

นิเวศวิทยาป่าไม้: การได้มาของข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น*

ผศ. ดร. สมบูรณ์ กิริติประยูร

ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต

เอกสารประกอบการอบรม

“แนวทางการเก็บข้อมูลการกักเก็บคาร์บอนและวิเคราะห์ความหลากหลายทางชีวภาพในชุมชน”

ระหว่างวันที่ 11-15 ธันวาคม 2556

ณ สถานีวนวัฒนวิจัยสระแกราช ตำบลอุ้มทราย อำเภอน้ำหนาว จังหวัดนครราชสีมา

* เอกสารประกอบการอบรมเชิงปฏิบัติการ “การประยุกต์เทคนิคพื้นฐานสำหรับการวางแผนทดลองตัวอย่าง”

ระหว่างวันที่ 26-30 สิงหาคม 2556 ณ อุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์ อำเภोजอมทอง จังหวัดเชียงใหม่

นิเวศวิทยาป่าไม้: การได้มาของข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น

ผศ. ดร. สมบูรณ์ กิริติประยูร

ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต

บทนำ

“ป่าไม้ (Forest)” เป็นทรัพยากรธรรมชาติที่มีคุณค่าอย่างยิ่งต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ ทั้งนี้เป็นที่รับทราบกันโดยทั่วไปแล้วถึงแหล่งของปัจจัยสี่ที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ ทั้งในเรื่องของอาหาร ที่อยู่อาศัย เครื่องนุ่งห่ม และยารักษาโรค ซึ่ง “ป่าไม้” สามารถทำหน้าที่ดังกล่าวเพื่อตอบสนองต่อความต้องการของมนุษย์มาได้อย่างดีโดยตลอดจากอดีตตั้งแต่มีการตั้งถิ่นฐานของมนุษย์ (Human settlement) เป็นต้นมา

ในช่วงแรกๆ ของการตั้งถิ่นฐานของมนุษย์นั้น ป่าไม้ปรากฏอยู่ปกคลุมทั่วไปถือเป็นส่วนประกอบหลักของพื้นผิวโลก ประกอบกับประชากรมีไม่มากนัก การใช้ประโยชน์จากทรัพยากรป่าไม้จึงเป็นไปอย่างอิสระ ขาดการควบคุม ทั้งในรูปแบบของการใช้ประโยชน์จากผลผลิตไม้และการแผ้วถางพื้นที่เพื่อใช้ในกิจกรรมอื่นๆ ของมนุษย์ ต่อมาเมื่อพื้นที่ป่าไม้ลดลงไปมาก จึงเริ่มเกิดการตระหนักถึง “ความขาดแคลนของไม้ในรูปของเนื้อไม้” เพื่อการนำมาใช้ตอบสนองต่อความต้องการของมนุษย์ ส่งผลให้เกิดแนวทางการจัดการป่าไม้เพื่อความยั่งยืนโดยเฉพาะในด้านของผลผลิตจากเนื้อไม้

อย่างไรก็ตาม การตระหนักถึงคุณค่าของทรัพยากรป่าไม้ดังกล่าวนั้น เป็นที่ประจักษ์ชัดว่าเกิดขึ้นหรือมีอยู่ในประเทศที่พัฒนาแล้วเป็นส่วนใหญ่ ในเวลานั้นองค์กรระดับนานาชาติได้จัดทำโครงการต่างๆ เพื่อส่งเสริมการฟื้นฟูและการสร้างพื้นที่ป่าไม้ในรูปแบบต่างๆ โดยเฉพาะในประเทศที่กำลังพัฒนาหรือด้อยพัฒนา โดยเน้นการปลูกสร้างสวนป่าไม้ใช้สอยโดยเฉพาะชนิดพันธุ์ที่สามารถใช้ประโยชน์ที่หลากหลายรูปแบบ (Multipurpose species) แต่ในระยะเวลาต่อมา มันก็เกิดความวิตกกังวลร่วมกันถึงคุณค่าของทรัพยากรป่าไม้ในด้านการรักษาสมดุลของธรรมชาติ อันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงและความผันผวนของสภาพภูมิอากาศของโลก ที่ส่งผลกระทบไม่เฉพาะในประเทศใดประเทศหนึ่งที่มีสภาพปัญหาของการลดลงของพื้นที่ป่าไม้อย่างรุนแรงเท่านั้น แต่เป็นผลกระทบที่เกิดขึ้นโดยปราศจากขอบเขตพรมแดนของพื้นที่ โดยผลกระทบที่เกิดขึ้นนั้น นับวันจะมีความถี่และความรุนแรงมากขึ้นเป็นลำดับตามที่ประจักษ์ชัดในปัจจุบันนี้

จากที่กล่าวมาแล้วข้างต้น จะเห็นว่า “คุณค่า” ที่เกิดขึ้นมาพร้อมกับการเกิดขึ้นของทรัพยากรป่าไม้นั้น เคยเป็นอย่างไรก็คงอยู่อย่างนั้นมาโดยตลอด แต่การตระหนักถึงคุณค่าเหล่านั้น กลับมีการเปลี่ยนแปลงไปตามกาลเวลาที่ผ่านไป การตระหนักถึงคุณค่าที่แตกต่างไปนั้น ส่งผลให้เกิดแนวทางการบริหารจัดการทรัพยากรป่าไม้บนพื้นฐานของการจัดการทรัพยากรป่าไม้เพื่อตอบสนองต่อความต้องการ

ของมนุษย์ที่แตกต่างกัน จากการตระหนักถึงความเสียหายในชีวิตและทรัพย์สินของมนุษย์อันเนื่องมาจากพิบัติภัยธรรมชาติอันเป็นผลมาจากการสูญเสียสมดุลของธรรมชาติโดยเฉพาะการลดลงของพื้นที่ป่าไม้ที่เกิดขึ้นในช่วงสองสามทศวรรษที่ผ่านมา นั้น ถึงแม้ว่าจะล่าช้าไปบ้าง แต่ก็ถือเป็นนิมิตรหมายที่ดีที่องค์กรระดับนานาชาติภายใต้การสนับสนุนของรัฐบาลและองค์กรระดับประเทศได้ให้ความสนใจต่อประเด็นปัญหาดังกล่าว

“นิเวศวิทยาป่าไม้ หรือ Forest ecology” นั้น ไม่ใช่สาขาวิชาหรือแนวคิดใหม่ที่เพิ่งเกิดขึ้นในแวดวงวิชาการ โดยมีรากฐานมาจาก นิเวศวิทยาหรือ Ecology แต่ถือเป็นรากฐานที่สำคัญในเชิงนิเวศวิทยา เนื่องจาก “ป่าไม้” นั้น ถือเป็นแหล่งกักเก็บคาร์บอนที่สำคัญที่สุด รวมถึงยังเป็นพื้นที่ที่ช่วยรักษาสมดุลของธรรมชาติทั้งที่จับต้องได้ เช่นการป้องกันการพังทลายของดิน การไหลบ่าของน้ำหน้าดิน และสิ่งที่เราอาจจะสัมผัสไม่ได้โดยตรง เช่นการเป็นแหล่งกักเก็บคาร์บอน ฯลฯ แต่มีผลกระทบโดยตรงต่อการดำรงชีวิตอยู่อย่างมีความสุขของมนุษยชาติ ทั้งนี้ “ป่าไม้” ในมุมมองด้านนิเวศวิทยานั้น ไม่ได้มองเป็นเพียงมุมมองของการ “เป็นที่ที่มีไม้ยืนต้นขึ้นอยู่รวมกัน” แต่เป็นมุมมองของ “สังคมสิ่งมีชีวิตที่มีชนิดพันธุ์ไม้ยืนต้นเป็นชนิดพันธุ์เด่นที่มีความสลับซับซ้อนของปฏิสัมพันธ์ของโครงสร้างทั้งในระดับพื้นดิน ใต้ดิน และอากาศเพื่อทำหน้าที่ในการรักษาสมดุลของธรรมชาติ” อันเป็นนัยที่แฝงถึงการคงอยู่อย่างยั่งยืนขององค์ประกอบเหล่านั้นบนพื้นฐานของความสัมพันธ์ขององค์ประกอบต่างๆ ที่เราเรียกว่า “ระบบนิเวศ หรือ Ecosystem”

การศึกษาทางด้านนิเวศวิทยาป่าไม้นั้น นอกจากจะช่วยให้เราเข้าใจถึงปรากฏการณ์ตามธรรมชาติของการเกิดขึ้นและคงอยู่ของทรัพยากรป่าไม้แล้ว ยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการจัดการทรัพยากรป่าไม้เพื่อให้สามารถตอบสนองต่อความต้องการของมนุษย์ได้อย่างยั่งยืนทั้งในเชิงคุณภาพและปริมาณบนพื้นฐานของมิติต่างๆ ของคุณค่าของการเป็นป่าไม้ที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ

เอกสารฉบับนี้ ต้องการนำเสนอแนวทางการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นในการศึกษาทางด้านนิเวศวิทยาป่าไม้ ทั้งนี้วิธีการเหล่านั้น เป็นวิธีการมาตรฐานที่มีการใช้มาอย่างต่อเนื่องจนถึงปัจจุบัน รวมถึงเทคนิควิธีการในการได้มาของข้อมูลทรัพยากรป่าไม้ซึ่งมีความหลากหลายของรูปแบบและองค์ประกอบของทรัพยากรป่าไม้ที่มีความผันแปรในเชิงพื้นที่ ดังนั้นการได้มาของข้อมูลจึงเป็นสิ่งสำคัญ ทั้งนี้เพื่อให้เกิดความน่าเชื่อถือที่ปราศจากอคติมากที่สุด

นิเวศวิทยาป่าไม้: นิยามและความสำคัญ

นิยาม

นิเวศวิทยา เป็นศาสตร์ที่ศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อมทั้งที่มีชีวิตและไม่มีชีวิต โดยมีนัยถึงการคงอยู่ขององค์ประกอบเหล่านั้น ซึ่งความสัมพันธ์ขององค์ประกอบเหล่านั้น (ทั้งที่มีชีวิตและไม่มีชีวิต) ที่ทำให้สังคมของสิ่งมีชีวิตนั้นสามารถคงอยู่ได้เรียกว่า ระบบนิเวศ (Ecosystem)

ในระบบนิเวศหนึ่งๆ นั้น ประกอบด้วยสองส่วนหลักๆ คือ องค์ประกอบที่ไม่มีชีวิตและองค์ประกอบที่มีชีวิต โดยองค์ประกอบที่ไม่มีชีวิตนั้น ประกอบด้วยสสารและสภาพของพื้นที่ที่สิ่งมีชีวิตมีชีวิตรับคองอยู่ เช่นแร่ธาตุอาหาร (ทั้งที่อยู่ในรูปของอินทรีย์วัตถุและอนินทรีย์วัตถุ) และสภาพภูมิอากาศ สำหรับส่วนที่มีชีวิตนั้น ประกอบด้วยสิ่งมีชีวิตต่างๆ ที่ปรากฏอยู่ในกรอบพื้นที่นั้น ซึ่งสามารถแบ่งตามภาระหน้าที่ในเชิงนิเวศออกเป็นสิ่งมีชีวิตที่ทำหน้าที่เป็นผู้ผลิต ผู้บริโภค และผู้ย่อยสลาย

ทั้งนี้ ตามนิยามของคำว่า “นิเวศวิทยา” ที่ว่า เป็นการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม ดังนั้น ในการศึกษาทางด้านนิเวศวิทยานั้น จึงจำเป็นต้องประกอบด้วยข้อมูลสองส่วนหลักๆ คือข้อมูลของสิ่งมีชีวิตและข้อมูลของสิ่งแวดล้อม เพื่อนำข้อมูลทั้งสองส่วนนั้น เข้าสู่การประเมินความสัมพันธ์ตามนิยามดังกล่าว

นอกจากนี้ ในการคงอยู่ของระบบนิเวศหนึ่งๆ นั้น จะต้องประกอบด้วย 2 กิจกรรมหลักคือ การหมุนเวียนของธาตุอาหาร (Nutrient cycling) และการถ่ายทอดพลังงาน (Energy flow) ซึ่งการหมุนเวียนของธาตุอาหารในระบบนิเวศนั้น เป็นการส่งผ่านและหมุนเวียนของแร่ธาตุอาหารในรูปแบบต่างๆ ในแต่ละส่วนขององค์ประกอบภายในระบบนิเวศ ทั้งส่วนที่เป็นสิ่งมีชีวิตและไม่มีชีวิต ในขณะที่การถ่ายทอดพลังงานนั้น เป็นการส่งผ่านของพลังงานจากแสงอาทิตย์ไปยังองค์ประกอบที่เป็นสิ่งมีชีวิตและส่งออกไปยังบรรยากาศ ซึ่งทั้งสองกิจกรรมนี้ เป็นสิ่งที่สำคัญมากในการรักษาให้ระบบนิเวศนั้นๆ คงอยู่

จากฐานนิยามข้างต้น “นิเวศวิทยาป่าไม้” จึงหมายถึงศาสตร์ที่ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อมในสังคมของสิ่งมีชีวิตที่มีพืชพรรณไม้ยืนต้นเป็นชนิดพันธุ์เด่น โดยจะเน้นในส่วนของการชนิดพันธุ์ไม้ยืนต้นซึ่งเป็นสิ่งมีชีวิตหลักของระบบนิเวศประเภทนี้และจัดเป็นผู้ผลิตในเชิงนิเวศของระบบนิเวศนั้นๆ โดยในส่วนของพืชพรรณเหล่านี้ จะเน้นการศึกษาทางด้านโครงสร้าง (Structure) ซึ่งประกอบด้วยการศึกษาด้านองค์ประกอบของชนิดพันธุ์ (Species composition) และการกระจาย (Distribution) ซึ่งมีทั้งการกระจายในแนวนราบ (เป็นการศึกษาความผันแปรในเชิงพื้นที่ หรือ spatial distribution) และในแนวตั้ง และอาจจะเป็นการศึกษาความผันแปรเชิงเวลา (Temporal variation) และท้ายสุดจะนำผลการศึกษาที่ได้ไปเชื่อมโยงกับปัจจัยสิ่งแวดล้อมต่างๆ ตามกรอบนิยามของคำว่านิเวศวิทยา

นอกจากนี้ ในระบบนิเวศป่าไม้นั้น ยังมีการศึกษาเกี่ยวกับการหมุนเวียนของธาตุอาหารและการถ่ายทอดพลังงาน อันเป็นกิจกรรมที่สำคัญที่ทำให้ระบบนิเวศนั้นคงอยู่ได้อย่างยั่งยืน โดยใช้ฐานการศึกษาเกี่ยวกับโครงสร้างดังที่ได้กล่าวถึงแล้วในย่อหน้าก่อนหน้า

ความสำคัญ

การศึกษาทางด้านนิเวศวิทยาป่าไม้นั้น นอกจากจะช่วยให้เราเข้าใจถึงปรากฏการณ์ตามธรรมชาติของสังคมพืชป่าไม้ ทั้งในส่วนของการเกิด การพัฒนา และการคงอยู่ในส่วนของโครงสร้างแล้ว

ยังช่วยให้เราเข้าใจถึงกิจกรรมหลักที่เกิดขึ้นในระบบนิเวศ ทั้งในส่วนของกระบวนการหมุนเวียนของธาตุอาหาร และการถ่ายทอดพลังงานด้วย

ทั้งนี้ ความรู้ความเข้าใจที่ได้จากการศึกษาทางด้านนิเวศวิทยาป่าไม้นั้น สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการจัดการป่าไม้บนพื้นฐานของนิเวศวิทยา (Ecologically oriented forest management) อันจะนำไปสู่การใช้ประโยชน์จากทรัพยากรป่าไม้อย่างยั่งยืนตามแนวคิดเกี่ยวกับการอนุรักษ์

นอกจากนี้ ยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้เพื่อการฟื้นฟูพื้นที่ป่าเสื่อมโทรมให้สามารถกลับคืนหรือเข้าสู่สภาพที่ใกล้เคียงกับสภาพดั้งเดิมมากที่สุด

และสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับการปลูกสร้างสวนป่า ซึ่งเป็นแนวทางหนึ่งของการจัดการป่าไม้เพื่อการใช้ประโยชน์จากเนื้อไม้โดยตรง

สังคมพืช

สังคมพืช หรือ Plant community นั้น เป็นคำเรียกกลุ่มของพืชพรรณที่ปรากฏอยู่ร่วมกันในพื้นที่หนึ่งๆ ตามกรอบแนวคิดทางด้านนิเวศวิทยา โดยกำหนดขึ้นเป็นศาสตร์เฉพาะเรียกว่า Phytosociology ซึ่งเป็นการศึกษาเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์ทั้งในเชิงพื้นที่และมิติของเวลาของกลุ่มพืชพรรณที่ปรากฏอยู่ในพื้นที่หนึ่งๆ

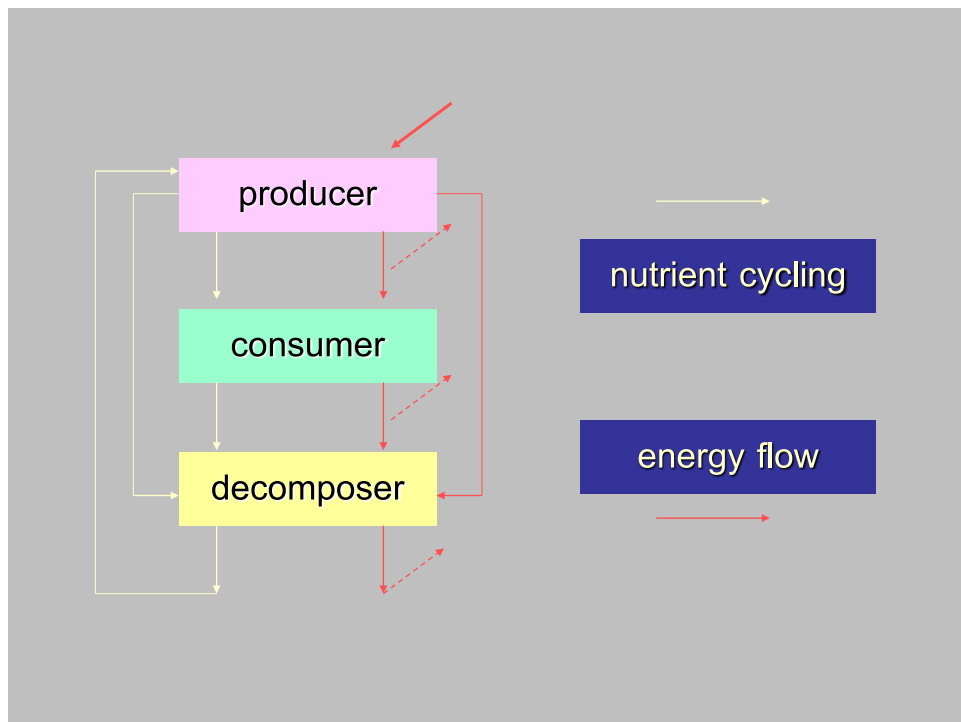
นิเวศวิทยาป่าไม้: แนวทางการศึกษาเบื้องต้น

