บทที่ 1

บทนำ

ความสำคัญและวัตถุประสงค์

การเลี้ยงกุ้งน้ำเค็มในประเทศไทยมีมามากกว่า 70 ปีแล้ว แต่การเลี้ยงกุ้งแบบพัฒนาซึ่งต้องอาศัยเงินลงทุนและเทคโนโลยี ได้ถูกนำมาใช้ในช่วงกว่าสิบปีที่ผ่านมา ซึ่งสามารถเพิ่มผลผลิตกุ้งและให้ค่าตอบแทนที่คุ้มค่ากับเกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้ง (Suwanransi, 1992) ด้วยเหตุนี้การผลิตกุ้งจึงเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วพร้อมกับการบุกรุกป่าชายเลนและพื้นที่เกษตรกรรมเพื่อการเพาะเลี้ยงกุ้ง อย่างไรก็ตามพบว่าการเลี้ยงกุ้งในช่วงเวลาที่ผ่านมาไม่สามารถทำให้เกิดการเลี้ยงอย่างยั่งยืน เนื่องมาจากสาเหตุหลายประการ หลักฐานที่ปรากฏให้เห็นคือพื้นที่นากุ้งถูกทิ้งร้างมากขึ้นตั้งแต่ชายฝั่งทางภาคกลางจนถึงชายฝั่งภาคใต้ของประเทศไทย (Thongrak, 1992) การทิ้งร้างของนากุ้งอาจเนื่องมาจากสาเหตุต่างๆ ที่สำคัญ ได้แก่ การลดลงของผลผลิตอันเนื่องมาจากโรคระบาดในบ่อกุ้ง และเหตุผลทางด้านเศรษฐกิจและนโยบายของประเทศ ตลอดจนการที่สภาพแวดล้อมถูกทำลาย (Briggs, 1994 ; Stevenson, 1997) ดังนั้นการนำนากุ้งร้างมาใช้ให้เป็นประโยชน์อีกครั้งจึงเป็นความจำเป็นที่จะไม่ให้เกิดการสูญเสียทรัพยากรดินและยับยั้งไม่ให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในวงกว้างยิ่งขึ้น

สภาพแวดล้อมเดิมของพื้นที่ก่อนที่จะถูกเปลี่ยนมาเป็นนากุ้งและสภาพแวดล้อมของนากุ้งหลังจากการถูกทิ้งร้างเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อการพิจารณาการฟื้นฟูสภาพดิน ดินธรรมดาเมื่อผ่านการเลี้ยงกุ้งแบบพัฒนาเพียง 1-2 ครั้งก็สามารถถูกเปลี่ยนให้เป็นดินเค็มโซดิกที่มีค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดินและโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินสูง (พิภพ ปราบณรงค์, 2536; สมบูรณ์ ประสงค์จันทร์, 2545 ; สุชน คชาทอง, 2547) การทำนากุ้งในดินเดิมที่เป็นดินเค็มหรือดินเค็มโซดิก สามารถทำให้ดินนั้นมีความเค็มและมีโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้สูงขึ้นกว่าเดิมมาก (Visuthismajan, 2003) ดังนั้นการปรับปรุงดินเพื่อนำดินนากุ้งร้างมาใช้ทำประโยชน์อีกครั้งจึงต้องพิจารณาศักยภาพดั้งเดิมของดินนั้น ดินเดิมที่เคยเป็นดินธรรมดาจึงมีศักยภาพที่จะปรับปรุงและนำมาใช้ปลูกพืชอีกครั้ง ส่วนดินเค็มหรือดินเค็มโซดิกเดิมซึ่งเดิมเป็นป่าชายเลนจะเหมาะสมสำหรับปรับปรุงเพื่อการปลูกป่าชายเลนอีกครั้ง

การที่จะคาดคะเนพื้นที่ที่เป็นนากุ้งร้างเป็นเรื่องยาก เพราะพฤติกรรมการเลี้ยงกุ้งของเกษตรกรในแต่ละปีขึ้นอยู่กับปัจจัยทั้งทางด้านนิเวศและราคากุ้ง การทิ้งร้างนากุ้งในพื้นที่ในช่วงหนึ่ง ๆ อาจจะเป็นการทิ้งร้างชั่วคราว เมื่อใดที่การเลี้ยงกุ้งคุ้มทุนก็มีความพยายามเลี้ยงกุ้งอีกครั้ง ที่สำคัญคือ ไม่มีการบันทึกจากเกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้งหรือจากทางราชเกี่ยวกับนากุ้งที่ถูกทิ้งร้าง

(จากการสอบถามในภาคสนาม) จากการแปลภาพถ่ายดาวเทียมพบว่าในลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา ปี 2542 มีพื้นที่นากุ้งประมาณ 43,700 ไร่ และเป็นนากุ้งที่เปลี่ยนแปลงจากนาข้าวตั้งแต่ปี 2533 ถึงปี 2542 ถึง 19,300 ไร่ (มุมตาส รายามัน, 2545) ถ้าไม่มีการจัดการที่ดีในนากุ้งเหล่านี้ ในที่สุดเมื่อปัจจัยที่ส่งเสริมการเลี้ยงกุ้งหมดลงหรือเกิดการระบาดของโรคอย่างรุนแรง นากุ้งจะถูกปล่อยทิ้งร้างอย่างถาวรดังที่เห็นในพื้นที่แถบภาคกลางของประเทศไทย ดังนั้นการฟื้นฟูดินนากุ้งร้างให้สามารถกลับมาปลูกพืชได้อีกครั้งจึงเป็นการฟื้นฟูสภาพดินให้กลับสู่ศักยภาพดั้งเดิมที่เคยเป็น งานวิจัยนี้จึงศึกษาการปรับปรุงดินนากุ้งร้างตามศักยภาพของดินเดิมที่เคยเป็นดินนาให้สามารถกลับมาปลูกพืชได้อีกครั้งหนึ่ง โดยเน้นถึงการทดลองเกี่ยวกับประสิทธิภาพของวัสดุปรับปรุงดินในการปรับปรุงการระบายน้ำของดินและการชะล้างโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ออกจากดิน ทั้งนี้เพราะพื้นที่ที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งที่เป็นดินเค็มโซดิกจะมีปัญหาการระบายน้ำและการชะล้างเกลือและโซเดียมออกจากดิน ดังนั้นการนำวัสดุที่สามารถเพิ่มการนำน้ำให้แก่ดินก็จะลดปัญหาที่เกิดขึ้นเมื่อเริ่มปรับปรุงดินนากุ้งร้าง

