



## สรุปและวิจารณ์

ประเทศไทยที่ปลูกเชื้อรา *Trichoderma* spp. พบว่ามีกิจกรรมของเอนไซม์ chitinase,  $\beta$ -1,3-glucanase และ protease เพิ่มขึ้นในวันที่ 15 เกือบทุกไอโซเลต โดยกิจกรรมในวันที่ 15 สูงกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุมในวันแรกหลังการปลูกเชื้อ ไอโซเลตที่มีแนวโน้มของกิจกรรมของเอนไซม์ chitinase เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องได้แก่ ไอโซเลต T25, T10 และ T24 สำหรับกิจกรรมของเอนไซม์  $\beta$ -1,3-glucanase นั้น ไอโซเลตที่สามารถกระตุ้นกิจกรรมเอนไซม์ในประเทศไทยให้เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องได้แก่ ไอโซเลต T10, T13 และ T25 และสำหรับกิจกรรมของเอนไซม์ protease นั้น ไอโซเลต T20, T24 และ T18 สามารถกระตุ้นให้มีกิจกรรมของเอนไซม์เพิ่มมากขึ้นเช่นกัน การผลึกษานี้ชี้ให้เห็นประสิทธิภาพของเชื้อรา *Trichoderma* spp. ที่มีประสิทธิภาพในการกระตุ้นให้ประเทศไทยสร้างเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการย่อยสลายผนังเซลล์ของเชื้อราสาเหตุโรคพืช ซึ่งสามารถนำเชื้อรา *Trichoderma* spp. นี้ไปประยุกต์ใช้ในการควบคุมโรคพืชต่อไป

จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่ากิจกรรมของเอนไซม์ chitinase จะสูงกว่า  $\beta$ -1,3-glucanase ทั้งนี้อาจเป็นเพราะเอนไซม์ chitinase เป็นเอนไซม์ที่สามารถกระตุ้นด้วย substrate ที่เป็นไคติน ซึ่งมีความเป็นไปได้ว่าเส้นใยของเชื้อรา *Trichoderma* spp. ซึ่งมีไคตินเป็นองค์ประกอบนั้นไปกระตุ้นให้รากพืชผลิตเอนไซม์ chitinase มากขึ้น (Giri et al, 1998) และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นค่อนข้างคงที่ ส่วนเอนไซม์  $\beta$ -1,3-glucanase มีกิจกรรมของเอนไซม์สูงสุดแตกต่างกันในแต่ละไอโซเลตและเมื่อเทียบกับกรรมวิธีควบคุมเห็นว่าไม่แตกต่างกันมากอาจเนื่องจากว่าเป็นเอนไซม์ที่ไม่สามารถกระตุ้นด้วย substrate (Sameer et al, 1996) และพบว่าไอโซเลต T20 (*T. harzianum*) สามารถชักนำให้เกิดกิจกรรมของเอนไซม์ protease มากที่สุดซึ่งสอดคล้องกับงานทดลองของ Janice และ Carlo (2002) ที่ใช้เชื้อรา *T. harzianum* กระตุ้นให้เกิดกิจกรรมของเอนไซม์ protease เพื่อใช้ในการควบคุมโรคพุ่มไม้กวาดแม่เมดของต้นโกโก้

จากผลของการศึกษานี้ชี้ให้เห็นประสิทธิภาพของเชื้อรา *Trichoderma* spp. ที่มีประสิทธิภาพในการกระตุ้นให้ประเทศไทยสร้างเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการย่อยสลายผนังเซลล์ของเชื้อราสาเหตุโรคพืช ซึ่งเป็นการกระตุ้นความต้านทานแบบ systemic acquired resistance (SAR) ที่มีผู้รายงานไว้ก่อนหน้านี้แล้ว (Van Loon et al, 1998; Parker, 2000 and Heil and Bostock, 2002) ซึ่งผลการทดลองนี้ได้สอดคล้องไปในทิศทางเดียวกัน ทั้งนี้ในการทดลองนี้เป็นการใช้เชื้อรา *Trichoderma* spp. ไอโซเลตที่แยกได้จากภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ซึ่งน่าจะมีการปรับตัวในสภาพแวดล้อมในตะวันออกเฉียงเหนือได้ดี

