

- ร่าง -

คู่มือการสร้างโรงเรือนทดลองสำหรับพืชตัดแปลงพันธุกรรม

โดย

คณะอนุกรรมการเพื่อความปลอดภัยทางชีวภาพด้านพืช
คณะกรรมการเทคนิคด้านความปลอดภัยทางชีวภาพ
ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ
สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

คำนำ

การศึกษาวิจัยด้านการพัฒนาพืชตัดแปลงพันธุกรรม จำเป็นต้องอาศัยโรงเรือนทดลองที่ได้มาตรฐาน ทั้งเพื่อใช้ในขั้นตอนการพัฒนาพืชและการทดสอบความปลอดภัยทางชีวภาพ ซึ่งเป็นขั้นตอนสำคัญที่ต้องดำเนินการก่อนที่จะสามารถนำพืชตัดแปลงพันธุกรรมไปใช้ประโยชน์หรือทำการทดสอบในขั้นตอนต่อไปได้

หลักการสำคัญของการดำเนินการในโรงเรือนความปลอดภัยทางชีวภาพ คือ มุ่งเน้นการควบคุมดูแลมิให้สิ่งมีชีวิตและชิ้นส่วนที่มีความสามารถในการขยายพันธุ์หลุดลอดออกสู่สิ่งแวดล้อมภายนอกโรงเรือน ซึ่งนอกจากจะต้องมีมาตรการการดำเนินงานตามขั้นตอนเพื่อควบคุมทั้งสิ่งมีชีวิตและวัสดุต่างๆ ที่ใช้ในการทดลองแล้ว สภาพโรงเรือนที่ใช้ในการทดสอบต้องปิดมิดชิดสามารถป้องกันมิให้สิ่งมีชีวิตภายในโรงเรือนออกสู่สิ่งแวดล้อมภายนอก และป้องกันมิให้สิ่งมีชีวิตภายนอกโรงเรือนที่ไม่เกี่ยวข้องกับการทดลองเข้าสู่ภายในโรงเรือนด้วย

แม้ว่าจะมีการสร้างโรงเรือนความปลอดภัยทางชีวภาพอยู่ในหลายประเทศที่มีการพัฒนาพืชตัดแปลงพันธุกรรม แต่ก็ได้มีการกำหนดมาตรฐานสำหรับโรงเรือนความปลอดภัยทางชีวภาพไว้อย่างชัดเจน เนื่องจากมีปัจจัยหลายประการที่จะต้องนำมาประกอบการพิจารณาในการสร้างโรงเรือน อาทิ ชนิดของพืช สภาพภูมิประเทศ สภาพภูมิอากาศ ฯลฯ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในประเทศไทยซึ่งอยู่ในเขตร้อนชื้น โรงเรือนความปลอดภัยทางชีวภาพหลายแห่งประสบปัญหาอากาศร้อนซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อนได้ คณะกรรมการกลางด้านความปลอดภัยทางชีวภาพ (Technical Biosafety Committee – TBC) โดยคณะอนุกรรมการเพื่อความปลอดภัยทางชีวภาพด้านพืช จึงได้จัดทำคู่มือการสร้างโรงเรือนทดลองสำหรับพืชตัดแปลงพันธุกรรมขึ้น โดยอิงตามหลักเกณฑ์ของ A Practical Guide to Containment: Plant Biosafety in Research Greenhouses ซึ่งใช้หลักเกณฑ์จากหน่วยงานกำกับดูแลความปลอดภัยในการวิจัยและการใช้ประโยชน์สิ่งมีชีวิตตัดแปลงพันธุกรรมของสหรัฐอเมริกา และคู่มือการขออนุญาตนำเข้าและศึกษาทดลองพืชตัดแปลงพันธุกรรม ของกรมวิชาการเกษตร ร่วมกับการประชุมผู้เชี่ยวชาญในด้านต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นแนวทางในการพิจารณาเลือกรูปแบบโรงเรือนและวัสดุในการสร้างโรงเรือนที่เหมาะสม ได้มาตรฐาน และเหมาะสมสำหรับงานวิจัยในประเทศไทย รวมถึงการรวบรวมข้อควรระวังต่างๆ ในการสร้างโรงเรือนความปลอดภัยทางชีวภาพ เพื่อให้ผู้วิจัยได้นำไปใช้เป็นข้อมูลในการพิจารณาสร้างโรงเรือนที่มีความเหมาะสมต่อพืช และพื้นที่ที่ใช้ในการทดลอง

ทั้งนี้ การทดลองวิจัยพืชตัดแปลงพันธุกรรมภายในประเทศไทย ส่วนใหญ่จัดอยู่ในประเภทการวิจัยและทดลองที่ไม่มีอันตราย (Biosafety level 1 – Plants/ BSL1-P) และงานที่อาจเป็นอันตรายในระดับต่ำต่อผู้ปฏิบัติงานในห้องทดลอง ชุมชน และสิ่งแวดล้อม (Biosafety level 2 – Plants/ BSL2-P) รายละเอียดของโครงสร้าง วัสดุ ตลอดจนวิธีการปฏิบัติที่ระบุไว้ในคู่มือฉบับนี้จึงเหมาะสมกับงานระดับ BSL1-P และ BSL2-P หากผู้วิจัยต้องการโรงเรือนที่เหมาะสมสำหรับทำการทดลองกับพืชที่อยู่ในระดับความเสี่ยงสูงกว่า เช่น งานที่อาจเป็นอันตรายในระดับที่ยังไม่เป็นที่ทราบ

แนชต์ (Biosafety level 3 – Plants/ BSL3-P) และงานที่อาจเป็นอันตรายระดับสูง (Biosafety level 4- Plants/ BSL4-P) ต้องมีการจัดการเพื่อยกระดับการควบคุมสิ่งมีชีวิต และวัสดุที่ใช้ในการทดลอง มิให้หลุดลอดออกสู่สิ่งแวดล้อม และเพิ่มขั้นตอนการปฏิบัติงานที่เข้มงวดและรัดกุมมากยิ่งขึ้นกว่าที่กล่าวถึงในคู่มือฉบับนี้

สุดท้ายนี้ คณะกรรมการฯ ขอขอบคุณ รศ.ดร.วิชัย ไชสิตรัตน รศ.ดร.จุลภาค คุ่นวงศ์ ผศ.บัณฑูร ชุณลีทธิ มหาวิทยาลัทยเกษตรศาสตร์ รศ.ดร.วิโรจน์ ลิมตระการ มหาวิทยาลัทยธรรมศาสตร์ คุณสุรภี กิริติยะอังกูร คุณอรทัย เอื้อตระกูล คุณปรียพรรณ พงศาพิชญ์ กรมวิชาการเกษตร คุณคงพันธุ์ รุ่งประทีปถาวร ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ ดร.ปาริชาติ เบิร์นส และคุณน้ำทิพย์ พิรณฤทธิ ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ และคณะผู้เชี่ยวชาญที่ร่วมให้ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะต่างๆ ในการจัดทำเอกสาร ตลอดจนมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน มหาวิทยาลัยแม่โจ้ กรมวิชาการเกษตร มหาวิทยาลัยรามคำแหง สาขาวิทยบริการเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดแพร่ มหาวิทยาลัยซีคอบะ ประเทศญี่ปุ่น และ Malaysian Agricultural Research and Development Institute (MARDI) ประเทศมาเลเซีย ที่ให้ความอนุเคราะห์ภาพโรงเรียนประกอบเอกสารจนสมบูรณ์

สารบัญ

	หน้า
คำนำ	ก
สารบัญ	ค
บทที่ 1 หลักการของโรงเรียนความปลอดภัยทางชีวภาพและการแบ่งประเภท สิ่งมีชีวิตตัดแปลงพันธุกรรม	1
บทที่ 2 การวางผังและรูปแบบของโรงเรียนที่เหมาะสม	5
บทที่ 3 องค์ประกอบโรงเรียน	9
บทที่ 4 การกำจัดของเสียและสิ่งมีชีวิตที่ใช้ในการทดลอง	17
บทที่ 5 วิธีการปฏิบัติภายในโรงเรียน	19
บทที่ 6 วิธีการจำกัดการแพร่กระจายของละอองเรณู	23
บทที่ 7 ข้อเสนอแนะในการควบคุมสภาพแวดล้อมภายในโรงเรียน	25
ภาคผนวกที่ 1 เอกสารที่เกี่ยวข้อง	28
ภาคผนวกที่ 2 ข้อควรปฏิบัติของโรงเรียนความปลอดภัยทางชีวภาพในระดับต่างๆ	29
ภาคผนวกที่ 3 ตารางการตรวจสอบข้อกำหนดของโรงเรียนทดลอง	34

คำย่อ

IBC	คณะกรรมการความปลอดภัยทางชีวภาพระดับสถาบัน (Institutional Biosafety Committee)
DOA	กรมวิชาการเกษตร (Department of Agriculture)
NIH	National Institutes of Health สหรัฐอเมริกา
PGC	เอกสาร A Practical Guide to Containment: Plant Biosafety in Research Greenhouses (Adair, Dann and Ruth Irwin. Information Systems for Biotechnology. Virginia Tech, USA, 2008)

บทที่ 1

หลักการของโรงเรียนความปลอดภัยทางชีวภาพ และการแบ่งประเภทการทดลองสิ่งมีชีวิตดัดแปลงพันธุกรรม

โรงเรียนเพื่อการทดสอบ และ/หรือ เพื่อการประเมินความปลอดภัยทางชีวภาพเป็นลักษณะอาคารที่มีโครงสร้างแบบปิด ที่ใช้ในการศึกษาสิ่งมีชีวิตดัดแปลงพันธุกรรมที่ผ่านการประเมินความปลอดภัยในระดับห้องปฏิบัติการมาแล้ว มักใช้ในการศึกษาพืชดัดแปลงพันธุกรรม โดยทั่วไปโรงเรียนออกแบบและสร้างขึ้นอย่างจำเพาะเพื่อการใช้งาน และมีการกำหนดมาตรการต่างๆ ขึ้นเพื่อจำกัดและ/หรือ เพื่อลดการแพร่กระจายของสิ่งมีชีวิตดัดแปลงพันธุกรรมและขึ้นส่วนที่มีความสามารถในการขยายพันธุ์มิให้ออกไปจากพื้นที่ทดลอง เนื่องจากสิ่งมีชีวิตที่ใช้ในการทดลองส่วนใหญ่ไม่มีอันตรายต่อมนุษย์และสิ่งมีชีวิตชั้นสูงอื่นๆ โรงเรียนความปลอดภัยทางชีวภาพจึงมิได้มุ่งเน้นการป้องกันผู้ทดลอง ดังเช่นในระบบของห้องปฏิบัติการ โดยการปลูกสร้างโรงเรียนความปลอดภัยทางชีวภาพมีหลักการสำคัญ ดังนี้

