ตารางการวิเคราะห์หลักสูตร กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชื่อรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน

ระดับชั้น ☐ อนุบาลปีที่..... ☐ ประถมศึกษาปีที่..... ☑ มัธยมศึกษาปีที่ 4

ของ ☐ นางสาว ☐ นาง ☑ นาย ศราวุธ รามศรี

สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

มาตรฐาน	ตัวชี้วัด	สาระสำคัญ	K	A	P	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	หมายเหตุ
มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจความหลากหลายของระบบนิเวศ ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งไม่มีชีวิตกับสิ่งมีชีวิต และความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ การถ่ายทอดพลังงาน การเปลี่ยนแปลงแทนที่ในระบบนิเวศ ความหมาย ของ	ม.4/1. สืบค้นข้อมูลและอธิบายความสัมพันธ์ของสภาพทางภูมิศาสตร์บนโลกกับความหลากหลายของไบโอม และยกตัวอย่างไบโอมชนิดต่าง ๆ	โลกแต่ละบริเวณมีสภาพทางภูมิศาสตร์ที่แตกต่างกัน แบ่งออกได้เป็นหลายเขตตามสภาพภูมิอากาศ ทำให้มีระบบนิเวศที่หลากหลาย และเกิดเป็นความหลากหลายของไบโอม	1. องค์ประกอบทางกายภาพและองค์ประกอบทางชีวภาพของไบโอมชนิดต่าง ๆ 2. ไบโอมชนิดต่าง ๆ 3. ความสัมพันธ์ระหว่างสภาพทางภูมิศาสตร์และความหลากหลายของไบโอม	1. การใช้วิจารณญาณ 2. ความใจกว้าง 3. ความซื่อสัตย์	1. การสังเกต 2. การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล	บริเวณของโลกแต่ละบริเวณมีสภาพทางภูมิศาสตร์ที่แตกต่างกัน แบ่งออกได้เป็นหลายเขตตามสภาพภูมิอากาศและปริมาณน้ำฝน ทำให้มีระบบนิเวศที่หลากหลายซึ่งส่งผลให้เกิดความหลากหลายของไบโอม	

มาตรฐาน	ตัวชี้วัด	สาระสำคัญ	K	A	P	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	หมายเหตุ
ประชากร ปัญหาและผลกระทบที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม แนวทางในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	ม.4/2 สืบค้นข้อมูลอภิปรายสาเหตุ และยกตัวอย่างการเปลี่ยนแปลงแทนที่ของระบบนิเวศ	การเปลี่ยนแปลงของระบบนิเวศเกิดขึ้นได้ตลอดเวลาทั้งการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ และเกิดจากการกระทำของมนุษย์ การเปลี่ยนแปลงแทนที่เป็นการเปลี่ยนแปลงของกลุ่มสิ่งมีชีวิตที่เกิดขึ้นอย่างช้า ๆ เป็นเวลานาน ซึ่งเป็นผลจากปฏิสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบทางกายภาพและองค์ประกอบทางชีวภาพ ส่งผลให้ระบบนิเวศเปลี่ยนแปลงไปสู่สมดุลจนเกิดสังคมสมบูรณ์ได้	1. การเปลี่ยนแปลงแทนที่ที่เกิดขึ้นองตามธรรมชาติ และจากฝีมือมนุษย์	1. การสื่อสารสารสนเทศและการรู้เท่าทันสื่อ 2. การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา	1. การสังเกต 2. การจำแนกประเภท 3. การลงความเห็นจากข้อมูล 4. การสื่อสารสารสนเทศและการรู้เท่าทันสื่อ 5. การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา	การเปลี่ยนแปลงของระบบนิเวศเกิดขึ้นได้ตลอดเวลาทั้งการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติและเกิดจากการกระทำของมนุษย์การเปลี่ยนแปลงแทนที่เป็นการเปลี่ยนแปลงของกลุ่มสิ่งมีชีวิตที่เกิดขึ้นอย่างช้า ๆ เป็นเวลานาน ซึ่งเป็นผลจากปฏิสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบทางกายภาพและทางชีวภาพ ส่งผลให้ระบบนิเวศเปลี่ยนแปลงไปสู่สมดุลจนเกิดสังคมสมบูรณ์ได้	
	ม.4/3 สืบค้นข้อมูล อธิบายและยกตัวอย่างเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบทางกายภาพและทางชีวภาพที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงขนาดของประชากรสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ	การเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของในระบบนิเวศทั้งองค์ประกอบทางกายภาพและองค์ประกอบทางชีวภาพมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงขนาดของประชากร	1. ความสัมพันธ์ขององค์ประกอบทางกายภาพและองค์ประกอบทางชีวภาพที่มีผลต่อประชากร	1. การสื่อสารสารสนเทศและการรู้เท่าทันสื่อ 2. การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา	1. การสื่อสารสารสนเทศและการรู้เท่าทันสื่อ 2. การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา	การเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบในระบบนิเวศทั้งทางกายภาพและทางชีวภาพมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงขนาดของประชากร	

