



## สารเอกโค เอเชีย

ภาคพิเศษสำหรับสาร Echo Development Notes

ฉบับที่ 20 เดือนมีนาคม 2014

# การผลิตเชื้อราควบคุมชีวภาพไตรโคเดอร์มา (*Trichoderma*) และบิวเวอร์เรีย (*Beauveria*)

โดย: บร็อค แมชเบิร์น, นิमित ชมพูทอง และ ดร. อับราม บิคส์เลอร์ จากเอกโค เอเชีย อิมแพค เซ็นเตอร์

## คำนำ

ในธรรมชาตินั้น มีเชื้อราประเภทต่างๆไม่น้อยที่เดียวที่เป็นอันตรายและสามารถทำให้ต้นพืชตายในเวลาอันรวดเร็ว ไม่ว่าจะเป็นเชื้อรา *Fusarium* spp. ซึ่งเป็นตัวการทำให้เกิดโรคเหี่ยว (Fusarium wilt) และเชื้อรา *Phakospora pachyrhizi* ที่เป็นตัวการของโรคราสนิม (ภาพที่ 1) ปกติแล้วเชื้อราไม่สามารถผลิตสารอาหารได้ด้วยตัวของมันเอง ดังนั้นมันจึงต้องการแหล่งอาหารจากที่อื่น บางครั้งแหล่งอาหารนั้นอาจเป็นขนมปังที่หมดอายุ เปลือกส้ม ท่อนไม้ที่เน่าเปื่อยผุพัง หรือเนื้อเยื่อลำเลียงในต้นพืช เชื้อราก่อโรคเหล่านี้เจริญเติบโตได้ดีในสภาพที่อากาศถ่ายเทไม่ดี ในที่ๆการระบายน้ำเป็นไปอย่างช้าๆ มีน้ำเอ่อท่วมหรือมีฝนตกมากเกินไป โดยสภาวะที่ไม่พึงประสงค์เช่นนี้สามารถป้องกันได้ด้วยการเว้นระยะห่างของต้นพืชให้เหมาะสม จัดเวลาการปล่อยน้ำให้ตรงเวลา และกำจัดเศษวัสดุเหลือใช้ที่อาจก่อให้เกิดเชื้อราได้เช่นเศษต้นไม้อหรือวัชพืชเก่าๆ แต่ไม่ว่าเราจะทำอย่างไรก็ยังมีโอกาสเสมอที่ต้นไม้มของเราจะได้รับผลกระทบจากเชื้อราก่อโรค

น่าเสียดายที่ในโลกที่ทันสมัยของเรานี้ บรรดาปุ๋ยเคมีและยาปราบศัตรูพืชได้กลายเป็นวิถีปฏิบัติสำหรับการผลิตพืชผลทางการเกษตร จนเป็นสาเหตุของมลพิษด้านสิ่งแวดล้อมที่ทั้งรุนแรงและร้ายแรง การใช้กรรมวิธีทางการเกษตรแบบนี้เป็นการทำให้เกษตรกรต้องพึ่งพาปัจจัยภายนอกเพิ่มขึ้นตลอดเวลา เนื่องจากการเสียสมดุลในธรรมชาติที่เป็นผลที่ตามมา

แต่ก็น่าดีใจที่อาณาจักรเชื้อราไม่ได้มีอยู่เพียงแค่อันตรายที่ก่อโรคที่เป็นตัวคุกคาม อาศัยอยู่โดยไม่มีใครควบคุมในมุมอันมืดมัวของโลกที่มองไม่เห็นด้วยตา ยังมีเชื้อราที่ให้ประโยชน์อยู่อีกสองชนิดคือ *Trichoderma* spp. และ *Beauveria bassiana* ที่มีผู้ทำการศึกษาย่างกว้างขวางในคุณสมบัติที่เป็นประโยชน์ในการผลิตพืชผลทางการเกษตร ศักยภาพของเชื้อราสองชนิดนี้น่าตื่นตะลึงเป็นพิเศษเนื่องจากความสามารถในการพัฒนาคุณภาพผลผลิตในขณะเดียวกันก็ลดการพัฒนาของเชื้อราก่อโรคที่ติดต่อสารกำจัดเชื้อรา (studholme, 2012)

