยู่ในขณะนั้น โดยมีฝ่ายรับรองที่กำหนดขั้นตอนการขอรับการเทียบเคียงและออกเอกสารรับรองการเทียบเคียง กล่าวคือ เมื่อมีการลงทะเบียนขอการเทียบเคียงคณะกรรมการฝ่ายรับรองจะดำเนินการวิเคราะห์ระบบหรือกระบวนการทำงานที่ต้องขอการเทียบเคียงนั้นว่าเป็นระบบหรือกระบวนการทำงานที่มีอยู่นั้นได้แสดงให้เห็นว่าสามารถส่งผลให้ระบบผลิตที่มีความสอดคล้องตรงตามระบบมาตรฐานที่ต้องการเทียบเคียงหรือไม่ ดังนั้น EUREPGAP จึงมีธุรกิจการให้การรับรองเทียบเคียงระบบผลิตของผู้ลงทะเบียนขอหรือประเทศที่ขอ เพื่อให้เกิดการยอมรับว่าระบบผลิตในประเทศนั้น ๆ เป็นระบบหรือกระบวนการทำงานหรือแนวปฏิบัติที่มีอยู่ โดยทำให้คุณลักษณะและคุณภาพตลอดกระบวนผลิตมีความสอดคล้องได้เช่นเดียวกับข้อกำหนดมาตรฐาน EUREPGAP อย่างเป็นรูปธรรม ขั้นตอนการขอรับการเทียบเคียงและการพิจารณาความสอดคล้องประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้

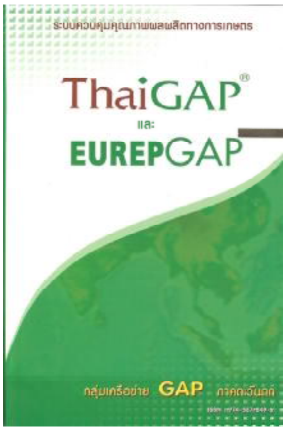
1. การยื่นใบสมัครขอรับการเทียบเคียง (Application)
2. การทบทวนเอกสารด้านเทคนิคในเบื้องต้น (Preliminary Technical Review)
3. เข้าสู่การพิจารณาให้ความเห็นความเป็นไปได้ในเบื้องต้นจากคณะกรรมการที่เกี่ยวข้อง (Peer Review)
4. ทบทวนด้านเทคนิคอย่างเป็นอิสระ (Independent Technical Review)
5. การประเมินโดยผู้ที่ได้รับการแต่งตั้งอย่างอิสระ (Independent Witnessed Assessment)
6. การทบทวนโดยคณะกรรมการด้านวิชาการและมาตรฐาน (Technical Standard Committee Review)
7. แจ้งผลลักษณะของการรับรอง (Notice of Intent to Approve)
8. แจ้งผลการรับรองอย่างไม่เป็นทางการ (Provisional Approval)
9. รับรองเป็นทางการ (Approval)

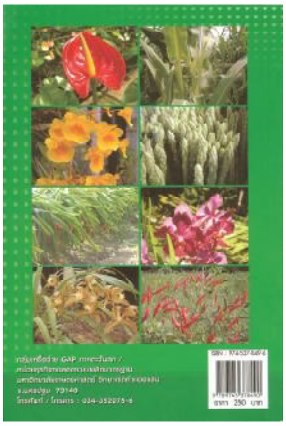
ในปัจจุบันพบว่ามีหลายประเทศที่อยู่ระหว่างการขอรับการเทียบเคียงและอยู่ระหว่างขั้นตอนการพิจารณาการเทียบเคียงกับ EUREPGAP โดยสร้างข้อกำหนดมาตรฐานที่มีความสอดคล้องและขั้นตอนการปฏิบัติติดตามระบบผลิต คือ KenyaGAP ของประเทศเคนยา, ChileGAP ของประเทศชิลี, ChinaGAP ของประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน ส่วนประเทศญี่ปุ่นก็อยู่ในขั้นตอนการดำเนินการจัดทำ JapanGAP เช่นกัน ดังนั้นกลุ่มเครือข่าย GAP ภาคตะวันตกก็มีความประสงค์จะนำข้อกำหนดของ Western GAP พัฒนาไปสู่การใช้ชื่อใหม่ว่า ThaiGAP ที่ได้ขึ้นทะเบียนไว้แล้ว เพื่อทำการขอการเทียบเคียงกับ EUREPGAP และเป็นสิ่งท้าทายในอนาคต

