บทที่ 2

นิเวศวิทยาและเศรษฐศาสตร์ในการจัดการศัตรูพืช

สุรเชษฐ์ จามรมาน[1] วิบูลย์ จงรัตนเมธีกุล[1]
สืบศักดิ์ สนธิรัตน[2] และ ดวงพร สุวรรณกุล[3]

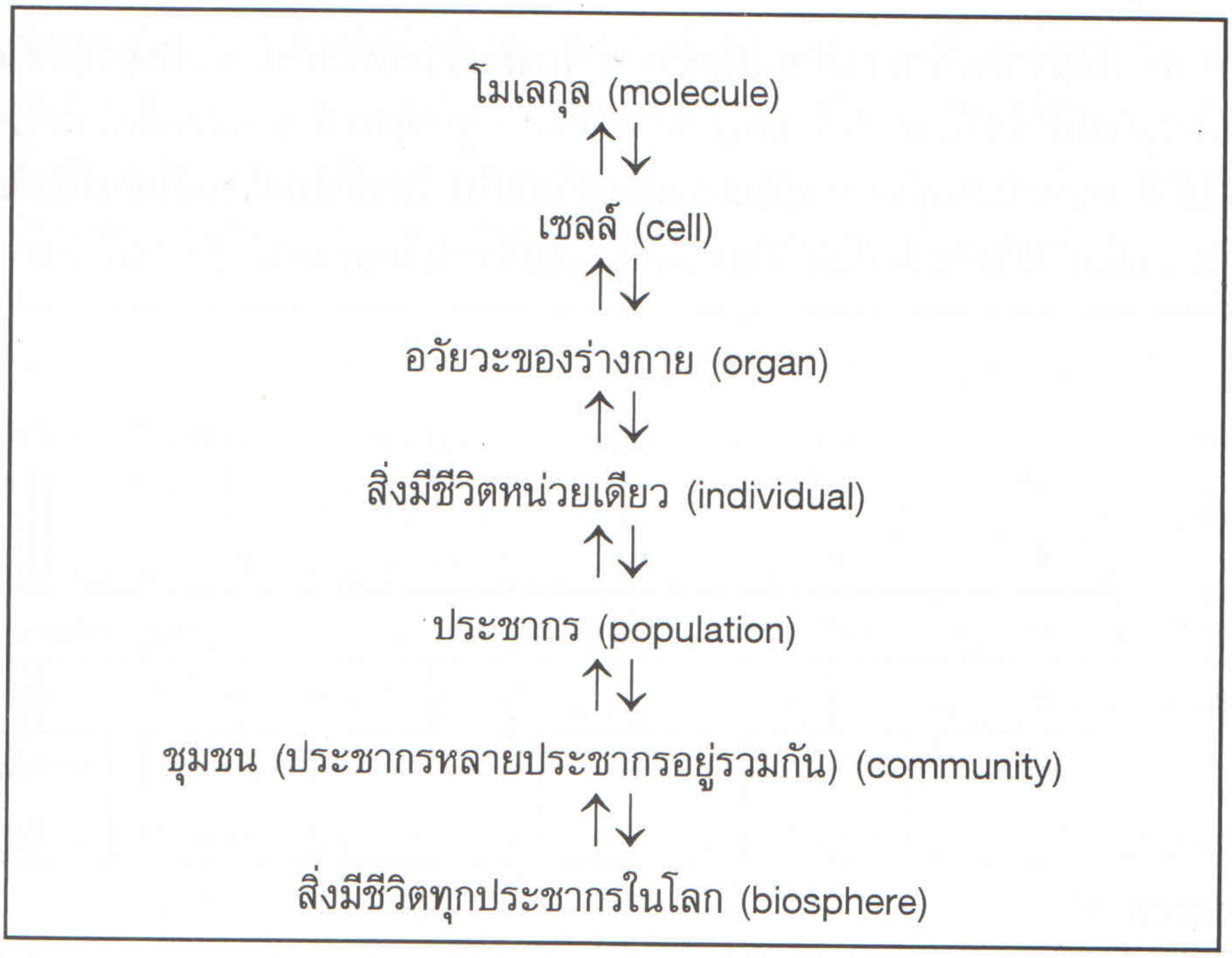
การศึกษาพื้นฐานทางนิเวศวิทยาและทางเศรษฐศาสตร์นั้น มีวัตถุประสงค์ที่จะใช้ข้อมูลต่าง ๆ มาช่วยในการจัดการศัตรูพืช เพราะข้อมูลทางนิเวศวิทยาทำให้เข้าใจกระบวนการเบื้องต้นต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นกับระบบทางการเกษตร และสามารถนำมาประยุกต์เพื่อใช้อธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในการทำการเกษตรได้ ส่วนพื้นฐานทางเศรษฐศาสตร์ เพื่อทำให้เข้าใจปัญหาทางเศรษฐกิจเกษตรได้ดีขึ้น และสามารถนำพื้นฐานการศึกษาทั้งด้านนิเวศวิทยาและทางเศรษฐศาสตร์มาเป็นแนวทางเพื่อวิเคราะห์หาวิธีการจัดการศัตรูพืชที่เหมาะสมต่อไป