## เชื้อราบิวเวอร์เรีย (*Beauveria bassiana* หรือ ราขาว)

ราขาว หรือ บิวเวอร์เรีย คือเชื้อราที่อาศัยอยู่ในดินและพบได้ทั่วทุกแห่งในโลก เป็นเชื้อราที่ทำลายแมลง คือเมื่อสปอร์ของบิวเวอร์เรียได้สัมผัสกับเปลือกนอกของแมลงมันก็จะแทรกซึมเปลือกนั้นเข้าไปและเริ่มผลิตสารพิษที่ชื่อว่า Beauvericin ที่จะทำให้ระบบภูมิคุ้มกันของเหยื่ออ่อนแอลงจนกระทั่งแมลงตาย (Caldwell, 2013) และจนในที่สุดเชื้อราก็แพร่ขยายเต็มช่องว่างในลำตัว และในภายใต้อากาศที่มีความชื้นสูง เชื้อราก็จะแทงทะลุผ่านผนังลำตัวออกมา จนเกิดลักษณะที่เรียกว่า "white bloom" ให้เห็นเมื่อเชื้อราปกคลุมไปทั่วตัวแมลง (ภาพที่ 2) โดยขบวนการทั้งหมดนั้นจะเกิดขึ้นอย่างช้าๆในระยะเวลาสามถึงเจ็ดวัน ซึ่งถือว่าใช้เวลาพอสมควรกว่าที่จะทำการยับยั้งอันตรายที่เกิดจากแมลงและการใช้วิธีการเพียงอย่างเดียวก็ไม่พอ นอกจากนี้ อย่าลืมนึกว่าเชื้อราบิวเวอร์เรีย จะไม่กำจัดแมลงให้หมดสิ้นไปแต่เพียงหยุดยั้งจำนวนแมลงเท่านั้น โดยจะสามารถกำจัดจำนวนแมลงไปได้ร้อยละ 50-70 โดยเฉลี่ย การฉีดพ่นในช่วงเวลาที่มีความชื้นสูงและในระยะต้นๆของวงจรชีวิตจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพได้ (Caldwell, 2013)

การใช้เชื้อราบิวเวอร์เรีย นี้ ส่วนใหญ่แนะนำให้ใช้เพื่อการควบคุมแมลงแบบปากกัดกิน, แมลงหิวข้าว และด้วง และเนื่องจากต้องให้สัมผัสถึงตัวแมลง จึงสามารถฉีดพ่นได้ตลอดเวลาโดยไม่เป็นอันตรายต่อผึ้ง เพราะรังผึ้งมักจะอยู่ที่อื่น แต่ทั้งนี้ควรระวังการฉีดพ่นในช่วงที่ผึ้งออกมามากที่สุด นอกจากจะช่วยควบคุมศัตรูพืชด้านการเกษตรแล้ว เชื้อราบิวเวอร์เรีย บางสายพันธุ์ยังมีประสิทธิภาพต่อตัวเรือดและปลวกด้วย โดยก่อนที่จะซื้อสายพันธุ์ที่มีขายอยู่ ให้ศึกษาหรืออ่านป้ายฉลากเพื่อดูว่าสายพันธุ์นั้นมีประสิทธิภาพต่อแมลงประเภทไหน การค้นคว้าส่วนใหญ่จะอยู่ที่คุณสมบัติในการฆ่าแมลง แต่ก็มีการค้นคว้าบางอย่างที่แสดงให้เห็นว่า บิวเวอร์เรีย มีประสิทธิภาพในการต่อต้านเชื้อราในดินเช่น *Rhizoctonia* ที่เป็นเชื้อราก่อโรคและเป็นสาเหตุของโรคเน่าคอดิน รากเน่า และภาวะอื่นๆที่ทำให้เกิดโรคในพืชหลายชนิด (Ownley, 2014)