1. หลีกเลี่ยงการแพร่กระจายของสิ่งมีชีวิตดัดแปลงพันธุกรรมออกไปสู่ระบบนิเวศภายนอกโรงเรียน
2. ลดผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นจากการศึกษาสิ่งมีชีวิตดัดแปลงพันธุกรรมต่อสิ่งมีชีวิต และระบบนิเวศภายนอกโรงเรียน

คำว่า “โรงเรียน” หมายถึง อาคารที่มีลักษณะโครงสร้างแข็งแรงตามมาตรฐานด้านวิศวกรรมที่ประกอบด้วยผนัง และส่วนหลังคา เพื่อปกป้องจากสภาพแวดล้อมภายนอก รวมถึง พื้นที่ซึ่งถูกออกแบบเพื่อใช้สำหรับการปลูกพืชในสิ่งแวดล้อมที่มีการควบคุมและป้องกัน โดยทั่วไปกำแพงและหลังคาจะสร้างโดยใช้วัสดุโปร่งใสหรือให้แสงผ่านได้กึ่งหนึ่งหรือทั้งหมด เพื่อให้แสงแดดที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชสามารถส่องผ่านได้

คำว่า “อาณาบริเวณโรงเรียน” หมายถึงห้องหรือส่วนของโรงเรียนที่ใช้สำหรับการปลูกพืช รวมถึงทางเดินและพื้นที่ใช้สอยที่เกี่ยวข้อง โดยเป็นบริเวณที่มีการจำกัดขอบเขตอย่างชัดเจน (แนวทางปฏิบัติเพื่อความปลอดภัยทางชีวภาพสำหรับการดำเนินงานด้านเทคโนโลยีชีวภาพสมัยใหม่หรือพันธุวิศวกรรม, 2554)

วิธีการในการควบคุมอาจทำได้ทั้งโดยวิธีทางกายภาพ และวิธีทางชีวภาพ โดยมีระดับความเข้มงวดในการควบคุมแตกต่างกันไปตามระดับความเสี่ยงของสิ่งมีชีวิตที่ใช้ทดลองซึ่งแบ่งออกเป็น 4 ระดับ ดังนี้

โรงเรียนระดับ Biosafety Level 1 – Plants (BSL1-P)

โรงเรียนระดับ BSL1-P ใช้กับการศึกษาพืชดัดแปลงพันธุกรรมที่ไม่สามารถดำรงชีวิตหรือแพร่กระจายอยู่ในสิ่งแวดล้อมภายนอกโรงเรียน หรือหากมีการหลุดลอดออกไปโดยไม่ได้ตั้งใจก็ไม่ก่อให้เกิดความเสี่ยงใดๆ ต่อสิ่งแวดล้อม เช่น มันฝรั่งดัดแปลงพันธุกรรมต้านทานแมลงที่ได้รับยีนต้านทานจากมันฝรั่งสายพันธุ์พื้นเมือง หรือพืชที่ถูกดัดแปลงพันธุกรรมให้มีลักษณะเป็นหมัน รวมไปถึง งานวิจัยจุลินทรีย์ดัดแปลงพันธุกรรมที่มีความเกี่ยวข้องกับพืช ที่ไม่สามารถแพร่กระจายได้อย่างรวดเร็วหรือไม่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและระบบนิเวศ เช่น *Rhizobium*, *Agrobacterium*

โรงเรียนระดับ Biosafety Level 2 – Plants (BSL2-P)

โรงเรียนระดับ BSL2-P ใช้กับพืชดัดแปลงพันธุกรรมและสิ่งมีชีวิตที่เกี่ยวข้อง ที่หากเกิดการหลุดลอด อาจสามารถดำรงชีวิตอยู่ในสิ่งแวดล้อมภายนอกโรงเรียนได้แต่ไม่เกิดผลกระทบในเชิงลบหรือสามารถจัดการได้ อาทิ พืชดัดแปลงพันธุกรรมที่มีศักยภาพในการเป็นวัชพืชได้ หรือมีความเป็นไปได้ที่จะผสมข้ามกับวัชพืช หรือพืชอื่นๆ ในบริเวณใกล้เคียง เช่น ทานตะวันดัดแปลงพันธุกรรมที่มียีนต้านทานเชื้อราในสกุล *Sclerotinia* จากข้าวสาลี¹ เนื่องจากทานตะวันนั้นสามารถผสมข้ามกับสายพันธุ์ป่าและอาจกลายเป็นวัชพืชได้โดยตัวเอง รวมถึงงานวิจัยเกี่ยวกับจุลินทรีย์ดัดแปลงพันธุกรรมที่มีความเกี่ยวข้องกับพืชใน 2 กรณี ได้แก่

1. เชื้อสาเหตุของโรคพืชหรือจุลินทรีย์ภายในห้องในที่ หากหลุดลอดอาจก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม แต่สามารถควบคุมได้หรือจัดการได้
2. เชื้อสาเหตุของโรคพืชหรือจุลินทรีย์จากแหล่งอื่นที่ หากหลุดลอดก็ไม่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมหรือระบบนิเวศ

สามารถใช้ตู้ควบคุมการเจริญเติบโต (growth chamber) ทดแทนโรงเรียนระดับ BSL2-P ได้ในกรณีที่พืชทดลองมีขนาดเล็ก

นอกจากนี้ โรงเรียนระดับ BSL2-P ยังใช้กับงานวิจัยแมลงและสัตว์ดัดแปลงพันธุกรรมที่มีความเกี่ยวข้องกับพืช ซึ่งไม่มีผลกระทบต่อระบบนิเวศ หรือสามารถควบคุมได้หรือจัดการได้

โรงเรียนระดับ Biosafety Level 3 – Plants (BSL3-P)

โรงเรียนระดับ BSL3-P ได้ออกแบบมาเพื่อป้องกันการหลุดลอดของพืชดัดแปลงพันธุกรรม จุลินทรีย์ก่อโรคในพืช หรือสิ่งมีชีวิตอื่นที่มีความเป็นไปได้ในการก่อผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เช่น งานวิจัยสัมผัสดัดแปลงพันธุกรรมต้านทานโรค ที่ทำการทดสอบประสิทธิภาพการต้านทานโดยการปลูกถ่ายเชื้อ และอยู่ภายในพื้นที่ที่มีการปลูกส้ม รวมไปถึง พืชดัดแปลงพันธุกรรมที่มียีนจากจุลินทรีย์ก่อโรคจากแหล่งอื่น ที่สามารถสร้างสารพันธุกรรมในส่วนของจุลินทรีย์ก่อโรคขึ้นมาใหม่ได้ ทั้งนี้ รวมถึงงานวิจัยพืชหรือสิ่งมีชีวิตดัดแปลงพันธุกรรมที่มียีนสร้างสารพิษต่อสัตว์มีกระดูกสันหลัง และงานวิจัยการดัดแปลงพันธุกรรมในจุลินทรีย์ก่อโรคในแมลงหรือสัตว์ที่มีความเกี่ยวข้องกับพืช ในกรณีที่จุลินทรีย์นั้นอาจมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมภายในห้องที่

¹ กรณีตัวอย่างในต่างประเทศ

โรงเรือนระดับ Biosafety Level 4 – Plants (BSL4-P)

โรงเรือนระดับ BSL4-P ใช้กับงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับจุลินทรีย์ก่อโรคจากแหล่งอื่นที่เป็นเชื้อก่อโรคร้ายแรงต่อพืชเศรษฐกิจภายในประเทศ ที่มีศักยภาพในการแพร่กระจายได้ รวมถึงเชื้อก่อโรคในมนุษย์และการผลิตวัคซีนในพืชที่อาจก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์ ตัวอย่างเช่น งานทดสอบข้าวโพดต้านทานเชื้อไวรัสที่มีต้นเป็นแมลงพาหะ โดยเชื้อไวรัสนั้นไม่พบภายในประเทศแต่ต้นที่เป็นแมลงพาหะมีอยู่ทั่วไป จึงมีความเสี่ยงที่จะเกิดผลกระทบสูงหากเชื้อไวรัสที่ใช้ในการทดสอบประสิทธิภาพในการต้านทานของข้าวโพดดัดแปลงพันธุกรรมเกิดการหลุดรอด

การทดลองที่อยู่ในขอบข่ายยกเว้นไม่ต้องทำการพิจารณา

การทดลองที่ไม่มีความเสี่ยงต่อทั้งผู้ทำการทดลองหรือสิ่งแวดล้อมภายใต้แนวทางปฏิบัติเพื่อความปลอดภัยทางชีวภาพ อาทิ

1. งานที่ใช้ชิ้นส่วนสารพันธุกรรม (DNA) สังเคราะห์ซึ่งไม่มีส่วนคล้ายสารพันธุกรรมในสิ่งมีชีวิตชนิดใดๆ หรือไวรัส
2. งานที่ใช้ DNA จากสิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกัน (species) เช่น จากคนละสายพันธุ์ (variety) หรือจากแหล่งพันธุกรรมคนละส่วนของพืช (chromosomes, chloroplasts, mitochondria, plasmids) และไม่มี DNA จากสิ่งมีชีวิตอื่นรวมอยู่ ทั้งนี้ รวมถึง DNA ในส่วนของ promoters และ enhancers ด้วย
3. งานที่ใช้ DNA จากสิ่งมีชีวิตคนละชนิด (species) ที่เป็นที่ยอมรับว่ามีการแลกเปลี่ยนสารพันธุกรรมได้ตามธรรมชาติ โดยสิ่งมีชีวิตที่มีลักษณะเหล่านี้มักเป็นแบคทีเรีย และ ยีสต์ ซึ่งรวมถึงแบคทีเรียที่เป็นสาเหตุของโรคพืชบางชนิด

