



การฝึกอบรมเฉพาะทาง
เทคโนโลยีชีวภาพการเกษตร
ด้านการ **เพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ**
และ **เซลล์พืช**
และด้าน **พันธุศาสตร์** โมเลกุลพืช

เพื่อการพัฒนาศักยภาพทาง
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสำหรับเยาวชนไทย

โดย

บ้านวิทยาศาสตร์สิรินธร

สวทช
NSTDA



บ้านวิทยาศาสตร์สิรินธรได้จัดสร้างขึ้นเพื่อเป็นแหล่งเรียนรู้ฝึกฝน บ่มเพาะทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสำหรับเด็กและเยาวชน เพื่อพัฒนาให้เด็กและเยาวชนที่สนใจและมีความสามารถทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้พัฒนาความสามารถอย่างเป็นระบบ และมีความพร้อมที่จะก้าวเข้าสู่เส้นทางวิชาชีพวิจัย

บ้านวิทยาศาสตร์สิรินธรได้ร่วมมือกับศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ พัฒนาการฝึกอบรมเฉพาะทางเทคโนโลยีชีวภาพการเกษตรด้านการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อและเซลล์พืชและด้านพันธุศาสตร์โมเลกุลพืช โดยมีจุดมุ่งหมายที่จะบ่มเพาะเยาวชนที่สนใจงานวิจัยเทคโนโลยีชีวภาพด้านพืช ให้เรียนรู้ และฝึกฝนเทคนิคการวิจัยเทคโนโลยีชีวภาพด้านพืช ตั้งแต่ขั้นพื้นฐานจนถึงขั้นสูง ซึ่งนอกจากเยาวชนจะได้มีโอกาสได้รับการบ่มเพาะและพัฒนาอย่างเป็นระบบแล้ว เยาวชนจะได้ลงมือปฏิบัติและฝึกฝนทักษะการวิจัยและการใช้เครื่องมือการวิจัยในห้องปฏิบัติการที่มีมาตรฐานภายใต้การดูแลและให้คำปรึกษาจากทีมนักวิจัยอีกด้วย





ความเชื่อมโยงของทั้งสองเทคโนโลยี

การฝึกอบรมเฉพาะทางเทคโนโลยีด้านพันธุศาสตร์โมเลกุลพืช เป็นหลักสูตรที่มีการเชื่อมโยงของสาขาวิชาหลากหลายด้าน โดยเฉพาะการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ หรือ Tissue Culture ซึ่งหมายถึงการนำส่วนใดส่วนหนึ่งของพืช รวมทั้งเซลล์มาเลี้ยงในอาหารสังเคราะห์ที่อุดมไปด้วยธาตุอาหารที่สำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืช ในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมและปลอดเชื้อ เทคนิคนี้จึงถือได้ว่ามีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง เนื่องจากเป็นเทคโนโลยีขั้นพื้นฐานเพื่อเป็นแหล่งผลิตวัตถุดิบสำหรับการวิจัย ค้นคว้าและทดสอบหน้าที่ของยีนหรือการถ่ายโอนยีน ที่สามารถทดลองได้ทั้งในรูปแบบของเนื้อเยื่อพืชที่ได้จากส่วนต่างๆ ของพืช เอ็มบริโอ (embryo) หรือแม้กระทั่งระดับเซลล์พืชที่มีเพียงเยื่อเมมเบรนบางๆ หุ้มเซลล์ที่เรียกว่า โปรโตพลาส (protoplast) และด้วยวิธีการของการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อในอาหารสังเคราะห์นั่นเอง จึงได้มีการสร้างผลงานวิจัยให้เป็นที่ประจักษ์ทั้งในด้านการเกษตรและอาหารมากมาย เช่นการสร้างพืชสายพันธุ์ที่ต้านทานต่อการเข้าทำลายของแมลง ทำให้ลดการใช้สารเคมีและลดการทำลายสิ่งแวดล้อม การชะลอการสุกของมะเขือเทศหรือผลไม้เพื่อสามารถเก็บรักษาได้นานขึ้น การพัฒนาพันธุ์พืชที่สามารถผลิตสารสำคัญเพื่อผลิตวัคซีนหรือวิตามิน เป็นต้น การศึกษาทางด้านการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อและพันธุศาสตร์โมเลกุล จึงเป็นสาขาวิชาที่มีความสัมพันธ์และสอดคล้องกันอย่างเห็นว่น