(จากซ้ายไปขวา) **ภาพที่ 1:** โรคเหี่ยวในต้นมะเขือเทศ เชื้อรา *Fusarium oxysporum* เป็นเชื้อราก่อโรคที่มีผลต่อต้นพืชหลายร้อยชนิด (ภาพโดย: Mercure, 1998) **ภาพที่ 2:** ลักษณะ 'white bloom' ของเชื้อราบิวเวอร์เรียในภาวะที่ขึ้นกว่าปกติ (ภาพโดย: Surendra, 2013)

**ภาพที่ 3:** เชื้อราไตรโคเดอร์มาที่เกิดขึ้นเป็นธรรมชาติบนเปลือกไม้ (ภาพโดย: Samuels, 2014)



### เชื้อราไตรโคเดอร์มา (*Trichoderma* sp.)

เชื้อราไตรโคเดอร์มา เป็นเชื้อราชนิดหนึ่งเช่นกันที่พบได้ทุกแห่งในโลกนี้ โดยมีชนิดที่แตกต่างกันไปตามพื้นที่ และมีชื่อสกุลต่างจากชนิดอื่น ชนิดต่างๆ ที่พบบนนั้นมักจะอยู่ห่างจากดินที่ใช้ในการเกษตรหรือพบเห็นได้เป็นจุดสีเขียวบนเปลือกไม้และไม้ที่ผุพังแล้ว (ภาพที่ 3) มีเชื้อราไตรโคเดอร์มาหลายสายพันธุ์ที่ได้รับการพัฒนาให้เป็นตัวควบคุมทางชีวภาพหรือจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ โดยไตรโคเดอร์มา ในฐานะตัวย่อยสลายสามารถนำไปใช้เร่งขบวนการในกองปุ๋ยหมัก และมีประสิทธิภาพมากที่สุดในการนำไปใช้คลุมเมล็ดพันธุ์ ป้องกันความเสียหายที่จะเกิดจากเชื้อราชนิดอื่นที่จะทำลายต้นอ่อนของพืชที่กำลังงอกออกจากเมล็ด ซึ่งในบทบาทนี้ ไตรโคเดอร์มาเป็นทางเลือกที่ดีว่าการคลุมเมล็ดพันธุ์ด้วยสารเคมี ซึ่งแม้ทั้งสองวิธีจะช่วยในการงอกของเมล็ดพันธุ์ แต่ไตรโคเดอร์มาจะคงอยู่ในดินและพืช และเป็นประโยชน์ในระยะยาวมากกว่าการใช้สารเคมี (Herman, 1997) ในขณะที่การฉีดพ่นไตรโคเดอร์มา ที่เป็นสารละลายจะได้ประโยชน์มากที่สุดเมื่อนำไปใช้กับดอกเมื่อต้องการป้องกันการเติบโตของเชื้อราที่ทำให้ผลติดน้อยลง

