

3.7 คำอธิบายรายวิชา

512 501 ระเบียบวิธีวิจัยทางชีววิทยา

3(3-0-6)

(Research Methodology in Biology)

หลักการและวิธีการสืบค้นข้อมูลทางชีววิทยาจากฐานข้อมูลเชิงวิชาการ โดยใช้เครื่องมือค้นหาและเจเนอเรทีฟเอไอ การวิเคราะห์และการสรุปความจากบทความวิจัย ภาษาไทยและภาษาอังกฤษเพื่อนำมาเขียนบทบทวนวรรณกรรม การใช้ซอฟต์แวร์การจัดการบรรณานุกรม การออกแบบการทดลองทางชีววิทยาตามระเบียบวิธีวิจัยทางวิทยาศาสตร์ การใช้เครื่องมือทางชีวสารสนเทศและปัญญาประดิษฐ์อย่างมีวิจารณญาณ การนำเสนอข้อมูลทางชีววิทยาด้วยกราฟ ตาราง และโปสเตอร์เชิงวิชาการ มาตรฐานความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ จรรยาบรรณนักวิจัยของสำนักงานการวิจัยแห่งชาติ ธรรมนูญปัญญาประดิษฐ์ หลักจริยธรรมและกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการเก็บตัวอย่างในพื้นที่อนุรักษ์และการใช้สิ่งมีชีวิตในงานทางวิทยาศาสตร์

Principles and methods for retrieving biological research information from academic databases, search engines, and generative artificial intelligence tools. Analysis and summarization of Thai and English research articles for literature review writing. Utilization of reference management software. Design of biological experiments in accordance with scientific research methodology. Critical application of bioinformatics and artificial intelligence tools. Presentation of biological data via graphs, tables, and academic posters. Laboratory safety standards. The code of ethics for researchers issued by the National Research Council of Thailand. Artificial intelligence governance. Ethical and legal regulations related to specimen collection in conservation areas and the use of living organisms in scientific research.

512 502 การวิเคราะห์และเครื่องมือที่สำคัญทางชีววิทยา 3(2-3-4)
 (Essential Assays and Instruments in Biology)

หลักการของการวิเคราะห์ทางชีววิทยาในระดับโมเลกุล เซลล์ เนื้อเยื่อ และสิ่งมีชีวิต การเลือกใช้เครื่องมือและวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่เหมาะสมในการแก้ปัญหาทางชีววิทยา การใช้วิธีวิเคราะห์ทางสถิติและการตีความผลข้อมูลจากเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ การใช้เทคโนโลยีชีวสารสนเทศและเจเนอเรทีฟเอไอในการสืบค้น วิเคราะห์ และจัดการข้อมูลทางชีววิทยา การออกแบบการทดลองทางชีววิทยาโดยคำนึงถึงวิธีการวิเคราะห์และเครื่องมือที่เหมาะสม มาตรฐานความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ การปฏิบัติตามจรรยาบรรณนักวิจัยและความซื่อสัตย์ในการวิเคราะห์ข้อมูล การปฏิบัติตามข้อตกลงการใช้เครื่องมือเพื่อให้บรรลุเป้าหมายทางวิทยาศาสตร์

Principles of biological analysis at molecular, cellular, tissue, and organismal levels. Selection of appropriate scientific instruments and methodologies for addressing biological problems. Application of statistical analysis methods and interpretation of data obtained from scientific instruments. Utilization of bioinformatics and generative artificial intelligence for retrieval, analysis, and manipulation of biological data. Experimental design in biological research with emphasis on the selection of suitable analytical techniques and instruments. Laboratory safety standards. Adherence to research ethics and integrity in data analysis. Compliance with equipment use agreements to achieve scientific objectives.

512 503 การอ่านและเขียนเชิงวิชาการ 1(1-0-2)
(Academic Reading and Writing)

การประเมินความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูลวิชาการ การสืบค้นข้อมูลทางวิชาการ จากฐานข้อมูลโดยใช้เครื่องมือค้นหาและเจเนอเรทีฟเอไอ หลักการอ่าน ฟัง และวิเคราะห์ เพื่อจับใจความสำคัญจากข้อมูลทางวิชาการ หลักการสรุปความและเขียนรายงานเชิงวิชาการทางชีววิทยา ความสำคัญของการใช้ภาษาทางวิชาการอย่างถูกต้อง หลักการเขียนโครงร่างวิทยานิพนธ์และวิทยานิพนธ์ หลักการเบื้องต้นสำหรับการเตรียมและเขียนบทความวิจัย การใช้โปรแกรมจัดการบรรณานุกรม การใช้เจเนอเรทีฟเอไอเพื่อช่วยเขียนบทคัดย่อและบทความทางวิชาการและตรวจสอบการคัดลอกผลงานทางวิชาการ

Evaluation of the credibility of academic sources. Academic data retrieval from database using search engines and generative artificial intelligence tools. Principles of reading, listening, and analyzing to extract key points from academic information. Principles of summarizing and writing academic reports in biology. The importance of using appropriate academic language. Principles of writing thesis proposals and theses. Basic principles for preparing and writing scientific manuscripts. The use of bibliography management programs. Application of generative artificial intelligence to assist in writing abstracts and academic articles, and detecting academic plagiarism.

512 504 การแก้ปัญหาทางชีววิทยาด้วยนวัตกรรม 2(2-0-4)
(Biological Problem Solving with Innovative Approaches)

ปัญหาทางชีววิทยาที่สำคัญในระดับสากล การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน การแก้ปัญหาด้วยนวัตกรรม นวัตกรรมและการสร้างสรรค์ แนวคิดและความสำคัญของนวัตกรรมทางชีววิทยา กรณีศึกษานวัตกรรมทางชีววิทยา การคิดเชิงวิเคราะห์ การคิดเชิงวิพากษ์ การคิดเชิงออกแบบ การออกแบบแนวทางแก้ปัญหาหรือต้นแบบ นวัตกรรมการออกแบบสื่อเพื่อการสื่อสารวิทยาศาสตร์ เทคนิคการนำเสนอเพื่อการโน้มน้าวที่ตรงประเด็น

Major global concerns in biology. Problem-based learning. Innovative problem solving. Innovation and creativity. Concepts and significance of biological innovations. Case studies in biological innovation. Analytical thinking. Critical thinking. Design thinking. Designing solutions or prototyping innovations. Scientific communication design. Effective pitching techniques.