ผลการทดลองที่ได้มีความสอดคล้องกับการศึกษาของ Charirak และคณะ (2008) และ Saksirirat และคณะ (2009) ซึ่งได้ศึกษาการชักนำให้ต้นมะเขือเทศมีความต้านทานต่อโรคใบจุดที่เกิดจากเชื้อรา *Stemphylium solani* และเชื้อแบคทีเรีย *Xanthomonas vesicatoria* pv. *vesicatoria* โดยใช้เชื้อรา *Trichoderma* พบว่าต้นมะเขือเทศที่ปลูกเชื้อรา *Trichoderma* ไอโซเลต T18 สามารถลด

จำนวนแผลจุดที่เกิดจากเชื้อรา *S. solani* ได้ 19.23 เปอร์เซ็นต์ ส่วนเชื้อรา *Trichoderma* ไอโซเลต T9 สามารถลดจำนวนจุดเนื้อเยื่อตายบนใบมะเขือเทศได้ที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย *X. vesicatoria* pv. *vesicatoria* ได้ 62.30 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้พบว่าต้นมะเขือเทศมีกิจกรรมของเอนไซม์ chitinase และ  $\beta$ -1,3-glucanase เพิ่มขึ้นที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุม หลังจากปลูกเชื้อเป็นเวลา 14 วัน ซึ่งลักษณะคล้ายกันนี้พบในพืชตระกูลแตงที่ศึกษาครั้งนี้ด้วย