มาตรฐาน	ตัวชี้วัด	สาระสำคัญ	K	A	P	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	หมายเหตุ
					3. การสื่อสาร สารสนเทศและการรู้เท่าทันสื่อ 4. การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา		
	ม.4/4. สืบค้นข้อมูลและอภิปรายเกี่ยวกับปัญหาและผลกระทบที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม พร้อมทั้งนำเสนอแนวทางในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม	ประชากรมนุษย์เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว มีการใช้ทรัพยากรธรรมชาติโดยปราศจากความระมัดระวังและมีการพัฒนาเทคโนโลยีใหม่ ๆ ซึ่งอาจส่งผลให้เกิดปัญหาต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ปัญหาที่เกิดกับทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม บางปัญหาส่งผลกระทบในระดับท้องถิ่น ระดับประเทศ หรือระดับโลก การลดปริมาณการใช้ทรัพยากรธรรมชาติ การกำจัดของเสียที่เป็นสาเหตุของปัญหาสิ่งแวดล้อม และ	1. ผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติของมนุษย์ 2. ปัญหาเกี่ยวกับทรัพยากรธรรมชาติ 3. แนวทางการอนุรักษ์ และการแก้ไขปัญหาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม	1. การใช้วิจารณญาณ 2. ความใจกว้าง 3. ความซื่อสัตย์	1. การสื่อสาร สารสนเทศและการรู้เท่าทันสื่อ 2. การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา 3. การสร้างสรรค์และนวัตกรรม 4. ความร่วมมือการทำงานเป็นทีม และภาวะผู้นำ	มนุษย์ใช้ทรัพยากรธรรมชาติโดยปราศจากความระมัดระวัง และมีการพัฒนาเทคโนโลยีใหม่ ๆ เพื่อช่วยอำนวยความสะดวกต่าง ๆ แก่มนุษย์ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมปัญหาที่เกิดกับทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมบางปัญหาส่งผลกระทบในระดับท้องถิ่นบางปัญหาก็ส่งผลกระทบในระดับประเทศและบางปัญหาส่งผลกระทบในระดับโลกการลดปริมาณการใช้ทรัพยากรธรรมชาติการกำจัดของเสียที่เป็นสาเหตุของปัญหา	

มาตรฐาน	ตัวชี้วัด	สาระสำคัญ	K	A	P	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	หมายเหตุ
		การวางแผนจัดการทรัพยากรธรรมชาติที่ดี เป็นแนวทางในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ และลดปัญหาสิ่งแวดล้อม เพื่อให้เกิดการใช้ประโยชน์ที่ยั่งยืน			5. การสื่อสารสารสนเทศและการรู้เท่าทันสื่อ 6. การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา 7. การสร้างสรรค์และนวัตกรรม4. ความร่วมมือการทำงานเป็นทีม และภาวะผู้นำ	สิ่งแวดล้อมและการวางแผนจัดการทรัพยากรธรรมชาติที่ดีเป็นตัวอย่างของแนวทางในการอนุรักษ์ ทรัพยากรธรรมชาติและการลดปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้น เพื่อให้เกิดการใช้ประโยชน์ที่ยั่งยืน	
มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจสมบัติของสิ่งมีชีวิต หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของ	ม.4/1. อธิบายโครงสร้างและสมบัติของเยื่อหุ้มเซลล์ที่สัมพันธ์กับการลำเลียงสาร และเปรียบเทียบการลำเลียงสารผ่านเยื่อหุ้มเซลล์แบบต่าง ๆ	เซลล์มีการลำเลียงสารเข้าและออกเซลล์ โดยมีการควบคุมทั้งชนิดและปริมาณสารที่ผ่านเข้าออก กระบวนการนี้ทำให้เซลล์รักษาดุลยภาพไว้ได้และเซลล์สามารถทำงานได้ตามปกติ ซึ่งส่งผลให้สิ่งมีชีวิตดำรงชีวิตอยู่ได้	1. ทฤษฎีเซลล์ 2. การลำเลียงสารเข้าออกเซลล์	1. ความอยากรู้อยากเห็น 2. ความเชื่อมั่นต่อหลักฐานเชิงประจักษ์ 3. ความรอบคอบ 4. วัตถุวิสัย 5. ความซื่อสัตย์	1. การสังเกต 2. การจำแนกประเภท 3. การลงความเห็นจากข้อมูล 4. การสังเกต 5. การจำแนกประเภท	เยื่อหุ้มเซลล์มีโครงสร้างเป็นเยื่อหุ้มสองชั้นที่มีลิพิดเป็นองค์ประกอบ และมีโปรตีนแทรกอยู่ สารที่ละลายได้ในลิพิดและสารที่มีขนาดเล็กสามารถแพร่ผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ได้โดยตรง ส่วนสารขนาดเล็กที่มีประจุต้องลำเลียงผ่านโปรตีนที่แทรกอยู่ที่เยื่อหุ้มเซลล์ ซึ่งมี 2 แบบ คือ	

