

การตอบสนองของลักษณะทางสรีรวิทยา องค์ประกอบผลผลิต และผลผลิตอ้อยต่อการใส่
ปุ๋ยไนโตรเจนอัตราที่ต่างกัน^{1/}

Response of physiological traits, yield components and cane yield of
sugarcane to different nitrogen application rates^{1/}

ผู้ทำสัมมนา
อาจารย์ที่ปรึกษา

นายวิษุทธิ์ ดาดวง^{2/}
อาจารย์ ดร.อนนท์ จันทร์เกตุ^{3/}

บทคัดย่อ

ไนโตรเจนเป็นธาตุที่มีบทบาทสำคัญที่สุดต่อการเจริญเติบโตของอ้อย พบว่าเมื่อใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตราที่เพิ่มขึ้นจะทำให้อ้อยมีความเขียวของใบ การสังเคราะห์แสงสุทธิ และคลอโรฟิลล์ฟลูออเรสเซนซ์ การเจริญเติบโต การดูดใช้ไนโตรเจน และผลผลิตที่เพิ่มสูงขึ้น การศึกษาที่ประเทศบราซิล พบว่าใส่ปุ๋ยยูเรียอัตรา 72 กิโลกรัมยูเรียต่อไร่ (33 กิโลกรัมไนโตรเจน) จะมีค่าประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยที่ดีที่สุดเมื่อเทียบกับการใส่ปุ๋ยอัตรา 36 และ 108 กิโลกรัมยูเรียต่อไร่ การศึกษาอัตราและชนิดของปุ๋ยไนโตรเจน พบว่าการใส่ปุ๋ยแคลเซียมแอมโมเนียมไนเตรดอัตรา 16-24 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่ ส่งผลทำให้อ้อยมีน้ำหนักแห้งต้น น้ำหนักแห้งส่วนเหนือดิน และผลผลิตสูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับปุ๋ยแอมโมเนียมไนเตรด และปุ๋ยยูเรียในอัตราของไนโตรเจนที่เท่ากัน ขณะที่การศึกษาในอ้อยสายพันธุ์ที่พัฒนาใหม่ของประเทศไทย พบว่าอ้อยพันธุ์กำแพงแสน 01-29 กำแพงแสน 07-23 และพันธุ์กำแพงแสน 07-10-3 เป็นพันธุ์ที่มีการตอบสนองต่อปุ๋ยไนโตรเจนที่ดีที่สุด ขณะที่อ้อยพันธุ์กำแพงแสน 01-12 และพันธุ์กำแพงแสน 01-29 มีค่าเฉลี่ยของผลผลิตอ้อยสูงที่สุดในทุกระดับปุ๋ย โดยที่อัตราการใส่ไนโตรเจนที่ให้ผลผลิตสูงที่สุดคือ 100 กิโลกรัมยูเรียต่อไร่ (46 กิโลกรัมไนโตรเจน) ความเข้าใจเกี่ยวกับการตอบสนองของปุ๋ยไนโตรเจนต่อลักษณะทางสรีรวิทยา และการให้ผลผลิตของอ้อยจะนำไปสู่การจัดการอย่างเหมาะสม และเป็นประโยชน์ในการปรับปรุงพันธุ์อ้อยให้ได้ผลผลิตสูง

คำสำคัญ: การจัดการธาตุอาหาร; การคัดเลือกพันธุ์; ปุ๋ยไนโตรเจน; สรีรวิทยา

^{1/}เอกสารประกอบรายวิชา 1201 480 สัมมนา

^{2/}นักศึกษาชั้นปีที่ 4 ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

^{3/}อาจารย์ประจำภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

บทนำ

อ้อยเป็นวัตถุดิบหลักของอุตสาหกรรมน้ำตาล ซึ่งมีความสำคัญต่อระบบเศรษฐกิจของประเทศไทย โดยที่ผลผลิตอ้อยรวมทั้งประเทศ ประมาณ 135 ล้านตันต่อปี จากพื้นที่ปลูกอ้อยทั้งหมด ประมาณ 11 ล้านไร่ ในปี 2564 (สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย, 2565) การเพาะปลูกอ้อยส่วนใหญ่ จะเพาะปลูกที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย แต่อย่างไรก็ตามดินในภาคตะวันออกเฉียงเหนือมักมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ และมีลักษณะเป็นดินทรายทำให้อ้อยประสบปัญหาการเจริญเติบโต และการให้ผลผลิตที่ไม่ดี การแก้ปัญหาสามารถทำได้โดยการพัฒนาพันธุ์ที่มีศักยภาพการใช้ธาตุอาหารที่สูง และด้วยการจัดการธาตุอาหารอย่างเหมาะสม ซึ่งไนโตรเจน (nitrogen) เป็นธาตุอาหารที่มีความสำคัญมากชนิดหนึ่ง ซึ่งเป็นองค์ประกอบของโปรตีน กรดอะมิโน และเอนไซม์ต่างๆ ทำให้ไนโตรเจนมีความสำคัญต่อกระบวนการสร้างเซลล์ใหม่ การเคลื่อนย้ายอาหารและธาตุอาหารระหว่างเซลล์ ทั้งนี้ในอ้อยนั้นไนโตรเจนจะมีบทบาทสำคัญในการแตกกอและอย่างปล้องของอ้อย ในทางกลับกันปริมาณไนโตรเจนที่ไม่เพียงพอจะส่งผลให้พื้นที่ใบลดลงอ้อยต้องการปุ๋ยไนโตรเจนในปริมาณสูงช่วงระยะอย่างปล้อง (Mohan-Rao and Narasimham, 1952)

การพัฒนาพันธุ์อ้อยให้มีผลผลิตสูง และมีการตอบสนองต่อปัจจัยการผลิตที่ดีนั้น เป็นแนวทางที่สำคัญในการแก้ปัญหการผลิตอ้อยในดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ นักปรับปรุงพันธุ์พืชมักใช้ลักษณะผลผลิตมักเป็นเป้าหมายหลักของการปรับปรุงพันธุ์อ้อย ทั้งนี้การจะได้มาซึ่งอ้อยพันธุ์ดีนั้นจะต้องผ่านกระบวนการในระบบการปรับปรุงพันธุ์อ้อย ซึ่งต้องใช้เวลายาวนานเนื่องจากมีหลายขั้นตอนต่างๆ เช่น การคัดเลือกพันธุ์ การทดสอบพันธุ์ และอีกประการที่สำคัญ ได้แก่การประเมินเชื้อพันธุกรรมของอ้อยเพื่อกำหนดพ่อแม่พันธุ์สำหรับการสร้างลูกผสม เพื่อใช้ในการปรับปรุงพันธุ์ให้ได้ตามวัตถุประสงค์การปรับปรุงพันธุ์นั้นๆ อย่างไรก็ตามลักษณะการใช้ลักษณะผลผลิตเป็นเกณฑ์คัดเลือกเพียงอย่างเดียวมักมีความกำกวมซ้ำ เนื่องจากผลผลิตมักมีความแปรปรวนสูงตามสภาพแวดล้อม และมีอัตราการถ่ายทอดทางพันธุกรรมต่ำ (heritability) รวมถึงต้องใช้ระยะเวลาในการคัดเลือก ฉะนั้นปัจจุบันนักปรับปรุงพันธุ์อ้อยกำลังให้ความสำคัญกับการใช้ลักษณะทางสรีรวิทยาที่เกี่ยวข้องกับการให้ผลผลิตเพื่อเป็นเกณฑ์ในการคัดเลือกพันธุ์อ้อย เนื่องจากทำให้นักปรับปรุงพันธุ์สามารถคัดเลือกพันธุ์ที่ดีได้เร็ว และเพิ่มประสิทธิภาพการคัดเลือกมากขึ้น รวมถึงการทำความเข้าใจเกี่ยวกับการตอบสนองทางสรีรวิทยาต่อปัจจัยการผลิตนี้ ยังเป็นประโยชน์ในการใช้ในการออกแบบพันธุ์ใหม่ได้ ดังนั้นวัตถุประสงค์ของรายงานฉบับนี้เป็นการรวบรวมข้อมูลการตอบสนองทางสรีรวิทยาการเจริญเติบโต และการให้ผลผลิตของอ้อยต่อการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอัตราที่ต่างกัน

อ้อย และความสำคัญทางเศรษฐกิจ

อ้อย (*Saccharum officinarum* L.) เป็นพืชเศรษฐกิจหลักชนิดหนึ่งที่มีความสำคัญของประเทศไทย โดยอ้อยเป็นวัตถุดิบหลักในอุตสาหกรรมการผลิตน้ำตาล ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกอ้อยประมาณ 12 ล้านไร่ ส่วนใหญ่อยู่บริเวณภาคกลางและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย, 2565) ประเทศไทยส่งออกน้ำตาลทรายมากเป็นอันดับ 2 ของโลกรองจากบราซิล โดยปริมาณการส่งออกรวมในปี 2557 เท่ากับ 7,321,576 ตัน ขณะที่ความต้องการบริโภคภายในประเทศก็มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น เนื่องจากความต้องการของภาคอุตสาหกรรม (สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย, 2565) นอกจากอ้อยโรงงานที่ปลูกเพื่อเป็นวัตถุดิบหลักในการผลิตน้ำตาลแล้ว ยังมีอ้อยอีกประเภท คือ อ้อยคั้นน้ำ ซึ่งปัจจุบันอุตสาหกรรมอ้อยคั้นน้ำเป็นอุตสาหกรรมที่น่าสนใจ และมีการขยายตัวอย่างรวดเร็ว เนื่องจากมีความนิยมในการบริโภคน้ำอ้อยของผู้บริโภคเพิ่มมากขึ้น น้ำอ้อยที่ผ่านการคั้นจะนำมาใช้เพื่อจำหน่าย โดยที่น้ำอ้อยจะมีรสชาติหอม หวาน เหมาะกับประเทศไทยที่มีสภาพภูมิอากาศที่ค่อนข้างร้อนตลอดทั้งปี แต่ทั้งนี้ทั้งนั้นการผลิตอ้อยคั้นน้ำต้องอาศัยการบริหารจัดการไร่อ้อยอย่างเป็นระบบ เพื่อนำมาซึ่งผลผลิตอ้อยที่ได้ทั้งปริมาณและคุณภาพ ปัจจุบันสายพันธุ์อ้อยคั้นน้ำที่รับรองพันธุ์จากกรมวิชาการเกษตร ได้แก่ พันธุ์สุพรรณบุรี 50 พันธุ์สุพรรณบุรี 72 และพันธุ์ศรีสำโรง 1

ธาตุอาหารที่จำเป็น และการจัดการธาตุอาหารของพืช

ธาตุอาหารพืช คือธาตุที่มีความจำเป็นต่อการเจริญของพืช โดยเมื่อพืชขาดธาตุนั้นๆจะทำให้ไม่สามารถดำรงชีพได้ครบวงจรชีวิตเพื่อดำรงเผ่าพันธุ์ต่อไปได้ โดยปกติพืชได้รับธาตุอาหารส่วนใหญ่จากดิน และบางส่วนจากอากาศ (ยงยุทธ, 2552) ธาตุอาหารที่จำเป็นสำหรับพืชมีทั้งหมด 17 ชนิด โดยได้การจำแนกว่าธาตุอาหารที่จำเป็นต่อพืชนั้นต้องเข้าหลักเกณฑ์ 3 ประการตามที่ Arnon and Stout (1939) กล่าวคือ (1) ถ้าพืชแสดงอาการขาดธาตุนั้นพืชจะไม่สามารถเจริญจนครบวัฏจักรชีวิตได้ (2) ต้องเป็นองค์ประกอบของชีวโมเลกุลที่จำเป็นต่อพืช และ (3) ต้องมีบทบาทต่อสรีรวิทยาของพืชโดยตรงไม่ใช่มีผลโดยทางอ้อมต่อธาตุอาหารอื่น สำหรับบทบาททางชีวเคมีของธาตุอาหารพืชที่จำเป็นทั้ง 17 ชนิด แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มได้แก่

(1) ธาตุอาหารหลักและรอง (macronutrient) ประกอบไปด้วย 9 ธาตุ โดย 6 ธาตุเป็นธาตุที่ได้จากดิน ได้แก่ธาตุ ไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) โพแทสเซียม (K) แคลเซียม (Ca) แมกนีเซียม (Mg) และกำมะถัน (S) และอีก 3 ธาตุได้แก่คาร์บอน (C) และออกซิเจน (O) และไฮโดรเจน (H) ซึ่งเป็นธาตุมีอยู่มากในธรรมชาติพืชจะได้รับจากอากาศ ได้แก่คาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) ออกซิเจน (O₂) และได้รับจากน้ำ

(2) จุลธาตุหรือธาตุเสริม (micronutrient) เป็นธาตุที่ได้จากดินมี 8 ธาตุ ได้แก่ธาตุ เหล็ก (Fe) แมงกานีส (Mn) โบรอน (B) โมลิบดีนัม (Mo) ทองแดง (Cu) สังกะสี (Zn) คลอรีน (Cl) และนิเกิล (Ni)

พืชจะใช้ธาตุอาหารเหล่านี้ในการสร้างสารอินทรีย์ ทำหน้าที่ในกระบวนการเมแทบอลิซึม และกระบวนการทางชีวเคมีต่างๆ โดยที่ในเนื้อเยื่อพืชจะประกอบด้วย C และ O มากที่สุดถึงประมาณ 90% ของน้ำหนักแห้ง รองลงมาคือ H คือประมาณ 6% ส่วนที่อีกประมาณ 4-5% ของน้ำหนักแห้งพืช จะประกอบด้วยธาตุอาหารพืชที่พืชได้รับจากดิน (ปิยะดา, 2540) ไนโตรเจน (N) เป็นธาตุอาหารที่ต้องการ

มากที่สุด โดยรูปที่อยู่ในพืชได้แก่ไนเตรต (NO_3^-) และแอมโมเนีย (NH_4^+) ธาตุ N เป็นส่วนประกอบของสารอินทรีย์ที่สำคัญต่างๆ เช่นกรดอะมิโน และกรดนิวคลีอิก ซึ่ง N มีความสำคัญในการกระตุ้นให้พืชเจริญเติบโตทางลำต้นและใบ เพิ่มปริมาณโปรตีนให้แก่พืช รวมทั้งช่วยให้พืชมีสีเขียว (พูนพิภพ, 2537)

การตอบสนองทางสรีรวิทยาต่อปริมาณไนโตรเจนของอ้อย

ดัชนีความเขียวของใบ (SCMR) และการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิ

การสังเคราะห์ด้วยแสง เป็นกระบวนการเดียวที่นำพลังงานแสงมาเปลี่ยนวัตถุดิบ คือ แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ ให้เป็นพลังงานเคมีในรูปของสารประกอบอินทรีย์หรือสารประกอบที่มีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบเพื่อใช้ในการเจริญเติบโตของพืช โดยสามารถวัดการสังเคราะห์แสงได้ทั้งทางตรง และทางอ้อม การศึกษาของ Yang *et al.* (2019) ได้ศึกษาผลของระดับปุ๋ยไนโตรเจนอัตราที่ต่างกัน 3 ระดับ ได้แก่ 225 (N1), 450 (N2) และ 675 กิโลกรัมยูเรียต่อเฮกตาร์ (N3) ในอ้อย 9 สายพันธุ์ โดยวัดค่าความเขียวของใบ (SPAD) ด้วยเครื่อง Spad chlorophyll meter reading และค่าคลอโรฟิลล์ฟลูออเรสเซนซ์ (Fv/Fm) ซึ่งเป็นค่าที่บอกถึงการสังเคราะห์แสงทางอ้อม และวัดค่าการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิ (Pn) ซึ่งเป็นการวัดค่าการสังเคราะห์ด้วยแสงทางตรงด้วยเครื่อง Licor LI6400XT portable photosynthesis system พบว่าอัตราไนโตรเจนที่ต่างกันส่งผลต่อค่าความเขียวของใบ ค่าคลอโรฟิลล์ฟลูออเรสเซนซ์ และค่าอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพบว่าระดับปุ๋ย N2 และ N3 มีค่าความเขียวใบ และค่าคลอโรฟิลล์ฟลูออเรสเซนซ์สูงกว่า N1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 1) ขณะที่การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนระดับ N2 มีค่าสังเคราะห์แสงสุทธิสูงสุดเท่ากับ 25.3 ไมโครโมลต่อวินาที ซึ่งสูงกว่าการใส่ปุ๋ยระดับ N2 และ N3 ที่ให้ค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ (24.1 และ 24.6 3 ไมโครโมลต่อวินาที) ขณะที่พันธุ์อ้อยที่ต่างกัน ส่งผลต่อลักษณะทางสรีรวิทยาที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์ด้วยแสงข้างต้นที่ต่างกัน เมื่อพิจารณาที่ระดับปุ๋ย N1 และ N2 พบว่าอ้อยพันธุ์ ROC22 มีค่าความเขียวของใบ ค่าการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิ และค่าคลอโรฟิลล์ฟลูออเรสเซนซ์สูงสุด ขณะที่ภายใต้ระดับปุ๋ยไนโตรเจน N3 อ้อยพันธุ์ YT94-128 มีค่าความเขียวของใบ ค่าการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิ และค่าคลอโรฟิลล์ฟลูออเรสเซนซ์สูงสุด (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 ผลของอัตราการใช้ไนโตรเจนที่ต่างกันต่อค่าความเขียวของใบ (SPAD) ค่าการสังเคราะห์แสงสุทธิ (Pn) และ ค่าคลอโรฟิลล์ฟลูออเรสเซนซ์ของอ้อยพันธุ์ที่ต่างกัน (Fv/Fm)

Variety/indicator	N1			N2			N3		
	SPAD	Pn	Fv/Fm	SPAD	Pn	Fv/Fm	SPAD	Pn	Fv/Fm
ROC16 ¹	43.2±0.608b	25.9±0.596bc	0.780±0.004c	47.9±0.549ab	27.3±0.321c	0.807±0.004c	46.5±0.578cd	22.2±0.381f	0.772±0.004d
ROC22 ¹	47.4±0.491a	28.9±0.523a	0.815±0.004a	49.8±0.376a	32.1±0.860a	0.847±0.005a	48.8±0.379b	27.8±1.094b	0.820±0.002ab
GT42 ¹	47.4±0.219a	27.3±1.010ab	0.808±0.002ab	49.4±0.467a	29.4±0.453b	0.831±0.006b	47.9±0.233bc	25.4±0.942c	0.809±0.005b
FN41 ¹	43.1±0.521b	23.3±0.639de	0.743±0.003de	46.1±0.467b	24.6±0.799d	0.756±0.006e	45.4±0.348d	23.3±1.033cde	0.755±0.004e
GT32 ¹	43.7±0.524b	24.8±0.798cd	0.786±0.006c	48.0±0.606a	26.5±0.527c	0.789±0.003d	46.2±0.467cd	24.8±0.404cd	0.795±0.001c
YT94-128 ¹	43.2±0.612b	26.6±0.295bc	0.803±0.001b	44.1±0.926c	27.1±0.446c	0.811±0.004c	53.6±0.436a	30.6±0.818a	0.828±0.009a
LO05-136 ¹	42.3±0.393b	21.6±0.705ef	0.748±0.003d	42.6±0.549cd	21.5±0.447e	0.753±0.006e	45.5±0.448d	22.8±0.252de	0.749±0.004ef
NCo376 ¹	37.8±0.696c	20.1±0.599fg	0.735±0.003e	41.1±0.606d	20.2±0.486ef	0.738±0.004f	42.8±1.212e	21.9±0.602f	0.748±0.003ef
Badila ¹	28.3±0.656d	18.5±0.267g	0.710 ± 0.003f	29.3±0.677e	19.4±0.425f	0.720±0.001g	31.6±1.317f	22.7±0.491de	0.742±0.002f
SPAD ²	41.8±1.085b			44.3±1.187a			45.4±1.118a		
Pn ²	24.1±0.668b			25.3±0.809a			24.6±0.578b		
Fv/Fm ²	0.770±0.007b			0.784±0.008a			0.780±0.006a		

N1, N2 และ N3 คือ 225, 450 และ 675 กิโลกรัมยูเรียต่อเฮกตาร์

ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวสมมติ แสดงถึงไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ที่มา: Yang *et al.* (2019)

การสะสมไนโตรเจน และประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจน

Yang *et al.* (2019) ได้ศึกษาผลของอัตราปุ๋ยไนโตรเจนที่ต่างกัน 3 ระดับ ได้แก่ 225 (N1), 450 (N2) และ 675 กิโลกรัมยูเรียต่อเฮกตาร์ (N3) ต่อการสะสมไนโตรเจนของอ้อย (PNA) และค่าประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจน (NUE) โดยได้ทำการศึกษาในอ้อย 9 สายพันธุ์ พบว่าการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอัตราที่แตกต่างกัน ส่งผลต่อความแตกต่างของการสะสมไนโตรเจน (PNA) และประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนของอ้อย (NUE) ทั้งนี้พบว่า การเพิ่มระดับของไนโตรเจนทำให้การสะสมไนโตรเจนในอ้อยเพิ่มขึ้น โดยการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนระดับ N3 มีการสะสมไนโตรเจนของพืชสูงสุด รองลงมาคือ N2 และ N1 ตามลำดับ (ตารางที่ 2) ในทางตรงกันข้ามกลับพบว่าการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนระดับ N2 มีประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนสูงสุด รองลงมาคือ N1 และ N3 ตามลำดับ ขณะที่สายพันธุ์อ้อยที่ต่างกันส่งผลต่อการสะสมไนโตรเจน และประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจน เมื่อพิจารณาการใส่ปุ๋ยระดับ N1 และ N3 พบว่าอ้อยพันธุ์ ROC22 มีการสะสมไนโตรเจนของพืช และประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนมากที่สุด และในสภาพการใส่ปุ๋ย N2 พันธุ์ YT94-128 มีการสะสมไนโตรเจนของพืชมากที่สุด ในขณะที่พันธุ์ ROC22 มีประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนมากที่สุด (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 ผลของอัตราการใช้ไนโตรเจนที่ต่างกันต่อการสะสมไนโตรเจนของอ้อย (PNA) และประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจน (NUE) ของอ้อย

Variety/indicator	N1		N2		N3	
	PNA	NUE	PNA	NUE	PNA	NUE
ROC16 ¹	0.62±0.01f	124.34 ± 3.79bc	1.06±0.01g	131.44±1.48d	1.49±0.02e	104.82±2.08b
ROC22 ¹	1.15±0.01a	163.71±4.73a	1.93±0.03b	182.31±4.25a	2.74±0.01a	120.19±1.13a
GT42 ¹	0.72±0.01de	106.86±4.66cd	1.55±0.01c	164.58±0.75b	2.18±0.07b	99.29 ± 6.02b
FN41 ¹	0.72±0.03de	100.14±13.34de	1.49±0.03d	136.45±4.53cd	1.47±0.05e	65.13±4.88c
GT32 ¹	0.82±0.01c	128.13±2.48b	1.39±0.01e	142.21±3.17c	2.00±0.03c	101.62±3.49b
YT94-128 ¹	0.88±0.01b	99.90±3.73de	2.11±0.01a	172.46±2.63b	1.78±0.02d	128.21±2.09a
LO05-136 ¹	0.68±0.02e	122.38±7.88bc	0.86±0.01h	98.77±1.27e	1.16±0.02f	74.39± 2.04c
NCo376 ¹	0.76±0.01d	99.05±5.80de	1.17±0.02f	77.83±2.66f	1.39±0.02e	47.14±2.04d
Badila ¹	0.87±0.02b	83.11±5.24e	1.37±0.02e	99.52±3.26e	1.72±0.03d	74.88±2.62c
PNA ²	0.8±0.03c		1.44±0.07b		1.77±0.09a	
PDW ²	432.34±17.03b		610.85±27.76a		615.95±28.03a	
NUE ²	114.18±4.73b		133.95±6.72a		90.63±5.03c	

N1, N2 และ N3 คือ 225, 450 และ 675 กิโลกรัมยูเรียต่อเฮกตาร์

ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวสทมภ์ แสดงถึงไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

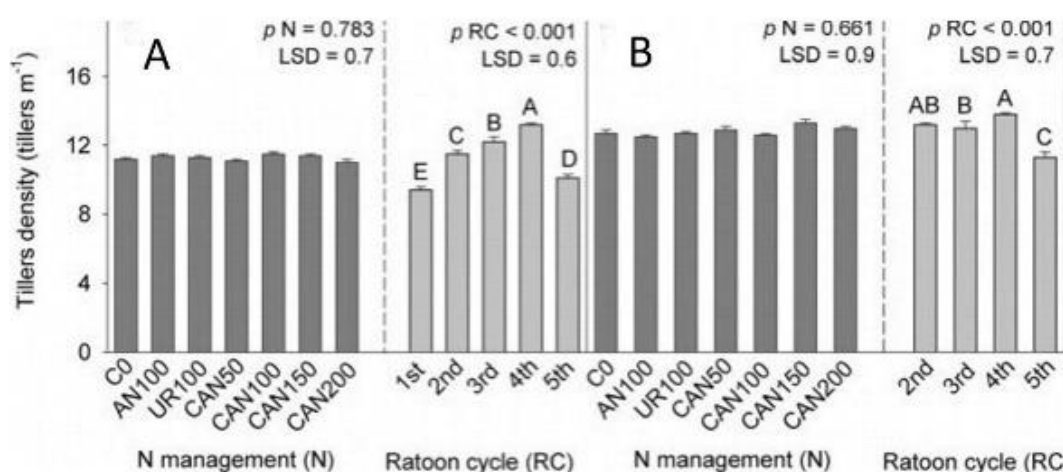
ที่มา: Yang *et al.* (2019)

ผลของปุ๋ยไนโตรเจนต่อการเจริญเติบโตของอ้อย

Boschiero *et al.* (2020) ได้ทำการทดลองผลของอัตราและชนิดของปุ๋ยไนโตรเจนที่ต่างกันต่อการเจริญเติบโตของอ้อย ได้แก่ ไม่ใส่ปุ๋ย (Co), ใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมไนเตรตอัตรา 100 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อเฮกตาร์ (AN100), ใส่ปุ๋ยยูเรียอัตรา 100 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อเฮกตาร์ (UR100), ใส่ปุ๋ยแคลเซียมแอมโมเนียมไนเตรตอัตรา 50 (CAN50), 100 (CAN100), 150 (CAN150) และ 200 (CAN200) กิโลกรัมไนโตรเจนต่อเฮกตาร์ ทำการทดสอบใน 2 สถานที่ของประเทศบราซิล (สถานที่ 1 ที่ 21° 30' 34" S และ 49° 18' 50" W; 432 เมตร และสถานที่ 2 ที่ 21° 32' 37" S และ 49° 19' 28" W; 412 เมตร) และบันทึกข้อมูลอ้อยปลูก และอ้อยต่อทั้งหมด 5 ปี บันทึกข้อมูลการแตกกอ น้ำหนักแห้งส่วนเหนือดิน และมวลชีวภาพ ในอ้อยต่อ 1-5 พบว่าอัตรา และชนิดของปุ๋ยไนโตรเจนที่ต่างกันไม่มีผลต่อการแตกกอของอ้อยในทั้ง 2 สถานที่ แต่พบว่าจำนวนปีของการไว้ต่ออ้อยที่ต่างกันส่งผลต่อการแตกกอ โดยพบว่าในสถานที่ 1 การแตกกอของอ้อยจะเพิ่มสูงขึ้นตามจำนวนปีของการไว้ต่อ และจะสูงที่สุดที่อ้อยต่อ 4 และจะลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเข้าสู่ต่อที่ 5 เช่นเดียวกับอ้อยที่ปลูกที่สถานที่ 2 ที่พบว่าการแตกกอจะสูงที่สุดที่อ้อยต่อ 4 หลังจากนั้นจะลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ภาพที่ 1)

เมื่อพิจารณาการสะสมน้ำหนักรากแห้งต้น และการสะสมน้ำหนักรากแห้งส่วนเหนือดิน พบว่าการใส่ปุ๋ย ใส่ปุ๋ยแคลเซียมแอมโมเนียมไนเตรตอัตรา 150 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อเฮกตาร์ (CAN150) ส่งผลให้อ้อย มีน้ำหนักรากแห้งต้น และน้ำหนักรากแห้งส่วนเหนือดินสูงที่สุดในสถานที่ที่ 1 ขณะที่กรรมวิธีอื่นๆ ให้ผลที่ไม่ แตกต่างกันทางสถิติ และอ้อยต่อ 3 จะมีน้ำหนักรากแห้งต้น และน้ำหนักรากแห้งส่วนเหนือดินสูงที่สุด (ตารางที่ 3)

สำหรับสถานที่ที่ 2 พบว่าการใส่ปุ๋ยแคลเซียมแอมโมเนียมไนเตรตอัตรา 100 และ 150 กิโลกรัม ไนโตรเจนต่อเฮกตาร์ (CAN100 และ CAN150) ส่งผลให้อ้อยมีน้ำหนักรากแห้งต้น และน้ำหนักรากแห้งส่วน เหนือดินสูงที่สุด ขณะที่กรรมวิธีอื่นๆ ให้ผลที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ และมีค่าน้อยที่สุดในสภาพที่ไม่มีการ ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน และอ้อยต่อ 1 จะมีน้ำหนักรากแห้งต้น และน้ำหนักรากแห้งส่วนเหนือดินมากที่สุด (ตารางที่ 3) ความแตกต่างที่เกิดขึ้นใน 2 สถานที่น่าจะเกิดจากคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของดินก่อนปลูกที่มีค่า แตกต่างกันเล็กน้อย



ที่มา: ดัดแปลงมาจาก Boschiero *et al.* (2020)

ภาพที่ 1 อัตรา และชนิดของปุ๋ยไนโตรเจนที่ต่างกันต่อการแตกกอของอ้อยปลูก และอ้อยต่อ

ตัวอักษรพิมพ์เล็กที่เหมือนกัน แสดงถึงไม่แตกต่างกันทางสถิติด้วยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95เปอร์เซ็นต์ ไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน (Co), ใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมไนเตรตอัตรา 100 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อเฮกตาร์ (AN100), ใส่ปุ๋ยยูเรีย อัตรา 100 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อเฮกตาร์ (UR100), ใส่ปุ๋ยแคลเซียมแอมโมเนียมไนเตรตอัตรา 50 (CAN50), 100 (CAN100), 150 (CAN150) และ 200 (CAN200) กิโลกรัมไนโตรเจนต่อเฮกตาร์ ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวสทมภ์ แสดงถึงไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ด้วยวิธี LSD ที่ระดับ ความเชื่อมั่น 95 %

ตารางที่ 3 อัตราการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนต่อการการสะสมน้ำหนักแห้งของต้น และน้ำหนักแห้งของส่วนเหนือดินของอ้อยปลูก และอ้อยตอในประเทศบราซิล

Factor	Dry-biomass (Mg Ha ⁻¹)		Factor	Dry-biomass (Mg Ha ⁻¹)	
	Stalk	Aboveground		Stalk	Aboveground
Site 1			Site 2		
N management			N management		
C0	21.2 ± 0.1b	31.5 ± 0.2c	C0	22.6 ± 0.4d	35.3 ± 0.4d
AN100	23.0 ± 0.4b	34.3 ± 0.7b	AN100	26.7 ± 0.3c	40.7 ± 0.3c
UR100	22.8 ± 0.1b	33.5 ± 0.1bc	UR100	26.8 ± 0.1bc	41.4 ± 0.3bc
CAN50	22.0 ± 0.3b	32.8 ± 0.4bc	CAN50	26.5 ± 0.2c	41.2 ± 0.2c
CAN100	22.5 ± 0.4b	34.2 ± 0.6b	CAN100	28.7 ± 0.3a	43.4 ± 0.3ab
CAN150	25.2 ± 0.2a	36.9 ± 0.2a	CAN150	28.5 ± 0.2ab	44.1 ± 0.3a
CAN200	22.7 ± 0.1b	33.8 ± 0.2b	CAN200	26.1 ± 0.1c	40.7 ± 0.3c
Ratoon eyele			Ratoon eyele		
1st	20.3 ± 0.7C	28.4 ± 1.0C	2nd	30.2 ± 0.6A	44.8 ± 0.7
2nd	24.1 ± 0.7B	36.2 ± 1.0B	3rd	28.0 ± 0.5B	43.6 ± 0.7
3rd	26.5 ± 0.4A	39.6 ± 0.4A	4th	27.4 ± 0.6B	42.0 ± 0.8
4th	23.1 ± 0.6B	35.0 ± 0.7B	5th	20.5 ± 0.7C	33.4 ± 0.8
5th	19.8 ± 0.5C	30.0 ± 0.6C	<i>P vaiues</i>		
<i>P vaiues</i>			N management	<0.001	<0.001
N management	0.005	0.005	Ratoon eyele	<0.001	<0.001
Ratoon eyele	<0.001	<0.001	Interaction	0.075	0.054
Interaction	0.931	0.981			

หมายเหตุ: ไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน (Co), ใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมไนเตรตอัตรา 100 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อเฮกแตร์ (AN100), ใส่ปุ๋ยยูเรียอัตรา 100 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อเฮกแตร์ (UR100), ใส่ปุ๋ยแคลเซียมแอมโมเนียมไนเตรตอัตรา 50 (CAN50), 100 (CAN100), 150 (CAN150) และ 200 (CAN200) กิโลกรัมไนโตรเจนต่อเฮกแตร์

ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวสดมภ์ แสดงถึงไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ด้วยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

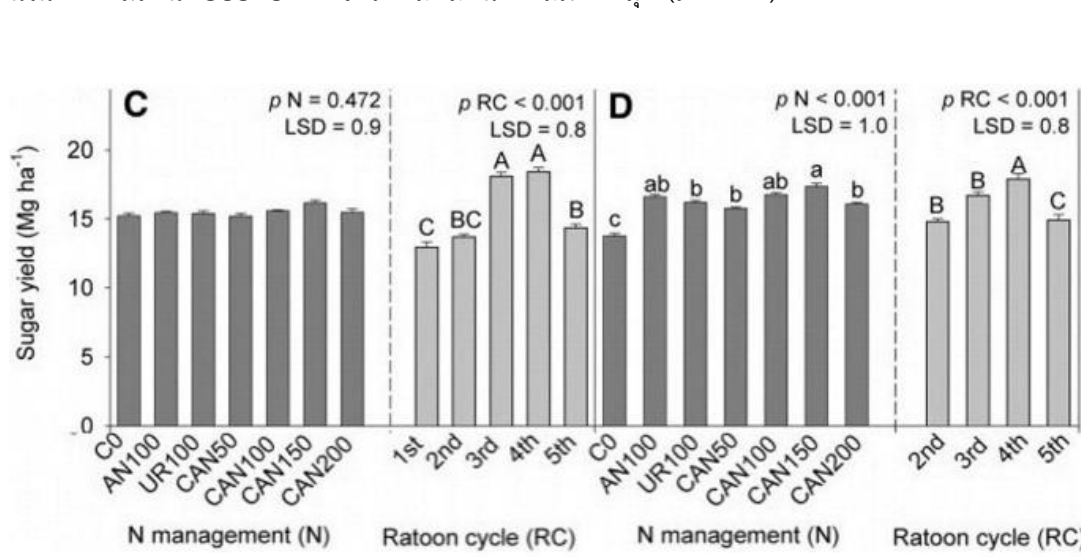
ที่มา: Boschiero *et al.* (2020)

ผลของไนโตรเจนต่อองค์ประกอบผลผลิต และผลผลิตอ้อย

Boschiero *et al.* (2020) ได้ทำการทดลองผลของอัตรา และชนิดของปุ๋ยไนโตรเจนที่แตกต่างกันต่อผลผลิตน้ำตาลของอ้อย โดยกำหนดทรีตเมนต์ได้แก่ ไม่ใส่ปุ๋ย (Co), ใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมไนเตรตอัตรา 100 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อเฮกแตร์ (AN100) ใส่ปุ๋ยยูเรียอัตรา 100 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อเฮกแตร์ (UR100), ใส่ปุ๋ยแคลเซียมแอมโมเนียมไนเตรตอัตรา 50 (CAN50), 100 (CAN100), 150 (CAN150) และ 200 (CAN200) กิโลกรัมไนโตรเจนต่อเฮกแตร์ ทำการทดสอบใน 2 สถานที่ของประเทศบราซิล

(สถานที่ 1 $21^{\circ} 30' 34''$ S และ $49^{\circ} 18' 50''$ W; 432 เมตร และสถานที่ 2 $21^{\circ} 32' 37''$ S และ $49^{\circ} 19' 28''$ W; 412 เมตร) และบันทึกข้อมูลอ้อยปลูก และอ้อยต่อ 5 ปี บันทึกข้อมูลผลผลิตน้ำตาลในอ้อยต่อ 1-5 พบว่า การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตราที่ต่างกันส่งผลต่อผลผลิตน้ำตาลที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเฉพาะสถานที่ที่ 2 (D) เท่านั้น แต่ไม่พบความแตกต่างทางสถิติในสถานที่ที่ 1 (C) (ภาพที่ 2)

เมื่อพิจารณาความแตกต่างของผลผลิตน้ำตาลของสถานที่ที่ 2 พบว่าการใส่ปุ๋ยแคลเซียมแอมโมเนียมไนเตรตอัตรา 150 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อเฮกตาร์ (CAN150) ทำให้ผลผลิตน้ำตาลมากที่สุด แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับการใส่ปุ๋ยแคลเซียมแอมโมเนียมไนเตรตอัตรา 100 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อเฮกตาร์ (CAN100) และการใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมไนเตรตอัตรา 100 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อเฮกตาร์ (AN100) ทั้งนี้ทั้ง 2 สถานที่อ้อยต่อที่ 4 จะให้ผลผลิตน้ำตาลมากที่สุด (ภาพที่ 2)



ที่มา: Boschiero *et al.* (2020)

ภาพที่ 2 อัตรา และชนิดของปุ๋ยไนโตรเจนที่ต่างกันต่อผลผลิตของอ้อยปลูก และอ้อยต่อ (Mg ต่อเฮกตาร์)

ตัวอักษรพิมพ์เล็กที่เหมือนกัน แสดงถึงไม่แตกต่างกันทางสถิติด้วยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95เปอร์เซ็นต์ ไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน (Co), ใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมไนเตรตอัตรา 100 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อเฮกตาร์ (AN100), ใส่ปุ๋ยยูเรียอัตรา 100 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อเฮกตาร์ (UR100), ใส่ปุ๋ยแคลเซียมแอมโมเนียมไนเตรตอัตรา 50 (CAN50), 100 (CAN100), 150 (CAN150) และ 200 (CAN200) กิโลกรัมไนโตรเจนต่อเฮกตาร์

สายพิน และเรวัต (2563) ได้ศึกษาผลของปริมาณปุ๋ยไนโตรเจนต่างกันต่อผลผลิตอ้อย 7 พันธุ์ กำหนดอัตราปุ๋ย 3 ระดับได้แก่ ไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน (no nitrogen fertilizer), ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 50 กิโลกรัมยูเรียต่อไร่ และใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 100 กิโลกรัมยูเรียต่อไร่ ทำการศึกษาในอ้อยกำแพงแสน 6 สายพันธุ์ และพันธุ์ขอนแก่น 3 พบว่า อัตราการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนที่ต่างกันส่งผลต่อค่าเฉลี่ยของผลผลิตอ้อยที่ต่างกัน และเมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยของพันธุ์ของทั้ง 3 ระดับปุ๋ย พบว่าอ้อยพันธุ์กำแพงแสน 01-12 และพันธุ์

กำแพงแสน 01-29 มีค่าเฉลี่ยของผลผลิตอ้อยสูงที่สุด (ตารางที่ 4) เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบการสนองต่อการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในแต่ละพันธุ์ จะพบว่ามีเพียงอ้อยพันธุ์กำแพงแสน 01-29, กำแพงแสน 07-23 และพันธุ์กำแพงแสน 07-10-3 เท่านั้น ที่มีการตอบสนองต่อปุ๋ยไนโตรเจน ซึ่งจะพบว่าผลผลิตของพันธุ์ดังกล่าวจะเพิ่มสูงขึ้นเมื่อระดับปุ๋ยไนโตรเจนเพิ่มมากขึ้น แต่ไม่พบความแตกต่างทางสถิติในพันธุ์อื่นๆ และเมื่อพิจารณาพันธุ์ในแต่ละระดับปุ๋ย พบว่าอ้อยพันธุ์กำแพงแสน 01-12 และพันธุ์กำแพงแสน 01-29 มีค่าเฉลี่ยของผลผลิตอ้อยสูงที่สุดในทุกระดับปุ๋ย (ตารางที่ 4)

สำหรับค่าความหวานอ้อย (CCS) พบว่า อัตราการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนที่ต่างกันไม่ส่งผลต่อค่าเฉลี่ยของ CCS ของอ้อย และเมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยของพันธุ์ของทั้ง 3 ระดับปุ๋ย พบว่าอ้อยพันธุ์กำแพงแสน 01-12 มีค่าเฉลี่ย CCS สูงที่สุด (ตารางที่ 5) เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบพันธุ์ที่ละลายพันธุ์ พบว่าอ้อยเกือบทุกสายพันธุ์ไม่มีการตอบสนองต่อการเพิ่มขึ้น หรือลดลงของ CCS เมื่อระดับปุ๋ยไนโตรเจนเพิ่มมากขึ้น ยกเว้นเพียงอ้อยพันธุ์กำแพงแสน 07-30-3 เท่านั้นที่พบว่าหากเพิ่มระดับปุ๋ยไนโตรเจนที่สูงขึ้น จะทำให้ CCS ลดลง และเมื่อพิจารณาปัจจัยพันธุ์ในแต่ละระดับปุ๋ย พบว่าอ้อยพันธุ์กำแพงแสน 01-12 ให้ CCS สูงสุดในทุกระดับปุ๋ย และพันธุ์ขอนแก่น 3 จะมี CCS สูงที่สุดที่การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 100 กิโลกรัมยูเรียต่อไร่ (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 4 การตอบสนองของผลผลิตผลอ้อย 7 พันธุ์ต่อการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอัตราที่แตกต่างกัน

Sugarcane Varieties	Rates of Nitrogen Fertilizer			Average
	no nitrogen fertilizer	50 kg/rai of nitrogen fertilizer	100kg/rai of nitrogen fertilizer	
Kamphaeng Saen 00-105	13.17 a ^{1/} A ^{2/}	14.03 a B	15.78 a AB	14.33 B ^{3/}
Kamphaeng Saen 01-12	13.46 a A	16.64 a AB	18.40 a A	16.17 A
Kamphaeng Saen 01-29	14.50 b A	18.28 a A	18.15 a AB	16.98 A
Kamphaeng Saen 07-83	12.24 b A	14.56 ab B	17.01 a AB	14.60 B
Kamphaeng Saen 07-10-3	11.66 b A	14.62 ab AB	16.03 a AB	14.10 B
Kamphaeng Saen 07-30-3	12.74 a A	15.33 a AB	15.10 a B	14.39 B
Khon Kaen 3	12.22 a A	14.50 a B	15.88 a AB	14.20 B
Average	12.86 C ^{3/}	15.42 B	16.72 A	

ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรพิมพ์เล็กที่เหมือนกันในแนวแถวแสดงถึงไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ 95 % ระหว่างอัตราปุ๋ยที่ใส่ในแต่ละพันธุ์อ้อย และค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรพิมพ์ใหญ่ที่เหมือนกันในแนวสดมภ์ แสดงถึงไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ 95 % ระหว่างอัตราพันธุ์ในแต่ละระดับปุ๋ย

ที่มา: สายพิน และเรวัต (2563)

ตารางที่ 5 การตอบสนองของความหวานอ้อย (CCS) อ้อย 7 พันธุ์ต่อการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอัตราที่แตกต่างกัน

Sugarcane Varieties	Rates of Nitrogen Fertilizer			Average
	no nitrogen fertilizer	50 kg/rai of nitrogen fertilizer	100kg/rai of nitrogen fertilizer	
Kamphaeng Saen 00-105	9.01 a ^{1/} B ^{2/}	8.15 a A	8.91 a AB	8.69 B ^{3/}
Kamphaeng Saen 01-12	12.19 a A	11.24 a A	10.28 a AB	11.24 A
Kamphaeng Saen 01-29	8.38 a B	8.24 a A	7.71 a B	8.11 B
Kamphaeng Saen 07-83	9.09 a B	9.26 a A	9.83 a AB	9.39 B
Kamphaeng Saen 07-10-3	10.16 a AB	8.19 a A	8.63 a B	8.99 B
Kamphaeng Saen 07-30-3	10.67 a AB	9.19 ab A	8.26 b B	9.37 B
Khon Kaen 3	9.41 b B	8.07 b A	11.47 a A	9.65 AB
Average	9.84 A ^{3/}	8.91 A	9.30 A	

ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรพิมพ์เล็กที่เหมือนกันในแนวแถวแสดงถึงไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ 95 % ระหว่างอัตราปุ๋ยที่ใส่ในแต่ละพันธุ์อ้อย และค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรพิมพ์ใหญ่ที่เหมือนกันในแนวสดมภ์ แสดงถึงไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ 95 % ระหว่างอัตราพันธุ์ในแต่ละระดับปุ๋ย

ที่มา: สายพิน และ เรวัต (2563)

สรุป

จากการศึกษาการตอบสนองต่อการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอัตราที่แตกต่างกัน พบว่าเมื่อใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตราที่เพิ่มขึ้น จะส่งผลทำให้อ้อยมีความเขียวของใบ การสังเคราะห์แสงสุทธิ และคลอโรฟิลล์ฟลูออเรสเซนซ์เพิ่มสูงขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับการไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน ขณะที่อ้อยจะมีการสะสมไนโตรเจนที่เพิ่มมากขึ้นเมื่อใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตราที่เพิ่มขึ้น การใส่ปุ๋ยยูเรียอัตรา 450 กิโลกรัมยูเรียต่อเฮกตาร์ (72 กิโลกรัมยูเรียต่อไร่) จะทำให้อ้อยมีลักษณะทางสรีรวิทยา และประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยที่ดีที่สุดเมื่อเทียบกับการใส่ปุ๋ยอัตรา 225 และ 675 กิโลกรัมยูเรียต่อเฮกตาร์ (36 และ 108 กิโลกรัมยูเรียต่อไร่) และพันธุ์ที่ตอบสนองต่อปุ๋ยดีที่สุด ได้แก่ พันธุ์ ROC22 สำหรับการศึกษาอัตราและชนิดของปุ๋ยไนโตรเจนที่แตกต่างกันต่อการเจริญเติบโตของอ้อย พบว่าการใส่ปุ๋ยแคลเซียมแอมโมเนียมไนเตรตอัตรา 100-150 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อเฮกตาร์ (16-24 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่) ส่งผลทำให้อ้อยมีน้ำหนักแห้งต้น น้ำหนักแห้งส่วนเหนือดิน และผลผลิตสูงที่สุด โดยสูงกว่าการใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมไนเตรต และปุ๋ยยูเรียในอัตราของไนโตรเจนที่เท่ากัน และหากใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอัตราสูงกว่านี้จะส่งผลเสียต่อการเจริญเติบโต ขณะที่การศึกษาในอ้อยสายพันธุ์ที่พัฒนาใหม่ของประเทศไทย พบว่าสายพันธุ์อ้อยที่ต่างกันจะมีการตอบสนองต่ออัตราปุ๋ยไนโตรเจนที่ต่างกัน อ้อยพันธุ์กำแพงแสน 01-29 กำแพงแสน 07-23 และพันธุ์กำแพงแสน 07-10-3 เป็นพันธุ์ที่มีการตอบสนองต่อปุ๋ยไนโตรเจนที่ดี ขณะที่อ้อยพันธุ์กำแพงแสน 01-12 และพันธุ์

กำแพงแสน 01-29 มีค่าเฉลี่ยของผลผลิตอ้อยสูงที่สุดในทุกระดับปุ๋ย โดยที่อัตราการใช้ไนโตรเจนที่ให้ผลผลิตสูงที่สุดคือ 100 กิโลกรัมยูเรียต่อไร่ นอกจากนี้ยังพบว่าอัตราปุ๋ยไนโตรเจนอัตราที่ต่างกัน ไม่มีผลต่อค่าซีเอสของอ้อย ซึ่งจะเห็นได้ว่าอัตราปุ๋ยไนโตรเจนที่เหมาะสมกับอ้อยนั้นจะขึ้นอยู่กับสถานที่ปลูกและพันธุ์ที่ใช้ อย่างไรก็ตามนักวิชาการควรใช้ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์พิจารณาร่วมด้วยในการตัดสินใจเลือกอัตราปุ๋ยที่เหมาะสม

เอกสารอ้างอิง

- ปิยะดาธีรกุลพิศุทธิ์.2540. สรีรวิทยาของพืช. ขอนแก่น: ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- พูนพิภพ เกษมทรัพย์. 2537. สรีรวิทยาการผลิตพืชขั้นสูง. เอกสารประกอบคำสอน. ภาควิชาพืชไร่นา. คณะเกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.
- ยงยุทธ โอสดสภา. 2552. ธาตุอาหารพืช. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 529 หน้า
- วัลลีย์ อมรพล, กอบเกียรติ ไพศาลเจริญ, ศรีสุตา ทิพย์รักษ์, ศุภกาญจน์ ล้วนมณี, จิณณจารย์หาญ เศรษฐสุข, ประพิศ วงเทียม และสมพงษ์ ทองช่วย. 2017. การศึกษาอัตราปุ๋ยเคมีที่เหมาะสมสำหรับมันสำปะหลังที่ปลูกในกลุ่มดินร่วนปนทราย: ชุดดินห้วยโป่ง. วารสารวิชาการเกษตร 35: 151-163.
- สายพิน ดีเยี่ยม และ เรวัต เลิศฤทัยโยธิน. 2563. การตรวจสอบศักยภาพของอ้อยพันธุ์กำแพงแสนต่อการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในอ้อยปลูก. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 1: 1-12.
- สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย.2565.รายงานสถานการณ์ การปลูกอ้อย ปการผลิต 2562/63. แหล่งที่มา :<http://www.ocsb.go.th/upload/journal/fileupload/923-1854.pdf>. สืบค้นเมื่อ วันที่ 30 สิงหาคม 2566.
- Arnon, D.I. and P.R. Stout. 1939. The essentiality of certain elements in minute quantity for plants with special reference to copper. *Plant Physiology* 14:371-375.
- Boschiero, B.N., E. Mariano, L.O. Torres-Dorante, T.M. Sattolo, R. Otto, P.L. Garcia, T.S. Carlos and P.C.O Trivelin. 2020. Nitrogen fertilizer effects on sugarcane growth, nutritional status, and productivity in tropical soils. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 117: 367-382.
- Mohan-Rao. N.V. and R.L. Narasimham. 1952. The nitrogen nutrition of sugar cane. *Madras Agricultural Journal* 39:243-255.
- Yang, Y., S. Gao, Y. Jiang, Z. Lin, J. Luo, M. Li, M. J. Guo, Y.Su., L.Xu and Y. Que. 2019. The Physiological and Agronomic Responses to Nitrogen Dosage in Different Sugarcane Varieties. *Frontiers in Plant Science* 10: 406.