512 511 จีโนมิกส์
(Genomics)

3(3-0-6)

แนวคิดและหลักการของจีโนมิกส์ โครงสร้างและการทำงานของจีโนมสิ่งมีชีวิต การหาลำดับจีโนมด้วยเทคโนโลยี การหาลำดับเบสยุคใหม่ (เอ็นจีเอส) การวิเคราะห์ และตีความข้อมูลจีโนม เทคนิคเอพิจีโนมิกส์และปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อการแสดงออก ของยีน การศึกษาดีเอ็นเอสิ่งแวดล้อมผ่านเมตาจีโนมิกส์เพื่อการติดตามความหลากหลาย ทางชีวภาพ หลักการและการประยุกต์ใช้การปรับแต่งจีโนม กรณีศึกษาการประยุกต์ จีโนมิกส์ในทางการแพทย์ การเกษตร วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม และนิติวิทยาศาสตร์ การสืบค้นและประเมินข้อมูลทางวิชาการจากฐานข้อมูลและเครื่องมือเจเนอเรทีฟเอไอ การเขียนและนำเสนอข้อมูลจีโนมิกส์เชิงวิชาการ จรรยาบรรณนักวิจัยและผลกระทบของ ความก้าวหน้าทางจีโนมิกส์ต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม

Concepts and principles of genomics. Structure and function of genomes in living organisms. Genome sequencing using Next Generation Sequencing (NGS) technology. Genome data analysis and interpretation. Epigenomics techniques and environmental factors influencing gene expression. Environmental DNA studies using metagenomics for biodiversity monitoring. Principles and applications of genome editing. Case studies on genomics applications in medicine, agriculture, environmental science, and forensic science. Retrieval and evaluation of academic information from databases and generative artificial intelligence tools. Scientific writing and presentation of genomics data. Research ethics and the societal and environmental impacts of genomic advancements.

512 512 ทักษะพันธุศาสตร์ในงานวิจัยทางชีววิทยา
(Genetics Skills in Biological Research)

3(2-3-4)

การสกัดดีเอ็นเอและอาร์เอ็นเอ การตรวจสอบคุณภาพของสารพันธุกรรม หลักการ และการประยุกต์ใช้ปฏิกิริยาลูกโซ่พอลิเมอเรส (พีซีอาร์) การออกแบบไพรเมอร์ เครื่องหมายดีเอ็นเอ การจัดเรียงลำดับดีเอ็นเอ การสร้างแผนภูมิลำดับสายวิวัฒนาการ การใช้ชีวสารสนเทศในการวิเคราะห์ข้อมูลทางพันธุศาสตร์ การใช้เครื่องมือพื้นฐานทาง พันธุศาสตร์โมเลกุล การปฏิบัติตามมาตรฐานความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ จรรยาบรรณนักวิจัย การทำงานร่วมกับผู้อื่นในสภาพแวดล้อมของห้องปฏิบัติการ

DNA and RNA extraction. Genetic material quality assesment. Principles and applications of Polymerase Chain Reaction (PCR). Primer design. DNA markers. Sequence alignment. Phylogenetic tree construction. Use of bioinformatics for genetic data analysis. Operation of basic molecular genetic instruments. Compliance with laboratory safety standards. Research ethics. Collaborative teamwork in the laboratory.

- 512 513 **ประเด็นวิจัยเทคโนโลยีมีลติโอมิกส์ตามกระแส** **3(3-0-6)**
(Current Issues in Multi-Omics Technologies)
 แนวคิดและความก้าวหน้าล่าสุดเกี่ยวกับเทคโนโลยีมีลติโอมิกส์ การวิเคราะห์จีโนมิกส์ ทรานสคริปโทมิกส์ เอพิจีโนมิกส์ โปรตีโอมิกส์ เมแทบอลิโอมิกส์ และฟีโนมิกส์ การใช้เครื่องมือค้นหาและเจเนอเรทีฟเอไอในการสืบค้นข้อมูลงานวิจัยด้านมีลติโอมิกส์ การนำเสนอและอภิปรายบทความวิจัยตามหลักจรรยาบรรณ
 Concepts and recent advancements in multi-omics technologies. Analysis of genomics, transcriptomics, epigenomics, proteomics, metabolomics, and phenomics. Utilization of search engines and generative artificial intelligence for retrieving research data in multi-omics. Presentation and discussion of research articles following ethical principles.
- 512 514 **หัวข้อเฉพาะทางชีววิทยา** **3(3-0-6)**
(Selected Topics in Biology)
 การทบทวนวรรณกรรม วิเคราะห์ นำเสนอ และอภิปรายในหัวข้อเฉพาะทางชีววิทยาที่ทันสมัย
 Literature review, analysis, presentation, and discussion of selected advanced topics in biology.
- 512 515 **ประเด็นชีววิทยาตามกระแส** **3(3-0-6)**
(Current Issues in Biology)
 เรื่องเฉพาะที่น่าสนใจทางชีววิทยา ประเด็นชีววิทยาตามกระแสที่เกี่ยวข้องกับชีววิทยาและชีววิทยาประยุกต์
 Topics of interest in biology. Current issues related to biology and applied biology.

512 516 **เอ็นโดซิมไบออนท์กับวิวัฒนาการของแมลง** **3(2-2-5)**
(Endosymbiont and Insect Evolution)

การศึกษาทฤษฎีเกี่ยวกับการกำเนิดและความหลากหลายของเอ็นโดซิมไบออนท์ ความสัมพันธ์ระหว่างแมลงและเอ็นโดซิมไบออนท์ ทฤษฎีและวิธีการศึกษา เอ็นโดซิมไบออนท์ในแมลง การวิเคราะห์บทความวิจัยทางวิชาการเพื่อสรุปสาระสำคัญ การออกแบบการนำเสนอข้อมูลและกราฟิกเพื่อการสื่อสารข้อมูลทางชีววิทยา การสืบค้นและการเลือกใช้ข้อมูลทางวิชาการที่น่าเชื่อถือโดยใช้ฐานข้อมูลและเครื่องมือ เจเนอเรทีฟเอไอ การเลือกใช้และการแปลผลข้อมูลจากเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์สำหรับการวิเคราะห์ความหลากหลายของเอ็นโดซิมไบออนท์ การปฏิบัติตามมาตรฐานความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ

Study of theories on the origin and diversity of endosymbionts. Relationships between insects and endosymbionts. Theories and methodologies of endosymbionts in insects. Analysis of academic research articles to summarize key information. Design of data visualization and graphics for scientific communication in biology. Retrieval and selection of reliable academic information using databases and generative artificial intelligence tools. Selection and interpretation of data from scientific instruments for analyzing endosymbiont diversity. Compliance with laboratory safety standards.