วัตถุประสงค์

1. ศึกษาประสิทธิภาพของวัสดุปรับปรุงดินต่อการนำน้ำของดินนากุ้งร้างและการชะล้างเกลือออกจากดิน
2. ศึกษาศักยภาพของวัสดุปรับปรุงดินในการซึมน้ำและการชะล้างเกลือจากหน้าตัดดิน
3. ศึกษาการตอบสนองของพืชทนเค็มบางชนิดต่อดินนากุ้งร้างที่ได้รับการปรับปรุงโดยวัสดุปรับปรุงดิน
4. เพื่อหาแนวทางในการฟื้นฟูดินบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำร้างให้สามารถนำมาใช้ปลูกพืชเศรษฐกิจทนเค็ม
5. ใช้เป็นข้อมูลสำหรับการวางแผนจัดการการใช้ประโยชน์ที่ดินจากบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำร้างได้อย่างยั่งยืนและเหมาะสมกับศักยภาพ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

สามารถนำวิธีการฟื้นฟูพื้นที่นากุ้งร้างที่ได้จากการศึกษานี้นำไปประยุกต์ใช้ในการฟื้นฟูพื้นที่นากุ้งร้างที่มีอยู่ทั่วประเทศ ประมาณ 200,000 ไร่ ให้มีโอกาสนำกลับมาใช้ในการเกษตรได้อีก ซึ่งเป็นการป้องกันความเสื่อมโทรมและสูญเสียทรัพยากรดิน สภาพแวดล้อม และลดการทำลายป่าชายเลนและพื้นที่เกษตรกรรม ตลอดจนเป็นการแสดงให้เห็นถึงศักยภาพของการนำพื้นที่บ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำร้างมาใช้ประโยชน์ด้านเกษตรกรรม

การตรวจเอกสาร

ลักษณะของดินนากุ้งร้าง

การเลี้ยงกุ้งจะเริ่มตั้งแต่การขุดบ่อสำหรับการเลี้ยงกุ้ง โดยมีการใช้ดินบนซึ่งเป็นชั้นที่มีความอุดมสมบูรณ์นำไปทำคันบ่อ ดังนั้นโดยธรรมชาติดินในบ่อจึงเป็นดินชั้นล่างซึ่งมีคุณสมบัติทางเคมี ชีวภาพและกายภาพไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช พิภพ ปราบณรงค์ (2536) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบสมบัติของดินนาข้าวชุดบางกอกชั้นบนในระดับ 0-20 เซนติเมตร กับดินชั้นบนของดินนากุ้งร้างซึ่งเป็นดินนาในช่วงความลึกมากกว่า 1 เมตรและผ่านการทำนากุ้งมาเพียง1 ปี พบว่าการเลี้ยงกุ้งเพียงปีเดียวสามารถทำให้ดินเปลี่ยนสภาพจากดินธรรมดาไปเป็นดินเค็มที่มีโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้สูง สุกาญจนวดี มณีรัตน์ (2539) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงสมบัติของดินก่อนและหลังการทำนากุ้งพบว่าค่าความเป็นกรดเป็นด่าง ค่าการนำไฟฟ้า ปริมาณแคลเซียมและปริมาณโซเดียมในทุกระดับความลึกของดินหลังทำนากุ้งมีค่าสูงกว่าดินก่อนทำนากุ้ง โดยแหล่งของสารเคมีที่ทำให้ดินนากุ้งเกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมี มาจากองค์ประกอบของน้ำทะเลที่ใช้ในการเลี้ยงกุ้งและวัสดุปรับปรุงดิน เช่นปูนและยิปซัมที่ใส่ลงไปเพื่อปรับสภาพดินและน้ำในระหว่างการเลี้ยงกุ้ง ดินล่างของดินชุดบางกอกใน จ.สงขลาหลังการเลี้ยงกุ้งด้วยน้ำเค็ม 2 ปี และทิ้งร้าง มีค่าโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้สูงประมาณร้อยละ 94 และมีค่าการนำไฟฟ้าสูงถึง 22.45 ds/m ดินนากุ้งร้างในเขตเลี้ยงกุ้งด้วยความเค็มต่ำ จ. นครปฐม มีค่าโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ประมาณร้อยละ 20 แต่มีค่าการนำไฟฟ้าสูง 16.32 ms/cm เนื่องมาจากมีแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูง (สมบูรณ์ ประสงค์จันทร์, 2545) จากสภาพการสร้างบ่อเลี้ยงกุ้งซึ่งขุดบ่อลึกประมาณ 1–1.5 เมตร บ่อกุ้งร้างจึงเป็นดินล่างและจากการปรับพื้นที่เพื่อการเลี้ยงกุ้ง ดินนี้จึงมักจะเป็นดินที่ระบายน้ำเลว ประกอบกับเมื่อดินได้กลายเป็นดินที่มีโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้สูง ดังนั้นดินนากุ้งร้างทั่วไปจึงแน่นทึบและมีการระบายน้ำเลว