แนวคิดทางด้านนิเวศวิทยา

สิ่งมีชีวิตเดี่ยว ๆ เมื่อมาอยู่อาศัยรวมกันเรียกว่าประชากร (population) สิ่งมีชีวิตหลาย ๆ ประชากรมาอยู่รวมกันเป็นกลุ่มเรียกว่าชุมชน (community) และสิ่งมีชีวิตดังกล่าวทั้งหมดอยู่ภายใต้สภาพแวดล้อมที่ไม่มีชีวิตร่วมกัน โดยทั่วไปสังคมของสิ่งมีชีวิตอาจมีขนาดเล็กหรือใหญ่แล้วแต่การจัดแบ่ง เช่นมองจากกลุ่มเล็ก ๆ ระดับโมเลกุลจนถึงระดับกว้างที่สุดของโลกมนุษย์คือระดับ biosphere (ภาพที่ 2.1) สำหรับชุมชนที่อยู่กันอย่างเป็นระบบสลับซับซ้อนของสิ่งไม่มีชีวิต (abiotic factors หรือ abiotic component) และสิ่งมีชีวิต (biotic factors หรือ biotic component) นี้เรียกว่าระบบนิเวศ (ecosystem) ซึ่งคำนี้ได้มีผู้พยายามให้คำจำกัดความไว้หลายอย่าง หนึ่งในบรรดานักนิเวศที่ได้ให้คำจำกัดความคือ E.P. Odum (1971) กล่าวโดยสรุปว่า ระบบนิเวศหมายถึงพื้นที่หน่วยหนึ่งซึ่งอาจเล็กหรือใหญ่ก็ได้ที่ประกอบด้วยสังคมสิ่งมีชีวิตอยู่ร่วมกับสิ่งที่ไม่มีชีวิต โดยแต่ละกลุ่มต่างมีหน้าที่บทบาทของตัวเองและควบคุมกันเองอยู่ตลอดเวลา ตัวอย่างของการศึกษาระบบนิเวศเช่นการศึกษาการอยู่อาศัยซึ่งกันและกันในชนบท การศึกษาการทำการเกษตรหรือการศึกษาระบบนิเวศในธรรมชาติ เช่นการศึกษาในพื้นที่ป่าไม้ ป่าชายเลน หรือป่าเสื่อมโทรม เป็นต้น ขนาดของพื้นที่ที่ต้องการศึกษาก็เลือกได้ตามความเหมาะสม (Price, 1971) แต่ในระบบนิเวศที่มีมนุษย์เป็นองค์ประกอบอยู่ด้วย