512 517 **ชีววิทยาการเจริญเชิงวิวัฒนาการของสัณฐานวิทยาดอกไม้** **3(3-0-6)**
(Morpho Evo-Devo of Flower)

หลักการและทฤษฎีเกี่ยวกับชีววิทยากระบวนการเจริญพัฒนาของดอกไม้ การเปรียบเทียบกระบวนการเจริญพัฒนาของดอกไม้และวิวัฒนาการของดอกไม้ในพืชดอกกลุ่มต่าง ๆ วิวัฒนาการของสัณฐานวิทยาดอกไม้กับกระบวนการถ่ายละอองเรณู การใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ในการวิเคราะห์อนุমানลักษณะบรรพบุรุษ การวิเคราะห์และนำเสนอข้อมูลทางชีววิทยาจากแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือ

Principles and theories of floral development biology. Comparative developmental processes in flowers and evolution of flowers from different groups of flowering plants. Evolution of floral morphology and pollination process. Application of scientific tools for ancestral character state reconstruction analysis. Analysis and presentation of biological information from reliable sources.

512 518 เทคโนโลยีและนวัตกรรมการผลิตกล้วยไม้ **3(2-3-4)**
(Orchid Production Technology and Innovation)

ปัจจัยที่มีผลต่อการเติบโตและพัฒนาการของกล้วยไม้ หลักการขยายพันธุ์กล้วยไม้ ในระดับอุตสาหกรรม การปรับปรุงคุณภาพกล้วยไม้โดยใช้เทคโนโลยีดีเอ็นเอลูกผสม การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีและนวัตกรรมในการผลิตกล้วยไม้เพื่อการค้า การอ่านและการสรุปบทความวิจัยทางวิชาการที่เป็นภาษาไทยและภาษาอังกฤษ การอภิปรายและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับการผลิตและการพัฒนากล้วยไม้

Factors influencing the growth and development of orchids. Principles of industrial-scale orchid propagation. Quality improvement of orchids using hybrid DNA technology. Application of technology and innovation in commercial orchid production. Reading and summarizing academic research articles in Thai and English. Discussion and exchange of ideas on orchid production and development.

512 519 เทคโนโลยีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช **3(2-3-4)**
(Plant Tissue Culture Technology)

กระบวนการเตรียมและการเลือกตัวอย่างเนื้อเยื่อพืชเพื่อการเพาะเลี้ยง วิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชในสภาพแวดล้อมที่ควบคุมได้ ประเภทและคุณสมบัติของสารเร่งการเติบโตของพืช การนำเทคโนโลยีและนวัตกรรมมาใช้ในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช การสรุปความจากการวิเคราะห์บทความวิจัยทางวิชาการที่เป็นภาษาไทยและภาษาอังกฤษ การอภิปรายและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเพื่อการเรียนรู้

Preparation and selection of plant tissue samples for culture. Methods of plant tissue culture under controlled conditions. Types and properties of plant growth regulators. Application of technology and innovation in plant tissue culture. Summarizing and analyzing academic research articles in Thai and English. Discussion and exchange of ideas for learning.

512 520 พฤษศาสตร์และพัฒนศาสตร์ของพฤษศาสตร์เชิงบูรณาการ
(Integrative Plant Systematics)

3(2-3-4)

ประวัติศาสตร์และพัฒนศาสตร์ของพฤษศาสตร์เชิงบูรณาการ หลักการและแนวคิดของพฤษศาสตร์เชิงบูรณาการชาติพันธุ์ของพืช วิธีการอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพของพืช การใช้ซอฟต์แวร์เพื่อสร้างแผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการของพืช การวิเคราะห์ปัญหาทางพฤษศาสตร์เชิงบูรณาการโดยบูรณาการข้อมูลจากหลายแหล่ง การวางแผน การออกแบบ และการดำเนินงานวิจัยเพื่อแก้ปัญหาทางพฤษศาสตร์เชิงบูรณาการ เขียนคำบรรยายลักษณะทางพฤษศาสตร์และการจัดการตัวอย่างในพิพิธภัณฑ์พืช การใช้เครื่องมือและการปฏิบัติตามแบบแผนในการศึกษาตัวอย่างพรรณไม้ในพิพิธภัณฑ์พืช การประเมินผลกระทบเชิงสังคมและสิ่งแวดล้อมจากการวิจัยทางพฤษศาสตร์เชิงบูรณาการ ความตระหนักถึงคุณค่าของพฤษศาสตร์เชิงบูรณาการต่อการอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพของพืช การวางแผนสำรวจภาคสนามเพื่อการศึกษาความหลากหลายของพืชแบบมีส่วนร่วมกับผู้อื่น

History and development of plant systematics. Principles and concepts of phylogenetic systematics of plants. Methods for plant biodiversity conservation. Application of software for constructing evolutionary relationship diagrams of plants. Analysis of taxonomic problems by integrating multiple data sources. Planning, designing, and conducting research to solve taxonomic problems. Botanical description and specimen management in herbariums. Use of tools and adherence to protocols for studying herbarium specimens. Assessment of the societal and environmental impacts of taxonomic research. Awareness of the value of plant systematics in biodiversity conservation. Planning field surveys for plant diversity studies in collaboration with others.