ก่อนหน้านี้ไม่นาน มีความเข้าใจว่าประโยชน์ของเชื้อราไตรโคเดอร์มา มาจากความสามารถในการผลิตเอนไซม์ที่โจมตีและทำลายสารประกอบไคติน ซึ่งเป็นส่วนประกอบโครงสร้างในผนังเซลล์ของเชื้อราและแมลง อย่างไรก็ตามจากการศึกษาเมื่อไม่นานมานี้แสดงให้เห็นว่าประโยชน์มากมายของไตรโคเดอร์มา เกิดขึ้นเนื่องจากกลไกต่างๆ (Contreras-Cornejo, 2009) ที่ช่วยส่งเสริมการผลิตชีวมวลในพืชและการเติบโตของรากแขนง ผ่านปฏิกิริยาที่ส่งเสริมการผลิออกซินในพืชที่เชื้อราอาศัยอยู่ ซึ่งออกซินนี้เป็นฮอร์โมนชนิดหนึ่งในพืชที่จำเป็นในการเติบโตและพัฒนาการของพืช เชื้อราไตรโคเดอร์มาสามารถสร้างความสัมพันธ์แบบการอยู่ร่วมกันกับพืชบางชนิด บางครั้งสามารถอยู่อาศัยภายในระบบท่อลำเลียงและระหว่างเซลล์ของพืชได้ (Hermosa, 2011) อีกทั้งช่วยให้พืชมีความต้านทานต่อเชื้อราก่อโรคในใบ (เช่นโรคไหม้ในต้นข้าว) (Studholme, 2012) นอกจากนี้เชื้อราไตรโคเดอร์มา ยังช่วยให้พืชทนทานต่อภาวะเครียดจากสภาพแวดล้อมได้ดีกว่าถ้าเปรียบเทียบกับพืชที่ไม่ได้รับเชื้อราไตรโคเดอร์มา (Hermosa, 2011) แต่อย่างไรก็ตาม ความสามารถในการต่อสู้กับเชื้อราอาจทำให้ไตรโคเดอร์มาเป็นอันตรายต่อการปลูกเห็ดที่อยู่ในละแวกใกล้เคียงได้

### การผลิต บิวเวอร์เรีย และไตรโคเดอร์มา

ได้มีการศึกษาในห้องทดลองเกี่ยวกับเส้นใยของทั้งเชื้อราบิวเวอร์เรียและ ไตรโคเดอร์มา และได้มีการแยกสายพันธุ์ที่มีคุณสมบัติที่เป็นประโยชน์มากที่สุดออกไว้ต่างหากเพื่อนำไปขยายพันธุ์ เราสามารถซื้อหาได้ทั่วไปในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ เอนไซม์ที่ผลิตจากเชื้อราเหล่านี้จะต่างกันไปตามสายพันธุ์จึงทำให้ผลที่ได้ไม่เหมือนกันทุกครั้งไป (Contreras-Cornejo, 2009) และด้วยเหตุนี้เราจึงไม่แนะนำให้ท่านเสาะหาและขยายพันธุ์ "ท้องถิ่น" ของท่านเอง แต่เราแนะนำให้ท่านหาวิธีในการสร้างภาวะในดินที่จะส่งเสริมการเติบโตของเชื้อราที่มีประโยชน์ในดินที่ท่านมีอยู่ ซึ่งท่านสามารถทำได้ด้วยการใช้เทคนิคการไถดินให้น้อยที่สุดหรือไม่ต้องไถเลย แต่ให้ใช้วิธีการคลุมดิน และงดการฉีดพ่นยาฆ่าแมลงที่เป็นสารเคมี

สิ่งที่น่าดีใจอย่างหนึ่งคือการผลิตบิวเวอร์เรีย และไตรโคเดอร์มาเพื่อฉีดพ่นเองที่บ้านนั้นสามารถทำได้และไม่ยุ่งยาก ก่อนอื่นให้ซื้อสายพันธุ์ที่มีขายอยู่ในท้องตลาดมา ซึ่งโดยมากมักจะอยู่ในรูปของผงแห้ง ให้ใช้เชื้อราที่ซื้อมานี้เป็นตัวตั้งต้นในการขยายปริมาณทุกครั้ง เพราะเชื้อราสามารถเปลี่ยนแปลงไปได้ง่ายเมื่อถ่ายทอดสปีกกันมาหลายรุ่น ถ้าท่านเพาะเชื้อตัวตั้งต้นอย่างต่อเนื่องด้วยสปอร์จากกลุ่มเชื้อก่อนหน้า หลังจากนั้นไม่กี่วัน ท่านอาจได้เชื้อราบางอย่างที่ต่างจากของเดิมไปมาก (และมีประสิทธิภาพลดลง) ดังนั้นจึงควรใช้สายพันธุ์ที่ซื้อมาทุกครั้งในการขยายปริมาณเพื่อป้องกันการเสี่ยงต่อความเสียหายที่จะเกิดขึ้น