มาตรฐาน	ตัวชี้วัด	สาระสำคัญ	K	A	P	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	หมายเหตุ
สัตว์และมนุษย์ที่ทำงานสัมพันธ์กัน ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของอวัยวะต่าง ๆ ของพืชที่ทำงานสัมพันธ์กัน รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์		เยื่อหุ้มเซลล์ทำหน้าที่เป็นเยื่อเลือกผ่านในการลำเลียงสารโดยโครงสร้างและสมบัติของเยื่อหุ้มเซลล์มีความสัมพันธ์กับการลำเลียงสารซึ่งมีหลายวิธี เช่น การแพร่แบบธรรมดา ออสโมซิส การแพร่แบบฟาซิเลเทต แอกทีฟทรานสปอร์ต เอนโดไซโทซิส และเอกไซโทซิส		6. ความใจกว้าง	3. การลงความเห็นจากข้อมูล	การแพร่แบบฟาซิลิเทต และแอกทีฟทรานสปอร์ต ในกรณีสารขนาดใหญ่ เช่น โปรตีน จะลำเลียงเข้าโดยกระบวนการเอนโดไซโทซิส หรือลำเลียงออกโดยกระบวนการเอกโซไซโทซิส	
	ม.4/2. อธิบายการควบคุมดุลยภาพของน้ำและสารในเลือดโดยการทำงานของไต	มนุษย์จะดำรงชีวิตอยู่ได้อย่างปกติจะต้องรักษาดุลภาพในร่างกาย การรักษาดุลยภาพของร่างกาย ได้แก่ การรักษาดุลยภาพของน้ำและสารในเลือดโดยการทำงานของไต การรักษาดุลยภาพของกรด-เบสของเลือดโดยการทำงานของไตและปอด การรักษาดุลยภาพของอุณหภูมิในร่างกายโดยการทำงานร่วมกันของของระบบ	1. ระบบขับถ่าย (ไต)	1. การสังเกต 2. การลงความเห็นจากข้อมูล	1. การสื่อสารสารสนเทศและการรู้เท่าทันสื่อ 2. การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา 3. การสังเกต 4. การลงความเห็นจากข้อมูล	การรักษาดุลยภาพของน้ำและสารในเลือดเกิดจากการทำงานของไต ซึ่งเป็นอวัยวะในระบบขับถ่ายที่มีความสำคัญในการกำจัดของเสียที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ รวมทั้งน้ำและสารที่มีปริมาณเกินความต้องการของร่างกาย	

มาตรฐาน	ตัวชี้วัด	สาระสำคัญ	K	A	P	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	หมายเหตุ
	ม.4/3. อธิบายการควบคุมดุลยภาพของกรด-เบสของเลือดโดยการทำงานของไตและปอด	หมุนเวียนเลือด ต่อมเหงื่อ เส้นขนที่ผิวหนัง กล้ามเนื้อโครงร่าง และระบบประสาท	1. การทำงานร่วมกันของอวัยวะ (ปอดและไต) 2. โรคไต และโรคที่เกี่ยวข้องกับทางเดินปัสสาวะ	1. การใช้วิจารณญาณ 2. ความรอบคอบ	1. การสังเกต 2. การลงความเห็นจากข้อมูล 1. การสื่อสารสารสนเทศและการรู้เท่าทันสื่อ 2. การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา	การรักษาดุลยภาพของกรด-เบสในเลือดเกิดจากการทำงานของไตที่ทำหน้าที่ขับหรือดูดกลับไฮโดรเจนไอออน ไฮโดรเจนคาร์บอเนตไอออนและแอมโมเนียมไอออน และการทำงานของปอดที่ทำหน้าที่กำจัดคาร์บอนไดออกไซด์	
	ม.4/4. อธิบายการควบคุมดุลยภาพของอุณหภูมิภายในร่างกายโดยระบบหมุนเวียนเลือด ผิวหนัง และกล้ามเนื้อโครงร่าง		1. การทำงานร่วมกันของอวัยวะ (หลอดเลือดฝอย เส้นขน ต่อมเหงื่อ และกล้ามเนื้อโครงร่าง)	1. การใช้วิจารณญาณ 2. ความรอบคอบ 3. ความใจกว้าง	1. การสื่อสารสารสนเทศและการรู้เท่าทันสื่อ 2. การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา 3. การสังเกต 4. การลงความเห็นจากข้อมูล	การรักษาดุลยภาพของอุณหภูมิภายในร่างกายเกิดจากการทำงานของระบบหมุนเวียนเลือดที่ควบคุมปริมาณเลือดไปที่ผิวหนัง การทำงานของต่อมเหงื่อและกล้ามเนื้อโครงร่าง ซึ่งส่งผลถึงปริมาณความร้อนที่ถูกเก็บหรือระบายออกจากร่างกาย	