แนวคิดพื้นฐาน

ระบบหมายถึงกลุ่มขององค์ประกอบต่างๆ ที่มีปฏิสัมพันธ์กันและมีความสัมพันธ์กันก่อให้เกิดภาพรวมที่มีความสลับซับซ้อน ซึ่งแสดงเป็นนัยถึงการคงอยู่ของภาพรวมดังกล่าวตราบเท่าที่องค์ประกอบเหล่านั้นยังคงมีความสัมพันธ์และปฏิสัมพันธ์กันบนพื้นฐานของปริมาณในแต่ละองค์ประกอบที่เหมาะสม ทั้งนี้ ในสังคมของสิ่งมีชีวิตหนึ่งๆ ตามกรอบแนวทางข้างต้น เราเรียกว่า ระบบนิเวศ และมีการจำแนกเป็นประเภทหรือชนิดของระบบนิเวศที่แตกต่างกัน โดยระบบนิเวศป่าไม้ เป็นระบบนิเวศประเภทหนึ่งที่ถูกจำแนกตามสภาพถิ่นที่อยู่อาศัย หรือ Habitat

ดังนั้น ระบบนิเวศป่าไม้ จึงมีพื้นฐานขององค์ประกอบหลัก และปฏิสัมพันธ์และความสัมพันธ์เหมือนกับระบบนิเวศทั่วไป แต่แตกต่างกันในรายละเอียดทั้งในส่วนของคุณลักษณะหรือประเภทของสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิต รวมถึงมีกระบวนการที่เกิดขึ้นในการคงอยู่เหมือนกันคือ มีการหมุนเวียนของธาตุอาหารและการไหลของพลัง

จากภาพที่ 1 จะเห็นว่าในระบบนิเวศหนึ่งๆ นอกเหนือจากองค์ประกอบของสิ่งไม่มีชีวิตตามสภาพที่สังคมของสิ่งมีชีวิตนั้นปรากฏอยู่แล้ว สิ่งมีชีวิตที่ประกอบกันเข้านั้นสามารถแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มใหญ่ๆ ตามกรอบหน้าที่ในเชิงนิเวศคือผู้ผลิต (Producer) ผู้บริโภค (Consumer) และผู้ย่อยสลาย



ภาพที่ 1 กระบวนการในการคงอยู่ของระบบนิเวศหนึ่งๆ

(Decomposer) โดยสิ่งมีชีวิตในกลุ่มต่างๆ เหล่านี้จะทำหน้าที่ขับเคลื่อนให้ระบบนิเวศนั้นๆ ปรากฏขึ้น มีการพัฒนา และคงอยู่ตามกรอบสภาพของพื้นที่ ภายใต้กระบวนการที่หมุนเวียนของธาตุอาหารและการไหลของพลังงานดังที่ได้กล่าวถึงข้างต้น ทั้งนี้ กระบวนการดังกล่าวถึงแม้จะเขียนอธิบายในลักษณะที่แยกออกจากกัน แต่การปรากฏในสภาพจริงนั้น กระบวนการทั้งสองมีการเกิดขึ้นพร้อมๆ กัน กล่าวคือ สิ่งมีชีวิตในกลุ่มผู้ผลิตนั้น จะใช้แร่ธาตุอาหาร (ในรูปของอนินทรีย์วัตถุ) จากสิ่งแวดล้อมในพื้นที่นั้นๆ สร้างอินทรีย์วัตถุโดยผ่านกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง (Photosynthesis) โดยใช้พลังงานจากดวงอาทิตย์ โดยอินทรีย์ที่ถูกสร้างขึ้นนั้น จะมีพลังงานแฝงอยู่ (โดยพลังงานที่แฝงอยู่ในอินทรีย์วัตถุที่ถูกสร้างขึ้นนั้น จะถูกนำไปใช้ในการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตในกลุ่มต่างๆ โดยผ่านกระบวนการหายใจ) จากนั้น อินทรีย์วัตถุที่ถูกสร้างขึ้นนั้น จะถูกถ่ายทอดไปยังผู้บริโภคในลำดับต่างๆ ทั้งกลุ่มของสิ่งมีชีวิตที่กินพืชเป็นอาหาร สิ่งมีชีวิตที่กินสัตว์เป็นอาหาร หรือสิ่งมีชีวิตที่กินทั้งพืชและสัตว์เป็นอาหาร ทำให้เกิดความซับซ้อนของความสัมพันธ์และปฏิสัมพันธ์ ทั้งนี้ในลำดับของการถ่ายทอดอินทรีย์วัตถุนี้ จะมีการสูญเสียพลังงานออกไป ในขณะที่แร่ธาตุอาหารจะถูกถ่ายทอดไปตามลำดับดังกล่าว ของเสียที่เกิดขึ้นและรวมถึงเศษซากจากหมดอายุขัยหรือตายไปของสิ่งมีชีวิตในกลุ่มต่างๆ จะร่วงหล่นสู่พื้นดินและถูกถ่ายทอดไปยังผู้ย่อยสลาย (ที่มีความซับซ้อน) อินทรีย์วัตถุเหล่านี้จะถูกเปลี่ยนให้เป็นอนินทรีย์วัตถุและกลับไปเป็นอาหารสำหรับผู้ผลิตต่อไป

จากคำอธิบายข้างต้น จะเห็นว่า ตามธรรมชาติแล้ว ระบบนิเวศหนึ่งๆ นั้น จะสามารถดำรงอยู่ได้อย่างยั่งยืน ด้วยกระบวนการที่เกิดขึ้นภายในระบบนิเวศนั้นๆ ทั้งนี้ ถึงแม้ว่าอาจจะถูกรบกวนจากปัจจัยภายนอก (ที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ) แต่ด้วยตัวของระบบนิเวศเองจะสามารถฟื้น พัฒนา และคงอยู่ได้ ตามหลักการทางด้านวิวัฒนาการ (Evolution) การทดแทน (Succession) และการเปลี่ยนแปลงตามรอบเวลา (Dynamics)

หากกล่าวเฉพาะสำหรับระบบนิเวศป่าไม้แล้ว องค์ประกอบและความสัมพันธ์และปฏิสัมพันธ์เป็นไปในลักษณะเดียวกับระบบนิเวศทั่วไป ดังที่ได้แสดงในภาพที่ 1 โดยผู้ผลิตในระบบนิเวศป่าไม้จะเห็นพืชพรรณต่างๆ ซึ่งสามารถสังเคราะห์หรือสร้างอินทรีย์วัตถุได้ด้วยกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงโดยใช้แร่ธาตุอาหารที่มีอยู่ในสิ่งแวดล้อมนั้นๆ (โดยเฉพาะในดิน) จากนั้น อินทรีย์วัตถุที่ถูกสร้างขึ้นจะถูกถ่ายทอดไปยังผู้บริโภคในลำดับต่างๆ เช่นนก หรือสัตว์ป่าในกลุ่มประเภทต่างๆ จากนั้น เศษซากของสิ่งมีชีวิตและรวมทิ้งของเสียที่เกิดขึ้นจะถูกถ่ายทอดไปยังผู้ย่อยสลายซึ่งจะทำหน้าที่เปลี่ยนอินทรีย์วัตถุให้เป็นอนินทรีย์วัตถุซึ่งพืช (ผู้ผลิต) จะนำไปใช้ในการผลิตหรือสร้างอินทรีย์วัตถุต่อไป

แนวทางการศึกษาทางด้านนิเวศวิทยาป่าไม้

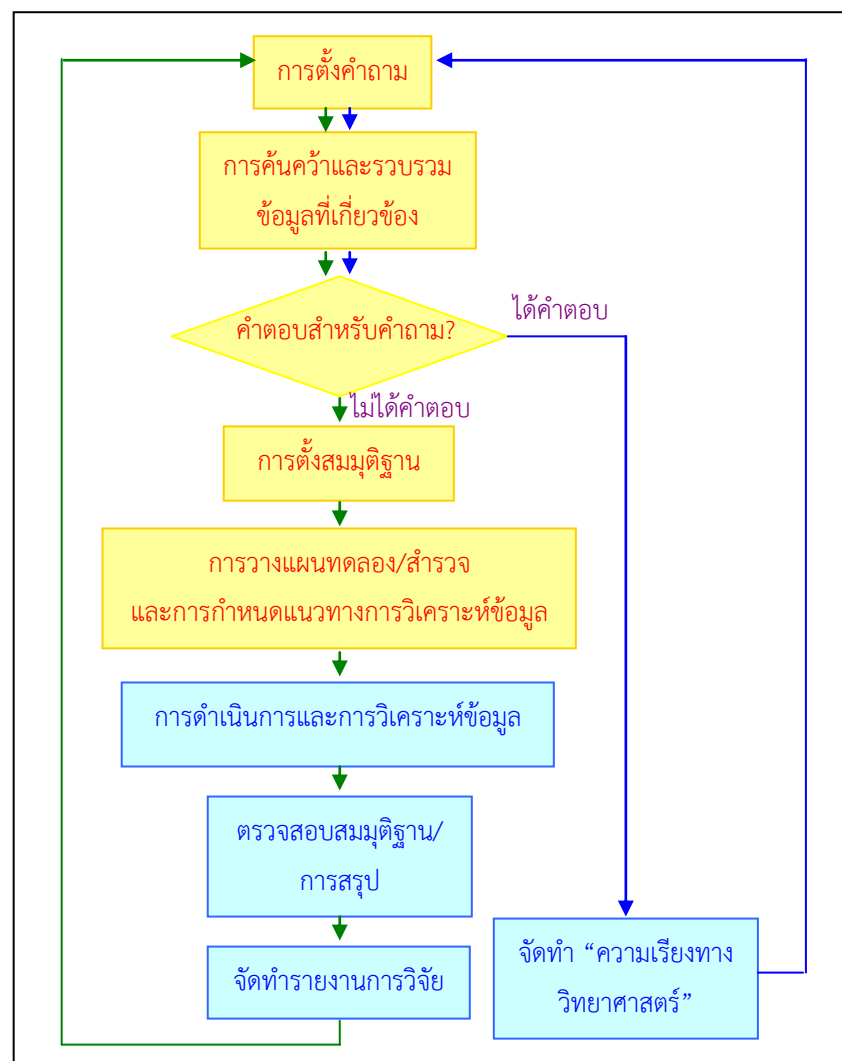
ทั้งนี้ จากนิยาม นิเวศวิทยาหมายถึงศาสตร์หรือการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม (ทั้งที่มีชีวิตและไม่มีชีวิต) ซึ่งเป้าหมายสุดท้ายของการศึกษาทางด้านนิเวศวิทยาคือการอธิบายถึงความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อมในด้านต่างๆ ซึ่งในทางปฏิบัติอาจจะแบ่งการศึกษาเป็นการศึกษาเกี่ยวกับองค์ประกอบพื้นฐาน (โครงสร้าง) ทั้งส่วนของสิ่งมีชีวิต (ทั้งส่วนของพืชพรรณที่เป็นองค์ประกอบหลักของระบบนิเวศป่าไม้ และสิ่งมีชีวิตอื่นๆ เช่นสัตว์ป่า เชื้อรา แมลง เป็นต้น) และสิ่งไม่มีชีวิต (สภาพภูมิประเทศ แร่ธาตุอาหารในดิน เป็นต้น) รวมถึงการศึกษาตามกรอบหน้าที่ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศนั้นๆ (เช่นการศึกษาทางด้านมวลชีวภาพ ผลผลิต ฯลฯ) หรืออาจจะเป็นการศึกษาเพื่อการอธิบายของปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นภายในระบบเช่นการหมุนเวียนของธาตุอาหาร การถ่ายเทหรือการไหลของพลังงาน หรือการศึกษาถึงความสัมพันธ์ของโครงสร้าง (เช่นองค์ประกอบของพืชพรรณ หรือชนิดพันธุ์) กับสภาพปัจจัยสิ่งแวดล้อม (เช่นสภาพภูมิประเทศ คุณสมบัติของดิน หรือสิ่งมีชีวิตอื่นๆ ฯลฯ)

ทั้งนี้ จากที่กล่าวมาแล้วข้างต้น จะเห็นว่านักวิจัยที่มีความเชี่ยวชาญในสาขาวิชาต่างๆ นั้นสามารถร่วมกันศึกษาทางด้านนิเวศวิทยาป่าไม้ภายใต้กรอบแนวคิด การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม ทั้งในส่วนของการศึกษาเชิงสำรวจเพื่อการอธิบายถึงสภาพที่ปรากฏอยู่ขององค์ประกอบต่างๆ ทั้งที่มีชีวิตและไม่มีชีวิต รวมถึงการประยุกต์ในเชื่อมโยงเพื่ออธิบายถึงความสัมพันธ์ขององค์ประกอบเหล่านั้น

ระเบียบวิธีทางวิทยาศาสตร์

ระเบียบวิธีทางวิทยาศาสตร์ หรือ Scientific methodology เป็นกลุ่มของเทคนิควิธีการที่ใช้ในการตรวจสอบสภาพการปรากฏอยู่ของสิ่งต่างๆ ที่สามารถพิสูจน์ได้ เป็นกระบวนการเพื่อให้เกิดความน่าเชื่อถือในผลที่ได้รับจากการศึกษาภายใต้ของเหตุและผล

ขั้นตอนต่างๆ ในกระบวนการของระเบียบวิธีทางวิทยาศาสตร์ (ดังแสดงในภาพที่ 2) นั้น จะเห็นว่าเป็นไปอย่างต่อเนื่องไม่สิ้นสุด อันจะก่อให้เกิดองค์ความรู้ใหม่ๆ ลดความซ้ำซ้อนของการศึกษาวิจัย ภายใต้กรอบแนวคิดที่เป็นไปได้ และสามารถยอมรับได้ด้วยเหตุและผลที่สามารถพิสูจน์ได้ โดยมีรายละเอียดพอสังเขปดังนี้



ภาพที่ 2 วงจรของระเบียบวิธีทางวิทยาศาสตร์

- การตั้งคำถาม/ปัญหา

“คำถามหรือปัญหา” ในเชิงวิทยาศาสตร์นั้น เป็นความสงสัยเกี่ยวกับการเกิดขึ้น การปรากฏอยู่ และ/หรือกระบวนการของสิ่งต่างๆ ซึ่งต้องการการอธิบายอย่างเป็นเหตุและผล ดังนั้น “คำถามหรือปัญหา” นั้นจะเกิดขึ้นได้จากการ*สังเกตด้วยความสนใจอย่างใคร่รู้*ของบุคคลนั้นๆ

ทั้งนี้ “คำถามหรือปัญหา” นั้น อาจจะเป็นไปได้หลายรูปแบบเช่น ความสงสัยในสิ่งต่างๆ รอบตัวเรา หรือในสิ่งต่างๆ เพื่ออำนวยความสะดวกและทำให้การดำรงชีวิตของเราหรือของมนุษย์ดีขึ้น หรืออาจจะเป็นในเรื่องของประเด็นที่มีความลึกซึ้งทางวิทยาศาสตร์ซึ่งต้องมีความรู้พื้นฐานเป็นอย่างดี

- การค้นคว้าและรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง

เมื่อได้มีการสังเกต มีการตั้งคำถามแล้ว ขั้นตอนต่อไปก็ต้อง*ค้นคว้าหาคำตอบ* ทั้งนี้ คำถาม/หรือปัญหาทั้งหมดนั้น อาจจะไม่จำเป็นต้องทำการสำรวจหรือทดลองทั้งหมด เราอาจจะหาคำตอบได้ผล การศึกษาที่เคยมีการศึกษาไว้แล้วในอดีต ทั้งนี้ สามารถค้นหาได้จากตำรา เอกสารทางวิชาการต่างๆ ที่ น่าเชื่อถือ ซึ่ง “ความน่าเชื่อถือ” นี้ จะต้องเป็นสาระข้อความที่ยืนยันได้ในเชิงวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้เราจะเห็นว่าในปัจจุบันมีเอกสารจำนวนมาก ซึ่งมีความหลากหลายทั้งในรูปแบบและสาระที่น่าเสนอ ส่วนหนึ่ง นั้นเป็นการระบุถึงความเชื่อ โดยเป็นไปในลักษณะที่คัดลอกกันต่อๆ มา จนไม่สามารถระบุได้ว่าเล่มใด ฉบับใดเป็นต้นฉบับดั้งเดิม จึงทำให้ไม่สามารถตรวจสอบหรือยืนยันความน่าเชื่อถือได้ ซึ่งเป็นปัญหาหลัก ในเชิงวิชาการ ดังนั้น การค้นคว้าหาคำตอบนั้น ควรอยู่บนพื้นฐานของเอกสารต่างๆ ที่มีที่มาชัดเจน เพื่อนำไปใช้อ้างอิงประกอบกับการจัดทำรายงานต่อไป

ทั้งนี้ ในการ*ค้นคว้าหาคำตอบ*นั้น ในบางครั้ง ผู้ศึกษาอาจจะได้คำตอบที่เป็นที่น่าพอใจ มีหลักฐานเอกสารที่น่าเชื่อถือต่างๆ ยืนยันชัดเจนแน่นอน และในบางครั้งเราอาจจะไม่ได้คำตอบตรงๆ แน่แน่นอน แต่คำตอบที่ได้นั้น อาจจะได้มาจากการเรียบเรียงผสมผสานองค์ความรู้ต่างๆ จากการค้นคว้า เข้าด้วยกันอย่างเป็นระบบของเหตุและผล ทั้งนี้ ไม่ว่าคำตอบที่ได้นั้น จะเป็นในรูปแบบใดก็ตาม ผู้ศึกษา อาจจะหยุดประเด็นปัญหาหรือคำถามดังกล่าวแล้วจัดทำเป็นรายงาน โดยแสดงถึงความเป็นเหตุเป็นผล ในการอธิบายคำถามหรือปัญหาดังกล่าวพร้อมการอ้างอิง ซึ่งโดยทั่วไปแล้ว จะจัดเอกสารในลักษณะนี้ เป็นความเรียงทางวิทยาศาสตร์ (Scientific essay) หรือที่รู้จักกันทั่วไปว่าเป็นความเรียงทางวิชาการ (Technical essay)