ผลกระทบของดินเค็มโซดิกต่อการเจริญเติบโตของพืช

ผลกระทบของดินเค็มโซดิกต่อการเจริญเติบโตของพืชได้มีการศึกษามานานและมีหลักฐานมากมาย ซึ่ง Abrol, 1988 ได้สรุปไว้ในรายงานของ FAO Soil Bulletin 39 ว่าเกิดจากปัจจัยอันใดอันหนึ่งหรือปัจจัยร่วมดังต่อไปนี้คือนี้คือ

1. โซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินสูงมีอิทธิพลต่อสมบัติทางกายภาพของดิน ถ้าโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินสูงดินจะฟุ้งกระจายมากซึ่งทำให้เกิดการแตกของเม็ดดินและทำให้การระบายน้ำและการระบายอากาศลดลง การฟุ้งกระจายของดินยังทำให้เกิดหน้าดินแข็งและขัดขวางการงอกของเมล็ด
2. โซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินสูงมีผลต่อความเป็นกรด-ด่างของดิน ทำให้เกิดผลทางอ้อมต่อความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารบางชนิด เช่น Ca, Mg, P, Fe, Mn และ Zn
3. การสะสมธาตุบางตัวในพืชจนถึงระดับที่เป็นพิษจะลดการเจริญเติบโตของพืช ธาตุที่พบว่าเป็นพิษในดินเค็มโซดิก ได้แก่ Na, Mo และ Bo.

การตอบสนองของพืชต่อปัจจัยต่างๆนี้ขึ้นอยู่กับระดับของโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน ธรรมชาติของพืชและการจัดการ สมศรี อรุณินท์ (2542) ได้แจกแจงรายการพืชที่สามารถทนเค็มได้ในระดับต่างๆทั้งที่เป็น พืชสวน พืชไร่ ไม้ดอกไม้ผลและพืชโตเร็วส่วนใหญ่ที่พบในประเทศไทย มีการศึกษาเกี่ยวกับพืชทนเค็มหลายงานที่ให้ข้อสังเกตว่า โดยทั่วไปพืชที่สามารถทนทานต่อความชื้นในดินซึ่งอยู่ในสภาพการขาดออกซิเจนในช่วงสั้นๆได้ จะสามารถทนทานต่อสภาพโซเดียมสูงได้ ทั้งนี้เนื่องจากโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินมีผลกระทบหลักต่อการเติบโตของพืชเกิดจากผลกระทบทางด้านกายภาพของดินนั่นเอง (Chhabra et al., 1979 อ้างใน Abrol et al., 1988.)

การปรับปรุงดินเค็มโซดิก

การปรับปรุงดินเค็มโซดิกมีหลักการพื้นฐานรายงานจากเอกสารต่างๆที่เกี่ยวข้อง ประกอบด้วย

1. วิธีทางกายภาพ (Physical Amelioration) วิธีการที่ใช้ได้แก่ การไถลึกทำให้ดินชั้นล่างแตก หรือการใส่ทรายหรือวัสดุปรับปรุงดินอื่นเพื่อเพิ่มการซึมน้ำของดิน

2. วิธีการทางชีวภาพ (Biological Amelioration) สิ่งมีชีวิตและอินทรียวัตถุในดินมีผลในแง่การปรับปรุงดินเค็ม 2 ประการคือ

   2.1 เพิ่มการซึมน้ำของดิน โดยรากพืชและการใส่อินทรียวัตถุช่วยให้อนุภาคดินจับตัวกันเป็นเม็ดดินเกิดเป็นช่องว่างระหว่างเม็ดดิน ช่วยในการระบายน้ำและระบายอากาศ ความแข็งของเม็ดดินลดลง และการสลายตัวของรากพืชจะช่วยในการละลายองค์ประกอบของแคลเซียมในดินนั้น

2.2 ป้องกันการสูญเสียความชื้นจากผิวดิน โดยบริเวณที่มีพืชปลูกจะมีการซึมน้ำได้ดี ทำให้เกิดการชะล้างเกลือได้มากกว่า และจะช่วยป้องกันการระเหยน้ำจากผิวดินได้ดีกว่า

3. วิธีทางเคมี (Chemical Amelioration) อาศัยหลักการสะเทินความเป็นด่างในดิน โดยใช้สารประกอบแคลเซียมทำปฏิกิริยากับโซเดียมซึ่งแลกเปลี่ยนกับแคลเซียม ความสำเร็จของการปรับปรุงดินโซดิกโดยวิธีทางเคมียังขึ้นอยู่กับความพร้อมของระบบการระบายน้ำอีกด้วย สำหรับสารเคมีที่เลือกใช้ต้องให้เหมาะสมกับธรรมชาติ และสมบัติทางเคมีของดิน สารเคมีที่นิยมใช้โดยทั่วไปได้แก่ ยิปซัม ($CaSO_4.2H_2O$)

4. วิธีการอุทกศาสตร์ (Hydro technical Amelioration) เช่น การชะล้างเกลือ การระบายน้ำ การชลประทาน การเขตกรรม ซึ่งมีความสำคัญในขั้นตอนการปรับปรุงดินคือ หลังจากการใช้วิธีทางเคมีเพื่อไล่ที่โซเดียมออกมาแล้ว จะต้องชะล้างเกลือและโซเดียมออกจากบริเวณเขตรากพืชและระบายออกจากดินด้วยน้ำ และเพื่อไม่ให้เกลือระเหยกลับสู่ดินบน อีกการเขตกรรมโดยการคลุมดินจึงมีความจำเป็นเพื่อช่วยลดการระเหยของน้ำบนผิวดิน