มาตรฐาน	ตัวชี้วัด	สาระสำคัญ	K	A	P	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	หมายเหตุ
	ม.4/5. อธิบาย และเขียนแผนผังเกี่ยวกับการตอบสนองของร่างกายแบบไม่จำเพาะ และแบบจำเพาะต่อสิ่งแปลกปลอมของร่างกาย	เมื่อร่างกายได้รับเชื้อโรคหรือสิ่งแปลกปลอมทำให้ไม่สามารถรักษาดุลยภาพได้ ร่างกายจะมีกลไกการต่อต้านหรือทำลายโดยการทำงานของระบบภูมิคุ้มกัน ซึ่งแบ่งได้เป็น 2 แบบ คือ กลไกการต่อต้านหรือทำลายสิ่งแปลกปลอมแบบไม่จำเพาะ โดยการป้องกันไม่ให้เชื้อโรคเข้าสู่เนื้อเยื่อร่างกายหรือกำจัดสิ่งแปลกปลอมที่เข้าสู่ร่างกายโดยกระบวนการต่าง ๆ สำหรับกลไกการต่อต้านหรือทำลายสิ่งแปลกปลอมแบบจำเพาะเป็นการทำงานโดยเซลล์เม็ดเลือดขาวลิมโฟไซต์ คือ เซลล์บี และเซลล์ที ขณะเดียวกันมนุษย์ยังสามารถเสริมสร้างสร้างภูมิคุ้มกันให้กับร่างกายได้ สามารถแบ่งเป็น 2 แบบ คือ	1. ภูมิคุ้มกันของร่างกาย	1. การใช้วิจารณญาณ 2. ความรอบคอบ	1. การสังเกต 2. การจำแนกประเภท 3. การลงความเห็นจากข้อมูล 4. การสร้างแบบจำลอง 5. การสื่อสารสารสนเทศและการรู้เท่าทันสื่อ 6. การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา	เมื่อเชื้อโรคหรือสิ่งแปลกปลอมอื่นเข้าสู่เนื้อเยื่อในร่างกาย ร่างกายจะมีกลไกในการต่อต้านหรือทำลายสิ่งแปลกปลอมทั้งแบบไม่จำเพาะและแบบจำเพาะ เซลล์เม็ดเลือดขาวกลุ่มฟาโกไซต์จะมีกลไกในการต่อต้านหรือทำลายสิ่งแปลกปลอมแบบไม่จำเพาะกลไกในการต่อต้านหรือทำลายสิ่งแปลกปลอมแบบจำเพาะเป็นการทำงานของเซลล์เม็ดเลือดขาวลิมโฟไซต์ชนิดบี และชนิดที ซึ่งเซลล์เม็ดเลือดขาวทั้งสองชนิดจะมีตัวรับแอนติเจนทำให้เซลล์ทั้งสองสามารถตอบสนองแบบจำเพาะต่อแอนติเจนนั้น ๆ ได้ เซลล์บีทำหน้าที่สร้างแอนติบอดี ซึ่งช่วยในการจับกับสิ่งแปลกปลอมต่าง ๆ เพื่อทำลายต่อไปโดยระบบภูมิคุ้มกัน เซลล์ทีทำหน้าที่หลากหลายเช่น กระตุ้นการทำงานของเซลล์บีและเซลล์ที	

มาตรฐาน	ตัวชี้วัด	สาระสำคัญ	K	A	P	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	หมายเหตุ
		ภูมิคุ้มกันรับมาและภูมิคุ้มกันก่อเอง					
	ม.4/6. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และยกตัวอย่างโรคหรืออาการที่เกิดจากความผิดปกติของระบบภูมิคุ้มกัน	ระบบภูมิคุ้มกันอาจเกิดความผิดปกติของระบบภูมิคุ้มกัน เช่น โรคภูมิแพ้ ที่เกิดจากภูมิคุ้มกันตอบสนองต่อแอนติเจนบางชนิดรุนแรงเกินไป โรคลูปัสหรือโรคเอสแอลอีที่เกิดจากภูมิคุ้มกันของร่างกายมีปฏิกิริยาตอบสนองต่อเนื้อเยื่อหรือเซลล์ของตนเอง และโรคเอดส์ที่เกิดจากภูมิคุ้มกันบกพร่องจากการติดเชื้อ HIV	1. ความผิดปกติของระบบภูมิคุ้มกัน 2. ความผิดปกติของภูมิคุ้มกันเนื่องจากติดเชื้อ HIV	1. การใช้วิจารณญาณ 2. ความรอบคอบ 3. ความใจกว้าง 4. การยอมรับความเห็นต่าง	1. การสื่อสารสารสนเทศและการรู้เท่าทันสื่อ 2. การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา 3. ความร่วมมือการทำงานเป็นทีมและภาวะผู้นำ 4. การสังเกต 25 การลงความเห็นจากข้อมูล	บางกรณีร่างกายอาจเกิดความผิดปกติของระบบภูมิคุ้มกัน เช่น ภูมิคุ้มกันตอบสนองต่อแอนติเจนบางชนิดอย่างรุนแรงมากเกินไป หรือร่างกายมีปฏิกิริยาตอบสนองต่อแอนติเจนของตนเองอาจทำให้ร่างกายเกิดอาการผิดปกติได้	
	ม.4/7. อธิบายภาวะภูมิคุ้มกันบกพร่องที่มีสาเหตุมาจากการติดเชื้อ HIV					บุคคลที่ได้รับเลือดหรือสารคัดหลั่งที่มีเชื้อ HIVซึ่งสามารถทำลายเซลล์ที ทำให้ภูมิคุ้มกันบกพร่อง และติดเชื้อต่าง ๆ ได้ง่ายขึ้น	

