ระดับโครงการวิจัย

กองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม

รายงานผลสัมฤทธิ์สำหรับทุนสนับสนุนงานมูลฐาน (Fundamental Fund)

ปีงบประมาณ พ.ศ. 2565

หน่วยงาน กรมวิชาการเกษตร

รายงานโครงการวิจัย

การวิจัยและพัฒนาพันธุ์อ้อยเพื่ออุตสาหกรรมน้ำตาลและอุตสาหกรรมชีวภาพ

Research and Development on Sugarcane Breeding Program for Profitable Sugar and Bio-Industries

กรมวิชาการเกษตร

หัวหน้าโครงการวิจัย

นางสาวนัฐภัทร์ คำหล้า

Nattapat Khumla

ปี 2565

บทสรุปผู้บริหาร

1. ความสำคัญและที่มาของปัญหาวิจัย

อ้อยเป็นหนึ่งในพืชหลักที่สร้างรายได้ให้เกษตรกรและมีความสำคัญต่อเศรษฐกิจของประเทศ ปัญหาในการผลิตอ้อยของไทย คือ ปริมาณผลผลิตไม่สม่ำเสมอ สาเหตุจากปัญหาสภาพภูมิอากาศ และพันธุ์ที่ไม่เหมาะสมกับสภาพพื้นที่ เนื่องจากพื้นที่ปลูกอ้อยส่วนใหญ่อยู่ในเขตอาศัยน้ำฝน ความอุดมสมบูรณ์ของดินค่อนข้างต่ำ ทำให้ต้นทุนต่อหน่วยการผลิตสูงกว่าประเทศคู่แข่ง ประกอบกับปัญหาความแปรปรวนของราคาอ้อยและน้ำตาล และยิ่งไปกว่านั้น ปัจจุบันพื้นที่ปลูกมากกว่าร้อยละ 90 ใช้พันธุ์อ้อยขอนแก่น 3 ซึ่งเป็นการปลูกเชิงเดี่ยว (monoculture) ทำให้มีความเสี่ยงทางพันธุกรรมจากโรคและแมลงที่อาจอุบัติขึ้นใหม่ จากปัจจัยและข้อจำกัดต่างๆ ดังกล่าว ได้ส่งผลกระทบต่อรายได้ของเกษตรกรและความยั่งยืนของอุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาล และจากความไม่แน่นอนของปริมาณผลผลิตอ้อย ผลผลิตน้ำตาล และราคาในตลาดโลก อุตสาหกรรมชีวภาพจึงถูกจัดเป็นอีกหนึ่งทางออกที่ยั่งยืน โดยการปรับเปลี่ยนนำอ้อยและผลพลอยได้จากการผลิตน้ำตาล ไปต่อยอดเป็นผลิตภัณฑ์ชีวภาพ (bio-products) อื่น และสารตั้งต้นสำหรับผลิตสินค้าอุปโภค ดังนั้น เพื่อเป็นการแก้ปัญหาปริมาณผลผลิตอ้อยที่ไม่สม่ำเสมอ ลดความเสี่ยงจากการใช้พันธุ์เชิงเดี่ยว และรักษาเสถียรภาพการผลิตในอุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาล จำเป็นต้องพัฒนาพันธุ์ใหม่ที่มีศักยภาพในการให้ผลผลิต ปรับตัวได้ดีกับสภาพแวดล้อม และพัฒนาพันธุ์อ้อยที่ใช้ประโยชน์ได้หลากหลาย เพิ่มโอกาสสร้างรายได้แก่เกษตรกร และแก้ปัญหาขาดแคลนพลังงาน เพราะอ้อยเป็นพืชที่นำมาใช้ประโยชน์ได้ทุกส่วน (Zero waste) ซึ่งประเทศไทยอยู่ในระยะเริ่มต้นของการพัฒนาอุตสาหกรรมด้านนี้ ทั้งยังขาดพันธุ์อ้อยที่มีคุณสมบัติเหมาะสม และเทคโนโลยีการผลิตที่มีประสิทธิภาพและคุ้มค่าแก่การลงทุน

2. วัตถุประสงค์

เพื่อพัฒนาพันธุ์อ้อยสำหรับอุตสาหกรรมน้ำตาล ที่มีผลผลิตต่อไร่ และผลผลิตน้ำตาล เทียบเท่าหรือสูงกว่าพันธุ์ขอนแก่น 3 หรือ LK92-11 เหมาะสมกับพื้นที่ปลูกอ้อยที่เป็นดินชนิดต่างๆ พัฒนาพันธุ์อ้อยสำหรับอุตสาหกรรมชีวภาพมีคุณสมบัติเหมาะสมในการนำไปสร้างพลังงานชีวภาพและ/หรือผลิตภัณฑ์ชีวภาพ พัฒนาวิธีการทางชีวเคมี และชีวโมเลกุลที่สัมพันธ์กับการทนแล้ง การสร้างน้ำตาล และการทนโรคอ้อยที่สำคัญ และพัฒนาเทคโนโลยีเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตอ้อยโคลนดีเด่นสู่เกษตรกร กลุ่มวิสาหกิจชุมชน สมาคมชาวไร่อ้อย และผู้ประกอบการในอุตสาหกรรมอ้อยน้ำตาล และอุตสาหกรรมชีวภาพ

3. ระเบียบวิธีวิจัย

เป็นการวิจัยและพัฒนาพันธุ์อ้อยเพื่ออุตสาหกรรมน้ำตาลและอุตสาหกรรมชีวภาพ โดยบูรณาการองค์ความรู้ในการปรับปรุงพันธุ์แบบมาตรฐาน ร่วมกับเทคนิคด้านชีวโมเลกุล ด้านสรีรวิทยา และด้านชีวเคมี ที่ทันสมัย ประกอบไปด้วยการผสมพันธุ์ คัดเลือก และประเมินผลผลิตอ้อยตามขั้นตอนปรับปรุงพันธุ์ให้เหมาะสมกับสภาพพื้นที่การผลิตอ้อยของประเทศ ได้แก่ 1) วิจัยและพัฒนาพันธุ์อ้อยเพื่อเพิ่มสมรรถนะการให้ผลผลิตในเขตดินร่วน ร่วนเหนียว และดินเหนียว ด้วยเทคโนโลยีปรับปรุงพันธุ์สมัยใหม่ 2) วิจัยการปรับปรุงพันธุ์อ้อยที่ให้ผลผลิตและน้ำตาลสูง เหมาะสมต่อสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงในพื้นที่ดินทรายถึงทรายร่วน 3) วิจัยการปรับปรุงพันธุ์อ้อยโรงงานด้วยนวัตกรรมเพื่อการผลิตในเขตชลประทานและน้ำเสริม และ 4) วิจัยและพัฒนาพันธุ์อ้อยพลังงานเพื่อเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจชีวภาพ

กรมวิชาการเกษตร

4. **งบประมาณที่ใช้** (ปี 2565) 4,917,599 บาท และระยะเวลาที่ดำเนินงาน (1 ต.ค.2564 - 31 มี.ค 2566)

5. **ผลการวิจัย**

5.1 การวิจัยและพัฒนาพันธุ์อ้อยที่เหมาะสมในพื้นที่เขตดินร่วน ร่วนเหนียวและดินเหนียว อ้อยโคลนดีเด่นจำนวน 4 โคลน ได้แก่ NSUT13-106 NSUT13-154 NSUT13-289 และ NSUT13-313 ให้ผลผลิตอ้อย สูงกว่าพันธุ์ LK92-11 ร้อยละ 3-32 และผลผลิตน้ำตาลสูงกว่าพันธุ์ LK92-11 ร้อยละ 8-36 โดยโคลน NSUT13-313 และ NSUT13-154 ให้ผลผลิตอ้อยสูงกว่าพันธุ์ขอนแก่น 3 ร้อยละ 15 และ 1 ตามลำดับ

5.2 การวิจัยและพัฒนาพันธุ์อ้อยที่เหมาะสมในพื้นที่ในเขตดินทรายถึงทรายร่วน คัดเลือกโคลนอ้อยดีเด่นขั้นที่ 2 ในชุดปี 2560 จำนวน 9 โคลน ให้ผลผลิตอ้อยเฉลี่ย 10.3 ตัน/ไร่ และผลผลิตน้ำตาลเฉลี่ย 1.52 ตันซีซีเอส/ไร่ ในขณะที่พันธุ์ขอนแก่น 3 K88-92 และ LK92-11 ให้ผลผลิตเท่ากับ 8.5-11.7 ตัน/ไร่ และผลผลิตน้ำตาลเท่ากับ 1.18-1.85 ตันซีซีเอส/ไร่ ส่วนโคลนอ้อยดีเด่นชุดปี 2561 จำนวน 68 โคลน ให้ผลผลิตอ้อยเฉลี่ย 10.4 ตัน/ไร่ และผลผลิตน้ำตาลเฉลี่ย 1.22 ตันซีซีเอส/ไร่ ในขณะที่พันธุ์ขอนแก่น 3 KK07-250 K88-92 และ LK92-11 ให้ผลผลิตอ้อย 7.1-10.0 ตัน/ไร่ และผลผลิตน้ำตาล 1.00-1.43 ตันซีซีเอส/ไร่

5.3 การวิจัยและพัฒนาพันธุ์อ้อยที่เหมาะสมในสภาพชลประทานและน้ำเสริม คัดเลือกอ้อยโคลนดีเด่น 3 โคลน ได้แก่ UT10-023 UT15-060 และ UT15-337 โดยโคลน UT10-023 และ UT15-337 ให้ผลผลิตอ้อยเฉลี่ย 18.9 ตัน/ไร่ มากกว่าพันธุ์ขอนแก่น 3 (18.0 ตัน/ไร่) และ LK92-11 (16.2 ตัน/ไร่)

5.4 การวิจัยและพัฒนาพันธุ์อ้อยที่เหมาะสมสำหรับอ้อยพลังงานชีวภาพ คัดเลือกโคลนดีเด่นที่ให้ผลผลิตสูง ได้แก่ KK07-250 KK07-599 KK12-050 KK12R-186 KK13-203 และ KK13-330 โดยโคลน KK13-203 มีศักยภาพการผลิตแก๊สชีวภาพ (แก๊สมีเทน) สูงสุด ขณะที่อ้อยพลังงานชีวมวลคัดเลือกโคลนดีเด่น 3 โคลน ได้แก่ KK09-0844 KK12R-062 และ KK12R-087 ซึ่งมีผลผลิตอ้อยสดและอ้อยแห้งสูง มีขนาดและน้ำหนักลำที่เหมาะสมกับการใช้เครื่องจักรกลในการผลิต

5.5 การวิจัยและพัฒนาเทคนิคที่รวดเร็วและแม่นยำในการตรวจสอบปฏิกิริยาต่อโรคเน่าแดง สามารถจำแนกเชื้อสาเหตุด้วยเทคนิค PCR และทดสอบการเกิดโรคด้วยวิธี wound pin prick เทียบกับวิธีการเดิม wound plug โดยทั้ง 2 วิธีให้ผลสอดคล้องกัน ซึ่งวิธี wound pin prick สามารถลดระยะเวลาในการตรวจสอบโรคจากเดิม 2 เดือน เหลือเพียง 2 สัปดาห์

6. **ข้อเสนอแนะที่ได้จากงานวิจัย**

6.1ข้อเสนอแนะจากผลงานวิจัย

6.1.1 การประเมินผลผลิตอ้อยโคลนดีเด่นที่เหมาะสมกับพื้นที่ปลูกต่างๆ จะช่วยให้การแนะนำพันธุ์อ้อยให้กับเกษตรกร สามารถนำไปผลิตและได้ผลตอบแทนจากผลผลิตต่อไร่ และค่าความหวานได้เต็มศักยภาพ อย่างไรก็ตามอ้อยเป็นพืชที่มีการไว้ตอ เนื่องจากผลผลิตอ้อยจากอ้อยตอ ถือเป็นกำไรจากการทำไร่อ้อย เพราะไม่มีต้นทุนในการเตรียมพื้นที่ และท่อนพันธุ์ จึงจำเป็นต้องมีการประเมินผลผลิตในอ้อยตอต่อไป

6.1.2 พันธุ์พ่อแม่ที่ใช้ในการผสมพันธุ์ มีจำนวนจำกัด เนื่องจากข้อจำกัดในการออกดอก ที่มักออกดอกไม่พร้อมกัน ทำให้ลูกผสมที่ได้ของอ้อยบางชุดปี การคัดเลือกโคลนอ้อยที่มีลักษณะดีเด่นกว่าพันธุ์เปรียบเทียบขอนแก่น 3 ไม่สามารถคัดเลือกได้ จำเป็นต้องเพิ่มฐานพันธุกรรม เพื่อให้มีความแปรปรวนในประชากรลูกผสมให้เพิ่มขึ้น

กรมวิชาการเกษตร

6.1.3 การใช้เทคนิคด้านชีวโมเลกุล และชีวเคมี ของลักษณะการทนแล้ง และการสร้างน้ำตาลของอ้อย ช่วยเพิ่มความแม่นยำ และประสิทธิภาพในการคัดเลือกพันธุ์

6.1.4 กระบวนการผลิตก๊าซมีเทนจากชานอ้อยผสมน้ำอ้อย ต้องควบคุมมิให้เกิดกระบวนการ acidogenesis ของการหมักน้ำตาลในน้ำอ้อยภายใต้สภาวะไร้อากาศในช่วงเริ่มต้น เพราะจะส่งผลให้ค่าความเป็นกรด-ด่างลดลงอย่างรวดเร็ว และยับยั้งการผลิตมีเทนได้

6.1.5 การใช้เทคนิค wound pin prick ตรวจสอบปฏิกิริยาต่อโรคเน่าแดง สามารถลดระยะเวลาในการตรวจสอบโรคแบบเดิม (wound plug) จาก 2 เดือน เหลือเพียง 2 สัปดาห์ ซึ่งช่วยงบประมาณ และแรงงานในการดำเนินการ

6.2 ข้อเสนอแนะจากผู้วิจัย ในการประเมินผลผลิตโคลนอ้อยดีเด่นที่เหมาะกับพื้นที่ดินชนิดต่างๆ ผู้วิจัยควรติดตามการแสดงออกของแต่ละโคลนที่ตอบสนองต่อสภาพแวดล้อมอย่างใกล้ชิด และลักษณะที่แสดงเพื่อให้การคัดเลือกพันธุ์อ้อยตรงตามวัตถุประสงค์ และมีประสิทธิภาพ

7. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

7.1 ประโยชน์ที่เกิดต่อผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องโดยตรง โดยการเผยแพร่ อบรม ถ่ายทอดความรู้ จัดทำแปลงสาธิตในศูนย์วิจัยและไร่เกษตรกร การจัดงานวันถ่ายทอดเทคโนโลยีในโอกาสครบรอบ 50 ปี กรมวิชาการเกษตร เรื่อง การปรับปรุงพันธุ์ โคลนอ้อยดีเด่น และเทคโนโลยีการผลิตที่เกี่ยวข้อง ให้แก่ เกษตรกร สมาคมชาวไร่อ้อย นักวิชาการ เจ้าหน้าที่โรงงานน้ำตาล และผู้ประกอบการในอุตสาหกรรมอ้อย น้ำตาล และผลิตภัณฑ์ต่อเนื่อง

7.2 ประโยชน์ทางวิชาการ ตีพิมพ์เผยแพร่ และบรรยายพิเศษในการประชุมวิชาการระดับนานาชาติ การประชุมเชิงปฏิบัติการนานาชาติ ตีพิมพ์บทความในวารสารวิชาการแก่นเกษตร นำเสนอผลงานในการประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยขอนแก่น และรายงานผลงานประจำปีของหน่วยงาน ซึ่งนักวิจัย นักวิชาการ นักเรียน และผู้สนใจด้านวิชาการ สามารถเรียนรู้ รวมถึงการนำผลงานวิจัยไปวิจัยต่อยอด การเผยแพร่ความรู้จากผลงานวิจัยที่ได้ต่อสื่อสาธารณะ

8. การเผยแพร่ผลงานวิจัย

8.1 เผยแพร่ผลงานและบรรยายพิเศษ เรื่อง Shaping Thailand Sugarcane Industry into a Multi-use Platform Through Variety Development ในการประชุมเชิงปฏิบัติการนานาชาติ JIRCAS-FFTC 2022 Workshop on Innovation and Networking of Sugarcane Research for Future Sugarcane Industry in Asia Pacific Region ผ่านระบบออนไลน์ Webex Meeting และ https://km.fftc.org.tw/workshop/6/articles

8.2 บรรยายพิเศษ เรื่อง Sugarcane Improvement in Thailand ในงาน AGRI TECHNICA Asia & Horti Asia Regional Summit 2021 ณ โรงแรม ดิอิมพีเรียลโฮเทล แอนด์ คอนเวนชั่น เซ็นเตอร์ จ.นครราชสีมา ผ่านระบบออนไลน์ DLG CONNECT

8.3 จัดนิทรรศการ และบรรยายเรื่อง การปรับปรุงพันธุ์อ้อยของกรมวิชาการเกษตร ในงาน “Sugarex & Agri expo Thailand 2022” ณ ศูนย์ประชุมและแสดงสินค้านานาชาติขอนแก่น (KICE) อ.เมือง จ.ขอนแก่น

8.4 บทความวิจัย เรื่อง ศักยภาพการใช้ชานอ้อยเพื่อเป็นวัตถุดิบในการผลิตแก๊สมีเทน และ การระบุเชื้อสาเหตุโรคแส้ดำและเหี่ยวเน่าแดงในอ้อยโดยลักษณะสัณฐานวิทยาและวิธีอณูชีววิทยาและการพัฒนาการประเมินโรคที่รวดเร็ว ในการประชุมวิชาการเกษตร ครั้งที่ 24 ประจำปี 2566 คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

กรมวิชาการเกษตร

บทคัดย่อ

อ้อยเป็นพืชอุตสาหกรรมที่สำคัญ ใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตน้ำตาล ไบโอเอทานอล และพลังงานชีวภาพ แต่ปริมาณผลผลิตอ้อยที่จะป้อนให้กับอุตสาหกรรมดังกล่าวมีความผันผวน ไม่สม่ำเสมอ ซึ่งเกี่ยวข้องกับหลายปัจจัย ดังนั้นเพื่อให้อุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาลมีเสถียรภาพและยั่งยืน โครงการวิจัยและพัฒนาพันธุ์อ้อยเพื่ออุตสาหกรรมน้ำตาลและอุตสาหกรรมชีวภาพ จึงได้ดำเนินการพัฒนาพันธุ์อ้อย โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อคัดเลือกพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์ขอนแก่น 3 หรือ LK92-11 อย่างน้อยร้อยละ 3 ความหวานมากกว่า 13 ซีซีเอส และไว้ตอได้ดี เหมาะสมกับสภาพพื้นที่ ในเขตดินร่วน ร่วนเหนียว และดินเหนียว เขตดินทราย และร่วนทราย ในสภาพอาศัยน้ำฝน และในเขตชลประทาน รวมทั้งพันธุ์ที่มีคุณสมบัติสำหรับใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมชีวภาพ ดำเนินการระหว่างปี 2565-67 โดยใช้วิธีการปรับปรุงพันธุ์แบบมาตรฐาน ได้แก่ การผสมพันธุ์ คัดเลือก และประเมินผลผลิตในอ้อยชุดปีต่างๆ ตามเงื่อนไขและสภาพพื้นที่ ร่วมกับเทคโนโลยีสมัยใหม่และวิธีการจัดการ ได้แก่ ศึกษาโครงสร้างของยีนที่เกี่ยวข้องกับความหวานและการทนแล้ง ปฏิกิริยาต่อโรคเน่าแดงและแส้ดำ การสะสมน้ำตาล ประสิทธิภาพการใช้น้ำและปุ๋ย รวมทั้งศึกษาศักยภาพการผลิตแก๊สชีวภาพ และไบโอเอทานอล

ผลการทดลองปี 2565 พบว่า ในสภาพดินร่วน ร่วนเหนียว และดินเหนียว โคลนอ้อยดีเด่นจำนวน 4 โคลน ได้แก่ NSUT13-106 NSUT13-154 NSUT13-289 และ NSUT13-313 ให้ผลผลิตน้ำตาลสูงกว่าพันธุ์ LK92-11 ร้อยละ 8-36 โดยโคลน NSUT13-313 และ NSUT13-154 ให้ผลผลิตอ้อยสูงกว่าพันธุ์ขอนแก่น 3 ร้อยละ 15 และ 1 ตามลำดับ ในเขตดินทราย และร่วนทราย คัดเลือกอ้อยโคลนดีเด่นขั้นที่ 2 ในชุดปี 2560 และ 2561 ได้ 9 และ 68 โคลน ตามลำดับ และในสภาพชลประทานและน้ำเสริม คัดเลือกอ้อยโคลนดีเด่น 3 โคลน ได้แก่ UT10-023 UT15-060 และ UT15-337 สำหรับในส่วนของอ้อยพลังงานชีวภาพ โคลนดีเด่นที่ให้ผลผลิตสูง ได้แก่ KK07-250 KK07-599 KK12-050 KK12R-186 KK13-203 และ KK13-330 โดยโคลน KK13-203 มีศักยภาพการผลิตแก๊สชีวภาพสูงสุด ส่วนอ้อยพลังงานชีวมวลโคลนดีเด่นที่มีผลผลิตน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งสูง ได้แก่ KK09-0844 KK12R-062 และ KK12R-087 ซึ่งโคลนอ้อยทั้งหมดที่คัดเลือกไว้ จะถูกนำเข้าประเมินศักยภาพการให้ผลผลิตตามขั้นตอนปรับปรุงพันธุ์ต่อไป อนึ่งในการพัฒนาเทคนิคที่รวดเร็วและแม่นยำในการตรวจสอบปฏิกิริยาต่อโรคเน่าแดง ได้จำแนกเชื้อสาเหตุด้วยเทคนิค PCR และทดสอบปฏิกิริยาการเกิดโรคด้วยวิธีปลูกเชื้อบนเส้นกลางใบ (wound pin prick method) และบนลำอ้อย (wound plug method) พบว่าทั้ง 2 วิธี ให้ผลสอดคล้องกัน โดยวิธี wound pin prick สามารถลดระยะเวลาในการทดสอบปฏิกิริยาการเกิดโรคจาก 2 เดือน เหลือเพียง 2 สัปดาห์ เมื่อเทียบกับวิธี wound plug สำหรับในโรคแส้ดำ สามารถแยกเชื้อ *Sporisorium scitamineum* บริสุทธิ์ และบ่งชี้ชนิดด้วยเทคนิค PCR ได้ จำนวน 8 ไอโซเลต และเมื่อทดสอบการเกิดโรคแส้ดำ โดยการแช่ข้อตาด้วยสารแขวนลอยสปอร์เชื้อ *S. scitamineum* พบว่า ไอโซเลตที่ 1 มีความรุนแรงในการเกิดโรคมากที่สุด

กรมวิชาการเกษตร

Abstract

Sugarcane is an important raw material used in agro-based industries to manufacture sugar, bioethanol, and bioenergy. However, sugarcane production has fluctuated and is affected by many factors. To sustain the Thai sugarcane industry, sugarcane breeding program has been carried out during 2022–2024 to develop sugarcane varieties with a higher yield than Khon Kaen 3 or LK92-11 cultivars of at least 3%, the sweetness of more than 13 CCS, good ratooning ability, suitable for local conditions, in loam, loamy clay, clay, sandy, and sandy loam soils under rainfed and irrigated zones, as well as varieties that qualify to use in bio-industries. Conventional breeding methods were employed with advanced technologies and management. The structures of genes related to sweetness and drought tolerance, reactions to red rot and smut, sugar accumulation, water and fertilizer use efficiency, and the production potential of biogas and bioethanol were studied as well.

The results of the 2022 trials showed that in loam, loamy clay, and clay soils, four outstanding sugarcane clones, namely NSUT13-106, NSUT13-154, NSUT13-289, and NSUT13-313 produced 8–36% higher sugar yields than LK92-11, while NSUT13-313 and NSUT13-154 performed well with cane yields were 15% and 1% higher than Khon Kaen 3, respectively. At the 2nd selection stage in sandy and sandy-loam soils, 9 and 68 clones of the 2017 and 2018 sugarcane series were selected, respectively. Three clones, UT10-023, UT15-060, and UT15-337, showed good performances under irrigated conditions. The outstanding bioenergy sugarcane were KK07-250, KK07-599, KK12-050, KK12R-186, KK13-203, and KK13-330. The KK13-203 showed the highest biogas (methane) productivity among these clones while KK09-0844, KK12R-062, and KK12R-087 had the highest fresh and dry biomass yield potential. According to sugarcane breeding procedures, these promising clones will be further evaluated in multi-evaluation trials (METs). To develop rapid and precise techniques to detect the reaction to red rot, the pathogens were identified by PCR. The wound pin prick and wound plug methods were used to test the resistance assessment. The results proved that the two methods were consistent. The pin prick method can reduce the duration of the disease reaction test from 2 months to 2 weeks, compared to the wound plug method. For smut disease, eight isolates of *Sporisorium scitamineum* were purified and identified by PCR. Isolate 1 was the most pathogenic in the incidence of smut testing using dip-soaked sugarcane buds with *S. scitamineum* spore suspension.