สำหรับในกรณีที่*ยังไม่มีคำตอบ*หรือคำตอบที่ได้นั้น อาจจะยังไม่เป็นที่น่าพอใจในความเป็นเหตุเป็นผล หรืออาจจะมึประเด็นแย้งจากที่ได้เคยมีการศึกษามาแล้ว ผู้ศึกษาวิจัยก็จำเป็นต้องดำเนินการต่อ ในขั้นตอนต่อไปคือ “การตั้งสมมุติฐาน” จากฐานองค์ความรู้ที่ได้จากการค้นคว้า

นอกจากนี้ ฐานองค์ความรู้ต่างๆ ที่ได้ศึกษาค้นคว้ามานั้น ผู้ศึกษาวิจัยจำเป็นต้องเรียบเรียงองค์ความรู้เหล่านั้น ซึ่งเรียกว่า การตรวจเอกสาร หรือการทบทวนวรรณกรรม (Literature review)

การตรวจเอกสาร หรือการทบทวนวรรณกรรม นั้น หมายถึงการเรียบเรียงองค์ความรู้ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับประเด็นการศึกษาอย่างเป็นเหตุเป็นผลและเป็นลำดับตามความสำคัญ โดยมีการจัดแบ่งหัวข้ออย่างเป็นระบบภายใต้กรอบที่สอดคล้องกับประเด็นที่กำลังทำการศึกษาวิจัย โดยการตรวจเอกสารนี้ จะมีประโยชน์หรือถูกนำไปใช้ประโยชน์ดังนี้

- (1) เป็นการลดการศึกษาวิจัยซ้ำซ้อน
- (2) ช่วยให้ผู้ศึกษามีความรอบรู้ในประเด็นที่กำลังศึกษาวิจัย
- (3) ช่วยในการพัฒนาสมมติฐานเพื่อการศึกษาวิจัยต่อไป
- (4) ใช้ในการวางแผนการดำเนินการทดลอง/การสำรวจ และการกำหนดแนวทางการวิเคราะห์ข้อมูล โดยอ้างอิงจากสาระต่างๆ ที่ได้มีการเรียบเรียงไว้
- (5) สามารถใช้เป็นข้อมูลเชิงเปรียบเทียบเพื่อการวิจารณ์ผลการศึกษาอย่างเป็นเหตุเป็นผลด้วย เช่น ผลการศึกษาของเรานั้นสอดคล้องหรือแตกต่างจากผลการศึกษาที่ผ่านมาอย่างไร เพราะอะไร หรือกระบวนการต่างๆ ที่เกิดขึ้นตามผลการศึกษาของเรานั้น เป็นเพราะอะไร เป็นต้น
- (6) ช่วยให้การศึกษาวิจัยมีการพัฒนาก้าวหน้ายิ่งขึ้นไป (ต่อยอด)

สำหรับ เทคนิคการเรียบเรียงสาระและ/หรือองค์ความรู้ที่ได้จากการค้นคว้า นั้น โดยทั่วไปแล้วจะใช้ 2 เทคนิค คือการคัดลอก (Copy) และการทำวลีคู่ขนาน (Paraphrase) ทั้งนี้ ไม่ว่าจะเป็นการใช้เทคนิคใดๆ ก็ตาม จำเป็นต้องมีการอ้างอิงแหล่งที่มาของสาระ/ความรู้ต่างๆ ควบคู่ไปกับสาระ/ความรู้ที่นำมาใช้ในการเรียบเรียง (Citation) ซึ่งเป็นการระบุถึงที่มาอย่างย่อ จากนั้นจะต้องมีการรวบรวมรายละเอียดของแหล่งที่มาที่ได้มีการอ้างอิงเหล่านั้นจัดทำเป็นบัญชีรายชื่อเอกสารที่มีการอ้างอิงซึ่งเรียกว่า เอกสารอ้างอิง (Reference) หรืออาจจะเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า รายการอ้างอิง โดยทั่วไปแล้วจะระบุไว้ในส่วนท้ายของเอกสาร ทั้งนี้เพื่อเป็นการหลีกเลี่ยงการละเมิดทางวิชาการ หรือ Plagiarism ตามแนวทางปฏิบัติที่ดีของการเป็นนักวิจัย/นักวิชาการ

แต่อย่างไรก็ตาม มีบัญชีรายชื่อเอกสารที่มีการอ้างอิงอีกแบบหนึ่งเรียกว่า บรรณานุกรม หรือ Bibliography เป็นบัญชีรายชื่อเอกสาร (พร้อมรายละเอียดที่มาของเอกสารนั้นๆ) ซึ่งอาจจะมีการอ้างอิงหรือไม่มีการอ้างอิงในเอกสารนั้นๆ ก็ได้ แต่ถูกนำมาเนื้อหาสาระมาใช้ประกอบในการเรียบเรียง

การสร้างวลีคู่ขนานนั้น เป็นการเรียบเรียงสาระ/ความรู้จากเอกสารต้นฉบับเดิมขึ้นใหม่ แต่ยังคงสาระ/ความรู้ดั้งเดิมนั้นไว้ ซึ่งการที่จะทำเช่นนี้ได้ ผู้เรียบเรียงจะต้องมีความเข้าใจที่ผ่านการประมวลด้วยเหตุและผลในสาระ/รู้นั้นเป็นอย่างดี ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียบเรียงมีความเข้าใจในประเด็นการศึกษาวิจัยได้ดีขึ้น

การคัดลอก เป็นการคัดลอกข้อความของสาระ/รู้นั้นๆ มาจากเอกสารอื่น ซึ่งในทางปฏิบัติสามารถทำได้ ทั้งนี้ นอกเหนือจากจะต้องระบุถึงแหล่งที่มาของสาระ/รู้นั้นแล้ว ยังควรจะทำให้

ข้อความนั้นๆ มีลักษณะที่แตกต่างจากข้อความอื่นๆ ในเอกสารโดยอาจจะทำเป็นตัวเอน ตัวทึบ หรือใส่เครื่องหมายคำพูด แต่ทั้งนี้ทั้งนั้น ในเอกสารที่เรียบเรียงหนึ่งๆ นั้น ไม่ควรมีข้อความที่คัดลอกมามากเกินไป ควรเลือกคัดลอกข้อความเฉพาะที่จำเป็นเท่านั้น เช่น ตัวบทกฎหมาย หรือนิยามที่ไม่สามารถจะเรียบเรียงด้วยภาษาที่ดีไปกว่าเดิมได้แล้วเท่านั้น

- การตั้งสมมุติฐาน

สมมุติฐาน (Hypothesis) หมายถึงการอธิบายเชิงคาดเดาอย่างเป็นเหตุเป็นผลจากองค์ความรู้ต่างๆ โดยสมมุติฐานเชิงวิทยาศาสตร์หรือ **Scientific hypothesis** นั้น องค์ความรู้ต่างๆ ที่ใช้ประกอบการเรียบเรียงเพื่อการคาดเดาหรือคาดการณ์นั้นจะต้องมาจากการสังเกตปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นจริงก่อนหน้านี้หรือเป็นส่วนขยายต่อองค์ความรู้จากทฤษฎีที่มีอยู่บนพื้นฐานขององค์ความรู้ที่มีอยู่ในปัจจุบัน ทั้งนี้ จะเห็นว่าการที่จะอธิบายเชิงคาดเดาอย่างเป็นเหตุเป็นผลได้นั้น ผู้ศึกษาจำเป็นต้องมีความรอบรู้ในประเด็นที่ศึกษาเป็นอย่างดี มีการนำความรู้ต่างๆ เหล่านั้นมาสังเคราะห์วิเคราะห์ผสมผสานกันอย่างเป็นเหตุเป็นผล (ซึ่งเป็นประโยชน์อีกอย่างหนึ่งของการตรวจเอกสารดังที่ได้กล่าวมาแล้ว)

ทั้งนี้ การตั้งสมมุติฐานนั้น ไม่ควรเป็นลักษณะของรูปคำถาม เนื่องจากสมมุติฐานเป็นการอธิบายเชิงคาดเดาอย่างเป็นเหตุเป็นผล ซึ่งควรจะต้องมีเหตุว่าเป็นอย่างไรและทำให้เกิดผลเป็นอย่างไรโดยทั่วไปแล้วสมมุติฐานนั้น อาจจะเขียนให้อยู่รูปของ “ถ้า (เหตุ).....แล้ว (ผลเป็นอย่างไร).....” เช่น ถ้าเป็น X แล้วควรจะต้องเป็น Y เป็นต้น

- การวางแผนทดลอง/สำรวจ และการกำหนดแนวทางการวิเคราะห์ข้อมูล

จากการที่สมมุติฐานที่กำหนดขึ้นนั้น เป็น “การคาดเดา” ถึงแม้จะเป็นไปด้วยเหตุและผล จึงจำเป็นต้องมีการพิสูจน์ “การคาดเดา” นั้น ว่าเป็นจริงตามที่ได้อธิบายไว้หรือไม่ ซึ่งในการพิสูจน์นั้นจะต้องมี “ผล” ที่เห็นชัดเจนประกอบการพิสูจน์นั้น ซึ่ง “ผล” ที่ว่านี้จะต้องได้มาจากตัวเลขหรือที่เรียกว่า “ข้อมูล (data)” โดยข้อมูลนี้จะต้องได้มาจากการตรวจวัดค่าตรวจวัดต่างๆ เพื่อนำมาใช้ในการวิเคราะห์ด้วยวิธีการที่เหมาะสมเพื่อการนำเสนอประกอบการพิสูจน์สมมุติฐานดังกล่าว

ดังนั้น เพื่อให้ได้ข้อมูลสำหรับการศึกษาวิจัยที่น่าเชื่อถือสอดคล้องกับสมมุติฐานที่กำหนดขึ้น จึงจำเป็นต้องกำหนดวิธีการได้มาของข้อมูล แนวทางการวิเคราะห์ข้อมูล และแผนการดำเนินงาน

- การดำเนินการและการวิเคราะห์ข้อมูล

จากขั้นตอนก่อนหน้านี้ ผู้วิจัยจะต้องดำเนินการตามแนวทางและแผนงานที่กำหนด ซึ่งในระหว่างการดำเนินการนั้น อาจจะมีสิ่งที่ไม่คาดคิดเกิดขึ้น ซึ่งอาจจะมีผลต่อแผนการ/แผนงานที่กำหนด อาจจะต้องมีการปรับหรือเปลี่ยนแปลง โดยการปรับ/เปลี่ยนนั้น สามารถกระทำได้ แต่ต้องอยู่บนกรอบ

สมมุติฐานหรือวัตถุประสงค์ที่กำหนดขึ้น หากมีการปรับ/เปลี่ยนที่แตกต่างไปจากเดิมแล้ว อาจจะจำเป็นต้องเริ่มกระบวนการใหม่ตั้งแต่ต้น

เมื่อได้ข้อมูลแล้ว ให้ตรวจสอบความถูกต้องในทันที (ซึ่งในทางปฏิบัตินั้น ควรจะต้องมีการตรวจสอบความถูกต้องให้เรียบร้อยทันทีในระหว่างการเก็บบันทึกข้อมูล โดยเฉพาะข้อมูลจากการสำรวจ ทั้งนี้เพื่อหลีกเลี่ยงความผิดพลาดทั้งหลายที่อาจจะเกิดขึ้นกับข้อมูลเหล่านั้น) จากนั้นนำข้อมูลที่ได้นั้นมาวิเคราะห์ตามแนวทางที่กำหนด รวมถึงการจัดทำตารางและแผนภูมิต่างๆ ทั้งนี้ ผลการวิเคราะห์แต่ละขั้นแต่ละส่วนที่ได้นั้น ควรจะต้องมีการพิจารณาและบันทึกสิ่งที่เรามองเห็นไว้เพื่อใช้เป็นแนวทางในการประกอบการจัดทำรายงานต่อไป

- การตรวจสอบสมมุติฐานและการสรุป

จากข้อมูลที่ได้นั้น นำมาวิเคราะห์ พร้อมทั้งจัดแสดงเป็นภาพ และ/หรือตาราง ทั้งนี้ โดยหลักการแล้ว ควรจะต้องวิเคราะห์ข้อมูลด้วยรูปแบบวิธีการต่างๆ ให้ได้มากที่สุด พร้อมทั้งบันทึกย่อของสาระที่พบจากผลการวิเคราะห์ (ภาพหรือตารางสรุป) นั้นๆ จากนั้นจึงนำผลที่ได้เหล่านั้นมาพิจารณาร่วมกันเพื่อตรวจสอบสมมุติฐานที่ได้กำหนดไว้ในตอนต้นของการศึกษา

- การจัดทำรายงานการศึกษาวิจัย

ในการศึกษาวิจัยหนึ่งๆ นั้น จะต้องมีการจัดทำรายงานต่างๆ ซึ่งประกอบด้วยอย่างน้อย 2 รายงาน คือแบบเสนอโครงการศึกษาวิจัย และแบบรายงานผลการศึกษา/วิจัย และอาจจะต้องมีการจัดทำรายงานความก้าวหน้าเพื่อเป็นการรายงานความหน้าของการศึกษาวิจัยนั้นๆ ด้วย ซึ่งองค์ประกอบหลักๆ โดยทั่วไปนั้น อาจจะคล้ายคลึงกันแต่มีความแตกต่างกันบ้างในรายละเอียดของหน่วยงาน/แหล่งทุนวิจัยนั้นๆ

การได้มาของข้อมูลเพื่อการศึกษาทางด้านนิเวศวิทยาป่าไม้

ประเภทของการได้มาของข้อมูล

การจัดแบ่งประเภทของที่ใช้ในการศึกษาวิจัยนั้น อาจจะแบ่งตามแหล่งที่มาของข้อมูล และการปรากฏอยู่ของข้อมูลเหล่านั้น

ในการจัดแบ่งตามที่มาของแหล่งข้อมูลนั้น แบ่งออกเป็น 2 แบบคือข้อมูลที่ผู้ศึกษาวิจัยทำการตรวจวัดเอง (โดยผู้วิจัยหรือผู้ร่วมวิจัย) เรียกว่าข้อมูลปฐมภูมิ และข้อมูลที่ผู้อื่นๆ ได้ตรวจวัดและนำเสนอในเอกสารต่างๆ แล้วผู้วิจัยไปรวบรวมมาเพื่อใช้ในการศึกษาวิจัย ข้อมูลประเภทนี้เรียกว่า ข้อมูลทุติยภูมิ โดยผู้วิจัยจะต้องระบุถึงแหล่งที่มาของข้อมูลเหล่านั้น แต่อย่างไรก็ตาม หากผู้วิจัยใช้ข้อมูลจากเอกสารหนึ่งๆ เพียงเอกสารเดียวแล้วนำไปวิเคราะห์ (ด้วยวิธีการใหม่หรือแนวทางใหม่) แล้ว ในกรณีนี้

ผู้วิจัยควรจะต้องขออนุญาตจากผู้เผยแพร่ข้อมูลดังกล่าว หรือเชิญผู้เผยแพร่ดังกล่าวเข้าร่วมเป็นผู้วิจัยด้วย

สำหรับการจัดแบ่งตามการปรากฏอยู่ของข้อมูลนั้น แบ่งเป็นข้อมูลที่มีอยู่แล้ว ผู้วิจัยเป็นผู้สังเกตและรวบรวมและบันทึกข้อมูลเหล่านั้น (Observational data) เช่นข้อมูลเพื่อการศึกษาองค์ประกอบของพืชพรรณ การกระจายของปัจจัยสิ่งแวดล้อมในธรรมชาติ เป็นต้น และข้อมูลที่ผู้วิจัยจะต้องสร้างแบบจำลองหรือการทดลองขึ้นแล้วดำเนินการตามแนวทางที่กำหนด จากนั้นจึงสังเกตและตรวจวัดค่าต่างๆ ที่ได้กำหนดไว้ (Experimental data)

ทั้งนี้ ข้อมูลแบบทุติยภูมินั้น ผู้วิจัยจำเป็นต้องพิจารณาถึงระดับความน่าเชื่อถือของข้อมูลดังกล่าว ทั้งแหล่งที่มา แหล่งที่มีการเผยแพร่ ประกอบกับต้องพิจารณาเลือกใช้แนวทางการวิเคราะห์ข้อมูลที่เหมาะสม ทั้งนี้เนื่องจากข้อมูลเหล่านั้น มักจะมีความผันแปรสูง ซึ่งอาจจะด้วยวิธีการตรวจวัดที่แตกต่างกัน การใช้เครื่องมือที่แตกต่างกัน หรือแม้แต่ความเข้าใจ/ความใส่ใจของผู้ตรวจวัดข้อมูลเหล่านั้น

สำหรับข้อมูลปฐมภูมิที่ได้จากการทดลองหรือการสร้างแบบจำลองขึ้นนั้น หากปราศจากความขาดวินัยในการปฏิบัติงานแล้ว ข้อมูลที่ได้มักจะมี ความผันแปรน้อย เนื่องจากการทดลองหรือการสร้างแบบจำลองนั้น มักจะต้องมีการควบคุมปัจจัยอื่นๆ (นอกเหนือจากปัจจัยที่สนใจในการศึกษา) ที่อาจจะมีผลต่อค่าตรวจวัดตามที่กำหนด ดังนั้น ความสำคัญจึงอยู่ที่การควบคุมสิ่งต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการทดลอง เช่นความสม่ำเสมอของหน่วยทดลอง ความสม่ำเสมอของวัตถุทดลอง การเลือกใช้แผนการทดลองที่เหมาะสม เป็นต้น