แนวทางในการนำเชื้อรา *Trichoderma* spp. ไปใช้ในแปลงปลูกจริงในปัจจุบัน มีหลายวิธีที่นิยมใช้เช่นการเตรียมหัวเชื้อในรูปแบบต่างๆ เช่นเลี้ยงเชื้อบนข้าวฟ่างนึ่ง ข้าวเปลือกนึ่ง ข้าวสายนึ่ง เป็นต้น ซึ่งเป็นวิธีที่ผลิตได้ง่าย การนำไปใช้ในแปลงนอกจากจะได้ประโยชน์ในการส่งเสริมความแข็งแรงแก่ต้นพืชแล้ว ขณะที่เชื้อรา *Trichoderma* spp. เจริญอยู่ในดินและอาศัยเศษซากพืชเป็นอาหาร ในเวลาเดียวกันยังสามารถป้องกันเชื้อราที่เข้ามาทำลายระบบรากของพืชเช่น เชื้อรา *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* สาเหตุโรคเหี่ยวเหลืองของมะเขือเทศ เชื้อรา *Sclerotium rolfsii* สาเหตุโรคโคนเน่าในพืชหลายชนิด (พรพรรณ, 2543) และจากงานทดลองของ วีระศักดิ์ และระวีวรรณ (2529) ที่ศึกษาถึงการใช้เชื้อรา *Trichoderma* spp. ควบคุมโรคเน่าของมะเขือเทศ พริก กระเทียมและถั่วลิสง ที่เกิดจากเชื้อรา *S. rolfsii* พบว่า สามารถควบคุมโรคเน่าได้เป็นที่น่าพอใจ เช่นเดียวกับ จิระเดช และคณะ (2536) ที่ศึกษาการใช้เชื้อรา *Trichoderma* spp. ที่ผ่านการทดสอบประสิทธิภาพในระดับห้องปฏิบัติการและเรือนปลูกพืชทดลอง ใส่ลงบริเวณโคนต้นมะเขือเทศที่ปลูกในแปลงขนาดเล็กและขนาดใหญ่ พบว่าควบคุมโรคโคนเน่าที่เกิดจากเชื้อรา *S. rolfsii* ได้และ Saksirirat และคณะ (1996) ได้ทดสอบการควบคุมโรคโคนเน่าที่เกิดจากเชื้อรา *S. rolfsii* ด้วยเชื้อราปฏิปักษ์ *T. harzianum* (T20) ในสภาพแปลงปลูกทำให้ต้นมะเขือเทศรอดตาย 61.1% หรือแม้กระทั่งการนำเชื้อรา *Trichoderma* spp. ไปใช้ร่วมกับเชื้อจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ชนิดอื่น เช่น *Streptomyces* sp. และ *Bacillus* sp. ก็ไม่ส่งผลต่อการเป็นเชื้อปฏิปักษ์ของเชื้อรา *Trichoderma* spp. (อรอุษา, 2551) ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการนำเชื้อนี้ไปใช้ในระดับแปลงปลูก ทั้งนี้ในการทดลองนี้เป็นการใช้เชื้อรา *Trichoderma* spp. ที่เป็นไอโซเลตที่แยกจากภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งน่าจะมีการปรับตัวในสภาพแวดล้อมของภาคตะวันออกเฉียงเหนือได้ดี อย่างไรก็ตาม การใช้เชื้อรา *Trichoderma* spp. ควบคุมโรคพืช เป็นวิธีการทางชีวภาพหรือชีววิธีที่ต้องใช้ตัวเชื้อซึ่งยังคงมีชีวิตอยู่ จึงต้องพึงพาอาศัยสภาวะแวดล้อม และปัจจัยต่างๆ อีกหลายประการ นอกเหนือไปจากคุณภาพและประสิทธิภาพของตัวเชื้อรา *Trichoderma* spp. เอง ดังนั้นการใช้เชื้อรา *Trichoderma* spp. ควบคุมโรคพืชให้ประสบผลสำเร็จ จึงต้องให้ความสนใจและเข้าใจอย่างจริงจัง ในรายละเอียดต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยต่างๆ ซึ่งอาจมีผลกระทบต่อการดำเนินกิจกรรมทางชีวเคมีรวมทั้งการดำรงชีพของเชื้อรา *Trichoderma* spp. ในสภาพแวดล้อมของดินที่ใช้ปลูกพืช การนำเชื้อรา *Trichoderma* spp. ใส่ลงไปในดิน นอกจากจะสามารถควบคุมโรคพืชทางดินได้โดยตรงแล้ว ยังสามารถในการชักนำให้ต้นมะเขือเทศสร้างเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการย่อยสลายผนังเซลล์ของเชื้อราสาเหตุโรคพืช นั่นก็คือเอนไซม์ chitinase และ  $\beta$ -1,3-glucanase ซึ่งเป็นการกระตุ้นความต้านทานในต้นมะเขือเทศแบบ systemic acquired resistance (SAR) (Van Loon and Van Strien, 1999; Parker, 2000;

and Heil and Bostock, 2002) การศึกษาครั้งนี้ชี้ให้เห็นถึงประสิทธิภาพของเชื้อราปฏิปักษ์ *Trichoderma* spp. ซึ่งได้ตรวจสอบว่ามีประสิทธิภาพในการควบคุมโรคเหี่ยวเหลืองของมะเขือเทศที่เกิดจากเชื้อ *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* แล้ว ยังสามารถชักนำให้ต้นแตงเทศ สร้างเอนไซม์ย่อยสลายที่เป็นกลไกหนึ่งของการกระตุ้นความต้านทานโรค (induce systemic resistance) อีกด้วย

### กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่ได้สนับสนุนทุนวิจัยประเภททุนอุดหนุนทั่วไป ประจำปีงบประมาณ 2553 ศูนย์วิจัยเทคโนโลยีชีวภาพทางการเกษตรเพื่อเศรษฐกิจที่ยั่งยืน และศูนย์เทคโนโลยีชีวภาพเกษตร มหาวิทยาลัยรวม มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่เอื้อเพื่อการใช้เครื่องมือและห้องปฏิบัติการ