พืชทนเค็ม

พืชทนเค็ม คือพืชที่สามารถอยู่รอดและเจริญเติบโตได้ในดินเค็มและให้ผลผลิตไม่เกินครึ่งหนึ่งของพืชที่ปลูกบนพื้นที่ปกติในท้องถิ่นนั้น พืชที่ขึ้นได้ในดินเค็มจะมีกลไกบางอย่างเพื่อบรรเทาความเป็นพิษของเกลือ พืชประเภทที่ไม่ดูดเกลือเป็นพืชมีที่การปรับระบบโครงสร้างของรากให้แผ่กระจายไปยังจุดที่เค็มน้อยกว่า สำหรับพืชที่มีการดูดเกลือเมื่อดูดเกลือเข้าไปแล้วอาจนำไปสะสมอยู่ในส่วนที่ไม่เป็นอันตราย หรือมีกลไกอวบน้ำเพื่อเพิ่มปริมาณน้ำในเซลล์เพื่อให้ความเข้มข้นของเกลือลดลง ตารางที่ 1แสดงชนิดพืชที่สามารถทนเค็มได้ในระดับต่าง

ตารางที่ 1 พืชทนเค็มที่สามารถทนเค็มที่ระดับต่างๆ (เฉพาะพืชสวน)

1 การนำไฟฟ้า (ds/m)	2 → 4 → 8					16
2 เปอร์เซ็นต์เกลือ (โดยประมาณ)	0.12 → 0.25 → 0.5 → 0.75					
3. ชั้นคุณภาพของดิน	เค็มน้อย	เค็มปานกลาง		เค็มมาก		
4. อาการของพืช	บางชนิดแสดงอาการ	พืชทั่วไปมีอาการ		พืชทนเค็มบางชนิดเท่านั้นที่เติบโตให้ผลผลิตได้		
หมายเหตุ: ช่องที่ลงพืชตรงกับค่าของความเค็มข้างบนแสดงว่าพืชนั้นสามารถเจริญเติบโตได้ในช่วงความเค็มนั้นและให้ผลผลิตลดลงไม่เกิน 50%ของดินปกติ	ถั่วฝักยาว ผักกาด คื่นฉ่าย พริกไทย แตงร้าน แตงไทย	บวบ พริกยักษ์ ถั่วลันดา น้ำเต้า หอมใหญ่ ข้าวโพดหวาน องุ่น ผักกาดหอม	กะหล่ำดอก กะหล่ำปลี มันฝรั่ง กระเทียม หอมแดง แตงโม แคนตาลูป สับปะรด ผักชี	ผักโขม ผักกาดหัว มะเขือเทศ ถั่วพุ่ม ชะอม	หน่อไม้ฝรั่ง คะน้า กระเพรา ผักบุ้งจีน โกงกาง หญ้าขน	ชะคราม หนามแดง สะเม็ด แสม

ที่มา: สมศรี อรุณินท์, 2542

Pearson, 1960 อ้างใน Abrol et al. (1988) จำแนกความไวต่อความทนเค็มของพืชโดยใช้เปอร์เซ็นต์ของโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน (Exchangeable Sodium Percentage, ESP) โดยกำหนดดังนี้ พืชที่มีความไวมาก (ESP =2-10) พืชที่มีความไว (ESP =10-20) พืชที่ทนปานกลาง (ESP =20-40) พืชที่มีความทน (ESP =40-60) พืชที่มีความทนมาก (ESP >60)

วัสดุที่ใช้ปรับปรุงดินเค็มโซดิก

ปัจจุบันการใช้วัสดุปรับปรุงดินมีบทบาทต่อการแก้ไขปัญหาดินเค็ม ซึ่งมีข้อจำกัด คือ ความเค็มและโครงสร้างที่แน่นทึบของดิน ดังนั้นการใช้วัสดุปรับปรุงดินจึงเป็นแนวทางหนึ่งที่จะช่วยลดข้อจำกัดเหล่านี้ หลักการคือ ใช้วัสดุปรับปรุงดินใส่ลงไปในดินเพื่อไล่ที่โซเดียมที่ถูกดูดยึดในดิน แล้วชะล้างโซเดียมนั้นออกจากโซนของรากพืช และป้องกันไม่ให้โซเดียมที่ถูกชะล้างไปในดินระเหยกลับมาสะสมที่ผิวดินอีก

ยิปซัม ($CaSO_4.2H_2O$) มีลักษณะเป็นแร่สีขาวที่มีมากในธรรมชาติ และต้องเอามาบดให้ละเอียดก่อนนำไปใช้ โดยทั่วไปยิปซัมละลายน้ำได้เพียง 0.25 % ยิปซัมทำปฏิกิริยาทั้งกับ Na_2CO_3 และโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน ยิปซัมมีกลไกสำคัญในการแทนที่โซเดียมที่ดูดยึดในดินและควบคุมการฟุ้งกระจายของอนุภาคดินเหนียวซึ่งทำให้ดินพองตัว โดยอนุมูลของแคลเซียมจากยิปซัมจะเข้าไปไล่โซเดียมที่ถูกดูดยึดอยู่ในอนุภาคดินเหนียว และโซเดียมที่ถูกไล่ที่ออกมาอยู่ในสารละลายดินจะทำปฏิกิริยากับอนุมูลซัลเฟต กลายเป็นเกลือโซเดียมซัลเฟตที่ละลายน้ำได้ง่ายและถูกชะล้างออกจากดินถ้ามีน้ำเพียงพอ (Summer and Miller, 1992) แคลเซียมที่ถูกดูดยึดอยู่ในอนุภาคดินเหนียวจะทำให้ดินเหนียวเกาะกลุ่มกันและไม่ฟุ้งกระจายมาก ซึ่งจะทำให้การระบายน้ำในดินดีขึ้น (Green et al ,1988)