กรมวิชาการเกษตร

กิตติกรรมประกาศ

คณะนักวิจัย โครงการวิจัยและพัฒนาพันธุ์อ้อยเพื่ออุตสาหกรรมน้ำตาลและอุตสาหกรรมชีวภาพ ขอขอบคุณ ศูนย์วิจัยฯ ภายใต้กรมวิชาการเกษตร ที่อำนวยความสะดวก ให้ใช้พื้นที่ในการดำเนินงานทดลอง และห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ความหวาน โดยได้รับความร่วมมือ และการสนับสนุนในการปฏิบัติงานจากนักวิชาการและพนักงานราชการ ในการดูแลและบันทึกข้อมูล ขอขอบคุณ คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยขอนแก่น เกษตรกรจังหวัดนครสวรรค์ กำแพงเพชร พิจิตร กาญจนบุรี ชัยนาท สุพรรณบุรี นครราชสีมา ชัยภูมิ อุดรธานี และบุรีรัมย์ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ ร่วมมือจัดทำแปลงทดลอง และดูแลรักษาเป็นอย่างดี ขอขอบคุณโรงงานน้ำตาล ที่สนับสนุนสถานที่ทำงานวิจัย และให้การสนับสนุนผลิตผลพลอยได้จากโรงงานน้ำตาลเพื่อใช้ในการศึกษา ขอขอบคุณที่ปรึกษาโครงการวิจัย นางสาวศุจิรัตน์ สงวนรังศิริกุล นายเสรีวัฒน์ จัตตุพรพงษ์ นายประสิทธิ์ ใจศิล นายวีระพล พลรักดี นางทักษิณา ศันสยะวิชัย ข้าราชการบำนาญ กรมวิชาการเกษตร ที่ได้ให้คำปรึกษา และคำแนะนำที่มีประโยชน์ต่อการดำเนินการวิจัยฯ ได้อย่างดียิ่ง ทำให้โครงการฯ สามารถดำเนินงานได้อย่างต่อเนื่องและราบรื่น และขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.) ที่สนับสนุนงบประมาณในการวิจัยในครั้งนี้

กรมวิชาการเกษตร

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทสรุปผู้บริหาร	2
บทคัดย่อ	5
Abstract	6
กิตติกรรมประกาศ	7
สารบัญ	8
สารบัญภาพ	9
สารบัญตาราง	10
สารบัญตาราง (ต่อ)	11
บทที่ 1 บทนำ	12
บทที่ 2 วิธีการดำเนินงาน	17
บทที่ 3 ผลการศึกษา	20
บทที่ 4 สรุปผลและอภิปรายผล	46
เอกสารอ้างอิง	52
ภาคผนวก	54

กรมวิชาการเกษตร

สารบัญภาพ

หน้า

Fig. 1 Research and development on sugarcane breeding project and sub-projects 16
Fig. 2 Project framework 18
Fig. 3 Gene expression of (a) Trehalose phosphate synthase (TPS) and (b) Trehalose phosphate phosphatase (TPP) 21
Fig. 4 Gene expression of (a) Ornithine aminotransferase (OAT), (b) Proline oxidase (POX) (c) Pyrroline-5-carboxylate Synthetase (P5CS) and (d) Proline (ProT) 22
Fig. 5 Relative water content (a) and Electrolyte leakage (b) under drought and recovery conditions 23
Fig. 6 Shoot (a) and root length (b) under drought and recovery conditions 23
Fig. 7 Hydrogen peroxide (a) Malondialdehyde (b) Proline (c) and Trehalose under drought and recovery conditions 24
Fig. 8 Botanical characteristics of promising sugarcane series 2015 for irrigated cultivation area 28
Fig. 9 Cumulative methane production obtained from bagasse using batch fermentation with anaerobic mixed culture 29
Fig. 10 Ethanol production from juice cane with batch fermentation method using S. cerevisiae SK-19 34
Fig. 11 Red rot incidence of bioenergy sugarcane genotypes 40

กรมวิชาการเกษตร

สารบัญตาราง

หน้า

Table 1 Cane and sugar yields, CCS and some agronomic traits of standard trials of sugarcane series 2013 across 5 locations during 2020/21-2021/22 : Plant cane and 1st Ratoon crops 20

Table 2 Cane and sugar yields, CCS and some agronomic traits of selected sugarcane series 2016 at Nakhon Sawan Field Crops Research Center during 2020-22 : Plant cane 21

Table 3 Yield and yield components of promising clones in 2nd selection of sugarcane series 2017 at Tha Phra site, Khon Kaen Field Crops Research Center during 2020-2021 25

Table 4 Yield and yield components of promising of sugarcane series 2018 in 2nd selection stage at Tha Phra site, Khon Kaen Field Crops Research Center during 2020-2021 26

Table 5 Stomatal conductance (gs) of various sugarcane varieties/clones at 110 days after planting (1 day after re-watering) at Khon Kaen Field Crop Research Center, Khon Kaen in 2022 28

Table 6 Cane yield, CCS and sugar yield of sugarcane series 2015 of standard trial across 3 locations under irrigated conditions in plan cane and 1st ratoon crops 29

Table 7 Yield and yield components of bioenergy sugarcane clone series 2012-2013 of standard trial at Khon Kaen Field Crops Research Center and Nakhon Ratchasima Agricultural Research and Development Center in 2021/22; 10th month 32

Table 8 Fresh and dry biomass yield and yield components of biomass sugarcane clone series 2012-2013 of standard trial at Khon Kaen Field Crops Research Center in 2021/22 ; 10th month 33

Table 9 Methane gas potential obtained from bagasse of bioenergy sugarcane clone series 2012-2013 using batch fermentation with anaerobic mixed culture in 2022 34

Table 10 Cane, juice, bagasse yield, and methane gas potential/rai obtained from bagasse of bioenergy sugarcane clone series 2012-2013 under batch fermentation using anaerobic mixed culture in 2022 35

กรมวิชาการเกษตร

สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

Table 11 Kinetic parameters of ethanol production in different initial sucrose concentrations under batch fermentation method using S. cerevisiae SK-19 in Yeast Malt medium 35

Table 12 Kinetic parameter of ethanol production obtained from cane juice under batch fermentation method using S. cerevisiae SK-19 36

Table 13 Kinetic parameter of ethanol production obtained from bagasse under batch fermentation method using S. cerevisiae SK-19 37

Table 14 Cane juice, bagasse, and ethanol yield performances/rai obtained from juice and bagasse of bioenergy sugarcane clone series 2012-2013 under batch fermentation using anaerobic mixed culture in 2022 38

Table 15 Lesion length on the midrib of inoculated sugarcane genotypes with different red rot pathogen isolates 39

Table 16 Resistance rating of sugarcane genotypes based on their reaction to red rot pathogen using wound pin prick and wound plug methods 39

Table 17 Smut infection percentage of inoculated sugarcane buds with different isolates 40

กรมวิชาการเกษตร

บทที่ 1 บทนำ

1. วิสัยทัศน์ และพันธกิจของหน่วยงาน

<u>วิสัยทัศน์</u>

กรมวิชาการเกษตรเป็นองค์กรที่เป็นเลิศด้านการวิจัยและพัฒนาด้านพืช เครื่องจักรกลการเกษตร และเป็นศูนย์กลางรับรองมาตรฐานสินค้าเกษตรด้านพืชในระดับสากล บนพื้นฐานการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

<u>พันธกิจ</u>

1. สร้างและถ่ายทอดองค์ความรู้จากงานวิจัยด้านพืชและเครื่องจักรกลการเกษตรสู่กลุ่มเป้าหมาย
2. กำหนดและกำกับดูแลมาตรฐานระบบการผลิตและผลิตพันธุ์พืชและปัจจัยการผลิต พัฒนาระบบตรวจรับรองสินค้าการเกษตรด้านพืชให้เป็นที่ยอมรับในระดับสากล
3. อนุรักษ์และพัฒนาการใช้ประโยชน์จากความหลากหลายทางชีวภาพด้านพืช แมลง และจุลินทรีย์
4. กำกับ ดูแล และพัฒนากฎหมายที่กรมวิชาการเกษตรรับผิดชอบ

2. ยุทธศาสตร์ชาติที่สอดคล้องกับแผนปฏิบัติงานด้าน ววน. ของหน่วยงาน

- ☐ ยุทธศาสตร์ที่ 1 ด้านความมั่นคง
  เพื่อบริหารจัดการสภาวะแวดล้อมของประเทศให้มีความมั่นคง ปลอดภัย และมีความสงบเรียบร้อยในทุกระดับและทุกมิติ
- ☑ ยุทธศาสตร์ที่ 2 ด้านการสร้างความสามารถในการแข่งขัน
  เน้นการยกระดับศักยภาพในหลากหลายมิติควบคู่กับการขยายโอกาสของประเทศไทยในเวทีโลก
- ☐ ยุทธศาสตร์ที่ 3 ด้านพัฒนาและเสริมสร้างศักยภาพทรัพยากรมนุษย์
  คนไทยในอนาคต มีความพร้อมทั้งกาย ใจ สติปัญญา มีทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 มีทักษะสื่อสารภาษาอังกฤษ และภาษาที่ 3 และมีคุณธรรม
- ☐ ยุทธศาสตร์ที่ 4 ด้านการสร้างโอกาสและความเสมอภาคทางสังคม
  สร้างความเป็นธรรม และลดความเหลื่อมล้ำในทุกมิติ กระจายศูนย์กลางความเจริญทางเศรษฐกิจและสังคม เพิ่มโอกาสให้ทุกภาคส่วนเข้ามาเป็นกำลังของการพัฒนาประเทศในทุกระดับ
- ☐ ยุทธศาสตร์ที่ 5 ด้านการสร้างการเติบโตบนคุณภาพชีวิตที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม
  คำนึงถึงความยั่งยืนของฐานทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ปรับเปลี่ยนพฤติกรรมของประชาชนให้เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ผ่านมาตรการต่างๆ ที่มุ่งเน้นให้เกิดผลลัพธ์ต่อความยั่งยืน
- ☐ ยุทธศาสตร์ที่ 6 ด้านการปรับสมดุลและพัฒนาระบบการบริหารจัดการภาครัฐ
  การปรับเปลี่ยนภาครัฐ ยึดหลัก “ภาครัฐของประชาชนเพื่อประชาชนและประโยชน์ส่วนรวม”

3. วงเงินงบประมาณกองทุน ววน. ที่ได้รับจัดสรรในปีงบประมาณ พ.ศ. 2565 จำนวน 4,917,599 บาท

กรมวิชาการเกษตร

4. รายละเอียดโครงการ

ที่มาและความสำคัญ/หลักการและเหตุผล

อ้อยเป็นหนึ่งในพืชหลักที่สร้างรายได้ให้เกษตรกรและมีความสำคัญต่อเศรษฐกิจของประเทศ ปริมาณอ้อยของไทยไม่มีความสม่ำเสมอ และมีความผันผวนมากขึ้นในแต่ละปี ส่งผลให้โรงงานผลิตน้ำตาลมีความเสี่ยงในแง่ของวัตถุดิบ และไม่มีเสถียรภาพในการผลิตเมื่อเทียบกับประเทศผู้ผลิตอื่น สาเหตุจากปัญหาสภาพภูมิอากาศ (Khumla *et al*., 2022) และพื้นที่ปลูกส่วนใหญ่อยู่ในเขตอาศัยน้ำฝน ที่มีความแตกต่างของชนิดเนื้อดิน โดยพื้นที่ปลูกอ้อยในเขตดินทราย และทรายร่วน ความอุดมสมบูรณ์ของดินค่อนข้างต่ำ และส่วนใหญ่เป็นการปลูกข้ามแล้งเปอร์เซ็นต์การงอกต่ำ การเจริญเติบโตไม่ดีนัก ผลผลิตต่ำ และไว้ตอได้เพียง 1-2 ตอ ในขณะที่เขตดินร่วน ร่วนเหนียว และดินเหนียว แม้จะมีความอุดมสมบูรณ์ของดินสูงกว่าดินทราย แต่มักเป็นด่าง ทำให้อ้อยเจริญเติบโตได้ไม่ดี มีระบบรากสั้น เนื่องจากขาดธาตุอาหารรอง (กรมพัฒนาที่ดิน, 2563) ถ้าฝนแล้งจะทำให้การแตกกอและจำนวนหน่อน้อย ผลผลิตต่ำ การไว้ตอไม่ดี ส่วนพื้นที่ปลูกอ้อยอีกประมาณ 20 เปอร์เซ็นต์ อยู่ในเขตชลประทาน และมีแหล่งน้ำเสริม มักเป็นการปลูกอ้อยต้นฝน มีช่วงระยะการเจริญเติบโตจนถึงช่วงฤดูเปิดหีบสั้นกว่าเขตอื่น ๆ ความหวานต่ำ และหักล้มง่าย ในปีที่แล้งจัด ทำให้ผลผลิตต่ำมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในอ้อยตอ ส่งผลให้ต้นทุนการผลิตสูง การเพิ่มผลผลิตและลดต้นทุนโดยใช้พันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูง ปรับตัวได้กับสภาพพื้นที่ ทนแล้ง ให้ผลผลิตไม่ต่ำกว่า 3 ตอ ยังคงเป็นที่ต้องการของเกษตรกร แม้ปัจจุบันพันธุ์ขอนแก่น 3 ให้ผลผลิตอ้อยและน้ำตาลสูงกว่าพันธุ์อื่นเกษตรกรนิยมปลูก และมีพื้นที่ปลูกมากกว่าร้อยละ 90 ของประเทศ (ประสิทธิ์ และคณะ, 2563) ซึ่งสัดส่วนที่สูงดังกล่าว ทำให้เกิดความเสี่ยงทางพันธุกรรมสูง หากเกิดโรคและแมลงระบาด และสร้างความเสียหายอย่างรุนแรงต่ออุตสาหกรรมอ้อยได้

อย่างไรก็ตามแม้งานพัฒนาพันธุ์อ้อยจะดำเนินการอย่างต่อเนื่อง แม้จะมีการรับรองพันธุ์อ้อยมาแล้วเป็นจำนวนมากกว่า 30 พันธุ์ ในระยะเวลาตั้งแต่ปี 2526 ถึงปี 2560 พบว่าผลผลิตน้ำตาลเฉลี่ยต่อไร่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจากเดิมประมาณ 2.5 ถึง 3 ตันต่อไร่ในปี 2526 เป็นประมาณ 3 ถึง 4 ตันต่อไร่ในปี 2560 ส่วนผลผลิตอ้อยเฉลี่ยต่อไร่ในพันธุ์ใหม่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจากประมาณ 15 ถึง 17 ตันต่อไร่ ในปี 2526 ไปเป็นประมาณ 16 ถึง 20 ตันต่อไร่ ในปี 2560 แต่ในขณะที่แนวโน้มการเพิ่มของค่าซีซีเอส ค่อนข้างคงที่หรือเพิ่มขึ้นอีกประมาณ 1 ซีซีเอสเท่านั้น (Khumla *et al*., 2021) และจนถึงปัจจุบันยังไม่มีอ้อยพันธุ์ใดมีคุณสมบัติเทียบเท่าพันธุ์ขอนแก่น 3 เนื่องจากพันธุ์อ้อยที่ใช้มีความแตกต่างทางพันธุกรรมน้อย ใช้พ่อแม่พันธุ์ซ้ำๆ ในการผสม ทำให้ลูกผสมมีลักษณะไม่แตกต่างจากเดิม ไม่สามารถคัดเลือกพันธุ์ที่ดีกว่าได้ ประกอบกับยังไม่สามารถจำแนกศักยภาพการให้ผลผลิตของพ่อแม่พันธุ์ในเชื้อพันธุกรรมที่รวบรวมไว้ได้ จำนวนพ่อแม่พันธุ์มีจำกัด ขาดตัวเลือกในการสร้างพันธุ์ใหม่ๆ รวมทั้งเทคนิคและวิธีการที่ใช้ยังขาดความแม่นยำ การตัดสินใจขึ้นกับประสบการณ์ส่วนบุคคล (ศุจิรัตน์, 2563)

จากความไม่แน่นอนของปริมาณผลผลิตอ้อย ผลผลิตน้ำตาล และราคาในตลาดโลก ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อรายได้ของเกษตรกรและความยั่งยืนของอุตสาหกรรมอ้อยไทย อุตสาหกรรมชีวภาพจึงถูกจัดเป็นทางออกที่ยั่งยืน โดยการปรับเปลี่ยนนำอ้อยและผลพลอยได้จากการผลิตน้ำตาล ไปต่อยอดเป็นผลิตภัณฑ์ชีวภาพอื่น เช่น เอทานอล ไฟฟ้าชีวมวล และสารตั้งต้นสำหรับผลิตสินค้าอุปโภค การพัฒนาพันธุ์อ้อยที่ใช้ประโยชน์ได้หลากหลาย โดยเฉพาะด้านพลังงานทดแทน ทั้งการผลิตเป็นเอทานอลทดแทนน้ำมัน และชีวมวลเพื่อการผลิตไฟฟ้า จึงเป็นการเพิ่มโอกาสสร้างรายได้แก่เกษตรกร และแก้ปัญหาขาดแคลนพลังงาน เพราะอ้อยเป็นพืชที่นำมาใช้ประโยชน์ได้ทุก

กรมวิชาการเกษตร

ส่วน (Zero waste) ในขณะที่ไทยอยู่ในระยะเริ่มต้นของการพัฒนาอุตสาหกรรมด้านนี้ ทั้งยังขาดพันธุ์อ้อยที่มีคุณสมบัติเหมาะสม และเทคโนโลยีการผลิตที่มีประสิทธิภาพและคุ้มค่าแก่การลงทุน

ดังนั้นเพื่อเป็นการแก้ปัญหาปริมาณผลผลิตอ้อยที่ไม่สม่ำเสมอ ลดความเสี่ยงจากการใช้พันธุ์เชิงเดี่ยว และการรักษาเสถียรภาพการผลิตในอุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาล จำเป็นต้องพัฒนาพันธุ์ใหม่ที่มีศักยภาพในการให้ผลผลิตปรับตัวได้ดีกับสภาพแวดล้อมโดยใช้เชื้อพันธุกรรมที่รวบรวมไว้และพัฒนาจากโครงการปรับปรุงพันธุ์อ้อยของกรมวิชาการเกษตรมาต่อยอด โดยใช้การปรับปรุงพันธุ์แบบมาตรฐาน และใช้เทคโนโลยีชีวภาพเข้ามาร่วมขับเคลื่อนให้เกิดประสิทธิภาพ ถูกต้อง แม่นยำ และโอกาสประสบผลสำเร็จมากขึ้น สนับสนุนการพัฒนาเศรษฐกิจภายใต้แนวคิดเศรษฐกิจชีวภาพ เศรษฐกิจหมุนเวียน และเศรษฐกิจสีเขียว สอดคล้องกับยุทธศาสตร์ของกรมวิชาการเกษตร และกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ เพื่อผลักดันให้งานวิจัยสามารถขับเคลื่อนประเทศให้พัฒนา มีความมั่นคง และยั่งยืน รวมทั้งยุทธศาสตร์อ้อยและน้ำตาลทรายที่ตั้งเป้า เพิ่มผลผลิตเฉลี่ยจาก 10.06 ตัน/ไร่เป็น 11.40 ตัน/ไร่ ผลผลิตจะเพิ่มจาก 105.96 ล้านตันต่อปี เป็นปีละ 180 ล้านตัน ในปี 2569 ตามกรอบวิสัยทัศน์ของแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 และยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี

วัตถุประสงค์ของโครงการ

1. เพื่อพัฒนาพันธุ์อ้อยสำหรับอุตสาหกรรมน้ำตาล ที่มีผลผลิตต่อไร่ และผลผลิตน้ำตาล เทียบเท่าหรือสูงกว่าพันธุ์ขอนแก่น 3 หรือ LK92-11 ร้อยละ 3 ค่าความหวานไม่น้อยกว่า 13 ซีซีเอส มีความสามารถในการทนแล้งสามารถไว้ตอได้ไม่น้อยกว่า 2 ครั้ง และมีลักษณะของพันธุ์ที่เหมาะสมกับสภาพพื้นที่ปลูกในเขตดินร่วน ร่วนเหนียว ดินเหนียว เขตพื้นที่ดินทราย และร่วนทราย รวมทั้งในเขตพื้นที่ชลประทานและแหล่งน้ำเสริม เพื่อให้เกษตรกรมีรายได้เพิ่มขึ้น ต้นทุนการผลิตต่อหน่วยผลผลิตลดลง และได้รับผลตอบแทนจากค่าความหวานที่เพิ่มขึ้น

2. เพื่อพัฒนาพันธุ์อ้อยสำหรับอุตสาหกรรมชีวภาพมีคุณสมบัติในการใช้ประโยชน์หลากหลาย ที่มีการสะสมน้ำตาลเร็วตั้งแต่ 6 เดือน ความหวานประมาณ 16-18 บริกซ์ อายุเก็บเกี่ยวประมาณ 8-10 เดือน ให้ผลผลิตชีวมวลโดยรวมสูง ในเขตน้ำฝนประมาณ 16-18 ตันต่อไร่ ในเขตชลประทานประมาณ 25-40 ตันต่อไร่ ไว้ตอได้ไม่น้อยกว่า 2 ครั้ง ทนต่อสภาพแล้ง มีลักษณะทางการเกษตรที่เหมาะสมกับการใช้เครื่องจักรกลในการผลิต มีคุณสมบัติทางกายภาพเหมาะสมในการนำไปสร้างพลังงานชีวภาพ และ/หรือผลิตภัณฑ์ชีวภาพ

3. เพื่อวิจัยและพัฒนาวิธีการทางชีวเคมี ชีวโมเลกุล และโรคพืช ในการเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการปรับปรุงพันธุ์ เน้นการใช้ข้อมูลระดับดีเอ็นเอของกลุ่มยีนควบคุมขบวนการสร้างน้ำตาลและการให้ผลผลิต สารบ่งชี้ทางชีวภาพ (Biomarker) ที่สัมพันธ์กับการทนแล้งและการทนโรค เพื่อเพิ่มความแม่นยำในขั้นตอนการคัดเลือกและประเมินพันธุ์ที่มีผลผลิตอ้อยและน้ำตาลสูง ทนทานต่อสภาวะแล้งและโรคอ้อยที่สำคัญ

4. เพื่อวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีที่สำคัญในการเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตอ้อยโคลนดีเด่นสู่เกษตรกร กลุ่มวิสาหกิจชุมชน ผู้ประกอบการในอุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาล และอุตสาหกรรมชีวภาพ

กรมวิชาการเกษตร

ขอบเขตการศึกษา

โครงการวิจัยและพัฒนาพันธุ์อ้อยเพื่ออุตสาหกรรมน้ำตาลและอุตสาหกรรมชีวภาพ ดำเนินการวิจัยเพื่อมุ่งหวังลดข้อจำกัดดังกล่าว โดยครอบคลุมเทคโนโลยีการปรับปรุงพันธุ์อ้อยด้วยวิธีการปรับปรุงพันธุ์แบบมาตรฐานและใช้องค์ความรู้ เทคนิค และวิธีการทางเทคโนโลยีชีวภาพเป็นเครื่องมือในการขับเคลื่อน ซึ่งประกอบไปด้วยกิจกรรมวิจัยการปรับปรุงพันธุ์อ้อยตามขั้นตอนต่าง ๆ ตั้งแต่การผสมพันธุ์ใหม่ทั้งภายใน *Saccharum officinarum* และการเพิ่มความหลากหลายทางพันธุกรรมโดยการใช้อ้อยป่าสกุลใกล้เคียง (Wild relative species) เข้ามาผสม (Interspecific hybridization) เพื่อเพิ่มลักษณะใหม่ๆ ที่มีประโยชน์ทางการเกษตรเข้ามาสู่พันธุ์การค้า เช่นสกุล *S. spontaneum* และผสมพันธุ์ต่างตระกูล (Intergeneric hybridization) เช่น *Erianthus* เพื่อขยายฐานพันธุกรรม และสร้างประชากร เพื่อขยาย และเพิ่มโอกาสการคัดเลือกพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงเหมาะกับสภาพพื้นที่ ประเมินศักยภาพการให้ผลผลิตอ้อย ผลผลิตชีวมวล แก๊สชีวภาพ และเอทานอล การตอบสนองต่อสภาพแวดล้อมในแหล่งปลูกที่สำคัญ กระบวนการหมักที่ใช้เทคโนโลยีขั้นสูงการผลิตเอทานอล ศึกษาลักษณะทางสรีรวิทยาที่เกี่ยวข้องกับความทนแล้งจากลักษณะที่แสดงออก (Phenotype) ร่วมกับการศึกษาลักษณะในระดับดีเอ็นเอ (Genotype) และวิธีการทางด้านสรีรวิทยา ชีวเคมี และชีวโมเลกุล ที่มีความถูกต้อง มาใช้จัดการข้อมูลเพื่อคัดเลือกพ่อแม่พันธุ์และติดตามลักษณะเป้าหมายในลูกผสม เพิ่มประสิทธิภาพในการดำเนินงาน โดยเน้นลักษณะที่ควบคุมการให้ผลผลิต ความหวาน และการทนแล้งเป็นหลัก รวมทั้งกิจกรรมการศึกษาเทคโนโลยีเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต ได้แก่ ปฏิกิริยาต่อโรคและแมลงที่สำคัญ การสะสมน้ำตาล ระยะปลูกที่เหมาะสม ประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนและน้ำ เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการปัจจัยการผลิตที่เหมาะสม เพื่อเพิ่มสมรรถนะในการให้ผลผลิตสูงสุดและเหมาะสมกับแต่ละพื้นที่ (Fig. 1)

กรมวิชาการเกษตร

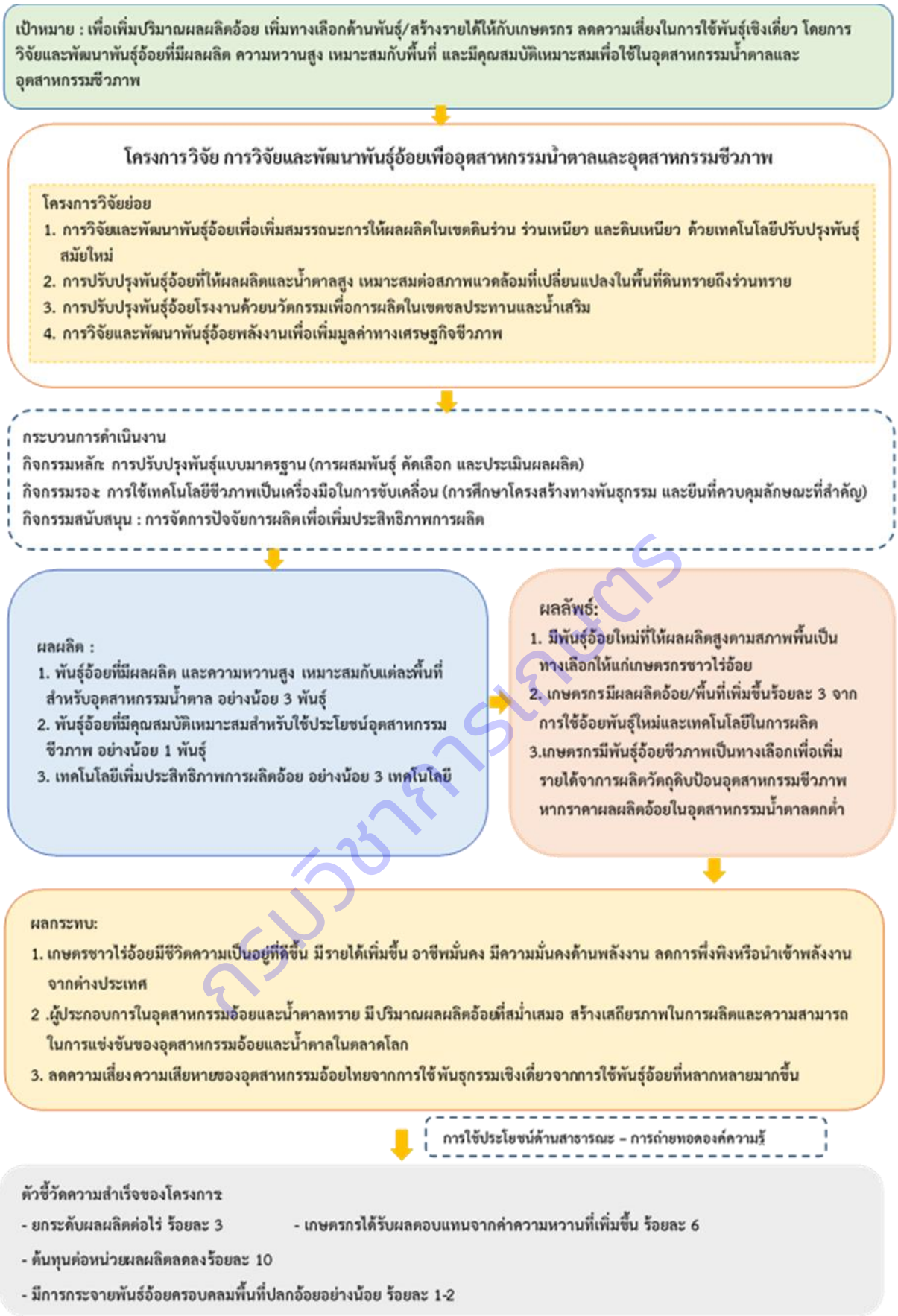


Fig. 1 Research and development on sugarcane breeding project and sub-projects

กรมวิชาการเกษตร

บทที่ 2 วิธีการดำเนินงาน

1.วิธีการดำเนินการวิจัย

โครงการวิจัยและพัฒนาพันธุ์อ้อยเพื่ออุตสาหกรรมน้ำตาลและอุตสาหกรรมชีวภาพ ประกอบด้วย 4 โครงการวิจัยย่อย โดยในส่วนของการพัฒนาพันธุ์อ้อยเพื่ออุตสาหกรรมน้ำตาลและผลิตภัณฑ์ต่อเนื่อง จะมุ่งเน้นการพัฒนาพันธุ์อ้อยเพื่อยกระดับผลผลิต และลดต้นทุนบนพื้นฐานของความหลากหลายของพื้นที่ จำนวน 3 โครงการย่อย ได้แก่ โครงการวิจัยและพัฒนาพันธุ์อ้อยเพื่อเพิ่มสมรรถนะการให้ผลผลิตในเขตดินร่วน ร่วนเหนียว และดินเหนียว ด้วยเทคโนโลยีปรับปรุงพันธุ์สมัยใหม่ โครงการวิจัยการปรับปรุงพันธุ์อ้อยที่ให้ผลผลิตและน้ำตาลสูง เหมาะสมต่อสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงในพื้นที่ดินทรายถึงทรายร่วน และโครงการวิจัยการปรับปรุงพันธุ์อ้อยโรงงานด้วยนวัตกรรมเพื่อการผลิตในเขตชลประทานและน้ำเสริม ในขณะที่ในอุตสาหกรรมชีวภาพ มุ่งเน้นการวิจัยและพัฒนาพันธุ์อ้อยเพื่อการผลิตพลังงานชีวภาพ พันธุ์อ้อยที่มีผลผลิตชีวมวล แก๊สชีวภาพ และเอทานอลสูง เพื่อเป็นพืชพลังงานทางเลือกให้กับเกษตรกร และเป็นการต่อยอด นำผลพลอยได้จากกระบวนการผลิตน้ำตาลมาเพิ่มมูลค่า เป็นการลดความเสี่ยงด้านรายได้ให้กับเกษตรกรหากเกิดกรณีราคาผลผลิตอ้อยเพื่อการผลิตน้ำตาลตกต่ำ โดยทุกโครงการวิจัยย่อยจะได้ดำเนินการด้วยการปรับปรุงพันธุ์ด้วยวิธีมาตรฐาน ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีชีวภาพที่ทันสมัยเพื่อยกระดับการวิจัยและพัฒนาพันธุ์อ้อย ให้สอดคล้องกับนโยบายของรัฐบาลตามแนวทาง Thailand 4.0