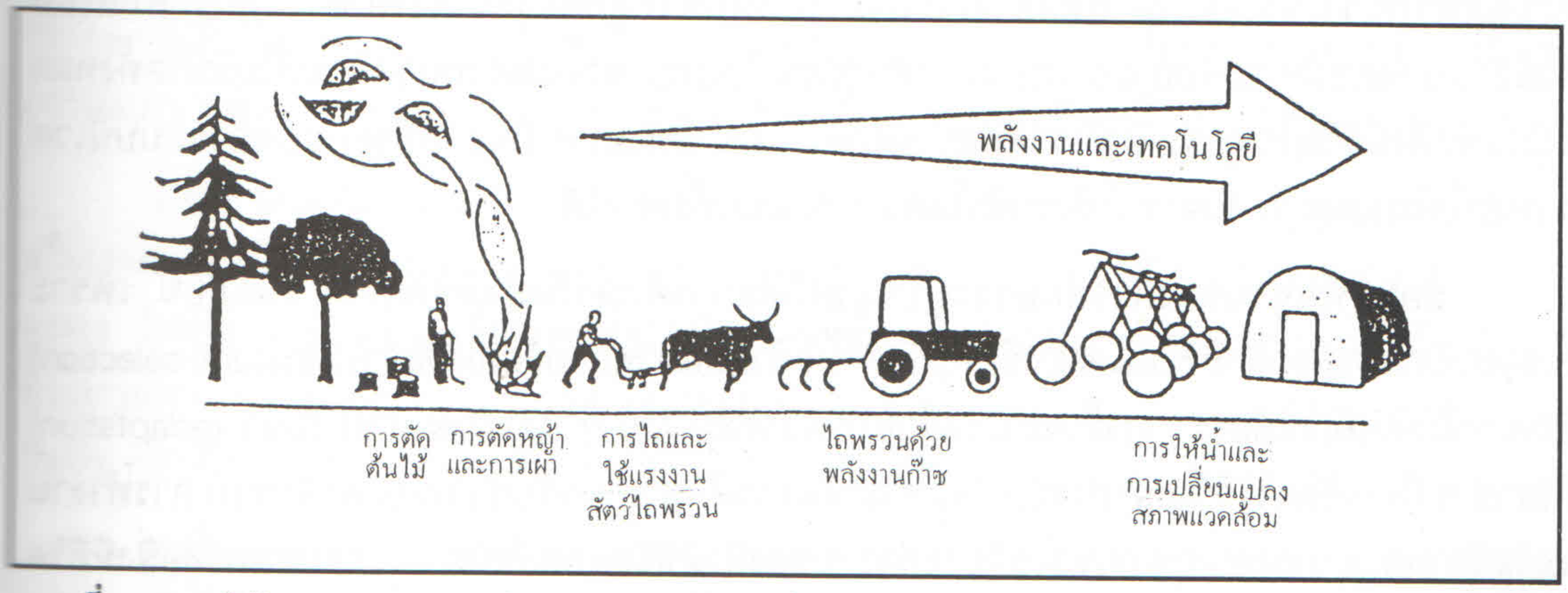
[1]ภาควิชากีฏวิทยา [2]ภาควิชาโรคพืช และ [3]ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

มนุษย์มักเป็นตัวการสำคัญในการทำให้การควบคุมระบบนิเวศเสียไป ที่เห็นได้ชัดในปัจจุบันคือมนุษย์ทำให้เกิดมลภาวะ (pollution) และมลพิษต่าง ๆ จนมีผลกระทบต่อระบบนิเวศทั่วไปเป็นอย่างมาก (สืบศักดิ์, 2540)



