KU

ศูนย์ปฏิบัติการวิจัย
และเรือนปลูกพืชทดลอง

ภาวะโลกรวน

ปุณยวีร์ เดชครอง ศรสวรรค์ ศรีมา และ อภินันท์ สนอ่อง

...การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศกำลังส่งผลกระทบอย่างรุนแรงต่อการเกษตรทั่วโลก เนื่องจากทำให้อุณหภูมิผันผวน ซึ่งส่งผลให้เกิดภัยแล้ง น้ำท่วม และเกิดการระบาดของโรคพืชและแมลงศัตรูเพิ่มขึ้น ทำให้เกษตรกรทั่วโลกต้องเผชิญกับความยากลำบากในการปลูกพืชผลให้เพียงพอกับความต้องการของประชากรที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ การพัฒนาและปรับปรุงพันธุ์พืชจึงเป็นหนทางสำคัญในการรับมือกับปัญหาเหล่านี้ และหนึ่งในวิทยาศาสตร์ที่มีบทบาทสำคัญในยุคปัจจุบันคือ

“วิทยาศาสตร์แห่งยีน และเทคโนโลยีทางพันธุกรรม”

punyavee.d@ku.th

ศูนย์ปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง
ศูนย์วิจัยและบริการวิชาการ คณะเกษตร กำแพงแสน
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม

KU

ศูนย์ปฏิบัติการวิจัย
และเรือนปลูกพืชทดลอง

ปัญหา... ภาวะโลกรวน (Climate Change)

ปุณยวีร์ เดชครอง ศรสวรรค์ ศรีมา และอภินันท์ สนอ่อง

ผลกระทบของโลกรวนต่อผลผลิตทางการเกษตร

- การเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศ
  - อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นทำให้พืชบางชนิดเจริญเติบโตไม่ได้ในพื้นที่เดิม
  - ความถี่และความรุนแรงของภัยธรรมชาติ ส่งผลให้พื้นที่เกษตรเสียหาย
  - ฤดูกาลเปลี่ยนแปลง ทำให้เกษตรกรคาดการณ์เวลาปลูกและเก็บเกี่ยวได้ยากขึ้น
- การลดลงของความอุดมสมบูรณ์ของดิน
  - อุณหภูมิที่สูงขึ้นและการชะล้างดินจากฝนที่รุนแรงทำให้ดินเสื่อมคุณภาพ
  - การใช้ทรัพยากรที่ไม่ยั่งยืน เช่น การใช้สารเคมีที่เกินความจำเป็น
- ผลกระทบต่อสัตว์เลี้ยงและการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ
  - อุณหภูมิที่สูงขึ้นและน้ำทะเลที่เปลี่ยนแปลงส่งผลต่อการเติบโตของสัตว์เลี้ยงและสัตว์น้ำ
  - โรคระบาดที่เกี่ยวข้องกับพืชและสัตว์เพิ่มและอาจทวีความรุนแรงขึ้น

ทรัพยากรธรรมชาติที่ลดลง

- แหล่งน้ำสำหรับอุปโภค บริโภค และการเกษตรลดลง เนื่องจากภัยแล้งและการเปลี่ยนแปลงของระบบนิเวศ
- การสูญเสียพื้นที่ป่า
  - การตัดไม้ทำลายป่าเพื่อการเกษตรและการขยายเมือง ทำให้สูญเสียที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิต
  - ป่าไม้ที่ลดลงส่งผลต่อการกักเก็บคาร์บอนและทำให้เกิดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเพิ่มขึ้น
- ความเสื่อมโทรมของแหล่งธรรมชาติ