1 วัตถุประสงค์

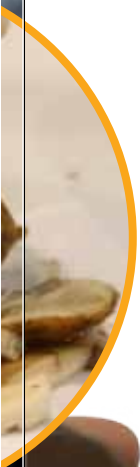




✿ เพื่อให้ผู้เข้ารับการอบรมมีความรู้ความเข้าใจในหลักการที่สำคัญของเทคโนโลยีชีวภาพการเกษตร และเพิ่มทักษะการเรียนรู้ทั้งในระดับพื้นฐานและระดับสูงด้านการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชและด้านพันธุศาสตร์โมเลกุลพืช

✿ เพื่อถ่ายทอดความรู้และเทคนิคด้านการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชและด้านพันธุศาสตร์โมเลกุลพืช ให้กับผู้เข้ารับการอบรมผ่านกระบวนการปฏิบัติการด้วยตนเอง ในสภาพบรรยากาศของห้องปฏิบัติการที่มีการดำเนินการวิจัยเป็นกิจวัตร

✿ เพื่อให้ผู้เข้ารับการอบรมสามารถนำความรู้และเทคโนโลยีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชและด้านพันธุศาสตร์โมเลกุลพืชที่ได้ไปประยุกต์หรือต่อยอดในการศึกษาวิทยาการขั้นสูง เช่น ทางด้านพันธุวิศวกรรม หรือการทำงานในสายวิจัยอาชีพต่อไป



2 สารสำคัญ





ด้านการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อและเซลล์พืช

การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช เป็นวิธีการขยายพันธุ์พืชในสภาวะปลอดเชื้อ โดยนำชิ้นส่วนของพืชมาเพาะเลี้ยงบนอาหารสังเคราะห์ เพื่อให้ชิ้นส่วนเหล่านั้นสามารถเจริญและพัฒนาเป็นต้นพันธุ์ที่สมบูรณ์ โดยอาศัยหลักการของเซลล์พืชที่มีความสามารถในการพัฒนาไปเป็นต้นได้เมื่อได้รับสภาวะแวดล้อมที่เหมาะสม เช่น แสง และอุณหภูมิ ความก้าวหน้าในการขยายพันธุ์พืชโดยเทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อสามารถที่จะทำได้อย่างมีประสิทธิภาพกับพืชแทบทุกชนิด จากส่วนต่างๆของพืชที่มีศักยภาพที่จะเติบโตเป็นต้นพืชใหม่ได้ เช่น เนื้อเยื่อจากตายอด หรือราก ชิ้นส่วนของใบ รวมถึงกระบวนการกำเนิดต้นอ่อนโดยใช้เซลล์ร่างกาย (Somatic embryogenesis)

แม้ว่าการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชเริ่มมีมาตั้งแต่ปีพุทธศักราช 2445 แต่เทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อและเซลล์พืชยังคงมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องอยู่ตลอดเวลาเพื่อเพิ่มศักยภาพการเจริญและพัฒนาจากชิ้นส่วนพืชไปเป็นต้นพันธุ์ที่สมบูรณ์ ปัจจุบันเทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อและเซลล์พืชจึงได้ถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลายในการผลิตต้นพันธุ์ปลอดโรคในปริมาณมากที่มีลักษณะทางพันธุกรรมเหมือนกับต้นแม่ การเก็บรักษาพันธุ์พืชในเชิงอนุรักษ์พันธุกรรม และการปรับปรุงพันธุ์ทั้งในเชิงการชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์ การช่วยชีวิตเอ็มบริโอ (embryo rescue) จากการผสมข้ามชนิด (interspecific hybridization) หรือผสมข้ามกลุ่ม (intergeneric hybridization) ที่ไม่มีการพัฒนาเป็นเอ็มบริโอและเมล็ดที่สมบูรณ์ได้และการรวมโปรโตพลาสต์ (Protoplast fusion หรือ somatic hybridization) ที่เป็นการพัฒนาเทคนิคการรวมเซลล์จากพืชต่างชนิดที่ไม่สามารถผสมพันธุ์โดยอาศัยเพศได้ จึงเป็นการเปิดโอกาสให้นักปรับปรุงพันธุ์สามารถผสมผสานยีนจากพืชหลากหลายชนิดที่มีโครงสร้างทางพันธุกรรมที่ต่างกัน เพื่อคัดเลือกพืชพันธุ์แปลกใหม่ขึ้นมาได้อย่างไม่มีขอบเขตจำกัด