ภาพที่ 2.1 องค์ประกอบของสิ่งมีชีวิตเมื่อมองในระดับต่าง ๆ กัน *(สืบศักดิ์, 2540)*

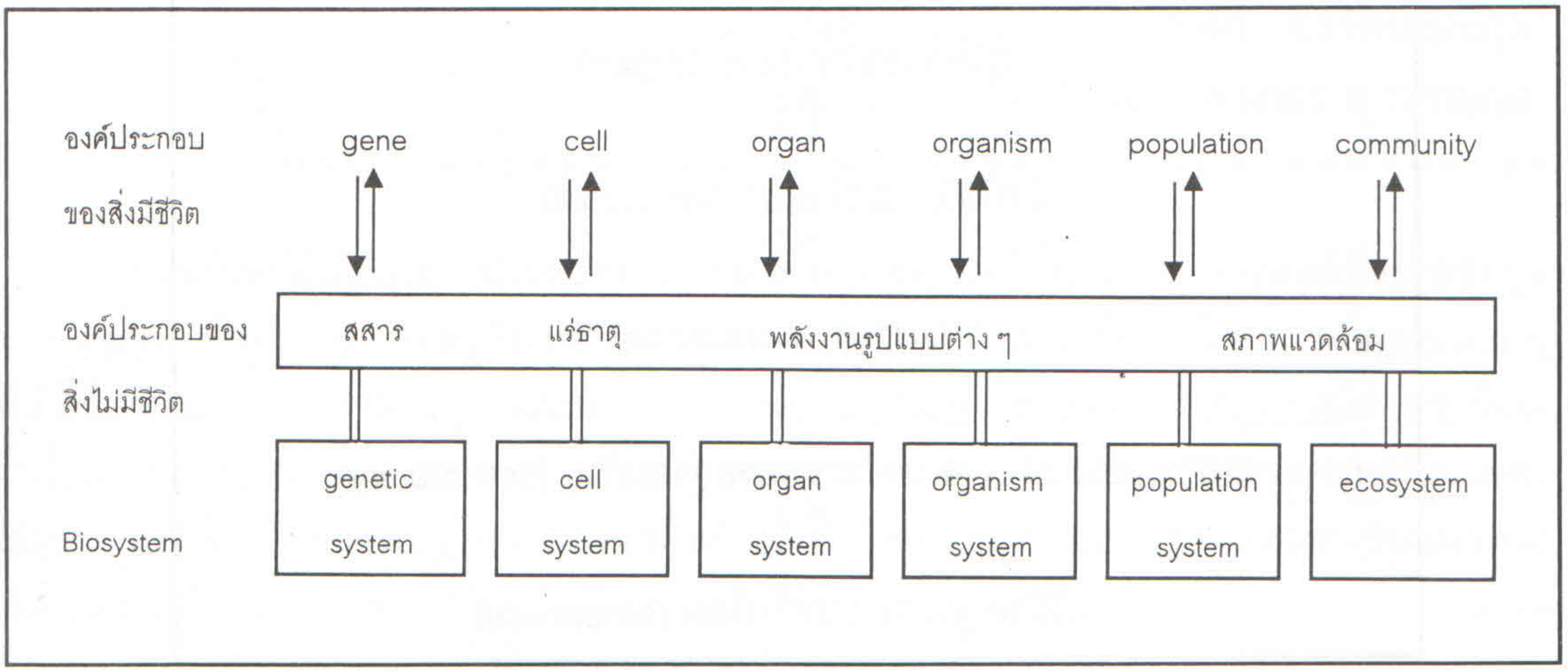
นอกจากนี้มนุษย์ยังมีบทบาทสำคัญต่อการวิวัฒนาการของการทำการเกษตร เนื่องจากมนุษย์ทั้งระดับบุคคลและระดับประชากร มีบทบาทในการจัดการพืชทั้งในระดับต้นและระดับประชากร รวมทั้งระยะเวลาการตอบสนองซึ่งกันและกัน มนุษย์ได้ใช้พลังงานและประโยชน์จากระบบนิเวศ (agricultural ecosystem หรือ agro-ecosystem) ตั้งแต่ระดับเล็กไปสู่ระดับที่ใหญ่ขึ้นกว้างขึ้น ดังในภาพที่ 2.2



ภาพที่ 2.2 วิวัฒนาการแสดงกิจกรรมของมนุษย์ต่อระบบนิเวศน์การเกษตร ความกว้างของลูกศรหมายถึงปริมาณของพลังงานและเทคโนโลยีที่ใช้ *(จาก Ghersa, et al., 1994)*

การที่จะเข้าใจระบบนิเวศเกษตรให้ลึกซึ้งนั้นต้องเข้าใจถึงความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันระหว่างระบบสังคมมนุษย์และระบบนิเวศเกษตร อย่างไรก็ตาม ระบบร่วมที่ดีต้องเป็นระบบที่มนุษย์เข้าไปเกี่ยวข้องน้อยที่สุด

