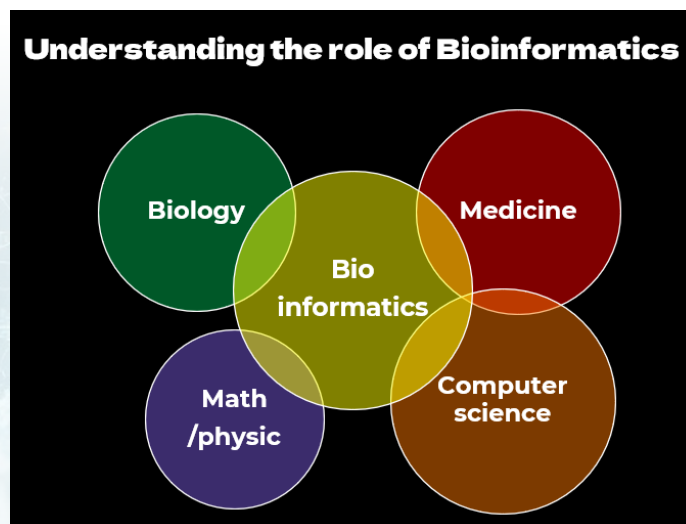


บทบาท ความท้าทาย และโอกาสของชีวสารสนเทศ ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยในอนาคต

บทนำ

ชีวสารสนเทศ เป็นสาขาวิชาที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ คณิตศาสตร์ ฟิสิกส์ และชีววิทยา ดังแสดงในรูปที่ 1 ในการรวบรวม จัดเก็บ วิเคราะห์ และเผยแพร่ข้อมูลทางชีววิทยา เช่น ข้อมูลทางพันธุกรรม ดีเอ็นเอ (จีโนมิกส์) อาร์เอ็นเอ (ทรานสคริปโตมิกส์) โปรตีน (โปรตีโอมิกส์) และเมแทบอลาइट (เมแทโบลอมิกส์) ซึ่งมีบทบาทสำคัญในหลากหลายสาขาวิชา ทั้งการแพทย์ การเกษตร และอุตสาหกรรมอาหารและยา ความท้าทายของชีวสารสนเทศคือวิธีการทำความเข้าใจและตีความข้อมูลที่รวบรวมมา เนื่องจากชุดข้อมูลมีขนาดใหญ่ ดังนั้นการทำงานด้านชีวสารสนเทศกับจีโนมของสิ่งมีชีวิตจึงมุ่งหวังที่จะค้นพบข้อมูลเชิงลึกเกี่ยวกับชีววิทยาของสิ่งมีชีวิตที่ความซับซ้อน



รูปที่ 1. สาขาวิชาที่เกี่ยวข้องกับชีวสารสนเทศ

คำสำคัญ

ชีวสารสนเทศ การแพทย์เฉพาะบุคคล การเกษตรในอนาคต ความปลอดภัยและการรับรองคุณภาพอาหาร

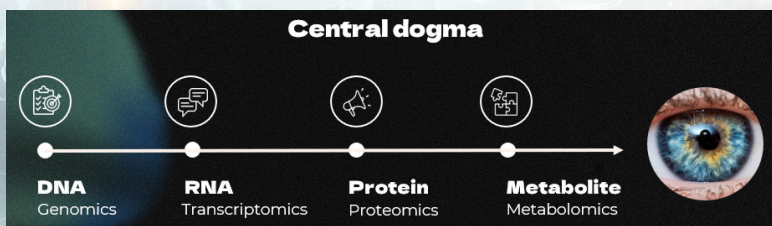
1. บทบาทของชีวสารสนเทศ

จีโนมิกส์ มีบทบาทสำคัญในการแพทย์แม่นยำ ช่วยให้สามารถรักษาผู้ป่วยเฉพาะบุคคลได้โดยอาศัยองค์ประกอบทางพันธุกรรมของแต่ละบุคคล การวิเคราะห์ข้อมูลจีโนมเผยให้เห็นถึงข้อมูลเชิงลึกเกี่ยวกับกลไกของโรคและเป้าหมายการรักษาที่เป็นไปได้ การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางพันธุกรรมช่วยในการทำความเข้าใจการตอบสนองต่อการรักษา เช่น การหาตำแหน่งกลายพันธุ์ของยีนก่อมะเร็ง และใช้ประกอบในการทำนาย ชนิดยา และปริมาณยาที่จะใช้ในการรักษา