ทั้งนี้แต่ละโครงการย่อยภายใต้โครงการ ดำเนินงานวิจัยในทิศทาง รูปแบบที่สอดคล้อง และมีการบริหารการใช้ทรัพยากรร่วมกัน (Fig. 2) แต่มีเกณฑ์การพิจารณาการคัดเลือกลักษณะของโคลนอ้อยที่เหมาะสมกับพื้นที่ปลูกความแตกต่างกัน โดยประกอบไปด้วยกิจกรรมการปรับปรุงพันธุ์อ้อย ซึ่งมีขั้นตอนต่างๆ ตั้งแต่การผสมพันธุ์ การคัดเลือกขั้นที่ 1 และ 2 ด้วยวิธีการคัดเลือกแบบตระกูล (Family selection) ร่วมกับการคัดเลือกแบบรายต้น (Individual selection) ภายในตระกูลที่คัดเลือกไว้ ทั้งนี้เพื่อเพิ่มความก้าวหน้าในการคัดเลือก (Genetic gain) ให้มากขึ้น นำโคลนอ้อยที่ผ่านการคัดเลือกไปประเมินผลผลิต ขั้นเปรียบเทียบเบื้องต้น มาตรฐาน และไร่เกษตรกรในพื้นที่ปลูกตามชนิดเนื้อดินต่างๆ ศึกษาโครงสร้างทางพันธุกรรมด้วยเทคโนโลยีชีวภาพของยีนที่เกี่ยวข้องกับลักษณะความหวาน การทนแล้ง กระบวนทางชีวเคมีเมื่ออยู่ในสภาพแล้ง และนำมาใช้พิจารณาคัดเลือกโคลนดีเด่นที่มีพันธุกรรมที่เกี่ยวข้องกับลักษณะดังกล่าว รวมทั้งเปิดโอกาสให้เกษตรกรร่วมประเมินความพึงพอใจต่อพันธุ์ด้วย นอกจากนี้ยังศึกษาเทคโนโลยีเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต การจัดการปัจจัยการผลิตด้านปุ๋ยและน้ำ ปฏิกิริยาของอ้อยโคลนดีเด่นต่อโรคแมลงที่สำคัญ การสะสมน้ำตาลของอ้อยโคลนดีเด่นที่อายุต่างๆกัน เป็นต้น เพื่อให้เป็นแนวทางในการจัดการปัจจัยการผลิตที่เหมาะสมต่อโคลนดีเด่นนั้น ๆ ให้แสดงสมรรถนะในการให้ผลผลิตสูงสุด นอกจากนี้จะได้นำองค์ความรู้จากผลงานวิจัยและพัฒนาด้านพันธุ์ และเทคโนโลยีประกอบพันธุ์เผยแพร่สู่

กรมวิชาการเกษตร

เกษตรกรชาวไร่อ้อย และผู้ใช้ประโยชน์ที่เกี่ยวข้อง โดยมีเป้าหมายเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตจากการใช้อ้อยพันธุ์ดี เหมาะสมกับสภาพพื้นที่การผลิตของเกษตรกร

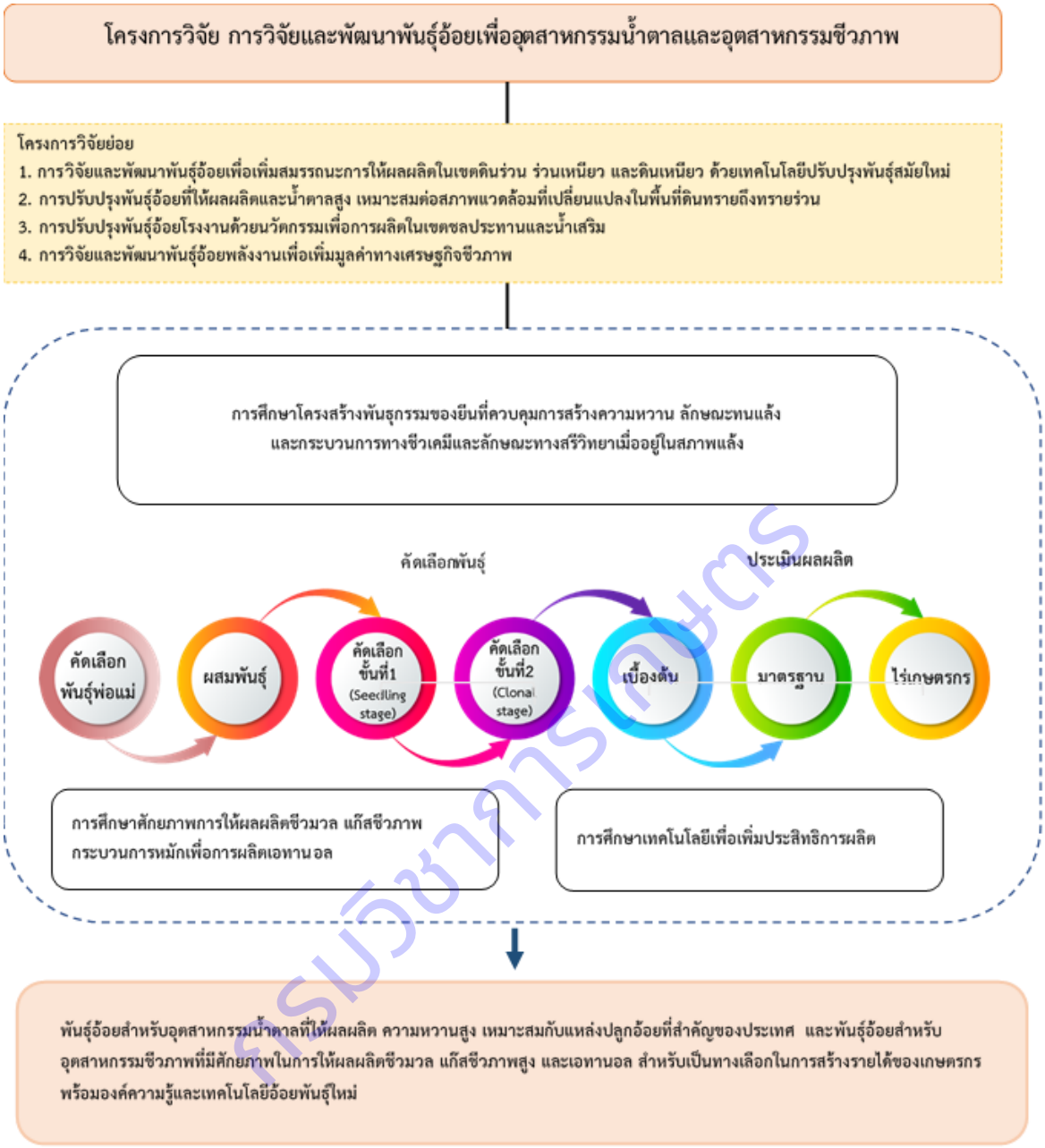


Fig. 2 Project framework

นิยามศัพท์

- การประเมินผลผลิต หมายถึง การประเมินความสามารถในการให้ผลผลิตอ้อย ความหวาน ผลผลิตน้ำตาล และลักษณะทางการเกษตรอื่นๆ เช่น ความสามารถในการไว้ตอ การหักล้ม ลักษณะทรงกอ การออกดอก เป็นต้น โดยแบ่งการประเมินผลผลิต ออกเป็น 3 ขั้นตอน ได้แก่ การเปรียบเทียบเบื้องต้น มาตรฐาน และในไร่เกษตรกร โดยจะดำเนินการในพื้นที่ศูนย์วิจัยฯ ของกรมวิชาการเกษตร โรงงานน้ำตาล และไร่เกษตรกร ที่เป็นแหล่งปลูกอ้อย โดยมีจำนวนโคลน/พันธุ์ และสถานที่ดำเนินการ แตกต่าง และลดหลั่นกันไปในแต่ละขั้นตอน

กรมวิชาการเกษตร

- อ้อยพลังงานชีวภาพ หมายถึง อ้อยที่ให้ผลผลิต ซึ่งได้แก่ ลำต้น ใบ ยอดอ้อย น้ำอ้อย ชานอ้อย และใช้ทุกส่วนดังกล่าวไปผลิตพลังงาน โดยผ่านกระบวนการย่อยสลายโดยอาศัยจุลินทรีย์เป็นตัวย่อย ภายใต้สภาวะไร้อากาศ (Anaerobic Digestion) จนเกิดเป็นก๊าซชีวภาพ (Biogas) โดยมีแก๊สมีเทนเป็นองค์ประกอบหลัก ซึ่งสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ในรูปพลังงานความร้อน และพลังงานไฟฟ้า โดยในรายงานฉบับนี้ พลังงานชีวภาพที่ได้หมายถึงแก๊สมีเทน และเอทานอล ซึ่งได้จากการใช้น้ำอ้อย และชานอ้อย เป็นวัตถุดิบในการผลิต

- อ้อยพลังงานชีวมวล หมายถึง อ้อยที่ใช้ส่วนของผลผลิต ซึ่งได้แก่ ลำต้น ใบ ยอดอ้อย ชานอ้อย ที่มีเปอร์เซ็นต์เยื่อใยสูง มาแปรรูปด้วยการหมัก การเผา หรือกระบวนการอื่น ๆ เพื่อให้ได้พลังงานทั้งในรูปพลังงานความร้อน หรือผลิตกระแสไฟฟ้าได้โดยตรง

- ลูกผสมอ้อยป่า หมายถึง อ้อยลูกผสมที่ได้จากการผสมพันธุ์ข้ามสปีชีส์ (Interspecific hybrids) ระหว่างอ้อยพันธุ์การค้า (*Saccharum officinarum*) และอ้อยป่าหรือพง (*S. spontaneum*) เพื่อให้ได้ลักษณะการทนแล้ง ไว้ตอได้ดี และมีชีวมวลสูง

3. การปรับแผนงบประมาณระหว่างปี

☑ ไม่มี ❑ มี ได้รับอนุมัติเมื่อวันที่.....

❑ เปลี่ยนแปลงงบประมาณ โปรดอธิบายการเปลี่ยนแปลง.....

❑ เปลี่ยนแปลงวัตถุประสงค์/ผลผลิต โปรดอธิบายการเปลี่ยนแปลง.....

กรมวิชาการเกษตร

บทที่ 3 ผลการศึกษา

3.1 ผลการดำเนินงานของโครงการ

ดำเนินการในสภาพพื้นที่ปลูกอ้อยในเขตดินร่วน ร่วนเหนียวและดินเหนียว พบว่า อ้อยโคลนดีเด่นจำนวน 4 โคลน ได้แก่ NSUT13-106 NSUT13-154 NSUT13-289 และ NSUT13-313 ให้ผลผลิตอ้อย และผลผลิตน้ำตาลสูงกว่าพันธุ์ LK92-11 ร้อยละ 8-36 โดยโคลน NSUT13-313 และ NSUT13-154 ให้ผลผลิตน้ำตาลสูงกว่าพันธุ์ขอนแก่น 3 ร้อยละ 15 และ 1 ตามลำดับ (Table 1) ซึ่งได้นำทั้ง 4 โคลนเข้าประเมินผลผลิตในไร่เกษตรกร ส่วนโคลนอ้อยชุดปี 2559 มีโคลนอ้อยที่แสดงศักยภาพในการให้ผลผลิตและความหวานสูง และถูกคัดเลือกไว้จำนวน 10 โคลน ได้แก่ NSUT16-058 NSUT16-055 NSUT16-032 NSUT16-064 NSUT16-087 NSUT16-007 NSUT16-097 NSUT16-088 NSUT16-115 และ NSUT16-075 เพื่อเข้าประเมินผลผลิตในขั้นเปรียบเทียบมาตรฐาน (Table 2)

Table 1 Cane and sugar yields, CCS and some agronomic traits of standard trials of sugarcane series 2013 across 5 locations during 2020/21-2021/22 : Plant cane and 1st Ratoon crops

No	Clone/Var	CYLD (ton/rai)	CCS	SYLD (ton CCS/rai)	STKHT (cm)	STKNO/rai	STKWT (kg)	STKDIA (cm)	%Relative			
									CYLD		SYLD	
									KK3	LK92-	KK3	LK92-11
1	NSUT13-014	14.94 ef	12.89 f	1.94 e	252 d	12,335 bc	1.22 c	2.65 e	92	105	82	97
2	NSUT13-106	16.13 bc	13.43 e	2.17 cd	295 a	10,247 e	1.59 ab	2.92 b	99	113	92	108
3	NSUT13-153	15.39 cde	14.01 cd	2.19 c	229 e	12,590 bc	1.26 c	2.86 c	94	108	92	109
4	NSUT13-154	16.47 b	13.71 de	2.27 bc	218 f	16,182 a	1.06 d	2.59 f	**101**	116	96	113
5	NSUT13-179	14.70 ef	14.65 a	2.16 cd	216 f	12,458 bc	1.28 c	2.91 bc	90	103	91	108
6	NSUT13-187	15.02 def	12.58 f	1.92 e	203 g	2,442 bc	1.31 c	3.07 a	92	106	81	96
7	NSUT13-289	16.07 bcd	14.19 bc	2.31 bc	282 b	12,917 b	1.22 c	2.45 g	99	113	98	115
8	NSUT13-313	18.79 a	14.55 ab	2.73 a	280 b	10,923 d	1.67 a	2.95 b	**115**	132	**115**	136
	LK92-11 (Check)	14.22 f	14.02 cd	2.01 de	223 ef	12,037 c	1.28 c	2.80 d		100		100
	KK3 (Check)	16.30 bc	14.39 abc	2.36 b	270 c	10,387 de	1.54 b	2.86 c	100		100	
	Mean	15.80	13.84	2.21	249	12,252	1.34	2.81				
	CV. (%)	15.3	6.47	17.5	8.17	12.35	16.6	4.08				

Means in the same column followed by the same letter are not significant differences at p = 0.05 by DMRT.
CYLD = Cane yield SYLD = Sugar yield CCS = Commercial Cane Sugar SLKHT = Stalk height
STKNO = Stalk number STKWT = Stalk weight STKDIA = Stalk diameter

กรมวิชาการเกษตร

Table 2 Cane and sugar yields, CCS and some agronomic traits of selected sugarcane series 2016 at Nakhon Sawan Field Crops Research Center during 2020-22 : Plant cane

No	Clone/variety	CYLD (ton/rai)	CCS	SYLD (ton CCS/rai)	PLHT (cm)	STKNO/rai	STKDIA (cm)	STLNO/rai
1	NSUT16-007	21.6	13.75	2.97	311	11,033	2.99	2,067
2	NSUT16-032	16.7	12.55	2.08	269	9,900	3.04	1,978
3	NSUT16-055	21.3	14.07	2.99	339	10,000	2.91	2,033
4	NSUT16-058	17.7	12.67	2.28	283	8,422	3.20	1,956
5	NSUT16-064	20.1	8.52	1.71	323	9,900	2.87	2,033
6	NSUT16-075	22.0	11.03	2.43	297	11,656	2.99	2,122
7	NSUT16-087	22.5	13.01	2.91	370	8,256	3.18	2,089
8	NSUT16-088	27.7	12.90	3.58	361	11,522	3.07	2,111
9	NSUT16-097	20.0	13.86	2.78	333	10,978	2.87	2,133
10	NSUT16-115	23.7	9.17	2.25	350	10,956	2.84	2,067
	LK92-11 (Check)	20.8	15.22	3.16	295	11,767	2.92	2,133
	KK3 (Check)	26.5	13.98	3.71	359	12,700	2.78	2,133

CYLD = Cane yield SYLD = Sugar yield CCS = Commercial Cane Sugar PLHT = Plant height
STKNO = Stalk number STKDIA = Stalk diameter STLNO =Stool number

นอกจากนี้ ในการออกแบบไพรเมอร์ที่จำเพาะกับส่วนของยีนเกี่ยวข้องกับการสร้างความหวานของอ้อย คือยีน Trehalose phosphate synthase (TPS) และ Trehalose phosphate phosphatase (TPP) ได้ไพรเมอร์จำนวน 4 คู่ โดยทั้งสองยีนมีการแสดงการออกค่อนข้างสูงในสภาวะขาดน้ำมากกว่าสภาวะให้น้ำ โดยในสภาวะขาดน้ำ พันธุ์ UT13 และ UT8 มีการแสดงออกของยีน TPS และ TPP มากที่สุด ตามลำดับ ขณะที่ในสภาวะน้ำปกติ โคลน NSUT13-313 มีการแสดงออกของทั้งสองยีนมากที่สุด (Fig. 3)

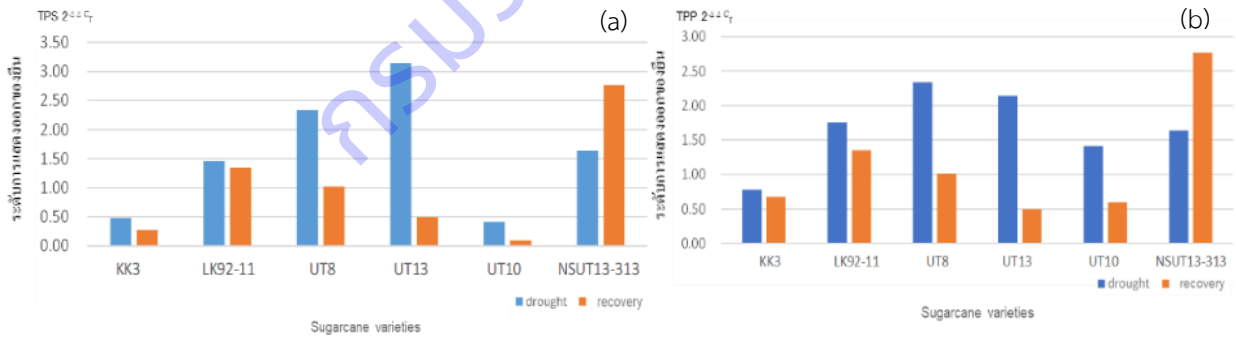


Fig. 3 Gene expression of (a) Trehalose phosphate synthase (TPS) and (b) Trehalose phosphate phosphatase (TPP)

สำหรับในส่วนของการออกแบบไพรเมอร์ที่จำเพาะกับส่วนของยีนเกี่ยวข้องกับการทนแล้ง ได้ไพรเมอร์จำนวน 13 คู่ ในยีน Ornithine aminotransferas (OAT) Proline oxidase (Pox) Pyrroline-5-carboxylate Synthetase (P5CS) และ Proline Transporter (ProT) พบว่าเมื่ออ้อยอยู่ในสภาวะขาดน้ำ พันธุ์ UT13 และ

กรมวิชาการเกษตร

NSUT13-313 มีการแสดงออกของยีน OAT และ POX สูงสุด ตามลำดับ ในขณะที่พันธุ์ UT10 การแสดงออกของยีนสูงสุดในยีน P5CS และ ProT และเมื่อให้น้ำกลับ พันธุ์ UT8 มีการแสดงออกของยีนสูงสุดในยีน OAT และ POX ขณะที่ยีน P5CS และ ProT พันธุ์ KK3 และ NSUT13-313 มีการแสดงออกของยีนสูงสุด (Fig. 4)

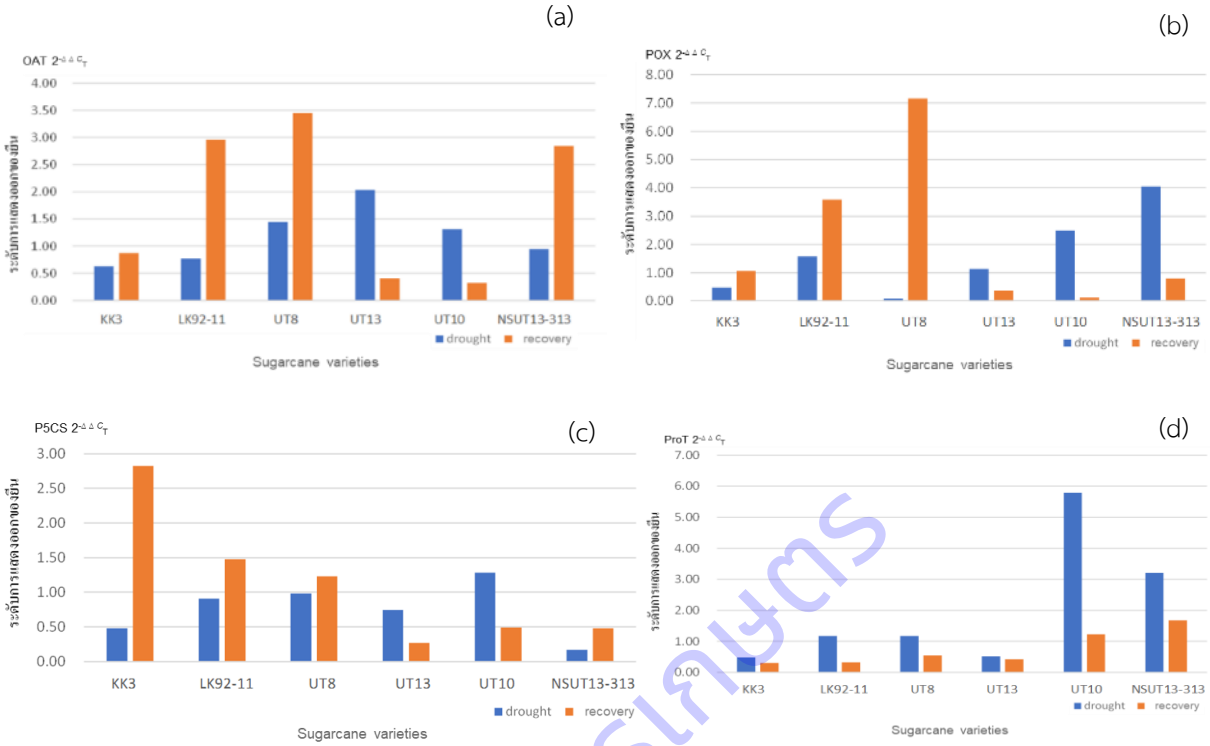


Fig. 4 Gene expression of (a) Ornithine aminotransferase (OAT), (b) Proline oxidase (POX) (c) Pyrroline-5-carboxylate Synthetase (P5CS) and (d) Proline (ProT)

นอกจากนี้สภาวะขาดน้ำ ทำให้ความสูงต้น ความยาวราก และปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบลดลง มีการรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์เพิ่มขึ้น (Fig. 5 และ 6) เนื่องจากเกิดความเสียหายต่อเยื่อหุ้มเซลล์ ปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ โพรลีน และและน้ำตาลทรีฮาโรสเพิ่มขึ้น ซึ่งอ้อยทั้ง 6 พันธุ์/โคลน มีปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ โพรลีน และมาลอนไดแอลดีไฮด์แตกต่างกัน แต่ปริมาณน้ำตาลทรีฮาโรสไม่แตกต่างกัน ในส่วนของกิจกรรมของเอนไซม์ต้านออกซิเดชัน Guaiacal Peroxidase (GPX) แตกต่างกัน ในกลุ่มขาดน้ำและในกลุ่มที่ได้รับน้ำกลับกิจกรรมของเอนไซม์ GPX เพิ่มสูงขึ้น ขณะที่ในสภาวะขาดน้ำเอนไซม์ Ascorbate Peroxidase (APX) และ Superoxide dismutase (SOD) ไม่แตกต่างกัน โดยพันธุ์ KK3 มีกิจกรรมของเอนไซม์ APX มากที่สุด ขณะที่อ้อยพันธุ์ UT8 ปริมาณเอนไซม์ GPX มากที่สุด (Fig. 7) ส่วนการสะสมน้ำตาลของอ้อยดีเด่นทั้ง 4 โคลน/พันธุ์ พบว่าเพิ่มขึ้นตามอายุในอัตราที่แตกต่างกัน โดยมีความสัมพันธ์แบบเชิงเส้น ที่อายุ 10 เดือน อ้อยทุกโคลนพันธุ์ มีค่าอยู่ระหว่าง 11.3 - 12.3 CCS จากฝนตกอย่างต่อเนื่อง ทำให้ไม่พบความแตกต่างของประสิทธิภาพการใช้น้ำเมื่อการจัดการน้ำด้วยวิธีต่างๆ ในโคลนอ้อยดังกล่าว

กรมวิชาการเกษตร

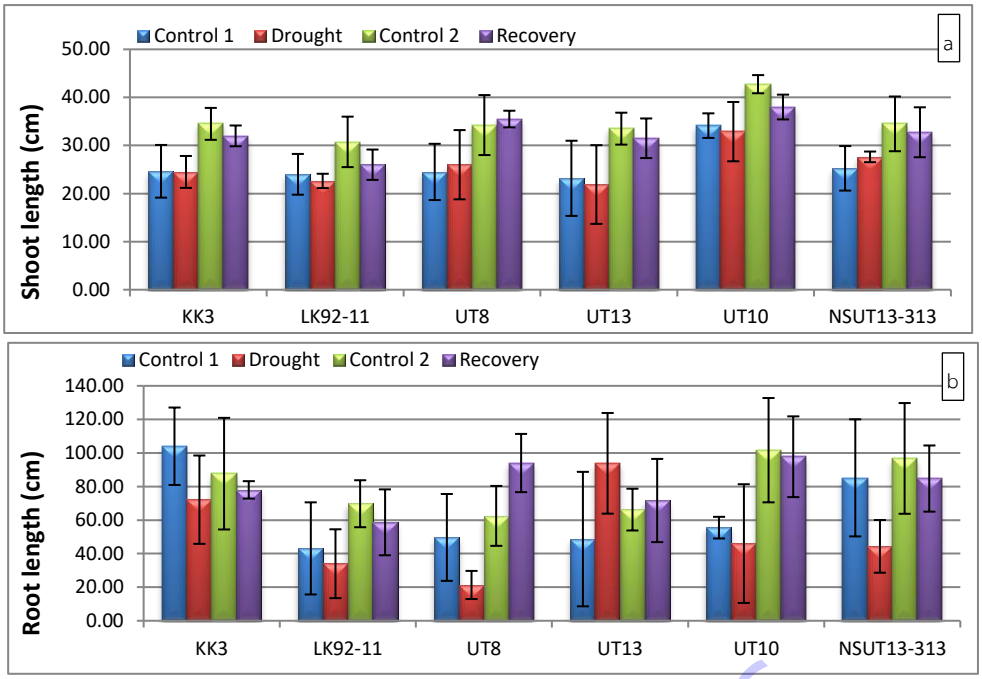


Fig. 6 Shoot (a) and root length (b) under drought and recovery conditions

(Control 1 = drought control, Drought = limited watering, Control 2 = recovery control and Recovery = re-watering)