อย่างไรก็ตาม ปัจจุบันงานวิจัยในประเทศไทยที่มีความต้องการใช้โรงเรือนส่วนใหญ่เป็นงานวิจัยตัวพืชดัดแปลงพันธุกรรมโดยตรง รายละเอียดข้อมูลในเอกสารฉบับนี้จึงมุ่งเน้นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับพืชดัดแปลงพันธุกรรมเป็นหลัก โดยมีแนวทางการพิจารณาระดับของโรงเรือนที่เหมาะสมสำหรับการทดลองแต่ละประเภท ดังตารางที่ 1 ทั้งนี้ หากเป็นงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับจุลินทรีย์หรือสัตว์ที่ต้องทำการทดลองร่วมกับพืชดัดแปลงพันธุกรรม สามารถหาข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับรายละเอียดการแบ่งประเภทการทดลอง และข้อกำหนดของโรงเรือนได้ที่เอกสาร A Practical Guide to Containment: Plant Biosafety in Research Greenhouses (PGC) และควรส่งรายละเอียดของการทดลองทั้งหมด ตลอดจนข้อมูลของโรงเรือนที่ใช้ทำการทดลองไปยัง กรมวิชาการเกษตร (Department of Agriculture – DOA) ซึ่งเป็นหน่วยงานรับผิดชอบหลักเพื่อพิจารณา

ตารางที่ 1 แนวทางการพิจารณาระดับความปลอดภัยของโรงเรือนสำหรับงานวิจัยประเภทต่างๆ

โรงเรือนระดับ	ลักษณะของพืชทดลอง
BSL1-P	1. ไม่เป็นวัชพืชร้ายแรง ² หรือไม่สามารถผสมข้ามกับวัชพืชได้
BSL1-P+ หรือ BSL2-P	1. เป็นวัชพืชร้ายแรง หรือสามารถผสมข้ามกับวัชพืชได้ 2. ไม่มีเชื้อสาเหตุของโรคพืชจากแหล่งอื่นปะปน หรือปนเปื้อน
BSL2-P+ หรือ BSL3-P	1. มีเชื้อสาเหตุของโรคพืชจากแหล่งอื่น 2. ทำการทดสอบกับเชื้อสาเหตุของโรคพืชจากแหล่งอื่น 3. เชื้อสาเหตุของโรคพืชจากแหล่งอื่นมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม 4. อาจช่วยให้เกิดการรวมตัวของสารพันธุกรรมก่อโรคขึ้นใหม่ได้ภายในต้นพืช
BSL3-P	1. มียื่นสร้างสารพิษต่อสัตว์มีกระดูกสันหลัง 2. มียื่นสร้างสารออกฤทธิ์ทางเภสัชหรือสารที่ใช้ในอุตสาหกรรม

หมายเหตุ รายละเอียดโรงเรือนแต่ละระดับดังภาคผนวกที่ 2

โดยทั่วไปงานวิจัยพืชตัดแปลงพันธุกรรมส่วนใหญ่จะจัดอยู่ในประเภท 1 และ 2 (BSL1-P และ BSL2-P) ดังนั้น รายละเอียดข้อกำหนดและข้อเสนอแนะต่างๆ ภายในคู่มือฉบับนี้ จึงเน้นไปที่ข้อกำหนดของโรงเรือนในระดับ BSL1-P, BSL2-P ซึ่งหากนำข้อกำหนดของ DOA มาประมวลร่วมกันแล้ว ระดับความปลอดภัยทางชีวภาพของโรงเรือนจะอยู่ที่ระดับ BSL2-P+ สรุปรายละเอียดข้อกำหนดหลักดังภาคผนวกที่ 3

² วัชพืชร้ายแรง (noxious weed) หมายถึง วัชพืชที่ก่อให้เกิดความเสียหายรุนแรงและยากแก่การควบคุม อาจก่อให้เกิดความเป็นพิษ เป็นอันตรายต่อมนุษย์ และสัตว์ได้ (ดวงพร สุวรรณสกุล, 2543)

บทที่ 2

การวางผังและรูปแบบของโรงเรือนที่เหมาะสม

การวางผังและตำแหน่งที่ตั้ง

ข้อกำหนด

สถานที่ตั้งโรงเรือนต้องอยู่ห่างจากโรงเรือนหรือแหล่งปลูกพืชอื่น ไม่น้อยกว่า 20 เมตร หรือตามที่คณะกรรมการความปลอดภัยทางชีวภาพด้านการเกษตร กรมวิชาการเกษตร (DOA IBC) กำหนดตามความเหมาะสมของชนิดพืช (ตัวอย่างสถานที่ตั้งโรงเรือน ดังรูปที่ 1)

ข้อควรปฏิบัติ

1. ตั้งอยู่ในพื้นที่ที่สามารถควบคุมการเข้าออกของบุคลากรได้ และสะดวกต่อการเข้าถึงของผู้ทำวิจัย
2. มีการระบายน้ำดี และไม่มีน้ำท่วมขัง
3. เป็นพื้นที่เปิดโล่ง และไม่มีร่มเงาจากอาคาร ร่มไม้ และสิ่งปลูกสร้างอื่นๆ ได้รับแสงตามธรรมชาติเพียงพอต่อการเจริญเติบโตของพืช
4. ตั้งอยู่ในบริเวณที่จะได้รับผลกระทบน้อยหากเกิดการแพร่สู่ภายนอก เช่น
 - 1) ไม่มีการปลูกพืชที่สามารถผสมข้ามได้โดยรอบโรงเรือนและภายในบริเวณใกล้เคียง
 - 2) เป็นพื้นที่ที่พืชทดลองไม่สามารถเจริญเติบโตแพร่พันธุ์ได้ดี



รูปที่ 1 ตัวอย่างสถานที่ตั้งโรงเรือน

รูปแบบของโรงเรือน

ข้อกำหนด

โรงเรือนต้องมีสภาพปิดมิดชิด

ข้อควรปฏิบัติ

1. อาคารทุกส่วนของโรงเรือนต้องประกอบเข้าด้วยกันด้วยวิธีการที่เหมาะสมในลักษณะที่เป็นระบบปิดสมบูรณ์เพื่อให้โรงเรือนมีสภาพปิดมิดชิด (รูปที่ 2) ควรมีการเจาะช่องเพื่อร้อยท่อต่างๆ ให้น้อยที่สุด หากมีรอยแยกหรือช่องว่างเกิดขึ้น เช่น แนวระหว่างบานกระจกกับวงกบ แนวจากการวางระบบท่อเข้าสู่โรงเรือน ต้องทำการอุดช่องเปิดนั้นๆ ด้วยวัสดุที่เหมาะสม เช่น ซีลีโคน (รูปที่ 3)

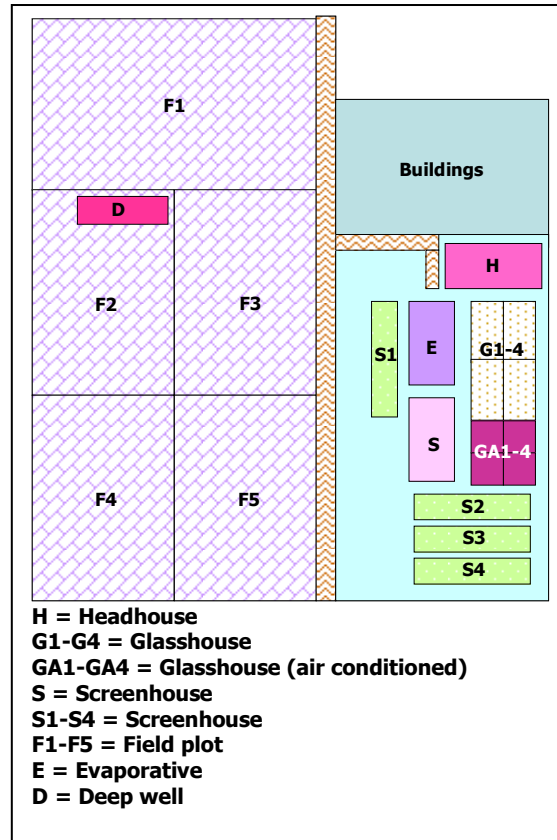


รูปที่ 2 การยึดตายในลักษณะต่างๆ



รูปที่ 3 การอุดช่องเปิดที่เกิดขึ้นจากการเจาะท่อต่างๆ และการยาแนว

2. หากโรงเรือนที่จะสร้างมีขนาดใหญ่ ควรแบ่งโครงสร้างออกเป็นโรงเรือนย่อยๆ เพื่อให้สามารถใช้มาตรการควบคุมที่เหมาะสมสำหรับพืชในแต่ละโรงเรือนได้ ในกรณีที่โรงเรือนรวมมีการปลูกพืชทดลองหลายชนิดร่วมกัน ต้องใช้มาตรการที่เหมาะสมกับพืชที่มีระดับความเสี่ยงสูงสุดเป็นแนวปฏิบัติ (รูปที่ 4)
3. โรงเรือนควรตั้งอยู่ติดหรืออยู่ในระยะที่เหมาะสมจากสถานที่ที่เกี่ยวข้องกับการทดลอง เช่น ห้องเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ห้องทดลอง ห้องเตรียมอุปกรณ์ และห้องควบคุมระบบภายในโรงเรือน โดยควรพิจารณาให้ทิศทางการเคลื่อนที่จากห้องสู่ห้อง และระบบรักษาความปลอดภัย มีประสิทธิภาพสูงสุด
4. ในขั้นตอนการออกแบบควรมีการทำงานร่วมกันระหว่างผู้วิจัย สถาปนิก และวิศวกร เพื่อให้ได้โรงเรือนที่ตรงตามวัตถุประสงค์ ทั้งการก่อสร้างโรงเรือนใหม่หรือปรับปรุงโรงเรือนที่มีอยู่เดิม