แคลเซียมคลอไรด์ ($CaCl_2$) ละลายน้ำได้ดี แต่ราคาแพง และถ้าใช้เป็นปริมาณมากจะมีผลเสียต่อดินและพืช

กรดซัลฟุริคและกำมะถันผง (H_2SO_4 , S) ใช้ได้ดีในดินที่มีแคลเซียมคาร์บอเนตมาก ซึ่งให้ผลดีพอๆกับยิปซัม

วัสดุอินทรีย์ปรับปรุงดิน (Organic amendment) ใช้ในการปรับปรุงดินเค็มโซดิกมาเป็นเวลานาน กลไกและผลที่เกิดขึ้นยังไม่ชัดเจน แต่อย่างน้อยที่สุดอินทรียวัตถุอาจเป็นแหล่งของจุลธาตุพวกสังกะสี (Dargan et al, อ้างใน Abrol et al, 1988) Gupta et al. (1985) อ้างใน Abrol et al, (1988) รายงานว่ายังมีข้อสงสัยเกี่ยวกับผลของวัสดุอินทรีย์ปรับปรุงดินที่มีต่อโครงสร้างของดินเมื่อใช้กับดินที่มีค่าโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้สูง วัสดุอินทรีย์ปรับปรุงดินที่สามารถนำมาใช้ในการปรับปรุงดิน ได้แก่

- ปุ๋ยคอกและปุ๋ยหมัก เป็นการเพิ่มอินทรียวัตถุให้แก่ดิน เนื่องดินเค็มสูญเสียอินทรียวัตถุได้ง่ายจากการจับตัวกับโซเดียมเป็นโซเดียมฮิวเมทละลายน้ำได้ดี และทำให้ถูกชะล้างและระเหยขึ้นมาสะสมที่ผิวดินได้ง่าย

- ปุ๋ยพืชสด เป็นปุ๋ยที่ช่วยเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดินและความสามารถในการดูดซับธาตุอาหารของดินรวมทั้งช่วยในการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของดิน โดยพืชที่ทนต่อสภาพดินเค็มที่อาจใช้ได้ดี ได้แก่ โสนคางคกและโสนอินเดีย ส่วนแกลบเป็นวัสดุที่ใช้ได้ดีในกรณีที่ดินเค็มมีเนื้อดินเป็นดินเหนียว เมื่อมีการคลุกเคล้าแกลบลงไปในดินจะช่วยลดความแน่นทึบของดิน ทำให้ดินมีการระบายน้ำดี

- ฟางและตอซังข้าว เป็นวัสดุปรับปรุงดินซึ่งสามารถนำมาใช้ได้โดยตรงหรือผ่านขบวนการใช้ประโยชน์อย่างอื่นก่อน การใช้ประโยชน์โดยตรงได้แก่การไถกลบฟางข้าวและตอซังลงไป

ในดินเพื่อเพิ่มอินทรียวัตถุ และช่วยปรับปรุงโครงสร้างของดินให้ดีขึ้น ส่วนในทางอ้อมใช้เป็นวัสดุคลุมดินเพื่อรักษาอุณหภูมิดิน และช่วยป้องกันการระเหยของน้ำในดิน (ปรัชญา, 2536) อย่างไรก็ตามศักยภาพของการนำวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรและอุตสาหกรรมมาใช้ประโยชน์ดังกล่าวนั้นจะขึ้นอยู่กับองค์ประกอบของวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรและอุตสาหกรรมด้วย

สารโพลิเมอร์ที่ใช้กับดินทางการเกษตร คือสารจำพวกPolyacrylamide (PAM) การใส่สารพวกนี้ลงไปในดินมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ดินเกิดเป็นเม็ดดินที่คงทนต่อแรงปะทะของน้ำเพื่อเพิ่มการซึมน้ำและลดการกษัยการ โดยทั่วไปสารพวกนี้จะต้องอยู่ในรูปที่ละลายน้ำได้ และเคลือบเป็นฟิล์มบางๆในดินและเชื่อมอนุภาคดินให้ติดกันเมื่อสารนี้แห้ง ฟิล์มนี้จะไม่ละลายในน้ำ แต่ให้น้ำและอิออนต่างๆผ่านเข้าออกได้ (Vershinnin, 1971) ประสิทธิภาพในการเชื่อมดินจะขึ้นกับน้ำหนักโมเลกุลของ PAM (El Morsy et al., 1991) หลักการโดยทั่วไปสารที่นำมาใช้เป็นวัสดุปรับปรุงดินควรจะมีน้ำหนักโมเลกุลประมาณ 10^6 และเป็นโพลีเมอร์พวกประจุลบ ส่วนโพลีเมอร์พวกประจุบวกจะเชื่อมดินเข้าด้วยกันได้ง่าย แต่ไม่ค่อยมีเสถียรภาพรวมทั้งจะเป็นพิษต่อรากพืชและสัตว์ในดินเพราะโพลีเมอร์พวกนี้จะรัดสิ่งมีชีวิตเหล่านั้นเข้าด้วยกัน ดังนั้นจึงไม่มีการใช้โพลีเมอร์พวกประจุบวกในดินทางการเกษตร