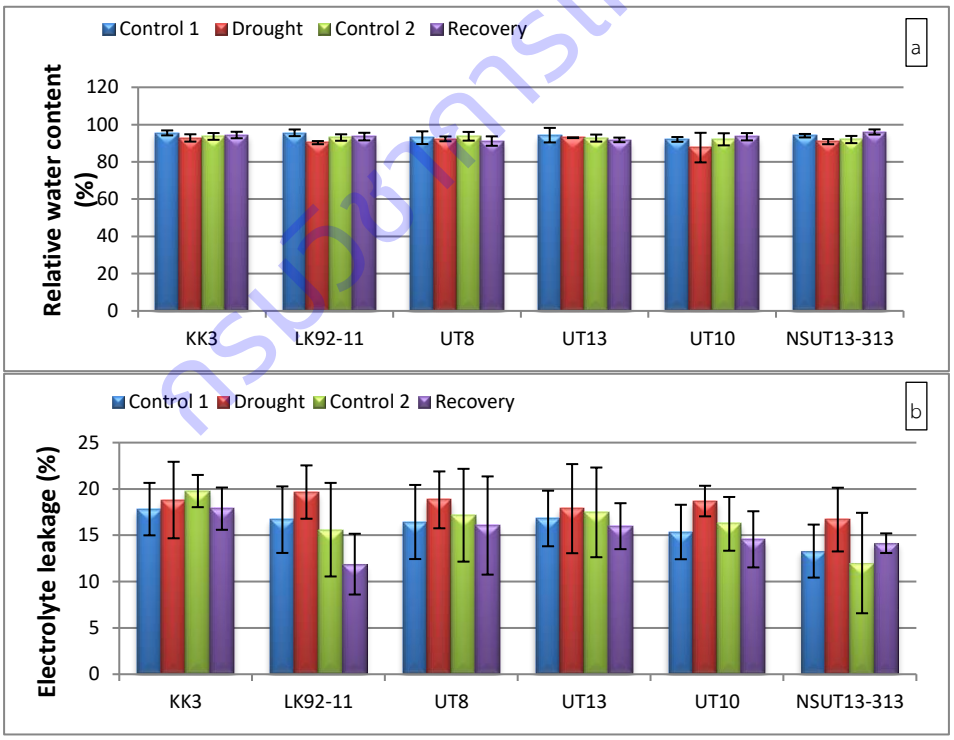


Fig. 5 Relative water content (a) and Electrolyte leakage (b) under drought and recovery conditions

(Control 1 = drought control, Drought = limited watering, Control 2 = recovery control and Recovery = re-watering)

กรมวิชาการเกษตร

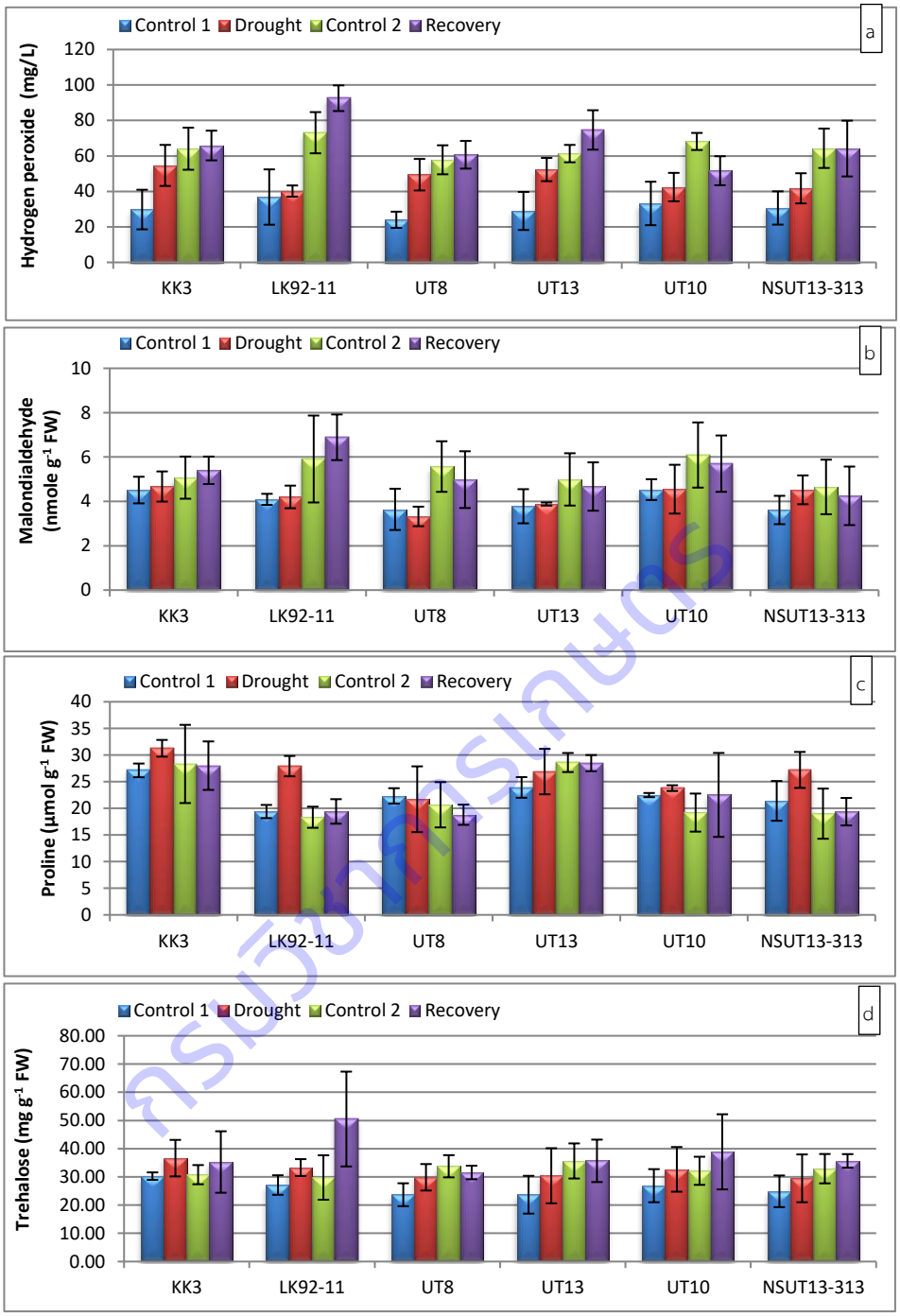


Fig. 7 Hydrogen peroxide (a) Malondialdehyde (b) Proline (c) and Trehalose under drought and recovery conditions

(Control 1 = drought control, Drought = limited watering, Control 2 = recovery control and Recovery = re-watering)

ในเขตดินทรายถึงทรายร่วน คัดเลือกโคลนอ้อยดีเด่นในขั้นที่ 2 ในโคลนอ้อยชุดปี 2560 – 2561 พบว่าโคลนอ้อยดีเด่นชุดปี 2560 คัดเลือกได้โคลนอ้อยดีเด่นจำนวน 9 โคลน ให้ผลผลิตเฉลี่ย 10.3 ตัน/ไร่ และให้ผลผลิตน้ำตาลเฉลี่ย 1.52 ตันซีซีเอส/ไร่ ในขณะที่พันธุ์เปรียบเทียบ KK3 K88-92 และ LK92-11 ให้ผลผลิตเท่ากับ

11.7 10.3 และ 8.5 ตัน/ไร่ และให้ผลผลิตน้ำตาลเท่ากับ 1.85 1.18 และ 1.40 ตันซีซีเอส/ไร่ ตามลำดับ (Table 3) และโคลนอ้อยดีเด่นชุดปี 2561 คัดเลือกได้โคลนอ้อยดีเด่นจำนวน 68 โคลน (Table 4) ให้ผลผลิตเฉลี่ย 10.4 ตัน/ไร่ และให้ผลผลิตน้ำตาลเฉลี่ย 1.22 ตันซีซีเอส/ไร่ ในขณะที่พันธุ์ KK3 KK07-250 K88-92 และ LK92-11 ให้ผลผลิต 9.3 10.0 8.6 และ 7.1 ตัน/ไร่ และให้ผลผลิตน้ำตาล 1.17 1.43 1.01 และ 1.00 ตันซีซีเอส/ไร่ ตามลำดับ และปลูกขยายพันธุ์โคลนอ้อยดีเด่นที่ได้จากการคัดเลือกขั้นที่ 2 เพื่อนำเข้าประเมินผลผลิตในขั้นเปรียบเทียบเบื้องต้น ส่วนโคลนอ้อยดีเด่นชุดปี 2562-2563 คัดเลือกในขั้นที่ 1 โคลนที่มีผลผลิตสูง ได้จำนวน 23 โคลน เพื่อปลูกคัดเลือกในขั้นที่ 2 ส่วนการประเมินพันธุ์/โคลนอ้อยดีเด่นชุดปี 2556 – 2559 ยังไม่พบว่ามีอ้อยโคลนอ้อยดีเด่นให้ผลผลิตน้ำตาลสูงกว่าพันธุ์ขอนแก่น 3 และจากการศึกษาลักษณะทางสรีรวิทยา พบว่าเมื่ออ้อยอยู่ภายใต้สภาวะเครียดจากการขาดน้ำ ค่า SCMR และประสิทธิภาพของกระบวนการสังเคราะห์ลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับสภาพได้รับน้ำตามปกติ โดยอ้อยโคลน KK14-136 มีค่า SCMR สูงสุด ขณะที่ พันธุ์ LK92-11 และ KK3 มีประสิทธิภาพการใช้น้ำสูงสุด อย่างไรก็ตามพบว่า โคลน KK14-030 สามารถฟื้นฟูการเปิด-ปิดปากใบ และการคายน้ำให้มีค่าใกล้เคียงกับอ้อยที่ได้รับน้ำตามปกติภายหลังได้รับน้ำ (Table 5)

Table 3 Yield and yield components of promising clones in 2nd selection of sugarcane series 2017 at Tha Phra site, Khon Kaen Field Crops Research Center during 2020-2021

No	Clone/ Varieties	Parent	CYLD (ton/rai)	SYLD (ton CCS/rai)	STLKNO/ rai	STLKWT (kg)	STLK/ STL	PLHT (cm)	STLKDIA (cm)
1	KK17-5	KK07-599/KKU09-01	10.8	1.90	6,000	1.8	3.8	179.5	3.35
2	KK17-6	KK3/Era13-45-160	9.6	1.46	9467	1.0	4.7	169.5	2.49
3	KK17-9	SO10-4/04-4-066	11.1	1.58	6,800	1.6	3.6	168.0	3.38
4	KK17-11	K88-92/KPK98-40	9.4	1.45	9,067	1.0	4.5	223.0	2.45
5	KK17-64	UT5/KK10-186	10.8	1.79	10,400	1.0	4.9	310.2	2.65
6	KK17-68	UT5/TPJ04-768	9.1	1.45	11,600	0.8	5.8	197.4	2.68
7	KK17-131	Kps00-103/K99-72	7.8	1.18	4,267	1.8	2.5	174.4	2.52
8	KK17-142	CP86-1633/CYZ99-596	10.3	1.46	6,667	1.6	4.2	212.1	2.89
9	KK17-147	UT5/Kps00-12	14.3	1.55	6,933	2.1	3.5	242.2	2.17
	KK3		11.7	1.85	8,333	1.4	4.1	187.4	2.77
	K88-92		10.3	1.18	5,667	1.7	2.9	212.6	2.99
	LK92-11		8.5	1.40	6,222	1.2	3.3	188.6	2.87
	Mean		10.3	1.52	7,619	1.4	4.0	205.4	2.77

CYLD = Cane yield SYLD = Sugar yield CCS = Commercial Cane Sugar SLKHT = Stalk height
STKNO = Stalk number STKWT = Stalk weight STKDIA = Stalk diameter

กรมวิชาการเกษตร

Table 4 Yield and yield components of promising of sugarcane series 2018 in 2nd selection stage at Tha Phra site, Khon Kaen Field Crops Research Center during 2020-2021

No	Clone/ Varieties	Parent	CYLD (ton/rai)	SYLD (ton CCS/rai)	STLKNO/rai	STLKWT (kg)	STLK/STL	PLHT (cm)	STLKDIA (cm)
1	KK18-5	F174/04-4-066	11.3	1.35	8000.0	1.4	3.8	232.4	2.97
2	KK18-6	K99-72/Era13-45-209	17.8	2.07	9733.3	1.8	4.6	227.2	3.04
3	KK18-8	KK07-599/Kps01-12	13.3	1.90	11466.7	1.2	5.4	188.5	3.00
4	KK18-10	Kps00-103/04-4-053	14.8	1.62	10000.0	1.5	5.0	231.5	2.88
5	KK18-13	Kps00-148/91-2-527	14.2	1.63	8533.3	1.7	4.3	226.3	3.02
6	KK18-16	Kps00-58/Era13-32-75	17.0	2.23	14933.3	1.1	7.0	209.5	2.47
7	KK18-21	UT1/CYZ98-46	9.8	1.15	10266.7	1.0	4.8	178.7	2.30
8	KK18-22	UT1/CYZ98-46	10.7	1.53	9466.7	1.1	5.1	205.9	3.22
9	KK18-26	UT5/K99-72	12.5	1.84	12800.0	1.0	6.4	198.5	2.72
10	KK18-31	UT5/K99-72	5.7	0.88	6800.0	0.8	3.2	155.2	2.93
11	KK18-32	04-2-1069/CYZ03-103	7.3	0.98	7733.3	0.9	3.6	158.6	3.21
12	KK18-40	K99-72/DB67-1760	6.3	0.87	7466.7	0.8	4.0	165.3	2.59
13	KK18-47	LK92-11/Era13-32-75	4.1	0.48	6133.3	0.7	2.9	128.5	2.69
14	KK18-49	Kps00-148/91-2-527	8.8	1.11	11866.7	0.7	5.6	155.5	2.52
15	KK18-59	UT5/K99-72	10.6	1.49	12933.3	0.8	6.1	187.1	2.79
16	KK18-60	UT1/DB64-176	10.3	1.17	9466.7	1.1	4.7	204.5	2.69
17	KK18-64	Kps00-148/K99-72	10.3	1.19	6000.0	1.7	2.8	144.0	2.77
18	KK18-66	UT1/CYZ03-103	10.8	1.28	8933.3	1.2	4.8	193.9	2.95
19	KK18-67	F174/04-4-066	13.8	1.18	13333.3	1.0	6.3	192.5	2.63
20	KK18-68	95-2-170/K99-72	8.7	1.08	7600.0	1.1	3.6	177.5	2.64
21	KK18-72	Kps00-148/K99-72	8.6	1.01	9066.7	0.9	4.3	185.3	2.41
22	KK18-73	UT5/DB67-1760	5.5	0.63	8533.3	0.6	4.3	180.9	3.21
23	KK18-74	Kps00-148/94-2-021	9.8	1.23	12800.0	0.8	6.0	209.5	2.97
24	KK18-77	95-2-170/K99-72	9.1	1.14	11066.7	0.8	5.9	174.4	2.55
25	KK18-78	Kps00-58/CYZ99-91	11.4	1.73	10933.3	1.0	5.5	184.5	2.73
26	KK18-79	Kps00-58/CYZ99-91	9.7	1.18	11066.7	0.9	5.2	201.8	2.77
27	KK18-80	Kps00-58/Era13-32-75	8.9	0.95	8133.3	1.1	3.8	178.1	2.45
28	KK18-82	83-2-888/CYZ99-596	19.0	1.85	16666.7	1.1	17.9	244.2	2.37
29	KK18-84	UT1/94-2-099	10.9	1.16	10133.3	1.1	4.8	200.5	2.50
30	KK18-86	UT1/94-2-099	12.5	1.54	8800.0	1.4	4.7	178.7	3.06
31	KK18-87	83-2-888/Q61	11.6	1.21	7733.3	1.5	3.6	206.2	3.33
32	KK18-93	CYZ02-588/Co659	8.3	0.88	7733.3	1.1	3.6	187.9	2.99
33	KK18-97	04-2-1069/KK07-018	10.7	1.31	9600.0	1.1	4.5	207.0	3.01
34	KK18-98	04-2-1069/KK07-018	10.7	1.01	8000.0	1.3	3.8	197.5	2.95
35	KK18-102	UT1/KK07-018	8.3	1.08	10533.3	0.8	4.9	147.0	2.78
36	KK18-104	04-2-1317/Co659	11.6	1.56	12266.7	0.9	5.8	170.0	2.57
37	KK18-108	K88-92/04-4-053	13.4	1.39	17333.3	0.8	8.7	133.1	2.88
38	KK18-111	LK92-11/Era12-2-13	9.6	0.86	9600.0	1.0	4.5	163.0	2.67
39	KK18-117	F174/MPT03-166	13.1	1.70	10000.0	1.3	4.7	250.2	2.77
40	KK18-119	KK07-599/K85-01-12	8.7	0.97	6933.3	1.3	4.3	168.7	3.21

สงวนลิขสิทธิ์

No	Clone/ Varieties	Parent	CYLD (ton/rai)	SYLD (ton CCS/rai)	STLKNO/rai	STLKWT (kg)	STLK/STL	PLHT (cm)	STLKDIA (cm)
41	KK18-122	UT5/KK07-234	10.9	1.41	11066.7	1.0	6.9	201.5	2.39
42	KK18-123	UT5/KK07-234	12.3	1.57	11733.3	1.0	5.5	215.0	3.02
43	KK18-126	CP86-1633/04-4-053	7.7	0.99	10266.7	0.7	4.8	174.5	2.41
44	KK18-128	Kps00-58/CYZ98-46	12.2	1.71	8666.7	1.4	4.1	207.0	3.07
45	KK18-129	Kps00-58/CYZ98-46	13.5	1.80	13733.3	1.0	6.4	150.0	2.52
46	KK18-132	Kps00-58/CYZ98-46	11.0	1.09	9066.7	1.2	4.3	218.0	2.64
47	KK18-134	Kps00-58/CYZ98-46	18.2	3.10	13866.7	1.3	6.5	247.0	2.52
48	KK18-135	CP86-1633/Co659	13.0	1.70	9066.7	1.4	4.3	217.5	2.63
49	KK18-137	KK07-1083/KK06-905	11.0	0.48	12400.0	0.9	6.2	181.0	2.38
50	KK18-154	KK07-1083/TPJ04-508	7.7	0.68	7733.3	1.0	7.3	197.0	2.46
51	KK18-156	No.138/TPJ04-491	10.9	0.62	12400.0	0.9	5.8	259.7	2.80
52	KK18-161	No.138/TPJ04-491	9.3	1.06	15866.7	0.6	7.9	192.0	2.49
53	KK18-164	KK05-706/TPJ04-768	9.5	0.72	7066.7	1.3	3.3	204.4	2.52
54	KK18-176	KK13-592/K99-72	6.4	0.91	7066.7	0.9	3.3	145.0	2.85
55	KK18-178	KK07-250/TPJ04-508	8.7	0.34	10666.7	0.8	5.0	180.0	2.37
56	KK18-179	KK07-250/TPJ04-508	11.2	1.23	11600.0	1.0	6.2	170.6	2.47
57	KK18-180	KK07-250/TPJ04-508	7.4	0.80	8133.3	0.9	3.8	142.5	2.67
58	KK18-189	Kps00-103/KK13-401	10.3	1.05	11866.7	0.9	5.6	199.9	2.73
59	KK18-195	KKBS16-003	8.7	0.81	7733.3	1.1	4.1	194.0	2.62
60	KK18-198	KKBS16-007	6.8	0.67	7733.3	0.9	3.6	198.5	2.47
61	KK18-200	KKBS16-022	9.0	1.06	8800.0	1.0	4.1	205.1	2.66
62	KK18-202	KKBS16-027	7.3	0.71	5733.3	1.3	2.9	191.0	2.77
63	KK18-203	KKBS16-021	12.6	1.75	9733.3	1.3	4.9	226.7	2.72
64	KK18-204	KKBS16-019	8.9	0.84	8000.0	1.1	5.0	228.7	2.74
65	KK18-205	KKBS16-020	10.3	1.48	9600.0	1.1	5.1	210.5	2.66
66	KK18-209	KKBS16-028	10.8	1.44	12933.3	0.8	6.1	223.7	2.55
67	KK18-208		9.4	1.23	7733.3	1.2	5.3	254.5	2.48
68	KK18-208		6.3	0.78	10400.0	0.6	6.5	213.5	2.22
	KK3		9.3	1.17	8866.7	1.0	4.3	160.0	2.91
	KK07-250		10.0	1.43	8444.4	1.2	4.2	175.3	2.96
	K88-92		8.6	1.01	7822.2	1.1	4.0	179.6	3.13
	LK92-11		7.1	1.00	8022.2	0.9	3.9	153.0	2.78
	Mean		10.4	1.22	9919.8	1.1	5.1	192.3	2.73

กรมวิชาการเกษตร

Table 5 Stomatal conductance (gs) of various sugarcane varieties/clones at 110 days after planting (1 day after re-watering) at Khon Kaen Field Crop Research Center, Khon Kaen in 2022

No.	Variety/clone	*gs* ($mmolm^{-2}s^{-1}$)		Mean
		Well-watered	Restrict-watered	
1	KK11-516	0.11	0.08	0.10
2	KK14-030	0.13	0.07	0.10
3	KK14-136	0.15	0.07	0.11
4	LK92-11	0.13	0.07	0.10
5	KK3	0.15	0.08	0.11
	Mean	0.13 A	0.07 B	0.10

C.V. (a) = 31.01%, C.V. (b) = 17.84%; F-test: Irrigation (a) = **, Variety/clone (b) = ns, a x b = ns

Means in the same column followed by the same letter are not significant differences at p = 0.05 by DMRT.
*=Significant at p < 0.05, **=Significant at p < 0.01 ns=not significant

ส่วนในสภาพชลประทานและน้ำเสริม คัดเลือกอ้อยโคลนดีเด่น 3 โคลน ได้แก่ UT10-023 UT15-060 และ UT15-337 (Fig.8) โดยโคลน UT10-023 และ UT15-337 ให้ผลผลิตอ้อยเฉลี่ย 18.9 ตัน/ไร่ มากกว่าพันธุ์ขอนแก่น 3 และ LK92-11 ที่ให้ผลผลิต 18.0 และ 16.2 ตัน/ไร่ ตามลำดับ (Table 6)

Fig. 8 Botanical characteristics of promising sugarcane series 2015 for irrigated cultivation area

กรมวิชาการเกษตร

Table 6 Cane yield, CCS and sugar yield of sugarcane series 2015 of standard trial across 3 locations under irrigated conditions in plan cane and 1st ratoon crops

Clones/ Varieties	CYLD (ton/rai)	CCS	SYLD (ton CCS/rai)	% Relative on CYLD		% Relative on CCS		% Relative on SYLD	
				KK3	LK92-11	KK3	LK92-11	KK3	LK92-11
UT10-023	18.9	12.18	2.33	105	117	87	92	92	108
UT15-060	17.6	12.80	2.29	98	109	92	97	90	106
UT15-337	18.9	11.35	2.19	105	117	81	86	86	101
KK3	18.0	13.95	2.54	100		100		100	
LK92-11	16.2	13.18	2.16		100		100		100
Mean	17.9	12.69	2.30						

สำหรับอ้อยพลังงานชีวภาพ โคลนดีเด่นที่ให้ผลผลิตอ้อยสูง ได้แก่ KK07-250 KK07-599 KK12-050 KK12R-186 KK13-203 และ KK13-330 (Table 7) ส่วนอ้อยพลังงานชีวมวล โคลนดีเด่นที่มีน้ำหนักผลผลิตอ้อยสดและน้ำหนักแห้งสูง ได้แก่ KK09-0844 KK12R-062 และ KK12R-087 (Table 8)

เมื่อวิเคราะห์ศักยภาพการผลิตแก๊สชีวภาพ (แก๊สมีเทน) ด้วยการหมักแบบกะ (batch fermentation) จากชานอ้อย และชานอ้อยผสมน้ำอ้อย (อัตราส่วน 9:1) โดยใช้หัวเชื้อของกลุ่มจุลินทรีย์ชนิดไม่ใช้อากาศ (anaerobic mixed culture) โคลน KK13-203 ให้ค่า methane production potential, methane productivity และ methane yield สูงสุด (Fig. 9) เท่ากับ 1,245.8 mL-CH_4/L 41.5 mL-CH_4/L d และ 341.32 L-CH_4/kg-TS_{add} ตามลำดับ (Table 9)

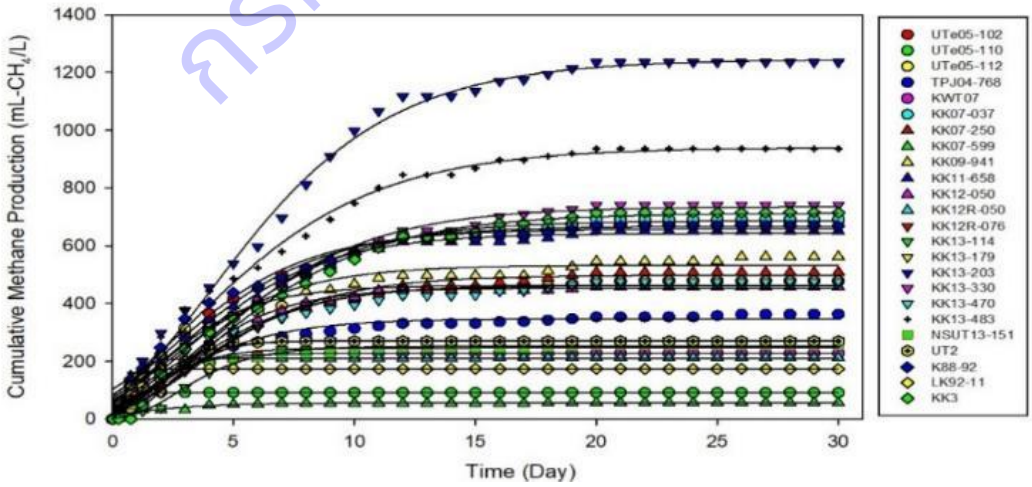


Fig. 9 Cumulative methane production obtained from bagasse using batch fermentation with anaerobic mixed culture

กรมวิชาการเกษตร

เมื่อพิจารณาศักยภาพของชานอ้อยเพื่อเป็นวัตถุดิบผลิตแก๊สมีเทนต่อพื้นที่ 1 ไร่ พบว่า ในทางทฤษฎี ชานอ้อยพันธุ์ UT2 มีศักยภาพเป็นวัตถุดิบในการผลิตแก๊สมีเทนสูงสุด คือ 1,998.39 m_3-CH_4/rai อย่างไรก็ตามจากการทดลองจริงพบว่า ชานอ้อยโคลน KK13-203 ให้ค่า methane production potential, methane productivity และ methane yield สูงสุด เท่ากับ 1,246 มิลลิลิตร/ลิตร 42 มิลลิลิตร/ลิตร/วัน และ 341 ลิตร/กิโลกรัม ตามลำดับ และให้ผลได้แก๊สมีเทนสูงสุด เท่ากับ 687.21 m_3 CH_4/rai คิดเป็นร้อย 74.22 ของผลได้ทางทฤษฎี (Table 10) ส่วนการผลิตแก๊สมีเทนจากชานอ้อยผสมน้ำอ้อย พบว่า ไม่สามารถผลิตแก๊สมีเทนได้ เนื่องจากเกิดกระบวนการ acidogenesis ของการหมักน้ำตาลในน้ำอ้อยภายใต้สภาวะไร้อากาศในช่วงเริ่มต้น ส่งผลให้ค่าความเป็นกรด-ด่างลดลงอย่างรวดเร็ว และยับยั้งการผลิตแก๊สมีเทน

ในส่วนของศักยภาพการผลิตเอทานอลจากน้ำอ้อย และชานอ้อย โดยใช้ยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae* SK-19 ที่คัดแยกได้จากตัวอย่างน้ำหมักมะม่วงสุก มีความสามารถผลิตเอทานอลจากน้ำตาลซูโครส ที่ความเข้มข้นเริ่มต้น 150 200 และ 250 g/L เท่ากับ 0.47 0.50 และ 0.49 g-EtOH/g-Sucrose consumed ร้อยละ 87.36, 92.94 และ 91.08 ของผลได้ทางทฤษฎี ตามลำดับ (Table 11)