มาตรฐาน	ตัวชี้วัด	สาระสำคัญ	K	A	P	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	หมายเหตุ
	ม.4/8. ทดสอบ และบอกชนิดของสารอาหารที่พืชสังเคราะห์ได้	พืชสร้างน้ำตาลจากการสังเคราะห์ด้วยแสง โดยน้ำตาลที่สร้างขึ้นนี้ถูกนำไปใช้ในการหายใจระดับเซลล์เพื่อให้ได้พลังงานสำหรับใช้ในกิจกรรมต่าง ๆ และเป็นแหล่งคาร์บอนสำหรับกระบวนการสังเคราะห์สารอินทรีย์และการเจริญเติบโต	1. กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง 2. ผลิตภัณฑ์ของกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง	1. ความอยากรู้อยากเห็น 2. การใช้วิจารณญาณ 3. ความเชื่อมั่นต่อหลักฐานเชิงประจักษ์ 4. ความใจกว้าง 5. การยอมรับความเห็นต่าง 6. ความซื่อสัตย์ 7. ความมุ่งมั่นอดทน 8. ความรอบคอบ 9. วัตถุวิสัย	1. การสังเกต 2. การวัด 3. การจำแนกประเภท 4. การลงความเห็นจากข้อมูล 5. การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป 1. การสื่อสารสารสนเทศและการรู้เท่าทันสื่อ 2. การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา 3. ความร่วมมือการทำงานเป็นทีม และภาวะผู้นำ	กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงเป็นจุดเริ่มต้นของการสร้างน้ำตาลในพืช พืชเปลี่ยนน้ำตาลไป เป็นสารอาหารและสารอื่น ๆ เช่น คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน ที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตของพืช และสัตว์	
	ม.4/9. สืบค้นข้อมูลอภิปราย และยกตัวอย่างเกี่ยวกับ การใช้ประโยชน์จากสารต่าง ๆ ที่พืชบางชนิด สร้างขึ้น	สารอินทรีย์ที่พืชสร้างขึ้นมีทั้งจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชโดยตรงซึ่งพบได้ในพืชทุกชนิด เช่น คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ลิพิด กรดนิวคลิอิก กรดแอมิโน วิตามิน คลอโรฟิลล์ ฮอร์โมนพืช และสารอินทรีย์ที่ไม่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชโดยตรงซึ่งพบในพืชบางชนิดเพื่อช่วยให้พืชเหล่านั้นมีชีวิตรอดและแพร่กระจายพันธุ์ได้ โดยปัจจุบันมนุษย์นำสารอินทรีย์				มนุษย์สามารถนำสารต่าง ๆ ที่พืชบางชนิดสร้างขึ้นไปใช้ประโยชน์ เช่น ใช้เป็นยาหรือสมุนไพร ในการรักษาโรคบางชนิด ใช้ในการไล่แมลง กำจัดศัตรูพืชและสัตว์ ใช้ในการยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย และใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรม	