งานทดลองที่เกี่ยวข้อง

ในการปรับปรุงดินเค็มเพื่อสำหรับปลูกพืชสามารถกระทำได้หลายวิธี และหลักการพื้นฐานในการปรับปรุงดินเค็ม คือ การชะล้างเกลือออกจากดิน แต่สำหรับดินที่ผ่านการทำนากุ้งมานาน นอกจากจะมีข้อจำกัดในเรื่องของความเค็มแล้ว ยังพบปัญหาในเรื่องของโซเดียมที่สะสมในดินมากเกินไปส่งผลต่อความแน่นทึบของดิน ทำให้ความสามารถในการให้น้ำซึมผ่านได้ช้า ซึ่งจะมีผลเสียต่อการเก็บกักน้ำไว้ในดินและการงอกของเมล็ดตลอดจนการเจริญเติบโตของพืช ดังนั้นการแก้ข้อจำกัดของดินนากุ้งร้างคือ การใช้น้ำล้างดินร่วมกับการใช้วัสดุปรับปรุงดินที่ทำให้โซเดียมในดินถูกแทนที่ และถูกชะล้างออกไปจากบริเวณรากพืชหรือให้เหลืออยู่ในดินในระดับที่ไม่มีผลกระทบต่อการเติบโตของพืช (Bouma และ Wosten ,1984) พร้อมกันนี้วัสดุปรับปรุงดินจะช่วยปรับปรุงสมบัติที่เป็นข้อจำกัดทางกายภาพของดินด้วย

วัสดุปรับปรุงดินเค็ม

วัสดุปรับปรุงดินที่นิยมนำมาใช้ปรับปรุงดินเค็มโซดิก ได้แก่ ยิปซัม เพราะเป็นวัสดุที่หาง่ายและมีราคาไม่แพง Ilyas และคณะ (1993) ได้ศึกษาประสิทธิภาพของยิปซัมที่มีต่อความสามารถในการให้น้ำซึมผ่านของดินเค็มโซดิก พบว่าการใส่ยิปซัมโดยการหว่านลงในดินหลังจากทดลองเป็นระยะเวลา 1 ปี ทำให้ความสามารถในการให้น้ำซึมผ่านของดินชั้นบน (0-20 เซนติเมตร) เร็วขึ้น และในปี 1997 ได้ศึกษาผลของยิปซัมที่มีต่อปริมาณของโซเดียมและค่าการนำไฟฟ้าของดิน และรายงานว่าหลังจากที่ใส่ยิปซัมในดิน 6 เดือน ทั้งค่าโซเดียมและค่าการนำไฟฟ้าในดินบนเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับดินที่ไม่ใส่ยิปซัม แต่ไม่มีความแตกต่างหลังจากใส่ยิปซัม 1 ปี แสดงว่าหลังจากใส่ยิปซัมลงในดิน 6 เดือน ยิปซัมทำให้โซเดียมที่ถูกแทนที่ละลายออกมามาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในดินบน

เมื่อมีการคลุกยิปซัมลงไปในดิน การปรับปรุงดินจะเกิดขึ้นก่อนในบริเวณที่ใส่ยิปซัมและจะเกิดที่ระดับลึกลงไปหลังจากส่วนผสมบนได้รับการปรับปรุงแล้ว ดังนั้นถ้าต้องการปรับปรุงดินล่างจึงต้องใส่ยิปซัมให้เพียงพอ และในขณะที่ดินบนถูกปรับปรุง น้ำที่ถูกชะล้างลงไปในดินล่างจะมีความเค็มเพิ่มขึ้น ดังนั้นศักยภาพการซึมน้ำของดินที่ความลึกนั้นๆจะเพิ่มขึ้นด้วย ซึ่งทำให้เพิ่มการชะล้างโซเดียมส่วนเกินพ้นจากโซนรากพืช (Hanson, 1993)

Lebron และคณะ (2001) รายงานว่ายิปซัมจะป้องกันการแตกของเม็ดดินและการแตกของเม็ดดินจะลดลงเป็นสัดส่วนกับปริมาณยิปซัมที่ใส่ และขนาดของเม็ดดินมีความสัมพันธ์กับปริมาณโซเดียมกล่าวคือ ถ้าค่า SAR ของดินเพิ่มขึ้นเม็ดดินจะยิ่งเล็กลงและจะสัมพันธ์โดยกลับกับความหนาแน่นดิน

ยิปซัมส่วนหนึ่งที่คลุกกับดินจะใช้ในการสะเทินคาร์บอเนตที่ละลายน้ำได้ให้ตกตะกอนเป็น $CaCO_3$ ดังนั้นถ้าคลุกยิปซัมกับดินยิ่งลึกก็จะเปลืองยิปซัมมาก จึงแนะนำว่าควรให้น้ำชลประทานก่อนเพื่อล้างโซเดียมคาร์บอเนตแล้วจึงคลุกหรือใส่ยิปซัมบนผิวดิน (Khosla et al. 1973 อ้างใน Abrol et al, 1988)

Kazman และคณะ (1983) ศึกษาการซึมน้ำของดินโซดิกที่มีค่าความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (CEC) เท่ากับ 39.0 มิลลิกรัมสมมูลย์/ดิน100 กรัม พบว่า เปอร์เซ็นต์โซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินที่แตกต่างกันมีผลทำให้อัตราการแทรกซึมน้ำ (infiltration rate) ของดินแตกต่างกันและมีอัตราลดลงเมื่อปริมาณของน้ำผ่านดินเพิ่มขึ้น แต่เมื่อมีการใส่ยิปซัมลงไป 5 ตัน/ เฮกตาร์ การซึมน้ำของดินมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับดินที่ไม่ใส่ยิปซัม อีกทั้งดินที่มีค่าเปอร์เซ็นโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้สูงจะมีอัตราการซึมน้ำต่ำกว่าดินที่มีเปอร์เซ็นต์โซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ต่ำ