## สรุปและวิจารณ์

แต่งเทศที่ปลูกเชื้อรา *Trichoderma* spp. พบว่ามีกิจกรรมของเอนไซม์ chitinase,  $\beta$ -1,3-glucanase และ protease เพิ่มขึ้นในวันที่ 15 เกือบทุกไอโซเลต โดยกิจกรรมในวันที่ 15 สูงกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุมในวันแรกหลังการปลูกเชื้อ ไอโซเลตที่มีแนวโน้มของกิจกรรมของเอนไซม์ chitinase เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องได้แก่ ไอโซเลต T25, T10 และ T24 สำหรับกิจกรรมของเอนไซม์  $\beta$ -1,3-glucanase นั้น ไอโซเลตที่สามารถกระตุ้นกิจกรรมเอนไซม์ในแต่งเทศให้เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องได้แก่ ไอโซเลต T10, T13 และ T25 และสำหรับกิจกรรมของเอนไซม์ protease นั้น ไอโซเลต T20, T24 และ T18 สามารถกระตุ้นให้มีกิจกรรมของเอนไซม์เพิ่มมากขึ้นเช่นกัน การผลศึกษานี้ชี้ให้เห็นประสิทธิภาพของเชื้อรา *Trichoderma* spp. ที่มีประสิทธิภาพในการกระตุ้นให้แต่งเทศสร้างเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการย่อยสลายผนังเซลล์ของเชื้อราสาเหตุโรคพืช ซึ่งสามารถนำเชื้อรา *Trichoderma* spp. นี้ไปประยุกต์ใช้ในการควบคุมโรคพืชต่อไป

จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่ากิจกรรมของเอนไซม์ chitinase จะสูงกว่า  $\beta$ -1,3-glucanase ทั้งนี้อาจเป็นเพราะเอนไซม์ chitinase เป็นเอนไซม์ที่สามารถกระตุ้นด้วย substrate ที่เป็นไคติน ซึ่งมีความเป็นไปได้ว่าเส้นใยของเชื้อรา *Trichoderma* spp. ซึ่งมีไคตินเป็นองค์ประกอบนั้นไปกระตุ้นให้รากพืชผลิตเอนไซม์ chitinase มากขึ้น (Giri et al, 1998) และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นค่อนข้างคงที่ ส่วนเอนไซม์  $\beta$ -1,3-glucanase มีกิจกรรมของเอนไซม์สูงสุดแตกต่างกันในแต่ละไอโซเลตและเมื่อเทียบกับกรรมวิธีควบคุมเห็นว่าไม่แตกต่างกันมากอาจเนื่องจากว่าเป็นเอนไซม์ที่ไม่สามารถกระตุ้นด้วย substrate (Sameer et al, 1996) และพบว่าไอโซเลต T20 (*T. harzianum*) สามารถชักนำให้เกิดกิจกรรมของเอนไซม์ protease มากที่สุดซึ่งสอดคล้องกับงานทดลองของ Janice และ Carlo (2002) ที่ใช้เชื้อรา *T. harzianum* กระตุ้นให้เกิดกิจกรรมของเอนไซม์ protease เพื่อใช้ในการควบคุมโรคพุ่มไม้กวาดแม่ผดของต้นโกโก้

จากผลของการศึกษานี้ชี้ให้เห็นประสิทธิภาพของเชื้อรา *Trichoderma* spp. ที่มีประสิทธิภาพในการกระตุ้นให้แต่งเทศสร้างเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการย่อยสลายผนังเซลล์ของเชื้อราสาเหตุโรคพืช ซึ่งเป็นการกระตุ้นความต้านทานแบบ systemic acquired resistance (SAR) ที่มีผู้รายงานไว้ก่อนหน้านี้แล้ว (Van Loon et al, 1998; Parker, 2000 and Heil and Bostock, 2002) ซึ่งผลการทดลองนี้ได้สอดคล้องไปในทิศทางเดียวกัน ทั้งนี้ในการทดลองนี้เป็นการใช้เชื้อรา *Trichoderma* spp. ไอโซเลตที่แยกได้จากภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ซึ่งน่าจะมีการปรับตัวในสภาพแวดล้อมในตะวันออกเฉียงเหนือได้ดี