ข้อมูลปฐมภูมิที่ได้จากการสังเกต เป็นข้อมูลที่มีอยู่แล้วในธรรมชาติ โดยผู้วิจัยจะทำหน้าที่ในการรวบรวมและบันทึกข้อมูลเหล่านั้น ทั้งนี้ โดยธรรมชาติแล้ว มักจะมีความผันแปรสูง เนื่องจากมีปัจจัยที่ควบคุมสภาพการปรากฏของข้อมูลเหล่านั้นมาก ดังนั้น เพื่อให้ได้ข้อมูลที่น่าเชื่อถือ ผู้วิจัยจำเป็นต้องให้ความสำคัญกับการเลือกหรือกำหนดหน่วยตัวอย่างในการสำรวจ ทั้งนี้เพื่อให้มีความเป็นตัวแทนที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการศึกษาวิจัยนั้นๆ มากที่สุด

ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาทางด้านนิเวศวิทยาป่าไม้นั้น มักจะเป็นข้อมูลปฐมภูมิที่ได้จากการสังเกต ดังนั้น จึงจำเป็นต้องให้ความสำคัญกับการเลือกหรือกำหนดหน่วยตัวอย่างในการสังเกตและเก็บรวบรวมข้อมูล ดังที่ได้กล่าวมาแล้ว

- การเลือกหรือกำหนดจุดในการสำรวจข้อมูล

เทคนิควิธีการเลือกหรือกำหนดจุดตัวอย่าง (ซึ่งอาจจะรวมถึงการเลือกหรือกำหนดหน่วยตัวอย่างในการทำการทดลอง) นั้น มีชื่อเรียกในภาษาอังกฤษว่า Sampling techniques โดยในบางเอกสารอาจจะเรียกว่าเป็นการสุ่มตัวอย่าง แต่ในเอกสารฉบับนี้จะไม่ใช้ชื่อการสุ่มตัวอย่าง เนื่องจาก “การสุ่มตัวอย่าง” นั้น เป็นเทคนิคหนึ่งในการเลือกหรือกำหนดจุดตัวอย่างหรือหน่วยตัวอย่างอยู่แล้ว

และยังมีเทคนิคการเลือกหรือกำหนดจุดตัวอย่างหรือหน่วยตัวอย่างแบบอื่นๆ ด้วย ซึ่งวิธีการเลือกหรือกำหนดจุดตัวอย่างหรือหน่วยตัวอย่างพื้นฐานนั้น มี 3 วิธี ดังนี้

(1) การเลือกหรือกำหนดจุดตัวอย่างหรือหน่วยตัวอย่างอย่างสุ่ม (Random sampling) เป็นเทคนิคการเลือกหรือกำหนดโดยให้ทุกๆ จุดในกรอบพื้นที่ศึกษา หรือทุกๆ หน่วยตัวอย่างมีโอกาสในการถูกเลือกเท่าๆ กัน โดยมักจะใช้กับพื้นที่ (หรือหน่วยตัวอย่างหรือหน่วยทดลอง) ที่มีความสม่ำเสมอปราศจากความแตกต่างที่สังเกตเห็นได้ หากสิ่งที่ศึกษามีลักษณะเป็นหน่วยๆ แล้ว อาจจะใช้การจับสลาก หรือเลือกหรือกำหนดโดยการใช้เลขสุ่ม (มีปุ่มคีย์ในเครื่องคิดเลข หรือฟังก์ชันสำหรับการสร้างเลขสุ่มในโปรแกรม spreadsheet ต่างๆ เช่น excel เป็นต้น) หากเป็นพื้นที่ที่มีความต่อเนื่องแล้ว อาจจะใช้วิธีการเลือกหรือกำหนดจุดตัวอย่างโดยการกำหนดจุดพิกัดขึ้นอย่างสุ่ม (ด้วยตัวเลขสุ่มดังที่ได้กล่าวถึงแล้ว)

ทั้งนี้ จากหลักการเลือกหรือกำหนดดังกล่าว จะเห็นว่าทุกๆ หน่วยตัวอย่างหรือหน่วยทดลองจะมีโอกาสในการถูกเลือกเท่าๆ กัน ซึ่งเป็นหลักการพื้นฐานของการเลือกหรือกำหนดอย่างสุ่ม

(2) การเลือกหรือกำหนดจุดตัวอย่างหรือหน่วยตัวอย่างอย่างเป็นระบบ (Systematic sampling) เป็นการเลือกหรือกำหนดจุดตัวอย่างหรือหน่วยตัวอย่างโดยการสร้างระบบในการเลือกขึ้นตัวอย่างเป็นการกำหนดให้ทุกๆ ระยะที่ห่างกัน 1 กม. เป็นจุดตัวอย่าง ในกรณีนี้ เปรียบเสมือนเป็นการเลือกหรือกำหนดให้ทุกๆ จุดตัดของเส้นกริดที่มีระยะห่าง 1 กม. เป็นจุดตัวอย่าง เป็นต้น

(3) การเลือกหรือกำหนดจุดตัวอย่างหรือหน่วยตัวอย่างตามการตัดสินใจของผู้ทำการศึกษา (Subjective sampling) เป็นการเลือกหรือกำหนดโดยผู้ทำการศึกษาเอง ทั้งนี้ การเลือกหรือกำหนดจุดตัวอย่างแบบนี้ อาจจะทำให้เกิดข้อสงสัยเกี่ยวกับอคติในการเลือกหรือกำหนดจุดตัวอย่าง ซึ่งจะส่งผลต่อความน่าเชื่อถือของผลการศึกษาที่ได้ ตัวอย่างเช่นในการศึกษาการจำแนกสังคมพืชโดยเลือกแปลงตัวอย่างที่มีชนิดพันธุ์ใดชนิดพันธุ์หนึ่งปรากฏอยู่จำนวนมาก (เด่น) แล้ว นำข้อมูลที่ได้มาทำการวิเคราะห์ตามแนวทางการศึกษา พบว่า สังคมย่อยบนพื้นฐานขององค์ประกอบของชนิดพันธุ์นั้น มีการแบ่งแยกจากกันอย่างชัดเจน ทั้งๆ ที่ในความเป็นจริงแล้ว สังคมพืชที่ปรากฏตามธรรมชาตินั้น มักจะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่อง การเปลี่ยนจากสังคมย่อยประเภทหนึ่งไปเป็นอีกประเภทหนึ่งนั้น อาจจะเป็นไปอย่างค่อยเป็นค่อยไป มีช่วงของการเปลี่ยนแปลงของสังคมพืช ซึ่งหากพิจารณาเลือกตามแนวทางที่กล่าวถึงนั้น จะไม่สามารถตรวจพบได้ เป็นต้น

นอกจากวิธีการเลือกหรือกำหนดจุดตัวอย่างหรือหน่วยตัวอย่างพื้นฐานที่ได้กล่าวถึงข้างต้นแล้วยังมีนำไปประยุกต์ใช้เป็นเทคนิคหรือรูปแบบที่แตกต่างกัน เช่นการแบ่งชั้น (Stratification) ของสภาพที่ปรากฏก่อนที่จะทำการเลือกหรือกำหนดอย่างสุ่ม (Stratified random sampling) หรือการเลือกตามวัตถุประสงค์ (Purposive sampling) ซึ่งจะต้องมีการกำหนดเกณฑ์การพิจารณาในการเลือกจากข้อกำหนดของวัตถุประสงค์ในการศึกษาก่อน เป็นต้น

ทั้งนี้ ในการพิจารณาเลือกจุดตัวอย่างหรือหน่วยตัวอย่างนั้น ในเบื้องต้น จะต้องอยู่บนพื้นฐานของการปราศจากอคติในการเลือกหรือกำหนด นอกจากนั้น อาจจะต้องพิจารณาถึงกรอบหรือวัตถุประสงค์ของการศึกษานั้นๆ ด้วย เพื่อให้ได้ข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการศึกษานั้นๆ

- รูปร่างของแปลงตัวอย่าง

รูปร่างและขนาดของแปลงตัวอย่างนั้น มีการพัฒนามาอย่างต่อเนื่องจากอดีตจนถึงปัจจุบัน ทั้งนี้เพื่อให้สอดคล้องกับสภาพการปรากฏของพืชพรรณตามธรรมชาติและวัตถุประสงค์ของการศึกษา

จากอดีตที่ผ่านมา นั้น มีการใช้รูปร่างของแปลงตัวอย่างที่แตกต่างกัน ตั้งแต่เป็นแบบจุด วงกลม สี่เหลี่ยมจัตุรัส และสี่เหลี่ยมผืนผ้า โดยรูปร่างแต่ละแบบนี้ จะมีข้อดีข้อเสียที่แตกต่างกัน ดังนั้น การเลือกใช้จึงมักจะขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการศึกษา และกรอบของเวลาและงบประมาณ

รูปร่างแบบจุดนั้น เป็นวิธีการที่สะดวกและรวดเร็ว เนื่องจากในแต่ละจุดตัวอย่างนั้น จะบันทึกข้อมูลพืชพรรณเพียง 1 หรือ 4 หน่วยเท่านั้น จึงทำให้สามารถดำเนินการได้ทั่วพื้นที่ในกรอบเวลาและงบประมาณที่จำกัด ทำให้ได้ข้อมูลที่ครอบคลุมรอบพื้นที่ทั้งหมดที่ทำการศึกษา

แปลงตัวอย่างรูปวงกลมนั้น ได้มีการพัฒนาเทคนิคการตรวจวัดข้อมูลให้สามารถดำเนินการได้รวดเร็ว หากกล่าวถึงเฉพาะคุณสมบัติเชิงเรขาคณิตแล้ว พบว่า ในบรรดารูปทรงเรขาคณิตต่างๆ ที่มีพื้นที่เท่ากัน รูปทรงวงกลมจะมีเส้นรอบวงน้อยที่สุด ดังนั้น จำนวนของการที่จะต้องตัดสินใจว่าต้นไม้ที่ตกอยู่บริเวณขอบของแปลงตัวอย่างจะต้องอยู่ในหรือนอกแปลงตัวอย่างก็น้อยด้วยเมื่อเทียบกับรูปร่างแปลงตัวอย่างอื่นๆ ที่มีพื้นที่เท่ากัน

แปลงตัวอย่างรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า เป็นรูปร่างแปลงตัวอย่างที่ครอบคลุมความผันแปรมากกว่า เนื่องจากความยาวของด้านกว้างและด้านยาวแตกต่างกัน ในขณะที่รูปร่างแปลงตัวอย่างแบบสี่เหลี่ยมจัตุรัสนั้น จะครอบคลุมองค์ประกอบที่มีความสม่ำเสมอมากกว่าเนื่องจากมีความยาวของทุกด้านเท่าๆ กัน

นอกจากนี้ แต่เดิมมีการเรียกแปลงตัวอย่างแบบสี่เหลี่ยมจัตุรัสว่า quadrat แต่ต่อมาคำว่า quadrat นั้น ถูกใช้แทนในความหมายของคำว่า “แปลงตัวอย่าง”

จากการที่รูปร่างแปลงตัวอย่างแบบต่างๆ มีคุณสมบัติที่ต่างกันดังที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น การเลือกใช้จึงจำเป็นต้องพิจารณาถึงวัตถุประสงค์ของการศึกษานั้น ร่วมกับกรอบเวลาและงบประมาณ โดยจะต้องให้น้ำหนักกับวัตถุประสงค์มากกว่า โดยแปลงตัวอย่างแบบจุดนั้น อาจจะสามารถดำเนินการได้รวดเร็วแต่ในความจริงของสภาพการปรากฏของสังคมพืชนั้น จะมีความต่อเนื่องในเชิงพื้นที่ ดังนั้น การที่มีข้อมูลของพืชพรรณในแต่ละจุดเพียง 1 หรือ 4 ต้นแล้วนำข้อมูลทั้งหมดมาวิเคราะห์ร่วมกัน ทำให้ได้สภาพขององค์ประกอบของพืชพรรณที่ไม่มีอยู่จริงในพื้นที่ศึกษานั้น เช่นเดียวกับรูปร่างของแปลง

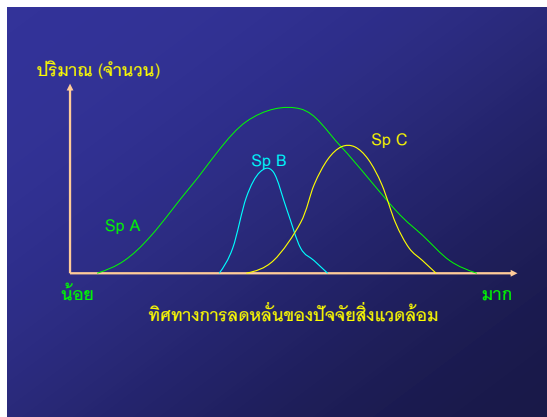
ตัวอย่างแบบวงกลม ซึ่งรูปร่างของแปลงตัวอย่างทั้งสองแบบนี้ อาจนำไปใช้กับการสำรวจกำลังผลิตของป่า ที่ต้องการข้อมูลที่ครอบคลุมในพื้นที่ศึกษา โดยกำหนดวิธีการในการวิเคราะห์ข้อมูลที่เหมาะสม

ในกรณีที่ต้องการข้อมูลจากแปลงตัวอย่างที่มีสมมาตรมากแล้ว ควรเลือกใช้แปลงตัวอย่างแบบสี่เหลี่ยมจัตุรัส เนื่องจากมีความยาวของด้านยาวและด้านกว้างเท่ากัน และสำหรับแปลงตัวอย่างรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า จะใช้กับกรณีที่ต้องการให้ข้อมูลที่ครอบคลุมความผันแปรที่มากกว่า

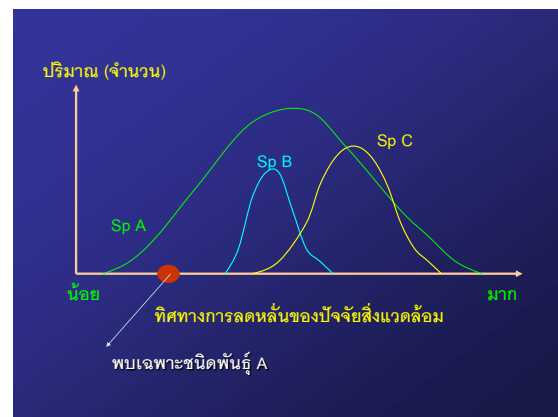
- ขนาดของแปลงตัวอย่าง

ขนาดของแปลงตัวอย่างนั้น มีความสำคัญมากในการศึกษาทางด้านนิเวศวิทยาป่าไม้ เนื่องจากสภาพที่ปรากฏของพืชพรรณนั้น มีความผันแปรต่อเนื่อง ขนาดของแปลงตัวอย่างที่แตกต่างกัน จึงมีองค์ประกอบของพืชพรรณที่ต่างกัน ซึ่งขึ้นอยู่กับแนวคิดเกี่ยวกับความเชื่อของการปรากฏอยู่ของพืชพรรณด้วย กล่าวคือตามแนวคิดหน่วยของสังคมพืช (Unit concept) นั้น เชื่อว่า พืชพรรณแต่ละแบบนั้น จะมีองค์ประกอบที่แน่นอน ดังนั้น ขนาดของแปลงตัวอย่างจึงควรจะต้องมีขนาดเล็กที่สุดที่ครอบคลุมจำนวนชนิดพันธุ์ทั้งหมด (หรือมากที่สุด) ดังนั้น หากพบว่าชนิดพันธุ์ A B และ C ปรากฏอยู่ร่วมกันแล้ว ในพื้นที่อื่นๆ ที่พบว่าชนิดพันธุ์ A ปรากฏอยู่ ก็เชื่อว่าจะต้องมีชนิดพันธุ์ B และ C ปรากฏอยู่ด้วย ในขณะที่แนวคิดเกี่ยวกับความต่อเนื่องของสังคมพืช (Continuum concept) นั้น เชื่อว่าการปรากฏอยู่ร่วมกันของพืชพรรณชนิดต่างๆ นั้น ไม่ได้เป็นเพราะชนิดพันธุ์เหล่านั้นเกาะติดอยู่ด้วยกัน แต่ที่พบว่าในพื้นที่นั้นมีชนิดพันธุ์เหล่านั้นปรากฏอยู่ด้วยกันเนื่องจากสภาพแวดล้อม ณ จุดนั้น อยู่ในช่วงที่ชนิดพันธุ์เหล่านั้นสามารถเกิดและดำรงอยู่ได้ ตัวอย่างเช่น ในภาพที่ 3 (1) ซึ่งแสดงความสัมพันธ์การกระจายของปริมาณของชนิดพันธุ์ A B และ C ตามทิศทางการลดหลั่นของปัจจัยสิ่งแวดล้อมปัจจัยหนึ่ง หากเรายืนอยู่ ณ จุดหนึ่งในภาพ 3 (2) จะพบเพียงชนิดพันธุ์ A เท่านั้น แต่หากยืนอยู่ตำแหน่งในภาพ 3 (3) จะพบชนิดพันธุ์ A และ B แต่หากยืนอยู่ ณ จุด 3 (4) จะพบทั้ง A B และ C เป็นต้น

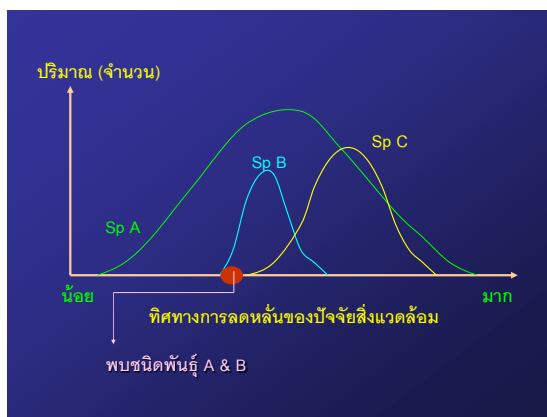
จากแนวคิดของการปรากฏอยู่ของชนิดพันธุ์ที่ต่างกัน จะส่งผลต่อการกำหนดขนาดของแปลงตัวอย่างที่แตกต่างกัน ในแนวคิดที่เชื่อเกี่ยวกับการปรากฏอยู่ร่วมกันของชนิดพันธุ์ต่างๆ เป็นหน่วยของพืชพรรณนั้น จะต้องเลือกใช้ขนาดของแปลงตัวอย่างจะต้องมีขนาดไม่เล็กกว่าขนาดที่เล็กที่สุดที่ครอบคลุมจำนวนชนิดพันธุ์ทั้งหมด (หรือทั้งหมด) ทั้งนี้หากแปลงตัวอย่างมีขนาดเล็กกว่านี้แล้ว จะทำให้ได้องค์ประกอบของชนิดพันธุ์ที่ไม่ถูกต้อง แต่ตามแนวคิดเกี่ยวกับความต่อเนื่องของสังคมนั้น ใช้แปลงตัวอย่างในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการอธิบายถึงองค์ประกอบของชนิดพันธุ์ ณ จุดนั้นๆ (พร้อมเก็บข้อมูลเกี่ยวกับปัจจัยสิ่งแวดล้อม) ดังนั้น ขนาดแปลงตัวอย่างอาจจะเป็นเท่าใดก็ได้ แต่ต้องเหมาะสมเพียงพอที่จะอธิบายถึงสภาพการปรากฏของพืชพรรณ ณ จุดนั้นๆ ได้