512 521 ชีวภูมิศาสตร์
(Biogeography)

3(3-0-6)

หลักการและแนวคิดพื้นฐานของชีวภูมิศาสตร์ ปัจจัยที่มีผลต่อการกระจายของสิ่งมีชีวิต บทบาทของกระบวนการวิวัฒนาการในการกำหนดรูปแบบการกระจายของสิ่งมีชีวิต การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่และความหลากหลายทางชีวภาพ การใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์หรือซอฟต์แวร์ด้านชีวสารสนเทศในการศึกษาการกระจายของสิ่งมีชีวิต การออกแบบการวิจัยและการใช้แบบจำลองทางชีวภูมิศาสตร์เพื่อทดสอบสมมติฐานทางวิทยาศาสตร์ การวิเคราะห์แนวโน้มของชีวภูมิศาสตร์ในระดับโลกและความเชื่อมโยงกับนโยบายด้านสิ่งแวดล้อมและการอนุรักษ์ การระบุปัญหาทางชีววิทยาจากข้อมูลเชิงวิทยาศาสตร์ การพัฒนาวิธีแก้ปัญหาทางชีววิทยาโดยคำนึงถึงปัจจัยทางนิเวศวิทยาและชีวภูมิศาสตร์ การวางแผนการศึกษาหรือการวิจัยเชิงชีวภูมิศาสตร์โดยใช้เครื่องมือและระเบียบวิธีทางวิทยาศาสตร์ การประเมินความสำคัญและผลกระทบของงานวิจัยชีวภูมิศาสตร์ต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม การอธิบายคุณค่าของชีวภูมิศาสตร์ต่อการอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพ การวิเคราะห์ผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมและการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อการกระจายของสิ่งมีชีวิต

Principles and fundamental concepts of biogeography. Factors influencing the distribution of organisms. Role of evolutionary processes in shaping species distribution patterns. Analysis of spatial and biodiversity data using biogeographical approaches. Application of Geographic Information System (GIS) or bioinformatics software for studying species distribution. Research design and use of biogeographical models for scientific hypothesis testing. Analysis of global trends in biogeography and their connection to environmental and conservation policies. Identification of biological problems based on scientific data. Development of solutions to biological problems with consideration of ecological and biogeographical factors. Planning biogeographical studies or research using scientific tools and methodologies. Evaluation of the significance and impacts of biogeographical research on society and the environment. Describing the value of biogeography in biodiversity conservation. Analysis of environmental impacts and climate change on species distribution.

512 522 ชีววิทยาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ
(Climate Change Biology)

3(3-0-6)

กลไกการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อระบบธรรมชาติ ผลของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อพืชและสัตว์ในระดับโมเลกุล ยีน สรีรวิทยา ประชากร และระบบนิเวศ ผลกระทบต่อการปรับตัว วิวัฒนาการ และความหลากหลายทางชีวภาพ แนวทางการอนุรักษ์และการจัดการทรัพยากรธรรมชาติในบริบทของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ การนำเสนอข้อมูลเชิงวิชาการทางชีววิทยา การสืบค้นข้อมูลทางวิชาการโดยใช้เครื่องมือเจเนอเรทีฟเอไอ การอภิปรายและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเพื่อแก้ปัญหาทางชีววิทยา การดำเนินการวิจัยตามจริยธรรมและกฎหมายที่เกี่ยวข้อง ความตระหนักถึงผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อระบบนิเวศและความหลากหลายทางชีวภาพ บทบาท และความรับผิดชอบของนักชีววิทยาต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม

Mechanisms of climate change and its impacts on natural systems. Effects of climate change on plants and animals at molecular, genetic, physiological, population, and ecosystem levels. Impacts on adaptation, evolution, and biodiversity. Conservation and management approaches in the context of climate change. Presentation of academic information in biology. Academic information retrieval using generative artificial intelligence tools. Discussion and exchange of ideas for solving biological problems. Conducting research in accordance with the related laws and regulations. Awareness of climate change impacts on ecosystems and biodiversity. Roles and responsibilities of biologists toward society and the environment.

512 523 การเขียนโปรแกรมและการประมวลผลข้อมูลเชิงชีววิทยา 3(2-2-5)
(Programming and Biological Computing)

ทักษะการคำนวณเชิงคอมพิวเตอร์พื้นฐานสำหรับนักชีววิทยา ความสำคัญของข้อมูลในงานวิจัยทางชีววิทยา แนวทางการแก้ปัญหาทางชีววิทยาโดยใช้ทักษะการคำนวณเชิงคอมพิวเตอร์ การเขียนโปรแกรม การจัดการข้อมูล การประมวลผลข้อมูล และการแสดงผลข้อมูลด้วยไลบรารีมาตรฐาน เครื่องมือทางชีวสารสนเทศและไลบรารีสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลระดับจีโนม การออกแบบและดำเนินโครงการงานชีววิทยาโดยใช้ทักษะเชิงคอมพิวเตอร์ การประยุกต์ใช้ปัญญาประดิษฐ์และเครื่องมือดิจิทัลในการประมวลผลข้อมูลเชิงชีวภาพ

Fundamental computational skills for biologists. Importance of data in biological research. Problem-solving approaches in biology using computational skills. Computer programming, data management, data processing and data visualization with standard libraries. Bioinformatics tools and libraries for genomic data analysis. Design and implementation biology projects using computational skills. Application of artificial intelligence and digital tools for biological data processing.

512 524 สถิติสำหรับงานวิจัยทางชีววิทยา 3(2-2-5)
(Statistics for Biological Research)

หลักการและวิธีการใช้สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูลทางชีววิทยา สถิติพรรณนา การทดสอบสมมติฐานทางสถิติ การวิเคราะห์ความแตกต่างของข้อมูล การวิเคราะห์ความสัมพันธ์และการถดถอย การวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก การวิเคราะห์จัดกลุ่ม การใช้ซอฟต์แวร์เพื่อจัดการและวิเคราะห์ข้อมูลทางชีวภาพ การแปลผลและนำเสนอผลในรูปแบบวิชาการโดยยึดหลักจรรยาบรรณนักวิจัย

Principles and methods of using statistics to analyze biological data. Descriptive statistics. Hypothesis testing. Comparison analysis. Relationship analysis. Regression analysis. Principal component analysis. Cluster analysis. Utilization of software to manage and analyze biological data. Interpretation and presentation of results in an academic format, adhering to ethical research guidelines.