ผลการทดลองที่ได้มีความสอดคล้องกับการศึกษาของ Charirak และคณะ (2008) และ Saksirirat และคณะ (2009) ซึ่งได้ศึกษาการชักนำให้ต้นมะเขือเทศมีความต้านทานต่อโรคใบจุดที่เกิดจากเชื้อรา *Stemphylium solani* และเชื้อแบคทีเรีย *Xanthomonas vesicatoria* pv. *vesicatoria* โดยใช้เชื้อรา *Trichoderma* พบว่าต้นมะเขือเทศที่ปลูกเชื้อรา *Trichoderma* ไอโซเลต T18 สามารถลด

จำนวนแผลจุดที่เกิดจากเชื้อรา *S. solani* ได้ 19.23 เปอร์เซ็นต์ ส่วนเชื้อรา *Trichoderma* ไอโซเลต T9 สามารถลดจำนวนจุดเนื้อเยื่อตายบนใบมะเขือเทศได้ที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย *X. vesicatoria* pv. *vesicatoria* ได้ 62.30 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้พบว่าต้นมะเขือเทศมีกิจกรรมของเอนไซม์ chitinase และ  $\beta$ -1,3-glucanase เพิ่มขึ้นที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุม หลังจากปลูกเชื้อเป็นเวลา 14 วัน ซึ่งลักษณะคล้ายกันนี้พบในพืชตระกูลแตงที่ศึกษาครั้งนี้ด้วย