มาตรฐาน	ตัวชี้วัด	สาระสำคัญ	K	A	P	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	หมายเหตุ
		ในกลุ่มเหล่านี้ไปใช้ใช้ประโยชน์อย่างหลากหลาย เช่น การใช้ประโยชน์จากยางพารา สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพใช้เป็นยา เป็นต้น					
	ม.4/10. ออกแบบการทดลอง ทดลอง และอธิบายเกี่ยวกับปัจจัยภายนอกที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช	การเจริญเติบโตของพืชถูกควบคุมด้วยปัจจัยภายนอกและปัจจัยภายใน ปัจจัยภายนอกที่มีผลต่อการเจริญเติบโต เช่น แสง คาร์บอนไดออกไซด์ น้ำ อุณหภูมิ ธาตุอาหาร ออกซิเจน และศัตรูพืช ส่วนปัจจัยภายในได้แก่ ฮอร์โมนพืช ซึ่งพืชสังเคราะห์สารควบคุมการเจริญเติบโตในแต่ละช่วงชีวิต มนุษย์สังเคราะห์สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชโดยเลียนแบบฮอร์โมนพืช เพื่อนำมาควบคุม	1. ปัจจัยที่มีผลต่อการดำรงชีวิตของพืช	1. ความอยากรู้อยากเห็น 2. การใช้วิจารณญาณ 3. ความเชื่อมั่นต่อหลักฐานเชิงประจักษ์ 4. ความใจกว้าง 5. การยอมรับความเห็นต่าง 6. ความซื่อสัตย์ 7. ความมุ่งมั่นอดทน 8. ความรอบคอบ 9. วัตถุวิสัย	1. การสังเกต 2. การวัด 3. การหาความสัมพันธ์ของสเปซกับเวลา 4. การจัดกระทำข้อมูลและสื่อความหมายข้อมูล 5. การตั้งสมมติฐาน 6. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ	ปัจจัยภายนอกที่มีผลต่อการเจริญเติบโต เช่น แสง น้ำ ธาตุอาหาร คาร์บอนไดออกไซด์ และออกซิเจนปัจจัยภายใน เช่น ฮอร์โมนพืช ซึ่งพืชมีการสังเคราะห์ขึ้น เพื่อควบคุมการเจริญเติบโตในช่วงชีวิตต่าง ๆ	

มาตรฐาน	ตัวชี้วัด	สาระสำคัญ	K	A	P	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	หมายเหตุ
		การเจริญเติบโต และเพิ่มผลผลิตของพืช			7. การกำหนดและควบคุมตัวแปร 8. การทดลอง 9. การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป 10. การสื่อสารสารสนเทศและการรู้เท่าทันสื่อ 11. การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา 12. ความร่วมมือ การทำงานเป็นทีมและภาวะผู้นำ		

มาตรฐาน	ตัวชี้วัด	สาระสำคัญ	K	A	P	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	หมายเหตุ
	ม.4/11. สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชที่มนุษย์สังเคราะห์ขึ้นและยกตัวอย่างการนำมาประยุกต์ใช้ทางด้านการเกษตรของพืช		1. สารสังเคราะห์ที่มนุษย์สร้างขึ้นเพื่อใช้ประโยชน์ด้านการเกษตร	1. ความอยากรู้อยากเห็น	1. การสังเกต 2. การจำแนกประเภท 3. การลงความเห็นจากข้อมูล 4. การสื่อสารสารสนเทศและการรู้เท่าทันสื่อ 5. ความร่วมมือการทำงานเป็นทีม และภาวะผู้นำ	มนุษย์มีการสังเคราะห์สารควบคุมการเจริญเติบโต	
	ม.4/12. สังเกต และอธิบายการตอบสนองของพืชต่อสิ่งเร้าในรูปแบบต่าง ๆ ที่มีผลต่อการดำรงชีวิต	การตอบสนองของพืชมีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของพืช โดยพืชสามารถตอบสนองต่อสิ่งเร้าในรูปแบบของการเคลื่อนไหวได้ ซึ่งอาจแบ่งได้เป็น 2 รูปแบบ ได้แก่ การตอบสนองที่มีทิศทางสัมพันธ์กับทิศทางของสิ่งเร้า และการตอบสนองที่	1. การตอบสนองต่อสิ่งเร้าของพืช	1. ความอยากรู้อยากเห็น	1. การสังเกต 2. การจำแนกประเภท 3. การลงความเห็นจากข้อมูล 4. การสื่อสารสารสนเทศและการรู้เท่าทันสื่อ	การตอบสนองต่อสิ่งเร้าของพืชแบ่งตามความสัมพันธ์กับทิศทางของสิ่งเร้าได้ ได้แก่ แบบที่มีทิศทางสัมพันธ์กับทิศทางของสิ่งเร้า เช่น ดอกทานตะวันหันเข้าหาแสง ปลายรากเจริญเข้าหาแรงโน้มถ่วงของโลก และแบบที่ไม่มีทิศทางสัมพันธ์กับทิศทางของสิ่งเร้า เช่น การหุบ	