รูปที่ 4 ตัวอย่างแบบแปลนโรงเรือนใหญ่ซึ่งประกอบด้วยโรงเรือนย่อยหลายโรงเรือน

ลักษณะโดยทั่วไปของอาคารโรงเรือนปลูกพืช แบ่งเป็น 2 แบบ คือ

- 1) ลักษณะของโรงเรือนที่เป็นส่วนประกอบหรือตัวอาคารปฏิบัติการ (attached style) (รูปที่ 5ก)
- 2) แบบสร้างแยกออกจากอาคาร (free standing style) (รูปที่ 5ข)



รูปที่ 5 โรงเรือนแบบชิดอาคาร (ก) และแบบแยกออกจากอาคาร (ข)

บทที่ 3 องค์ประกอบโรงเรือน

พื้นโรงเรือน

ข้อกำหนด

เป็นกรดหรือวัสดุที่มีรูพรุน โดยทางเดินให้ใช้วัสดุที่น้ำซึมผ่านไม่ได้ เช่น คอนกรีต

ข้อควรปฏิบัติ

1. ลักษณะโครงสร้างของพื้น ควรมีความแข็งแรงรองรับน้ำหนักได้
2. ลักษณะของผิวพื้นโรงเรือนควรเป็นวัสดุที่แข็งแรง ทนทานต่อสารเคมี และมีคุณสมบัติป้องกันการซึมผ่านของน้ำได้
3. ลักษณะพื้นโดยทั่วไปควรมีการปรับระดับเพื่อการระบายน้ำ
4. มีท่อระบายน้ำและบ่อพักที่สามารถควบคุมคุณภาพของน้ำก่อนปล่อยออกสู่บ่อน้ำสาธารณะได้

โครงสร้างหลัก

ข้อควรปฏิบัติ

1. โครงสร้างหลักของโรงเรือนต้องมีความแข็งแรงข้อกำหนดและตามมาตรฐานทางวิศวกรรม³ ลักษณะโครงสร้างภายในอาจมีการเสริมความแข็งแรงเพื่อใช้งานตามวัตถุประสงค์ต่างๆ เช่น การโยกแฉวนเป็นหลักยึดสำหรับพืชทดลองที่ต้องการการรับน้ำหนัก เช่น แคนตาลูป มะเขือเทศ หรือการใช้ลวดสลิงยึดเพื่อเพิ่มความแข็งแรงในพื้นที่ที่มีกระแสลมแรง (รูปที่ 6)
2. วัสดุทั่วไปจะต้องมีความแข็งแรงตามมาตรฐานวัสดุศาสตร์ ทนต่อสารเคมี ผ่านการตรวจสอบและควบคุมทางชีวภาพ เช่น อะลูมิเนียม เหล็กกล้าไนซ์⁴
3. วัสดุที่มาจากธรรมชาติโดยตรง ควรผ่านการฆ่าเชื้อตามข้อกำหนดความปลอดภัยทางชีวภาพ เพื่อมิให้มีแมลง เชื้อโรค หรือเมล็ดพืชแฝงอยู่

³ สามารถศึกษาข้อกำหนดสำหรับวัสดุประเภทต่างๆ ได้ที่ กรมโยธาธิการและผังเมือง กระทรวงมหาดไทย

⁴ เหล็กกล้าชุบเคลือบสังกะสี เพื่อป้องกันมิให้เกิดสนิม



รูปที่ 6 โครงสร้างโรงเรือนจากเหล็ก อะลูมิเนียม และการยึดโรงเรือนตาข่ายด้วยสลิง

วัสดุคลุม (ผนังและหลังคา)

ข้อกำหนด

1. สามารถเลือกใช้วัสดุคลุมได้หลายประเภท โดยแต่ละประเภทมีข้อกำหนด ดังนี้
 - 1) ตาข่าย ต้องมีความถี่ไม่น้อยกว่า 30 เมช
 - 2) พลาสติกฟิล์ม ได้แก่ โพลีเอสเตอร์ โพลีเอทิลีน และโพลีไวนิลคลอไรด์
 - 3) พลาสติก ต้องเป็นพลาสติกแข็ง
 - 4) กระจก
2. ต้องมีระบบป้องกันหนู แมลง หรือสัตว์อื่นๆ ไม่ให้เข้าสู่โรงเรือน

ข้อควรปฏิบัติ

ผนังและหลังคาควรใช้วัสดุโปร่งแสงที่ยอมให้แสงผ่านได้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืชทดลอง และสามารถควบคุมมิให้สิ่งต่างๆ หลุดลอดออกไปภายนอกหรือเข้าสู่โรงเรือนได้ มีความแข็งแรง อายุการใช้งาน และความคงทนต่อสภาพแวดล้อม ตลอดจนมีรายละเอียดที่เหมาะสมต่อวัตถุประสงค์การใช้งานที่กำหนดไว้ในการออกแบบ วัสดุคลุมมีให้เลือกด้วยกันหลายชนิด ได้แก่

1. ตาข่าย⁵

- 1) โรงเรือนบางชนิดอาจใช้ตาข่ายโลหะแข็ง เนื่องจากเสื่อมสภาพช้า มีความปลอดภัยสูงกว่าตาข่ายอ่อนซึ่งอาจถูกแมลงกัดกิน
- 2) ควรเลือกตาข่ายที่มีขนาดช่องว่างที่เหมาะสมกับพืชหรือสิ่งมีชีวิตที่จะทำการศึกษ
- 3) โรงเรือนตาข่ายอาจก่อสร้างด้วยกำแพงคอนกรีตหรือก่ออิฐ สูง 20 – 50 เซนติเมตรจากระดับพื้นเพื่อเพิ่มความแข็งแรง หรือป้องกันสัตว์ขนาดเล็กหลุดลอดเข้าไปในโรงเรือน โดยรอยต่อระหว่างตาข่ายและกำแพงควรได้รับการดูแล และเชื่อมต่อเป็นอย่างดี (รูปที่ 7)



รูปที่ 7 โรงเรือนตาข่ายฐานคอนกรีต

ขนาดความถี่ของช่องตาข่ายส่งผลต่อปริมาณแสง การระบายอากาศ อุณหภูมิ ความชื้น และสมดุลของก๊าซต่างๆ ภายในโรงเรือน ซึ่งมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชทดลอง ในการเลือกขนาดของตาข่ายควรพิจารณาถึงระบบระบายอากาศ และความยากง่ายต่อการทำความสะอาดควบคู่กัน ตัวอย่างเช่น ตาข่ายที่มีความละเอียดสูงจะมีช่องเปิดน้อยกว่าตาข่ายที่มีความละเอียดต่ำ โดยตาข่ายขนาด 64 เมช ที่ใช้ลวดขนาด 0.008 นิ้ว จะมีช่องเปิด 23.8%

2. พลาสติกฟิล์ม

- 1) พลาสติกฟิล์มมีอายุการใช้งานเฉลี่ยน้อยกว่า 3 - 4 ปี ต้องมีการตรวจสอบอย่างสม่ำเสมอ
- 2) พลาสติกฟิล์มต้องได้รับการตรวจสอบคุณลักษณะที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชอย่างละเอียดก่อนนำมาใช้งาน เนื่องจากพลาสติกฟิล์มบางประเภทมีคุณสมบัติเฉพาะ เช่น การลดการส่งผ่านของแสงบางช่วงคลื่น แต่ยังคงความใสให้แสงส่องผ่านได้เพียงพอต่อความต้องการของพืช
- 3) การติดตั้งต้องให้วัสดุคลุมมีความราบเรียบตามลักษณะของโรงเรือน

⁵ โรงเรือนตาข่ายมิได้มีวัตถุประสงค์หลักในการป้องกันการหลุดลอดของละอองเรณูของพืชทดลอง จึงควรมีมาตรการอื่นๆ เพื่อใช้ในการป้องกันการแพร่กระจายของละอองเรณูดำเนินการควบคู่กันไป

3. **พลาสติกแข็ง (rigid plastic)** – ได้แก่ โพลีคาร์บอเนต หรือ อะคริลิก โดยโพลีคาร์บอเนตมีราคาถูกและทนไฟ ในขณะที่อะคริลิกมีอายุการใช้งานนานกว่าและยอมให้แสงผ่านได้มากกว่า (ตัวอย่างโรงเรือนพลาสติกแข็ง ดังรูปที่ 8)
- 1) จำนวนชั้นหรือความหนาที่เพิ่มขึ้น จะช่วยเพิ่มค่าความเป็นฉนวน ทำให้สามารถป้องกันความร้อนและเสียง และเพิ่มความปลอดภัยได้มากขึ้น
 - 2) ต้องพิจารณาถึงความทนทานของพลาสติกที่จะไม่ยืดหดเมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนแปลง เนื่องจากจะทำให้เกิดรอยแตกหรือช่องว่างขึ้นได้



รูปที่ 8 โรงเรือนพลาสติกแข็งฐานคอนกรีต และการติดแถบยางระหว่างพลาสติกกับโครงสร้าง เพื่ออุดช่องว่าง

4. **กระจก** ได้แก่ กระจกใส และกระจกนิรภัยประเภทต่างๆ เช่น กระจกนิรภัย (tamper proof)⁶ กระจกลามิเนต (laminated)⁷ กระจกเคลือบ เป็นต้น (ตัวอย่างโรงเรือนกระจก ดังรูปที่ 9)
- 1) การประกอบจะใช้กระจกเพียงชั้นเดียวหรือหลายชั้น (multi-layer) ก็ได้
 - 2) การตัด เจาะ เจียร บาก หรือ เปลี่ยนแปลงขนาด และรูปแบบใดๆ ต่อกระจกนิรภัย ต้องดำเนินการให้เสร็จสิ้นก่อนนำกระจกเข้ากระบวนการอบในอุณหภูมิสูง เนื่องจากภายหลังจากผลิตเป็นกระจกนิรภัยแล้ว โครงสร้างของเนื้อกระจกจะถูกเปลี่ยนแปลงให้มีความแข็งแรงยิ่งขึ้น การนำไปตัด เจาะ บาก หรือเปลี่ยนแปลงแบบจะทำให้กระจกแตก ส่วนการเจียรขอบเล็กน้อยอาจจะทำได้ แต่เสี่ยงต่อการแตกได้เช่นกัน