ด้านพันธุศาสตร์โมเลกุลพืช

จากปีพุทธศักราช 2496 ที่ เจมส์ วัตสัน (James Watson) และ ฟรานซิส คริก (Francis Crick) ได้ไขปริศนาความลับที่ซ่อนอยู่ในสิ่งมีชีวิต และสร้างประวัติศาสตร์หน้าสำคัญของวงการวิทยาศาสตร์ ด้วยการค้นพบ โครงสร้างของดีเอ็นเอ (DNA) ที่เป็นสารพันธุกรรม หรือยีนที่มีคุณสมบัติ ควบคุมลักษณะทางพันธุกรรม ซึ่งมีดีเอ็นเอทำหน้าที่เป็นแม่แบบและถ่ายทอด ออกมาในรูปของอาร์เอ็นเอ โดยมีโปรตีนเป็นผลลัพธ์ขั้นสุดท้ายในขบวนการแสดง ออกของยีนหรือสารพันธุกรรมของกระบวนการทำงานในสิ่งมีชีวิต อีกทั้งลักษณะ ทางพันธุกรรมนี้ยังสามารถถ่ายทอดจากพ่อและแม่ไปสู่รุ่นลูกๆได้อย่างต่อเนื่อง เพื่อการดำรงไว้ซึ่งเผ่าพันธุ์ การค้นพบความลับของสิ่งมีชีวิตนี้ ได้เปิดประตูสู่ โลกใหม่ของการศึกษาค้นคว้าด้านอนุพันธุศาสตร์ หรือพันธุศาสตร์ที่ศึกษาในระดับ โมเลกุล (molecular genetics) โดยการนำวิธีการทางด้านพันธุศาสตร์และ อนุชีววิทยา หรือชีววิทยาระดับโมเลกุล (molecular biology) มาใช้เป็นเครื่องมือ ในการศึกษาค้นคว้าและวิจัยได้อย่างละเอียดลึกซึ้งยิ่งขึ้น ซึ่งนำไปสู่ความรู้ ความเข้าใจทั้งทางด้านกลไกการทำงานของดีเอ็นเอต้นกำเนิดของสิ่งมีชีวิต ตลอดจนหน้าที่และปฏิสัมพันธ์ของยีนที่เกิดขึ้นจากการแสดงออกของยีน เกิดเป็นองค์ความรู้ใหม่ในหลายๆด้าน ทั้งการก่อกำเนิดของสิ่งมีชีวิตบนโลกนี้ กลไกและกระบวนการเปลี่ยนแปลงที่ก่อให้เกิดการกลายพันธุ์ทั้งที่เป็นสาเหตุ ของการเกิดโรคหรือการพัฒนาเกิดเป็นสายพันธุ์ใหม่ของพันธุ์พืชที่มีประโยชน์ ต่อมวลมนุษยชาติ รวมถึงวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตที่มีปฏิสัมพันธ์กันทางชีววิทยา ที่ทำให้ทราบถึงกลไกสำคัญที่ส่งผลให้บางลักษณะยังคงอยู่และรูปแบบ ของการถ่ายทอดว่าเป็นอย่างไร ขณะที่บางลักษณะต้องมีการปรับเปลี่ยน และสูญหายไปในที่สุด การฝึกอบรมด้านพันธุศาสตร์โมเลกุลพืชมุ่งเน้นความรู้ ทางพันธุศาสตร์โมเลกุล ด้วยเทคนิคการเรียนรู้ผ่านทางทฤษฎีทั้งในระดับขั้นพื้นฐาน และขั้นสูงของโครงสร้างและหน้าที่ของดีเอ็นเอ ตลอดจนการศึกษาสารพันธุกรรม อาร์เอ็นเอและการถ่ายโอนยีนเพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการศึกษาหน้าที่ของยีนหรือ เพื่อสร้างสิ่งมีชีวิตที่มีลักษณะตามต้องการ