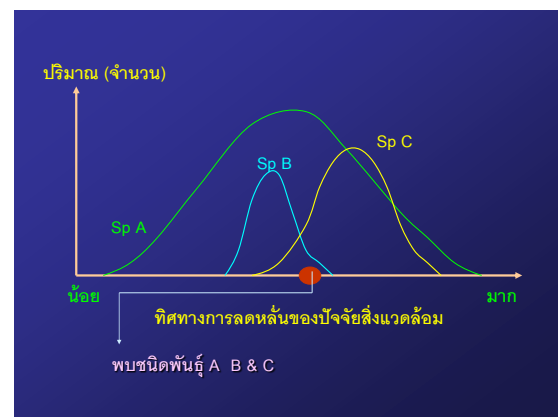
(1)



(2)



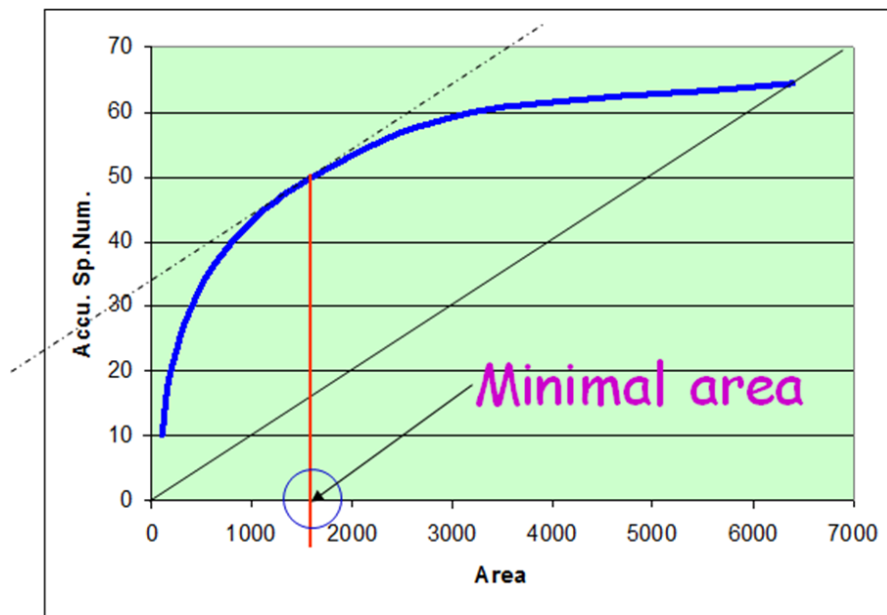
(3)



(4)

ภาพที่ 3 การปรากฏของชนิดพันธุ์ตามแนวคิดเกี่ยวกับความต่อเนื่องของสังคมพืช

จากแนวคิดหน่วยของสังคมพืชนั้น ได้กำหนดแนวทางการหาขนาดแปลงตัวอย่างที่เล็กที่สุด ที่เรียกว่า minimal area โดยใช้แปลงตัวอย่างแบบตาข่าย (Nested plot) โดยเริ่มจากขนาดแปลงตัวอย่างที่เล็กที่สุด (ที่เหมาะสม) จากนั้นทำการบันทึกชนิดพันธุ์ที่พบ แล้วขยายขนาดของแปลงตัวอย่างเพิ่มขึ้นเป็นสองเท่าแล้วบันทึกชนิดพันธุ์ที่พบใหม่ โดยให้ดำเนินการดังกล่าวจนไม่พบชนิดพันธุ์ใหม่หรือจำนวนชนิดพันธุ์ใหม่ที่พบนั้นมีจำนวนน้อยมาก จากนั้น สร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ของแปลงตัวอย่างกับจำนวนชนิดพันธุ์สะสมที่พบ (Species-area curve) (ภาพที่ 4) แล้วประเมินขนาดของแปลงตัวอย่างที่เล็กที่สุดที่ครอบคลุมจำนวนชนิดพันธุ์ตามหลักการที่เลือกใช้ ทั้งนี้ ในประเทศไทยนั้น ได้มีการศึกษาขนาดของแปลงตัวอย่างที่เล็กที่สุดในระบบนิเวศป่าไม้ชนิดต่างๆ พบว่ามีความผันแปรตั้งแต่ขนาด 40x40 ตร.ม. ไปจนถึงขนาด 100x100 ตร.ม. ตามลำดับของความหลากหลายของชนิดพันธุ์ในสังคมพืชแต่ละประเภท แต่อย่างไรก็ตามในปัจจุบันมักจะใช้ขนาดมาตรฐาน 100x100 ตร.ม. (หรือ 1 เฮกเตอร์) ทั้งนี้เพื่อการเปรียบเทียบบนพื้นฐานของขนาดของแปลงตัวอย่างที่เท่ากัน



ภาพที่ 4 ตัวอย่างของกราฟความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่และจำนวนชนิดพันธุ์สะสม (Species-area curve)

- จำนวนของแปลงตัวอย่าง

จำนวนของแปลงตัวอย่างเพื่อการศึกษาทางด้านนิเวศวิทยานั้น มีความสัมพันธ์โดยตรงอย่างมากกับวัตถุประสงค์ของการศึกษา แต่โดยหลักการแล้ว หากเป็นการศึกษาสภาพพืชพรรณเบื้องต้นในพื้นที่หนึ่งๆ แล้ว จำเป็นต้องมีแปลงตัวอย่าง (ซึ่งอาจจะมีขนาดไม่ใหญ่นัก) กระจายอยู่ทั่วพื้นที่ครอบคลุมทุกสภาพที่แตกต่างของพืชพรรณที่ปรากฏในพื้นที่นั้นๆ ซึ่งผลจากการศึกษานี้ นอกจากจะช่วยให้เข้าใจถึงสภาพความแตกต่างและการกระจายของพืชพรรณในพื้นที่นั้นๆ แล้วยังสามารถนำไปใช้จัดทำแผนที่พืชพรรณ (Vegetative map) ได้ด้วย และนอกจากนั้น ยังสามารถนำข้อมูลที่ได้ไปศึกษาการวิเคราะห์เพื่อการจัดจำแนก (Classification) และ/หรือการจัดลำดับ (Ordination) เพื่อนำไปใช้เป็นฐานสำหรับการศึกษาในด้านอื่นๆ ต่อไป

ในกรณีที่ต้องการศึกษาเพื่อติดตามการเปลี่ยนแปลง (หรือพัฒนาการของสังคมพืช) นั้น อาจจะทำการศึกษาจุดตัวอย่างที่เป็นตัวแทนของแต่ละประเภทของสังคมพืชเพียงประเภทละ 1 ตัวอย่าง ทั้งนี้ ในความเป็นตัวแทนนั้น อาจจะเป็นตัวแทนของพืชพรรณที่มีองค์ประกอบของชนิดพันธุ์ที่แตกต่างกัน หรือเป็นตัวแทนของพื้นที่ที่มีสภาพภูมิประเทศหรือปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่แตกต่างกัน ทั้งนี้ จำนวนตัวอย่างที่จะใช้ในการศึกษานั้น ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์เป็นหลัก รองลงมาเป็นปริมาณภาระงานและงบประมาณในการดำเนินการ ทั้งนี้ จะต้องอยู่บนพื้นฐานของระดับความผันแปรขององค์ประกอบพืชพรรณและ

สภาพปัจจัยสิ่งแวดล้อม โดยแปลงตัวอย่างเหล่านี้จะจัดทำเป็นแปลงตัวอย่างถาวร มีการตรวจวัดซ้ำด้วย ช่วงห่างของเวลาที่สม่ำเสมอ

- แนวทางการดำเนินการเกี่ยวกับการวางแผนแปลงตัวอย่าง

ลักษณะของแปลงตัวอย่างแบ่งออกได้เป็นสองแบบคือแปลงตัวอย่างชั่วคราวและแปลงตัวอย่างถาวร โดยแปลงตัวอย่างชั่วคราวนั้น เมื่อสิ้นสุดการเก็บรวบรวมข้อมูลแล้ว ไม่ได้กำหนดให้มีการตรวจวัดซ้ำ ดังนั้น จึงมักจะไม่มีการจัดทำขอบเขตถาวรของแปลงตัวอย่าง ตัวอย่างเช่นการสำรวจพืชพรรณของพื้นที่เพื่อการจัดทำแผนที่พืชพรรณที่ได้กล่าวถึงข้างต้น แต่สำหรับแปลงตัวอย่างถาวรนั้น จะต้องมีการจัดทำขอบเขตของแปลงตัวอย่างให้มีความคงทนพร้อมทั้งจะต้องมีการติดหมายเลขต้นไม้ที่ทำการตรวจวัดเพื่อการตรวจวัดซ้ำในการติดตามการเปลี่ยนแปลงของพืชพรรณ

ในปัจจุบันนักวิชาการด้านนิเวศวิทยาป่าไม้ทั่วโลกได้ให้ความสำคัญกับติดตามการเปลี่ยนแปลงของระบบนิเวศป่าไม้ โดยเน้นการวางแผนแปลงตัวอย่างถาวร ซึ่งมีทั้งที่เป็นแปลงตัวอย่างถาวรขนาด 1 เฮกแตร์ หรือเป็นแปลงตัวอย่างขนาดใหญ่ (เช่น 50 เฮกแตร์ เป็นต้น) พร้อมกำหนดช่วงเวลาการตรวจซ้ำอย่างสม่ำเสมอ ทั้งนี้ เป้าหมายดั้งเดิมของแปลงตัวอย่างขนาดใหญ่นั้น มีวัตถุประสงค์เพื่อรักษาสภาพธรรมชาติของสังคมพืชนั้นๆ ไว้เพื่อการศึกษาวิจัยในด้านต่างๆ โดยในการดำเนินงานนั้น จะต้องเป็นไปตามวิธีปฏิบัติมาตรฐานที่กำหนด (Protocol)

ข้อมูลเพื่อการศึกษาทางด้านนิเวศวิทยาป่าไม้

ข้อมูลพื้นฐาน

สำหรับข้อมูลพื้นฐานของพืชพรรณในการศึกษาทางด้านนิเวศวิทยาป่าไม้นั้น ประกอบด้วยชนิดพันธุ์ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางที่ความสูงเพียงอก (หรือระดับอื่นตามประเภทของระบบนิเวศป่าไม้นั้นๆ) ซึ่งอาจจะรวมถึงความสูงของต้นไม้ด้วย

สำหรับข้อมูลในแปลงตัวอย่างถาวรนั้น จะต้องมีการบันทึกตำแหน่งและหมายเลขของต้นไม้ พร้อมทั้งในการตรวจวัดซ้ำอาจจะต้องการติดหมายเลขเพิ่มเติมในกรณีที่ไม้โตถึงขนาดที่กำหนดให้มีการตรวจวัดเพิ่มขึ้นในแปลงตัวอย่าง พร้อมทั้งบันทึกสภาพการเปลี่ยนแปลงของต้นไม้ที่พบจากการปฏิบัติงานด้วย

ทั้งนี้ ในทางปฏิบัติแล้ว มักจะแบ่งแปลงตัวอย่างเป็นแปลงย่อยๆ เพื่อให้สะดวกในการปฏิบัติงาน โดยอาจจะแบ่งเป็นแปลงย่อยขนาด 10x10 ตร.ม. (สามารถนำไปใช้ในการคำนวณค่าความถี่ในการวิเคราะห์องค์ประกอบของชนิดพันธุ์ได้)

หมายเหตุ

- (1) ในการศึกษาทางด้านนิเวศวิทยาป่าไม้นั้น มักจะแบ่งพืชพรรณออกเป็น 3 กลุ่มขนาดคือ กลุ่มของไม้ยืนต้นขนาดใหญ่ (Tree) เป็นต้นไม้ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางที่ความสูงเพียงอก (DBH: Diameter at Breast Height) ตั้งแต่ 4.5 ซม. ขึ้นไป กลุ่มไม้รุ่น (Sapling) เป็นกลุ่มของต้นไม้ที่มี DBH น้อยกว่า 4.5 ซม. และกลุ่มของกล้าไม้ (Seedling) เป็นกลุ่มของต้นไม้ที่มีความสูงน้อยกว่า 1.30 ม. โดยแบ่งเป็นแปลงย่อยขนาด 10x10 ตร.ม. ใช้สำหรับตรวจวัดต้นไม้ในกลุ่ม Tree และที่มุมใดมุมหนึ่งของทุกแปลงย่อย 10x10 ตร.ม. จะวางแปลงขนาด 4x4 และ 1x1 ตร.ม. สำหรับบันทึกข้อมูลของต้นไม้ในกลุ่ม Sapling และ Seedling ตามลำดับ
- (2) นอกจากขนาดจำกัดข้างต้นแล้ว ยังมีบางการศึกษาที่กำหนดให้บันทึกเฉพาะต้นไม้ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ 10 ซม. ขึ้นไป ซึ่งมักจะเป็นการศึกษาเกี่ยวกับองค์ประกอบของพืชพรรณที่มีผลต่อโครงสร้างหลักของสังคมพืชนั้นๆ
- (3) ในการจัดทำแปลงตัวอย่างถาวรเพื่อการติดตามการเปลี่ยนแปลงหรือพัฒนาการของสังคมพืชนั้น อาจจะมีการกำหนดขนาดจำกัดสำหรับการตรวจวัดข้อมูลอย่างต่อเนื่อง และสำหรับในส่วนของการศึกษาเกี่ยวกับพลวัตรของกล้าไม้นั้น อาจจะทำแปลงตัวอย่างย่อยแยกศึกษาต่างหาก
- (4) ในต้นไม้หนึ่งๆ หากมีการแตกกิ่งที่ระดับความสูงที่มีการวัดขนาด DBH จะต้องบันทึกขนาด DBH ของกิ่งทั้งหมด แต่อาจจะต้องมีการกำหนดรหัสว่าเป็นส่วนของลำต้นหรือส่วนของกิ่ง โดยในต้นไม้หนึ่งๆ นั้น จะมีเพียง 1 ลำต้นหลักเท่านั้น (เกี่ยวข้องกับการคำนวณค่าความหนาแน่น)

- แผนภาพแสดงการปกคลุมของเรือนยอดและการจัดแบ่งชั้นความสูงของพืชพรรณ

นอกจากนี้ อาจจะมีการบันทึกสภาพการปกคลุมของเรือนยอด (Crown cover diagram) และการจัดแบ่งชั้นความสูงของพืชพรรณ (Profile diagram) ด้วย โดยใช้เครื่องมือและ/หรืออุปกรณ์ต่างๆ ในการตรวจวัดและบันทึกในภาคสนาม

การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นทางด้านนิเวศวิทยาป่าไม้

- การวิเคราะห์องค์ประกอบของชนิดพันธุ์

องค์ประกอบของชนิดพันธุ์ (Species composition) เป็นการแสดงถึงปริมาณของแต่ละชนิดพันธุ์ โดยทั่วไปแล้วจะใช้พื้นฐานของ 3 ปัจจัยคือจำนวนหน่วย (ต้น) การปกคลุม (พื้นที่หน้าตัดที่ระดับความสูงเพียงอก) และโอกาสในการพบ (จำนวนแปลงย่อยที่พบ) โดยแปลงจากต่อขนาดพื้นที่ที่ทำการศึกษา เป็นต่อหน่วยพื้นที่มาตรฐาน (ต่อ 1 เฮกเตอร์) ซึ่งเรียกว่าค่าความหนาแน่น ความเด่น และความถี่ตามลำดับ จากนั้นแปลงค่าดังกล่าวเป็นค่าสัมพัทธ์ (Relative) เป็นความหนาแน่นสัมพัทธ์ ความเด่นสัมพัทธ์ และค่าถี่สัมพัทธ์ แล้วนำค่าสัมพัทธ์ดังกล่าวมารวมกันเรียกว่าค่าความสำคัญ หรือ Importance Value ซึ่งค่าความสำคัญนี้เป็นดัชนีที่ชี้ถึงระดับความสำคัญในเชิงนิเวศวิทยาของชนิดพันธุ์นั้นๆ ต่อพื้นที่ศึกษา ชนิดพันธุ์ที่มีค่าความสำคัญสูงสุดเรียกว่าชนิดพันธุ์เด่น หรือ Dominant Species โดยมีสูตรต่างๆ สำหรับการคำนวณค่าความสำคัญดังนี้

$$\frac{\text{ความหนาแน่นของชนิดพันธุ์ } i}{(\text{จำนวนต้น/หน่วยพื้นที่ที่ต้องการ})} = \frac{\text{จำนวนของชนิดพันธุ์ } i \times \text{หน่วยพื้นที่ที่ต้องการ (ตร.ม.)}}{\text{พื้นที่ที่ศึกษา (ตร.ม.)}}$$

ทั้งนี้ หน่วยพื้นที่ที่ต้องการ อาจจะเป็นหน่วยมาตรฐาน คือ เฮกแตร์ ซึ่งมีพื้นที่เท่ากับ 10,000 ตร.ม. หรืออาจจะเป็นไร่ ซึ่งมีพื้นที่เท่ากับ 1,600 ตร.ม.