⁶ กระจกนิรภัย เป็นกระจกแตกยาก เมื่อแตกจะมีลักษณะเป็นเม็ด คล้ายเมล็ดข้าวโพด และมีความแหลมคมไม่มาก โอกาสเกิดอันตรายจะน้อยกว่ากระจกธรรมดา

⁷ กระจกลามิเนต เป็นกระจกที่ผลิตจากกระจกธรรมดา (annealed glass หรือ floated glass) เมื่อแตกจะมีลักษณะเหมือนใยแมงมุม เศษกระจกที่แตกจะยังคงยึดติดกันด้วยฟิล์มลามิเนตไม่หลุดออกจากกัน



รูปที่ 9 โรงเรือนกระจก

หน้าต่าง ช่องเปิดและพัดลมระบายอากาศ

ข้อกำหนด

ให้เปิดเพื่อระบายอากาศได้ แต่ต้องมีตาข่ายขนาดไม่น้อยกว่า 30 เมช ป้องกันแมลงหรือสัตว์ขนาดเล็ก

ข้อควรปฏิบัติ

1. ส่วนที่เป็นวงกบและอุปกรณ์ที่ควบคุมบานเปิดหน้าต่าง และช่องหลังคา ให้ติดตั้งอุปกรณ์ประกอบเพื่อป้องกันสัตว์ขนาดเล็กหรือแมลงเข้าสู่โรงเรือน
2. พัดลมแบบที่มีบานเกล็ดเปิดปิดอัตโนมัติ ต้องได้รับการตรวจสอบระบบการทำงานอย่างสม่ำเสมอ (รูปที่ 10)



รูปที่ 10 พัดลมระบายอากาศแบบมีบานเกล็ดปิด

รั้วและประตู

ข้อกำหนด

1. โรงเรือนต้องล้อมรอบด้วยร่องน้ำกว้างไม่น้อยกว่า 20 เซนติเมตร และมีน้ำหล่อตลอดเวลา เพื่อป้องกันแมลง (รูปที่ 11)
2. ประตูทุกบานที่เข้าสู่โรงเรือนต้องปิดล็อกได้ (รูปที่ 12)

3. โรงเรือนต้องมีโถงด้านหน้าหรือพื้นที่ควบคุมระหว่างประตู และมีแถบยางเหนียวป้องกันแมลงที่จะเข้าออกจากห้อง ยกเว้นโรงเรือนที่ปลูกติดกับอาคารที่มีมาตรการป้องกันเรียบร้อยแล้ว (รูปที่ 13)
4. มีที่จุ่มรองเท้าลงในน้ำยาฆ่าเชื้อก่อนเข้าและออกจากโรงเรือน



รูปที่ 11 ร่องน้ำกันแมลงภายนอกโรงเรือน



รูปที่ 12 ล็อคแบบแม่กุญแจ



รูปที่ 13 ที่จุ่มเท้าและแถบยางเหนียวป้องกันแมลง

ข้อควรปฏิบัติ

1. ให้มีขอบยางหรือวัสดุอื่นๆ เพื่อป้องกันแมลงหรือสัตว์ต่างๆ โดยอาจใช้ที่กันที่มีขายทั่วไป อาทิ นีโอพรีน ยาง หรือพลาสติก (รูปที่ 14)
2. ให้มีการติดตั้งแผ่นกันกระแทกเพื่อป้องกันประตูมิให้เกิดความเสียหายจากรถเข็น



รูปที่ 14 ประเก็นที่ขอบประตูป้องกันสัตว์ขนาดเล็กและแมลง

ระบบรักษาความปลอดภัย

ข้อควรปฏิบัติ

1. ให้มีระบบการป้องกันรักษาความปลอดภัยไม่ให้บุคคลที่ไม่ได้รับอนุญาตเข้ามาสู่พื้นที่โรงเรียนเพิ่มเติม เช่น รั้ว กล้องวงจรปิด หรือพนักงานรักษาความปลอดภัย เป็นต้น (รูปที่ 15)



รูปที่ 15 รั้วรอบบริเวณโรงเรียน

บทที่ 4 การกำจัดของเสียและสิ่งมีชีวิตที่ใช้ในการทดลอง

พืชทดลองและชิ้นส่วนอื่นๆ

ข้อกำหนด

ต้องทำให้เสียความสามารถในการดำรงชีวิตและสืบพันธุ์ด้วยวิธีการที่เหมาะสม เช่น เผาทำลายทันทีที่สิ้นสุดการทดลอง ยกเว้นกรณีต้องทำการศึกษาทดลองต่อที่ได้รับอนุญาตไว้แล้ว

โรงเรือน

ข้อกำหนด

ทำความสะอาดโรงเรือนและพ่นสารป้องกันกำจัดแมลงให้ทั่ว หากโรงเรือนประกอบด้วยกรวดหรือวัสดุที่คล้ายคลึงกัน ไม่ทำลายสิ่งปนเปื้อนด้วยการล้างผ่านน้ำ แต่ให้ใช้วิธีอื่นที่ทำให้สิ่งมีชีวิตที่สามารถเกาะติดกับก้อนกรวดได้เสียสภาพก่อน

ขยะของเหลว

ข้อควรปฏิบัติ

1. ให้มีระบบกักเก็บน้ำทิ้ง และกำจัดสิ่งปนเปื้อน ด้วยวิธีการที่เหมาะสม ก่อนปล่อยออกสู่ภายนอก
2. ให้มีการติดตั้งตัวกรองในทางระบายน้ำเพื่อป้องกันไม่ให้ชิ้นส่วนพืชหรือสิ่งมีชีวิตอื่นออกไปนอกโรงเรือน (รูปที่ 16)



รูปที่ 16 ระบบระบายน้ำภายในโรงเรือน

วัสดุอุปกรณ์

ข้อกำหนด

ต้องมีเครื่องมือ อุปกรณ์สำหรับกำจัดพืชและวัสดุที่ใช้ในการทดลอง เช่น autoclave เต้าเผา หรือหลุมฝังกลบ ภายในบริเวณโรงเรียน (รูปที่ 17)



รูปที่ 17 autoclave (ก) และหลุมฝังกลบ (ข)

บทที่ 5 วิธีการปฏิบัติภายในโรงเรือน

การเข้าถึงโรงเรือน

ข้อกำหนด

1. จำกัดผู้ปฏิบัติงานที่เข้าออกโรงเรือนต้องเป็นบุคคลที่ได้รับอนุญาตจากหัวหน้าโครงการ หรือผู้มีอำนาจรับผิดชอบ
2. ผู้ปฏิบัติงานต้องผ่านการอบรม

คู่มือการปฏิบัติภายในโรงเรือน

ข้อกำหนด

ต้องมีคู่มือการปฏิบัติภายในโรงเรือน ที่ระบุถึงผลที่อาจเกิดขึ้นหากไม่ปฏิบัติตาม และแผนการดำเนินงาน

ป้ายเครื่องหมาย (รูปที่ 18)

ข้อกำหนด

1. ชนิดพืช
2. ชื่อผู้รับผิดชอบโรงเรือนพร้อมหมายเลขโทรศัพท์ติดต่อกรณีเกิดเหตุฉุกเฉิน
3. ความต้องการพิเศษในการใช้พื้นที่
4. ป้ายเตือนกรณีอาจส่งผลกระทบต่อจัดการ ระบบนิเวศ หรือสุขอนามัยของมนุษย์
5. การทดลองและวิธีดำเนินงาน
6. ป้าย “บุคคลที่ไม่เกี่ยวข้องห้ามเข้า”



รูปที่ 18 ป้ายเครื่องหมายหน้าโรงเรือน

การบันทึก

ข้อกำหนด

1. การเข้า-ออก ของพืชทดลองและเก็บสมุดบันทึกไว้ในบริเวณโรงเรียน (รูปที่ 19)
2. การเข้า-ออก ของผู้ปฏิบัติงานและเก็บสมุดบันทึกไว้ในบริเวณโรงเรียน (รูปที่ 19)
3. ความก้าวหน้าของการทดลองในโรงเรียนทุกขั้นตอน
4. กรณีมีอุบัติเหตุ ที่อาจก่อให้เกิดการรั่วไหล หัวหน้าโครงการต้องรายงานต่อ IBC หรือผู้ที่เกี่ยวข้องทันที



รูปที่ 19 บันทึกรายงานการเข้า – ออก จากโรงเรียน ของบุคลากร และพืชทดลอง

ข้อควรปฏิบัติ

1. หัวหน้าโครงการควรเก็บบันทึกต่างๆ ไว้เป็นหลักฐานหากมีการเรียกตรวจสอบในภายหลังเป็นเวลา 3 – 5 ปี

การเคลื่อนย้ายวัสดุต่างๆ

ข้อกำหนด

ห้ามนำต้นพืชหรือสิ่งทดลองทุกชนิด (ต้นพืช แมลง เนื้อเยื่อ ของเสีย ดิน วัสดุปลูก หรือ ภาชนะ) ออกจากโรงเรียนที่กำหนดไว้ เว้นแต่ได้รับอนุญาต โดยบรรจุในบรรจุภัณฑ์ที่เป็นภาชนะปิดมิดชิดที่ไม่แตกหักได้ง่าย และอยู่ในสภาพที่สมบูรณ์ หรือผ่านการทำลายหรือลดการปนเปื้อนด้วยวิธีการที่เหมาะสม ก่อนนำเข้าหรือออกจากโรงเรียน หรือนำกลับมาใช้ใหม่ (รูปที่ 20)