ทรานสคริปโตมิกส์ ในงานวิจัยโรค ช่วยให้เข้าใจรูปแบบการแสดงออกของยีนที่เกี่ยวข้องกับโรคต่างๆ เช่น มะเร็งและความผิดปกติทางระบบประสาท อีกทั้งยังสามารถชดเชยข้อด้อยของการวิเคราะห์ข้อมูลแบบจีโนมิกส์ได้ เช่น ตรวจการแสดงออกของยีนที่เกิดความผิดปกติแบบ Reciprocal translocations ซึ่งเป็นยีนสาเหตุของโรคลูคีเมีย มะเร็งต่อมน้ำเหลือง และมะเร็งซาร์โคมา เป็นต้น

โปรตีโอมิกส์ เป็นเครื่องมือที่ช่วยทำนายโครงสร้างโปรตีน ทำให้เข้าใจหน้าที่และปฏิสัมพันธ์ของโปรตีนเพื่อการพัฒนาและศึกษากลไกของโรค

การวิเคราะห์ข้อมูล**เมแทบอลอมิกส์** เผยให้เห็นถึงข้อมูลเชิงลึกที่เกี่ยวกับกลไกการเผาผลาญพลังงานที่เกี่ยวข้องกับสุขภาพและการตอบสนองต่อสิ่งแวดล้อมของสิ่งมีชีวิต ดังแสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 2. ชนิดของโอมิกส์ใน central dogma

2. ชีวสารสนเทศและความปลอดภัยทางการแพทย์เฉพาะบุคคล

ในด้านการแพทย์ ชีวสารสนเทศเป็นเครื่องมือสำคัญในการวินิจฉัยและรักษาโรค โดยสามารถนำมาใช้ในการศึกษาลำดับเบสของยีน พัฒนายารักษาโรค การพยากรณ์โรค และการรักษาเฉพาะบุคคล (personalized medicine) โดยการ

วิเคราะห์ข้อมูลพันธุกรรมของผู้ป่วยด้วยการวิเคราะห์ลำดับเบสของยีน (DNA sequencing) ช่วยให้นักวิจัยสามารถระบุความผิดปกติของยีนที่เป็นสาเหตุของโรคที่เกิดจากพันธุกรรม และพัฒนายาที่มีประสิทธิภาพและเฉพาะเจาะจงกับกลุ่มโรคนั้นๆ ตัวอย่างเช่น การค้นพบการกลายพันธุ์ของยีน *BRCA1* และ *BRCA2* ที่ส่งผลให้มีโอกาสป่วยเป็นโรคมะเร็งเต้านมและมะเร็งมดลูกในเพศหญิง และมะเร็งต่อมลูกหมากในเพศชาย นอกจากนี้ชีวสารสนเทศยังถูกนำมาใช้เพื่อพยากรณ์โรคในระยะเริ่มแรก โดยสามารถวิเคราะห์โปรตีนและเมแทบอลิต์ในร่างกายเพื่อหารูปแบบพฤติกรรมของโรค และสามารถทำนายโอกาสในการเกิดโรคของแต่ละคนได้

3. ชีวสารสนเทศ ศาสตร์เพื่อการเกษตรในอนาคต

ในปัจจุบันและอนาคตอันใกล้ ชีวสารสนเทศจะมีบทบาทสำคัญในการพัฒนาการเกษตรให้ก้าวไปสู่ยุคใหม่ที่มีความยั่งยืนมากขึ้น โดยการนำเทคโนโลยีการวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่และปัญญาประดิษฐ์มาใช้ในการเพิ่มผลผลิต ลดต้นทุน และพัฒนาพันธุ์กรรมพืชและสัตว์ให้ทนทานต่อโรคและสภาพแวดล้อม รวมถึงการปรับปรุงคุณภาพทางโภชนาการโดยการออกแบบและสร้างสายพันธุ์ใหม่ที่ตอบสนองต่อความต้องการของตลาด และปรับตัวได้ดีต่อสภาพแวดล้อมเป้าหมาย