512 525 **สเต็มเซลล์และวิศวกรรมเนื้อเยื่อ**
(Stem Cells and Tissue Engineering)

3(3-0-6)

หลักการและทฤษฎีทางชีววิทยาของเซลล์ที่เกี่ยวข้องกับสเต็มเซลล์และกระบวนการพัฒนาของสเต็มเซลล์ชนิดต่าง ๆ การจำแนกประเภทของสเต็มเซลล์ตามแหล่งที่มาและคุณสมบัติ หลักการพื้นฐานของวิศวกรรมเนื้อเยื่อ รวมถึงโครงสร้างเนื้อเยื่อธรรมชาติและสังเคราะห์ และวัสดุชีวภาพที่ใช้ เทคโนโลยีและกระบวนการที่ใช้ในการสร้างผลิตภัณฑ์จากวิศวกรรมเนื้อเยื่อ การประยุกต์ใช้สเต็มเซลล์และผลิตภัณฑ์จากวิศวกรรมเนื้อเยื่อในด้านเวชศาสตร์ฟื้นฟู การสืบค้นข้อมูลทางวิชาการจากฐานข้อมูลโดยใช้โปรแกรมค้นหาและเครื่องมือเจเนอเรทีฟเอไอ การเลือกแหล่งข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือเชิงวิชาการเพื่อสนับสนุนการศึกษาและการวิจัย การวิเคราะห์และการเลือกใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูงเพื่อการวิจัยทางด้านสเต็มเซลล์และวิศวกรรมเนื้อเยื่อ

Principles and theories of cell biology related to stem cells and the developmental processes of different types of stem cells. Classification of stem cells based on their sources and properties. Fundamental principles of tissue engineering, including natural and synthetic tissue structures (scaffolds) and biomaterials. Technologies and processes for developing tissue-engineered products. Applications of stem cells and tissue-engineered products in regenerative medicine. Academic information retrieval from databases using search engines and generative artificial intelligence tools. Selection of credible academic sources to support studies and research. Analysis and advance instrument selection for stem cell and tissue engineering research.

512 526 การตรวจทางชีววิทยาระดับเซลล์ 3(2-3-4)
(Cell-Based Bioassays)

หลักการและทฤษฎีทางชีววิทยาของเซลล์ หลักการและเทคนิคพื้นฐานของการเพาะเลี้ยงเซลล์สัตว์ในห้องปฏิบัติการ การตรวจวิเคราะห์ความเป็นพิษของสารต่าง ๆ ตามมาตรฐานสากลโดยใช้เทคนิคระดับเซลล์ การออกแบบข้อมูลเชิงรูปภาพ กราฟ ตาราง และกราฟิกเพื่อการสื่อสารทางชีววิทยา การสืบค้นและการเลือกใช้อ้างอิงข้อมูลทางวิชาการจากฐานข้อมูลและเครื่องมือเจเนอเรทีฟเอไอเพื่อการศึกษาและการวิจัย การเลือกใช้อุปกรณ์วิเคราะห์ทางชีววิทยาระดับเซลล์ เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์และเทคนิคสถิติในการประเมินความเป็นพิษของสารเคมี ผลิตภัณฑ์ และรังสี การใช้ซอฟต์แวร์เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลจากการทดสอบระดับเซลล์ การปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการเพาะเลี้ยงเซลล์ การปฏิบัติตามมาตรฐานความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ

Principles and theories of cell biology. Fundamental principles and techniques of animal cell culture in laboratory. Cytotoxicity assessment of various substances based on international standards using cellular techniques. Designing visual data, graphs, tables, and graphics for scientific communication in biology. Searching and selecting academic information from databases and generative artificial intelligence tools for studies and research. Selecting cell-based biological analysis methods, scientific instruments, and statistical techniques for toxicity assessment of chemicals, products, and radiation. Utilizing software for data analysis from cell-based assays. Laboratory practice in cell culture. Compliance with laboratory safety standards.

512 527 สัตววิทยา 3(3-0-6)
(Malacology)

อนุกรมวิธาน สัตววิทยา กายวิภาค สรีรวิทยา วิวัฒนาการ สายวิวัฒนาการ นิเวศวิทยา และการกระจายตัวทางภูมิศาสตร์ของสิ่งมีชีวิตในไฟลัมมอลลัสกา ความหลากหลายทางชีวภาพและความสำคัญทางเศรษฐกิจ การแพทย์ และสิ่งแวดล้อม งานวิจัยที่อยู่ในความสนใจในปัจจุบันด้านสัตววิทยาโดยมีการสืบค้นข้อมูลจากฐานข้อมูล และการใช้เครื่องมือเจเนอเรทีฟเอไอ

Taxonomy, morphology, anatomy, physiology, evolution, phylogeny, ecology, and geographic distribution of organisms in phylum Mollusca. Biodiversity and economic, medical, and environmental significances. Current research interests in malacology, with the retrieval of information from databases and the use of generative artificial intelligence tools.

512 528 **สังขวิทยาทางการแพทย์** **3(3-0-6)**
(Medical Malacology)

หอยที่เป็นพาหะนำโรคปรสิตไปสู่คนและสัตว์ ความสัมพันธ์ระหว่างหอยและปรสิต พลวัตของการนำโรค การระบุและการจัดจำแนกชนิดหอยนำโรคพยาธิ วิธีการป้องกัน และการควบคุมโรคติดเชื้อพยาธิจากหอย งานวิจัยที่อยู่ในความสนใจในปัจจุบัน ด้านสังขวิทยาทางการแพทย์โดยมีการสืบค้นข้อมูลจากฐานข้อมูลและการใช้เทคโนโลยี ปัญญาประดิษฐ์

Snails as vector transmitting parasitic diseases to humans and animals. Snail-parasite relationships. Disease transmission dynamics. Identification and classification of parasitic infected snails. Methods for prevention and control of parasitic snail-borne diseases. Current research interests in medical malacology, with the retrieval of information from databases and the use artificial intelligence technologies.

512 529 **เทคนิคการวิจัยทางสังขวิทยา** **3(1-6-2)**
(Research Techniques in Malacology)

เทคนิคการสำรวจทางสังขวิทยา การจำแนกชนิดหอยโดยใช้ลักษณะทางสัณฐานวิทยาและชีวโมเลกุล การจัดการตัวอย่างเข้าสู่พิพิธภัณฑ์และห้องปฏิบัติการ การออกแบบ การทดลองและการเลือกใช้เครื่องมือพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ การเลือกวิธีวิเคราะห์ทางสถิติในการทำวิจัยทางสังขวิทยา การปฏิบัติตามมาตรฐานความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ มีการศึกษานอกสถานที่

Malacological survey techniques. Morphological and molecular identification of gastropods. Specimen curation for museum and laboratory settings. Experimental design and the selection of fundamental scientific instruments. Selection of statistical analysis methods for malacological research. Compliance with laboratory safety standards.

Field trips required.