ทั้งนี้ EUREPGAP ต้องการให้เกิดการเทียบเคียงที่เป็นมาตรฐานของประเทศ (National standard) เพื่อให้เกิดความเข้าใจในการปฏิบัติได้อย่างเป็นรูปธรรม ภาครัฐน่าจะสนับสนุนให้เกิดคณะทำงานด้านวิชาการ (Technical Working Group) ที่เป็นการยอมรับของประเทศนั้น ๆ

ส่วนกลุ่มเครือข่าย GAP ภาคตะวันตก (Cluster of Western GAP) ซึ่งเป็นกลุ่มเครือข่ายฯ ที่มีการรวมสมาชิก (stakeholder) ในภาคตะวันตกของประเทศไทย เพื่อผลักดันให้เกิดการพัฒนาการผลิตที่ปลอดภัยและมีคุณภาพ มีความเข้มแข็งและมีระบบการผลิตที่มีการควบคุมและประกันความเชื่อมั่นที่ดี กลุ่มเครือข่ายฯ มีการประชุมหารือและตั้งข้อกำหนดร่วมกัน โดยยึดมาตรฐาน EUREPGAP เป็นหลักในการปฏิบัติ ร่วมกับการเสริมสร้างความเข้าใจและเพิ่มขีดความสามารถให้เกษตรกรและผู้เกี่ยวข้องนำความรู้ไปปฏิบัติได้อย่างเป็นรูปธรรม ตลอดจนพัฒนากลุ่มสมาชิกและศึกษาวิจัยองค์ความรู้เพื่อให้การสนับสนุนระบบการผลิตเป็นที่ยอมรับอย่างเป็นสากล กลุ่มเครือข่ายฯ ได้ดำเนิน

การถ่ายทอดองค์ความรู้ภายใต้หลักสูตร/รูปแบบ (module) ต่าง ๆ ซึ่งถือว่าเป็นพัฒนาความรู้ให้แก่เกษตรกร พี่เลี้ยงเกษตรกร ผู้ตรวจประเมินแปลง ปัจจุบันได้รวบรวมองค์ความรู้ต่าง ๆ มาสร้างเป็นหลักสูตรในรูปของ module เพื่อให้บริการแก่ผู้เกี่ยวข้องและอธิบายให้เข้าใจถึงระบบการจัดการในมาตรฐาน EUREPGAP สามารถนำไปปฏิบัติได้ นอกจากนั้นยังมีการผลิตหนังสือในชื่อว่า ระบบการควบคุมผลผลิตทางการเกษตร ThaiGAP® และ EUREPGAP ในปี 2549 เพื่อการเผยแพร่ข้อกำหนดทั้งของ ThaiGAP® และ EUREPGAP สำหรับผักและผลไม้พร้อมทั้งไม้ดอกไม้ประดับ อีกทั้งยังมีการดำเนินการโครงการนำร่องการพัฒนากลุ่มเกษตรกรเพื่อการเข้าสู่ระบบการรับรองทางเลือกที่ 2 (Option 2 Certification) โดยการศึกษาและพัฒนาองค์ความรู้ด้าน Quality Management System พร้อมการประยุกต์ใช้ได้ทันที





หนังสือ ระบบการควบคุมคุณภาพผลผลิตทางการเกษตร ThaiGAP® และ EUREPGAP. 2549. สามารถซื้อได้ที่ KU Book และ CU Book หรือสั่งซื้อทาง Website: www.gapcluster.com