การขาดแคลนอาหาร

- ความไม่มั่นคงทางอาหาร
  - ผลผลิตทางการเกษตรที่ลดลงส่งผลให้มีอาหารไม่เพียงพอต่อประชากร
  - ความเสียหายของพืชผลและการเพาะเลี้ยงสัตว์ทำให้ราคาอาหารสูงขึ้น
- ความต้องการที่เพิ่มขึ้นจากประชากรโลก
  - ประชากรที่เพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ สร้างความกดดันต่อระบบเกษตรกรรม
  - การผลิตอาหารต้องเผชิญกับข้อจำกัดจากพื้นที่และทรัพยากรธรรมชาติ
- ผลกระทบต่อชุมชนที่เปราะบาง
  - ชุมชนที่พึ่งพาเกษตรกรรมเป็นหลักได้รับผลกระทบอย่างหนักจากภัยธรรมชาติและการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ
  - การเข้าถึงอาหารในบางพื้นที่กลายเป็นปัญหาเนื่องจากต้นทุนการผลิตและการขนส่งที่สูงขึ้น

เรียบเรียงข้อมูลและรูปภาพจาก google search engine

punyavee.d@ku.th

ศูนย์ปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง
ศูนย์วิจัยและบริการวิชาการ คณะเกษตร กำแพงแสน
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม

ศูนย์ปฏิบัติการวิจัย
และเรือนปลูกพืชทดลอง

วิทยาศาสตร์แห่งยีน

The science of genes

ปุณยวีร์ เดชครอง ศรสวรรค์ ศรีมา และอภินันท์ สนอ่อง

กล่าวถึง จีโนมิกส์ ซึ่งเป็นสาขาหนึ่งของวิทยาศาสตร์ที่ศึกษาเกี่ยวกับยีน ทั้งในแง่ของโครงสร้าง หน้าที่ ความสัมพันธ์ และวิวัฒนาการของยีนในจีโนม (genome) ซึ่งหมายถึงข้อมูลพันธุกรรมทั้งหมดของสิ่งมีชีวิต โดยการศึกษาที่รวมถึงการวิเคราะห์ลำดับเบสของดีเอ็นเอ การทำแผนที่ยีนในจีโนม และการตรวจสอบการแสดงออกของยีนที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการทางชีววิทยาต่าง ๆ จีโนมิกส์มีบทบาทสำคัญในหลายด้าน เช่น การทำความเข้าใจโรคทางพันธุกรรม การพัฒนายา การวิเคราะห์วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต และการปรับปรุงพันธุ์พืชและสัตว์ให้มีลักษณะที่ต้องการ ฯลฯ ด้วยเทคโนโลยีที่ทันสมัย เช่น การลำดับเบสขั้นสูง (Next-Generation Sequencing, NGS) และการวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่ (Big Data Analysis) ความก้าวหน้านี้ได้ปฏิวัติจีโนมิกส์ให้กลายเป็นรากฐานสำคัญของการวิจัยและนวัตกรรมทางชีววิทยา

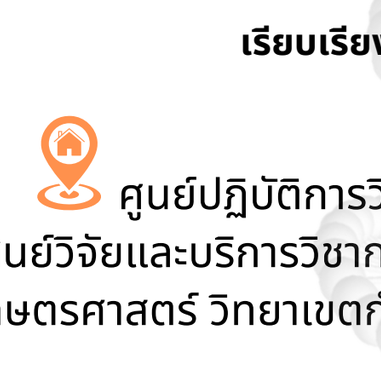
การประยุกต์ใช้งานด้านจีโนมิกส์: ตัวอย่างการประยุกต์ใช้ในสาขาต่าง ๆ ดังนี้

การแพทย์

การวินิจฉัยโรคทางพันธุกรรม การรักษาทางการแพทย์แบบเฉพาะบุคคล (การแพทย์แม่นยำ) การพัฒนายาใหม่ และการบำบัดยีน (Gene Therapy)

การเกษตรและอุตสาหกรรม

การปรับปรุงพันธุ์พืชเพื่อเพิ่มผลผลิต/เพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ/ความต้านทานต่อศัตรูพืช และการปรับปรุงพันธุ์สัตว์และรักษาสัตว์ผ่านข้อมูลทางพันธุกรรมเชิงลึก รวมถึงการพัฒนาจุลินทรีย์เชิงอุตสาหกรรม



ชีววิทยาเชิงวิวัฒนาการ

การวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานทางพันธุกรรมของวิวัฒนาการและความหลากหลายของสายพันธุ์

ชีววิทยาสิ่งแวดล้อม

การศึกษาไมโครไบโอม (Microbiome) การศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพ และการพัฒนาจุลินทรีย์เพื่อใช้จัดการมลพิษในสิ่งแวดล้อม