รูปที่ 20 การเคลื่อนย้ายต้นพืชจากโรงเรือน

การควบคุมสิ่งมีชีวิตภายในโรงเรือน

ข้อกำหนด

1. ควบคุมสิ่งมีชีวิตที่ไม่ต้องการ (วัชพืช สัตว์ขนาดเล็ก แมลงศัตรูพืช และสิ่งมีชีวิตก่อโรค) ด้วยวิธีการที่เหมาะสม เช่น พ่นสารป้องกันกำจัดแมลงทั่วทั้งต้นพืช พ่นหรืออบโรงเรือนด้วยสารป้องกันกำจัดแมลงและหนุอย่างสม่ำเสมอ เป็นต้น
2. จำกัดแมลงและสิ่งมีชีวิตอื่นที่เคลื่อนที่ได้ให้อยู่ในกรงที่เหมาะสม ภายในพื้นที่ที่สามารถป้องกันการหลุดรอดได้ ในกรณีที่ต้องปล่อยสิ่งมีชีวิตไว้ในโรงเรือน เช่น หนอน แมลง ต้องระมัดระวังป้องกันมิให้หลุดไปนอกโรงเรือนได้ (รูปที่ 21)



รูปที่ 21 กรงสำหรับเลี้ยงสัตว์หรือแมลง

การแต่งกาย

ข้อกำหนด

1. มีสถานที่เปลี่ยนรองเท้า สวมเสื้อคลุม และหมวกที่เตรียมไว้ให้ (รูปที่ 22)
2. อุปกรณ์สวมใส่ต้องมีการทำความสะอาดอย่างสม่ำเสมอ



รูปที่ 22 บริเวณเปลี่ยนเครื่องแต่งกาย

การติดตามตรวจสอบความปลอดภัยของโรงเรือน

ข้อกำหนด

ต้องมีการตรวจสอบและทำความสะอาดโรงเรือนอย่างสม่ำเสมอ หากมีการเปลี่ยนแปลงหรือชำรุด ต้องทำการบันทึกไว้เป็นหลักฐานและแจ้งให้ DOA IBC ทราบ เพื่อตรวจสอบอีกครั้งหนึ่ง

ข้อควรปฏิบัติ

1. ตั้งกั๊บดักแมลงเพื่อติดตามตรวจสอบการหลุดรอดของแมลง
2. ปลุกพืชสายพันธุ์ที่ไวต่อโรคหรือแมลงที่ใช้ในการทดลองเพื่อเป็นดัชนี
3. ปลุกพืชสายพันธุ์ดั้งเดิมที่ไม่มีหรือถูกกำจัดเกสรตัวผู้เพื่อตรวจสอบการแพร่กระจายของละอองเรณูทั้งภายในและภายนอกบริเวณโรงเรือน
4. ตรวจสอบการหลุดจากตัวยีส รูรั่วและรอยฉีกขาดของตาข่าย หรือฟิล์มพลาสติก หรือช่องเปิดต่างๆ อย่างสม่ำเสมอตามระยะที่กำหนด
5. ตรวจสอบระบบรักษาความปลอดภัยตามระยะที่กำหนด
6. หากมีการเปลี่ยนแปลงหรือการซ่อมแซมเนื่องจากการชำรุดระหว่างการทดลอง ให้ทำการบันทึกไว้เป็นหลักฐานและแจ้งไปยัง IBC ของหน่วยงาน

อื่นๆ

ข้อกำหนด

1. ต้นพืชและสิ่งทดลองทุกชนิดในโรงเรือนต้องได้รับการปฏิบัติเช่นเดียวกับพืชตัดแปลงพันธุกรรม
2. ห้ามดำเนินการงานที่ไม่เกี่ยวข้องในโรงเรือน

บทที่ 6

วิธีการจำกัดการแพร่กระจายของละอองเรณู

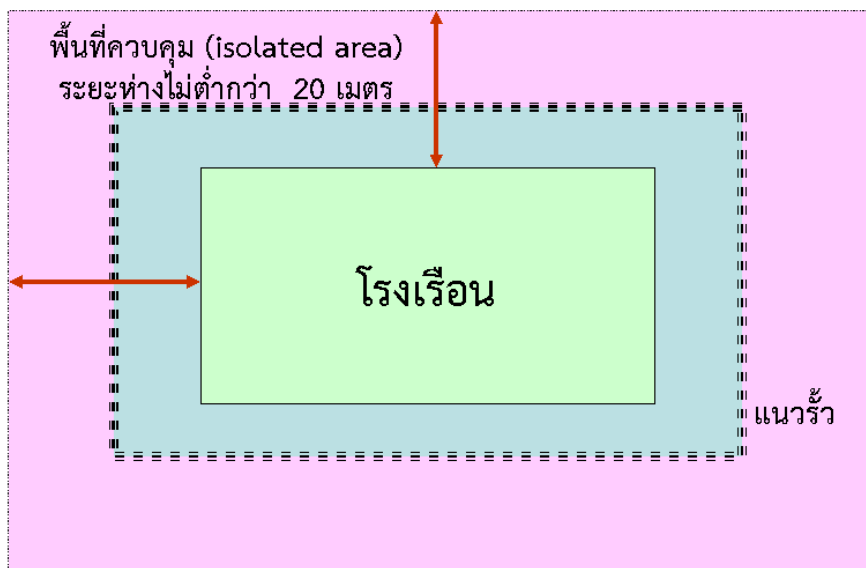
ในกรณีที่โรงเรือนความปลอดภัยทางชีวภาพเป็นโรงเรือนตาข่าย หรือโรงเรือนประเภทอื่นที่ต้องการให้เกิดความแน่ใจว่าจะไม่มีการหลุดรอดของละอองเรณูจากพืชทดลองไปสู่สิ่งแวดล้อมภายนอก โดยเฉพาะในพื้นที่ที่มีอัตราการผสมข้ามสูง ผู้วิจัยสามารถเลือกดำเนินการป้องกันการหลุดรอดของละอองเรณูได้ตามความเหมาะสม ตัวอย่างวิธีการจำกัดการแพร่กระจายของละอองเรณูได้แก่

1. ตัดดอก (de-flowering) (รูปที่ 23 ก)
2. การดึงเอาเกสรตัวผู้ออก (emasculatation) (รูปที่ 23 ข)
3. การหุ้มดอก (bagging) (รูปที่ 23 ค)



รูปที่ 23 การตัดดอก (ก) กำจัดเกสรตัวผู้ (ข) และการหุ้มดอก (ค)

4. ทำ mist trap บริเวณประตูหรือพัดลมระบายอากาศ เพื่อดักละอองเรณู
5. ปลุกพืชชนิดเดียวกันที่ไม่ได้ตัดแปลงพันธุกรรมบริเวณช่องระบายอากาศเพื่อใช้เป็น pollen trap และเพื่อใช้เป็นตัวชี้วัดว่ามีการหลุดรอดของละอองเรณูจากพืชทดลองออกมาภายนอกโรงเรือนและสามารถผสมกับพืชที่ไม่ได้ตัดแปลงพันธุกรรมได้หรือไม่อีกทางหนึ่ง
6. ปลุกพืชชนิดอื่นบริเวณรอบโรงเรือน เพื่อเป็น buffer zone
7. กำหนดพื้นที่ที่ไม่มีการคงอยู่ของพืชที่สามารถผสมข้ามกับพืชทดลองได้รอบบริเวณโรงเรือนเพื่อให้เป็น isolated area (รูปที่ 24)



รูปที่ 24 แผนผังแสดงบริเวณโรงเรียนและพื้นที่ควบคุมโดยรอบ

บทที่ 7

ข้อเสนอแนะในการควบคุมสภาพแวดล้อมภายในโรงเรียน

โครงสร้าง

1. ขนาดของโรงเรียนไม่ควรมีขนาดใหญ่จนเกินไป เนื่องจากจะเกิดการสะสมความร้อน
2. หากมีการก่อสร้างบริเวณด้านล่างเป็นคอนกรีตเพื่อป้องกันหนู ให้มีความสูงไม่เกิน 30 เซนติเมตร เพื่อไม่ให้เกิดการสะสมความร้อนในโรงเรียน
3. ออกแบบให้โรงเรียนมีการหมุนเวียนของอากาศ (ventilation) โดยระบายอากาศร้อนในโรงเรียนบริเวณด้านบนออก ด้วยวิธีการต่างๆ อาทิ
 - 1) ลมเพื่อดักละอองเรณู (รูปที่ 25)
 - 2) ให้โรงเรียนมีพื้นที่โล่งส่วนบนจากความสูงของพืชทดลองเมื่อโตเต็มที่ หรือระยะที่ต้องการทดสอบจนถึงแนวชายคา ไม่น้อยกว่า 80 – 100 เซนติเมตร เพื่อให้เกิดการกระทำช่องระบายอากาศหรือพัดลมระบายอากาศบริเวณหลังคาด้านบนของโรงเรียน และมีวัสดุคลุม เช่น ติดตั้งตาข่ายกรองไม่ให้มีแมลงเข้า - ออก หรืออาจมีการติดตั้งม่านน้ำ (เช่นเดียวกับกรณีของโรงงานพ่นสี) หรือ spray fog ในช่องทางระบายไหลเวียนของอากาศได้
 - 3) หลังคาที่ระบายความร้อนได้ดีต้องมีความลาดเอียงไม่น้อยกว่า 20 องศา



รูปที่ 25 ช่องเปิดและพัดลมระบายอากาศ

พื้น

ดังนี้

เนื่องจากพื้นคอนกรีตมีการสะสมความร้อน ให้ทำการลดความร้อนสะสมด้วยวิธีการต่างๆ

1. ฉีดพ่นน้ำหรือทำระบบน้ำไหลผ่านพื้น (มีความลาดเอียง) เพื่อลดความร้อน
2. ยกพื้นสูงเพื่อระบายอากาศ
3. วางท่อน้ำเย็นผ่านใต้พื้นหรือใต้กระเบื้องปูพื้นเพื่อลดอุณหภูมิเฉพาะจุด

การลดปริมาณแสง (decrease light intensity)

1. ใช้ปูนขาวพ่นบนกระจก
2. การชิงตาข่ายกรองแสงหรือพลาสติกกันความร้อนรอบโรงเรือน ทั้งนี้ วิธีการชิง ทั้งภายในและภายนอกโรงเรือนไม่ซึ่งเป็นลักษณะผืนใหญ่ผืนเดียว ให้ชิงเป็นช่วงๆ ต่อเนื่องกัน โดยความกว้างของตาข่ายหรือพลาสติกแต่ละช่วงไม่เกิน 2 - 3 เมตร เพื่อให้มีการไหลเวียนของอากาศได้ (รูปที่ 26) ทั้งนี้ หากใช้ตาข่ายโลหะจะมีความทนทานและสามารถซ่อมแซมได้