โอกาสของการใช้ EUREPGAP ในประเทศ

จะเห็นได้ว่าโอกาสในการนำ EUREPGAP มาใช้ปฏิบัตินั้นยังมีอยู่มากภายใต้ระบบความช่วยเหลือของหน่วยงานที่มีความพร้อมและความเข้าใจ ซึ่งพร้อมให้การบริการสนับสนุน เช่น กลุ่มเครือข่าย GAP ภาคตะวันตก ธุรกิจการผลิตอาหารและสินค้าเกษตรที่สามารถสร้างความเชื่อมั่นว่ามีการนำระบบผลิตไปใช้ได้จริง และ EUREPGAP ได้เปิดกว้างให้ผู้ที่เกี่ยวข้องในธุรกิจผลิตอาหารและสินค้าเกษตรตั้งแต่ต้นน้ำ (ระดับผลิตที่แปลง) สามารถเข้าถึงและสมัครขอการประเมินรับรองหรือขอการเทียบเคียงได้ตลอดเวลา

โอกาสที่มองเห็นอีกประเด็นหนึ่ง คือ โอกาสที่เปิดให้นำข้อมูลทางวิชาการเข้าไปสนับสนุนในการอธิบายและพิสูจน์ในแง่ของความปลอดภัยด้านอาหารร่วมกับการนำหลักการของกฎหมายหรือข้อบังคับในท้องถิ่นมาใช้ ดังนั้นจึงถือว่าการเรียนรู้มาตรฐาน EUREPGAP ถือเป็นการใช้ความหลากหลายทางวิชาการสำหรับผู้ผลิต ผู้เกี่ยวข้องที่ต้องคำนึงถึงสิ่งแวดล้อมและมีส่วนรับผิดชอบในกิจกรรมต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในพื้นที่และในท้องถิ่นของตนเอง

ดังนั้นจึงเป็นโอกาสที่เกษตรกรจะได้รู้จักรวมกลุ่ม และรู้จักพัฒนาบุคคลที่มีศักยภาพหรือพัฒนาตนเองเพื่อเป็นพี่เลี้ยงให้กับเพื่อนสมาชิกในกลุ่ม หรือผู้รวบรวมผลผลิตจากเกษตรกรที่สามารถเริ่มต้นการเรียนรู้อย่างเป็นระบบ โดยมีตัวอย่างจากการนำ EUREPGAP ไปปฏิบัติใช้ในแปลงและพัฒนาจนมีโอกาสนำสินค้าของตนเองเข้าสู่ตลาดโลกได้ในที่สุด

ข้อจำกัดในการปฏิบัติ

อาจถือได้ว่าข้อจำกัดเป็นเรื่องท้าทายที่จำต้องมีการขับเคลื่อนและทำความเข้าใจให้มากขึ้น เช่น ระบบการรับรองของกรมวิชาการ ตามนโยบายของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์นั้นยังไม่มีกลไกเปิดรับระบบ EUREPGAP อย่างชัดเจน ส่วนระบบการรับรองมาตรฐาน EUREPGAP นั้นกระทำโดยหน่วยรับรองที่เป็นเอกชนซึ่งต้องเป็นหน่วยรับรองที่ได้รับการอนุญาตหรือยอมรับจากเลขาธิการ EUREPGAP เท่านั้น ถือว่าเป็นระบบการบริหารจัดการที่มีความแตกต่าง ยังไม่เข้าสู่ระบบการยอมรับซึ่งกันและกัน นอกจากนั้นมาตรฐาน EUREPGAP มักเกิดความสับสนในการนำไปปฏิบัติสำหรับผู้ที่เริ่มเข้ามาอยู่ในระบบ ทำให้การพัฒนาเข้าสู่ภาคธุรกิจการให้บริการตรวจประเมินรับรองระบบผลิตในแปลงของภาคเอกชน ยังมีความเป็นไปได้ยาก

ความหลากหลายของตลาดสินค้าเกษตร ทำให้มีข้อกำหนดที่แตกต่างกันและแหล่งของการให้ข้อมูลและองค์ความรู้มีอยู่หลากหลาย ทำให้เกิดความสับสนในการปฏิบัติและควบคุมระบบผลิตได้ยาก

ไม่มีแรงจูงใจที่มากพอกับการเปลี่ยนแนวความคิดและวิธีการดำเนินการปฏิบัติของเกษตรกร ซึ่งอาจต้องใช้เวทีของกลุ่มการเรียนรู้เพื่อช่วยผลักดัน เป็นต้น

เอกสารประกอบการเรียบเรียง

Lazo, A. 2005. EUREPGAP Compliance Certification Bodies and Benchmarking Procedure. *pp* 22-24. *In* EUREPGAP The Global Partnership for Safe and Sustainable Agriculture, EUREPGAP Global Report 2005.