## อุปกรณ์

ระวังและหลีกเลี่ยงไม่ให้เชื้อรา ไม่ว่าจะเป็นเชื้อราที่มีประโยชน์ เข้าสู่ปอดหรือตาของท่าน ดังนั้นจึงควรใส่แว่นตาป้องกัน หน้ากากกันฝุ่น และถุงมือเมื่อทำการเพาะเชื้อ โดยเฉพาะเชื้อราบิวเวอร์เรีย ที่มีผลต่อมนุษย์แม้จะเกิดขึ้นไม่บ่อยนักก็ตาม ซึ่งรายงานของทั้งสี่กรณีที่เคยเกิดขึ้นนั้นเกิดขึ้นเมื่อผู้ได้รับเชื้ออยู่ในภาวะระบบภูมิคุ้มกันที่เป็นระยะอันตรายอยู่แล้ว

อุปกรณ์อีกอย่างที่ต้องมีคือ ข้าวหรือข้าวฟ่างสะอาด น้ำ หม้อหุงข้าว ช้อนทัพพี ถุงพลาสติกใสขนาดใหญ่ หนึ่งยาง เข็ม และผงบิวเวอร์เรียและไตรโคเดอร์มา (ภาพที่ 4)

## ขั้นตอน

1. ผสมข้าวสามส่วนกับน้ำหนึ่งส่วน (3:2) ในหม้อหุงข้าว สามารถใช้ข้าวฟ่างแทนข้าวได้ถ้าราคาถูกกว่าและมีอยู่แล้ว โดยตวงให้เต็มหม้อ แล้วกดปุ่มหุง
2. เมื่อหุงข้าวสุกแล้ว ตักข้าว (ช้อนทัพพี) สองหรือสามช้อนใส่ในถุงพลาสติกใหม่ กดข้าวให้แน่น จากนั้นทำถุงให้แบนแล้วพับปากถุงไว้เพื่อไม่ให้อากาศเข้า (ในอากาศอาจมีสปอร์อย่างอื่นปนเปื้อน) แล้วรอให้ข้าวเย็นจนสามารถเอาตะกั่วหนีงได้
3. เปิดถุงพลาสติก แล้วโรยผงบิวเวอร์เรียหรือไตรโคเดอร์มา บนข้าว (ภาพที่ 5) มัดปากถุงให้สนิทด้วยหนังยาง (ภาพที่ 6) อย่าพยายามใส่ลมทั้งหมดออกจากถุง ผสมข้าวและสปอร์ให้เข้ากัน จากนั้นกดข้าวให้แน่นอีกครั้ง
4. ใช้เข็มจิ้มถุงส่วนบนที่ไม่มีข้าวอยู่ 10-15 รู โดยรูเหล่านี้จะทำให้อากาศเข้าออกได้ หรือไม่อย่างนั้นอาจใช้อีกวิธีเพื่อลดการปนเปื้อนที่จะเกิดขึ้นได้ คือถ้าไม่มีถุงด้วยหนังยางแล้วใช้เข็มเจาะรูที่ถุง ท่านอาจใส่ปากกกลงเข้าไปในท่อพีวีซีขนาด 3 ซม. แล้วใช้ก้อนสำลีหรือเศษผ้าอุดไว้ ก้อนสำลีและเศษผ้าจะช่วยให้การถ่ายเทอากาศและป้องกันการปนเปื้อนด้วยเหมือนกับรูที่เจาะไว้บนถุงที่มัดปากไว้ (ภาพที่ 6)
5. เก็บถุงไว้ในที่สะอาด (ปราศจากเชื้อโรค) ในอาคารที่อุณหภูมิห้อง โดยให้มีแสงสว่างจากธรรมชาติหรือแสงไฟส่องถึง
6. หลังจากนั้นสองวัน ผสมข้าวในถุงให้ทั่วอีกครั้ง แล้วกดให้แน่นไว้อีก
7. หลังจากนั้นเจ็ดวัน เชื้อราควรจะขึ้นเต็มถุง และนำมาใช้ได้ แต่เชื้อราสามารถเก็บไว้ในถุงได้ต่อไปอีก 3-4 อาทิตย์ เชื้อราไตรโคเดอร์มาที่มีสุขภาพดีควรมีกลิ่นหอมหวานเหมือนมะพร้าวและมักจะมีสีเขียวเข้ม (ภาพที่ 8) แต่ก็อาจมีสีขาวหรือเหลืองได้ ส่วนเชื้อราบิวเวอร์เรียจะไม่มีกลิ่นและควรเป็นสีขาว (ภาพที่ 6 ภาพทางขวา)