$$\frac{\text{ความเด่นของชนิดพันธุ์ } i}{(\text{ตร.ชม./ตร.ม.})} = \frac{\text{พื้นที่หน้าตัดของชนิดพันธุ์ } i \text{ (ตร.ชม.)}}{\text{พื้นที่ที่ศึกษา (ตร.ม.)}}$$

$$\frac{\text{ความถี่ของชนิดพันธุ์ } i}{(\%) } = \frac{\text{จำนวนแปลงย่อยที่พบชนิดพันธุ์ } i \times 100}{\text{จำนวนแปลงย่อยที่ศึกษาทั้งหมด}}$$

$$\frac{\text{ความหนาแน่นสัมพัทธ์ของชนิดพันธุ์ } i}{(\%) } = \frac{\text{ความหนาแน่นของชนิดพันธุ์ } i \times 100}{\text{ความหนาแน่นของทุกชนิดรวมกัน}} \quad \text{หรือ}$$

$$\frac{\text{ความหนาแน่นสัมพัทธ์ของชนิดพันธุ์ } i}{(\%) } = \frac{\text{จำนวนของชนิดพันธุ์ } i \times 100}{\text{จำนวนของทุกชนิดรวมกัน}}$$

$$\frac{\text{ความเด่นสัมพัทธ์ของชนิดพันธุ์ } i}{(\%) } = \frac{\text{ความเด่นของชนิดพันธุ์ } i \times 100}{\text{ความเด่นของทุกชนิดรวมกัน}} \quad \text{หรือ}$$

$$\frac{\text{ความเด่นสัมพัทธ์ของชนิดพันธุ์ } i}{(\%) } = \frac{\text{พื้นที่หน้าตัดของชนิดพันธุ์ } i \times 100}{\text{พื้นที่หน้าตัดของทุกชนิดรวมกัน}}$$

$$\frac{\text{ความถี่สัมพัทธ์ของชนิดพันธุ์ } i}{(\%) } = \frac{\text{ความถี่ของชนิดพันธุ์ } i \times 100}{\text{ความถี่ของทุกชนิดรวมกัน}}$$

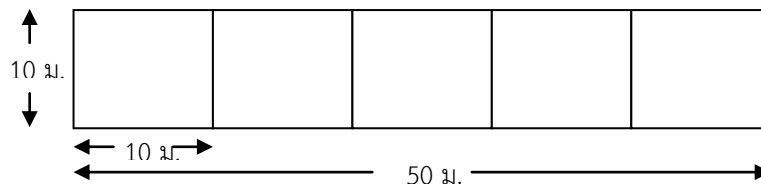
$$\text{ค่าความสำคัญของชนิดพันธุ์ } i = \frac{\text{ความหนาแน่นสัมพัทธ์ของชนิดพันธุ์ } i}{\text{ความหนาแน่น}} + \frac{\text{ความเด่นสัมพัทธ์ของชนิดพันธุ์ } i}{\text{ความเด่น}} + \frac{\text{ความถี่สัมพัทธ์ของชนิดพันธุ์ } i}{\text{ความถี่}}$$

$$\text{ร้อยละของค่าความสำคัญของชนิดพันธุ์ } i (\%) = \frac{\text{ค่าความสำคัญของชนิดพันธุ์ } i \times 100}{300}$$

$$= \frac{\text{ค่าความสำคัญของชนิดพันธุ์ } i}{3}$$

ตัวอย่างการวิเคราะห์องค์ประกอบของชนิดพันธุ์

จากการศึกษาองค์ประกอบของชนิดพันธุ์ของสังคมพืชป่าไม้แห่งหนึ่ง โดยการวางแผนแปลงตัวอย่างขนาด 10 ม. X 50 ม. แบ่งเป็นแปลงย่อยขนาด 10 ม. X 10 ม. จำนวน 5 แปลงย่อย โดยในแต่ละแปลงย่อยนั้น ทำการสำรวจและบันทึกชนิดพันธุ์ และขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางที่ความสูงเพียงอก (DBH) ของต้นไม้ทุกต้นที่มีขนาด DBH ตั้งแต่ 4.5 ซม. ขึ้นไป ซึ่งได้ผลดังนี้



แปลงย่อยที่	ชนิดพันธุ์	รหัสลำดับ	เส้นผ่าศูนย์กลาง
1	ก่อหมาก	1	21.1
1	พลวง	1	7.1
1	เต็ง	1	4.9
1	เต็ง	1	21.8
1	รักหลวง	1	21.4
2	ก่อหมาก	1	4.7
2	ก่อหมาก	1	8.3
2	พลวง	1	36
2	เต็ง	1	21.1
3	เต็ง	1	10.9
3	เต็ง	2	10.4
3	เต็ง	1	20.3
4	เก็ดแดง	1	10.9
4	พลวง	1	26.9
4	เก็ดแดง	1	5.2
5	ก่อหมาก	1	14.4
5	ก่อหมาก	2	4.8

ให้วิเคราะห์องค์ประกอบของชนิดพันธุ์โดยใช้หน่วยพื้นที่เป็นต่อ 1 เฮกแตร์

ขั้นตอนของการวิเคราะห์องค์ประกอบของชนิดพันธุ์

- (1) ตรวจสอบชนิดพันธุ์ที่พบในแปลงตัวอย่าง
- (2) นับจำนวนต้นของแต่ละชนิดพันธุ์ (นับเฉพาะที่มีรหัสลำดับเป็น 1)
- (3) คำนวณค่าพื้นที่หน้าตัด (Basal Area: BA) ของแต่ละหน่วย ทั้งที่เป็นต้นและเป็นกิ่ง) จากนั้นหาค่าผลรวมของพื้นที่หน้าตัดของแต่ละชนิดพันธุ์ โดยมีสูตรคำนวณพื้นที่หน้าตัดดังนี้

$$\text{พื้นที่หน้าตัด} = \pi \times (\text{DBH}/2)^2 \text{ โดย } \pi \text{ มีค่าเท่ากับ } 3.14159$$

- (4) ตรวจนับจำนวนแปลงย่อยที่พบของแต่ละชนิดพันธุ์ (ชนิดพันธุ์หนึ่งหากพบจำนวน 5 ต้นในหนึ่งแปลงย่อยแล้ว ถือว่าการพบของชนิดพันธุ์นั้นในแปลงย่อยนั้นเป็น 1 เทียบเท่ากับชนิดพันธุ์ที่พบเพียง 1 ต้น ในแปลงย่อยดังกล่าว)

นำค่าที่ได้จากข้อ (1)-(4) ใส่ลงในตารางเพื่อคำนวณต่อไป

ชนิดพันธุ์	ต่อแปลง (500 ตร.ม.)		
	จำนวนต้น	จำนวนแปลงย่อยที่พบ	พื้นที่หน้าตัด (BA: cm ²)

- (5) คำนวณหาค่าความหนาแน่น ความเด่น และความถี่ ตามสูตรข้างต้น โดยหน่วยพื้นที่ที่ต้องการเป็น 1 เฮกเตอร์หรือเท่ากับ 10,000 ตร.ม.

ตัวอย่างเช่น ไม้เต็ง พบจำนวน 5 ต้น มีพื้นที่หน้าตัดรวมเท่ากับ 1,243.69 ตร.ม. พบใน 3 แปลงย่อย สามารถคำนวณค่าความหนาแน่น ความเด่น และความถี่ของไม้เต็งได้ดังนี้

$$\begin{aligned} \text{ความหนาแน่นของชนิดพันธุ์ } i &= \frac{\text{จำนวนของชนิดพันธุ์ } i \times \text{หน่วยพื้นที่ที่ต้องการ (ตร.ม.)}}{\text{พื้นที่ที่ศึกษา (ตร.ม.)}} \\ (\text{จำนวนต้น/หน่วยพื้นที่ที่ต้องการ}) & \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ความหนาแน่นของไม้เต็ง} &= \frac{5 \text{ ต้น} \times 10,000 \text{ ตร.ม.}}{500 \text{ ตร.ม.}} = 100 \text{ ต้น/เฮกเตอร์} \\ (\text{จำนวนต้น/เฮกเตอร์}) & \end{aligned}$$

$$\frac{\text{ความเด่นของชนิดพันธุ์ } i}{(\text{ตร.ชม./ตร.ม.})} = \frac{\text{พื้นที่หน้าตัดของชนิดพันธุ์ } i \text{ (ตร.ชม.)}}{\text{พื้นที่ที่ศึกษา (ตร.ม.)}}$$

$$\frac{\text{ความเด่นของไม้เต็ง}}{(\text{ตร.ชม./ตร.ม.})} = \frac{1,243.69 \text{ ตร.ชม.}}{500 \text{ ตร.ม.}} = 2.4874 \text{ ตร.ชม./ตร.ม.}$$

$$\frac{\text{ความถี่ของชนิดพันธุ์ } i}{(\%) } = \frac{\text{จำนวนแปลงย่อยที่พบชนิดพันธุ์ } i \times 100}{\text{จำนวนแปลงย่อยที่ศึกษาทั้งหมด}}$$

$$\frac{\text{ความถี่ของไม้เต็ง}}{(\%) } = \frac{3 \text{ แปลงย่อย} \times 100}{5 \text{ แปลงย่อย}} = 60.0\%$$

(6) คำนวณหาค่าความหนาแน่นสัมพัทธ์ ความเด่นสัมพัทธ์ และความถี่สัมพัทธ์ของแต่ละชนิดพันธุ์ ตัวอย่าง

$$\frac{\text{ความหนาแน่นสัมพัทธ์ของชนิดพันธุ์ } i}{(\%) } = \frac{\text{ความหนาแน่นของชนิดพันธุ์ } i \times 100}{\text{ความหนาแน่นของทุกชนิดรวมกัน}} \quad \text{หรือ}$$

$$\frac{\text{ความหนาแน่นสัมพัทธ์ของชนิดพันธุ์ } i}{(\%) } = \frac{\text{จำนวนของชนิดพันธุ์ } i \times 100}{\text{จำนวนของทุกชนิดรวมกัน}}$$

$$\frac{\text{ความหนาแน่นสัมพัทธ์ของไม้เต็ง}}{(\%) } = \frac{100 \text{ ต้น/เฮกแตร์} \times 100}{300 \text{ ต้น/เฮกแตร์}} = 33.33\% \quad \text{หรือ}$$

$$\frac{\text{ความหนาแน่นสัมพัทธ์ของไม้เต็ง}}{(\%) } = \frac{5 \text{ ต้น} \times 100}{15 \text{ ต้น}} = 33.33\%$$

$$\frac{\text{ความเด่นสัมพัทธ์ของชนิดพันธุ์ } i}{(\%) } = \frac{\text{ความเด่นของชนิดพันธุ์ } i \times 100}{\text{ความเด่นของทุกชนิดรวมกัน}} \quad \text{หรือ}$$

$$\frac{\text{ความเด่นสัมพัทธ์ของชนิดพันธุ์ } i}{(\%) } = \frac{\text{พื้นที่หน้าตัดของชนิดพันธุ์ } i \times 100}{\text{พื้นที่หน้าตัดของทุกชนิดรวมกัน}}$$

$$\frac{\text{ความเด่นสัมพัทธ์ของไม้เต็ง}}{(\%) } = \frac{2.487 \text{ ตร.ชม./ตร.ม.} \times 100}{7.8916 \text{ ตร.ชม./ตร.ม.}} = 31.52\% \quad \text{หรือ}$$

$$\frac{\text{ความเด่นสัมพัทธ์ของไม้เต็ง}}{(\%) } = \frac{1,243.69 \text{ ตร.ชม.} \times 100}{3,945.80 \text{ ตร.ชม.}} = 31.52\%$$

$$\begin{aligned} \text{ความถี่สัมพัทธ์ของชนิดพันธุ์ } i &= \frac{\text{ความถี่ของชนิดพันธุ์ } i \times 100}{\text{ความถี่ของทุกชนิดรวมกัน}} \\ (\%) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ความถี่สัมพัทธ์ของไม้เต็ง} &= \frac{\text{ความถี่ของไม้เต็ง} \times 100}{\text{ความถี่ของทุกชนิดรวมกัน}} \\ (\%) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ความถี่สัมพัทธ์ของไม้เต็ง} &= \frac{60\% \times 100}{220\%} = 27.27\% \\ (\%) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ค่าความสำคัญ} &= \frac{\text{ความหนาแน่น}}{\text{สัมพัทธ์ของชนิดพันธุ์ } i} + \frac{\text{ความเด่น}}{\text{สัมพัทธ์ของชนิดพันธุ์ } i} + \frac{\text{ความถี่}}{\text{สัมพัทธ์ของชนิดพันธุ์ } i} \\ \text{ของชนิดพันธุ์ } i \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ค่าความสำคัญ} &= \frac{\text{ความหนาแน่น}}{\text{สัมพัทธ์ของไม้เต็ง}} + \frac{\text{ความเด่น}}{\text{สัมพัทธ์ของไม้เต็ง}} + \frac{\text{ความถี่}}{\text{สัมพัทธ์ของไม้เต็ง}} \\ \text{ของไม้เต็ง} \end{aligned}$$

$$\text{ค่าความสำคัญของไม้เต็ง} = 33.33 + 31.52 + 27.27 = 92.13$$

$$\begin{aligned} \text{ร้อยละของค่าความสำคัญของ} &= \frac{\text{ค่าความสำคัญของชนิดพันธุ์ } i}{\text{ชนิดพันธุ์ } i (\%)} \\ &= \frac{3}{3} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ร้อยละของค่าความสำคัญของ} &= \frac{\text{ค่าความสำคัญของไม้เต็ง}}{\text{ไม้เต็ง} (\%)} \\ &= \frac{3}{3} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ร้อยละของค่าความสำคัญของ} &= \frac{92.13}{3} = 10.71\% \\ \text{ไม้เต็ง} (\%) \end{aligned}$$

ให้คำนวณองค์ประกอบของชนิดพันธุ์ของข้อมูลที่กำหนดให้ข้างต้นให้ครบถ้วนและใส่ตัวเลขลงในตารางในหน้าถัดไป

ชนิด พันธุ์	ต่อแปลง (500 ตร.ม.)			Density (ต้น/เฮกเตอร์)	Frequency (%)	Dominance (%cm ² /m ²)	Relative			IV	
	จำนวนต้น	จำนวนแปลง	Ba				Density	Frequency	Dominance	Actual	%

- การวิเคราะห์ความหลากหลายของชนิดพันธุ์

ความหลากหลายทางชีวภาพ หรือ Biological diversity นั้น ได้รับการกล่าวถึงเป็นอย่างมากในปัจจุบัน โดยเฉพาะในระดับของชนิดพันธุ์ (ความหลากหลายของชนิดพันธุ์ หรือ Species diversity) ทั้งนี้ นอกเหนือจากการใช้ประโยชน์ของความหลากหลายของชนิดพันธุ์ของมนุษย์แล้ว ระดับของความหลากหลายของชนิดพันธุ์ยังเป็นตัวบ่งชี้ถึงประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์ของพื้นที่นั้นๆ ด้วย โดยทั่วไปแล้ว ในพื้นที่ธรรมชาติประเภทเดียวกันที่มีความหลากหลายของชนิดพันธุ์มากกว่ามักจะมีมวลชีวภาพของพืชพรรณที่ปรากฏอยู่มากกว่า เนื่องจากมีการใช้ประโยชน์ของปัจจัยสิ่งแวดล้อมในพื้นที่นั้นได้มากกว่า

ในการระบุถึงความหลากหลายของชนิดพันธุ์นั้น พื้นฐานที่สุดคือการระบุถึงจำนวนของชนิดพันธุ์ แต่การระบุเพียงจำนวนของชนิดพันธุ์นั้น ไม่ได้ให้ความสำคัญกับจำนวนที่พบของชนิดพันธุ์เหล่านั้น จึงได้มีการพัฒนาค่าดัชนีเพื่อการบ่งชี้ถึงระดับความหลากหลายของชนิดพันธุ์ขึ้น ซึ่งมีอยู่เป็นจำนวนมาก แต่ที่พบว่ามีการใช้ทั่วไปนั้นมีอยู่ 3 ดัชนีคือ Simpson's Index, Shannon-wiener Index และ Fisher's Index โดยทั้ง 3 ดัชนีมีพื้นฐานของการพัฒนาที่แตกต่างกันดังนี้

Simpson's Index เป็นดัชนีความหลากหลายของชนิดพันธุ์ที่พัฒนาจากพื้นฐานของความเป็นไปได้ในการหยิบสิ่งมีชีวิตสองหน่วยแล้วเป็นชนิดพันธุ์เดียวกัน ซึ่งมีสูตรในการคำนวณดังนี้

โดยที่	λ	= Simpson's Index
	p_i	= สัดส่วนระหว่างจำนวนหน่วยของชนิดพันธุ์ที่ i กับจำนวนหน่วยของสิ่งมีชีวิตทั้งหมด
	S	= จำนวนชนิดพันธุ์ทั้งหมด

ทั้งนี้ สังคมพืชหรือหมู่ไม้ที่มีค่าดัชนีความหลากหลายของชนิดพันธุ์แบบ Simpson สูงกว่า แสดงว่ามีความหลากหลายของชนิดพันธุ์น้อยกว่า เนื่องจากมีโอกาสที่จะถูกหยิบได้ชนิดเดียวกันมากกว่า

Shannon-wiener Index เป็นค่าดัชนีความหลากหลายของชนิดพันธุ์ที่ให้ความสำคัญกับจำนวนหน่วยที่พบของแต่ละชนิดพันธุ์ด้วย โดยมีสูตรในการคำนวณดังนี้

$$H' = -\sum_{i=1}^S p_i \log_x p_i$$

โดยที่	H'	= Shannon-Wiener Index
	p_i	= สัดส่วนระหว่างจำนวนหน่วยของชนิดพันธุ์ที่ i กับจำนวนหน่วยของสิ่งมีชีวิตทั้งหมด
	S	= จำนวนชนิดพันธุ์ทั้งหมด

ในสังคมสิ่งมีชีวิตหนึ่งๆ นั้น ค่าดัชนีความหลากหลายของชนิดพันธุ์แบบ Shannon-wiener จะมีค่าสูงสุดเมื่อทุกๆ ชนิดพันธุ์มีจำนวนหน่วยเท่าๆ กัน

Fisher's Index เป็นค่าดัชนีความหลากหลายของชนิดพันธุ์จากการหาพื้นที่ใต้กราฟของความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนหน่วยที่พบกับจำนวนชนิดพันธุ์ที่พบจำนวนหน่วยนั้นๆ โดยมีสูตรในการคำนวณดังนี้

$$\alpha = S/\ln(1+N/\alpha)$$

โดยที่ α = Fisher's Index
 S = จำนวนชนิดพันธุ์ทั้งหมด
 N = จำนวนหน่วยของสิ่งมีชีวิตนั้นๆ ทั้งหมด