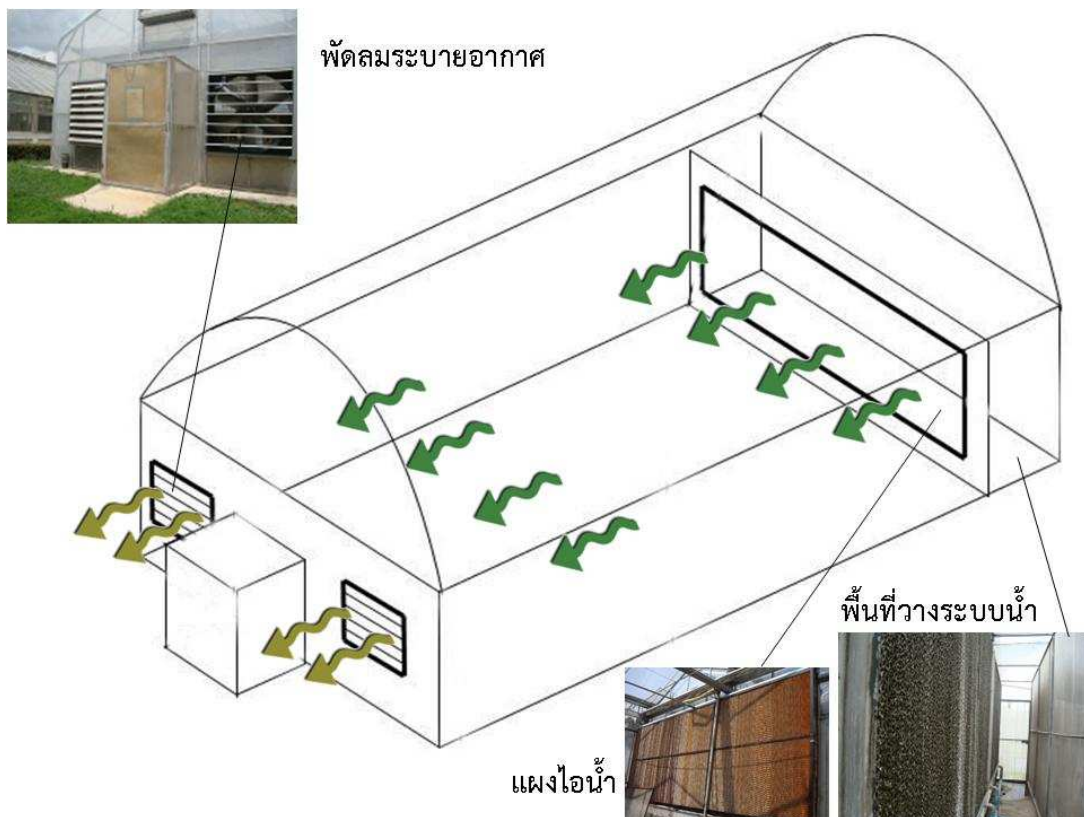
รูปที่ 26 การชิงตาข่ายพรางแสง

การลดความร้อนสะสมภายในโรงเรือน

1. การฉีดพ่นน้ำในอากาศเพื่อลดอุณหภูมิ (รูปที่ 27 ก) หรือโรงเรือนที่ใช้ไอน้ำในการลดอุณหภูมิ เช่น evaporation (รูปที่ 27 ข, รูปที่ 28) ต้องระวังเรื่องความชื้นสัมพัทธ์ไม่ให้สูงจนเกิดผลกระทบต่อพืชทดลอง



รูปที่ 27 ระบบฉีดพ่นน้ำ (ก) และแผงไอน้ำที่ใช้ร่วมกับพัดลมระบายอากาศ (ข)



รูปที่ 28 ลักษณะการระบายอากาศภายในโรงเรือน evaporation

ภาคผนวกที่ 1 เอกสารที่เกี่ยวข้อง

คณะกรรมการเทคนิคด้านความปลอดภัยทางชีวภาพ. 2552. แนวทางปฏิบัติเพื่อความปลอดภัยทางชีวภาพสำหรับการดำเนินงานด้านเทคโนโลยีชีวภาพสมัยใหม่หรือพันธุวิศวกรรม. 128 หน้า.

คณะกรรมการความปลอดภัยทางชีวภาพด้านการเกษตร กรมวิชาการเกษตร. คู่มือการขออนุญาตนำเข้าและศึกษาทดลองพืชตัดแปลงพันธุกรรม. 64 หน้า.

ดวงพร สุวรรณกุล. 2543. ชีววิทยาวัชพืช: พื้นฐานการจัดการวัชพืช. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 178 หน้า.

Adair, Dann and Ruth Irwin. 2008. A Practical Guide to Containment: Plant Biosafety in Research Greenhouse. Revised Edition. Information Systems for Biotechnology. Virginia Tech, USA, 2008.

<http://www.idealkote.com/>

Office of Biological Safety, UW-Madison Environment, Health and Safety Department. Guidelines for Handling Transgenic Plants & Associated Organisms.

Organisation for Economic Co-operation and Development. 2006. Safety Assessment of Transgenic Organisms: OECD consensus document Volume 1.

ภาคผนวกที่ 2

ข้อควรปฏิบัติของโรงเรือนความปลอดภัยทางชีวภาพในระดับต่างๆ

การควบคุมดูแลความปลอดภัยของโรงเรือนความปลอดภัยทางชีวภาพแต่ละระดับจะมีความเข้มงวดแตกต่างกันออกไป โดยมีข้อกำหนดของโรงเรือนแต่ละระดับตามเอกสาร A Practical Guide to Containment (PGC) และข้อกำหนดของกรมวิชาการเกษตร (Department of Agriculture - DOA) ซึ่งเป็นหน่วยงานรับผิดชอบหลักในการควบคุมดูแลพืชตัดแปลงพันธุกรรม โดยสังเขป ดังตารางที่ 2 – ตารางที่ 4

ตารางที่ 2 สถานที่ตั้ง รูปแบบ และองค์ประกอบของโรงเรือน

สถานที่ตั้ง รูปแบบ และองค์ประกอบของโรงเรือน	ระดับของโรงเรือนตาม PGC				DOA
	BSL1-P	BSL2-P	BSL3-P	BSL4-P	
1. สถานที่ตั้ง - อยู่ห่างจากโรงเรือนหรือแหล่งปลูกพืชอื่น ไม่น้อยกว่า 20 เมตร หรือตามที่ IBC DOA กำหนด	—	—	—	—	●
2. พื้น					
2.1 สามารถทำจากวัสดุที่มีรูพรุน แต่ทางเดินทำจาก วัสดุที่น้ำซึมผ่านไม่ได้	●	●	⊗	⊗	⊗
2.2 พื้นทำจากวัสดุที่สิ่งมีชีวิตผ่านไม่ได้และทนทานต่อ สารฆ่าเชื้อ เช่น คอนกรีต	○	○	●	●	●
3. เสาและคาน - ทำจากวัสดุที่มีความแข็งแรงและ ทนทานต่อสารเคมีฆ่าเชื้อ เช่น เหล็ก หรืออะลูมิเนียม	○	○	●	●	—
4. ผนังและหลังคา					
4.1 ทำจากตาข่ายขนาดไม่น้อยกว่า 30 เมช หรือ กระจก	●	●	⊗	⊗	●
4.2 พลาสติกแข็ง	●	●	⊗	⊗	—
4.3 กระจกนิรภัย	○	○	●	⊗	—
4.4 กระจกนิรภัยติดตั้งเซนเซอร์ตรวจจับการแตก	○	○	○	●	—

หมายเหตุ

● หมายถึง “ต้องมี”

○ หมายถึง “ไม่จำเป็นต้องมี”

⊗ หมายถึง “ห้ามใช้”

— หมายถึง “ไม่มีข้อกำหนด”

สถานที่ตั้ง รูปแบบ และองค์ประกอบของโรงเรียน	ระดับของโรงเรียนตาม PGC				DOA
	BSL1-P	BSL2-P	BSL3-P	BSL4-P	
5. ระบบอากาศ					
5.1 สามารถเปิดหน้าต่าง ช่องเปิดและพัดลมระบายอากาศได้ แต่ต้องมีตาข่ายขนาดไม่น้อยกว่า 30 เมช	●	●	⊗	⊗	●
5.2 มีระบบกรองอากาศออก และ negative pressure	○	○	●	●	—
5.3 มีการตรวจสอบการรั่วซึมปีละครั้ง	○	○	○	●	—
6. รั้วและประตู					
6.1 โรงเรียนล้อมรอบด้วยร่องน้ำกว้างไม่น้อยกว่า 20 เซนติเมตร และมีน้ำไหลตลอด	—	—	—	—	●
6.2 มีพื้นที่ควบคุมระหว่างประตู พร้อมแถบยางเหนียว ป้องกันแมลง และที่จุ่มเท้าลงในน้ำยาฆ่าเชื้อ	—	—	—	—	●
6.3 มีความแข็งแรง ล็อค 2 ชั้น	○	○	●	●	●
6.4 มีระบบปิดอัตโนมัติ	○	○	●	●	—

หมายเหตุ

● หมายถึง “ต้องมี”

○ หมายถึง “ไม่จำเป็นต้องมี”

⊗ หมายถึง “ห้ามใช้”

— หมายถึง “ไม่มีข้อกำหนด”