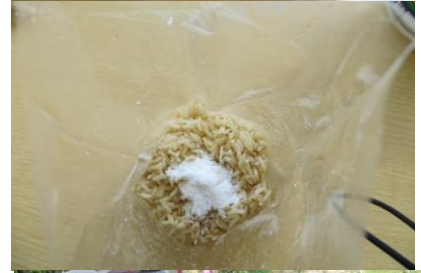
ถ้าถุงนั้นมีเชื้อราอื่นปนเปื้อนอยู่ท่านจะเห็นสีอื่น โดยเฉพาะสีดำ และถ้ามีกลิ่นเหม็นเน่าอย่านำไปใช้ แม้จะมีบางส่วนในถุงที่ดูดี ก็ให้ทิ้งทั้งถุงไป

ถ้ายังพบว่ามีปัญหาอยู่เรื่อยๆ ให้ทดลองทำขบวนการทั้งหมดใหม่ในตู้ปลอดภัยทางชีวภาพหรือเครื่องมือคล้ายๆกันนี้ วิธีการสร้างตู้ปลอดภัยทางชีวภาพด้วยตนเองนั้นท่านสามารถดูได้จาก ECHO ที่ ECHOcommunity.org (ภาพที่ 7)

สำหรับวิธีการเพาะเชื้อ

ข้าวโพดด้วยไตรโคเดอร์มา ท่านสามารถดูได้ที่หัวข้อ "PhilRice," ใน "แหล่งข้อมูลอื่น" ในส่วนเอกสารอ้างอิงเพิ่มเติม

(จากบนลงล่าง) **ภาพที่ 4:** อุปกรณ์ในการผลิตเชื้อราสำหรับฉีดพ่น ภาชนะที่บรรจุเชื้อราบิวเวอร์เรีย (ภาพโดย: บรีอค แมชเบิร์ต) **ภาพที่ 5:** ในข้าวหนึ่งถุงไม่จำเป็นต้องใช้สปอร์จำนวนมากในการขยายปริมาณ (ภาพโดย: บรีอค แมชเบิร์ต) **ภาพที่ 6:** วิธีเก็บสองวิธี ด้านบน: ใช้หนังยางรัดปากถุงแล้วเจาะรูด้านบนของถุง ด้านล่าง: เอาปากกใส่เข้าไปในท่อพีวีซี พับปากกกลงแล้วใช้ก้อนสำลีหรือเศษผ้าอุดรูไว้ (ภาพโดย: บรีอค แมชเบิร์ต) **ภาพที่ 7:** นิเมิต ชมพูทอง ทำงานที่โฮมเมด ไบโอสูดของเอคโค (ภาพโดย: บรีอค แมชเบิร์ต) **ภาพที่ 8:** การผลิตไตรโคเดอร์มาขนาดใหญ่ในประเทศไทย (ภาพโดย: IPM Thailand, 2013)