อาจกล่าวได้ว่า องค์ประกอบของสิ่งต่าง ๆ ในระบบนิเวศซึ่งประกอบด้วยสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิตมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันโดยตรง กล่าวคือต้องอยู่ร่วมกัน ถ้าขาดสิ่งหนึ่งสิ่งใดไปก็จัดเป็นระบบนิเวศไม่ได้ ความสัมพันธ์แต่ละระดับอาจแตกต่างกันไป โดยทั่วไปความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันขององค์ประกอบสิ่งที่มีชีวิตกับสิ่งที่ไม่มีชีวิตอาจเขียนเป็นผังหรือไดอะแกรม ดังภาพที่ 2.3



ภาพที่ 2.3 ความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบของสิ่งที่มีชีวิตกับสิ่งที่ไม่มีชีวิตในระบบนิเวศทั่วไป *(สืบศักดิ์, 2540)*

การศึกษาแนวความคิดเกี่ยวกับระบบนิเวศมีประโยชน์มาก ทำให้เราเข้าใจถึงความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันระหว่างปัจจัยทั้งหมดที่พบในสภาพแวดล้อมที่เราต้องการศึกษา แทนที่เราจะเข้าใจเฉพาะส่วนใดส่วนหนึ่งของระบบนิเวศ หรือเข้าใจเฉพาะกิจกรรมของสิ่งมีชีวิตบางชนิดเท่านั้น ซึ่งอาจจะมีผลทำให้เราเข้าใจผิดได้ แต่อย่างไรก็ตาม การศึกษาที่ถูกต้องควรจะศึกษาในทุกระดับตั้งแต่สิ่งมีชีวิตแต่ละชนิด ระดับประชากรและระดับชุมชนกับบทบาทของสภาพแวดล้อมที่ไม่มีชีวิตทั้งหมดที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิตในทุกระดับที่เราต้องการศึกษา เพราะทั้งหมดเป็นองค์ประกอบของระบบนิเวศ การเข้าใจในแต่ละระดับจะทำให้เราเข้าใจความสัมพันธ์ทั้งหมดได้

ข้อมูลพื้นฐานของการศึกษาระบบนิเวศก็คือการศึกษาถึงสิ่งมีชิตแต่ละชนิดก่อน เพราะธรรมชาติจะคัดเลือกสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดที่ปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมได้ดีเอาไว้ (natural selection) ซึ่งจะทำให้คัดเลือกได้ประชากรที่เหมาะสมในสภาพแวดล้อมนั้น ๆ และเมื่อมีการปรับตัว (adaptation) ไปนาน ๆ ก็จะเกิดการวิวัฒนาการขึ้น เพราะฉะนั้นการศึกษาเกี่ยวกับชีววิทยา พฤติกรรม การทำงานของอวัยวะต่าง ๆ องค์ประกอบของอวัยวะต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิด การตอบสนองต่อสิ่งมีชีวิตในชนิดเดียวกัน หรือต่อสิ่งมีชิวิตชนิดอื่นที่อยู่รอบตัว และการตอบสนองต่อสิ่งไม่มีชีวิตทั้งหมดในสภาพแวดล้อม

สิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดในธรรมชาติ เป็นหน่วยพื้นฐานของการศึกษาประชากร ซึ่งการศึกษาในระดับประชากรนั้นยุ่งยากและสลับซับซ้อนกว่า ดังนั้นการศึกษาการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของประชากร (population dynamics) ควรจะทำด้วยความระมัดระวัง วิธีการศึกษาควรจะมีการวางแผนที่ดี เพราะการศึกษาในระดับประชากรต้องมีความรู้เกี่ยวกับความสัมพันธ์ของการผสมพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดในประชากรนั้น ๆ ระดับการแยกตัวออกมา (degree of isolation) แหล่งที่สิ่งมีชีวิตจะเคลื่อนย้ายออกไป พื้นที่ที่ใช้ในการเพิ่มปริมาณ และการแพร่กระจายออกไปและควรจะต้องคำนึงด้วยว่าสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดมีลักษณะทางพันธุกรรมของตัวมันเองโดยเฉพาะ เมื่อมารวมกันเป็นประชากรก็จะมีลักษณะทางพันธุกรรมเพิ่มมากขึ้น เมื่อมีการผสมพันธุ์เกิดขึ้นภายในประชากร เพราะฉะนั้นประชากรจะเปลี่ยนแปลงไปได้มากน้อยเพียงใด ก็ขึ้นกับความสามารถของสิ่งมีชีวิตแต่ละตัวที่อยู่ในประชากรนั้นด้วย (Chapman, 1969; Prosser, 1973; Wigglesworth, 1972)

การศึกษาถึงความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันระหว่างสิ่งมีชีวิตหลาย ๆ ประชากรในพื้นที่เดียวกันนับว่าเป็นการศึกษาในระดับชุมชน (community) ซึ่งจากการศึกษาในระดับชุมชนนี้พบว่าจำนวนชนิด (species) ของสิ่งมีชีวิตจะถึงจุดอิ่มตัว เมื่อเวลาผ่านไประยะหนึ่ง เพราะมีสภาพแวดล้อมเป็นตัวจำกัดการแข่งขันของสิ่งมีชีวิตภายในชนิดเดียวกัน และการแข่งขันระหว่างสิ่งมีชีวิตต่างชนิดกัน พบว่ามีบทบาทสำคัญมากในการศึกษาทางด้านชุมชน นอกจากนี้ควรจะมีการศึกษาเปรียบเทียบบทบาทของสภาพแวดล้อมที่มีต่อสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิด การตอบสนองต่อการแข่งขันซึ่งกันและกัน ในสภาพแวดล้อมที่มีทรัพยากรจำนวนจำกัดจำนวนหนึ่ง การเปลี่ยนแปลงจำนวนชนิดของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายของพื้นที่และเวลาเพื่อนำมาเป็นตัวเปรียบเทียบ การแพร่กระจายของสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดในชุมชนจะทำให้มีการใช้ส่วนต่าง ๆ ของสภาพแวดล้อมได้อย่างมีประสิทธิภาพ มีทั้งการใช้ร่วมกันและแข่งขันกันซึ่งจะเป็นพื้นฐานนำมาพิจารณาและทำความเข้าใจเกี่ยวกับการเพิ่มขึ้นและลดลงของประชากร ในแต่ละช่วงเวลา

นิเวศวิทยาของศัตรูพืช

ในทางนิเวศวิทยาพืชที่มีสีเขียว (chlorophyll) ทุกชนิดรวมถึงวัชพืชด้วยจัดเป็น autotroph ซึ่งหมายถึงสิ่งมีชีวิตที่สามารถสร้างหรือปรุงอาหารได้ด้วยตนเอง โดยอาศัยกระบวนการทางเคมี เช่น การสังเคราะห์แสง วงจรเครับ (Kreb's cycle) หรือวงจรอื่น ๆ ซึ่งจัดอยู่ในกระบวนการ production

สิ่งมีชีวิตนอกเหนือไปจากพืชที่มีสีเขียวทั่วไปถือว่าเป็น heterotroph เนื่องจากไม่สามารถสร้างหรือปรุงอาหารได้ด้วยตนเอง แต่ต้องอาศัยกินพวก autotroph อีกชั้นหนึ่ง สิ่งมีชีวิตต่าง ๆ รวมทั้งแมลง วัชพืชบางชนิด และเชื้อโรคพืชทุกชนิดก็จัดอยู่ในกลุ่ม heterotroph เช่นกัน และถือว่าอยู่ในกระบวนการ consumption ซึ่งอาจจะแบ่งย่อยเป็นชั้นต่าง ๆ ได้เช่นกัน แมลงศัตรูพืช โรคพืช และวัชพืช ที่อาศัยกัดกินและทำลายพืช (autotroph) โดยตรง จัดว่าเป็น primary consumer (heterotroph)

แต่ในสภาพความเป็นจริง ยังมีแมลงและเชื้อโรคหลายชนิดเช่น ตัวห้ำ (predator) ตัวเบียน (parasite) ไวรัส และแบคทีเรียที่สามารถใช้ศัตรูพืชเป็นอาหารได้ ส่วนทางโรคพืชก็พบว่า มีเชื้อราในดินหลายชนิดที่จัดเป็นเชื้อราปฏิปักษ์ (antagonist) เช่นเชื้อรา *Trichoderma sp.* ซึ่งขณะนี้มีผู้นำ