3 ขอบเขตของเนื้อหา





ด้านการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อและเซลล์พืช

ให้ความรู้ความเข้าใจที่เริ่มตั้งแต่หลักการพื้นฐานและความสำคัญของการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช การเตรียมห้องปฏิบัติการและเครื่องมือในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ วิธีการเตรียมอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ เทคนิคการปลอดเชื้อจุลินทรีย์ และการเตรียมชิ้นส่วนพืชสำหรับการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ขั้นตอนการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อและวิธีการนำพืชที่ศึกษาออกจากขวดทดลอง นอกจากนี้ผู้เข้าอบรมจะได้เรียนรู้เกี่ยวกับขั้นตอนของการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชขั้นสูงที่มีการประยุกต์ใช้กับไม้ยืนต้น การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อและเซลล์พืชที่นำไปใช้ในการปรับปรุงพันธุ์และการศึกษาทางพันธุศาสตร์โมเลกุล



ด้านพันธุศาสตร์โมเลกุลพืช

ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับโครงสร้างพื้นฐานที่เป็นต้นกำเนิดของสิ่งมีชีวิต มีเนื้อหาครอบคลุมวิทยาการขั้นพื้นฐานและขั้นสูงในระดับโมเลกุลของดีเอ็นเอ ตลอดจนกลไกการถอดรหัสของสารพันธุกรรมเพื่อถ่ายทอดลักษณะต่างๆ ไปสู่รุ่นลูกอย่างต่อเนื่อง โดยผ่านขบวนการหรือเทคนิคทางชีววิทยาเชิงโมเลกุล ตั้งแต่การสกัดแยกสารพันธุกรรม (ดีเอ็นเอ) ออกจากเซลล์พืช การตัดสายดีเอ็นเอด้วยเอนไซม์ตัดจำเพาะ การเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอด้วยปฏิกิริยาที่เรียกว่าปฏิกิริยาลูกโซ่ (Polymerase Chain Reaction หรือ PCR) ที่สามารถตรวจสอบการมีอยู่ของสารพันธุกรรมด้วยสายตาผ่านกรรมวิธี gel electrophoresis ซึ่งดีเอ็นเอที่ได้สามารถนำมาตัดต่อด้วยเทคนิคของ Recombinant DNA Technology หรือนำชิ้นส่วนของดีเอ็นเอที่ได้มาสร้างเป็นสายพิมพ์ดีเอ็นเอเพื่อระบุเอกลักษณ์ของพืช นอกจากนี้ยังรวมถึงเทคนิคการสกัดแยกอาร์เอ็นเอเพื่อตรวจสอบการแสดงออกของสารพันธุกรรม และการถ่ายโอนยีนที่ควบคุมลักษณะที่ต้องการเข้าสู่เซลล์พืชเพื่อศึกษาหน้าที่ของยีนนั้นๆ หรือสร้างสายพันธุ์พืชใหม่ๆ ที่มีลักษณะที่ดีตามความต้องการ ตลอดจนการตรวจสอบผลสำเร็จของการถ่ายโอนยีนเข้าสู่โครงสร้างพันธุกรรมของพืช



4

จุดเด่น





เป็นการเรียนรู้โดยผ่านการปฏิบัติ ที่ได้รับการพัฒนาเพื่อให้ผู้เข้ารับการอบรมมีความรู้ความเข้าใจในหลักการสำคัญของการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชและด้านพันธุศาสตร์โมเลกุลพืช และเพิ่มทักษะการเรียนรู้จากกระดับพื้นฐานจนถึงการเรียนรู้ระดับสูง ด้วยการดำเนินการสอนทั้งภาคทฤษฎีและการปฏิบัติ ที่ผู้เข้ารับการอบรมจะได้รับประสบการณ์ตรงจากทีมนักวิจัยมืออาชีพในห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีชีวภาพด้านพืชต้นแบบที่ประกอบด้วยเครื่องมือวิทยาศาสตร์ที่ทันสมัยและครบครัน ด้วยเทคโนโลยีที่มีการดำเนินการเพื่อการวิจัยและพัฒนาทางด้านวิทยาศาสตร์ที่ประเทศต่างๆ ทั่วโลกดำเนินการอยู่ในขณะนี้