512 530 **ปรสิตวิทยาขั้นสูง**

3(3-0-6)

(Advanced Parasitology)

หลักการจำแนกโปรโตซัวที่เป็นปรสิตและหนอนพยาธิตามลักษณะทางสัณฐานวิทยาและสรีรวิทยา กระบวนการทางชีววิทยา ชีวเคมี และวิทยาภูมิคุ้มกันของปรสิต ความสัมพันธ์ระหว่างปรสิตและโฮสต์ กลไกการเกิดโรค การต้านการรุกรานของโฮสต์ และแนวทางการควบคุมโรคจากปรสิต การสืบค้นข้อมูลทางวิชาการเกี่ยวกับการตรวจวินิจฉัยโรคปรสิตในห้องปฏิบัติการและภาคสนาม การตรวจสอบความถูกต้องและความน่าเชื่อถือของข้อมูลทางวิชาการ การใช้ซอฟต์แวร์จัดการบรรณานุกรมเพื่ออ้างอิงข้อมูลทางวิชาการ

Principles of classification of parasitic protozoa and helminths based on morphological and physiological characteristics. Biological, biochemical, and immunological processes of parasites. Host-parasite relationships, mechanisms of disease development, host defense responses, and approaches for parasite disease control. Academic information retrieval on parasite diagnosis in laboratory and field settings. Verification of accuracy and reliability of academic data. Use of reference management software for academic citation.

512 531 **เทคนิคการวิจัยทางปรสิตวิทยา**

3(1-6-2)

(Research Techniques in Parasitology)

ทฤษฎีเกี่ยวกับการติดเชื้อปรสิต หลักการภาคปฏิบัติในการตรวจการติดเชื้อปรสิต และกระบวนการควบคุมปรสิต การสืบค้นข้อมูลทางวิชาการเกี่ยวกับการตรวจวินิจฉัยโรคปรสิตในห้องปฏิบัติการและภาคสนาม การตรวจสอบความถูกต้องและความน่าเชื่อถือของข้อมูลทางวิชาการ การใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานและขั้นสูงในการทำวิจัย การวิเคราะห์ข้อมูลและการจำลองพลวัตของประชากรปรสิตและโฮสต์ด้วยโปรแกรมทางสถิติ การออกแบบการทดลองด้านปรสิตวิทยาทั้งภาคสนามและห้องปฏิบัติการ

Theories of parasite infection, practical principles of parasite infection diagnosis, and parasite control processes. Academic information retrieval on parasite disease diagnosis in laboratory and field settings. Verification of accuracy and reliability of academic data. Use of basic and advanced scientific instruments in research. Data analysis and modeling of parasite and host population dynamics using statistical programs. Experimental design for parasitology in both field and laboratory.

512 532 นิเวศวิทยาของสัตว์ป่า 3(2-3-4)
(Wildlife Ecology)

หลักการทางนิเวศวิทยาที่เกี่ยวข้องกับสัตว์ป่า พลวัตประชากร การใช้แหล่งอาศัย พฤติกรรม การปฏิสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิต และปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมที่ส่งผลต่อการกระจายของสัตว์ป่า การใช้เทคนิคและเครื่องมือต่าง ๆ การติดตามสัตว์ป่า การสำรวจประชากร การวิเคราะห์และการสร้างแบบจำลองเชิงพื้นที่ การวางแผนอนุรักษ์และจัดการสัตว์ป่าในระดับระบบนิเวศ การใช้กรณีศึกษาทั้งในและต่างประเทศเพื่อสร้างความเข้าใจแบบบูรณาการและการวิพากษ์เชิงวิทยาศาสตร์

Ecological principles related to wildlife, population dynamics, habitat use, behavior, species interactions, and environmental factors influencing wildlife distribution. Application of various field techniques and tools. Wildlife tracking. Population surveys. Spatial analysis and modeling. Conservation planning and wildlife management at the ecological level. Use of case studies from national and international contexts to develop integrated understanding and scientific critique.

512 533 การวิเคราะห์ขั้นสูงในสรีรวิทยาของพืชเชิงประยุกต์ 3(2-2-5)
(Advanced Analysis in Applied Plant Physiology)

หลักการและวิธีการใช้เครื่องมือวิเคราะห์ทางสรีรวิทยาของพืชในการวัดค่าอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสง ประสิทธิภาพในการทำงานของระบบแสงสอง อัตราการคายน้ำ ปริมาณน้ำในต้นพืช ปริมาณน้ำในดิน ปริมาณธาตุไนโตรเจนและเนื้อเยื่อพืช การวิเคราะห์ปริมาณรงควัตถุ การวิเคราะห์ปริมาณสารทุติยภูมิ การวิเคราะห์ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ การวิเคราะห์สารบ่งชี้ความเครียดออกซิเดชันและกิจกรรมของเอนไซม์ที่เกี่ยวข้อง แนวทางการศึกษากลไกการตอบสนองของพืชต่อปัจจัยสิ่งแวดล้อมด้วยเทคโนโลยีโอมิกส์ การจัดการข้อมูลและการแปลผลเพื่อประยุกต์ใช้ในงานวิจัยทางสรีรวิทยาพืชขั้นสูง

Principles and techniques for operating analytical instruments in plant physiology to measure photosynthetic rate, photosystem II efficiency, transpiration rate, plant water status, soil moisture content, and mineral concentrations in soils and plant tissues. Analyses of pigment content, secondary metabolites, antioxidant capacity, oxidative stress biomarkers, and related enzyme activities. Approaches for investigating plant response mechanisms to environmental factors using omics technologies. Data management and interpretation for applications in plant physiology research.

512 601 **สัมมนาชีววิทยา 1** **1(0-2-1)**
(Seminar in Biology I)

การเข้าร่วมสัมมนาและอ่านบทความวิจัยทางชีววิทยา การสืบค้นและคัดเลือกแหล่งข้อมูลที่เชื่อถือได้ การใช้เครื่องมือเจเนอเรทีฟเอไอช่วยในการขัดเกลาบทคัดย่อ การวิเคราะห์และสรุปข้อมูลเชิงวิชาการ การออกแบบสไลด์และกราฟิกเพื่อการนำเสนอ งานวิจัยทางชีววิทยาในรูปแบบบรรยายเป็นภาษาไทย การอ้างอิงเอกสารงานวิจัยอย่างถูกต้อง การอภิปรายและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเชิงวิชาการ

Attending seminars and reading biological research articles. Retrieving and selecting credible sources of information. Application of generative artificial intelligence to assist in revising abstract. Analyzing and summarizing academic information. Designing slides and graphics for biological research presentations in Thai. Citing research articles correctly. Engaging in academic discussions and exchanging ideas.