ในการผลิตเอทานอลจากน้ำอ้อย S. cerevisiae SK-19 (Fig.10) สามารถใช้น้ำตาลในน้ำอ้อยสูงสุด เท่ากับ ร้อยละ 98.6 (KK12R-050) ต่ำสุด เท่ากับ ร้อยละ 96.7 (KK07-250) ความเข้มเข้นของเอทานอลอยู่ในช่วง 12.08 (K88-92) ถึง 78.11 g-EtOH/L (TPJ04-768) ผลผลิตเอทานอล (Ethanol productivity; Qp) อยู่ในช่วง 0.25 (K88-92) ถึง 1.63 g-EtOH /L h (TPJ04-768) ผลได้เอทานอล (Ethanol yield; Yp/s) อยู่ในช่วง 0.09 (K88-92 และ KK13-483) ถึง 0.49 g-EtOH/g-Sugar consumed (KK11-158) และค่าร้อยละประสิทธิภาพการผลิตเอทานอล (Yield efficiency; Ey) อยู่ในช่วงร้อยละ 15.83 (K88-92) ถึง 90.28 (KK11-158) ของผลได้ทางทฤษฎี (Table 12)

ขณะที่การผลิตเอทานอลจากชานอ้อย ความเข้มเข้นของเอทานอลอยู่ในช่วง 0.08 (KK07-037) ถึง 0.63 g-EtOH/L (UTe05-102 และ K88-92) ผลผลิตเอทานอล (Ethanol productivity; Qp) อยู่ในช่วง 0.02 (KK07-037) ถึง 0.13 g-EtOH /L d (UTe05-102 และ K88-92) ผลได้เอทานอล (Ethanol yield; Yp/s) อยู่ในช่วง 0.003 (KK07-037) ถึง 0.029 g-EtOH/g-dry bagasse (KK09-941) และค่าร้อยละประสิทธิภาพการผลิตเอทานอล (Yield efficiency; Ey) อยู่ในช่วงร้อยละ 0.72 (KK07-037) ถึง 7.53 (KK09-941) (Table 13)

เมื่อวิเคราะห์ศักยภาพการผลิตเอทานอลจากน้ำอ้อยและชานอ้อยของอ้อยโคลนดีเด่น ทั้งในศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น และศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรนครราชสีมา ในทางทฤษฎี และจากการทดลอง อ้อยแต่ละโคลน

กรมวิชาการเกษตร

ให้ผลการทดลองเป็นไปในรูปแบบเดียวกัน อ้อยโคลนดีเด่นที่มีประสิทธิภาพในการผลิตเอทานอล ได้แก่ KK13-203 KK11-158 UTe05-102 UTe0-110 และ UTe05-112 (Table 14)

โคลนอ้อยที่เหมาะสมกับพื้นที่ปลูกอ้อย และการนำไปใช้ประโยชน์ต่างๆ ที่คัดเลือกไว้ทั้งหมดของโครงการจะได้นำเข้าประเมินผลผลิตตามขั้นตอนการปรับปรุงพันธุ์ต่อไป

กรมวิชาการเกษตร

Table 7 Yield and yield components of bioenergy sugarcane clone series 2012-2013 of standard trial at Khon Kaen Field Crops Research Center and Nakhon Ratchasima Agricultural Research and Development Center in 2021/22; 10th month

Varieties/ Clones	CYLD (ton/rai)			Brix			STKWT (kg)			STLKNO/rai			STLKLN (cm)			SLKDIA (cm)		
	KKFCRC	NMARDC	Mean	KKFCRC	NMARDC	Mean	KKFCR	NMARDC	Mean	KKFCRC	NMARDC	Mean	KKFCR	NMARDC	Mean	KKFCRC	NMARDC	Mean
TPJ04-768	13.57 bcd	23.00 c-h	18.2	17.3 a-e	15.9 b-e	16.6	1.59	1.80	1.70	7,889 c-f	12,778	10,334	232	320	276	2.72 def	2.38 f-i	2.55 fg
UTe05-102	3.00 e	16.78 h	9.89	16.9 a-e	17.9 abc	17.4	0.90	1.75	1.33	3,311 g	9,578 ij	6,445	146	256	201	2.72 def	2.91 a-e	2.82 de
UTe05-110	14.17 bcd	24.34 c-f	19.2	16.6 a-f	16.8 a-e	16.7	2.06	2.42	2.24	7,067 def	10,044	8,556	208	248	228	3.49 a	3.19 a	3.34 a
UTe05-112	13.10 bcd	17.43 gh	15.2	18.4 ab	19.3 a	18.9	1.35	1.41	1.38	9,489 bc	12,578	11,034	250	260	255	2.57 ef	2.33 ghi	2.45 g
KK07-250	17.37 ab	27.64 bcd	22.5	16.5 a-f	16.0 b-e	16.3	1.99	2.34	2.17	9,311 bc	11,867 e-	10,589	262	294	278	3.14 ab	3.03 abc	3.09 ab
KK07-599	15.11 a-d	23.67 c-g	19.3	17.5 a-d	15.9	16.7	2.47	2.75	2.61	6,400 ef	8,556 j	7,478	285	324	305	3.11 bc	3.16 ab	3.14 abc
KWT07	8.50	na	8.05	15.7	na	15.7	2.21	na	2.21	5,222	na	5,222	248	na	248	3.37	na	3.37
KK09-0941	na	18.03	18.0	na	13.2	13.2	na	1.77	1.77	na	10,156	10,156	na	199	199	na	3.28	3.28
KK11-158	10.40 cd	21.73 d-h	16.0	15.1 def	16.1 b-e	15.6	1.55	1.62	1.59	6,644 ef	13,422	10,003	208	254	231	2.99 cd	2.57 e-i	.78 E
KK12-050	14.73 a-d	23.47 c-g	19.1	17.0 a-e	17.5 a-d	17.3	1.64	1.90	1.77	8,933 bcd	12,333	10,633	254	280	267	2.89 cde	2.60 e-h	.75 ef
KK12R-076	14.24 bcd	26.09 cde	20.1	14.6 def	14.9 c-f	14.8	1.43	1.76	1.60	9,311 bc	14,845	12,078	210	291	251	2.90 cde	2.73 cde	.82 de
KK12R-186	17.01 ab	28.06 bcd	22.5	15.4 b-f	16.6 a-e	16.0	1.50	1.59	1.55	10,866 ab	17,578 b	14,222	232	299	266	3.03 bcd	2.66 d-g	.85 de
KK13-114	9.71 d	26.08 cde	17.9	19.5 a	15.0 c-f	17.3	2.06	2.19	2.13	5,933 f	11,911 e-	8,922	296	377	337	2.90 cde	2.70 c-f	.80 de
KK13-171	10.35 cd	22.99 c-h	16.6	13.6 f	14.7 def	14.2	1.33	1.75	1.54	8,422 cde	13,111	10,767	254	347	301	2.43 f	2.24 i	.34 g
KK13-203	15.48 a-d	35.30 a	25.3	14.1 ef	12.5 f	13.3	2.42	2.79	2.61	7,533 c-f	12,644	10,089	256	334	295	3.53 a	2.97 a-d	.25 ab
KK13-263	11.72 bcd	20.13 e-h	15.9	13.5 f	13.8 ef	13.7	1.34	1.25	1.30	8,778 cd	16,111	12,445	253	372	313	2.53 f	2.30 hi	.42 g
KK13-330	14.79 a-d	27.51 bcd	21.1	18.4 abc	14.1 ef	16.3	1.38	1.22	1.30	11,667 a	22,533 a	17,100	287	322	305	2.60 ef	2.33 ghi	.47 g
KK13-470	12.90 bcd	22.84 c-h	17.8	15.2 b-f	17.0 a-e	16.1	1.73	1.73	1.73	7,689 c-f	13,155	10,422	216	272	244	3.07 bc	2.76 cde	.92 cde
KK13-483	11.72 bcd	25.94 cde	18.8	14.4 def	13.8 ef	14.1	2.55	2.31	2.43	6,378 ef	11,245 f-i	8,812	240	293	267	3.46 a	2.96 a-d	.21 ab
K88-92	20.68 a	29.27 bc	24.9	15.2 c-f	16.0 b-e	15.7	2.39	2.66	2.53	7,578 c-f	10,933	9,256	284	331	308	3.23 abc	2.84 b-e	.04 bcd
LK92-11	16.45 abc	18.21 fgh	17.3	14.4 def	17.5 a-d	16.5	1.77	1.56	1.67	9,022 bcd	11,600 e-	10,311	235	237	236	3.11 bc	2.70 c-f	.91 cde
UT 2	17.20 ab	17.69 gh	17.4	15.4 b-f	18.2 ab	16.3	1.71	1.65	1.68	8,978 bcd	10,733	9,856	262	264	263	2.98 cd	2.72 cde	.85 de
KK 3	12.31 bcd	33.23 ab	22.7	17.9 a-d	17.5 a-d	17.7	1.77	2.21	1.99	7,022 def	15,044	11,033	235	308	272	3.01 cd	2.82 b-e	.92 cde
Mean	13.39	24.07	18.9	16.0	15.9	16.0	1.78	1.93	1.85	7,884	12,853	10,496	243	295	271	2.99	2.74	.84
CV (%)	24.1	14.8		11.2	9.6	10.8	18.9	12.3		15.4	7.6	10.9	11.8	7.3		5.8	6.6	6.7

Means in the same column followed by the same letter are not significant differences at p = 0.05 by DMRT. na = not available

CYLD = Cane yield STKWT = Stalk weight STKNO = Stalk number SLKLN = Stalk length STKDIA = Stalk diameter

KKFCRC = Khon Kaen Field Crops Research Center NMARDC = Nakhon Ratchasima Agricultural Research and Development Center

ศรีบัวทิศ

Table 8 Fresh and dry biomass yield and yield components of biomass sugarcane clone series 2012-2013 of standard trial at Khon Kaen Field Crops Research Center in 2021/22 ; 10th month

Clones/	Fresh Biomass	Dry Biomass	STLKNO/rai	STLNO/rai	TILNO/rai	STLKWT (kg)	STLKLN (cm)	STLKDIA (cm)	INTNO	%Dry weight
KK09-0843	15.02 cd	5.46 c-f	9,022 c	2,000 a	2,622 a-d	1.55 cde	313 bcd	2.18 b	27.7 a	36.2 def
KK09-0844	16.94 abc	6.15 a-e	10,933 bc	1,822 a	2,133 b-e	1.60 cd	288 b-f	2.17 b	23.3 abc	36.3 def
KK12R-038	8.61 e	3.17 f	12,489 bc	1,956 a	1,467 c-f	1.10 fgh	194 h	2.11 bc	20.9 bc	37.2 cde
KK12R-050	10.28 de	3.14 f	7,644 c	2,044 a	1,289 c-f	1.18 efg	228 gh	2.56 a	20.2 bc	30.7 f
KK12R-062	23.14 a	8.71 a	17,244 abc	2,044 a	889 def	1.27 def	316 bc	2.02 bc	24.5 ab	37.7 cde
KK12R-085	15.57 bcd	5.17 c-f	9,867 c	2,089 a	622 ef	1.95 abc	238 fgh	2.67 a	21.2 bc	32.9 ef
KK12R-087	14.11 cde	4.55 def	10,667 bc	1,956 a	1,200 c-f	1.69 bc	256 efg	2.22 bcd	22.3 bc	32.3 ef
KK12R-090	11.46 cde	3.45 ef	13,800 abc	1,933 a	800 def	0.71 f-i	206 h	2.00 bcd	24.6 ab	30.1 f
TPJ04-768	15.56 bcd	5.71 b-f	10,044 c	1,956 a	1,022 c-f	2.05 ab	258 d-g	2.54 a	24.0 ab	35.9 def
Biotech1	18.23 abc	8.32 ab	18,889 abc	2,089 a	2,844 abc	0.85 f-i	386 a	1.67 def	23.2 abc	45.8 a
Biotech2	14.66 cde	6.28 a-e	18,222 abc	1,822 a	2,311 a-e	0.75 hj	338 ab	1.57 ef	19.0 c	42.7 abc
Biotech3	17.91 abc	7.87 abc	24,711 a	2,133 a	3,600 ab	0.83 ghj	374 a	1.78 cde	21.0 bc	44.0 ab
Biotech4	16.60 bcd	6.23 a-e	22,533 ab	2,089 a	4,089 a	1.01 f-i	335 ab	1.77 cde	22.0 bc	37.4 cde
Biotech5	16.60 bcd	6.37 a-d	18,044 abc	2,089 a	2,222 b-e	0.86 f-i	299 b-e	1.61 ef	24.7 ab	38.3 b-e
Biotech6	14.90 cde	6.13 a-e	17,956 abc	2,133 a	3,822 ab	0.65 i	286 b-f	1.33 f	24.7 ab	41.9 a-d
KK3	21.55 abc	6.44 a-d	13,556 abc	2,044 a	178 f	2.11 a	262 c-g	2.72 a	22.1 bc	30.2 f
Mean	15.70	5.82	14,726	2,013	1,944	1.26	286	2.06	22.8	36.8
CV. (%)	21.4	26.1	42	8.2	49.5	17.3	10.3	9.1	10.5	8.9

Means in the same column followed by the same letter are not significant differences at p = 0.05 by DMRT.

STKNO = Stalk number STLNO = Stool number TILNO = Tiller number STKWT = Stalk weight SLKLN = Stalk length STKDIA = Stalk diameter

INTNO = Internode number

กรมวิชาการเกษตร

Table 9 Methane gas potential obtained from bagasse of bioenergy sugarcane clone series 2012-2013 using batch fermentation with anaerobic mixed culture in 2022

Varieties/Clones	Maximum methane production rate ($mL\text{-}CH_4/d$)	Methane production potential ($mL\text{-}CH_4/L$)	Methane productivity ($mL\text{-}CH_4/L/d$)	Methane yield ($L\text{-}CH_4/kg\text{-}TS_{add}$)
TPJ04-768	47.7	347.2	11.6	81.61
UTe05-102	71.9	667.5	22.3	154.75
UTe05-110	129.7	91.9	3.1	25.89
UTe05-112	74.0	462.7	15.4	104.07
KK07-250	59.8	497.7	16.6	118.19
KK07-599	9.9	56.4	1.9	12.25
KWT07	67.1	227.4	7.6	56.85
KK09-941	65.9	533.1	17.8	132.08
KK11-158	73.7	643.4	21.4	169.19
KK12-050	68.9	453.2	15.1	101.69
KK12R-050	174.4	209.2	7.0	50.53
KK12R-076	60.7	462.6	15.4	109.16
KK13-114	52.3	251.9	8.4	54.30
KK13-171	79.2	273.5	9.1	56.16
KK13-203	109.9	1,245.8	41.5	341.32
KK13-330	72.5	735.5	24.5	182.20
KK13-470	59.0	461.5	15.4	112.31
KK13-483	80.6	941.0	31.4	273.92
KK07-037	71.6	686.8	22.9	162.87
NSUT13-153	60.9	246.1	8.2	56.36
K88-92	74.2	658.5	21.9	165.93
LK92-11	159.1	173.5	5.8	41.18
UT2	73.7	270.4	9.0	60.72
KK3	66.8	713.2	23.8	160.85

กรมวิชาการเกษตร

Fig. 10 Ethanol production from juice cane with batch fermentation method using *S. cerevisiae* SK-19

Table 10 Cane, juice, bagasse yield, and methane gas potential/rai obtained from bagasse of bioenergy sugarcane clone series 2012-2013 under batch fermentation using anaerobic mixed culture in 2022

Varieties/ Clones	Cane yield (ton/rai)	Juice (ton/rai)	Bagasse (ton/rai)	Juices and bagasse ratio	Methane yield (L CH_4/kg TS_{add})		Methane yield (m^3 CH_4/rai)		Yield efficiency (%)
					Experimental	Theoretical	Experimental	Theoretical	
TPJ04-768	11.24	3.27	7.97	0.41	81.61	470.36	184.17	1,061.46	17.35
UTe05-102	-	-	-	-	154.75	456.27	-	-	-
UTe05-110	11.40	3.65	7.75	0.47	25.89	463.38	47.26	845.93	5.59
UTe05-112	12.46	4.51	7.95	0.57	104.07	460.78	244.88	1,084.24	22.59
KK07-250	12.46	3.79	8.67	0.44	118.19	468.78	287.91	1,141.95	25.21
KK07-599	12.30	3.46	8.84	0.39	12.25	471.12	33.57	1,291.12	2.60
KWT07	8.82	2.54	6.28	0.40	56.85	468.22	95.50	786.58	12.14
KK09-941	-	-	-	-	132.08	476.93	-	-	-
KK11-158	6.67	2.44	4.23	0.58	169.19	463.49	181.30	496.66	36.50
KK12-050	7.66	2.18	5.48	0.40	101.69	467.71	165.46	761.01	21.74
KK12R-050	-	-	-	-	50.53	476.03	-	-	-
KK12R-076	10.76	3.52	7.24	0.49	109.16	462.63	223.11	945.55	23.60
KK13-114	9.79	3.40	6.39	0.53	54.30	460.50	107.34	910.29	11.79
KK13-171	3.92	1.18	2.74	0.43	56.16	462.41	49.85	410.41	12.15
KK13-203	11.75	3.48	8.27	0.42	341.32	459.87	687.21	925.89	74.22
KK13-330	17.82	6.12	11.70	0.52	182.20	458.00	573.43	1,441.44	39.78
KK13-470	1.156	0.26	0.90	0.29	112.31	450.50	27.68	111.03	24.93
KK13-483	14.55	3.84	10.71	0.36	273.92	450.15	671.54	1,103.58	60.85
KK07-037	-	-	-	-	162.87	463.31	-	-	-
NSUT13-153	-	-	-	-	56.36	459.77	-	-	-
K88-92	18.11	6.27	11.84	0.53	165.93	455.85	519.93	1,428.37	36.40
LK92-11	12.92	4.28	8.64	0.49	41.18	460.77	100.28	1,122.08	8.94
UT2	21.33	6.87	14.46	0.47	60.72	466.14	260.31	1,998.39	13.03
KK3	15.98	5.60	10.38	0.54	160.85	449.15	493.22	1,377.25	35.81

Table 11 Kinetic parameters of ethanol production in different initial sucrose concentrations under batch fermentation method using *S. cerevisiae* SK-19 in Yeast Malt medium

Initial sucrose conc. (g/L)	Final sucrose conc. (g/L)	Sucrose consumed. (g/L)	Ethanol conc. (g/L)	Ethanol yield (Yp/s) (g-EtOH/g-Sucrose consumed)	Yield efficiency (E_y) (%)
150	2.40	147.60	69.37	0.47	87.36
200	3.80	196.20	98.10	0.50	92.94
250	5.50	244.50	119.81	0.49	91.08

ศูนย์วิทยทรัพยากร

Table 12 Kinetic parameter of ethanol production obtained from cane juice under batch fermentation method using *S. cerevisiae* SK-19

Varieties/ Clones	Initial sugar concentration (g/L)	Final sugar concentration (g/L)	Sugar consumed (g/L)	Ethanol conc. (g-EtOH/L)	Q_p (g-EtOH /L h)	$Y_{p/s}$ (g-EtOH/g-$Sugar_{consumed}$)	E_y (%)
TPJ04-768	165.34	2.98	162.36	78.11	1.63	0.48	89.42
UTe05-102	162.87	5.05	157.82	67.32	1.40	0.43	79.29
UTe05-110	130.53	3.13	127.40	60.29	1.26	0.47	87.96
UTe05-112	122.02	2.20	119.82	55.68	1.16	0.46	86.37
KK07-250	222.29	7.34	214.95	62.38	1.30	0.29	53.94
KK07-599	159.61	3.35	156.26	64.77	1.35	0.41	77.05
KWT07	201.53	5.24	196.29	73.24	1.53	0.37	69.35
KK09-941	151.59	2.58	149.01	71.65	1.49	0.48	89.38
KK11-158	149.63	2.84	146.79	71.30	1.49	0.49	90.28
KK12-050	217.83	5.23	212.60	69.90	1.46	0.33	61.11
KK12R-050	128.94	1.81	127.13	57.71	1.20	0.45	84.37
KK12R-076	209.42	6.49	202.93	68.96	1.44	0.34	63.16
KK13-114	174.18	4.88	169.30	65.07	1.36	0.38	71.44
KK13-171	179.95	4.32	175.63	45.09	0.94	0.26	47.72
KK13-203	158.62	3.97	154.65	67.43	1.40	0.44	81.04
KK13-330	145.87	2.19	143.68	45.88	0.96	0.32	59.36
KK13-470	142.65	2.28	140.37	53.21	1.11	0.38	70.46
KK13-483	150.63	3.16	147.47	13.56	0.28	0.09	17.09
KK07-037	188.41	3.20	185.21	58.36	1.22	0.32	58.57
NSUT13-153	162.75	3.58	159.17	58.93	1.23	0.37	68.82
K88-92	144.44	2.60	141.84	12.08	0.25	0.09	15.83
LK92-11	149.63	2.99	146.64	55.88	1.16	0.38	70.84
UT2	212.06	6.15	205.91	72.54	1.51	0.35	65.48
KK3	185.08	4.81	180.27	41.88	0.87	0.23	43.18

Q_p = Ethanol productivity (calculated at the highest ethanol concentration about 48 hours)

$Y_{p/s}$ = Ethanol yield

E_y = Yield efficiency

ศูนย์วิทยทรัพยากร

Table 13 Kinetic parameter of ethanol production obtained from bagasse under batch fermentation method using *S. cerevisiae* SK-19

Varieties/ Clones	Dry bagasse (g/L)	Ethanol conc. (g-EtOH/L)	Q_p (g-EtOH /L d)	$Y_{p/s}$ (g-EtOH/g-dry bagasse)	E_y (%)
TPJ04-768	28.31	0.24	0.05	0.008	2.04
UTe05-102	28.76	0.63	0.13	0.022	5.49
UTe05-110	23.56	0.39	0.08	0.017	4.19
UTe05-112	29.60	0.47	0.09	0.016	4.00
KK07-250	28.09	0.32	0.06	0.011	2.88
KK07-599	31.01	0.16	0.03	0.005	1.31
KWT07	26.74	0.16	0.03	0.006	1.48
KK09-941	26.88	0.79	0.16	0.029	7.53
KK11-158	25.36	0.32	0.06	0.012	3.19
KK12-050	29.70	0.16	0.03	0.005	1.33
KK12R-050	27.51	0.32	0.06	0.011	2.87
KK12R-076	28.22	0.24	0.05	0.008	2.15
KK13-114	30.94	0.24	0.05	0.008	1.96
KK13-171	32.41	0.32	0.06	0.010	2.50
KK13-203	24.35	0.32	0.06	0.013	3.32
KK13-330	26.89	0.16	0.03	0.006	1.51
KK13-470	27.42	0.39	0.08	0.014	3.60
KK13-483	22.89	0.32	0.06	0.014	3.54
KK07-037	28.12	0.08	0.02	0.003	0.72
NSUT13-153	29.10	0.32	0.06	0.011	2.78
K88-92	26.46	0.63	0.13	0.024	5.96
LK92-11	28.17	0.32	0.06	0.011	2.80
UT2	29.64	0.39	0.08	0.013	3.41
KK3	29.53	0.32	0.06	0.011	2.67

Q_p = Ethanol productivity (calculated at the highest ethanol concentration about 48 hours)

$Y_{p/s}$ = Ethanol yield

E_y = Yield efficiency

กรมวิชาการเกษตร

Table 14 Cane juice, bagasse, and ethanol yield performances/rai obtained from juice and bagasse of bioenergy sugarcane clone series 2012-2013 under batch fermentation using anaerobic mixed culture in 2022

Varieties/ Clones	Juices (m^3/rai)	Dry bagasse (ton/rai)	Ethanol yield from juice (L-EtOH/rai)		Ethanol yield from bagasse (L-EtOH/rai)		Total Ethanol yield (L-EtOH/rai)	
			Experimental	Theoretical	Experimental	Theoretical	Experimental	Theoretical
TPJ04-768	2.98	2.26	295.37	336.61	30.30	1,173.14	325.67	1,509.75
UTe05-110	3.33	1.83	254.48	296.60	49.12	931.34	303.60	1,227.94
UTe05-112	4.11	2.35	290.39	342.61	60.71	1,200.00	351.10	1,542.61
KK07-250	3.46	2.44	273.40	524.51	45.67	1,217.70	319.07	1,742.21
KK07-599	3.16	2.74	259.16	343.82	23.28	1,370.79	282.44	1,714.61
KWT07	2.32	1.68	215.13	318.68	16.33	856.32	231.46	1,175.00
KK11-158	2.23	1.07	201.18	227.30	22.28	536.29	223.46	763.59
KK12-050	1.99	1.63	176.22	295.63	14.25	829.96	190.47	1,125.59
KK12R-076	3.21	2.04	280.71	458.92	28.60	1,021.44	309.31	1,480.36
KK13-114	3.10	1.98	255.84	368.70	25.24	988.53	281.08	1,357.23
KK13-171	1.08	0.89	61.53	132.20	14.43	443.97	75.96	576.17
KK13-203	3.18	2.01	271.36	343.65	43.55	1,006.73	314.91	1,350.38
KK13-330	5.58	3.15	324.70	555.77	31.22	1,541.79	355.92	2,097.56
KK13-470	0.24	0.25	16.00	23.09	5.70	125.87	21.70	148.96
KK13-483	3.50	2.45	60.21	360.11	56.41	1,225.76	116.62	1,585.87
K88-92	5.72	3.13	87.59	563.84	122.76	1,566.23	210.35	2,130.07
LK92-11	3.91	2.43	276.57	398.71	44.93	1,241.28	321.50	1,639.99
UT2	6.27	4.29	576.30	906.95	94.06	2,100.35	670.36	3,007.30
KK3	5.11	3.07	271.21	645.28	54.67	1,532.61	325.88	2,177.89

สำหรับการพัฒนาเทคนิคที่รวดเร็วและแม่นยำในการตรวจสอบปฏิกิริยาต่อโรคเน่าแดง จำแนกเชื้อสาเหตุด้วยเทคนิค PCR และทดสอบความรุนแรงของเชื้อในการก่อให้เกิดโรค โดยปลูกเชื้อบนเส้นกลางใบอ้อยโคลน KK12R-076 และอีเหี่ยว พบว่า เชื้อ *Collectroticum falcatum* ไอโซเลต 2 มีความรุนแรงในการเกิดโรคมากที่สุด (Table 15) เมื่อนำไปประเมินความรุนแรงการเกิดโรค ด้วยวิธี wound pin prick บนเส้นกลางใบ และ wound plug method ในลำต้นอ้อย ผลการประเมินความรุนแรงในการเกิดโรคของทั้ง 2 วิธีการ (Fig. 11) ให้ผลสอดคล้องกัน โดย wound pin prick method ลดระยะเวลาในการตรวจสอบโรคเหลือเพียง 2 สัปดาห์ เมื่อเทียบกับวิธี wound plug method ซึ่งใช้เวลา 2 เดือน และสามารถจำแนกปฏิกิริยาจากการปลูกเชื้อได้ดังนี้ ต้านทาน 3 โคลน ได้แก่ KK07-250 KK07-599 และ KK12R-076 ต้านทานปานกลาง มี 12 โคลน ได้แก่ TPJ04-768 UTe05-102 UTe05-110 UTe05-112 KWT-07 KK12-050 KK13-171 KK13-203 KK13-483 KK13-470 K88-92 LK92-11 และ KK3 อ่อนแอปานกลาง 4 โคลน ได้แก่ KK13-114 KK13-330 และ อู่ทอง2 อ่อนแอ มี 3 โคลน ได้แก่ KK11-158 KK12R-186 และ อีเหี่ยว และปฏิกริยาอ่อนแอมาก KK13-263 (Table 16)

ศูนย์วิทยทรัพยากร

Table 15 Lesion length on the midrib of inoculated sugarcane genotypes with different red rot pathogen isolates

Varieties /Treatment	Lesion length (cm) after 7 days inoculation
1) Isolate 2 inoculation on KK12R-076	3.27 b
2) Isolate 3 inoculation on KK12R-076	2.12 b
3) mock inoculation on KK12R-076 (control)	0
4) Isolate 2 inoculation on E-Hieo	15.51 a
5) Isolate 3 inoculation on E-Hieo	12.06 a
6) mock inoculation on E-Hieo (control)	0
Mean	5.49
CV. (%)	7.2

Means in the same column followed by common letters are not significant different at P=0.05 by DMRT

Table 16 Resistance rating of sugarcane genotypes based on their reaction to red rot pathogen using wound pin prick and wound plug methods.