เรียบเรียงข้อมูลและรูปภาพจาก google search engine

punyavee.d@ku.th

ศูนย์ปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง
ศูนย์วิจัยและบริการวิชาการ คณะเกษตร กำแพงแสน
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม

ศูนย์ปฏิบัติการวิจัย
และเรือนปลูกพืชทดลอง

สิ่งมีชีวิตที่พัฒนาจากเทคโนโลยีปรับแต่งจีโนม (Genome Editing) กับ สิ่งมีชีวิตดัดแปลงพันธุกรรม (GMOs)

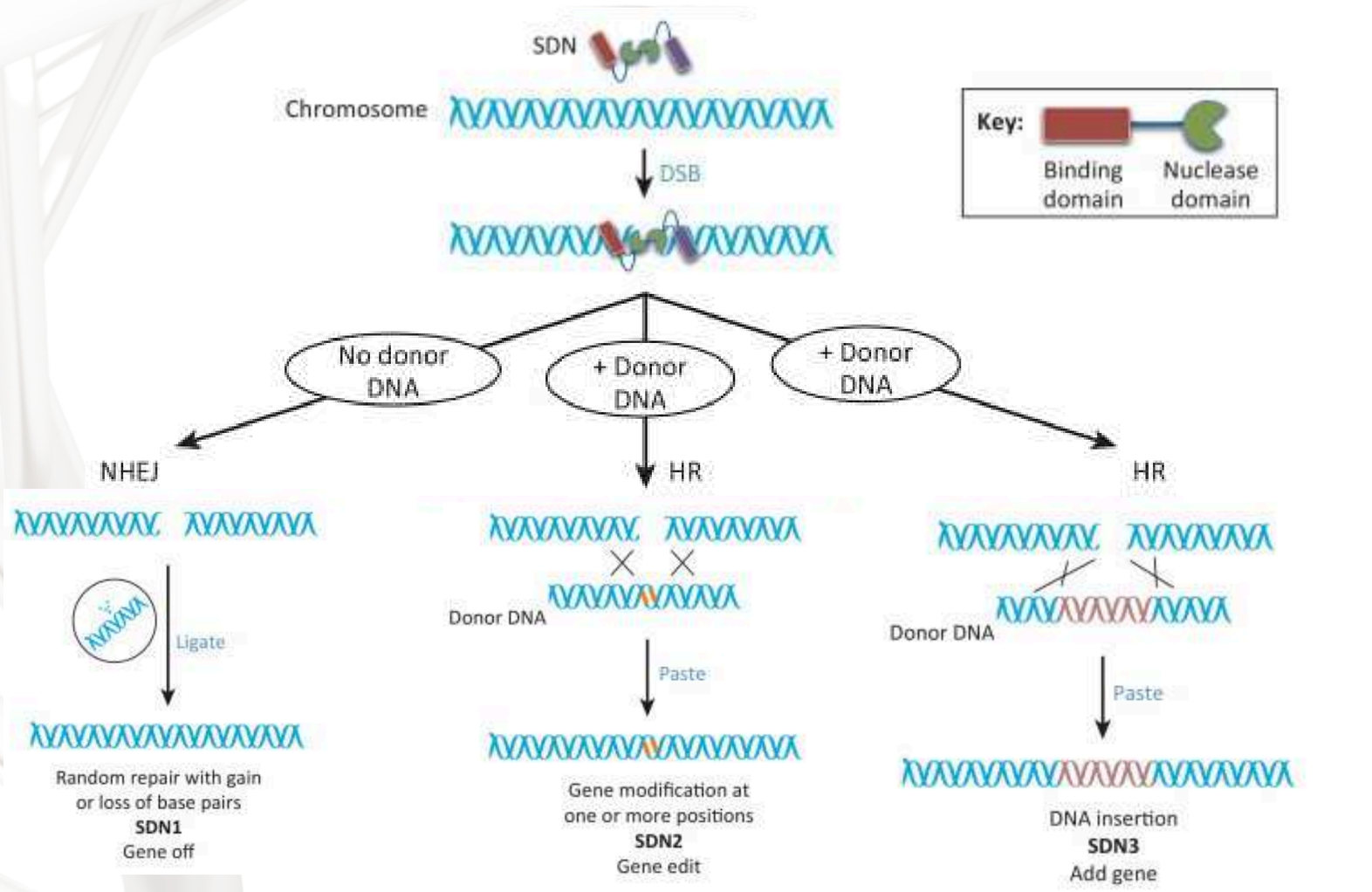
ปุณยวีร์ เดชครอง ศรสวรรค์ ศรีมา และอภินันท์ สนอ่อง