512 602 **สัมมนาชีววิทยา 2** **1(0-2-1)**
(Seminar in Biology II)

วิชาบังคับก่อน : 512 601 สัมมนาชีววิทยา 1

การเข้าร่วมสัมมนาและอ่านบทความวิจัยทางชีววิทยา การสืบค้นและคัดเลือกแหล่งข้อมูลที่เชื่อถือได้ การใช้เครื่องมือเจเนอเรทีฟเอไอช่วยในการขัดเกลาบทคัดย่อ การวิเคราะห์และสรุปข้อมูลเชิงวิชาการ การออกแบบสไลด์และกราฟิกเพื่อการนำเสนอ งานวิจัยในรูปแบบบรรยายเป็นภาษาอังกฤษ การอ้างอิงเอกสารงานวิจัย การอภิปรายและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเชิงวิชาการ

Attending seminars and reading biological research articles. Searching and selecting credible sources of information. Using generative artificial intelligence to assist in revising abstract. Analyzing and summarizing scientific data. Designing slides and graphics for research oral presentations in English. Citing research articles. Academic discussions and exchanging ideas.

512 603 **สัมมนาชีววิทยา 3**

1(0-2-1)

(Seminar in Biology III)

วิชาบังคับก่อน : 512 602 สัมมนาชีววิทยา 2

การเข้าร่วมสัมมนาและการอ่านบทความวิจัยทางชีววิทยา การสืบค้นและคัดเลือกแหล่งข้อมูลทางวิชาการที่เชื่อถือได้ การใช้เครื่องมือเจเนอเรทีฟเอไอช่วยในการขัดเกลาบทความ การวิเคราะห์และสรุปข้อมูลเชิงวิชาการ การออกแบบรูปภาพ กราฟ ตาราง และโปสเตอร์เพื่อการนำเสนองานวิจัย การนำเสนองานวิจัยที่เป็นส่วนหนึ่งของวิทยานิพนธ์ การอภิปรายและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับงานวิจัยทางชีววิทยาโดยอ้างอิงข้อมูลที่ผ่านการกลั่นกรอง การประสานงานและการร่วมจัดสัมมนาในชั้นเรียนอย่างมีความรับผิดชอบ

Attending seminars and reading biological research articles. Searching and selecting reliable academic sources. Utilizing generative artificial intelligence to assist in revising abstract. Analyzing and summarizing scientific data. Designing figures, graphs, tables, and posters for research presentations. Presenting part of thesis. Discussing and exchanging perspectives on biological research based on reviewed information. Coordinating and collaboratively organizing seminars in class with responsibility.

512 791 **วิทยานิพนธ์****(มีค่าเทียบเท่า) 18 หน่วยกิต****(Thesis)**

การศึกษาและการวิเคราะห์วรรณกรรมทางชีววิทยาทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ เพื่อกำหนดกรอบแนวคิดการวิจัย การออกแบบและการดำเนินการทดลองตามระเบียบวิธีวิจัยทางชีววิทยา การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยเครื่องมือและสถิติที่เหมาะสม การใช้เทคโนโลยีชีวสารสนเทศและเจเนอเรทีฟเอไอสนับสนุนการสืบค้น วิเคราะห์และจัดการข้อมูล การปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการตามหลักมาตรฐานความปลอดภัยและจรรยาบรรณวิจัย การสื่อสาร การแลกเปลี่ยนความคิดเห็น และการนำเสนอความก้าวหน้าและผลงานวิจัยต่ออาจารย์ที่ปรึกษาและคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์อย่างถูกต้องตามหลักวิชาการ

Studying and analyzing scientific literature in biology in both Thai and English to formulate research frameworks. Designing and conducting experiments based on biological research methodology. Analyzing data using appropriate tools and statistical methods. Applying bioinformatics and generative artificial intelligence tools to support data retrieval, analysis, and data management. Conducting laboratory work in compliance with safety standards and research ethics. Communicating, discussing, and presenting research progress and findings to advisors and thesis committees in accordance with academic standards.

หมวดที่ 4 การจัดการศึกษาและกระบวนการเรียนรู้

1. ระบบการจัดการศึกษา

1.1 ระบบ จัดการศึกษาาระบบทวิภาค โดย 1 ปีการศึกษาแบ่งออกเป็น 2 ภาคการศึกษาปกติ 1 ภาคการศึกษาปกติมีระยะเวลาศึกษาไม่น้อยกว่า 15 สัปดาห์ ข้อกำหนดต่าง ๆ ให้เป็นไปตามประกาศคณะกรรมการมาตรฐานการอุดมศึกษา เรื่อง เกณฑ์มาตรฐานหลักสูตรระดับบัณฑิตศึกษา พ.ศ. 2565 และ/หรือที่มีการเปลี่ยนแปลงภายหลัง

1.2 การจัดการศึกษาภาคฤดูร้อน ไม่มีการจัดการเรียนการสอนในภาคฤดูร้อน

1.3 การเทียบเคียงหน่วยกิตในระบบทวิภาค ไม่มี

2. การดำเนินการหลักสูตร

2.1 วัน - เวลาในการดำเนินการเรียนการสอน

ภาคการศึกษาต้น เดือนกรกฎาคม – พฤศจิกายน

ภาคการศึกษาปลาย เดือนธันวาคม – เมษายน

2.2 ระบบการศึกษา

แบบชั้นเรียน ร้อยละ 100 ของจำนวนหน่วยกิตในหลักสูตร

แบบผ่านระบบเทคโนโลยีสารสนเทศ ร้อยละ.....ของจำนวนหน่วยกิตในหลักสูตร

อื่น ๆ (ระบุ)

3. การออกแบบกระบวนการเรียนรู้เพื่อให้นักศึกษาบรรลุผลลัพธ์การเรียนรู้ของหลักสูตร (PLOs)