5 ประโยชน์ที่จะได้รับ





ผู้เข้ารับการอบรมจะได้รับการฝึกฝนทักษะกระบวนการคิดและวิเคราะห์ในเชิงวิทยาศาสตร์ รวมทั้งการสังเกต การแก้ปัญหา การวิเคราะห์ และบันทึกข้อมูล รวมถึงทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่น

เปิดโอกาสให้ผู้เข้ารับการอบรมได้รับการเรียนรู้เทคนิคต่างๆ ด้านการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชและด้านพันธุศาสตร์โมเลกุลพืชผ่านการปฏิบัติการจริง โดยผู้เข้ารับการอบรมจะได้รับประสบการณ์ตรงด้วยการลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง อย่างมีระเบียบแบบแผน กับแหล่งเรียนรู้นอกห้องเรียนในระดับชั้นนำของประเทศ

ผู้เข้ารับการอบรมสามารถวิเคราะห์ และอธิบายการประยุกต์ความรู้ด้านการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช กับการทำงานด้านเทคโนโลยีพันธุศาสตร์โมเลกุลได้



6

เนื้อหา



การฝึกอบรมเฉพาะทาง (Intensive training) ด้านพันธุศาสตร์โมเลกุลพืช	จำนวน ผู้เข้าอบรม	ระยะเวลา ฝึกอบรม
Series 1. มหัศจรรย์สารพันธุกรรมดีเอ็นเอขั้นพื้นฐาน 1. การสกัดแยกสารพันธุกรรมดีเอ็นเอจากเนื้อเยื่อพืช 2. การแยกสารพันธุกรรมดีเอ็นเอด้วยเทคนิคเจลอิเล็กโตรโฟรีซิส 3. การเพิ่มปริมาณสารพันธุกรรมดีเอ็นเอด้วยปฏิกิริยาลูกโซ่	10-15 คน	5 วัน
Series 2. มหัศจรรย์สารพันธุกรรมดีเอ็นเอขั้นสูง 1. การโคลนชิ้นส่วนสารพันธุกรรมดีเอ็นเอ 2. การสร้างดีเอ็นเอสายผสม	10-15 คน	5 วัน
Series 3. มหัศจรรย์สารพันธุกรรมอาร์เอ็นเอ 1. การสกัดแยกสารพันธุกรรมอาร์เอ็นเอจากเนื้อเยื่อพืช 2. การโคลนยีนด้วยปฏิกิริยาลูกโซ่แบบผันกลับ 3. การตรวจสอบแบบแผนการแสดงออกของยีน	10-15 คน	5 วัน
Series 4. การถ่ายโอนยีนในพืชเป็นกลุ่ม 1. การส่งถ่ายยีนเป้าหมายเข้าสู่โครงสร้างพันธุกรรมพืชโดยอาศัย Agrobacterium 2. การตรวจสอบผลสำเร็จของการถ่ายโอนยีนด้วยเทคนิคอูชิโวมิเลกุล	10-15 คน	5 วัน