Varieties/ Clones	Wound pin prick method		Wound plug method					Resistance rating
	Lesion length (cm)	reaction	Condition of top	Nodal transgression	Lesion width	Color	reaction	
TPJ04-768	5.35	MR	0.19	1.00	2.20	1.27	MR	MR
UTe05-102	7.07	MR	0.05	1.27	2.00	1.27	MR	MR
UTe05-110	6.90	MR	0.04	1.13	1.67	1.27	MR	MR
UTe05-112	10.70	MS	0.89	1.00	2.27	1.33	MS	MS
KK07-250	3.08	R	0.05	0.60	2.07	1.10	R	R
KK07-599	4.13	R	0.17	0.87	1.67	1.07	R	R
KWT-07	6.01	MR	0.22	0.73	1.87	1.33	MR	MR
KK11-158	20.12	MS	1.00	1.47	1.87	2.00	S	S
KK12-050	6.31	MR	0.19	0.83	2.13	1.33	MR	MR
KK12R-076	3.85	R	0.25	1.13	1.73	1.53	MR	MR
KK12R-186	15.40	MS	0.61	1.60	2.40	1.60	S	MS
KK13-114	12.84	MS	0.44	1.07	2.27	1.27	MS	MS
KK13-171	6.8	MR	0.00	0.64	1.40	1.13	R	MR
KK13-203	6.23	MR	0.15	0.54	2.07	1.40	MR	MR
KK13-263	35.00	HS	0.73	1.10	3.00	1.73	HS	HS
KK13-330	11.17	MS	0.53	1.27	2.13	1.27	MS	MS
KK13-470	4.76	R	0.16	0.59	1.80	1.27	R	R
KK13-483	8.55	MR	0.28	0.41	2.00	1.27	MR	MR
K88-92	9.80	MR	0.35	0.78	2.00	1.80	MR	MR
LK92-11	6.85	MR	0.03	0.57	1.53	1.33	MR	MR
U-Thong 2	20.58	S	0.47	1.53	2.27	1.67	MS	S
Khon Kaen 3	5.01	MR	0.51	1.13	2.00	1.20	MR	MR
E-Hieo	21.90	S	1.00	1.07	3.00	1.33	S	S

* Score and reaction rating adapted from Srinivasan and Bhat (1961); Dela Cueva *et al*., (2019)

กรมวิชาการเกษตร

ในส่วนของโรคแส้ดำ สำรวจและจำแนกเชื้อ *S. scitamineum* ด้วยเทคนิค PCR และตรวจยีนเป้าหมายในเชื้อราทั้ง 8 ไอโซเลต ด้วยคู่ไพรเมอร์ (Smut-F/Smut-R) พบว่ามีความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมและคล้ายคลึงกันถึง 98 เปอร์เซ็นต์ (Fig. 12) เมื่อทดสอบความรุนแรงในการเกิดโรค โดยแช่ข้อตาอ้อยด้วยสารแขวนลอยสปอร์ในอ้อยพันธุ์ Marcos และ LK92-11 พบว่าไอโซเลต 1 มีความรุนแรงในการเกิดโรคมากที่สุด (Table 17)

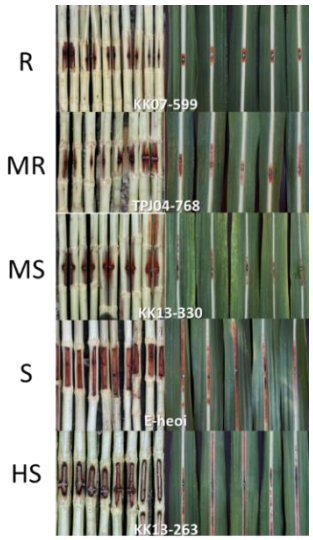


Fig. 11 Red rot incidence of bioenergy sugarcane genotypes

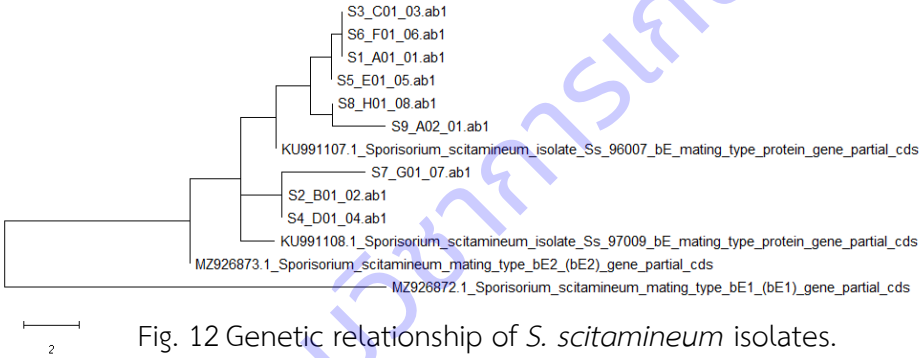


Fig. 12 Genetic relationship of *S. scitamineum* isolates.

กรมวิชาการเกษตร

Table 17 Smut infection percentage of inoculated sugarcane buds with different isolates

Varieties /Treatment	Smut infection (%)
1) Isolate 1 inoculation on Marcos	100 c
2) Isolate 2 inoculation on Marcos	75 c
3) Isolate 3 inoculation on Marcos	82 c
4) mock inoculation on Marcos (control)	0 a
4) Isolate 1 inoculation on LK92-11	58 b
5) Isolate 2 inoculation on LK92-11	52 b
6) Isolate 3 inoculation on LK92-11	55 b
7) mock inoculation on LK92-11 (control)	0 a
Mean	53
CV. (%)	15.7

Means in the same column followed by the same letter are not significant differences at p = 0.05 by DMRT

3.2 ผลผลิตที่เกิดขึ้นจริง (Output)

ผลผลิตตามคำรับรอง	จำนวน	หน่วยนับ	ผลผลิตที่เกิดขึ้นจริง	จำนวน	หน่วยนับ	รายละเอียดผลผลิต	เชิงคุณภาพ
1.ต้นฉบับบทความวิจัย (Manuscript)	1	เรื่อง	บทความนำเสนอในการประชุมวิชาการเกษตร ครั้งที่ 24 ประจำปี 2566 คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น	2	เรื่อง	1.บทความนำเสนอภาคโปสเตอร์ เรื่อง ศักยภาพการใช้ชานอ้อยเพื่อเป็นวัตถุดิบในการผลิตแก๊สมีเทน (หลักฐานที่ 1)	ชานอ้อยโคลน KK07-599 ให้ผลได้มีเทนทางทฤษฎีสูงสุด เท่ากับ 471 ลิตร/กก. ส่วนการผลิตแก๊สมีเทนจากชานอ้อยโคลน KK13-203 ให้ปริมาตร อัตราเร็วสูงสุดของการผลิต และผลได้มีเทนสูงสุดเท่ากับ 1246, 42 และ 341 ลิตร/กก. ตามลำดับ เมื่อประเมินศักยภาพของชานอ้อยที่ผลิตได้เพื่อเป็นวัตถุดิบในการผลิตแก๊สมีเทน พันธุ์อู่ทอง 2 ให้ผลผลิตชานอ้อยและผลได้มีเทนทางทฤษฎีสูงสุด 14.5 ตัน/ไร่ และ 1,998 $ม^3$/ไร่ ตามลำดับ แต่ให้ผลได้มีเทนในการทดลองเพียง 260 $ม^3$/ไร่ คิดเป็น 13% ของผลได้มีเทนทางทฤษฎี ขณะที่อ้อยโคลน KK13-203 ให้ผลผลิตชานอ้อย 8.27 ตัน/ไร่ ให้ผลได้มีเทนจากการทดลองสูงสุดเท่ากับ 687 $ม^3$/ไร่ คิดเป็น 74.2% ของผลได้มีเทนทางทฤษฎี
						2.บทความนำเสนอภาคโปสเตอร์ เรื่อง การระบุเชื้อสาเหตุโรคแส้ดำและเหี่ยวเน่าแดงในอ้อยโดยลักษณะสัณฐานวิทยาและวิธีอณูชีววิทยาและการพัฒนาการประเมินโรคที่รวดเร็ว (หลักฐานที่ 2)	การบ่งชี้ชนิดของเชื้อราด้วยเทคนิค PCR และทดสอบการเกิดโรคโดยวิธี wound pinprick และ wound plug ทั้ง 2 วิธีให้ผลสอดคล้องกัน วิธี wound pinprick สามารถลดระยะเวลาในการทดสอบปฏิกิริยาการเกิดโรคจากเดิม 2 เดือน เหลือเพียง 2 สัปดาห์ ส่วนการศึกษาโรคแส้ดำแยกเชื้อบริสุทธิ์ได้ จำนวน 8 ไอโซเลต ทดสอบการเกิดโรคแส้ดำโดยแช่ข้อตาด้วยสารแขวนลอยสปอร์เชื้อ *S. scitamineum* พบว่า ไอโซเลตที่ 1 มีความรุนแรงในการเกิดโรคมากที่สุด
2.ต้นแบบผลิตภัณฑ์ หรือ เทคโนโลยี/กระบวนการใหม่ หรือ	3	กระบวนการใหม่	1. โคลนอ้อยชุดปี 2556 ที่มีศักยภาพการให้ผลผลิตสูงกว่าหรือเทียบเท่า	3	กระบวนการใหม่	1.โคลนอ้อยชุดปี 2556 ที่มีศักยภาพการให้ผลผลิตสูงกว่าหรือเทียบเท่าพันธุ์มาตรฐาน เหมาะสมกับเขตดินร่วน ร่วน	โคลนอ้อยชุดปี 2556 ได้แก่ NSUT13-106 NSUT13-154 NSUT13-289 และ NSUT13-313 ให้ผลผลิตอ้อยและผลผลิตน้ำตาลสูงกว่าพันธุ์ LK92-11 ร้อยละ 8 - 36 โดยโคลน NSUT13-313 และ

กรมวิชาการเกษตร

ผลผลิตตามคำรับรอง	จำนวน	หน่วยนับ	ผลผลิตที่เกิดขึ้นจริง	จำนวน	หน่วยนับ	รายละเอียดผลผลิต	เชิงคุณภาพ
นวัตกรรมทางสังคม 1. โคลนอ้อยชุดปี 2556 ที่มีศักยภาพการให้ผลผลิตสูงกว่าหรือเทียบเท่าพันธุ์มาตรฐานเหมาะสมกับเขตดินร่วนร่วนเหนียวและดินเหนียวอย่างน้อย 3 โคลน 2. โคลนอ้อยดีเด่นชุดปี 2560-2561 ในเขตดินทรายถึงทรายร่วนอย่างน้อย 10 โคลน 3. โคลนอ้อยดีเด่นชุดปี 2558 สำหรับสภาพชลประทานและน้ำเสริมอย่างน้อย 3 โคลน			พันธุ์มาตรฐานเหมาะสมกับเขตดินร่วนร่วนเหนียวและดินเหนียว จำนวน 4 โคลน			เหนียว และดินเหนียว จำนวน 4 โคลน (หลักฐานที่ 3)	NSUT13-154 ให้ผลผลิตน้ำตาลสูงกว่าพันธุ์ขอนแก่น 3 ร้อยละ 15 และ 1 ตามลำดับ ทั้ง 4 โคลนที่คัดเลือกไว้ และนำเข้าประเมินผลผลิตขั้นเปรียบเทียบในไร่เกษตรกร
			2. โคลนอ้อยดีเด่นชุดปี 2560-2561 ในเขตดินทรายถึงทรายร่วน รวม 77 โคลน			2.โคลนอ้อยดีเด่นที่ได้จากการคัดเลือกขั้นที่ 2 ชุดปี 2560-2561 จำนวน 77 โคลน ที่เหมาะสมในเขตดินทรายถึงทรายร่วน และนำเข้าประเมินผลผลิตขั้นเปรียบเทียบเบื้องต้น (หลักฐานที่ 4)	โคลนอ้อยดีเด่นในการคัดเลือกขั้นที่ 2 ที่เหมาะสมในเขตดินทรายถึงทรายร่วน ชุดปี 2560 จำนวน 9 โคลน ผลผลิตเฉลี่ย 10.3 ตัน/ไร่ ความหวาน 14.85 ซีซีเอส ผลผลิตน้ำตาลเฉลี่ย 1.52 ตันซีซีเอส/ไร่ และ ชุดปี 2561 68 โคลน ผลผลิตเฉลี่ย 10.4 ตัน/ไร่ ความหวาน 11.76 ซีซีเอส ผลผลิตน้ำตาลเฉลี่ย 1.22 ตันซีซีเอส/ไร่
			3. โคลนอ้อยดีเด่นชุดปี 2558 สำหรับสภาพชลประทานและน้ำเสริม จำนวน 3 โคลน			3.โคลนอ้อยดีเด่นชุดปี 2558 สำหรับสภาพชลประทานและน้ำเสริม จำนวน 3 โคลน ได้แก่ UT10-023 UT15-060 และ UT15-337 ทั้ง 3 โคลนที่คัดเลือกไว้ และนำเข้าประเมินผลผลิตขั้นเปรียบเทียบในไร่เกษตรกร (หลักฐานที่ 5)	โคลนอ้อยดีเด่นชุดปี 2558 ได้แก่ UT10-023 UT15-060 และ UT15-337 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 18.9 17.6 และ 18.9 ตัน/ไร่ ตามลำดับ และผลผลิตน้ำตาล 2.33 2.29 และ 2.19 ตันซีซีเอส/ไร่ ตามลำดับ ซึ่งมากกว่าพันธุ์ LK92-11 ที่มีค่าเฉลี่ยผลผลิตน้ำตาลเท่ากับ 2.16 ตันซีซีเอส/ไร่มากกว่าพันธุ์ LK92-11 ร้อยละ 1-8

3.3 ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจริง (Outcome)

ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจริง	ปีที่เกิดผลลัพธ์
กิจกรรมสร้างการมีส่วนร่วม จำนวน 8 ครั้ง 1. การบรรยาย/จัดทำนิทรรศการ พันธุ์และโคลนอ้อยดีเด่นที่เหมาะสมกับพื้นที่ดินร่วน ร่วนเหนียว และดินเหนียว การปรับปรุงพันธุ์อ้อย ในงานวันถ่ายทอดเทคโนโลยี ครบรอบ 50 ปี กรมวิชาการเกษตร วันที่ 3-4 พฤศจิกายน 2565 ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ ต.สุขสำราญ อ.ตากฟ้า จ.นครสวรรค์ (หลักฐานที่ 6) 2. การบรรยายพิเศษ เรื่อง Shaping Thailand Sugarcane Industry into a Multi-use Platform Through Variety Development ในการประชุมเชิงปฏิบัติการนานาชาติ Innovation and	2565

กรมวิชาการเกษตร

ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจริง	ปีที่เกิดผลลัพธ์
Networking of Sugarcane Research for Future Sugarcane Industry in Asian and Pacific Region, วันที่ 15 กันยายน 2565 (หลักฐานที่ 7) 3. การจัดทำแปลงสาธิตโคลนอ้อยดีเด่น ชุดปี 2556 ที่เหมาะสมกับพื้นที่ดินร่วน ร่วนเหนียว และดินเหนียว ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ ต.สุขสำราญ อ.ตากฟ้า จ.นครสวรรค์ และแปลงเกษตรกร ต.แพรกศรีราชา อ.สรรคบุรี จ.ชัยนาท (หลักฐานที่ 8) 4. การบรรยาย/จัดทำนิทรรศการ แสดงผลงานอ้อยโคลนดีเด่นและการปรับปรุงพันธุ์อ้อยของกรมวิชาการเกษตร ในงาน “Sugarex & Agri expo Thailand 2022” วันที่ 8-9 กันยายน 2565 ณ ศูนย์ประชุมและแสดงสินค้านานาชาติขอนแก่น (KICE) อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น (หลักฐานที่ 9) 5. การจัดนิทรรศการ และกิจกรรมด้านวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผสมพันธุ์อ้อย การคัดเลือกพันธุ์ และการขยายพันธุ์อ้อยโคลนดีเด่น ในโครงการจุดประกายความคิด ส่งเสริมนักวิทย์ฯ ปลูกจิตวิทยาศาสตร์ “สัปดาห์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ ประจำปี 2565” ระหว่างวันที่ 8-11 สิงหาคม 2565 ณ ศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษาขอนแก่น อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น (หลักฐานที่ 10) 6. การบรรยาย เรื่อง Sugarcane Improvement in Thailand ผ่านระบบออนไลน์ DLG CONNECT ในงาน AGRI TECHNICA Asia & Horti Asia Regional Summit 2021 และ ระหว่างวันที่ 16-17 พฤศจิกายน 2564 ณ โรงแรม ดิอิมพีเรียลโฮเทล แอนด์ คอนเวนชั่น เซ็นเตอร์ จ.นครราชสีมา (หลักฐานที่ 11) 7. การบรรยายพิเศษ เรื่อง “รวมเทคนิคการปรับปรุงพันธุ์อ้อยยังไง ให้ปัง! How to Achieve Productive Sugarcane Breeding” วันที่ 7 กรกฎาคม 2565 ผ่านระบบออนไลน์ zoom (หลักฐานที่ 12) 8. การดูงานในแปลงเปรียบเทียบมาตรฐานโคลนอ้อยชีวภาพ ชุดปี 2555-2556 ของเจ้าหน้าที่บริษัท IBCI Engineering & Construction ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น ในวันที่ 30 กันยายน 2565 (หลักฐานที่ 13)	
ผลงานตีพิมพ์ จำนวน 2 เรื่อง • **การประชุมวิชาการเกษตร ครั้งที่ 24 คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น** จำนวน 2 เรื่อง 1. ศักยภาพการใช้ชานอ้อยเพื่อเป็นวัตถุดิบในการผลิตแก๊สมีเทน (Potential Utilization of Sugarcane Bagasse as Substrate for Methane Production) (หลักฐานที่ 1) 2. การระบุเชื้อสาเหตุโรคแส้ดำและเหี่ยวเน่าแดงในอ้อยโดยลักษณะสัณฐานวิทยาและวิธีอณูชีววิทยาและการพัฒนาการประเมินโรคที่รวดเร็ว (Identification of *Sporisorium scitamineum* and *Colletotrichum falcatum* in Sugarcane by Morphology and Molecular Technique and Rapid Evaluation of Pathogenicity Test) (หลักฐานที่ 2)	2566

3.4 ผลกระทบที่เกิดขึ้นจริง (Impact) (ถ้ามี)

ผลกระทบที่เกิดขึ้นจริง	ปีที่เกิดผลกระทบ
ด้านเศรษฐกิจ : เมื่อมีการนำเทคโนโลยีด้านพันธุ์อ้อยไปใช้ประโยชน์ จะมีส่วนช่วยให้เกษตรกรได้รับผลตอบแทนจากค่าความหวานที่เพิ่มขึ้นร้อยละ 6 ของราคาต่อตันอ้อย	2569
ด้านสังคม :	
ด้านสิ่งแวดล้อม :	

กรมวิชาการเกษตร

3.5 การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

วิธีการ/กระบวนการผลักดันงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

โครงการวิจัยและพัฒนาพันธุ์อ้อยเพื่ออุตสาหกรรมน้ำตาลและอุตสาหกรรมชีวภาพ ได้เผยแพร่ความรู้จากผลงานวิจัยที่ได้ต่อสาธารณะ โดยผ่านการบรรยายพิเศษ การจัดนิทรรศการ การจัดทำแปลงสาธิต การตีพิมพ์ในวารสารวิชาการ และนำเสนอผลงานในรูปแบบโปสเตอร์ ซึ่งเกิดประโยชน์ ดังนี้

ด้านวิชาการ โดยมีนักวิจัย นักวิชาการที่เกี่ยวข้องทั้งในระดับชาติและนานาชาติ ผู้นำกลุ่มเกษตรกร เกษตรกรชาวไร่อ้อย นักเรียน นักศึกษา เข้ารับฟังการบรรยายพิเศษ ร่วมชมนิทรรศการ/แปลงสาธิต และสามารถอ้างอิงผลงานที่ตีพิมพ์ในวารสารระดับชาติ และนำเสนอผลงานในรูปแบบโปสเตอร์ ได้แก่

1. การจัดนิทรรศการโคลนอ้อยดีเด่นที่เหมาะสมกับพื้นที่ดินร่วน ร่วนเหนียว และดินเหนียว การปรับปรุงพันธุ์อ้อย ในงานวันถ่ายทอดเทคโนโลยี ครบรอบ 50 ปี กรมวิชาการเกษตร วันที่ 3-4 พฤศจิกายน 2565 ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ ต.สุขสำราญ อ.ตากฟ้า จ.นครสวรรค์ (หลักฐานที่ 6)

2. การบรรยายพิเศษ เรื่อง Shaping Thailand Sugarcane Industry into a Multi-use Platform Through Variety Development ในการประชุมเชิงปฏิบัติการนานาชาติ Innovation and Networking of Sugarcane Research for Future Sugarcane Industry in Asian and Pacific Region, วันที่ 15 กันยายน 2565 (หลักฐานที่ 7)

3. การจัดทำแปลงสาธิตอ้อยโคลนดีเด่น ชุดปี 2556 ที่เหมาะสมกับพื้นที่ดินร่วน ร่วนเหนียว และดินเหนียว ณ ต.แพรกศรีราชา อ.สรรคบุรี จ.ชัยนาท และศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ อ.ตากฟ้า จ.นครสวรรค์ (หลักฐานที่ 8)

4. การบรรยาย และจัดนิทรรศการผลงานอ้อยโคลนดีเด่นเหมาะสมกับพื้นที่ดินทราย และร่วนทราย และการปรับปรุงพันธุ์อ้อยของกรมวิชาการเกษตร ในงาน “Sugarex & Agri expo Thailand 2022” วันที่ 8-9 กันยายน 2565 ณ ศูนย์ประชุมและแสดงสินค้านานาชาติขอนแก่น (KICE) (หลักฐานที่ 9)

5. การจัดนิทรรศการ และกิจกรรมด้านวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผสมพันธุ์อ้อย การคัดเลือกพันธุ์ และการขยายพันธุ์อ้อยโคลนดีเด่น ในโครงการจุดประกายความคิด ส่งเสริมนักวิทย์ฯ ปลูกจิตวิทยาศาสตร์ “สัปดาห์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ ประจำปี 2565” ระหว่างวันที่ 8-11 สิงหาคม 2565 ณ ศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษาขอนแก่น อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น (หลักฐานที่ 10)

6. การบรรยาย เรื่อง Sugarcane Improvement in Thailand ผ่านระบบออนไลน์ DLG CONNECT ในงาน AGRI TECHNICA Asia & Horti Asia Regional Summit 2021 และ ระหว่างวันที่ 16-17 พฤศจิกายน 2564 ณ โรงแรม ดิอิมพีเรียลโฮเทล แอนด์ คอนเวนชั่น เซ็นเตอร์ จ.นครราชสีมา (หลักฐานที่ 11)

กรมวิชาการเกษตร

7. การบรรยายพิเศษ เรื่อง “รวมเทคนิคการปรับปรุงพันธุ์อ้อยยังไง ให้ปัง! How to Achieve Productive Sugarcane Breeding” วันที่ 7 กรกฎาคม 2565 ผ่านระบบออนไลน์ zoom (หลักฐานที่ 12)

8. การดูงานในแปลงเปรียบเทียบมาตรฐานโคลนอ้อยพลังงานชีวภาพ ชุดปี 2555-2556 ของเจ้าหน้าที่บริษัท IBCI Engineering & Construction ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น ในวันที่ 30 กันยายน 2565 (หลักฐานที่ 13)

โดยองค์ความรู้จากผลงานวิจัยของโครงการฯ ที่ได้เผยแพร่ผ่านการบรรยายพิเศษ การจัดนิทรรศการ การจัดทำแปลงสาธิต การตีพิมพ์ในวารสารระดับชาติ และนำเสนอผลงานในรูปแบบโปสเตอร์ จะช่วยให้นักวิจัย นักวิชาการที่เกี่ยวข้องทั้งในระดับชาติและนานาชาติ นักเรียน นักศึกษา ได้มีความเข้าใจในการปรับปรุงพันธุ์ สามารถใช้ทคนิค และวิธีการต่างๆ เพื่อปรับปรุง และพัฒนางานวิจัยที่กำลังดำเนินการ พร้อมต่อยอดไปสู่การพัฒนากระบวนการต่างๆ ด้วยนวัตกรรมใหม่ รวมถึงการใช้ประโยชน์ และการสร้างมูลค่าจากผลผลิตอ้อย นอกจากนี้ผู้นำกลุ่มเกษตรกร สมาคมและเกษตรกรชาวไร่อ้อย มีทางเลือกในการใช้พันธุ์อ้อยที่เหมาะสมกับพื้นที่ของตน การจัดการปัจจัยการผลิตต่างๆ เพื่อให้ต้นทุนการผลิตลดลง และมีผลตอบแทนสูงขึ้น

กรมวิชาการเกษตร

บทที่ 4 สรุปผลและอภิปรายผล

โครงการวิจัยย่อยที่ 26.1 การวิจัยและพัฒนาพันธุ์อ้อยเพื่อเพิ่มสมรรถนะการให้ผลผลิตในเขตดินร่วน ร่วนเหนียว และดินเหนียว ด้วยเทคโนโลยีปรับปรุงพันธุ์สมัยใหม่

สรุปผลและอภิปรายผล

โคลนอ้อยชุดปี 2556 มีโคลนอ้อย 4 โคลนที่ให้ผลผลิตและผลผลิตน้ำตาลสูง โดยอ้อยโคลน NSUT13-313 และ NSUT13-154 ให้ผลผลิตน้ำตาลสูงกว่าพันธุ์ KK3 ร้อยละ 15 และ 1 ตามลำดับ และทั้ง 4 โคลน ได้แก่ NSUT13-106 NSUT13-154 NSUT13-289 และ NSUT13-313 ให้ผลผลิตน้ำตาลสูงกว่ากว่าพันธุ์ LK92-11 ร้อยละ 8-36 ตามลำดับ ในขณะที่โคลนอ้อยชุดปี 2559 มีโคลนอ้อยที่แสดงศักยภาพในการให้ผลผลิตและความหวานสูง และถูกคัดเลือกไว้จำนวน 10 โคลนเพื่อเข้าประเมินผลผลิตต่อไป อย่างไรก็ตาม ในการประเมินผลผลิตสภาพแวดล้อมมีอิทธิพลต่อการแสดงออกมากกว่าอิทธิพลของพันธุกรรม โอกาสและประสิทธิภาพการคัดเลือก จึงขึ้นอยู่กับการแสดงออกของพันธุกรรมที่ควบคุมลักษณะนั้นๆ แต่เนื่องจากผลผลิตเป็นลักษณะทางปริมาณ (Quantitative trait) ควบคุมด้วยยีนหลายคู่ การคัดเลือกโดยพิจารณาจากผลผลิตโดยตรงอาจให้ผลที่ไม่แน่นอนและมีความก้าวหน้าทางพันธุกรรมต่ำ เมื่อเทียบกับการพัฒนาพันธุ์อ้อยของประเทศผู้ผลิตอ้อยที่สำคัญของโลก (Yadav *et al*., 2021) โดยผลผลิตในอ้อยปลูก และอ้อยตอ ของโคลนอ้อยที่คัดเลือกมีความแตกต่างกันมาก อาจเป็นผลสืบเนื่องมาจากประสบปัญหาการกรจายของฝนไม่สม่ำเสมอ หรือน้ำท่วมที่รุนแรง ยาวนานในช่วงเวลาเพาะปลูก จำกัดการเจริญเติบโตของอ้อย ส่งผลให้ผลผลิตต่อตันลดลง อ้อยมีคุณภาพต่ำ และอิทธิพลดังกล่าวส่งผลมากกว่าผลจากพันธุกรรม (da Silva *et al*., 2012) ซึ่งอาจจำเป็นต้องปรับเปลี่ยนช่วงเวลาในการคัดเลือก ดังที่ Cox *et al*. (1994) รายงานว่าลักษณะความหวานสูงช่วงต้นฤดูกาล มีอัตราพันธุกรรมแนวแคบระดับปานกลางจนถึงสูง ร่วมกับใช้ข้อมูลจากฐานข้อมูลที่เก็บไว้ในอดีต สำหรับคัดเลือกพ่อแม่ที่มีความหวานสูงเป็นคู่ผสมพันธุ์ จะช่วยให้การปรับปรุงพันธุ์มีประสิทธิภาพสูงขึ้น