การเพิ่มผลผลิตและคุณภาพ

การใช้ข้อมูลจีโนมระบุยีนที่เกี่ยวข้องกับลักษณะที่ต้องการ นำไปสู่การพัฒนาพืชผลที่มีคุณภาพสูงในด้านการเกษตร นักวิจัยสามารถใช้เทคนิคการวิเคราะห์ข้อมูลพันธุกรรมเพื่อค้นหาพื้นที่ควบคุมคุณสมบัติต่างๆ เช่น ความต้านทานโรคและแมลง ลักษณะผลตก ผลใหญ่ หรือผลเล็ก เพื่อใช้เป็นเครื่องหมายโมเลกุลในการคัดเลือกและปรับปรุงพันธุ์พืชให้มีความต้านทานที่แม่นยำ ซึ่งจะช่วยลดการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช เพิ่มผลผลิตทางการเกษตรที่ปลอดภัยต่อผู้บริโภค และร่นระยะเวลาในการปรับปรุงพันธุ์พืชเมื่อเทียบกับการปรับปรุงพันธุ์พืชแบบดั้งเดิม (conventional breeding)

การปรับปรุงพันธุ์พืชเพื่อให้ปรับตัวต่อสิ่งแวดล้อม

ข้อมูลจีโนมถูกใช้ในการพัฒนาพันธุ์พืชที่ทนทานมากขึ้น เพื่อรับมือกับความท้าทายด้านความมั่นคงทางอาหาร การระบุลักษณะทางพันธุกรรมที่ปรับตัวได้ดีต่อการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อม เช่น ลักษณะทนร้อนในมะเขือเทศ ทนน้ำท่วมในข้าว ทนหนาวในพืชตระกูลแตง การระบุลักษณะทางพันธุกรรมที่ควบคุมลักษณะที่ดีต่อการเก็บรักษาและขนส่งหลัง

เก็บเกี่ยว เช่น เนื้อผลไม้หนาและแข็งในมะเขือเทศ ทั้งนี้ลักษณะดังกล่าวส่งอิทธิพลอย่างมากในโปรแกรมการปรับปรุงพันธุ์พืชแบบโมเลกุลาร์ (molecular breeding) ของอุตสาหกรรมพืชผักเศรษฐกิจทั่วโลกในปัจจุบัน

การเกษตรแม่นยำและความยั่งยืน

ด้วยข้อมูลเชิงลึกทางการเกษตรส่งผลให้สามารถใช้เทคนิคการทำฟาร์มแม่นยำเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้ทรัพยากร และเพิ่มผลผลิตสูงสุดได้ อีกทั้งยังช่วยในการคาดการณ์และบรรเทาผลกระทบจากสิ่งแวดล้อมต่อพืชผล ช่วยจัดการการเกษตรให้มีความยั่งยืนและยืดหยุ่นมากขึ้น นอกจากนี้ยังสามารถใช้ทำนายการระบาดของโรคและแมลงศัตรูพืช และออกแบบการจัดการศัตรูพืชที่แม่นยำได้ เช่น การจับคู่ (compatibility) ระหว่างยีนต้านทานโรคของพืชกับยีนก่อโรคของเชื้อที่พืชสามารถจดจำได้ (avrulence gene) ภายใต้กลไก gene for gene interaction เพื่อช่วยในการจัดการในการใช้พืชพันธุ์ต้านทานในพื้นที่เป้าหมาย