การฝึกอบรมเฉพาะทาง (Intensive training) ด้านเทคโนโลยีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อและเซลล์พืช	จำนวน ผู้เข้าอบรม	ระยะเวลา ฝึกอบรม
Series 1 การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชขั้นพื้นฐาน Series 1.1 การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชขั้นพื้นฐาน (เน้นไม่ดกไม้ประดับ) 1. การฟอกเนื้อเยื่อพืช 2. การเตรียมอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช 3. การเพิ่มขยายจำนวนพืช 4. การเตรียมเนื้อเยื่อปลอดโรค	20-30 คน	1 วัน
Series 1.2 การเพาะเลี้ยงกล้วยไม้เบื้องต้น 1. ชนิดของกล้วยไม้ 2. การผสมพันธุ์กล้วยไม้ 3. การเตรียมอาหาร 4. การเตรียมเนื้อเยื่อกล้วยไม้ 5. การเพาะเมล็ดกล้วยไม้ 6. การเพิ่มจำนวนต้นกล้วยไม้ 7. การย้ายปลูกกล้วยไม้	20-30 คน	1 วัน
Series 2 การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชขั้นสูง (เน้นพืชเศรษฐกิจและไม้ยืนต้น) 1. การฟอกเนื้อเยื่อพืช 2. การเตรียมอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช 3. การเพิ่มขยายจำนวนพืชโดยใช้อาหารเหลว 4. การเตรียมเนื้อเยื่อปลอดโรค 5. การเพิ่มจำนวนและการย้ายออกปลูก	10-20 คน	2 วัน
Series 3 การเพาะเลี้ยงเซลล์พืชขั้นพื้นฐาน 1. การเตรียมอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช 2. การเพิ่มขยายจำนวนพืช 3. การชักนำเอมบริโอจากเนื้อเยื่อพืช 4. การพัฒนาของต้นพืชจากเอมบริโอ	8-10 คน	3 วัน
Series 4 การเพาะเลี้ยงเซลล์พืชขั้นสูง 1. การเพาะเลี้ยงโปรโตพลาสต์จากเนื้อเยื่อพืช 2. การเพาะเลี้ยงโปรโตพลาสต์จากเอมบริโอ 3. เทคโนโลยีการรวมกันของโปรโตพลาสต์เพื่อสร้างสายพันธุ์พืชใหม่	8-10 คน	3 วัน
Series 5 การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อและเซลล์พืชเพื่อการปรับปรุงพันธุ์พืช 1. การกลายพันธุ์พืชโดยใช้สารเคมี 2. การรวมกันและการพัฒนาของโปรโตพลาสต์เพื่อสร้างสายพันธุ์พืชใหม่ 3. การถ่ายโอนยีนในพืช (เชื่อมโยงกับหลักสูตรด้านพันธุศาสตร์โมเลกุลพืช)	8-10 คน	3 วัน





กลุ่มเป้าหมาย

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 สายวิทยาศาสตร์
ที่สนใจด้านเทคโนโลยีชีวภาพการเกษตร



ความรู้ขั้นพื้นฐานของกลุ่มเป้าหมาย

ผู้เข้ารับการอบรมควรมีพื้นฐานความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ทั่วไป



วิทยากร

คณະนักรวิจัย ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ
ประกอบด้วย

1. ดร.ธราธร ทิรมจิตติ
2. ดร.อรนุช ลีลาพร
3. ดร.ยินดี ชาญวิวัฒนา



สถานที่ฝึกอบรม

บ้านวิทยาศาสตร์สิรินธร อุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย



ช่วงเวลาการฝึกอบรม

ปิดภาคการศึกษา



การสมัครเข้ารับการฝึกอบรม

สอบถามรายละเอียดเพิ่มเติมได้ที่ 0 2529 7100 ต่อ 77220 (เสาวณีย์)

หรือ Email: saowanee@nstda.or.th

สืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมได้ที่ <http://www.nstda.or.th/ssh>

หรือ <https://www.facebook.com/SSH.NSTDA>







“สามารถนำความรู้ไป**ต่อยอด**
และจุดประกายแนวคิดใหม่ๆ
ในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ในโรงเรียน”
“ได้**ฝึกทดลอง**ในห้องปฏิบัติการจริงด้วยตนเอง
ตลอดจนได้รับทักษะ ขั้นตอน
และกระบวนการใช้เครื่องมือต่างๆ ในห้องปฏิบัติการ”
“ได้**ประสบการณ์ตรง**ที่นอกเหนือจาก
การเรียนรู้จากตัวหนังสือ”
“ได้รู้จักและสัมผัสงานต่างๆ ของนักวิจัย
และ**สร้างแรงบันดาลใจ**”

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

ฝ่ายบริหารบ้านวิทยาศาสตร์สิรินธร

111 อุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย ถนนพหลโยธิน ตำบลคลองหนึ่ง

อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120

โทรศัพท์ 0 2529 7100 ต่อ 77217-77220 โทรสาร 0 2529 7147

<http://www.nstda.or.th/ssh>