การแสดงออกของยีนที่เกี่ยวข้องกับการสร้างความหวานของอ้อย ในยีน Trehalose phosphate synthase (TPS) และ Trehalose phosphate phosphatase (TPP) มีการแสดงการออกค่อนข้างสูงในสภาวะขาดน้ำมากกว่าสภาวะให้น้ำ โดยในสภาวะขาดน้ำ พันธุ์ UT13 และ UT8 มีการแสดงออกของยีน TPS และ TPP มากที่สุด ตามลำดับ ขณะที่ในสภาวะน้ำปกติ โคลน NSUT13-313 มีการแสดงออกของทั้งสองยีนมากที่สุด ส่วนการแสดงออกของยีนเกี่ยวข้องกับการทนแล้ง ยีน Ornithine aminotransferas (OAT) Proline oxidase (Pox) Pyrroline-5-carboxylate Synthetase (P5CS) และ Proline Transporter (ProT) ในอ้อยแต่ละพันธุ์/โคลน มีต่างกันในแต่ละยีน ทั้งอยู่ในสภาวะขาดน้ำ และเมื่อให้น้ำกลับ ซึ่งสภาวะขาดน้ำ ทำให้การเจริญเติบโต และปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบลดลง มีการรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์เพิ่มขึ้น เช่นเดียวกับปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ โพรลีน และน้ำตาลทรีฮาโรสที่เพิ่มสูงขึ้น สอดคล้องกับการศึกษาของ ศุจิรัตน์ และคณะ (2563) ในการทดสอบ

กรมวิชาการเกษตร

สภาวะแล้งในอ้อยลูกผสมกับอ้อยป่า *S. spontaneum* ซึ่งพบว่าค่าเฉลี่ยน้ำหนักต้นสดและแห้ง น้ำหนักรากสดและแห้ง ค่าเฉลี่ยความยาวลำต้น และความยาวราก ของอ้อยลูกผสมลดลงเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม และ Gao *et al*. (2006) พบว่าการขาดน้ำ ทำให้ความสามารถในการยอมให้สารซึมผ่านของเยื่อหุ้มเซลล์ลดลง และมีปริมาณมาลอนไดแอลดีไฮด์ (malondialdehyde; MDA) เพิ่มขึ้น ในส่วนกิจกรรมของเอนไซม์ต้านออกซิเดชัน Guaiacal Peroxidase (GPX) แตกต่างกันทั้งในสภาวะขาดน้ำ และกิจกรรมของเอนไซม์ GPX จะเพิ่มสูงขึ้นเมื่อให้น้ำกลับ ขณะที่เอนไซม์ Ascorbate Peroxidase (APX) และ Superoxide dismutase (SOD) ไม่แตกต่างกันในสภาวะขาดน้ำ

โครงการวิจัยย่อยที่ 26.2 การปรับปรุงพันธุ์อ้อยที่ให้ผลผลิตและน้ำตาลสูง เหมาะสมต่อสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงในพื้นที่ดินทรายถึงทรายร่วน

สรุปผลและอภิปรายผล

การผสมพันธุ์อ้อยในปี 2564/2565 ได้คู่ผสมจำนวน 883 คู่ผสม ได้จำนวนต้นกล้าทั้งหมด 37,117 ต้น เพื่อนำไปคัดเลือกโคลนอ้อยดีเด่นในขั้นที่ 1 โดยโคลนอ้อยดีเด่นชุดปี 2562-2563 คัดเลือกขั้นที่ 1 โคลนที่มีผลผลิตสูงได้จำนวน 23 โคลน เพื่อปลูกคัดเลือกขั้นที่ 2 และโคลนอ้อยดีเด่นชุดปี 2560 และ 2561 ในการคัดเลือกขั้นที่ 2 โดยคัดจากแถวที่มีลักษณะทางการเกษตรที่ดี จำนวน 9 และ 68 โคลน ตามลำดับ เพื่อนำเข้าประเมินผลผลิตในขั้นเปรียบเทียบเบื้องต้น ส่วนการประเมินพันธุ์/โคลนอ้อยดีเด่นชุดปี 2556 – 2559 ยังไม่พบว่ามีอ้อยโคลนอ้อยดีเด่นให้ผลผลิตน้ำตาลสูงกว่าพันธุ์มาตรฐานขอนแก่น 3 และจากการศึกษาลักษณะทางสรีรวิทยา พบว่าเมื่ออ้อยอยู่ภายใต้สภาวะเครียดจากการขาดน้ำอ้อยโคลนดีเด่นและพันธุ์เปรียบเทียบมีค่า SCMR ลดลง และกระบวนการการสังเคราะห์แสงมีประสิทธิภาพลดลงทุกพันธุ์/โคลนเมื่อเปรียบเทียบกับอ้อยที่ได้รับน้ำตามปกติ ในพันธุ์/โคลนเดียวกัน ทั้งนี้ อ้อยโคลน KK14-136 มีค่า SCMR สูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับพันธุ์/โคลนอื่น ๆ ขณะที่ พันธุ์ LK92-11 และ KK3 มีประสิทธิภาพการใช้น้ำสูงกว่าโคลนดีเด่นทุกโคลน สำหรับโคลน KK14-030 พบว่า สามารถฟื้นฟูการเปิด-ปิดปากใบและการคายน้ำให้มีค่าใกล้เคียงกับอ้อยที่ได้รับน้ำตามปกติภายหลังได้รับน้ำอีกครั้ง นาน 1 วัน

การปิดปากใบเป็นการตอบสนองแรกที่เกิดขึ้นเมื่อพืชขาดน้ำ เพื่อลดการสูญเสียน้ำในกระบวนการคายน้ำโดยแรงเต่งภายในเซลล์คุมลดลง เกิดการสร้างและสะสม ABA (Abscisic acid) เพื่อชักนำให้ปากใบปิด (พูนพิภพ (2549); อโนมา (2560)) ซึ่งส่งผลกระทบต่อพารามิเตอร์การสังเคราะห์ด้วยในลำดับต่อไป ดังนั้น จากการทดลองในครั้งนี้จึงพบว่า การเปิดปากใบของอ้อยในแต่ละพันธุ์/โคลนจึงมีค่าลดลง เมื่ออ้อยเปิดปากใบลดลงการคายน้ำของอ้อยจึงมีค่าลดลงเช่นกัน สำหรับค่า SCMR ที่ลดลงเมื่อขาดน้ำ เกิดจากการยับยั้งการสังเคราะห์คลอโรฟิลล์ใน 4 ขั้นตอน ได้แก่ (1) ยับยั้งการสร้าง 5-aminole-vuliniuc acid (ALA) (2) ยับยั้งการรวมตัวกันของ ALA เป็น porphobilinogen และ primary tetrapyrrole ที่จะเปลี่ยนเป็น protochlorophyllide (3) ยับยั้งการเปลี่ยน protochlorophyllide เป็น chlorophyllide โดยแสง และ (4) ยับยั้งการสังเคราะห์ Chlorophyll a และ b

กรมวิชาการเกษตร

(Lisar *et al*., 2012; อโนมา (2560) ซึ่งพืชตอบสนองอย่างและสามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่าคือ มีจำนวนใบที่มีสีเขียวลดลง นอกจากนี้ พูนพิภพ (2549) กล่าวว่า การตอบสนองแรกเริ่มต่อการขาดแคลนน้ำอาศัยกระบวนการทางชีวฟิสิกส์มากกว่าการเปลี่ยนแปลงด้านชีวเคมี เมื่อปริมาณน้ำในเนื้อเยื่อพืชลดลง เซลล์พืชจะหดตัวและผนังเซลล์คลายตัว ทำให้ปริมาตรของเซลล์ลดลงและสูญเสียความเต่ง การหดตัวมากขึ้น สารละลายในเซลล์จะเข้มข้นขึ้น เยื่อหุ้มเซลล์จะหนามากขึ้นและแน่นขึ้น ซึ่งเป็นผลกระทบด้านชีวฟิสิกส์โดยตรง โดยกระบวนการและปฏิกิริยาต่าง ๆ มีความสัมพันธ์กัน

โครงการวิจัยย่อยที่ 26.3 การปรับปรุงพันธุ์อ้อยสำหรับสภาพชลประทานและน้ำเสริม

สรุปผลและอภิปรายผล

การประเมินผลผลิตโคลนอ้อยดีเด่นชุดปี 2558-2560 อยู่ในขั้นตอนการเปรียบเทียบมาตรฐาน และการเปรียบเทียบในไร่เกษตรกร โดยพบว่าโคลนอ้อยชุดปี 2558 มีโคลนอ้อยดีเด่นจำนวน 3 โคลน ที่มีผลผลิตและลักษณะทางการเกษตรที่ดีและมีศักยภาพในการให้ผลผลิตน้ำตาลใกล้เคียงกับพันธุ์เปรียบเทียบขอนแก่น 3 และ LK92-11 ได้แก่ UT10-023 UT15-060 และ UT15-337 ซึ่งทั้ง 3 โคลนดีเด่นนี้จะนำไปปลูกในขั้นการเปรียบเทียบในไร่เกษตรกร สำหรับโคลนอ้อยชุดปี 2559-2560 ไม่พบว่ามีโคลนใดให้ผลผลิตน้ำตาลสูงกว่าพันธุ์ขอนแก่น 3 การตอบสนองต่อปุ๋ยไนโตรเจนของอ้อยโคลนดีเด่นชุดปี 2558 อ้อยโคลนดีเด่นทุกโคลนมีความสูงไม่แตกต่างกับพันธุ์ขอนแก่น 3 และ LK92-11 ส่วนเส้นผ่านศูนย์กลางลำมีความแตกต่างกันระหว่างโคลนดีเด่นและพันธุ์เปรียบเทียบทั้ง 2 พันธุ์ การเจริญเติบโตของอ้อยเมื่อใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอัตราต่างๆ ไม่แตกต่างกับการไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน และปฏิกิริยาต่อโรคแส้ดำของโคลนอ้อยชุดปี 2558 ส่วนใหญ่มีปฏิกิริยาอยู่ในระดับอ่อนแอ

การผสมพันธุ์อ้อยชุดปี 2564 ประสบปัญหาเรื่องสภาพภูมิอากาศมีความแปรปรวนที่แปลงพ่อแม่พันธุ์อ้อยที่ อ.ทองผาภูมิ เกิดฝนทิ้งช่วงในช่วงต้นปีและสภาพอากาศร้อนจึงทำให้แปลงอ้อยพ่อแม่พันธุ์ไม่ออกช่อดอกหรือช่อดอกไม่สมบูรณ์ และในการประเมินผลผลิตในขั้นตอนต่างๆ ประสบกับสภาพพื้นที่ที่ขาดความสม่ำเสมอ ไม่สามารถให้น้ำได้ตามเงื่อนไขของโครงการ ส่งผลให้ผลผลิต ซีซีเอส และผลผลิตน้ำตาลต่ำ ทั้งอ้อยปลูกและอ้อยตอ 1 ซึ่งสอดคล้องกับ วัลลีย์ และคณะ (2555) ได้กล่าวว่า ดินทรายที่เป็นกรดจัดและมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำมาก หากใช้พื้นที่ดังกล่าวปลูกอ้อยโดยไม่มีการปรับปรุงดิน ทำให้ได้ผลผลิตต่ำ เช่นเดียวกับโคลนอ้อยชุดปี 2559 และ 2560 ที่ได้รับผลกระทบจากฝนตกหนัก น้ำท่วมขัง และลมแรง ทำให้อ้อยล้ม ชะงักการเจริญเติบโตเกิดสภาวะเครียดจากน้ำท่วมขังส่งกระทบต่อผลผลิต องค์ประกอบผลผลิตและความสามารถในการไว้ตอของต้นอ้อย (พิชัย และอนุพงษ์, 2565)

การทดลองการตอบสนองต่อปุ๋ยไนโตรเจนของอ้อยโคลนดีเด่นชุดปี 2558 การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนให้ความสูงของอ้อยโคลนดีเด่นและพันธุ์เปรียบเทียบใกล้เคียงกัน เนื่องจากความอุดมสมบูรณ์ของดินแปลงทดลองอยู่ในระดับปานกลาง ปริมาณธาตุไนโตรเจนในดินเพียงพอต่อความต้องการของอ้อยในระยะการเจริญเติบโตช่วงระยะงอก

กรมวิชาการเกษตร

และย่างปล้อง นอกจากนี้การศึกษาปฏิกิริยาต่อโรคแส้ดำของโคลนอ้อยชุดปี 2558 พบว่าทุกโคลนพันธุ์มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคที่ค่อนข้างรุนแรง เนื่องจากมีการสะสมของเชื้อสาเหตุโรคแส้ดำในดิน ในพื้นที่ปลูกทดสอบประกอบกับสภาพอากาศที่แห้งแล้งจึงทำให้การเกิดโรครุนแรง

โครงการวิจัยย่อยที่ 26.4 การวิจัยและพัฒนาพันธุ์อ้อยพลังงานเพื่อเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจชีวภาพ

สรุปผลและอภิปรายผล

ในอ้อยพลังงานชีวภาพ จากการประเมินผลผลิตในขั้นการเปรียบเทียบมาตรฐาน มีอ้อยโคลนดีเด่น KK13-330 KK12R-186 และ KK13-203 ให้ผลผลิตอ้อยสด น้ำอ้อย และชานอ้อยแห้งไม่แตกต่างกันทางสถิติกับพันธุ์ตรวจสอบอู่ทอง 2 ขอนแก่น 3 K88-92 และ LK92-11

เมื่อผลิตแก๊สชีวภาพจากชานอ้อย อ้อยโคลน KK13-203 ผลิตแก๊สมีเทน จากชานอ้อยได้สูงสุด ขณะที่อ้อยโคลน KK12R-050 ให้ค่า maximum methane production rate สูงสุด อย่างไรก็ตาม ไม่สามารถผลิตมีเทนจากและชานอ้อยผสมน้ำอ้อยได้ เนื่องจากเกิดกระบวนการ acidogenesis ของการหมักน้ำตาลในน้ำอ้อยภายใต้สภาวะไร้อากาศในช่วงเริ่มต้น ส่งผลให้ค่าความเป็นกรด-ด่างลดลงอย่างรวดเร็ว และยับยั้งการผลิตมีเทน โดยชานอ้อยพันธุ์ UT2 มีศักยภาพเป็นวัตถุดิบในการผลิตมีเทนทางทฤษฎีสูงสุด แต่จากผลการทดลองจริงให้ผลได้มีเทนเพียงร้อยละ 13.03 ของผลได้มีเทนทางทฤษฎี ขณะที่ชานอ้อยโคลน KK13-203 ให้ผลได้มีเทนสูงสุด คิดเป็นร้อยละ 74.22 ของผลได้มีเทนทางทฤษฎี

ในส่วนของการผลิตเอทานอล ซึ่งสามารถผลิตได้จากน้ำอ้อย และชานอ้อยนั้น การผลิตเอทานอลจากน้ำอ้อยเมื่อเก็บเกี่ยวอ้อยอายุ 8 เดือน อ้อยพันธุ์อู่ทอง 2 ให้ผลผลิตเอทานอลทั้งทางทฤษฎี และจากการทดลองสูงสุด 907 และ 576 ลิตร/ไร่ ตามลำดับ แตกต่างกันทางสถิติกับพันธุ์/โคลนอื่นๆ แต่เมื่อเก็บเกี่ยวอ้อย 10 เดือน พันธุ์ K88-92 กลับให้ผลผลิตเอทานอลในทางทฤษฎี สูงสุด 839 ลิตร/ไร่ ขณะที่พันธุ์อู่ทอง 2 ให้ผลผลิตเอทานอลจากการทดลองสูงสุด 524 ลิตร/ไร่

เมื่อผลิตเอทานอลจากชานอ้อย เมื่อเก็บเกี่ยวอ้อย 8 เดือน พันธุ์อู่ทอง 2 ให้ผลผลิตเอทานอลทางทฤษฎีสูงสุด 2,100 ลิตรต่อไร่ ขณะที่เมื่อเก็บเก็บอ้อยอายุ 10 เดือน พันธุ์ K88-92 ให้ผลผลิตเอทานอลทางทฤษฎี และจากการทดลองทั้งอายุ 8 และ 10 เดือน โดยให้ผลผลิตเอทานอล 1,677 123 และ 102 ลิตร/ไร่ ตามลำดับ เมื่อรวมผลผลิตเอทานอลจากน้ำอ้อยและชานอ้อยอ้อยพันธุ์อู่ทอง 2 ยังให้ผลผลิตเอทานอลสูงสุดทั้งทางทฤษฎีและจากการทดลอง

การวิเคราะห์ศักยภาพของน้ำอ้อยและชานอ้อยจำนวน 24 โคลน/พันธุ์ เพื่อเป็นวัตถุดิบผลิตเอทานอล พบว่ามีอ้อย 5 โคลน ไม่สามารถวิเคราะห์การผลิตเอทานอลจากน้ำอ้อยและชานอ้อยจำนวนได้ เนื่องจากไม่มีข้อมูลผลผลิต คือ UTe05-102 KK07-037 KK09-941 KK12R-050 และ NSUT13-153 โดยเมื่อวิเคราะห์ศักยภาพของอ้อยเพื่อเป็นวัตถุดิบผลิตเอทานอลจากน้ำอ้อยและชานอ้อย ต่อพื้นที่ 1 ไร่ ของอ้อยจำนวน 19 โคลน/พันธุ์ พบว่า

กรมวิชาการเกษตร

ในทางทฤษฎีน้ำอ้อยและชานอ้อยพันธุ์ UT2 มีศักยภาพเป็นวัตถุดิบในการผลิตเอทานอลสูงสุดสอดคล้องกับผลการทดลองจริง ให้ผลได้เอทานอลจากน้ำอ้อย คิดเป็นร้อย 63.54 ของผลได้ทางทฤษฎี ขณะที่ชานอ้อยพันธุ์ K88-92 ให้ผลได้เอทานอล คิดเป็นร้อย 7.84 ของผลได้ทางทฤษฎี

การผลิตเอทานอลจากน้ำอ้อยและชานอ้อยของอ้อยโคลนดีเด่นทั้งในศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น และศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรนครราชสีมา พบว่า KK13-203 KK07-250 และ UTe05-110 ให้ผลผลิตเอทานอลจากการทดลองสูง แต่ผลผลิตเอทานอลจากน้ำอ้อย ชานอ้อย และผลผลิตเอทานอลรวม รวมทั้งประสิทธิภาพการให้ผลผลิตเอทานอลที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรนครราชสีมาจะสูงกว่าที่ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น เนื่องจากให้ผลผลิตอ้อยสดสูงกว่า

ในอ้อยพลังงานชีวมวล มีอ้อยโคลนดีเด่น 3 โคลน ได้แก่ KK12R-062 KK09-0844 และ KK12R-087 ที่ให้ผลผลิตอ้อยสด และผลผลิตแห้งสูงไม่แตกต่างจากพันธุ์ตรวจสอบ โดยให้ผลผลิตอ้อยสด 23.29 15.77 และ11.84 ตัน/ไร่ ตามลำดับ ให้ผลผลิตแห้ง 6.08 4.41 และ 3.43 ตัน/ไร่ ตามลำดับ ในการเก็บเกี่ยวอ้อย 8 เดือน และให้ผลผลิตอ้อยสด 23.14 16.94 และ 14.11 ตัน/ไร่ ตามลำดับ ให้ผลผลิตแห้ง 8.71 6.15 และ 4.55 ตัน/ไร่ ตามลำดับ ในการเก็บเกี่ยวอ้อย 10 เดือน ทั้ง 3 โคลนมีแนวโน้มให้ผลผลิตสดและผลผลิตแห้งสูง ซึ่งส่วนใหญ่อ้อยพลังงานชีวมวลโคลนดีเด่นจะมีความยาวลำสูง และมีขนาดลำเล็ก แต่อย่างไรก็ตาม ทั้งในลักษณะขนาดลำและน้ำหนักลำ ก็ยังสูงกว่าอ้อยพลังงานชีวมวลพันธุ์เปรียบเทียบ ซึ่งมีขนาดลำเล็กกว่า น้ำหนักเบา และต้นล้ม เป็นอุปสรรคในการใช้เครื่องจักรกลเก็บเกี่ยว ดังนั้น อ้อยพลังงานชีวมวลโคลนดีเด่น ซึ่งมีขนาดลำ และน้ำหนักลำสูงกว่าพันธุ์เปรียบเทียบ และมีลำต้นตั้งตรง จึงเหมาะ และสามารถใช้เครื่องจักรกลเก็บเกี่ยวได้

การพัฒนาเทคนิคที่รวดเร็วและแม่นยำในการตรวจสอบปฏิกิริยาของโรคเน่าแดง สามารถแยกเชื้อบริสุทธิ์ได้จำนวน 5 ไอโซเลต บ่งชี้ชนิดของเชื้อราด้วยเทคนิค PCR และทดสอบการเกิดโรคโดยการปลูกเชื้อบนเส้นกลางใบ (wound pin prick method) และใช้เวลาเพียง 2 สัปดาห์ เทียบกับการปลูกเชื้อในลำต้นอ้อย (wound plug method) ซึ่งใช้เวลาถึง 2 เดือน โดยทั้ง 2 วิธีให้ผลสอดคล้องกัน วิธี wound pin prick method ดังกล่าวจะช่วยให้การทดสอบปฏิกิริยาการเกิดโรคเน่าแดงทำได้รวดเร็ว ประหยัดเวลา และลดค่าใช้จ่ายลง ขณะที่การสำรวจเชื้อสาเหตุโรคแส้ดำในอ้อยในสภาพไร่ สามารถแยกเชื้อบริสุทธิ์ด้วยเทคนิค PCR ได้ จำนวน 8 ไอโซเลต โดยไอโซเลตที่ 1 มีความรุนแรงในการเกิดโรคมากที่สุด และสามารถประเมินการเกิดโรคแส้ดำได้ภายใน 30 วันหลังการปลูกเชื้อ ขณะที่ Yan *et al*., (2015) ได้พัฒนาวิธีการทดสอบโรคที่รวดเร็วขึ้นเช่นกัน แต่อ้อยแสดงอาการแส้ดำหลังปลูกเชื้อ 90 วัน แต่ Su *et al*., (2016) ได้คัดเลือกพันธุ์ต้านทานโรคแส้ดำในสภาพห้องปฏิบัติการจากการปลูกเชื้อในข้อตาอ้อยและงอกได้ 2 เซนติเมตร และพบการแสดงอาการหลังการปลูกเชื้อเพียง 7 วัน

ในภาพรวม โครงการวิจัยและพัฒนาพันธุ์อ้อยเพื่ออุตสาหกรรมน้ำตาลและอุตสาหกรรมชีวภาพ ดำเนินงานได้ผลลัพธ์เป็นไปตามเป้าหมายที่กำหนดไว้ และได้ถูกนำไปถ่ายทอด และใช้ประโยชน์ในเชิงสาธารณะ ผ่าน

กรมวิชาการเกษตร

กระบวนการนำเสนอผลงานในระดับชาติ และนานาชาติ ทั้งภาคบรรยาย และโปสเตอร์ ในการประชุม/สัมมนาวิชาการ ผลงานตีพิมพ์ในวารสารวิชาการ และรายงานผลงานประจำปีของหน่วยงาน รวมทั้งเป็นวิทยากรในการถ่ายเทคโนโลยีด้านพันธุ์ และการจัดการปัจจัยการผลิต ซึ่งจัดขึ้นโดยหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง และนำอ้อยโคลนดีเด่นไปแนะนำให้เกษตรกรได้ใช้เป็นทางเลือกด้านการใช้พันธุ์ได้อย่างเหมาะสมกับพื้นที่ต่อไป

ข้อเสนอแนะต่อผู้เกี่ยวข้องสำหรับการดำเนินงานในระยะต่อไป

จากการดำเนินงานของโครงการวิจัยและพัฒนาพันธุ์อ้อยเพื่ออุตสาหกรรมน้ำตาลและอุตสาหกรรมชีวภาพ ในปี 2565 ด้วยวิธีการปรับปรุงพันธุ์แบบมาตรฐาน (conventional breeding) ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีทางด้านชีวโมเลกุลนั้น พบว่าความก้าวหน้าทางพันธุกรรม (genetic gain) ที่ได้ยังอยู่ระดับต่ำ แม้จะมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะลักษณะผลผลิต และความหวาน แม้ว่ากรมวิชาการเกษตรมีการรวบรวมพันธุ์อ้อยมาจากหลายประเทศทั่วโลกตั้งแต่อดีต แต่มีพันธุ์ที่ถูกนำมาใช้เป็นพ่อแม่พันธุ์เพียง 20-30 พันธุ์เท่านั้น เนื่องจากเป็นพันธุ์ที่ให้ลูกผสมที่มีผลผลิตสูง และถูกใช้ซ้ำๆ ในการผสม และในบางโคลน/พันธุ์ที่มีลักษณะทางการเกษตรที่ดี แต่มีช่วงเวลาการออกดอกไม่พร้อมกัน จึงไม่สามารถทำการผสมพันธุ์ได้ ทำให้พันธุ์อ้อยมีฐานพันธุกรรมแคบ และเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้ไม่สามารถพัฒนาพันธุ์ใหม่มาทดแทนพันธุ์ขอนแก่น 3 ได้

ดังนั้น การเพิ่มโอกาสในการผสมคู่ผสมใหม่ๆ จากการแลกเปลี่ยนเชื้อพันธุกรรม ระหว่างหน่วยงานวิจัยและพัฒนาอ้อยในต่างประเทศ ที่ปัจจุบันพัฒนาและมีความก้าวหน้าในการคัดเลือกในลักษณะที่เป็นความต้องการของอุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาล (industrial desirable trait development) นอกจากนี้ การใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่ เช่น การบูรณาการวิทยาการด้าน genomics และ phenomics เข้ามาช่วยในการคัดเลือก เพื่อลดระยะเวลาในการปรับปรุงพันธุ์ พัฒนาและประเมินค่าทางพันธุกรรม (breeding value) การคัดเลือกพันธุ์พ่อแม่ เข้ามาเพิ่มประสิทธิภาพให้แม่นยำมากขึ้น อย่างไรก็ตาม กระบวนการต่างๆ ดังกล่าว จำเป็นต้องใช้เครื่องมือ และอุปกรณ์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งการสนับสนุนด้านงบประมาณ พัฒนาบุคลากร ให้มีความรู้ความสามารถ และติดตามการเปลี่ยนแปลงของงานวิจัยอย่างใกล้ชิด สม่ำเสมอ เพื่อให้การดำเนินการของโครงการ สามารถสร้างผลลัพธ์ และเทคโนโลยี ซึ่งจะเป็นนวัตกรรมฐานรากให้กับอุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาลของไทยเกิดความมั่นคง และยั่งยืน

ปัญหาและอุปสรรคในการทำงาน

จากสภาพภูมิอากาศมีการเปลี่ยนแปลงไป ทำให้สถานที่ที่ใช้ประเมินผลผลิตบางแห่ง เกิดภาวะฝนทิ้งช่วง การกระจายของฝนไม่ดี ส่งผลต่อการเจริญเติบโต และการงอกของอ้อยตอ มีการระบาดของแมลงศัตรูอ้อยเพิ่มมากขึ้นจากสภาพปกติ บางแห่งประสบปัญหาน้ำท่วม ทำให้อ้อยเน่าเสียหาย ไม่สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ รวมทั้งการศึกษาประสิทธิภาพการใช้น้ำ ที่ไม่สามารถจัดการได้ตามกรรมวิธี ทำให้การประเมินประสิทธิภาพขาดความแม่นยำ

กรมวิชาการเกษตร

เอกสารอ้างอิง

กรมพัฒนาที่ดิน. 2563. ข้อมูลการจัดการดิน. สืบค้นจาก: https://www.ldd.go.th/Web_Soil/shallow.htm

ประสิทธิ์ ใจศิล พัชรินทร์ ทรงศรี นันทวุฒิ จงรั้งกลาง จุฑามาศ เครื่องพาที และกุหลาบ สุตะภักดี. 2563. การประเมินพันธุ์อ้อยดีเด่นที่เหมาะสมกับแหล่งปลูกอ้อยทั่วประเทศ เฟส 3 (ระยะที่ 2), รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการวิจัยพัฒนาและวิศวกรรม. ฝ่ายบริหารจัดการคลัสเตอร์และโปรแกรมวิจัย สำนักบริหารคลัสเตอร์ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ.