## การใช้ บิวเวอร์เรียและไตรโคเดอร์มา

เมื่อเชื้อรา ไตรโคเดอร์มาหรือบิวเวอร์เรียในถุงพร้อมที่จะใช้แล้ว ให้ละลายข้าวที่เพาะเชื้อแล้ว 1 กิโลกรัมในน้ำ 200 ลิตร เพื่อทำสารละลายสำหรับฉีดพ่น โดยล้างถุงและข้าวให้สะอาดเพื่อเอาสปอร์ออกมาให้หมด จากนั้นแยกข้าวออกจากน้ำ เมื่อไตรโคเดอร์มาหรือบิวเวอร์เรียผสมกับน้ำแล้วจะต้องใช้ให้หมดหรือถ้าเหลือต้องทิ้งไป เพราะสารละลายที่เหลืออยู่จะไม่มีประสิทธิภาพเมื่อเก็บไว้เป็นเวลานาน

การฉีดพ่นนั้นให้ทำทุกสามหรือสี่วันเมื่อมีแมลงมารบกวน โดยฉีดพ่นด้านล่างของใบเป็นพิเศษ สารละลายที่ฉีดพ่นนี้จะได้ผลดีเมื่อแมลงมีอายุน้อย ให้ทำการฉีดพ่นในสภาพความชื้นสูงและเมื่อสารละลายมีสปอร์อยู่อย่างเข้มข้น เมื่อเชื้อราหรือแมลงศัตรูพืชมีปริมาณที่ควบคุมได้แล้วก็ให้ฉีดพ่นต่อไปอาทิตย์ละครั้ง อย่ายผสมกับน้ำยาฉีดพ่นอื่นๆและหลีกเลี่ยงการฉีดพ่นอย่างอื่นเป็นเวลา 4 วันก่อนหรือหลังการฉีดพ่นไตรโคเดอร์มาหรือบิวเวอร์เรีย (Caldwell, 2013)

ข้าวที่เพาะเชื้อไตรโคเดอร์มาแล้วสามารถนำไปใส่ในกองปุ๋ยหมัก ดินปลูกหรือพื้นที่เพาะปลูก สามวันก่อนการปลูก (อัตรานี้ใช้โดยมหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่, TH: บุญส่ง ธารสีทอง ผู้จัดการแผนกโปรแกรมการเกษตร, เอกโค เอเชีย)

## สรุป

วิธีการทำ "เกษตรธรรมชาติ" ส่งเสริมการใช้ขบวนการทางธรรมชาติเพื่อทดแทนสารเคมีที่อาจมีอันตรายหรือยาฆ่าแมลง ยาฆ่าเชื้อราและปุ๋ยที่ไม่ได้มาจากธรรมชาติ วิธีการเหล่านี้ยังไม่เป็นที่รู้จักกันมากในทางการเกษตรระดับวันตกหรือในวงการวิชาการ แต่ผลที่เกิดขึ้นจากเชื้อราไตรโคเดอร์มาและบิวเวอร์เรียที่ทำหน้าที่เป็นตัวควบคุมทางชีวภาพที่มีประโยชน์นั้นได้มีการศึกษาอย่างกว้างขวางและมีขายอยู่ทั่วไปทุกแห่งในโลก เชื้อราทั้งสองชนิดนี้ผลิตได้ง่ายด้วยต้นทุนต่ำ และมีศักยภาพจนทำให้ได้รับความสนใจในโลกวิชาการและท่ามกลางเกษตรกรในเอเชีย