การใช้จุลินทรีย์เพื่อเพิ่มผลผลิต

ในทางการเกษตรจุลินทรีย์มีบทบาทสำคัญในการเพิ่มผลผลิต ลดต้นทุน และเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม เช่น การใช้จุลินทรีย์ในการเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดิน ควบคุมโรค และย่อยสลายซากพืชให้กลายเป็นปุ๋ยแล้วนำกลับมาใช้ประโยชน์ ซึ่งชีวสารสนเทศจะช่วยในการพัฒนา คัดเลือกสายพันธุ์จุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพสูงสุดและมีความปลอดภัยทางชีวภาพ การศึกษาจุลินทรีย์ในดิน (soil microbiota) เพื่อใช้ในการเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดิน หมุนเวียนธาตุอาหารในระบบนิเวศ ส่งเสริมระดับธาตุอาหารในดินที่เหมาะสม และปรับปรุงสภาพดิน นอกจากนี้การใช้แบคทีเรียจำพวก plant-growth-promoting rhizobacteria เพื่อส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช ถือเป็นแนวทางที่ยั่งยืนในการฟื้นฟูระบบนิเวศ เช่น การใช้แบคทีเรียในการหมุนเวียนธาตุอาหารหลักในดิน เช่น การใช้ *Azotobacter chroococcum* ในการตรึงไนโตรเจนให้กับดิน

Klebsiella variicola และ *Rhizobium larrymoorei* ในการปลดปล่อยธาตุฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมรูปแบบที่ละลายน้ำออกมาในดินตามลำดับ นอกจากนี้จุลินทรีย์บางชนิดยังสามารถใช้ปรับปรุงสภาพน้ำได้ เช่น การใช้ *Bacillus subtilis* เพื่อรักษาคุณภาพน้ำ ควบคุมปริมาณแอมโมเนียและโรคในบ่อเลี้ยง ส่งเสริมการย่อยอาหารของปลาและกุ้ง เป็นต้น

การจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

ชีวสารสนเทศจะช่วยในการวางแผน จัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมของภาคการเกษตร โดยการวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่เกี่ยวกับสภาพอากาศ ดิน น้ำ และความหลากหลายทางชีวภาพ เพื่อเลือกใช้วิธีการเกษตรที่เหมาะสมและลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

4. การเฝ้าระวังและจัดการโรคระบาดใน คน พืชและสัตว์

ชีวสารสนเทศมีบทบาทสำคัญในการเฝ้าระวังและจัดการโรคระบาดในคน พืชและสัตว์ โดยการเก็บรวบรวมข้อมูล การเกิดโรค วิเคราะห์สาเหตุ และพัฒนาวิธีการป้องกันและควบคุมโรคอย่างมีประสิทธิภาพ ดังแสดงในรูปที่ 3 เช่น

- แอปพลิเคชัน “PODD” ช่วยเฝ้าระวังโรคระบาดจากสัตว์สู่คน
- แอปพลิเคชัน “ทันระบาด” ช่วยเฝ้าระวังการระบาดของโรคไข้เลือดออก
- แอปพลิเคชัน “หมอชนะ” ช่วยในการเฝ้าระวังและจัดการการเข้าถึงวัคซีนโรคโควิด-19
- แอปพลิเคชัน “Protect Plants” ให้ความรู้เกี่ยวกับโรคพืชและศัตรูพืช ทั้งในด้านการอารักขาพืช การวินิจฉัยศัตรูพืชเบื้องต้น การวินิจฉัยชนิดพืช รวมถึงการพยากรณ์เตือนสภาพอากาศที่จะเกิดขึ้น อีกทั้งยังสามารถเตือนการระบาดของศัตรูพืชที่อาจมีผลกระทบต่อการทำเกษตร



รูปที่ 3. แอปพลิเคชันการเฝ้าระวังและจัดการโรคระบาดในคน พืชและสัตว์ ในประเทศไทย (Google play, apps)

5. ชีวสารสนเทศกับความปลอดภัยและการรับรองคุณภาพอาหาร

บทบาทสำคัญของชีวสารสนเทศในอุตสาหกรรมอาหาร ทั้งในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ การควบคุมคุณภาพ และการตรวจสอบสิ่งปนเปื้อนในอาหาร การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีและโภชนาการของอาหาร การตรวจสอบแหล่งที่มาของวัตถุดิบ การปรับปรุงกระบวนการผลิตเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพและปลอดภัยสูง นอกจากนี้ยังใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารใหม่ที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง และการปรับปรุงมาตรการด้านความปลอดภัยของอาหารโดยการวิเคราะห์จีโนมของจุลินทรีย์ เพื่อให้แน่ใจว่าไม่มีการปนเปื้อนใน