อย่างไรก็ตามความสามารถของยิปซัมในการลดปริมาณโซเดียมที่แลกเปลี่ยน ขึ้นอยู่กับความหยาบและละเอียดของยิปซัม Elshout และ Kamphorst (1990) ได้ศึกษาความหยาบและความละเอียดของยิปซัมที่มีผลต่อการปลดปล่อยโซเดียมที่ถูกดูดซับไว้ในดินเค็ม พบว่า ยิปซัมที่มีความละเอียดน้อยกว่า 1.5 มิลลิเมตร ทำให้เปอร์เซ็นต์โซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินลดลงเร็วกว่ายิปซัมที่มีขนาดใหญ่กว่า ซึ่งได้แก่ส่วนผสมของขนาด 1.5 มิลลิเมตรจนถึงขนาด0.5 มิลลิเมตร อย่างไรก็ตามความละเอียดของยิปซัมทุกขนาดมีผลทำให้เปอร์เซ็นต์โซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินลดลง

สุทัส โปรษยกุล และคณะ (2537) พบว่าการชะล้างดินด้วยน้ำร่วมกับการใส่ยิปซัมอัตรา 2.8 ตัน/ไร่ ทำให้ปริมาณของโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินลดลงอย่างมีนัยสำคัญ และการใส่วัสดุอินทรีย์ซึ่งได้แก่ขี้เถ้าแกลบ ปุ๋ยหมัก และปุ๋ยคอกอัตรา 3 ตัน / ไร่ ช่วยให้จำนวนฝักและน้ำหนักฝักสดของกระเจี๊ยบเขียวสูงขึ้น

นฤมล อึ้งพลาชัย และ ภาวิณี เกิดฤทธิ์ (2542) รายงานว่า ดินนากุ้งร้างที่ได้รับการชะล้างความเค็มและมีการใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยคอกอย่างเหมาะสม เป็นตำรับการทดลองที่คะน้าให้น้ำหนักแห้งมากที่สุด ประไพและคณะ (2540) ผสมฟางเพาะเห็ดอัตรา 1 กก / ดิน 160 กก. ร่วมกับการล้างดิน ทำให้ข้าวโพดมีเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดจนถึงเก็บเกี่ยวสูงที่สุดคือ 85 %

ชูสิน วรเดช (2540) พบว่า หญ้ามอริชัสสามารถเจริญเติบโตได้ดีในดินนากุ้งร้างที่มีการผสมยิปซัมร่วมกับใส่แกลบ 8% และผ่านการล้างดินด้วยน้ำ สมบูรณ์ ประสงค์จันทร์(2545) ใช้ยิปซัมและน้ำกรองล้างดินและใส่ธาตุอาหารในอัตรา 0.75 เท่าของอัตราธาตุอาหารพืชพื้นฐานส่งผลให้ข้าว กข 7 มีการเจริญเติบโตได้ดี

<u>สารโพลีเมอร์กับการปรับปรุงดินเค็มโซดิก</u>

El Morsy และคณะ (1991) รายงานว่าการใช้สารโพลีอครีลาไมด์ (PAM) กับดินบนที่มีรอยแตกที่ผิวหน้าดินจากการชลประทานด้วยน้ำที่มีความเค็มแตกต่างกันสามารถเพิ่มอัตราการซึมน้ำของดินอย่างมีนัยสำคัญ เนื่องจากPAMทำให้ขนาดเฉลี่ยของเม็ดดินที่คงทนต่อแรงเขย่าในน้ำเพิ่มขึ้น (Halia และ Letey ,1989) การเพิ่มปริมาณสารโพลีเมอร์จะเพิ่มการนำน้ำและเพิ่มการชะล้างเกลือออกจากดินในดินที่มีรอยแตกอยู่ก่อน แต่จะไม่ค่อยมีผลถ้าใส่ในดินเดียวกันที่ไม่มีรอยแตก แสดงให้เห็นว่าสารโพลีเมอร์ทำให้รอยแตกคงสภาพในดินได้นานขึ้น แต่การซึมน้ำจะลดลงเมื่อดินผ่านการเปียกและแห้งหลายครั้งติดต่อกัน(Malik ,et at., 1991)

Zahow และคณะ (1992) ใช้ PAM ร่วมกับยิปซัมในการปรับปรุงดินเค็มโซดิก พบว่า PAM สามารถเพิ่มค่าการนำน้ำในดิน (Saturated hydraulic conductivity, Ks) อย่างมีนัยสำคัญ เฉพาะในดินที่มีเปอร์เซ็นต์โซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้น้อยกว่า 15 เท่านั้น แต่จะไม่มีนัยสำคัญในดินที่มีเปอร์เซ็นต์โซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้มากกว่า 15 และรายงานว่าการใส่ยิปซัมในดินที่มีเปอร์เซ็นต์โซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ 32 ร่วมกับ PAM ทำให้ค่าการนำน้ำของดินมากกว่าการใส่ยิปซัมเพียงอย่างเดียว เขาเสนอแนะการปรับปรุงการนำน้ำของดินโดยโพลีเมอร์ว่าควรใช้กับดินที่มีโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ต่ำ และถ้าใช้กับดินที่มีเปอร์เซ็นต์โซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้สูงต้องใช้ร่วมกับยิปซัมที่สามารถลดการแตก(slaking) และการฟุ้งกระจายของดิน(dispersion) เพราะในดินที่มีโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้มากกว่า 15 กลไกที่ควบคุมการนำน้ำคือการพองตัวของดิน(swelling) และไม่มีโพลีเมอร์ตัวใดที่ลดการพองตัวของดินได้