การออกแบบกระบวนการเรียนรู้ของหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา มหาวิทยาลัยศิลปากร ได้รับการพัฒนาภายใต้แนวคิด Backward curriculum design โดยมีเป้าหมายสูงสุดในการผลิตมหาบัณฑิตที่สามารถบรรลุผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหลักสูตร (Programme Learning Outcomes: PLOs) ทั้ง 12 ข้อ ซึ่งถูกกำหนดขึ้นบนพื้นฐานของความต้องการของผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย ตลอดจนทักษะที่จำเป็นสำหรับนักวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 กระบวนการดังกล่าวเริ่มต้นจากการใช้ PLOs เป็นตัวตั้ง แล้วนำไปสู่การออกแบบรายวิชาบังคับและรายวิชาเลือกที่ครอบคลุมหลากหลายสาขา โดยแต่ละรายวิชามีผลลัพธ์การเรียนรู้ของรายวิชา (Course Learning Outcomes: CLOs) ที่เชื่อมโยงและส่งเสริมการบรรลุ PLOs อย่างเป็นระบบ หลังจากนั้นจึงนำ CLOs ของแต่ละรายวิชา来确定กิจกรรมการเรียนการสอนและวิธีการประเมินผลที่สอดคล้องกัน ซึ่งหากนักศึกษาสามารถบรรลุ CLOs ในทุกวิชาที่ลงทะเบียนเรียน ย่อมหมายถึงการบรรลุ PLOs ของหลักสูตรโดยสมบูรณ์ ทั้งนี้ หลักสูตรได้จัดวางระบบการประเมินผลอย่างชัดเจนทั้งในระดับรายวิชาและระดับหลักสูตร เพื่อเป็นหลักประกันว่านักศึกษาสามารถบรรลุผลลัพธ์การเรียนรู้ทั้งสองระดับได้จริง

ในระดับรายวิชา ตัวอย่างเช่น รายวิชาบังคับ 512 501 ระเบียบวิธีวิจัยทางชีววิทยา ได้กำหนด CLO ที่มุ่งให้นักศึกษาสามารถวางแผนการทดลองและปฏิบัติตามจรรยาบรรณนักวิจัย ซึ่งสอดคล้องกับ PLO9 (ดำเนินการวิจัยทางชีววิทยาด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง) และ PLO11 (ดำเนินการวิจัยตามจรรยาบรรณนักวิจัย) หลักฐานการเรียนรู้ (Evidence of Learning) ที่ใช้ยืนยันคือเอกสารโครงร่างวิทยานิพนธ์ซึ่งนักศึกษาสามารถระบุช่องว่างขององค์ความรู้ ตั้งสมมติฐาน และออกแบบวิธีวิจัยได้อย่างเป็นระบบและสมเหตุสมผล การประเมินผลดำเนินการผ่านแบบประเมินโครงร่างวิทยานิพนธ์และการนำเสนอ โดยมีเกณฑ์การผ่านที่ชัดเจน ขณะที่กระบวนการเรียนรู้จัดในรูปแบบ Active Learning โดยให้นักศึกษา

วิเคราะห์บทความวิจัย ฝึกใช้เทคโนโลยีชีวสารสนเทศและเจเนอเรทีฟเอไอ ในการสืบค้นและสังเคราะห์ข้อมูลอย่างมีจริยธรรม และนำเสนอแผนวิจัยเพื่อรับการวิพากษ์จากคณาจารย์และเพื่อนร่วมชั้น

ในระดับหลักสูตร หัวใจสำคัญอยู่ที่กระบวนการทำวิทยานิพนธ์ ซึ่งมีน้ำหนักถึง 18 หน่วยกิต และถือเป็นหลักฐานสำคัญที่บูรณาการความรู้และทักษะทั้งหมดตลอดการศึกษา 2 ปี หลักฐานการเรียนรู้ที่ยืนยันการบรรลุ PLO หลัก ได้แก่ เล่มวิทยานิพนธ์ฉบับสมบูรณ์ บทความวิจัยที่ได้รับการตีพิมพ์หรือได้รับการตอบรับ และเอกสารอนุมัติจริยธรรมการวิจัยในกรณีที่เกี่ยวข้อง การประเมินผลครอบคลุมการสอบป้องกันวิทยานิพนธ์ การพิจารณาเล่มวิทยานิพนธ์และบทความวิจัย รวมทั้งการติดตามความก้าวหน้าในทุกภาคการศึกษา กระบวนการเรียนรู้เน้นการปฏิบัติจริงภายใต้การดูแลของอาจารย์ที่ปรึกษา นักศึกษาจะได้ฝึกฝนการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ขั้นสูง (PLO8) การปฏิบัติตามมาตรฐานความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ (PLO10) การแก้ปัญหาเฉพาะหน้า (PLO6) และการทำงานร่วมกับผู้อื่นในห้องปฏิบัติการวิจัย (PLO12)

นอกจากนี้ หลักสูตรยังได้ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning) ในหลากหลายรายวิชา เช่น รายวิชาสัมมนา (512 601–603) เพื่อพัฒนาทักษะการสื่อสารทางวิชาการทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ (PLO3) รายวิชาที่เน้นทักษะปฏิบัติจริง เช่น 512 512 ทักษะพันธุศาสตร์ฯ และ 512 529 เทคนิคการวิจัยทางสังขวิทยา ที่จัดกิจกรรมนอกสถานที่เพื่อสร้างความชำนาญ ตลอดจนส่งเสริมให้นักศึกษาพัฒนาทักษะการเรียนรู้ด้วยตนเอง (Self-regulated Learning) ผ่านการวางแผนการวิจัยและการพัฒนาตนเองอย่างต่อเนื่อง หลักสูตรยังบูรณาการการใช้เทคโนโลยีชีวสารสนเทศและเจเนอเรทีฟเอไออย่างมีจริยธรรม (PLO7) และมีรายวิชา 512 504 การแก้ปัญหาทางชีววิทยาด้วยนวัตกรรม เพื่อเสริมสร้างแนวคิดผู้ประกอบการและความคิดสร้างสรรค์ ด้วยการออกแบบดังกล่าว นักศึกษาจะไม่เพียงบรรลุผลลัพธ์การเรียนรู้ของหลักสูตรเท่านั้น แต่ยังสามารถเชื่อมโยงองค์ความรู้และงานวิจัยเพื่อสนับสนุนเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (SDGs) และโมเดลเศรษฐกิจ BCG (Bio-Circular-Green Economy) อันจะนำไปสู่การสร้างบัณฑิตที่พร้อมเป็นกำลังสำคัญในการขับเคลื่อนองค์ความรู้และสร้างคุณค่าทางวิชาการและสังคมอย่างยั่งยืน

4. องค์ประกอบเกี่ยวกับประสบการณ์ภาคสนาม

ไม่มี