ผลิตภัณฑ์อาหาร ทั้งนี้ชีวสารสนเทศยังสามารถประเมินคุณค่าทางโภชนาการของอาหารได้ และช่วยให้สามารถเลือกอาหารที่มีข้อมูลเพียงพอและส่งเสริมสุขภาพของประชาชน

ทั้งนี้ในภาพรวมชีวสารสนเทศเป็นเทคโนโลยีที่มีบทบาทสำคัญและประยุกต์ใช้ได้อย่างกว้างขวางในหลากหลายสาขา ซึ่งช่วยเพิ่มประสิทธิภาพและคุณภาพของผลิตภัณฑ์ในด้านการแพทย์ อาหาร ยา และเป็นเครื่องมือสำคัญในการขับเคลื่อนการเกษตรยุคใหม่ที่มีความยั่งยืนและสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ โดยการนำเทคโนโลยีดิจิทัลมาใช้ในการเพิ่มผลผลิต ลดต้นทุน และอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ ทั้งในระดับฟาร์ม ภูมิภาค และระดับโลก

เอกสารอ้างอิง

- Alsamir, M., Tariq, M., Richard, T. and Nabil, A., 2021. An overview of heat stress in tomato (*Solanum lycopersicum* L.). *Saudi Journal of Biological Sciences*, **28**, pp. 1654–1663.
- Bayat, A., 2002. Science medicine and the future bioinformatics. *BMJ*, **324**, pp. 1018–1022.
- Neff, R.T., Leigha, S. and Ritu, S., 2017. BRCA mutation in ovarian cancer: testing, implications and treatment considerations. *Ther Adv Med Oncol*, **9**(8), pp. 519–531.
- Olechowska, E., Słomnicka, R., Kaźmińska, K., Olczak-Woltman, H. and Bartoszewski, G., 2022. The genetic basis of cold tolerance in cucumber (*Cucumis sativus* L.)—the latest developments and perspectives. *J. of Applied Genetics*, **63**, pp. 597–608.
- Olmos, J., Acosta, M., Mendoza, G. and Pitones, V., 2019. *Bacillus subtilis*, an ideal probiotic bacterium to shrimp and fish aquaculture that increase feed digestibility, prevent microbial diseases, and avoid water pollution. *Archives of Microbiology*, **202**, pp. 427–435.
- Panda, D. and Jijnasa, B., 2021. Flooding Tolerance in Rice: Focus on Mechanisms and Approaches. *Rice Science*, **28**(1), pp. 43–57.
- Pankaj, T., Jan, E.L., Susannah, G.T., Tongmin, S. and Brajesh, K.S., 2020. Plant–microbiome interactions: from community assembly to plant health. *Nat Rev Microbiol*, **18**, pp. 607–621.
- Rego, E.M. and Pandolfi, P.P., 2002. Reciprocal products of chromosomal translocations in human cancer pathogenesis: key players or innocent bystanders. *TRENDS in Molecular Medicine*, **8**(8), pp. 396–405.
- Shah, S., Rachelle, R., Synthia, E., Aruni, G., Antonios, R. and Stergios, B., 2021. BRCA Mutations in Prostate Cancer: Assessment, Implications and Treatment Considerations. *Int. J. Mol. Sci.*, **22**(23).
- Wang, J., Li, R., Zhang, H., Wei, G. and Li, Z., 2020. Beneficial bacteria activate nutrients and promote wheat growth under conditions of reduced fertilizer application. *BMC Microbiology*, **20**(38).
- Wang, X., Chong, Z., Yi, Z., Xiuqing, L., Chenxi, W., Fei, K., Jie, C., Wei, W., Dian, W., Xinyu, X., Ling X. and Yifen, Z., 2021. Prediction of BRCA gene mutation in breast cancer based on deep learning and histopathology images. *Frontiers in Genetics*, **12**.