แนวทางในการนำเชื้อรา *Trichoderma* spp. ไปใช้ในแปลงปลูกจริงในปัจจุบัน มีหลายวิธีที่นิยมใช้เช่นการเตรียมหัวเชื้อในรูปแบบต่างๆ เช่นเลี้ยงเชื้อบนข้าวฟ่างนึ่ง ข้าวเปลือกนึ่ง ข้าวสายนึ่ง เป็นต้น ซึ่งเป็นวิธีที่ผลิตได้ง่าย การนำไปใช้ในแปลงนอกจากจะได้ประโยชน์ในการส่งเสริมความแข็งแรงแก่ต้นพืชแล้ว ขณะที่เชื้อรา *Trichoderma* spp. เจริญอยู่ในดินและอาศัยเศษซากพืชเป็นอาหาร ในเวลาเดียวกันยังสามารถป้องกันเชื้อราที่เข้ามาทำลายระบบรากของพืชเช่น เชื้อรา *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* สาเหตุโรคเหี่ยวเหลืองของมะเขือเทศ เชื้อรา *Sclerotium rolfsii* สาเหตุโรคริ้นเน่าในพืชหลายชนิด (พรพชร, 2543) และจากงานทดลองของ วีระศักดิ์ และระวีวรรณ (2529) ที่ศึกษาถึงการใช้เชื้อรา *Trichoderma* spp. ควบคุมโรคเน่าของมะเขือเทศ พริก กระเทียมและถั่วลิสง ที่เกิดจากเชื้อรา *S. rolfsii* พบว่า สามารถควบคุมโรคเน่าได้เป็นที่น่าพอใจ เช่นเดียวกับ จิระเดช และคณะ (2536) ที่ศึกษาการใช้เชื้อรา *Trichoderma* spp. ที่ผ่านการทดสอบประสิทธิภาพในระดับห้องปฏิบัติการและเรือนปลูกพืชทดลอง ใส่ลงบริเวณโคนต้นมะเขือเทศที่ปลูกในแปลงขนาดเล็กและขนาดใหญ่ พบว่าควบคุมโรคโคนเน่าที่เกิดจากเชื้อรา *S. rolfsii* ได้และ Saksiriat และคณะ (1996) ได้ทดสอบการควบคุมโรคโคนเน่าที่เกิดจากเชื้อรา *S. rolfsii* ด้วยเชื้อราปฏิปักษ์ *T. harzianum* (T20) ในสภาพแปลงปลูกทำให้ต้นมะเขือเทศรอดตาย 61.1% หรือแม้กระทั่งการนำเชื้อรา *Trichoderma* spp. ไปใช้ร่วมกับเชื้อจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ชนิดอื่น เช่น *Streptomyces* sp. และ *Bacillus* sp. ก็ไม่ส่งผลต่อการเป็นเชื้อปฏิปักษ์ของเชื้อรา *Trichoderma* spp. (อรอุษา, 2551) ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการนำเชื้อนี้ไปใช้ในระดับแปลงปลูก ทั้งนี้ในการทดลองนี้เป็นการใช้เชื้อรา *Trichoderma* spp. ที่เป็นไอโซเลตที่แยกจากภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งน่าจะมีการปรับตัวในสภาพแวดล้อมของภาคตะวันออกเฉียงเหนือได้ดี อย่างไรก็ตาม การใช้เชื้อรา *Trichoderma* spp. ควบคุมโรคพืช เป็นวิธีการทางชีวภาพหรือชีววิธีที่ต้องใช้ตัวเชื้อซึ่งยังคงมีชีวิตอยู่ จึงต้องพึงพาอาศัยสภาวะแวดล้อม และปัจจัยต่างๆ อีกหลายประการ นอกเหนือไปจากคุณภาพและประสิทธิภาพของตัวเชื้อรา *Trichoderma* spp. เอง ดังนั้นการใช้เชื้อรา *Trichoderma* spp. ควบคุมโรคพืชให้ประสบผลสำเร็จ จึงต้องให้ความสนใจและเข้าใจอย่างจริงจัง ในรายละเอียดต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยต่างๆ ซึ่งอาจมีผลกระทบต่อการดำเนินกิจกรรมทางชีวเคมีรวมทั้งการดำรงชีพของเชื้อรา *Trichoderma* spp. ในสภาพแวดล้อมของดินที่ใช้ปลูกพืช การนำเชื้อรา *Trichoderma* spp. ใส่ลงไปในดิน นอกจากจะสามารถควบคุมโรคพืชทางดินได้โดยตรงแล้ว ยังสามารถในการชักนำให้ต้นมะเขือเทศสร้างเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการย่อยสลายผนังเซลล์ของเชื้อราสาเหตุโรคพืช นั่นก็คือเอนไซม์ chitinase และ  $\beta$ -1,3-glucanase ซึ่งเป็นการกระตุ้นความต้านทานในต้นมะเขือเทศแบบ systemic acquired resistance (SAR) (Van Loon and Van Strien, 1999; Parker, 2000;

and Heil and Bostock, 2002) การศึกษาครั้งนี้ชี้ให้เห็นถึงประสิทธิภาพของเชื้อราปฏิปักษ์ *Trichoderma* spp. ซึ่งได้ตรวจสอบว่ามีประสิทธิภาพในการควบคุมโรคเหี่ยวเหลืองของมะเขือเทศที่เกิดจากเชื้อ *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* แล้ว ยังสามารถชักนำให้ต้นแดงเทศ สร้างเอนไซม์ย่อยสลายที่เป็นกลไกหนึ่งของการกระตุ้นความต้านทานโรค (induce systemic resistance) อีกด้วย

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่ได้สนับสนุนทุนวิจัยประเภททุนอุดหนุนทั่วไป ประจำปีงบประมาณ 2553 ศูนย์วิจัยเทคโนโลยีชีวภาพทางการแพทย์เพื่อเศรษฐกิจที่ยั่งยืน และศูนย์เทคโนโลยีชีวภาพเกษตร มหาวิทยาลัยร่วม มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่เอื้อเพื่อการใช้เครื่องมือและห้องปฏิบัติการ