จากการที่เทคนิคการใช้เอนไซม์ในกลุ่มนิวคลีเอส เข้าไปตัดดีเอ็นเอของสิ่งมีชีวิตในตำแหน่งที่เฉพาะเจาะจง ทำให้สิ่งมีชีวิตที่พัฒนาขึ้นด้วยเทคนิคใหม่ อาจไม่เข้าข่ายที่จะถูกกำกับดูแลตามมาตรการที่ใช้กับสิ่งมีชีวิตดัดแปลงพันธุกรรมในปัจจุบัน เนื่องจากเหตุผลหลัก 2 ประการ (Sprink และคณะ, 2016) ได้แก่ 1) มีการเปลี่ยนแปลงจากสิ่งมีชีวิตดั้งเดิม แบบเดียวกับที่สามารถเกิดจากการชักนำให้กลายพันธุ์ (induce mutation) ด้วยสารรังสี หรือสารเคมี ซึ่งจัดเป็นเทคนิคปรับปรุงพืช/สัตว์แบบมาตรฐานดั้งเดิม (conventional breeding)

2) ไม่มีดีเอ็นเอหรือยีนใหม่ (novel gene) ที่ได้จากสิ่งมีชีวิตชนิดอื่นสอดแทรกอยู่ในโครโมโซมของสิ่งมีชีวิตที่พัฒนาขึ้นใหม่ ในกรณีที่มีการเปลี่ยนแปลงหรือเพิ่มชิ้นส่วนของดีเอ็นเอ ดีเอ็นเอดังกล่าวจะถูกสร้างขึ้นจากกรดนิวคลีอิก (nucleic acid) ของสิ่งมีชีวิตเจ้าบ้าน โดยดีเอ็นเอใหม่ที่ใส่เข้าไปในเซลล์เพื่อใช้เป็นแม่แบบ (template DNA) ในการพัฒนา จะถูกกำจัดด้วยกลไกกำจัดสิ่งแปลกปลอมภายในเซลล์

เทคโนโลยีปรับแต่งจีโนม (Genome Editing)

เป็นเทคนิคในการปรับแก้ไขรหัสพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตที่มีความจำเพาะเจาะจงและแม่นยำ เพื่อให้ได้ลักษณะตามต้องการ เช่น การปรับแก้ไขยีนที่เป็นสาเหตุของโรคทางพันธุกรรมที่บกพร่องให้เป็นปกติ ซึ่งการปรับแก้ไขยีนสามารถจำแนกตามกลไกการเปลี่ยนแปลงและผลลัพธ์ที่ได้โดยโดยอาศัยเอนไซม์ในกลุ่มนิวคลีเอส (site-directed nuclease technology: SDN) เป็นหลัก ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ SDN1 SDN2 และ SDN3



TRENDS in Biotechnology

Genome Editing

SDN1 เป็นการตัดดีเอ็นเอสายคู่ให้ขาดในตำแหน่งที่ต้องการ โดยไม่มีการใส่ดีเอ็นเอใหม่เข้าไป จากนั้นเซลล์จะทำการซ่อมแซมดีเอ็นเอที่ขาด โดยไม่มีการเพิ่มเติมส่วนที่ขาดหายไป ทำให้ได้ลักษณะการกลายพันธุ์แบบ deletion หรือเกิดการซ่อมแซมแบบสุ่ม (random) ที่ตำแหน่งดังกล่าว ส่งผลให้เกิดการยับยั้งการแสดงออกของยีน (gene knockout)