Wallace and Wallace (1986) สรุปว่า การใช้สารสังเคราะห์พวกโพลิเมอร์ประจุบลบมีผลต่อการงอกของเมล็ด ช่วยลดการแตกของผิวหน้าดิน Shainberg และคณะ(1990) Zahow.และ Amrhein (1993) รายงานผลการศึกษาประสิทธิภาพการใช้สารโพลิเมอร์ร่วมกับยิปซัมว่า สามารถชะล้างเกลือออกจากดินได้สูงถึง 10.11 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เมื่อเปรียบเทียบกับดินที่ไม่ได้ใส่สารโพลิเมอร์ Cook(1986) รายงานผลการศึกษาประสิทธิภาพการใช้สารโพลิเมอร์ร่วมกับยิปซัมว่าทำให้ดินไม่จับตัวกันแน่นและลดการฟุ้งกระจายของอนุภาคดินเหนียว แต่อย่างไรก็ตามในกรณีที่ดินมีเปอร์เซ็นต์โซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้สูงกว่า 15 การใช้ PAM อย่างเดียวไม่สามารถทำให้อัตราการซึมน้ำสูงขึ้น

<u>วัสดุปรับปรุงดินกับการระเหยของน้ำ</u>

ในช่วงแรกที่ดินเค็มยังไม่ได้รับการปรับปรุง การป้องกันไม่ให้เกลือที่ละลายได้ขึ้นมาสะสมที่ผิวดินจะเป็นการช่วยลดปัญหาเกี่ยวกับดินเค็มได้วิธีการหนึ่ง Rahman และคณะ (1996) ทำงานทดลองพบว่าวัสดุปรับปรุงดินอินทรีย์และอนินทรียที่ผสมกับดินบน จะช่วยเพิ่มการซึมน้ำลงในดินเหนียวและเพิ่มการชะล้างเกลือ โดยทรายสามารถเพิ่มการซึมน้ำของดินเค็มโซดิกและลดการระเหยของน้ำได้ถึง 32 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับดินที่ไม่มีอะไรคลุม โดยมีวัสดุคลุมดินอื่นที่มีประสิทธิภาพลดหลั่นกันคือ มูลไก่ ยิปซัม ผักตบชวา ปุ๋ยคอก และกากตะกอนของเสียตามลำดับ

ดินเค็มที่มีเกลือสะสมอยู่ เมื่อเกิดการระเหยน้ำอันเนื่องจากความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างกลางวันและกลางคืน ทำให้เกิดการสูญเสียความชื้นออกไปจากหน้าตัดดินและเกลือระเหย

ขึ้นมาเป็นพิษต่อพืชที่ปลูกได้ ดังนั้นวิธีการที่ดีที่สุดคือการรักษาระดับความชื้นของผิวหน้าดินเพื่อไม่ให้เกลือระเหยขึ้นมา Dhankar และ Abrol (1973) อ้างใน Abrol et al (1988) รายงานว่าการใช้แกลบคลุมดินด้วยความหนาต่างๆกันแล้วขังน้ำไว้จะช่วยให้เกิดการชะล้างเกลือสู่ดินล่างมากขึ้น และลดเปอร์เซ็นต์โซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ และทำให้ข้าวที่ปลูกในช่วง12 เดือนถัดมามีผลผลิตดีขึ้น การเพิ่มความหนาของแกลบจะเพิ่มการชะล้างเกลือมากขึ้น และยังรายงานว่าตั้งแต่เริ่มการปรับปรุงดินเค็มโซดิกจะต้องปลูกพืชติดต่อกันตลอด และการปลูกข้าว1ครั้งในแต่ละรอบปีจะช่วยให้ดินลดเปอร์เซ็นต์โซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้

Miller และคณะ.(1965) และ Oster และคณะ (1972).อ้างใน Rahman et al. 1996 รายงานการทดลองที่ชี้ให้เห็นว่าการขังน้ำบนดินเป็นระยะๆ จะช่วยให้การชะล้างเกลือในดินได้ดีกว่าการขังน้ำตลอดเวลา เพราะน้ำที่ขังอยู่บนดินมีโอกาสซึมลงในดินมากขึ้น และการที่ดินเปียกสลับแห้งทำให้ดินแตกเกิดเป็นร่องที่สามารถให้น้ำผ่านลงไปในดินได้มากขึ้น ประสิทธิภาพการชะล้างเกลือจะเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มช่วงเวลาการให้น้ำ (Dahab et al., 1988)

การนำวัสดุอินทรีย์มาคลุมดินจะให้ผลดีเพราะวัสดุอินทรีย์มีความสามารถอุ้มน้ำได้หลายเท่าของน้ำหนักของอินทรียวัตถุ นอกจากนี้เมื่อวัสดุอินทรีย์สลายตัวจะก่อให้เกิดสารเชื่อมทำให้อนุภาคของดินเกาะตัวกันเป็นเม็ดดิน ส่งผลให้การซึมน้ำดีขึ้น Miller และ Aratat (1971) อ้างโดย ปรัชญา (2536) ศึกษาการซึมน้ำในดินที่มีอินทรียวัตถุปริมาณต่างๆกันพบว่า เมื่อให้น้ำแบบปล่อยน้ำตามร่อง อัตราการซึมน้ำเป็นไปได้ดีและต่อเนื่องในดินที่มีอินทรียวัตถุสูงเมื่อเปรียบเทียบกับดินที่มีอินทรียวัตถุต่ำ ส่งผลให้ระบบรากของพืชแผ่กระจายในดินที่มีอินทรียวัตถุสูงได้อย่างกว้างขวาง และทำให้ระบบรากสามารถดูดธาตุอาหารได้มากขึ้น