ค่าดัชนีความหลากหลายของชนิดพันธุ์แบบ Fisher นั้น มีการใช้ทั่วไปในระดับสากล แต่มีความซับซ้อนเล็กน้อยในการคำนวณ ในขณะที่ค่าดัชนีความหลากหลายของชนิดพันธุ์แบบ Shannon-wiener นั้น มีการใช้เช่นเดียวกัน และการคำนวณไม่สลับซับซ้อนนัก แต่จากสูตรดั้งเดิมที่ใช้ นั้น กำหนดให้ใช้ค่าที่เป็นฐานของ $\log_2$ แต่มีการเปลี่ยนแปลงไปมา จนในปัจจุบันมีการใช้ทั้งที่เป็นฐาน 2 ฐาน 10 และ ฐาน e ($\ln$) ทั้งนี้ ข้อมูลชุดเดียวกันหากนำมาคำนวณด้วยฐานที่ต่างกัน จะให้ค่าที่แตกต่างกัน ดังนั้น ในการเปรียบเทียบผลการศึกษากับรายงานต่างๆ นั้น จำเป็นต้องพิจารณาให้ตีว่าเอกสารดังกล่าว นั้น ใช้ฐานใดในการคำนวณ และจัดแปลงผลที่ได้ให้อยู่ในรูปของฐานเดียวกันก่อนนำมาเปรียบเทียบกัน นอกจากนี้ ยังพบว่า มีรายงานบางฉบับที่ระบุสูตรคำนวณเป็นฐานแบบหนึ่ง แต่คำนวณจริงใช้อีกฐานหนึ่ง ซึ่งอาจจะเป็นเพราะไม่เข้าใจเกี่ยวกับเลขฐานของ $\log$ (ทั้งนี้ อาจจะตรวจสอบได้จากตารางแสดงองค์ประกอบของชนิดพันธุ์จากค่าความหนาแน่นสัมพันธ์)

สำหรับสูตรสำหรับการแปลงค่าความหลากหลายของชนิดพันธุ์แบบ Shannon-wiener Index ฐานต่างๆ กันมีดังนี้

$$\log_b a = \frac{\log_{10} a}{\log_{10} b} = \frac{\ln(a)}{\ln(b)} = \frac{\log_2 a}{\log_2 b}$$

ตัวอย่างเช่นจากการคำนวณด้วยค่า $\log$ ฐาน 10 มีค่าเท่ากับ 3.8425 แปลงเป็นฐาน 2 ได้ดังนี้

$$\log_2 a = \frac{\log_{10} a}{\log_{10} 2} \quad \text{โดย } \log_2 \text{ (ฐาน 10) มีค่าเท่ากับ } 0.3010$$

ดังนั้น

$$\log_2 a = \frac{3.8425}{0.3010} = 12.77$$

ให้ทดลองเปลี่ยนค่าที่คำนวณจาก $\log$ ฐาน e (หรือ $\ln$) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 2.4321 เป็นค่า $\log$ ฐาน 2

ตัวอย่างการคำนวณค่าดัชนีความหลากหลายของชนิดพันธุ์

จากข้อมูลตัวอย่างข้างต้น สามารถคำนวณค่าดัชนีความหลากหลายของชนิดพันธุ์แบบ Simpson และแบบ Shannon-wiener ได้ดังนี้

ชนิดพันธุ์	จำนวนต้น	pi	Simpson	Shannon-wiener
ก่อกหมาก	4	0.2667	0.0711	-0.5085
เก็ดแดง	2	0.1333	0.0178	-0.3875
เตี๊ยะ	5	0.3333	0.1111	-0.5283
พลวง	3	0.2000	0.0400	-0.4644
รักหลวง	1	0.0667	0.0044	-0.2605
รวม	15	1.0000	0.2444	-2.1492

ดังนั้น จากข้อมูลตัวอย่าง มีความหลากหลายของชนิดพันธุ์แบบ Simpson เท่ากับ 0.2444 และมีความหลากหลายของชนิดพันธุ์แบบ Shannon-wiener เท่ากับ 2.1492

สำหรับค่าดัชนีความหลากหลายของชนิดพันธุ์แบบ Fisher นั้น ในการคำนวณจะต้องใช้การสมมุติค่า Fisher's Index ขึ้น (จากค่าที่น้อยๆ) แล้วตรวจสอบดูผลต่างที่ได้ตามรูปแบบของสมการ ค่า Fisher's Index ที่ได้จะเป็นจริงเมื่อมีค่าผลต่างเป็น 0 (ศูนย์)

จากสมการ $\alpha = S/\ln(1+N/\alpha)$ เริ่มจากการสมมุติค่า α เป็น 1 แล้วคำนวณเทอมทางขวามือ โดยมีจำนวนชนิดพันธุ์เท่ากับ 5 ชนิดพันธุ์ มีจำนวนต้นรวม 15 ต้น เทอมทางขวามือคำนวณได้เป็น $5/\ln(1+15/1) = 1.8000$ ซึ่งยังคงแตกต่างจากค่าสมมุติ (1.0000) ดังนั้น เพิ่มค่าของ Fisher's Index สมมุติขึ้นเป็น 2 3 ... จนพบว่าการเปลี่ยนแปลงของค่าดังกล่าว ดังนี้

ค่า α สมมุติ	ผลคำนวณทางขวามือ	ผลต่าง
1.0000	1.8034	-0.8034
2.0000	1.7648	0.2352
3.0000	1.7299	1.2701
4.0000	1.6981	2.3019

ตัวเลขในวงกลมนั้น จะเห็นว่ามีการเปลี่ยนแปลงของค่าผลต่างจากลบเป็นบวก แสดงว่าค่า Fisher's Index จะต้องมียุ่ระหว่าง 1.0000 และ 2.0000 ดังนั้น จึงค่อยๆ เพิ่มค่าในช่วงจาก 1.0000 เป็น 2.0000

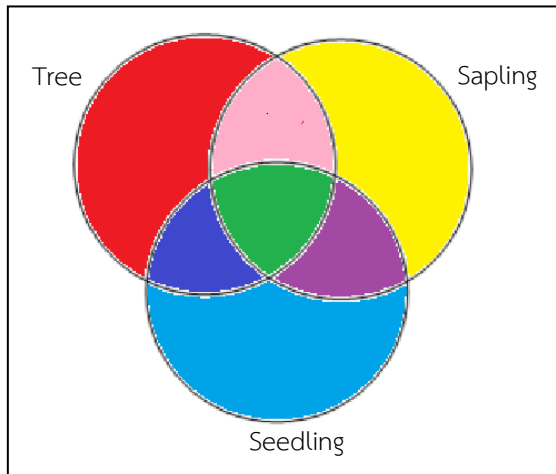
ค่า α สมมุติ	ผลคำนวณ ทางขวามือ	ผลต่าง
1.0000	1.8034	-0.8034
1.7500	1.7741	-0.0241
1.7650	1.7735	-0.0085
1.7700	1.7733	-0.0033

ค่า α สมมุติ	ผลคำนวณ ทางขวามือ	ผลต่าง
1.7725	1.7732	-0.0007
1.7730	1.7732	-0.0002
1.7731	1.7732	-0.0001
1.7732	1.7732	0.0000

ค่า Fisher's Index เท่ากับ 1.7732

- การแสดงสถานะภาพการสืบทอดพันธุ์ตามธรรมชาติ

การสืบทอดพันธุ์ตามธรรมชาตินั้น เป็นค่าที่แสดงเป็นนัยถึงการคงอยู่ของชนิดพันธุ์ต่างๆ ในสังคมพืชนั้นๆ โดยพิจารณาจากกลุ่มของพืชพรรณขนาดต่างๆ (ตามที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้นว่ามักจะแบ่งเป็น 3 กลุ่มขนาดคือ กลุ่มไม้ยืนต้นขนาดใหญ่ ไม้รุ่ม และกล้าไม้) โดยอาจจะพิจารณาจากการกระจายของความถี่ตามชั้นขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง นอกจากนี้ ยังอาจจะประยุกต์ใช้แผนภาพ Euler (Euler diagram) ซึ่งประกอบด้วยวงกลม 3 วงที่มีบางส่วนซ้อนกัน (ภาพที่ 5) โดยในแต่ละวงนั้นจะแทนจำนวนของชนิดพันธุ์ที่พบในกลุ่มไม้ขนาดต่างๆ กัน จากภาพที่ 5 ในส่วนของสีเดงนั้น เป็น (จำนวนของ) ชนิดพันธุ์ที่พบเฉพาะในกลุ่มไม้ยืนต้นขนาดใหญ่ ในส่วนสีเหลืองนั้น พบเฉพาะในกลุ่มของ Sapling และในส่วนของสีฟ้าเป็นชนิดพันธุ์ที่พบเฉพาะในกลุ่ม Seedling เท่านั้น สำหรับในส่วนของสีเขียว เป็นชนิดพันธุ์ที่พบทั้ง 3 กลุ่มขนาด และว่าชนิดพันธุ์เหล่านี้มีสภาพการสืบทอดพันธุ์ตามธรรมชาติที่ดีเมื่อเทียบกับชนิดพันธุ์ที่พบเฉพาะในกลุ่มใดกลุ่มหนึ่งเท่านั้น ทั้งนี้ ชนิดพันธุ์ที่พบว่าจะอยู่ในกลุ่มที่วิกฤตนั้น จำเป็นต้องมีมาตรการในการส่งเสริมให้สามารถสืบทอดพันธุ์ตามธรรมชาติ ซึ่งมีวิธีการที่แตกต่างกันเป็นต้น



ภาพที่ 5 การประยุกต์ใช้แผนภูมิ Euler ในการแสดงจำนวน ชนิดพันธุ์ที่พบในแต่ละกลุ่มขนาดของต้นไม้

- การวิเคราะห์ความคล้ายคลึงกันระหว่างสังคมพืช

การวิเคราะห์ความคล้ายคลึงกันระหว่างสังคมพืชนั้น เป็นการวิเคราะห์ความเหมือน/ความแตกต่างบนมิติขององค์ประกอบของชนิดพันธุ์โดยใช้ค่าความสำคัญ (ดังที่ได้กล่าวถึงก่อนหน้านี้) ซึ่งอาจจะเป็นการวิเคราะห์ความคล้ายคลึงกันของกลุ่มขนาดต่างกันแปลงตัวอย่างเดียวกัน หรืออาจจะเป็นการวิเคราะห์ความคล้ายคลึงกันระหว่างหน่วยตัวอย่างในจุดสำรวจที่ต่างกัน หรืออาจจะเป็นหน่วยตัวอย่างเดียวกันในเวลาที่แตกต่างกัน

ดังที่ได้กล่าวมาแล้วว่าในการวิเคราะห์ความคล้ายคลึงกันนั้น เป็นการเปรียบเทียบแบบจับคู่ระหว่างข้อมูลองค์ประกอบของชนิดพันธุ์ โดยอาจจะใช้วิธีการที่พัฒนาขึ้นมาเฉพาะสำหรับการศึกษาทางด้านนิเวศวิทยา เช่น ค่าร้อยละของความเหมือน/ความแตกต่าง (Percentage of Similarity/Dissimilarity) หรืออาจจะใช้ค่าทางพีชคณิตคือระยะจัดระหว่างหน่วยตัวอย่างสองหน่วยบนระนาบขององค์ประกอบของชนิดพันธุ์ โดยมีสูตรในการคำนวณดังนี้

(1) ร้อยละของความเหมือน/ความคล้ายคลึงระหว่างหน่วยตัวอย่าง

$$\text{Percentage of Similarity}_{A-B} (\text{PS: } \%) = \frac{2W}{A+B} \times 100$$

โดยที่

W = ผลรวมของค่าน้อยเมื่อเปรียบเทียบกันระหว่างหน่วยตัวอย่าง A และ B ของทุกๆ ตัวแปร (ชนิดพันธุ์)

A = ผลรวมของค่าต่างๆ ของหน่วยตัวอย่าง A

B = ผลรวมของค่าต่างๆ ของหน่วยตัวอย่าง B

$$\text{Percentage of Dissimilarity (PD:\%)} = 100\text{-PS}$$

(2) ระยะขจัดระหว่างหน่วยตัวอย่าง (Euclidean distance) บนระบบพิกัดขององค์ประกอบของชนิดพันธุ์

$$ED_{ij} = \sqrt{\sum_{k=1}^S (x_{ik} - x_{jk})^2}$$

โดยที่

ED_{ij} เป็นระยะขจัดระหว่างหน่วยตัวอย่าง i และ j บนระบบพิกัดขององค์ประกอบของชนิดพันธุ์

i เป็นหน่วยตัวอย่างที่ i

j เป็นหน่วยตัวอย่างที่ j

k เป็นลำดับที่ของตัวแปร ซึ่งมีค่าเป็น $1, 2, \dots, S$ (มี S ชนิดพันธุ์)

x_{ik} เป็นค่าของปริมาณ (ของค่า IV) ของตัวแปรที่ k ของหน่วยตัวอย่างที่ i

หมายเหตุ การวิเคราะห์ความคล้ายคลึงระหว่างหน่วยตัวอย่างนี้ สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการศึกษาการพัฒนา หรือ ผลกระทบที่เกิดขึ้นจากปัจจัยต่างๆ ที่มีต่อองค์ประกอบของชนิดพันธุ์ เช่นการเกิดไฟป่า เป็นต้น และ นอกจากนั้น ความคล้ายคลึง/แตกต่างระหว่างหน่วยตัวอย่างนั้น เป็นข้อมูลพื้นฐานที่สำคัญสำหรับการวิเคราะห์เพื่อการจัดจำแนกหรือการจัดทำลำดับของสังคมพืช

ตัวอย่างการวิเคราะห์ค่าความคล้ายคลึงระหว่างหน่วยตัวอย่าง

จากการศึกษาลักษณะของสังคมพืชแห่งหนึ่งใช้แปลงตัวอย่างจำนวน 5 แปลง พบว่ามีชนิดพันธุ์ที่พบทั้งหมด 20 ชนิดพันธุ์ โดยแต่ละชนิดพันธุ์ในแต่ละแปลงตัวอย่างมีความสำคัญดังแสดงในตาราง
ให้คำนวณหาร้อยละความคล้ายคลึง/แตกต่างระหว่างหน่วยตัวอย่าง และระยะห่าง (Euclidean distance) ระหว่างหน่วยตัวอย่างบนระบบพิกัดองค์ประกอบของชนิดพันธุ์

ชนิดพันธุ์	หน่วยตัวอย่างที่				
	1	2	3	4	5
ก่อแดง	5.20	14.10	15.70	7.70	17.80
ก่อตาหมูน้อย			4.70	15.90	6.00
ก่อตาหมูหลวง	4.80				14.10
ก่อแมงนูน	19.80				13.70
ก่อหมาก	145.20	120.90	114.30	86.50	59.10
เก็ดดำ		9.50			4.10
เก็ดแดง			8.00		11.30
แข้งกวาง	4.80	7.80	9.80		13.70
เคาะ	17.70		19.60	32.90	21.60
ดินนก		7.30	3.10		3.90
เตี้ง	71.90	10.30	59.60	63.30	67.70
พลวง	4.80	14.40		46.20	14.50
มะตึ่ง					4.00
รักหลวง		12.60			34.50
รัง					
สั้มแปะ	5.20	11.90	7.30	11.80	3.90
สารภีควาย		19.50	24.10		
หว่าไบเล็ก	20.60	3.30	23.30		5.20
เหมือดตบ		10.90	10.50	4.00	4.90
เหียง		57.50		31.70	
รวม	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00

การคำนวณหาค่าร้อยละความคล้ายคลึง/แตกต่าง

ตัวอย่างเช่นค่าความคล้ายคลึงระหว่างหน่วยตัวอย่างที่ 1&2 โดยในลำดับแรกให้เปรียบเทียบค่า IV ของหน่วยตัวอย่างที่ 1&2 ของแต่ละชนิดพันธุ์ โดยให้เลือกค่าที่มีค่าน้อย แล้วนำมารวมกัน ได้เป็นค่า W และนำไปแทนค่าในสูตร

หมายเหตุ: ในกรณีนี้ใช้ค่า IV ดั้งเดิม ซึ่งผลรวมของค่า IV ดั้งเดิมของแต่ละหน่วยตัวอย่างจะมีค่าเท่ากับ 300.00 ซึ่งก็คือค่า A และ B ในสูตร ในบางครั้ง อาจเปรียบเทียบระหว่างหน่วยตัวอย่างที่มีค่าผลรวม IV ต่างกัน (เช่นค่า IV ของไม้กลุ่ม Tree และ Sapling มีค่าเป็น 300 แต่ในกลุ่มของกล้าไม้ ซึ่งจะไม่มีการคำนวณค่าความเด่น ดังนั้นผลรวมของค่า IV จะเป็น 200) ดังนั้น จึงควรแปลงค่า IV ให้เป็นร้อยละ เพื่อให้อยู่บนฐานเดียวกัน คือมีผลรวมเท่ากับ 100

ชนิดพันธุ์	หน่วยตัวอย่างที่		ค่าที่น้อย	จากสูตร Percentage of Similarity ₁₋₂ (PS ₁₋₂ : %) $= \frac{2W}{A+B} \times 100$ ผลรวมของค่าน้อย (W) = 154.50 A = ผลรวมของค่า IV ในหน่วยตัวอย่างที่ 1 => 300.00 B = ผลรวมของค่า IV ในหน่วยตัวอย่างที่ 2 => 300.00 แทนค่าในสูตร $PS_{1-2} (\%) = \frac{2 \times (154.50)}{300 + 300} \times 100$ = 51.50% $PD_{1-2} (\%) = 100 - 51.50$ = 48.50
	1	2		
ก่อแดง	5.20	14.10	5.20	
ก่อตาหมู่น้อย			0.00	
ก่อตาหมูหลวง	4.80		0.00	
ก่อแมงนูน	19.80		0.00	
ก่อหมาก	145.20	120.90	120.90	
เก็ดดำ		9.50	0.00	
เก็ดแดง			0.00	
แข่งกวาง	4.80	7.80	4.80	
เคาะ	17.70		0.00	
ตีนนก		7.30	0.00	
เต็ง	71.90	10.30	10.30	
พลวง	4.80	14.40	4.80	
มะติง			0.00	
รักหลวง		12.60	0.00	
รัง			0.00	
สั้มแปะ	5.20	11.90	5.20	
สารภีควาย		19.50	0.00	
หว่าไบเล็ก	20.60	3.30	3.30	
เหมือดตบ		10.90	0.00	
เหียง		57.50	0.00	
รวม	300.00	300.00	154.50	