SDN2 เป็นการตัดดีเอ็นเอสายคู่ให้ขาดในตำแหน่งที่ต้องการ โดยมีการใส่ดีเอ็นเอแม่แบบสายสั้น ๆ ที่มีลำดับของกรดนิวคลีอิกแตกต่างจากลำดับดีเอ็นเอของสิ่งมีชีวิตเจ้าบ้านที่ถูกตัดออกไปเพียงเล็กน้อย เมื่อเซลล์ทำการซ่อมแซมดีเอ็นเอที่ขาด จึงเกิดการปรับแต่งยีนเนื่องจากการแทนที่ของลำดับของกรดนิวคลีอิกในดีเอ็นเอ

SDN3 เป็นการตัดดีเอ็นเอสายคู่ให้ขาดในตำแหน่งที่ต้องการ โดยมีการใส่ดีเอ็นเอแม่แบบที่แตกต่างจากลำดับดีเอ็นเอของสิ่งมีชีวิตเจ้าบ้านที่ถูกตัดออกไป เมื่อเซลล์ทำการซ่อมแซมดีเอ็นเอที่ขาด จะมีการแทรกดีเอ็นเอหรือยีนที่ให้ลักษณะใหม่นี้ลงไป สิ่งมีชีวิตที่พัฒนาขึ้นจากเทคนิคนี้อาจถูกพิจารณาว่าเป็นสิ่งมีชีวิตดัดแปลงพันธุกรรม (Genetically Modified Organisms – GMOs) ได้ หากดีเอ็นเอที่เพิ่มขึ้นมีขนาดใหญ่ หรือเป็นยีนที่ไม่เคยปรากฏในสิ่งมีชีวิตนั้นมาก่อน

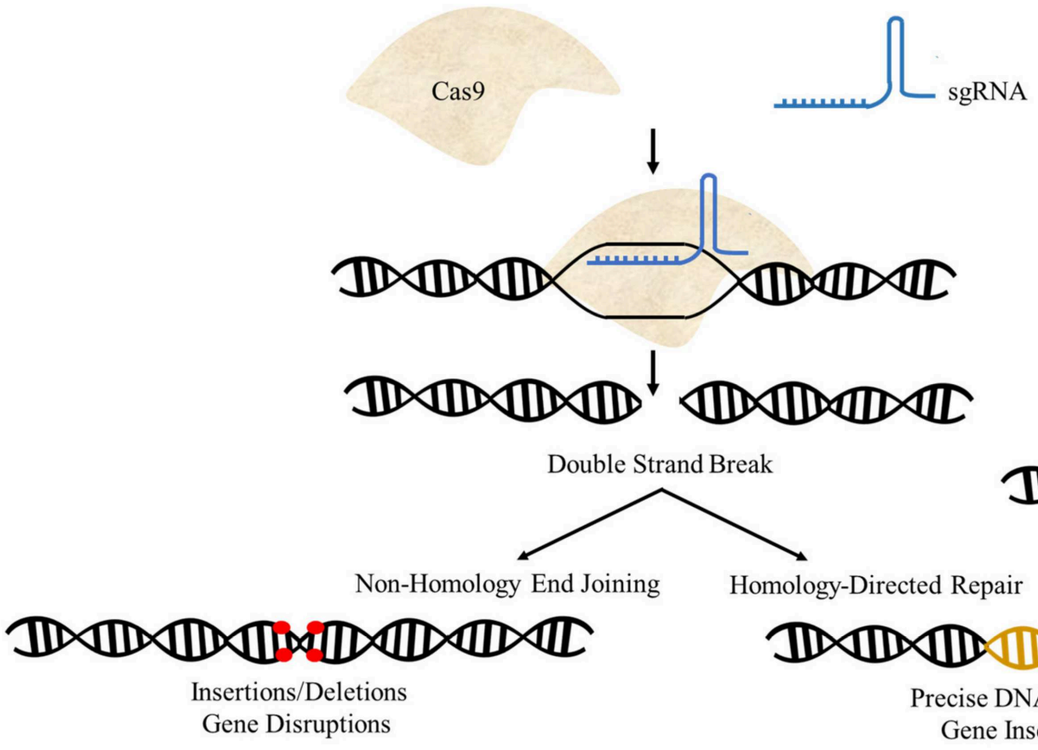
แหล่งอ้างอิง:
คณะกรรมการเทคนิคด้านความปลอดภัยทางชีวภาพ. 2567. แนวทางการพิจารณาเทคโนโลยีการปรับแต่งจีโนม (Genome Editing). กรุงเทพฯ: ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ.
Podevin, N., Davies, H.V., Hartung, F., Nogué, F. and Casacuberta, J.M. (2013). Site-directed nucleases: a paradigm shift in predictable, knowledge-based plant breeding. Trends Biotechnology. 31(6), 375-383.