## อ้างอิง

- Caldwell, B., Sideman, E., Seaman, A., Shelton, A., Smart, C. 2013. *Resource guide for organic insect and disease management*, 2nd edition. Cornell University, Ithaca, NY: Arnold Printing Corp.
- Contreras-Cornejo, H., Macias-Rodriguez, L., Cortes-Penagos, C., Lopez-Bucio, J. 2009. *Trichoderma virens*, a plant beneficial fungus, enhances biomass production and promotes lateral root growth through an auxin-dependent mechanism in arabidopsis. *Plant Physiology*, 3(149), 1579-1592. doi: PMC2649400
- Harman, G. 1997. *Trichoderma* for biocontrol of plant pathogens: from basic research to commercialized products. Informally published manuscript, Departments of Horticultural Science and of Plant Pathology, Cornell University, Geneva, NY, Available: <http://web.entomology.cornell.edu/shelton/cornell-biocontrol-conf/talks/harman.html>
- Hermosa, R. 2011. Plant-beneficial effects of *Trichoderma* and of its genes. *Microbiology*,158(1), 17-25. Available: <http://mic.sgmjournals.org/content/158/1/17.long>
- IPM Thailand. 2013. *Trichoderma*. Available: [http://thailand.ipm-info.org/natural\\_enemies/pathogens/trichoderma.htm](http://thailand.ipm-info.org/natural_enemies/pathogens/trichoderma.htm)
- Langle, T. *Beauveria bassiana* (bals.-criv.) vuill. – a biocontrol agent with more than 100 years of history of safe use. Agriculture and Agrifood Canada, Pest Management Center. Available: [http://www.rebeca-net.de/downloads/Beauveria\\_bassiana.pdf](http://www.rebeca-net.de/downloads/Beauveria_bassiana.pdf)
- Mercure, P. 1998. Vascular wilts of tomato. Department of Extension, University of Connecticut, Storrs, CT, Available: [http://ipm.uconn.edu/documents/raw2/Vascular Wilts of Tomato/Vascular Wilts of Tomato.php?aid=37](http://ipm.uconn.edu/documents/raw2/Vascular%20Wilts%20of%20Tomato/Vascular%20Wilts%20of%20Tomato.php?aid=37)
- Ownley, B., Pereira, R., Klingeman, W., Quigley, N., Leckie, B. 2004. *Beauveria bassiana*, a dual purpose biocontrol organism, with activity against insect pests and plant pathogens. *Emerging concepts in plant health management 2004* (pp. 255-269).
- Studholme, D., Harris, B., Le Cocq, K., Winsbury, R., Perera, V., Ryder, L., Ward, J., Beale, M., Thornton, C., Grant, M. 2012. Investigating the beneficial traits of *Trichoderma hamatum* gd12 for sustainable agriculture—insights from genomics. *Frontiers of Plant Science*, 4(258), doi: PMC3726867
- Surendra, D. 2013. An update on the bagrada bug. Unpublished raw data, Department of Agriculture and Natural Resources, University of California, Available: <http://ucanr.edu/blogs/blogcore/postdetail.cfm?postnum=9531>

### แหล่งข้อมูลอื่นๆ

- Hayes, Dr. C. 1998. *Trichoderma harzianum*, strain T-22. Department of Entomology, University of Wisconsin, Madison, WI. *Biological Control News*. Available: <http://www.entomology.wisc.edu/mbcn/kyf504.html>
- Kasetsart University Research and Development Institute. 2012. Useful of *Trichoderma*. Available: <http://www.youtube.com/watch?v=jIwM9LpHI5I>
- Mahr, S. 1997. The entomopathogen *Beauveria bassiana*. Department of Entomology, University of Wisconsin, Madison, WI, *Biological Control News*. Available: <http://www.entomology.wisc.edu/mbcn/kyf410.html>
- PhilRice. " *Trichoderma: Biofungicide for vegetables.*" Rice Technology Bulletin No. 62: 18p., October 2009. Available, <http://www.scribd.com/doc/61293557/TB62-Trichoderma-Biofungicide-for-vegetables>.
- Samuels, G.J., Chaverri, P., Farr, D.F., & McCray, E.B. 2014. *Trichoderma*. Online, Systematic Mycology and Microbiology Laboratory, ARS, USDA. Retrieved January 7, 2014. Available: <http://nt.ars-grin.gov/taxadescriptions/keys/TrichodermaIndex.cfm>
- Samuels, G.J. United States Department of Agriculture, Agriculture Research Service. 2000. *Trichoderma stromaticum* sp. nov., a parasite of the cacao witches broom pathogen. Available: <http://www.ars.usda.gov/Research/docs.htm?docid=10933>