Roongnapa Korpraditskul. 2005. Situation Analysis on Small and Medium-Scale Farms and Experience of Compliance GAP in Thailand. Presentation in Workshop on Good Agricultural Practice and Food Safety-Implementing EurepGAP in Thailand. 25 Nov. 2005, Novotel Saim Square, Bankok.

Sheehan, K. 2005. Benchmarking of GAP Schemes. Presentation in Workshop on Good Agricultural Practice and Food Safety-Implementing EurepGAP in Thailand. 26 Nov. 2005, Novotel Saim Square, Bankok.

◈ ไนเตรทในน้ำดื่มฯ

....ต่อจากหน้า 20

จำเพาะสำหรับซัลเฟตมากกว่าไนเตรท ดังนั้นระดับของซัลเฟตในน้ำจึงเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการบำบัดไนเตรทด้วยวิธีนี้เป็นอย่างมาก

และเมื่อพิจารณาวิธีการบำบัดไนเตรทจากทั้ง 3 วิธีดังกล่าวแล้วข้างต้น พบว่ายังมีราคาค่อนข้างแพงทั้งในด้านต้นทุน การติดตั้งระบบ และการดูแลรักษาชุดอุปกรณ์ ดังนั้นจึงควรพิจารณาทางเลือกต่าง ๆ ให้รอบคอบก่อนจะเลือกใช้การบำบัดด้วยวิธีการใดวิธีการหนึ่งข้างต้น

เอกสารอ้างอิง

Wikes University, Center for Environmental Quality, Environmental Engineering and Engineering Department. Nitrates and Nitrites in Drinking Water. Available online: http://www.water-research.net/nitrate.htm (Downloaded: July 1, 2006)

ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2542) ออกตามความในพระราชบัญญัติน้ำบาดาล พ.ศ. 2520 เรื่อง กำหนดหลักเกณฑ์และมาตรการในทางวิชาการสำหรับการป้องกันด้านสาธารณสุขและป้องกันสิ่งแวดล้อมเป็นพิษ ตีพิมพ์ในราชกิจจานุเบกษา เล่ม 112 ตอนที่ 29 ง ลงวันที่ 13 เมษายน 2542

ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 61 (พ.ศ. 2524) เรื่อง น้ำบริโภคในภาชนะที่ปิดสนิท ตีพิมพ์ในราชกิจจานุเบกษา เล่ม 98 ตอนที่ 157 (ฉบับพิเศษ) ลงวันที่ 24 กันยายน 2524 ซึ่งได้แก้ไขเพิ่มเติมโดยประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 135 (พ.ศ. 2534) เรื่อง น้ำบริโภคในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท (ฉบับที่ 2) ลงวันที่ 26 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2534 ตีพิมพ์ในราชกิจจานุเบกษา เล่ม 108 ตอนที่ 61 ลงวันที่ 2 เมษายน 2534

คณะกรรมการจัดทำวารสารข่าวศูนย์ฯ

ที่ปรึกษา

ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนาแห่ง มก.
รองผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนาฯ กำแพงแสน
หัวหน้าฝ่ายปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง

บรรณาธิการ

ชวนพิศ อรุณรังสิกุล

กองบรรณาธิการ

รงรอง หอมหวล
ธีรนุต ร่มโพธิ์ภักดิ์
เนตรชนก เกียรติ์นนทพัทธ์
ลักขณา เบญจวรรณ์
อุดม แก้วสุวรรณ์
มณี ตันติรุ่งกิจ
อตินุช แซ่จิว
นวลวรรณ ฟ้ารุ่งสาง
อัญชลี รวีโรจน์วิบูลย์
อรวรรณ ชวนตระกูล

รูปเล่ม/จัดส่ง

พิษณุ บุญศิริ
เฟื่องฟ้า จันทนิยม
คณิตฐา ชินวงษ์เขียว

การเงิน

ชูจิต ทัศจันทร์

ระเบียบการ

วารสารออกราย 6 เดือน

บอกรับเป็นสมาชิกได้ที่

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