ตารางที่ 3 การกำจัดของเสียและสิ่งมีชีวิตที่ใช้ในการทดลอง

การกำจัดของเสียและสิ่งมีชีวิตที่ใช้ในการทดลอง	ระดับของโรงเรือนตาม PGC				DOA
	BSL1-P	BSL2-P	BSL3-P	BSL4-P	
1. พิษทดลองและชิ้นส่วนอื่นๆ					
1.1 เผา หรือฝัองกลบ	●	●	⊗	⊗	●
1.2 autoclave	○	○	●	⊗	●
1.3 autoclave แบบสองประตูส่งผ่าน	○	○	○	●	—
2. โรงเรือน					
2.1 ทำความสะอาดและพ่นสารกำจัดแมลง	—	—	—	—	●
2.2 หากโรงเรือนประกอบกรวดหรือวัสดุที่คล้ายคลึงกัน ไม่ควรทำลายสิ่งปนเปื้อนด้วยการล้างผ่านน้ำ แต่ ควรใช้วิธีอื่นที่ทำให้สิ่งมีชีวิตที่สามารถเกาะติดกับ ก้อนกรวดได้เสียสภาพก่อน	○	●	●	●	—
2.3 ทำความสะอาดและทำการฆ่าเชื้อ	○	○	●	●	—
3. ขยะของเหลว					
3.1 กักเก็บและลดการปนเปื้อน	○	○	●	●	—
3.2 ฆ่าเชื้อก่อนเข้าสู่ระบบระบายน้ำ ท่อระบายน้ำ ติดตั้งตัวกรองประสิทธิภาพสูง	○	○	○	●	—
4. วัสดุอุปกรณ์สำหรับกำจัดพิษและวัสดุที่ใช้ในการ ทดลอง					
4.1 เตาเผา	—	—	—	—	●
4.2 autoclave	○	●	●	●	●

หมายเหตุ

● หมายถึง “ต้องมี”

○ หมายถึง “ไม่จำเป็นต้องมี”

⊗ หมายถึง “ห้ามใช้”

— หมายถึง “ไม่มีข้อกำหนด”

ตารางที่ 4 วิธีการปฏิบัติภายในโรงเรือน

วิธีการปฏิบัติภายในโรงเรือน	ระดับของโรงเรือนตาม PGC				DOA
	BSL1-P	BSL2-P	BSL3-P	BSL4-P	
1. การเข้าถึง					
1.1 ผู้ปฏิบัติงานต้องผ่านการฝึกอบรมการปฏิบัติภายในโรงเรือน และได้รับอนุญาตจากหัวหน้าโครงการหรือ IBC DOA	●	●	●	●	●
1.2 ต้องได้รับอนุญาตก่อนเข้าสู่โรงเรือนทุกครั้ง	○	○	●	●	—
1.3 ติดตั้งกล้องวงจรปิด เซนเซอร์/ มีที่ล้างมือบริเวณทางออก	○	○	●	●	—
1.4 มีที่อาบน้ำบริเวณทางออก	○	○	○	●	—
2. คู่มือการปฏิบัติภายในโรงเรือน	○	●	●	●	—
3. ป้ายเครื่องหมาย					
3.1 รายละเอียดการทดลอง	●	●	●	●	●
3.2 ข้อมูลการติดต่อ	●	●	●	●	●
3.3 ข้อความเตือนหากพืชทดลองอาจส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและสุขอนามัยมนุษย์	○	●	●	●	—
3.4 ระบุข้อความ “บุคคลที่ไม่เกี่ยวข้องห้ามเข้า”	○	○	●	●	●
4. การจดบันทึกและรายงาน					
4.1 โรงเรือนมีการเปลี่ยนแปลงหรือชำรุด	—	—	—	—	●
4.2 ผู้ผ่านเข้าออก/ พืชทดลอง	●	●	●	●	●
4.3 ความก้าวหน้าการทดลอง	○	●	●	●	—
4.4 วัสดุมีชีวิตเข้าออกจากโรงเรือน	○	●	●	●	—
4.5 อุบัติเหตุการหลุดรอดและแจ้งต่อผู้มีหน้าที่รับผิดชอบ	○	●	●	●	●
5. การเคลื่อนย้ายวัสดุต่างๆ					
5.1 บรรจุในภาชนะปิด ไม่แตก และอยู่ในสภาพสมบูรณ์	●	●	●	●	●
5.2 ฆ่าเชื้อทำความสะอาดเมื่อสิ้นสุดการทดลองหรือนำกลับมาใช้ใหม่	●	●	●	●	●
5.3 เข้าออกผ่าน autoclave แบบประตูสองชั้น/ airlock/ ห้องรมยา	○	○	●	●	—

หมายเหตุ

● หมายถึง “ต้องมี”

○ หมายถึง “ไม่จำเป็นต้องมี”

— หมายถึง “ไม่มีข้อกำหนด”

วิธีการปฏิบัติภายในโรงเรียน	ระดับของโรงเรียนตาม PGC				DOA
	BSL1-P	BSL2-P	BSL3-P	BSL4-P	
6. การควบคุมสิ่งมีชีวิตภายในโรงเรียน					
6.1 หากไม่ทำให้ผลการทดลองเสียหายให้ปนสารควบคุมแมลงและศัตรูพืชภายในโรงเรียน	—	—	—	—	●
6.2 ควบคุมสิ่งมีชีวิตที่ไม่ต้องการด้วยวิธีการที่เหมาะสมและ/หรือ จำกัดบริเวณสิ่งมีชีวิตที่เคลื่อนที่ได้ให้อยู่ในกรงที่เหมาะสม	●	●	●	●	—
7. การแต่งกาย					
7.1 เปลี่ยนเป็นชุดเฉพาะ (สวมเสื้อคลุม เปลี่ยนรองเท้านิรภัย)	○	○	●	●	●
7.2 มีการทำความสะอาดอย่างสม่ำเสมอ	—	—	—	—	●
7.3 autoclave ก่อนซักหรือทิ้ง	○	○	●	●	—

หมายเหตุ

● หมายถึง “ต้องมี”

○ หมายถึง “ไม่จำเป็นต้องมี”

— หมายถึง “ไม่มีข้อกำหนด”

ภาคผนวกที่ 3

ตารางการตรวจสอบข้อกำหนดของโรงเรียนทดลองระดับ BSL2-P+

รายละเอียด	ความสอดคล้องกับข้อกำหนด		หมายเหตุ
	ใช่	ไม่ใช่	
สถานที่ตั้งและโครงสร้าง			
1. ที่ตั้ง อยู่ห่างจากโรงเรียนหรือแหล่งปลูกพืชอื่นไม่น้อยกว่า 20 เมตร หรือตามที่ IBC DOA กำหนด			
2. พื้น อาจทำจากวัสดุที่มีรูพรุน แต่ทางเดินทำจากวัสดุที่น้ำซึมผ่านไม่ได้ เช่น คอนกรีต			
3. ผนังและหลังคา ตาข่ายขนาดไม่น้อยกว่า 30 เมช (mesh) พลาสติกแข็งทนความร้อน (thermoplastic) หรือกระจก			
4. ระบบอากาศ เปิดหน้าต่าง ช่องเปิด และพัดลมระบายอากาศได้ แต่ต้องมีตาข่ายขนาดไม่น้อยกว่า 30 เมช			
5. รั้วและประตู โรงเรียนล้อมรอบด้วยร่องน้ำกว้างไม่น้อยกว่า 20 เซนติเมตร และมีน้ำหล่อตลอด ประตู 2 ชั้น ปิดล็อกได้ มีพื้นที่ควบคุมระหว่างประตู พร้อมแถบยางเหนียวป้องกันแมลง และที่จุ่มเท้าลงในน้ำยาฆ่าเชื้อ			
การกำจัดของเสียและสิ่งมีชีวิตที่ใช้ในการทดลอง			
1. พืชทดลอง ทำให้สูญเสียความมีชีวิตด้วยวิธีการที่เหมาะสม เช่น autoclave หรือเผา			
2. โรงเรียน ทำความสะอาดและพ่นสารกำจัดแมลง ทั้งนี้ หากโรงเรียนเป็นกรวดหรือวัสดุที่คล้ายคลึงกัน ไม่ให้ทำลายสิ่งปนเปื้อนด้วยการล้างผ่านน้ำ แต่ให้ใช้วิธีอื่นที่ทำให้สิ่งมีชีวิตที่สามารถเกาะติดกับก้อนกรวดได้เสียสภาพก่อน			
3. วัสดุอุปกรณ์ ให้มีเครื่องมือ อุปกรณ์สำหรับกำจัดพืชและวัสดุที่ใช้ในการทดลองภายในบริเวณโรงเรียน เช่น autoclave เตาเผา			

	ความ สอดคล้องกับ ข้อกำหนด		
วิธีการปฏิบัติภายในโรงเรือน			
1. การเข้าถึง ผู้ปฏิบัติงานต้องได้รับอนุญาต และผ่านการฝึกอบรมการปฏิบัติภายในโรงเรือน			
2. คู่มือการปฏิบัติภายในโรงเรือน ให้มีคู่มือการปฏิบัติภายในโรงเรือน			
3. ป้ายเครื่องหมาย ให้มีรายละเอียดการทดลอง ข้อมูลการติดต่อ และข้อความเตือนหากพืชทดลองอาจส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและสุขอนามัยมนุษย์ ต้องระบุข้อความ “บุคคลที่ไม่เกี่ยวข้องห้ามเข้า”			
4. การจดบันทึกและรายงาน ทั้งผู้ผ่านเข้าออก ความก้าวหน้าการทดลอง วัสดุมีชีวิตเข้าออกจากโรงเรือน อุบัติเหตุการ หลุดรอดและให้แจ้งต่อผู้มีหน้าที่รับผิดชอบ อาทิ โรงเรือนมีการเปลี่ยนแปลงหรือชำรุด			
5. การเคลื่อนย้ายวัสดุต่างๆ ใส่ภาชนะมิดชิดไม่แตกก่อนเข้าออกโรงเรือน ทำการฆ่าเชื้อก่อนทิ้งหรือนำกลับมาใช้ใหม่			
6. การควบคุมสิ่งมีชีวิตภายในโรงเรือน ควบคุมสิ่งมีชีวิตที่ไม่ต้องการด้วยวิธีการที่เหมาะสม อาทิ พ่นสารควบคุมแมลงและศัตรูพืชภายในโรงเรือน หากไม่ทำให้ผลการทดลองเสียหาย และ/หรือ จำกัดบริเวณสิ่งมีชีวิตที่เคลื่อนที่ได้ให้อยู่ในกรงที่เหมาะสม			
7. การแต่งกาย สวมเสื้อคลุม เปลี่ยนรองเท้า ใส่หมวก ที่มีการทำความสะอาดอย่างสม่ำเสมอ			