มาตรฐาน	ตัวชี้วัด	สาระสำคัญ	K	A	P	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	หมายเหตุ
		ไม่สัมพันธ์กับทิศทางของสิ่งเร้า				และบานของดอก หรือการหุบและกางของใบพืช บางชนิด • การตอบสนองต่อสิ่งเร้าของพืชบางอย่างส่งผลต่อการเจริญเติบโต เช่น การเจริญในทิศทางเข้าหาหรือตรงข้ามกับแรงโน้มถ่วงของโลก การเจริญในทิศทางเข้าหาหรือตรงข้ามกับแสง และการตอบสนองต่อการสัมผัสสิ่งเร้า	
มาตรฐาน ว 1.3 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม สารพันธุกรรม การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิต ความหลากหลาย ทางชีวภาพและวิวัฒนาการของ	ม. 4/1. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างยีน การสังเคราะห์โปรตีน และลักษณะทางพันธุกรรม	ลักษณะทางพันธุกรรมเป็นลักษณะที่สามารถถ่ายทอดจากพ่อแม่ไปสู่ลูกและรุ่นต่อ ๆ ไปได้ ซึ่งการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมมีรูปแบบที่หลากหลาย บางกรณีมีรูปแบบที่แตกต่างจากกรณีที่เมนเดลศึกษา เนื่องจากมีจำนวนรูปแบบแอลลีนของยีนที่แตกต่างไป หรือเป็นยีนที่อยู่บนโครโมโซมเพศ เป็นต้น	1. ยีนและการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม	1. ความอยากรู้อยากเห็น 2. การใช้วิจารณญาณ 3. ความใจกว้าง	1. การสังเกต 2. การจำแนกประเภท 3. การใช้จำนวน 4. การลงความเห็นจากข้อมูล 5. การพยากรณ์ 6. การสื่อสารสารสนเทศและการรู้เท่าทันสื่อ	• ดีเอ็นเอ มีโครงสร้างประกอบด้วยนิวคลีโอไทด์มาเรียงต่อกัน โดยยีนเป็นช่วงของสายดีเอ็นเอที่มีลำดับนิวคลีโอไทด์ที่กำหนดลักษณะของโปรตีนที่สังเคราะห์ขึ้น ซึ่งส่งผลให้เกิดลักษณะทางพันธุกรรมต่าง ๆ	

มาตรฐาน	ตัวชี้วัด	สาระสำคัญ	K	A	P	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	หมายเหตุ
สิ่งมีชีวิต รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์					7. การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา 8. การสร้างสรรค์และนวัตกรรม		
	ม.4/2. อธิบายหลักการถ่ายทอดลักษณะที่ถูกควบคุมด้วยยีนที่อยู่บนโครโมโซมเพศและมัลติเปิลแอลลีล		1. กระบวนการสังเคราะห์โปรตีนของ DNA และ RNA 2. ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะทางพันธุกรรม และรหัสพันธุกรรม	1. ความอยากรู้อยากเห็น 2. การใช้วิจารณญาณ 3. ความใจกว้าง	1. การสื่อสารสารสนเทศและการรู้เท่าทันสื่อ 1. การสังเกต	• ลักษณะบางลักษณะมีโอกาสพบในเพศชายและเพศหญิงไม่เท่ากัน เช่น ตาบอดสี และฮีโมฟีเลียซึ่งควบคุมโดยยีนบนโครโมโซมเพศ บางลักษณะมีการควบคุมโดยยีนแบบมัลติเปิลแอลลีล เช่นหมู่เลือดระบบ ABO ซึ่งการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมดังกล่าวจัดเป็นส่วนขยายของพันธุศาสตร์เมนเดล	
	ม.4/3. อธิบายผลที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงลำดับนิวคลีโอไทด์ในดีเอ็นเอต่อการแสดงลักษณะของสิ่งมีชีวิต	การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมเกิดผ่านยีนซึ่งเป็นช่วงของ DNA ที่อยู่บนโครโมโซม โดยลำดับนิวคลีโอไทด์ของยีนกำหนดลักษณะ	1. มิวเทชั่น 2. การนำมิวเทชั่นไปใช้ประโยชน์	1. ความอยากรู้อยากเห็น 2. การใช้วิจารณญาณ	1. การสื่อสารสารสนเทศและการรู้เท่าทันสื่อ 2. การคิดอย่างมีวิจารณญาณ	• มิวเทชันที่เปลี่ยนแปลงลำดับนิวคลีโอไทด์ หรือเปลี่ยนแปลงโครงสร้างหรือจำนวนโครโมโซมอาจส่งผลทำให้ลักษณะของ	

มาตรฐาน	ตัวชี้วัด	สาระสำคัญ	K	A	P	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	หมายเหตุ
		โปรตีนที่สังเคราะห์ขึ้น แอลลีนรูปแบบต่างกันจะมีลำดับนิวคลีโอไทด์ต่างกัน ทำให้ได้โปรตีนที่มีสมบัติต่างกัน		3. ความเชื่อ มั่นต่อหลักฐานเชิงประจักษ์	และการแก้ปัญหา 3. การสังเกต 4. การลงความเห็นจากข้อมูล	สิ่งมีชีวิตเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม ซึ่งอาจมีผลดีหรือผลเสีย	
	ม.4/4. สืบค้นข้อมูล และยกตัวอย่างการนำมิวเทชันไปใช้ประโยชน์	การเปลี่ยนแปลงของลำดับนิวคลีโอไทด์จัดเป็นมิวเทชัน ซึ่งอาจเกิดในระดับยีนหรือในระดับโครโมโซม มิวเทชันอาจก่อให้เกิดผลเสีย ผลดี หรือไม่ส่งผลใด ๆ ต่อสิ่งมีชีวิต ขึ้นอยู่กับว่าการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวส่งผลให้โปรตีนที่สังเคราะห์ขึ้นเปลี่ยนแปลงหรือไม่และอย่างไร มนุษย์ประยุกต์ใช้หลักการของการเกิดมิวเทชันในการชักนำให้ได้สิ่งมีชีวิตที่มีลักษณะแตกต่างจากเดิมโดยการใช้รังสีและสารเคมี .				มนุษย์ใช้หลักการของการเกิดมิวเทชันในการชักนำให้ได้สิ่งมีชีวิตที่มีลักษณะที่แตกต่างจากเดิม	