punyavee.d@ku.th
ศูนย์ปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง
ศูนย์วิจัยและบริการวิชาการ คณะเกษตร กำแพงแสน
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม

KU
ศูนย์ปฏิบัติการวิจัย
และเรือนปลูกพืชทดลอง

เทคโนโลยีการปรับแต่งจีโนมด้วย CRISPR/Cas9

(Genome Editing Technology by using CRISPR/Cas9)



ที่มา: Ahmad et al., 2021

CRISPR/Cas9 (Clustered Regulatory Interspaced Short Palindromic Repeats/CRISPR associated protein 9) ถือได้ว่าเป็นเทคโนโลยีการปรับแต่งจีโนมแบบแม่นยา (Precision Genome-editing) ซึ่งประยุกต์มาจากระบบภูมิคุ้มกันของแบคทีเรียชนิด II กำลังได้รับความสนใจอย่างกว้างขวางในหลากหลายสาขา เช่น การแพทย์ ปศุสัตว์ และการปรับปรุงพันธุ์พืช เป็นต้น อย่างไรก็ตามเทคโนโลยีนี้ปัจจุบันยังคงเป็นที่ถกเถียงกันในเรื่องข้อกำหนดด้านความปลอดภัยทางชีวภาพ แม้ว่าประเทศไทยยังคงไม่มีข้อสรุปที่แน่ชัดว่าสิ่งมีชีวิตที่ถูกปรับแต่งจีโนมด้วยเทคโนโลยี CRISPR/Cas จัดว่าเป็น GMOs หรือไม่นั้น เนื่องจากกระบวนการปรับแต่งยังอาศัยเทคนิคทางพันธุวิศวกรรม แต่กลไกการซ่อมแซมภายหลังการปรับแต่งจีโนเป็นกลไกตามธรรมชาติของสิ่งมีชีวิตเอง (ในกรณี SDN1) CRISPR/Cas9 มีประสิทธิภาพของในการปรับแต่งจีโนมที่แม่นยำ ซับซ้อนน้อย และต้นทุนไม่สูงนักเมื่อเปรียบเทียบกับเทคนิคอื่น ๆ ที่ผ่านมา ดังนั้น การนำเทคโนโลยีCRISPR/Cas9 ไปประยุกต์ใช้ในการปรับปรุงพันธุ์พืชจะช่วยให้นักปรับปรุงพันธุ์พืชสามารถปรับแต่งจีโนม/ยีนที่ต้องการได้อย่างแม่นยำและมีประสิทธิภาพ สามารถสร้างพันธุ์พืชใหม่ที่มีลักษณะตรงตามความต้องการได้อย่างรวดเร็ว ช่วยย่นระยะเวลาในการปรับปรุงพันธุ์ สร้างความมั่นคงด้านอาหารในอนาคต

CRISPR/Cas9 ด้านการเกษตร

CRISPR/Cas9 เป็นเทคโนโลยีการปรับแต่งพันธุกรรมที่แม่นยำและทรงพลัง ปัจจุบันมีบทบาทสำคัญในการปรับปรุงพืชและสัตว์เพื่อเพิ่มผลผลิต ความต้านทานโรค และปรับตัวต่อสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว

ตัวอย่างการใช้ CRISPR/Cas9 ด้านการเกษตร

- ปรับแต่งยีนในข้าวให้ต้านทานโรคใบไหม้
- ปรับแต่งยีนในมะเขือเทศให้สร้างสาร *GABA*
- แก้ไขยีนในข้าวโพดให้ทนแล้ง
- แก้ไขยีนในข้าวสาลีเพื่อลดกลูเตน
- แก้ไขยีนในปลาเพื่อเร่งการเจริญเติบโตและเพิ่มน้ำหนัก