การคำนวณระยะห่างระหว่างหน่วยตัวอย่างบนระบบพิกัดขององค์ประกอบของชนิดพันธุ์

ตัวอย่างเช่น ระยะห่างระหว่างหน่วยตัวอย่างที่ 1 และ 2 บนระบบพิกัดขององค์ประกอบของชนิดพันธุ์ ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

- เริ่มจากคำนวณหาผลต่างของค่า IV ของแต่ละชนิดพันธุ์ แล้วยกกำลังสอง
- หาค่าผลรวมของค่ายกกำลังสองข้างต้น
- ถอดรากที่สองของผลรวม => ระยะขจัด (Euclidean distance) ระหว่างหน่วยตัวอย่างที่ 1&2

ชนิดพันธุ์	หน่วยตัวอย่างที่		ผลต่าง	(ผลต่าง) ²	$ED_{ij} = \sqrt{\sum_{k=1}^S (x_{ik} - x_{jk})^2}$ $\sum_{k=1}^S (x_{ik} - x_{jk})^2 = 9,745.58$ $ED_{ij} = \sqrt{9,745.58}$ $ED_{ij} = 98.72$
	1	2			
ก่อแดง	5.20	14.10	-8.90	79.21	
ก่อตาหมู่น้อย	0.00	0.00	0.00	0.00	
ก่อตาหมู่มาก	4.80	0.00	4.80	23.04	
ก่อแมงมุม	19.80	0.00	19.80	392.04	
ก่อหมาก	145.20	120.90	24.30	590.49	
เก็ดดำ	0.00	9.50	-9.50	90.25	
เก็ดแดง	0.00	0.00	0.00	0.00	
แข้งขาว	4.80	7.80	-3.00	9.00	
เคาะ	17.70	0.00	17.70	313.29	
ตีนนก	0.00	7.30	-7.30	53.29	
เต็ง	71.90	10.30	61.60	3,794.56	
พลวง	4.80	14.40	-9.60	92.16	
มะตัง	0.00	0.00	0.00	0.00	
รักหลวง	0.00	12.60	-12.60	158.76	
รัง	0.00	0.00	0.00	0.00	
ส้มแปะ	5.20	11.90	-6.70	44.89	
สารภีควาย	0.00	19.50	-19.50	380.25	
หว่าไบเล็ก	20.60	3.30	17.30	299.29	
เหมือดตบ	0.00	10.90	-10.90	118.81	
เหียง	0.00	57.50	-57.50	3,306.25	
รวม	300.00	300.00		9,745.58	

หมายเหตุ

- ในกรณีของค่าร้อยละความเหมือน/ความแตกต่างระหว่างหน่วยตัวอย่างนั้น สามารถบันทึกในรูปของแมทริกซ์ โดยกำหนดให้ด้านบนของแมทริกซ์เป็นค่าร้อยละของความแตกต่างและด้านล่างของแมทริกซ์เป็นค่าร้อยละของความเหมือน ทั้งนี้ ค่าในแมทริกซ์ $x_{ij} + x_{ji} = 100$
- สำหรับค่าระยะทาง (Euclidean distance) ระหว่างหน่วยตัวอย่างนั้น สามารถจัดลงในแมทริกซ์ได้เช่นเดียวกัน แต่จะเป็นลักษณะสมมาตร นั่นคือ $x_{ij} = x_{ji}$

แบบฝึกหัดเพิ่มเติม: ให้คำนวณหาค่าร้อยละของความเหมือน/ความแตกต่าง และค่าระยะทางระหว่างหน่วยตัวอย่างของกลุ่มหน่วยตัวอย่างอื่นๆ พร้อมใส่ผลที่ได้ลงในแมทริกซ์ดังนี้

			ค่าร้อยละความแตกต่าง				
			หน่วยตัวอย่างที่				
			1	2	3	4	5
ค่าร้อยละความเหมือน	หน่วยตัวอย่างที่	1					
		2					
		3					
		4					
		5					

ระยะขจัด (Euclidean distance) ระหว่างหน่วยตัวอย่าง

		หน่วยตัวอย่างที่				
		1	2	3	4	5
หน่วยตัวอย่างที่	1					
	2					
	3					
	4					
	5					

การพัฒนาการวิจัยในด้านอื่นๆ

นอกจากหัวข้อการศึกษาต่างๆ ที่ได้กล่าวถึงข้างต้นนั้น ยังมีประเด็นของการศึกษาทางนิเวศวิทยาป่าไม้อีกมากมาย ซึ่งในบางประเด็นนั้น สามารถนำข้อมูลที่ได้ไปใช้ประโยชน์ บางประเด็นอาจจะต้องมีการเก็บข้อมูลเพิ่ม ทั้งนี้ แนวทางการศึกษาวิจัยนั้น สามารถพัฒนาได้ตามระเบียบวิธีทางวิทยาศาสตร์ที่ได้กล่าวถึงก่อนหน้านี้ ทั้งนี้ ผู้ศึกษาวิจัยจะต้องสังเกตและค้นคว้าสาระ/ความรู้เพิ่มเติมเพื่อพัฒนางานวิจัยเหล่านั้นขึ้น

ตัวอย่างของการศึกษาโดยการประยุกต์ใช้ข้อมูลที่จัดเก็บไว้แล้วเช่นการประเมินปริมาณมวลชีวภาพของพื้นที่ตัวอย่าง ซึ่งเป็นเพียงการนำขนาดของต้นไม้ที่ได้บันทึกไว้ไปประมาณมวลชีวภาพหรือน้ำหนักอบแห้งโดยเลือกใช้สมการที่เหมาะสมที่มีผู้ได้จัดทำไว้ ทั้งนี้ หากมีการตรวจวัดซ้ำ ก็สามารถนำข้อมูลที่ได้นำมาประมาณมวลชีวภาพเมื่อเวลาผ่านไปตามกรอบของการวัดซ้ำ จากผลของมวลชีวภาพที่ประเมินได้นั้น สามารถนำไปประเมินปริมาณการสะสมคาร์บอนและอัตราการกักเก็บคาร์บอนในรูปของเนื้อเยื่อพืชได้ (โดยทั่วไปแล้วไปแล้วปริมาณคาร์บอนคิดเป็นร้อยละ 50.0 ของปริมาณน้ำหนักอบแห้ง) และหากต้องการศึกษาปริมาณผลผลิตขั้นปฐมภูมิสุทธิ ก็อาจจะต้องมีการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับปริมาณเศษซากพืชเพิ่มเติม เมื่อมีการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับปริมาณธาตุอาหารในดิน ก็จะนำไปสู่การสะสมของปริมาณธาตุอาหารในองค์ประกอบต่างๆ ของระบบนิเวศป่าไม้นั้นๆ หากต้องการศึกษาถึงการหมุนเวียนของธาตุอาหาร ก็อาจจะต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับอัตราการย่อยสลายของเศษซากพืช เป็นต้น ดังที่ได้กล่าวมาแล้วว่า ผู้ศึกษาจำเป็นต้องมีการค้นคว้าสาระองค์ความรู้เพิ่มเติมเพื่อนำไปใช้ในการกำหนดประเด็นการศึกษารายละเอียดและการวางแผนการเก็บข้อมูลให้มีความครอบคลุมสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย

แนะนำชุดโปรแกรม ECOPACK

ชุดโปรแกรม ECOPACK เป็นชุดโปรแกรมเพื่อช่วยการวิเคราะห์พื้นฐานทางด้านนิเวศวิทยาป่าไม้ จัดทำโดยกรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช ประกอบด้วยการวิเคราะห์องค์ประกอบของชนิดพันธุ์ทั้งในกลุ่มไม้ยืนต้นขนาดใหญ่ ไม้รุ่ม และกล้าไม้ รวมถึงมีการวิเคราะห์เกี่ยวกับดัชนีความหลากหลายของชนิดพันธุ์ทั้งแบบ Shannon-wiener และ Fisher และรวมถึงการวิเคราะห์ความคล้ายคลึง/ความแตกต่างระหว่างหน่วยตัวอย่าง และการประเมินสถานะภาพของการสืบต่อพันธุ์ตามธรรมชาติโดยพิจารณาจากชนิดพันธุ์ที่พบในกลุ่มพืชพรรณขนาดต่างๆ กัน

ผู้ที่สนใจสามารถติดต่อขอรับสำเนาชุดโปรแกรมดังกล่าวได้จากคุณประเสริฐ ดิยานนท์ ส่วนวิจัยการอนุรักษ์ป่าไม้ สำนักวิจัยการอนุรักษ์ป่าไม้และพันธุ์พืช กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช พร้อมไฟล์คู่มือการใช้โปรแกรม

องค์ประกอบของชนิดพันธุ์จากข้อมูลตัวอย่างหน้า 21

ชนิดพันธุ์	ต่อแปลง (500 ตร.ม.)			Density (ต้น/เฮกเตอร์)	Dominance (cm ² /m ²)	Frequency (%)	Relative (%)			IV	
	จำนวนต้น	Basal area	จำนวนแปลง				Density	Frequency	Dominance	Actual	%
ก่อหมาก	4	602.09	3	80	1.2042	60	26.67	15.26	27.27	69.20	23.07
เก็ดแดง	2	114.55	1	40	0.2291	20	13.33	2.90	9.09	25.33	8.44
เต็ง	5	1,243.69	3	100	2.4874	60	33.33	31.52	27.27	92.13	30.71
พลวง	3	1,625.79	3	60	3.2516	60	20.00	41.20	27.27	88.48	29.49
รักหลวง	1	359.68	1	20	0.7194	20	6.67	9.12	9.09	24.87	8.29
รวม	15	3,945.80	11	300	7.8916	220	100.00	100.00	100.00	300.00	100.00

ค่าร้อยละความคล้ายคลึง/แตกต่างระหว่างหน่วยตัวอย่างจากข้อมูลหน้า 32

ชนิดพันธุ์	หน่วยตัวอย่างที่					ค่าน้อยระหว่างคู่หน่วยตัวอย่าง									
	1	2	3	4	5	1~2	1~3	1~4	1~5	2~3	2~4	2~5	3~4	3~5	4~5
ก่อด่าง	5.20	14.10	15.70	7.70	17.80	5.20	5.20	5.20	5.20	14.10	7.70	14.10	7.70	15.70	7.70
ก่อดาหมูน้อย	0.00	0.00	4.70	15.90	6.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.70	4.70	6.00
ก่อดาหมูหลวง	4.80	0.00	0.00	0.00	14.10	0.00	0.00	0.00	4.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ก่อดาหมู	19.80	0.00	0.00	0.00	13.70	0.00	0.00	0.00	13.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ก่อดาหมู	145.20	120.90	114.30	86.50	59.10	120.90	114.30	86.50	59.10	114.30	86.50	59.10	86.50	59.10	59.10
ก่อดาหมู	0.00	9.50	0.00	0.00	4.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.10	0.00	0.00	0.00
ก่อดาหมู	0.00	0.00	8.00	0.00	11.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8.00	0.00
ก่อดาหมู	4.80	7.80	9.80	0.00	13.70	4.80	4.80	0.00	4.80	7.80	0.00	7.80	0.00	9.80	0.00
ก่อดาหมู	17.70	0.00	19.60	32.90	21.60	0.00	17.70	17.70	17.70	0.00	0.00	0.00	19.60	19.60	21.60
ก่อดาหมู	0.00	7.30	3.10	0.00	3.90	0.00	0.00	0.00	0.00	3.10	0.00	3.90	0.00	3.10	0.00
ก่อดาหมู	71.90	10.30	59.60	63.30	67.70	10.30	59.60	63.30	67.70	10.30	10.30	10.30	59.60	59.60	63.30
ก่อดาหมู	4.80	14.40	0.00	46.20	14.50	4.80	0.00	4.80	4.80	0.00	14.40	14.40	0.00	0.00	14.50
ก่อดาหมู	0.00	0.00	0.00	0.00	4.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ก่อดาหมู	0.00	12.60	0.00	0.00	34.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	12.60	0.00	0.00	0.00
ก่อดาหมู	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

ชนิดพันธุ์	หน่วยตัวอย่างที่					ค่าน้อยระหว่างคู่หน่วยตัวอย่าง									
	1	2	3	4	5	1~2	1~3	1~4	1~5	2~3	2~4	2~5	3~4	3~5	4~5
ส้มแปะ	5.20	11.90	7.30	11.80	3.90	5.20	5.20	5.20	3.90	7.30	11.80	3.90	7.30	3.90	3.90
สารภีควาย	0.00	19.50	24.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	19.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
หว่าไบเล็ก	20.60	3.30	23.30	0.00	5.20	3.30	20.60	0.00	5.20	3.30	0.00	3.30	0.00	5.20	0.00
เหมือดตบ	0.00	10.90	10.50	4.00	4.90	0.00	0.00	0.00	0.00	10.50	4.00	4.90	4.00	4.90	4.00
เหียง	0.00	57.50	0.00	31.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	31.70	0.00	0.00	0.00	0.00
รวม	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00	154.50	227.40	182.70	186.90	190.20	166.40	138.40	189.40	193.60	180.10
PS (%)						51.50	75.80	60.90	62.30	63.40	55.47	46.13	63.13	64.53	60.03
PD (%)						48.50	24.20	39.10	37.70	36.60	44.53	53.87	36.87	35.47	39.97

			ค่าร้อยละความแตกต่าง				
			หน่วยตัวอย่างที่				
			1	2	3	4	5
ค่าร้อยละความเหมือน	หน่วยตัวอย่างที่	1		48.50	24.20	39.10	37.70
		2	51.50		36.60	44.53	53.87
		3	75.80	63.40		36.87	35.47
		4	60.90	55.47	63.13		39.97
		5	62.30	46.13	64.53	60.03	

ตัวอย่างการคำนวณระยะห่าง (ระยะขจัด: Euclidean distance) ระหว่างคู่หน่วยตัวอย่างของข้อมูลจากหน้า 32

ชนิดพันธุ์	หน่วยตัวอย่างที่					กำลังสองของผลต่างระหว่างคู่หน่วยตัวอย่าง									
	1	2	3	4	5	1~2	1~3	1~4	1~5	2~3	2~4	2~5	3~4	3~5	4~5
ก่อแดง	5.20	14.10	15.70	7.70	17.80	79.21	110.25	6.25	158.76	2.56	40.96	13.69	64.00	4.41	102.01
ก่อตาหมู่น้อย	0.00	0.00	4.70	15.90	6.00	0.00	22.09	252.81	36.00	22.09	252.81	36.00	125.44	1.69	98.01
ก่อตาหมูหลวง	4.80	0.00	0.00	0.00	14.10	23.04	23.04	23.04	86.49	0.00	0.00	198.81	0.00	198.81	198.81
ก่อแมงนูน	19.80	0.00	0.00	0.00	13.70	392.04	392.04	392.04	37.21	0.00	0.00	187.69	0.00	187.69	187.69
ก่อหมาก	145.20	120.90	114.30	86.50	59.10	590.49	954.81	3,445.69	7,413.21	43.56	1,183.36	3,819.24	772.84	3,047.04	750.76
เก็ดดำ	0.00	9.50	0.00	0.00	4.10	90.25	0.00	0.00	16.81	90.25	90.25	29.16	0.00	16.81	16.81
เก็ดแดง	0.00	0.00	8.00	0.00	11.30	0.00	64.00	0.00	127.69	64.00	0.00	127.69	64.00	10.89	127.69
แข่งกวาง	4.80	7.80	9.80	0.00	13.70	9.00	25.00	23.04	79.21	4.00	60.84	34.81	96.04	15.21	187.69
เคาะ	17.70	0.00	19.60	32.90	21.60	313.29	3.61	231.04	15.21	384.16	1,082.41	466.56	176.89	4.00	127.69
ตีนนก	0.00	7.30	3.10	0.00	3.90	53.29	9.61	0.00	15.21	17.64	53.29	11.56	9.61	0.64	15.21
เต็ง	71.90	10.30	59.60	63.30	67.70	3,794.56	151.29	73.96	17.64	2,430.49	2,809.00	3,294.76	13.69	65.61	19.36
พลวง	4.80	14.40	0.00	46.20	14.50	92.16	23.04	1,713.96	94.09	207.36	1,011.24	0.01	2,134.44	210.25	1,004.89
มะตึ่ง	0.00	0.00	0.00	0.00	4.00	0.00	0.00	0.00	16.00	0.00	0.00	16.00	0.00	16.00	16.00
รักหลวง	0.00	12.60	0.00	0.00	34.50	158.76	0.00	0.00	1,190.25	158.76	158.76	479.61	0.00	1,190.25	1,190.25
รัง	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

ชนิดพันธุ์	หน่วยตัวอย่างที่					กำลังสองของผลต่างระหว่างคู่หน่วยตัวอย่าง									
	1	2	3	4	5	1~2	1~3	1~4	1~5	2~3	2~4	2~5	3~4	3~5	4~5
ส้มแปะ	5.20	11.90	7.30	11.80	3.90	44.89	4.41	43.56	1.69	21.16	0.01	64.00	20.25	11.56	62.41
สารภีควาย	0.00	19.50	24.10	0.00	0.00	380.25	580.81	0.00	0.00	21.16	380.25	380.25	580.81	580.81	0.00
หว่าไบเล็ก	20.60	3.30	23.30	0.00	5.20	299.29	7.29	424.36	237.16	400.00	10.89	3.61	542.89	327.61	27.04
เหมือดตบ	0.00	10.90	10.50	4.00	4.90	118.81	110.25	16.00	24.01	0.16	47.61	36.00	42.25	31.36	0.81
เหียง	0.00	57.50	0.00	31.70	0.00	3,306.25	0.00	1,004.89	0.00	3,306.25	665.64	3,306.25	1,004.89	0.00	1,004.89
รวม	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00	9,745.58	2,481.54	7,650.64	9,566.64	7,173.60	7,847.32	12,505.70	5,648.04	5,920.64	5,138.02
ED						98.72	49.82	87.47	97.81	84.70	88.59	111.83	75.15	76.95	71.68

ระยะขจัด (Euclidean distance) ระหว่างหน่วยตัวอย่าง

		หน่วยตัวอย่างที่				
		1	2	3	4	5
หน่วย ตัว อย่าง ที่	1		98.72	49.82	87.47	97.81
	2	98.72		84.70	88.59	111.83
	3	49.82	84.70		75.15	76.95
	4	87.47	88.59	75.15		71.68
	5	97.81	111.83	76.95	71.68	