มาตรฐาน	ตัวชี้วัด	สาระสำคัญ	K	A	P	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	หมายเหตุ
	ม.4/5. สืบค้นข้อมูล และอภิปรายผลของเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอที่มีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม	มนุษย์นำความรู้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอมาประยุกต์ใช้ในหลายด้าน ทั้งด้านการแพทย์และเภสัชกรรม ด้านการเกษตร ด้านนิติวิทยาศาสตร์ และด้านอุตสาหกรรม ซึ่งการใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอดังกล่าวต้องคำนึงถึงความปลอดภัยทางชีวภาพ ชีวจริยธรรม และผลกระทบทางด้านสังคมด้วย	1. เทคโนโลยีด้านพันธุวิศวกรรม	1. ความอยากรู้อยากเห็น 2. การใช้วิจารณญาณ 3. ความเชื่อมั่นต่อหลักฐานเชิงประจักษ์ 4. ความซื่อสัตย์ 5. ความรอบคอบ 6. ความใจกว้าง	1. การสังเกต 2. การลงความเห็นจากข้อมูล 3. การพยากรณ์ 4. การสื่อสารสารสนเทศและการรู้เท่าทันสื่อ 5. การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา	มนุษย์นำความรู้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอมาประยุกต์ใช้ทางด้านการแพทย์ และเภสัชกรรม เช่น การสร้างสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม เพื่อผลิตยาและวัคซีน ด้านการเกษตร เช่น พืชดัดแปรพันธุกรรมที่ต้านทานโรคหรือแมลง สัตว์ดัดแปรพันธุกรรมที่มีลักษณะตามที่ต้องการ และด้านนิติวิทยาศาสตร์ เช่น การตรวจลายพิมพ์ดีเอ็นเอ เพื่อหาความสัมพันธ์ทางสายเลือด หรือเพื่อหาผู้กระทำผิด • การใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอในด้านต่าง ๆ ต้องคำนึงถึงความปลอดภัยทางชีวภาพ ชีวจริยธรรมและผลกระทบทางด้านสังคม	

มาตรฐาน	ตัวชี้วัด	สาระสำคัญ	K	A	P	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	หมายเหตุ
	ม.4/6. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และยกตัวอย่าง ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต ซึ่งเป็นผลมาจากวิวัฒนาการ	มิวเทชันและการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศทำให้เกิดความหลากหลายทางพันธุกรรมของประชากรสิ่งมีชีวิตหนึ่ง ๆ โดยธรรมชาติจะมีการคัดเลือกสมาชิกในประชากรที่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมนั้น ทำให้ลักษณะดังกล่าวสามารถถ่ายทอดไปยังรุ่นต่อ ๆ ไปได้ การคัดเลือกโดยธรรมชาติดังกล่าวนี้ เกิดขึ้นต่อเนื่องเป็นระยะเวลานานหลายชั่วรุ่น จนนำไปสู่ความแตกต่างกันของประชากรในปัจจุบันกับรุ่นบรรพบุรุษ และนำไปสู่ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตในปัจจุบัน	1. ทฤษฎีการคัดเลือกโดยธรรมชาติ 2. ความหลากหลายอันเกิดจากการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ และวิวัฒนาการ	1. ความอยากรู้อยากเห็น 2. การใช้วิจารณญาณ 3. ความเชื่อมั่นต่อหลักฐานเชิงประจักษ์	1. การสังเกต 2. การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล 3. การลงความเห็นจากข้อมูล	• สิ่งมีชีวิตที่มีอยู่ในปัจจุบันมีลักษณะที่ปรากฏให้เห็นแตกต่างกันซึ่งเป็นผลมาจากความหลากหลายของลักษณะทางพันธุกรรม ซึ่งเกิดจากมิวเทชันร่วมกับการคัดเลือกโดยธรรมชาติ • ผลจากกระบวนการคัดเลือกโดยธรรมชาติ ทำให้สิ่งมีชีวิตที่มีลักษณะเหมาะสมในการดำรงชีวิตสามารถปรับตัวให้อยู่รอดได้ในสิ่งแวดล้อมนั้น ๆ กระบวนการคัดเลือกโดยธรรมชาติเป็นหลักการ	

ลงชื่อ .....

(นายศราวุธ รามศรี)

ครูผู้สอน