วัลลีย์ อมรพล พินิจ กัลยาศิลปิน ศุภกาญจน์ ล้วนมณี ศรีสุดา ทิพยรักษ์ และกอบเกียรติ ไพศาลเจริญ. 2555. การจัดการธาตุอาหารพืชที่เหมาะสมเพื่อการผลิตอ้อยในภาคตะวันออก. วารสารแก่นเกษตร ปีที่ 40 ฉบับพิเศษ 3.น. 141-148

พิชัย บุตรสีภูมิ และอนุพงศ์ วงค์ตามี. 2565. การประเมินผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต ค่าความหวาน และความสามารถในการไว้ตอของอ้อยจำนวน 14 พันธุ์ที่เจริญเติบโตภายใต้สภาพน้ำท่วมขังธรรมชาติในจังหวัดพิษณุโลก. วารสารเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. https://li01.tci-thaijo.org/index.php/joacmu/article/view/253002. 21 พฤศจิกายน 2565

พูนพิภพ เกษมทรัพย์. 2549. ชีววิทยา 2. พิมพ์ครั้งที่ 1. โครงการตำราวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์มูลนิธิส่งเสริมโอลิมปิกวิชาการและพัฒนามาตรฐานวิทยาศาสตร์ศึกษา กรุงเทพฯ. 404 หน้า.

ศุจิรัตน์ สงวนรังศิริกุล. 2563. บทวิเคราะห์ปัญหาและแนวทางในการเพิ่มผลผลิตอ้อย. *ใน* รายงานการประชุมวิชาการประจำปี 2563 สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน กรมวิชาการเกษตร

ศุจิรัตน์ สงวนรังศิริกุล วีรกรณ์ แสงไสย์ วสันต์ สิงค์คำ จีรนันท์ วันชะเอม แตงไท ภิญโญ รวีวรรณ เชื้อกิตติศักดิ์ อมราวรรณ ทิพยวัฒน์ ภาคภูมิ ถิ่นคำ และ ปิยะรัตน์ จังพล. 2563. ผลของสภาวะแล้งต่อการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีในอ้อยพันธุ์ต่างๆ ในสภาพควบคุม. *ใน* รายงานประจำปี 2563 ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน กรมวิชาการเกษตร

อโนมา ดงแสนสุข. 2560. การตอบสนองทางสรีรวิทยาของพืชต่อสภาพแวดล้อม. พิมพ์ครั้งที่ 1. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ขอนแก่น. 131 หน้า.

Cox, M.C., D.M. Hogarth, and P.B Hansen. 1994. Breeding and selection for high early season sugar content in a sugarcane (*Saccharum spp*. hybrids) improvement program. *Crop and Pasture Science*, 45(7), pp.1569-1575

da Silva, P. P., Soares, L., da Costa, J. G., da Silva Viana, L., de Andrade, J. C. F., Gonçalves, E. R., dos Santos, J. M., de Souza Barbosa, G. V., Nascimento, V. X., Todaro, A. R., Riffel, A., Grossi-de-Sa, M. F., Barbosa, M. H. P., Sant'Ana A. E. G., and Neto, C. E. R. 2012. Path

ลิขสิทธิ์กรมวิชาการเกษตร

Analysis for Selection of Drought Tolerant Sugarcane Genotypes through Physiological Components. *Industrial Crops and Products*, 37:11-19.

Dela Cueva, F., Torres, R., Castro, A., Mendoza, J.V., Balendres, M.A. 2019. Susceptibility of sugarcane to red rot caused by two Fusarium species and its impact on stalk sugar level. *Journal of Plant Pathology*, 101, 639–646.

Gao, S., Luo, J., Zhang, H., Chen, R. and Lin, Y. 2006. Physiological and biochemical indexes of drought resistance of sugarcane (*Saccharum* spp.). Ying Yong Sheng Tai Xue Bao 17(6): 1051-1054

Khumla, N., S. Sakuanrungsirikul, P. Punpee, T. Hamarn, T. Chaisan, L. Soulard, and P. Songsri. 2021. Sugarcane Breeding, Germplasm Development and Supporting Genetics Research in Thailand. *Sugar Tech* 24, 193–209. https://doi.org/10.1007/s12355-021-00996-2

Khumla, N., R. Chuekittisak, W. Saengsai, and S. Sakuanrungsirikul. 2022. Shaping Thailand Sugarcane Industry into a Multi-use Platform Through Variety Development. JIRCAS-FFTC Workshop Innovation and Networking of Sugarcane Research for Future Sugarcane Industry in Asia and Pacific Region, Japan. https://km.fftc.org.tw/article/3478

Lisar, S.Y.S., Motafakkerazad, R., Hossain, M.M., & Rahman, I.M.M. 2012. Water Stress in Plants: Causes, Effects and Responses. Water Stress (pp.1–14), Ismail M. M. Rahman, Hiroshi Hasegawa (ed) Drought Stress in *Plants*, doi:10.5772/39363

Srinivasan, K., and Bhatt, N.R. 1961. Red rot of sugarcane criteria for grading resistance. *J. Indian Bot. Soc*. 11: 566-577.

Su, Y., W. Zhuqing, X. Liping, P. Qiong, L. Feng, L. Zhu and Q. Youxiong. 2016. Early Selection for Smut Resistance in Sugarcane Using Pathogen Proliferation and Changes in Physiological and Biochemical Indices. *J. Frontiers in Microbiology*. 7(1133):1-10.

Yadav, S., P. Jackson, X. Wei, EM. Ross, K. Aitken, E. Deomano, F. Atkin, BJ. Hayes, and KP. Voss-Fels. 2020. Accelerating genetic gain in sugarcane breeding using genomic selection. *Agronomy* 10: 1–21. https://doi:10.3390/agronomy10040585.

Yan M., Z. Guining, L. Shanyu, X. Xiaoyong, C. hangqing, X. Pinggen, S. Wankuan, H. Weihua, C. Enping, J. Zide, Z. D. Yi and i.Z. Lian-H. 2015. The Mating-type Locus b of the Sugarcane Smut *Sporisorium scitamineum* is Essential for Mating, Filamentous Growth and Pathogenicity. *Fungal Genetics and Biology* (2015), doi: http://dx.doi.org/ 10.1016/j.fgb.2015.11.005.

กรมวิทยาศาสตร์

ภาคผนวก

ภาคผนวก 1

ตารางผนวก 1 Red rot scoring and resistance rating based on the 0-9 scale

Symptoms	Numerical scale	Severity of symptom	Total Score	Resistance rating
Condition of top	0	Green	0.0-2.9	Highly Resistant (HR)
	1	Yellow/Drying		
Nodal transgression	0	Node of Inoculation (NI)	3.0-3.9	Resistant (R)
	1	NI + 1 node		
	2	NI + 2 node	4.0-4.9	Moderately Resistant (MR)
	3	NI + >3 node above		
Lesion width	0	No lesion spread	5.0-5.9	Moderately Susceptible (MS)
	1	Spread 25 %		
	2	Spread 50 %	6.0-6.4	Susceptible (S)
	3	Spread >50%		
Color	0	No color	>6.5	Highly Susceptible (HS)
	1	Red-Dark Red		
	2	Brow-Black		

Adapted from Sirinivasan and Bhat (1961)

ตารางผนวก 2 Red rot lesion length of the wound pin prick method

Lesion lengths (cm)	Reaction category
0.0-0.9	Highly Resistant HR
1.0-4.9	Resistant R
5.0-10.9	Moderately Resistant MR
11.0-20.9	Moderately Susceptible MS
21-29.9	Susceptible S
>30	Highly Susceptible HS

Adapted from Dela Cueva *et al*., (2019)

กรมวิชาการเกษตร

ภาคผนวก 2 หลักฐานเชิงประจักษ์ของผลผลิตที่ได้

ภาคผนวก 2.1 ต้นฉบับบทความ (Manuscript) จำนวน 2 เรื่อง

บทความนำเสนอในการประชุมวิชาการเกษตร ครั้งที่ 24 ประจำปี 2566 คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

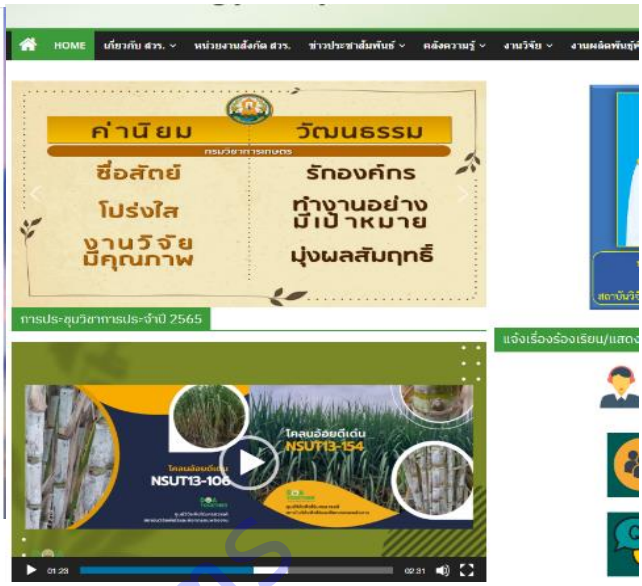
หลักฐานที่ 1 ศักยภาพการใช้ชานอ้อยเพื่อเป็นวัตถุดิบในการผลิตแก๊สมีเทน

หลักฐานที่ 2 การระบุเชื้อสาเหตุโรคแส้ดำและเหี่ยวเน่าแดงในอ้อยโดยลักษณะสัณฐานวิทยาและวิธีอณูชีววิทยาและการพัฒนาการประเมินโรคที่รวดเร็ว

กองวิชาการเกษตร

ภาคผนวก 2.2 ต้นแบบเทคโนโลยี จำนวน 3 กระบวนการ

หลักฐานที่ 3 โคลนอ้อยชุดปี 2556 ที่มีศักยภาพการให้ผลผลิตสูงกว่าหรือเทียบเท่าพันธุ์มาตรฐาน เหมาะสมกับเขตดินร่วน ร่วนเหนียว และดินเหนียว อย่างน้อย 3 โคลน



https://www.doa.go.th/fc/nakhonsawan/?p=3753 https://www.doa.go.th/fcri/

หลักฐานที่ 4 โคลนอ้อยดีเด่นชุดปี 2560-2561 ในเขตดินทรายถึงทรายร่วน อย่างน้อย 10 โคลน

and Good Ratooning Ability

แสงเดือน ชนะชัย [1/] อัมราวรรณ ทิพยวัฒน์ [1/] ปิยะรัตน์ จังพล [1/] ธีระรัตน์ ชิณแสน [1/]
กมลวรรณ เรียบร้อย [1/] และรวีวรรณ เชื้อกิตติศักดิ์ [2/]
Sangdaun Chanachai [1/] Amarawan Tippayawat [1/] Piyarat Jangpol [1/]
Theerarat Chinnasaen [1/] Kamonwan Riabroy [1/] and Raweewan Chuekittisak [2/]

ABSTRACT

Sugarcane series 2018 were breeding in 2018-1019 this experiment wa conducted at Khon Kaen Field Crops Research Center, Tha Phra site and Lo Horticulture Research Center. There had 445 combinations with 17,561 seedling Sugarcane series include F_1 progenies of sugarcane and sugarcane were 3 combinations with 15,538 seedlings. BC_1 progenies of sugarcane and sugarcane were 1 combinations with 1,156 seedlings and F_1 progenies of sugarcane and *Saccharu spontaneum* were 33 combinations with 867 seedlings. These progenies were selected 1st selection stage by family selection 3 replication compared with KK3, K88-92 an LK92-11 and mass selection from stool selection with expect in high yield (heigh stalk/stool, diameter, brix, disease and pith), 194 clones from 87 combinations wer selected. The selected clones were taken to select in 2nd selection stage by Augmente Randomized Complete Block Design, with KK3, K88-92, LK92-11 and KK07-250 a checking variety, selected clone decided from good agricultural characteristics, 68 clone from 48 combinations were selected and continue to preliminary yield trial.

Keyword: Sugarcane, Selection, Hybrid

บทคัดย่อ

โคลนอ้อยชุด 2561 ผสมพันธุ์ในปี 2561/2562 ดำเนินการผสมพันธุ์อ้อยที่ศูนย์วิจัยพืชไ ขอนแก่น แปลงทดลองท่าพระ และศูนย์วิจัยพืชสวนเลย ได้คู่ผสมทั้งหมด จำนวน 445 คู่ผสม และไ จำนวนต้นกล้าทั้งหมด 17,561 ต้น โดยเป็นคู่ผสมระหว่างอ้อยกับอ้อยจำนวน 397 คู่ผสม ได้ต้นกล้ จำนวน 15,538 ต้น ส่วนอ้อยลูกผสมกลับชั่วที่ 1 (BC_1) กับอ้อยพันธุ์การค้า ได้จำนวน 15 คู่ผสม ได้ต้

[1/] ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น ตำบลศิลา อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น 40000 เบอร์โทร : 043 203506
[1/] Khon Kaen Field Crops Research Center, Sila, Mueang, Khon Kaen, 40000, Thailand, Tel : 043 20350
[2/] ศูนย์วิจัยพืชไร่อุบลราชธานี ตำบลท่าช้าง อำเภอสว่างวีระวงศ์ จังหวัดอุบลราชธานี 34190 เบอร์โทร : 045 210397
[2/] Ubonratchathani Field Crops Research Center, Tha Chang, Sawang Wirawong, Ubonratchathani, 34190, Thailand, Tel : 045 210397

กรมวิชาการเกษตร

หลักฐานที่ 5 โคลนอ้อยดีเด่นชุดปี 2558 สำหรับสภาพชลประทานและน้ำเสริม อย่างน้อย 3 โคลน

183

รายงานผลงานเรื่องเต็มการทดลองที่สิ้นสุด

1. **ชื่อแผนงานวิจัย** 1. วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีและนวัตกรรมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและลดต้นทุนการผลิตอ้อยสู่การพัฒนาเกษตรกรยุคใหม่
2. **ชื่อแผนงานย่อย** 1. วิจัยและพัฒนาการปรับปรุงพันธุ์อ้อยเพื่ออุตสาหกรรมน้ำตาล
3. **ชื่อโครงการวิจัย** 3. วิจัยการปรับปรุงพันธุ์อ้อยสำหรับชลประทานและมีน้ำเสริม
   ชื่อกิจกรรม 1 การปรับปรุงพันธุ์อ้อย
4. **ชื่อการทดลอง (ภาษาไทย)** 1.34 การเปรียบเทียบมาตรฐานโคลนอ้อยชุดปี 2558
   ชื่อการทดลอง (ภาษาอังกฤษ) Standard Trial : Sugarcane Varieties Series 2015
5. **คณะผู้ดำเนินงาน**

หัวหน้าการทดลอง	ปิยลิดา อินทร์สุข	ศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี
ผู้ร่วมงาน	วัลลีย์ เอมพล	ศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง
	มนศรี ปานอุ	ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเพชรบุรี
	กาญจนา หนูแก้ว	ศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี
	ศรัณย์รัตน์ สุวรรณเพชร์	ศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี

6. **บทคัดย่อ**

การเปรียบเทียบมาตรฐานโคลนอ้อยชุดปี 2558 มีวัตถุประสงค์เพื่อการประเมินผลผลิตและคัดเลือกโคลนอ้อยที่ให้ผลผลิตอ้อยสูง ผลผลิตน้ำตาลสูง และสามารถไว้ตอได้ดีในสภาพชลประทานและมีน้ำเสริม วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block จำนวน 4 ซ้ำ ปลูกอ้อยด้วยท่อนพันธุ์ 2 ตาต่อท่อน 2 ท่อนต่อหลุม ปลูกอ้อยโคลนละ 4 แถว แถวยาว 8 เมตร ระยะระหว่างแถว 1.5 เมตร ระยะระหว่างหลุม 50 เซนติเมตร ทำการทดลอง3 สถานที่ได้แก่ ศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี ศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง และศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเพชรบุรี มีอ้อยโคลนดีเด่นชุดปี 2558 จำนวน 7 โคลน อ้อยโคลนดีเด่นชุดปี 2553 จำนวน 1 โคลน และพันธุ์เปรียบเทียบ 2 พันธุ์ได้แก่ ขอนแก่น 3 และ LK92-11 ดำเนินการในเดือนพฤศจิกายน 2562 – มกราคม 2564

จากการประเมินมาตรฐานพันธุ์อ้อยทั้ง 10 โคลน ในอ้อยปลูก พบว่า แปลงที่ศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี โคลน UT10-023 ให้ผลผลิตน้ำตาลสูงสุดเท่ากับ 3.48 ตันซีซีเอสต่อไร่ ซึ่งไม่แตกต่างจากพันธุ์ขอนแก่น 3 UT15-060 UT15-034 LK92-11 และ UT15-337 ที่ให้ผลผลิตน้ำตาลเท่ากับ 3.43 3.29 3.09 2.90 และ 2.83 ตันซีซีเอสต่อไร่ ตามลำดับ ส่วนแปลงที่ศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง พบว่า พันธุ์ขอนแก่น 3 ให้ผลผลิตน้ำตาลสูงที่สุดเท่ากับ 3.90 ตันซีซีเอสต่อไร่ ซึ่งไม่แตกต่างจากโคลน UT15-060 UT15-094 UT15-337 UT10-023 และ UT15-147 ที่ให้ผลผลิตน้ำตาลเท่ากับ 1.71 1.68 1.66 1.55 และ1.51 ตันซีซีเอสต่อไร่ ตามลำดับ และแปลงที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเพชรบุรี พบว่า โคลน UT10-023 ให้ผลผลิตน้ำตาลสูงสุดเท่ากับ 3.41 ตันซีซีเอสต่อไร่ ซึ่งไม่แตกต่างจากโคลน UT15-337 และขอนแก่น 3 ซึ่งให้ผลผลิตน้ำตาลเท่ากับ 3.00 ตันซีซีเอสต่อไร่เท่ากัน

กรมวิชาการเกษตร

ภาคผนวก 3 หลักฐานเชิงประจักษ์ของการนำผลงานไปใช้ประโยชน์

หลักฐานที่ 6 งานวันถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตพืช ครบรอบ 50 ปี กรมวิชาการเกษตร

งานวันถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตพืช ครบรอบ 50 ปี กรมวิชาการเกษตร วันที่ 3-4 พ.ย 65
ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ ต.สุขสำราญ อ.ตากฟ้า จ.นครสวรรค์
https://www.doa.go.th/fc/nakhonsawan/?p=3753

หลักฐานที่ 7 บรรยายพิเศษ ใน Innovation and Networking of Sugarcane Research for Future Sugarcane Industry in Asian and Pacific Region

บรรยายพิเศษ เรื่อง Shaping Thailand Sugarcane Industry into a Multi-use Platform Through Variety Development ในการประชุมเชิงปฏิบัติการนานาชาติ Innovation and Networking of Sugarcane Research for Future Sugarcane Industry in Asian and Pacific Region, 15 กันยายน 2565 https://km.fftc.org.tw/workshop/6/articles

ศูนย์วิทยทรัพยากร

หลักฐานที่ 8 การจัดทำแปลงสาธิตโคลนอ้อยดีเด่นชุดปี 2556

แปลงสาธิตโคลนอ้อยดีเด่นชุดปี 2556 ณ ต.แพรกศรีราชา อ.สรรคบุรี จ.ชัยนาท

กรมวิชาการเกษตร

แปลงสาธิตโคลนอ้อยดีเด่นชุดปี 2556 ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ อ.ตากฟ้า จ.นครสวรรค์

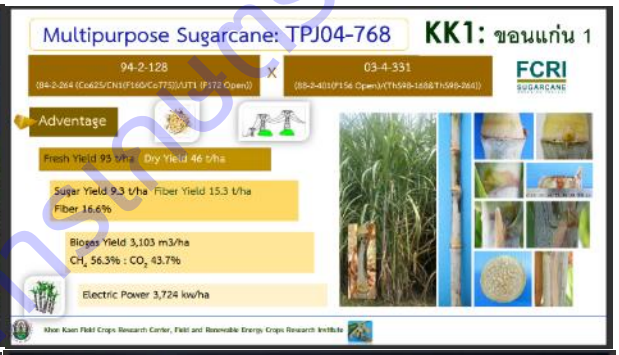
หลักฐานที่ 9 การจัดแสดงนิทรรศการ ผลงานอ้อยโคลนดีเด่น และบรรยาย ในงาน “Sugarex & Agri expo Thailand 2022

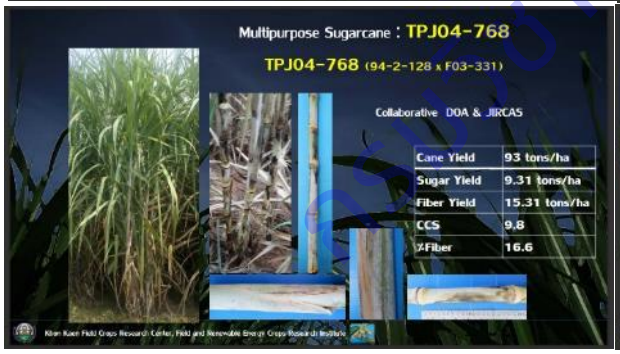
การจัดแสดงนิทรรศการ ผลงานอ้อยโคลนดีเด่นและบรรยายเรื่อง การปรับปรุงพันธุ์อ้อยของกรมวิชาการเกษตร ในงาน “Sugarex & Agri expo Thailand 2022” วันที่ 8-9 กันยายน 2565 ณ ศูนย์ประชุมและแสดงสินค้านานาชาติขอนแก่น (KICE) อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น

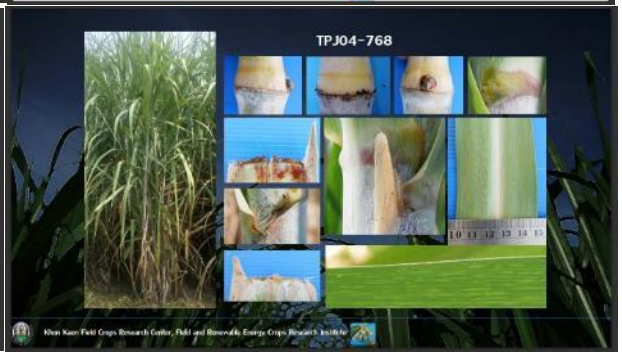
หลักฐานที่ 10 การจัดนิทรรศการและกิจกรรมด้านวิทยาศาสตร์ ในโครงการจุดประกายความคิด ส่งเสริมนักวิทย์ฯ ปลูกจิตวิทยาศาสตร์ “สัปดาห์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ ประจำปี 2565

จัดนิทรรศการและกิจกรรมด้านวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผสมพันธุ์อ้อย การคัดเลือกพันธุ์ และการขยายพันธุ์อ้อยโคลนดีเด่น ในโครงการจุดประกายความคิด ส่งเสริมนักวิทย์ฯ ปลูกจิตวิทยาศาสตร์ “สัปดาห์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ ประจำปี 2565” ระหว่างวันที่ 8-11 สิงหาคม 2565 ณ ศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษาขอนแก่น

หลักฐานที่ 11 การบรรยาย ในงาน AGRI TECHNICA Asia & Horti Asia Regional Summit 2021

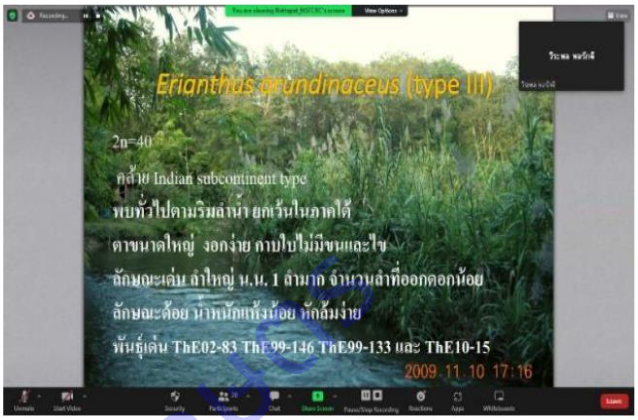


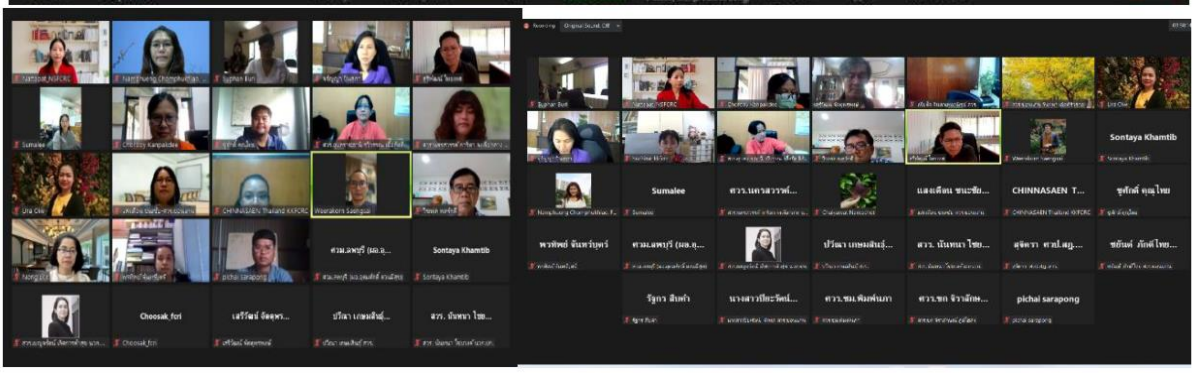




บรรยาย เรื่อง Sugarcane Improvement in Thailand ผ่านระบบออนไลน์ DLG CONNECT ในงาน AGRI TECHNICA Asia & Horti Asia Regional Summit 2021 และ ระหว่างวันที่ 16-17 พฤศจิกายน 2564 ณ โรงแรม ดิอิมพีเรียลโฮเทล แอนด์ คอนเวนชั่น เซ็นเตอร์ จ.นครราชสีมา

หลักฐานที่ 12 การบรรยายพิเศษ “รวมเทคนิคการปรับปรุงพันธุ์อ้อยยังไง ให้ปัง!





การบรรยายพิเศษ เรื่อง “รวมเทคนิคการปรับปรุงพันธุ์อ้อยยังไง ให้ปัง! How to Achieve Productive Sugarcane Breeding” วันที่ 7 กรกฎาคม 2565 ผ่านระบบออนไลน์ zoom

ศูนย์วิทยทรัพยากร

หลักฐานที่ 13 การดูงานแปลงเปรียบเทียบมาตรฐานโคลนอ้อยชีวภาพ ชุดปี 2555-2556

เจ้าหน้าที่บริษัท IBCI Engineering & Construction ดูงานแปลงเปรียบเทียบมาตรฐานโคลนอ้อยชีวภาพ ชุดปี 2555-2556 ที่ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น ในวันที่ 30 กันยายน 2565

กรมวิชาการเกษตร