อนาคตและข้อท้าทาย

- การยอมรับของผู้บริโภค: แม้เทคโนโลยีจะก้าวหน้า แต่การยอมรับผลิตภัณฑ์จาก CRISPR/Cas9 ยังต้องการการสื่อสารที่โปร่งใส
- ความเสี่ยงด้านจริยธรรม: การแก้ไขยีนต้องคำนึงถึงผลกระทบระยะยาวต่อระบบนิเวศและความหลากหลายทางชีวภาพCRISPR/Cas9 จึงเป็นเครื่องมือสำคัญในยุคเกษตรกรรมสมัยใหม่ที่ช่วยตอบโจทย์ความต้องการอาหารของประชากรโลกที่เพิ่มขึ้นอย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืน

แหล่งอ้างอิง:
Ahmad, A.; Munawar, N.; Khan, Z.; Qusmani, A.T.; Khan, S.H.; Jamil, A.; Ashraf, S.; Ghouri, M.Z.; Aslam, S.; Mubarik, M.S.; et al. An Outlook on Global Regulatory Landscape for Genome-Edited Crops. Int. J. Mol. Sci. 2021, 22, 11753.

punyavee.d@ku.th
ศูนย์ปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง
ศูนย์วิจัยและบริการวิชาการ คณะเกษตร กำแพงแสน
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม

ศูนย์ปฏิบัติการวิจัย
และเรือนปลูกพืชทดลอง

วิทยาศาสตร์แห่งยีน: พลิกโฉมพืชสู้วิกฤตโลกรวน

ปุณยวีร์ เดชครอง ศรสวรรค์ ศรีมา และอภินันท์ สนอ่อง

บทบาทของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีทางพันธุกรรมในการปรับปรุงพันธุ์พืช เพื่อรับมือกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและวิกฤตสิ่งแวดล้อม

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีทางพันธุกรรม (Genetics) มีบทบาทสำคัญในการปรับปรุงพันธุ์พืชให้มีลักษณะที่เหมาะสม สามารถเผชิญความท้าทายต่อสภาพภูมิอากาศและสิ่งแวดล้อมที่ผันแปร โดยการใช้วิทยาศาสตร์แบบผสมผสานที่มีทั้งเทคนิคแบบดั้งเดิม เช่น การปรับปรุงพันธุ์แบบดั้งเดิม (Conventional Breeding) และเทคโนโลยีสมัยใหม่ เช่น การตัดต่อพันธุกรรม (Genetic Engineering) และการปรับแต่งจีโนม (Genome Editing) เครื่องมือเหล่านี้เป็นเครื่องมือสำคัญในการสร้างระบบการเกษตรที่ยืดหยุ่นต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและวิกฤตสิ่งแวดล้อมด้วยการพัฒนาพืชที่ทนทาน มีประสิทธิภาพ และยั่งยืน การนำเทคโนโลยีเหล่านี้ไปใช้ควบคู่กับการบริหารจัดการทรัพยากรธรรมชาติอย่างเหมาะสม จะช่วยลดผลกระทบทางลบต่อสิ่งแวดล้อมและสร้างความมั่นคงทางอาหารในอนาคต

ตัวอย่างความก้าวหน้าในการปรับปรุงพันธุ์พืชด้วยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีทางพันธุกรรม

- พันธุ์พืชที่ทนทานต่อสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม
- พันธุ์พืชที่เพิ่มประสิทธิภาพในการดูดซับคาร์บอน และลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก
- พันธุ์พืชที่เพิ่มผลผลิต
- พันธุ์พืชที่เพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ
- พันธุ์พืชที่ทนทาน/ต้านทานต่อโรคและแมลงศัตรู

เรียบเรียงข้อมูลและรูปภาพจาก google search engine

punyavee.d@ku.th
ศูนย์ปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง
ศูนย์วิจัยและบริการวิชาการ คณะเกษตร กำแพงแสน
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม