

ผลของการใช้น้ำกากส่าต่อสมบัติทางเคมีบางประการของดิน การดูดใช้ธาตุอาหาร
การเจริญเติบโต และผลผลิตของอ้อย^{1/}

Effect of vinasse on some soil chemical properties, growth, yield and nutrient
uptake of sugarcane^{1/}

ผู้ทำสำเนา
อาจารย์ที่ปรึกษา

นิยกร แกรรัมย์^{2/}
ดร.นิรันดร์ ผิวแดง^{3/}

บทคัดย่อ

อ้อยเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย โดยอ้อยเป็นวัตถุดิบหลักในภาคอุตสาหกรรมการผลิตน้ำตาลทราย อุตสาหกรรมการผลิตเอทานอล และอุตสาหกรรมอีกหลายประเภท แต่การผลิตอ้อยนั้นมีต้นทุนการผลิตสูง จึงควรมีการจัดการปรับปรุงบำรุงดินเพื่อลดต้นทุนการผลิตและเพื่อเพิ่มปริมาณและคุณภาพผลผลิตอ้อย การใช้น้ำกากส่าที่เป็นผลพลอยที่ได้จากอุตสาหกรรมการผลิตเอทานอล ที่ประกอบด้วยอินทรีย์วัตถุและธาตุอาหารจะช่วยส่งเสริมการเจริญโตของพืชหลายชนิด การให้น้ำกากส่าในอัตราที่ต่างกัน พบว่าน้ำกากส่าช่วยเพิ่มสมบัติทางเคมีบางประการของดินได้ โดยการให้น้ำกากส่าในอัตรา 16 ลิตร/ไร่ ช่วยเพิ่มค่าการนำไฟฟ้าของดิน และน้ำกากส่าอัตรา 300 ลูกบาศก์เมตร/เฮกตาร์ ช่วยเพิ่มโพแทสเซียม ในดินร่วนปนทรายแข็ง และดินร่วนปนทรายหลังเก็บเกี่ยว และการให้น้ำกากส่าต่อเนื่องเป็นเวลา 2 7 13 และ 18 ปี ส่งผลทำให้ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน ไนโตรเจน และโพแทสเซียมเพิ่มขึ้น ทั้งนี้การให้น้ำกากส่าอัตรา 300 ลูกบาศก์เมตร/เฮกตาร์ ยังช่วยเพิ่มการดูดใช้โพแทสเซียมในลำอ้อย และการให้น้ำกากส่าอัตรา 128 ลิตร/ไร่ เพิ่มการดูดใช้โพแทสเซียมในลำอ้อยและฟอสฟอรัสในใบอ้อย แต่การให้น้ำกากส่าไม่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของอ้อย

คำสำคัญ : อ้อย; น้ำกากส่า; ธาตุอาหาร; สมบัติทางเคมีของดิน

^{1/}เอกสารประกอบรายวิชา 1201 480 สัมมนา

^{2/}นักศึกษาชั้นปีที่ 4 ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

^{3/}อาจารย์ประจำภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

1. บทนำ

อ้อย (*Saccharum officinarum*) เป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย โดยอ้อยเป็นวัตถุดิบหลักในภาคอุตสาหกรรมการผลิตน้ำตาลทราย อุตสาหกรรมการผลิตเอทานอล และอุตสาหกรรมอีกหลายประเภท ซึ่งประเทศไทยเป็นผู้ส่งออกน้ำตาลอันดับที่ 3 ของโลก รองจากประเทศบราซิลและอินเดีย โดยประเทศไทยมีพื้นที่เพาะปลูกรวมทั้งสิ้นประมาณ 11.1 ล้านไร่ ภูมิภาคที่มีพื้นที่เพาะปลูกมากที่สุดอยู่ที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีพื้นที่เพาะปลูก 4.9 ล้านไร่ และมีผลผลิตอ้อยรวมภายในประเทศทั้งสิ้นอยู่ที่ 82.16 ล้านตัน (สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย, 2567) ปัจจุบันแนวโน้มผลผลิตอ้อยในประเทศลดลง เนื่องจากปัจจัยด้าน เช่น ด้านสภาพอากาศ ภัยแล้ง การจัดการน้ำ ด้านโรคและแมลงศัตรูอ้อยซึ่งส่งผลทำให้ผลผลิตของอ้อยลดลง นอกจากนี้ ดินยังเป็นอีกหนึ่งปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อผลผลิตอ้อย

การผลิตอ้อยนั้นมีต้นทุนการผลิตสูง จึงควรมีการจัดการปรับปรุงบำรุงดินเพื่อลดต้นทุนการผลิตและเพื่อเพิ่มปริมาณและคุณภาพผลผลิตอ้อย โดยการใช้น้ำกาสะที่เป็นผลพลอยที่ได้จากอุตสาหกรรมการผลิตเอทานอล ซึ่งในน้ำกาสะประกอบด้วยอินทรีย์วัตถุและธาตุอาหารของพืชหลายชนิด ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม กำมะถัน เหล็ก แมงกานีส ทองแดง นิกเกิล และสังกะสี (ธวัชชัยและคณะ, 2563) น้ำกาสะจึงเป็นทั้งสารปรับปรุงดินและสามารถทดแทนธาตุอาหารพืชได้บางส่วน Pino *et al.* (2022) ได้รายงานว่าการให้น้ำกาสะส่งผลในการปรับปรุงสมบัติทางเคมีของดินโดยส่งผลให้ ค่าพีเอชของดิน โพแทสเซียม (K) และแมกนีเซียม (Mg) ในดินเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ยังส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าการนำไฟฟ้าของดิน (ธวัชชัย และคณะ, 2563) การใช้น้ำกาสะส่งผลในการเพิ่มผลผลิต การเจริญเติบโต องค์ประกอบผลผลิต และคุณภาพความหวานของอ้อย (ศรีสุตา และคณะ, 2555; อัจฉริกา และคณะ, 2563) รวมทั้งส่งผลในการเพิ่มการใช้โพแทสเซียมในลำต้นอ้อย (ธวัชชัย และคณะ, 2563) ดังนั้นการใช้น้ำกาสะซึ่งเป็นผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมการผลิตเอทานอลอาจจะเป็นแนวทางหนึ่งที่จะช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโต การให้ผลผลิต และการดูดใช้ธาตุอาหารของอ้อย ตลอดจนการปรับปรุงสมบัติทางเคมีของดินให้เหมาะสมต่อการผลิตอ้อย

2. อ้อย

2.1 ด้านเศรษฐกิจ

อ้อยเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญชนิดหนึ่งของประเทศไทย อ้อยเป็นวัตถุดิบหลักในภาคอุตสาหกรรมการผลิตน้ำตาลทราย ซึ่งประเทศไทยมีพื้นที่เพาะปลูกรวมทั้งสิ้นประมาณ 11.1 ล้านไร่ โดยภูมิภาคที่มีพื้นที่เพาะปลูกมากที่สุดอยู่ที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีพื้นที่เพาะปลูก 4.9 ล้านไร่ รองลงมา คือ ภาคกลาง 2.9 ล้านไร่ ภาคเหนือ 2.6 ล้านไร่ และภาคตะวันออก 6 แสนไร่ ตามลำดับ โดยมีผลผลิตอ้อยรวมภายในประเทศทั้งสิ้นอยู่ที่ 82.16 ล้านตันภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีผลผลิตมากที่สุดอยู่ที่ 42.9 ล้านตัน รองลงมา คือ ภาคกลางมีผลผลิตอยู่ที่ 17.7 ล้านตัน ภาคเหนือมีผลผลิตอยู่ที่ 17.1 ล้านตัน และภาค

ตะวันออกมีผลผลิตอยู่ที่ 4.3 ล้านตัน ตามลำดับ (สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย, 2567) อ้อยเป็นวัตถุดิบหลักในภาคอุตสาหกรรมการผลิตน้ำตาลทราย ซึ่งประเทศไทยส่งออกน้ำตาลเป็นอันดับ 3 ของโลกรองจากประเทศบราซิลและอินเดีย (กรมเศรษฐกิจระหว่างประเทศ, 2565) นอกจากนี้อ้อยยังวัตถุดิบในภาคอุตสาหกรรมการผลิตเอทานอล และภาคอุตสาหกรรมอีกหลายประเภท เช่น ภาคอุตสาหกรรมเยื่อกระดาษ โรงงานงานผงชูรส โรงงานไฟฟ้า เป็นต้น นอกจากนี้ผลพลอยได้ที่ได้จากกระบวนการผลิตในภาคอุตสาหกรรมสามารถนำมาเพิ่มมูลค่าผลผลิตได้ เช่น ภาคอุตสาหกรรมการผลิตเอทานอล ได้ผลพลอยได้ คือ ไบโอแก๊ส และน้ำกากส่าที่ใช้ปรับปรุงบำรุงดิน

2.2 ระยะเวลาเจริญเติบโตของอ้อย

การเจริญเติบโตของอ้อย เป็น 4 ระยะ คือ ระยะงอก ระยะแตกกอ ระยะย่างปล้อง และระยะแก่ และการสุกแก่ โดยมีรายละเอียดดังนี้ (ยงยุทธ, 2556)

ระยะงอก (germination phase) ระยะนี้เริ่มตั้งแต่ปลูกลงกระถางหรือในแปลงดิน ซึ่งจะใช้เวลาประมาณ 2 - 3 สัปดาห์ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น พันธุ์ การปฏิบัติต่อท่อนพันธุ์ และความหนาของดินที่กลบท่อนพันธุ์ เป็นต้น หน่อที่เกิดจากตาของท่อนพันธุ์ เรียกว่า หน่อแรก (primary shoot) หรือหน่อแม่ (mother shoot)

ระยะแตกกอ (tillering phase) เริ่มตั้งแต่อ้อยอายุ 2-4 เดือน หรือนับจากปลูกลงอายุ 150 วัน ตาที่อยู่ส่วนโคนของลำต้นใต้ดินของหน่อแรก เจริญออกมาเป็นหน่อชุดที่สอง และจากหน่อชุดที่สองก็เจริญเป็นหน่อชุดที่สามตามลำดับ หรืออาจจะมีหน่อชุดต่อไปอีก ทำให้มีจำนวนหน่อ หรือลำต้นเพิ่มขึ้น ระยะแตกกอเป็นระยะต่อเนื่องกับระยะงอก การแตกกอจะเริ่มเมื่ออายุประมาณ 1.5 เดือนเป็นต้นไป แต่ระยะที่มีการแตกกอมากที่สุดอยู่ระหว่าง 1.5 - 4 เดือน ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม และพันธุ์ หน่อที่แตกออกมาทั้งหมดในระยะแตกกอนี้ จะเหลือเพียงประมาณครึ่งหนึ่ง เมื่อถึงเวลาเก็บเกี่ยว หน่อที่อ่อนแอกว่า จะตายไป เพราะการแข่งขันกัน เพื่อปัจจัยในการเจริญเติบโต เช่น แสงแดด น้ำ และธาตุอาหาร เป็นต้น จำนวนลำต้นต่อกอขณะเก็บเกี่ยว ขึ้นอยู่กับจำนวนหน่อในระยะแตกกอนี้

ระยะย่างปล้อง (stalk elongation phase) เป็นระยะต่อเนื่องกับการแตกกอ ระยะมีน้ำหนักแห้งเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วจึงเรียกว่าช่วงเติบโตโมหาร์ (grand growth period, GGP) มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางและความยาวของปล้องอย่างรวดเร็ว ทำให้อ้อยทั้งลำต้นเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วด้วย ซึ่งจะเริ่มตั้งแต่อายุประมาณ 3 - 4 เดือน จนถึงอายุประมาณ 7 - 8 เดือน หลังจากนั้นการเจริญเติบโตจะมีน้อยลง และจะเริ่มมีการสะสมน้ำตาลเพิ่มขึ้น ขนาดและความยาวของแต่ละต้นในระยะนี้มีความสัมพันธ์โดยตรงกับน้ำหนักของแต่ละลำต้น และน้ำหนักแต่ละลำต้น มีผลโดยตรงต่อผลผลิตน้ำหนักของอ้อยทั้งไร่เมื่อเก็บเกี่ยว

ระยะแก่และสุก (maturity and ripening phase) ระยะแก่อายุประมาณ 8 เดือน เป็นระยะที่มีอัตราการเจริญเติบโตและการสะสมน้ำหนักรับรองช้าลง เมื่อการเจริญเติบโตเริ่มช้าลง น้ำตาลที่ใบสร้างขึ้นจากการสังเคราะห์แสงก็จะถูกใช้น้อยลง และมีเหลือเก็บสะสมในลำต้นมากขึ้น ซึ่งเป็นการเริ่มต้นของระยะสุกนั่นเอง การสะสมน้ำตาลจะเริ่มจากส่วนโคนไปหาปลาย ดังนั้นส่วนโคนจึงหวานก่อน และมี

ความหวานมากกว่าส่วนปลาย การสะสมน้ำตาลจะมีมากขึ้นโดยลำดับ จนกระทั่งส่วนโคน ส่วนกลาง และส่วนปลาย มีความหวานใกล้เคียงกัน เรียกว่า สุก

2.3 ความต้องการธาตุอาหารของอ้อย

อ้อยเป็นพืชที่มีช่วงการเจริญเติบโตยาวและมีอัตราการเจริญเติบโตสูง จึงมีความต้องการธาตุอาหารต่างๆ ในปริมาณที่ค่อนข้างมาก ซึ่งอ้อยมีความต้องการธาตุอาหารและสะสมแต่ละธาตุในปริมาณที่แตกต่างกัน ธาตุอาหารสะสมได้แก่ ไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) โพแทสเซียม (K) แคลเซียม (Ca) และแมกนีเซียม (Mg) จะเพิ่มขึ้นตามอายุของพืช ทำนองเดียวกับการสะสมน้ำหนักราก (ยงยุทธ, 2556) นอกจากนี้ ยงยุทธ (2556) ยังพบว่าในช่วงที่อ้อยมีอัตราการเจริญเติบโตสูงสุด (Grand growth period: GGP) ซึ่งตรงกับระยะย่างปล้อง เป็นระยะที่อ้อยต้องการปริมาณธาตุอาหารมากที่สุด โดยที่อ้อยจะมีความต้องการไนโตรเจนเฉพาะช่วง GGP เท่ากับ 107.2 กรัมไนโตรเจนต่อไร่ต่อวัน ซึ่งคิดเป็นประมาณ 54 เปอร์เซ็นต์ของการดูใช้ไนโตรเจนทั้งหมด เช่นเดียวกับความต้องการฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในช่วง GGP พบว่าอ้อยมีการสะสมฟอสฟอรัสเท่ากับ 30.4 กรัมฟอสฟอรัสต่อไร่ต่อวัน และสะสมโพแทสเซียมเท่ากับ 384 กรัมโพแทสเซียมต่อไร่ต่อวัน คิดเป็นประมาณ 67 เปอร์เซ็นต์ และ 68 เปอร์เซ็นต์ของการดูใช้ทั้งหมด ตามลำดับ

3. น้ำกากส่า (Vinasse)

น้ำกากส่า (Vinasse) คือ น้ำที่ผ่านกระบวนการกลั่นเอทานอล มีลักษณะเป็นของเหลวสีน้ำตาลเข้ม ประกอบด้วยอินทรีย์วัตถุและธาตุอาหารพืชหลายชนิด จึงเป็นทั้งสารปรับปรุงดินและสามารถทดแทนธาตุอาหารพืชได้บางส่วน (มิตรผลโมเดิร์นฟาร์ม, 2564)

3.1 คุณสมบัติของน้ำกากส่า

น้ำกากส่า (Vinasse) เป็นผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมการผลิตเอทานอล มีลักษณะเป็นของเหลวสีน้ำตาลดำที่มีสารอินทรีย์ สารอนินทรีย์ มีค่าความเป็นกรดสูง และมีค่าการนำไฟฟ้าสูง (ธรรณและคณะ, 2563) ได้รายงานว่ น้ำกากส่าประกอบด้วยของเหลว (86.9%) และของแข็ง (13.1%) ค่าพีเอช (3.95) และค่าการนำไฟฟ้า (73.17 เดซิซีเมนส์/เมตร) ทั้งนี้ น้ำกากส่ายังมีองค์ประกอบอินทรีย์วัตถุและธาตุอาหารของพืชหลายชนิด ได้แก่ ไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) โพแทสเซียม (K) แคลเซียม (Ca) แมกนีเซียม (Mg) โซเดียม (Na) กำมะถัน (S) เหล็ก (Fe) แมงกานีส (Mn) ทองแดง (Cu) นิกเกิล (Ni) และสังกะสี (Zn) โดยปริมาณความเข้มข้นรวมของธาตุแสดงดังตารางที่ 1 น้ำกากส่าจึงเป็นทั้งสารปรับปรุงดินและสามารถทดแทนธาตุอาหารพืชได้บางส่วน

ตารางที่ 1 องค์ประกอบธาตุอาหารของพืชในน้ำกากส่า

คุณสมบัติ	ค่าการวิเคราะห์ของน้ำกากส่า
ของเหลว	86.9
ของแข็ง	13.1
pH	3.95
Ec (เดซิซีเมนส์/เมตร)	73.17
ปริมาณธาตุอาหาร	
K (กรัม/ลิตร)	19.92
Ca (กรัม/ลิตร)	3.29
N (กรัม/ลิตร)	2.22
Mg (กรัม/ลิตร)	1.64
Na (กรัม/ลิตร)	1.51
P (กรัม/ลิตร)	0.75
S (กรัม/ลิตร)	0.26
Fe (มิลลิกรัม/ลิตร)	190.25
Cu (มิลลิกรัม/ลิตร)	38.52
Mn (มิลลิกรัม/ลิตร)	37.53
Ni (มิลลิกรัม/ลิตร)	6.03
Zn (มิลลิกรัม/ลิตร)	1.07

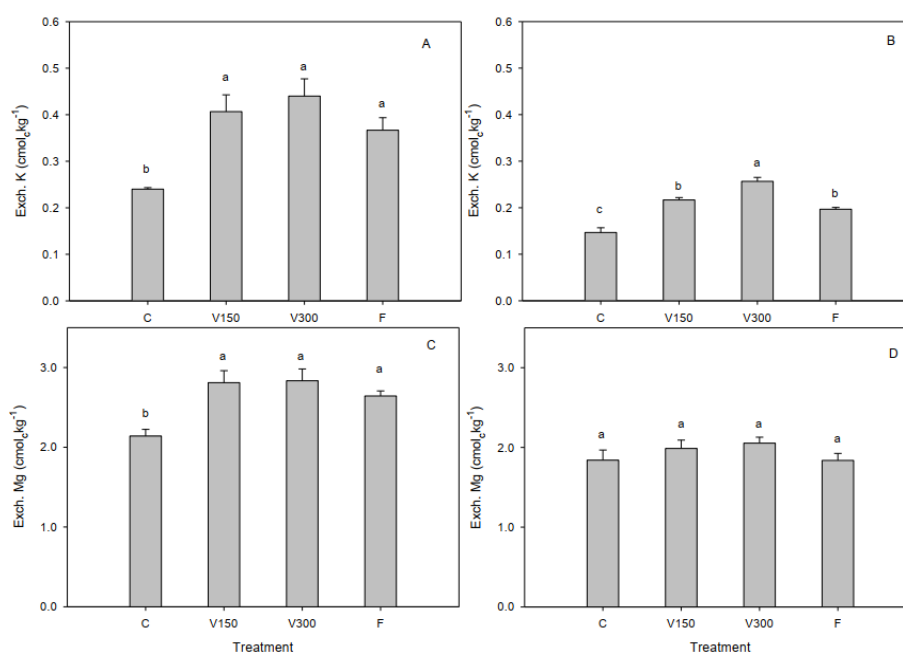
ที่มา: ธีสรัญและคณะ (2563)

4. ผลของการใช้น้ำกากส่า

4.1 ผลของการใช้น้ำกากส่าต่อสมบัติทางเคมีบางประการของดิน

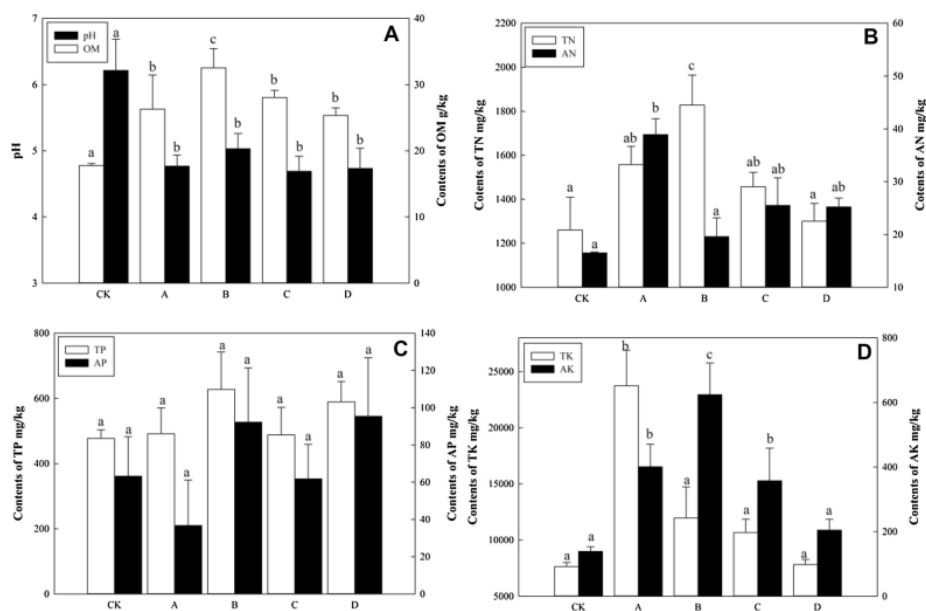
Pino *et al.* (2022) ได้ทำการศึกษาผลของน้ำกากส่าต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติของดินก่อนเก็บเกี่ยวอ้อย ในดินประเทศอูรุกวัย จำนวน 2 ชนิด ได้แก่ ดินร่วนปนทรายแบ่ง (LB2) และ ดินร่วนปนทราย (L1) พบว่า การให้น้ำกากส่าทั้งสองอัตรา ได้แก่ 150 ลูกบาศก์เมตร/เฮกตาร์ และ 300 ลูกบาศก์เมตร/เฮกตาร์ ส่งผลทำให้ค่าโพแทสเซียม (K) และแมกนีเซียม (Mg) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุมในดินร่วนปนทราย (ภาพที่ 1) ในขณะที่พื้นที่ดินร่วนปนทรายแบ่ง การให้น้ำกากส่าอัตรา 300 ลูกบาศก์เมตร/เฮกตาร์ ที่ส่งผลให้โพแทสเซียม (K) สูงสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้การให้น้ำกากส่าไม่ส่งผลต่อแมกนีเซียม (Mg) ในพื้นที่ดินร่วนปนทราย ในขณะที่ Yin *et al.* (2019) ได้ทำการศึกษาการใช้น้ำกากส่าในพื้นที่ต่างกันต่อสมบัติทางกายภาพและเคมีของดินในระยะยาว ได้แก่ พื้นที่ที่ไม่ได้ให้น้ำกากส่า (พื้นที่ CK) พื้นที่ที่มีการให้น้ำกากส่าต่อเนื่อง 2 ปี (พื้นที่ A) พื้นที่ที่มีการให้น้ำกากส่า

ต่อเนื่อง 7 ปี (พื้นที่ B) พื้นที่ที่มีการให้น้ำกาบอย่างต่อเนื่อง 13 ปี (พื้นที่ C) และพื้นที่ที่มีการให้น้ำกาบอย่างต่อเนื่อง 18 ปี (พื้นที่ D) พบว่า การให้น้ำกาบส่งผลทำให้ค่า pH ของดินในทุกพื้นที่ลดลงเมื่อเทียบกับกรรมวิธีที่ไม่ได้รับน้ำกาบ (ภาพที่ 2) ในขณะที่การให้น้ำกาบต่อเนื่อง 7 ปี (พื้นที่ B) ส่งผลให้ดินมีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (TN) โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (AK) และอินทรีย์วัตถุในดิน (OM) ในดินสูงที่สุด ส่วนการให้น้ำกาบต่อเนื่อง 2 ปี (พื้นที่ A) ส่งผลให้ดินมีปริมาณแอมโมเนียมไนโตรเจน (AN) สูงกว่ากรรมวิธีที่ไม่ได้รับน้ำกาบแต่ไม่แตกต่างกับพื้นที่ที่มีการให้น้ำกาบต่อเนื่อง 13 ปี (พื้นที่ C) และพื้นที่ที่มีการให้น้ำกาบต่อเนื่อง 18 ปี (พื้นที่ D) มีปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมด (TK) ในดินสูงที่สุด แต่การให้น้ำกาบไม่ส่งผลต่อฟอสฟอรัสทั้งหมด (TP) และฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (AP) ในขณะที่ ธีสรัญ และคณะ (2563) ได้ทำการศึกษาผลของน้ำกาบจากโรงงานเอทานอลที่จังหวัดนครราชสีมา 5 อัตรา (0, 16, 32, 64 และ 128 ลิตร/ไร่ ในชุดดินวาริน พบว่า การให้น้ำกาบ ไม่ส่งผลต่อค่าพีเอชดิน ปริมาณอินทรีย์วัตถุ ไนโตรเจนรวม ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ของดิน (ตารางที่ 2) ในขณะที่การให้น้ำกาบอัตรา 16 ลิตร/ไร่ ส่งผลต่อค่าการนำไฟฟ้าของดินหลังเก็บเกี่ยวอ้อยสูงสุด 0.033 เดซิซีเมนส์/เมตร และการให้น้ำกาบอัตรา 64 ลิตร/ไร่ ทำให้ค่าการนำไฟฟ้าน้อยที่สุดที่ 0.027 เดซิซีเมนส์/เมตร



ที่มา: ดัดแปลงจาก Pino *et al.* (2022)

ภาพที่ 1 ผลของการใช้น้ำกาบต่อโพแทสเซียม (K) และแมกนีเซียม (Mg) ที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน (ชั้นดินลึก 0-20 เซนติเมตร) สุ่มเก็บตัวอย่างในเดือนกรกฎาคม 2557 ก่อนการเก็บเกี่ยวอ้อย แผนภูมิแท่ง A และ C แสดงข้อมูลสำหรับพื้นที่ดินร่วนปนทรายแบ่ง (LB2) ในขณะที่แผนภูมิแท่ง B และ D แสดงข้อมูลสำหรับพื้นที่ดินร่วนปนทราย (L1) ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรเดียวกันจะไม่มี ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ ($P < 0.05$)



ที่มา: Yin *et al.* (2019)

ภาพที่ 2 คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของดินในสถานที่ต่างๆ พื้นที่ที่ไม่ให้น้ำกาฬสา (CK) พื้นที่ที่มีการให้น้ำกาฬสาต่อเนื่อง 2 ปี (A) พื้นที่ที่มีการให้น้ำกาฬสาต่อเนื่อง 7 ปี (B) พื้นที่ที่มีการให้น้ำกาฬสาต่อเนื่อง 13 ปี (C) และพื้นที่ที่มีการให้น้ำกาฬสาต่อเนื่อง 18 ปี (D) แผนภูมิแท่ง A แสดงข้อมูลค่า pH และปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (OM) แผนภูมิแท่ง B แสดงข้อมูลปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (TN) และแอมโมเนียมไนโตรเจน (AN) แผนภูมิแท่ง C แสดงข้อมูลปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด (TP) และฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (AP) และในขณะที่แผนภูมิแท่ง D แสดงข้อมูลปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมด (TK) และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (AK) ตัวอักษรเดียวกันจะไม่มี ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95เปอร์เซ็นต์ ($P < 0.05$)

ตารางที่ 2 ผลของน้ำกากส่าต่อสมบัติทางเคมีของดินหลังการเก็บเกี่ยวอ้อยปลูก

กรรมวิธี	pH ^{1/} 1:1	EC ^{2/} 1:5 (เดซิซีเมนส์/ เมตร)	OM ^{3/} (กรัม/ กิโลกรัม)	Total N (กรัม/ กิโลกรัม)	Avail. P (กรัม/ กิโลกรัม)	Avail. K (กรัม/ กิโลกรัม)
การใช้น้ำกากส่าอัตรา 0 ลิตร/ไร่ (T1)	6.16	0.031ab	4.17	0.34	14.06	34.37
การใช้น้ำกากส่าอัตรา 16 ลิตร/ไร่ (T2)	6.25	0.033a	3.82	0.27	16.02	30.80
การใช้น้ำกากส่าอัตรา 32 ลิตร/ไร่ (T3)	6.15	0.032a	3.97	0.22	13.07	32.15
การใช้น้ำกากส่าอัตรา 64 ลิตร/ไร่ (T4)	6.17	0.027b	3.55	0.20	13.75	30.19
การใช้น้ำกากส่าอัตรา 128 ลิตร/ไร่ (T5)	6.13	0.030ab	3.85	0.19	11.30	31.16
F-test	ns	*	ns	ns	ns	ns

หมายเหตุ: * แสดงถึงความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ ($P < 0.05$) ns: ไม่แตกต่างทางสถิติ ตัวอักษรที่
แตกต่างกันระหว่าง treatment แสดงถึงความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ ($P < 0.05$)

^{1/}pH: ความเป็นกรด-ด่างของดิน (Soil pH)

^{2/}EC: การนำไฟฟ้าของดิน (Soil electrical conductivity)

^{3/}OM: อินทรีย์วัตถุในดิน (Organic matter)

ที่มา: ธีสรัญ และคณะ (2563)

4.2 ผลของการให้น้ำกากส่าต่อการดูดใช้ธาตุอาหารของอ้อย

การให้น้ำกากส่าส่งผลต่อการดูดใช้ธาตุอาหารของอ้อย โดย Pino *et al.* (2022) ได้ทำการศึกษาการสะสมธาตุอาหารในมวลชีวภาพและการดูดใช้ธาตุอาหารของอ้อย โดยเก็บข้อมูลการดูดใช้ธาตุอาหารของอ้อยในลำอ้อยและใบหลังเก็บเกี่ยว พบว่าการให้น้ำกากส่าอัตรา 300 ลูกบาศก์เมตร/เฮกตาร์ มีปริมาณการดูดใช้โพแทสเซียมในลำอ้อยหลังเก็บเกี่ยวสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 3) โดยพื้นที่ดินร่วนปนทรายแป้ง มีการดูดใช้โพแทสเซียมในลำอ้อยสูงสุดอยู่ที่ 270.8 กิโลกรัม/เฮกตาร์ และพื้นที่ดินร่วนปนทราย มีการดูดใช้โพแทสเซียมในลำอ้อยสูงสุดอยู่ที่ 162.4 กิโลกรัม/เฮกตาร์ แต่การให้น้ำกากส่าไม่ส่งผลต่อการดูดใช้ในโตรเจน ฟอสฟอรัส แคลเซียม และแมกนีเซียมในลำอ้อยและใบหลังเก็บเกี่ยว เช่นเดียวกับการศึกษาของธีสรัญและคณะ (2563) พบว่าการให้น้ำกากส่าในอัตรา 128 ลิตร/ไร่ ส่งผลทำให้ดูดใช้โพแทสเซียมในลำอ้อยสูงสุดที่ 10.09 กิโลกรัม/ไร่ (ตารางที่ 4) และการให้น้ำกากส่าอัตรา 64 ลิตร/ไร่ ส่งผลทำให้การดูดใช้ฟอสฟอรัสในใบสูงสุดที่ 0.72 กิโลกรัม/ไร่ แต่ไม่พบความแตกต่างทางสถิติของการดูดใช้ฟอสฟอรัสในลำอ้อย และการดูดใช้ในโตรเจน ในลำอ้อยและใบหลังเก็บเกี่ยวอ้อย

ตารางที่ 3 ปริมาณธาตุอาหารที่อ้อยดูดใช้เมื่อได้รับน้ำกาฬในอัตราที่แตกต่างกัน

		N	P	K	Ca	Mg
		(กิโลกรัม/ เฮกตาร์)	(กิโลกรัม/ เฮกตาร์)	(กิโลกรัม/ เฮกตาร์)	(กิโลกรัม/ เฮกตาร์)	(กิโลกรัม/ เฮกตาร์)
พื้นที่ดินร่วนปนทรายแบ่ง (LB2)						
ลำดับหลัง	กรรมวิธีควบคุม (Control)	36.3 ^b	10.3 ^a	126.4 ^b	13.1 ^a	13.1 ^a
เก็บเกี่ยว	การให้น้ำกาฬอัตรา 150	44.0 ^b	11.9 ^a	260.4 ^a	13.8 ^a	15.9 ^a
7/2014	ลูกบาศก์เมตร/เฮกตาร์ (V150)					
	การให้น้ำกาฬอัตรา 300	51.4 ^{ab}	13.1 ^a	270.8 ^a	15.3 ^a	14.8 ^a
	ลูกบาศก์เมตร/เฮกตาร์ (V300)					
	การให้ปุ๋ยเคมี (F)	67.9 ^a	12.4 ^a	202.0 ^{ab}	15.6 ^a	17.3 ^a
ใบหลัง	กรรมวิธีควบคุม (Control)	33.2 ^b	4.0 ^a	26.3 ^a	16.5 ^b	6.4 ^b
เก็บเกี่ยว	การให้น้ำกาฬอัตรา 150	45.3 ^{ab}	4.2 ^a	43.0 ^a	19.0 ^{ab}	6.9 ^b
7/2014	ลูกบาศก์เมตร/เฮกตาร์ (V150)					
	การให้น้ำกาฬอัตรา 300	47.6 ^{ab}	4.7 ^a	45.8 ^a	21.1 ^{ab}	7.0 ^b
	ลูกบาศก์เมตร/เฮกตาร์ (V300)					
	การให้ปุ๋ยเคมี (F)	57.8 ^a	5.5 ^a	45.6 ^a	24.0 ^a	11.2 ^a
พื้นที่ดินร่วนปนทราย (L1)						
ลำดับหลัง	กรรมวิธีควบคุม (Control)	42.4 ^b	9.5 ^b	43.8 ^b	20.2 ^a	14.8 ^a
เก็บเกี่ยว	การให้น้ำกาฬอัตรา 150	52.7 ^b	10.6 ^{ab}	159.2 ^a	20.5 ^a	14.5 ^a
7/2014	ลูกบาศก์เมตร/เฮกตาร์ (V150)					
	การให้น้ำกาฬอัตรา 300	55.2 ^b	10.9 ^{ab}	162.4 ^a	24.7 ^a	14.3 ^a
	ลูกบาศก์เมตร/เฮกตาร์ (V300)					
	การให้ปุ๋ยเคมี (F)	87.3 ^a	14.5 ^a	106.0 ^b	24.8 ^a	19.7 ^a
ใบหลัง	กรรมวิธีควบคุม (Control)	45.5 ^b	5.5 ^b	24.9 ^a	26.0 ^b	8 ^a
เก็บเกี่ยว	การให้น้ำกาฬอัตรา 150	56.2 ^b	6.2 ^b	45.1 ^a	30.8 ^b	7.6 ^a
7/2014	ลูกบาศก์เมตร/เฮกตาร์ (V150)					
	การให้น้ำกาฬอัตรา 300	52.2 ^b	5.2 ^b	39.0 ^a	29.0 ^b	8.4 ^a
	ลูกบาศก์เมตร/เฮกตาร์ (V300)					
	การให้ปุ๋ยเคมี (F)	78.3 ^a	8.6 ^a	35.6 ^a	40.1 ^a	13.7 ^a

หมายเหตุ: ตัวอักษรที่ต่างกันแสดงถึงความแตกต่างระหว่าง กรรมวิธี แต่ละสถานที่ การเก็บตัวอย่าง และส่วนที่เก็บเกี่ยว ($P < 0.05$)

ที่มา: ดัดแปลงจาก Pino *et al.* (2022)

ตารางที่ 4 ผลของการให้น้ำกาฬต่อการดูดใช้ธาตุอาหารของอ้อย พันธุ์ขอนแก่น 3

กรรมวิธี	การดูดใช้ N ^{1/} (กิโลกรัม/ไร่)		การดูดใช้ P ^{2/} (กิโลกรัม/ไร่)		การดูดใช้ K ^{3/} (กิโลกรัม/ไร่)	
	ใบ	ลำอ้อย	ใบ	ลำอ้อย	ใบ	ลำอ้อย
การให้น้ำกาฬสัปดาห์ละ 0 ลิตร/ไร่ (T1)	3.47	9.51	0.71ab	1.81	3.97	5.28b
การให้น้ำกาฬสัปดาห์ละ 16 ลิตร/ไร่ (T2)	3.70	9.54	0.65bc	1.70	4.71	5.52b
การให้น้ำกาฬสัปดาห์ละ 32 ลิตร/ไร่ (T3)	3.39	8.84	0.54bc	1.93	3.67	6.10b
การให้น้ำกาฬสัปดาห์ละ 64 ลิตร/ไร่ (T4)	4.48	11.18	0.72a	2.11	5.32	9.04a
การให้น้ำกาฬสัปดาห์ละ 128 ลิตร/ไร่ (T5)	3.93	9.57	0.52c	2.05	4.46	10.09a
F-test	ns	ns	*	ns	ns	**

หมายเหตุ: ตัวอักษรที่ต่างกันระหว่าง กรรมวิธี แสดงถึงความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (P<0.05)

ns หมายถึง ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ** หมายถึง มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ (P<0.01)

^{1/}ไนโตรเจน (N) ^{2/}ฟอสฟอรัส (P) ^{3/}โพแทสเซียม (K)

ที่มา: ธีสรัญ และคณะ (2563)

4.3 ผลของการให้น้ำกาฬต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของอ้อย

Pino *et al.* (2022) ได้ทำการศึกษาผลของการให้น้ำกาฬสัปดาห์ละที่ต่างกันในพื้นที่ต่างกันต่อผลผลิตและมวลชีวภาพอ้อย พบว่าการให้น้ำกาฬสัปดาห์ละ 300 ลูกบาศก์เมตร/เฮกตาร์ ในพื้นที่ดินร่วนปนทรายแห้ง ไม่ส่งผลทำให้ผลผลิตของอ้อยแตกต่างกัน (ตารางที่ 5) ในขณะที่การให้น้ำกาฬสัปดาห์ละ 300 ลูกบาศก์เมตร/เฮกตาร์ ในพื้นที่ดินร่วนปนทราย ส่งผลทำให้ผลผลิตของอ้อยสูงสุดที่ 64.2 ตันต่อเฮกตาร์ และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม ขณะที่ ธีสรัญ และคณะ (2563) ได้รายงานว่าการให้น้ำกาฬสัปดาห์ละที่ต่างกันไม่ส่งผลต่อจำนวนลำต่อพื้นที่ จำนวนปล้อง เส้นผ่านศูนย์กลางลำ ความสูงอ้อย ผลผลิต และคุณภาพความหวานของอ้อย (ตารางที่ 6)

ตารางที่ 5 ผลผลิตอ้อยสดเมื่อได้รับน้ำกาจากสำในอัตราที่แตกต่างกัน

	ผลผลิต (ตันต่อเฮกตาร์)
พื้นที่ดินร่วนปนทรายแบ่ง (LB2 Site)	
กรรมวิธีควบคุม (Control)	57.3 ^a
การให้น้ำกาจากสำอัตรา 150 ลูกบาศก์เมตร/เฮกตาร์ (V150)	74.8 ^a
การให้น้ำกาจากสำอัตรา 300 ลูกบาศก์เมตร/เฮกตาร์ (V300)	80.4 ^a
การให้ปุ๋ยเคมี (F)	82.8 ^a
พื้นที่ดินร่วนปนทราย (L1 Site)	
กรรมวิธีควบคุม (Control)	57.2 ^c
การให้น้ำกาจากสำอัตรา 150 ลูกบาศก์เมตร/เฮกตาร์ (V150)	63.4 ^{bc}
การให้น้ำกาจากสำอัตรา 300 ลูกบาศก์เมตร/เฮกตาร์ (V300)	64.2 ^b
การให้ปุ๋ยเคมี (F)	78.8 ^a

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรเดียวกันแสดงถึงความไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95เปอร์เซ็นต์ ($P < 0.05$)

ที่มา: ดัดแปลงจาก Pino *et al.* (2022)

ตารางที่ 6 ผลของน้ำกาจากสำต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และคุณภาพความหวานของอ้อย

กรรมวิธี	จำนวน ลำต่อ พื้นที่ (ลำ/ไร่)	จำนวน ปล้อง (ปล้อง/ ลำ)	เส้นผ่าน ศูนย์กลาง ลำ (มิลลิเมตร)	ความสูง อ้อย (เซนติเมตร)	ผลผลิต (ตัน/ไร่)	คุณภาพ ความ หวาน
การใช้น้ำกาจากสำอัตรา 0 ลิตร/ไร่ (T1)	8,167	27.00	31.12	253.4	14.05	15.56
การใช้น้ำกาจากสำอัตรา 16 ลิตร/ไร่ (T2)	6,133	28.17	30.68	248.9	12.31	15.99
การใช้น้ำกาจากสำอัตรา 32 ลิตร/ไร่ (T3)	7,800	27.75	29.88	244.2	13.83	15.29
การใช้น้ำกาจากสำอัตรา 64 ลิตร/ไร่ (T4)	7,600	29.42	31.71	251.5	14.65	15.77
การใช้น้ำกาจากสำอัตรา 128 ลิตร/ไร่ (T5)	8,233	27.50	31.47	251.0	16.04	16.24
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns

หมายเหตุ: ns หมายถึง ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ที่มา: ดัดแปลงจาก ธีสรัญ และคณะ (2563)

สรุป

การให้น้ำกาบส่ำส่งผลต่อสมบัติทางเคมีบางประการของดิน การดูใช้ธาตุอาหารและประสิทธิภาพการดูดธาตุอาหารของอ้อย การให้น้ำกาบส่ำอัตรา 16 ลิตร/ไร่ สามารถเพิ่มค่าการนำไฟฟ้าของดิน และน้ำกาบส่ำอัตรา 300 ลูกบาศก์เมตร/เฮกตาร์ สามารถเพิ่มปริมาณโพแทสเซียมทั้งในดินร่วนปนทรายแข็ง และดินร่วนปนทรายหลังเก็บเกี่ยว และการให้น้ำกาบส่ำต่อเนื่องเป็นเวลา 2 7 13 และ 18 ปี ส่งผลทำให้ปริมาณอินทรีย์วัตถุ ไนโตรเจน และโพแทสเซียมในดินเพิ่มขึ้น ทั้งนี้การให้น้ำกาบส่ำอัตรา 300 ลูกบาศก์เมตร/เฮกตาร์ และ 128 ลิตร/ไร่ ยังช่วยส่งเสริมการดูใช้โพแทสเซียมในลำอ้อย และน้ำกาบส่ำอัตรา 64 ลิตร/ไร่ ช่วยส่งเสริมการดูใช้ฟอสฟอรัสในใบอีกด้วย แต่การให้น้ำกาบส่ำไม่ได้ส่งผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของอ้อย

เอกสารอ้างอิง

- กรมเศรษฐกิจระหว่างประเทศ.2565. โอกาสทองการลงทุนธุรกิจน้ำตาลในบราซิล ผู้ส่งออกน้ำตาลอันดับ 1 ของโลก. แหล่งที่มา: <https://business.mfa.go.th/th/content/75343> สืบค้นเมื่อวันที่ 30 กรกฎาคม 2567.
- มิตรผลโมเดิร์นฟาร์ม. 2563. บำรุงต่ออ้อยด้วยวีเนส (Vinasses). แหล่งที่มา: <https://www.mitrpholmodernfarm.com/news/2021/02AA-vinasses>. สืบค้นเมื่อวันที่ 23 กรกฎาคม 2567.
- ธัชสรัญ หวังรัตนเจริญ, ดาวจรัส เกตุโรจน์, สมชัย อนุสนธิ์พรเพิ่ม และศุภิมา ธนะจิตต์. 2563. ผลของการใช้น้ำกากส่าจากโรงงานเอทานอลและปุ๋ยเคมี ต่อผลผลิตและการดูดใช้ธาตุและสมบัติบางประการของดินอาหารของอ้อย. วารสารแก่นเกษตร. 48(6):1276-1291.
- ยงยุทธ โอสธสภ. 2566. ธาตุอาหารและการเจริญโตของอ้อย. วารสารดินและปุ๋ย. 35(1-4):65-77.
- ศรีสุดา ทิพย์รักษ์, กอบเกียรติ ไพศาลเจริญ, และเจิม จาบประโคน. 255. ผลของอัตราปุ๋ยเคมีและน้ำกากส่าต่อผลผลิตอ้อยและความอุดมสมบูรณ์ของดินร่วนทราย ชุดยโสธร.วารสารแก่นเกษตร. 40:115-129.
- สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย.2567 รายงานสถานการณ์การปลูกอ้อยปีการผลิต 2566-2567. แหล่งที่มา: <https://www.ocsb.go.th/wp-content/uploads/2024/06/รายงานสถานการณ์การปลูกอ้อยปีการผลิต-2566-67.pdf> สืบค้นเมื่อวันที่ 23 กรกฎาคม 2567.
- อัจฉริกา สินธพานินท์, ชัยสิทธิ์ ทองจุ, ธวัชชัย อินทร์บุญช่วย, ทศพล พรพรหม, ชาลิณี คงสุด และ พธิยุทธ คล้าชื่น. 2563. การใช้น้ำกากส่าและน้ำเสียบำบัดจากโรงงานผลิตเอทานอลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของอ้อยที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสน. 50(5):1382-1391.
- Del Pino, A., Casanova, O., Hernández, J., Takata, V., and Panissa, G. 2022. Vinasse for sugarcane crop nutrition: accumulation and efficiency in the use of nutrients. *Australian Journal of Crop Science*. 16(9):1107-1116.
- Yin, J., Deng, C. B., Wang, X. F., Chen, G. L., Mihucz, V. G., Xu, G. P., & Deng, Q. C. (2019). Effects of long-term application of vinasse on physicochemical properties, heavy metals content and microbial diversity in sugarcane field soil. *Sugar Tech*, 21, 62-70.