

การเกษตรในพื้นที่ดินเค็มของประเทศไทย
เพื่อรับมือกับความต้องการทางอาหาร

Saline Agriculture in Thailand to Cope of
Food Requirement

ไพรัช พงษ์วิเชียร
กองวิจัยและพัฒนาการจัดการที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน

ตุลาคม 2560

สารบัญ

	หน้า
สารบัญตาราง	(ค)
สารบัญภาพ	(ง)
สารบัญตารางภาคผนวก	(จ)
สารบัญภาพภาคผนวก	(ฉ)
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 การเกษตรของประเทศไทย	1
1.2 การเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากร	4
บทที่ 2 ดินปัญหาในประเทศไทย	9
2.1 ความหมาย	9
2.2 การจำแนกดินปัญหา	9
2.3 แนวทางการแก้ไขดินปัญหา	12
บทที่ 3 ดินเค็มในประเทศไทย	19
3.1 ความหมาย	19
3.2 การจำแนกดินเค็ม	20
3.3 การเกิดและการแพร่กระจาย	20
3.4 ผลกระทบต่อการเกษตร	26
3.5 ข้อมูลความทนเค็มของพืช (crop salt tolerant data)	27
บทที่ 4 หลักการประยุกต์ปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงเพื่อการเกษตรในพื้นที่ดินเค็ม	35
4.1 พระราชดำริด้านดินเค็ม	35
4.2 หลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง	35
4.3 ความหมายและแนวทางการดำเนินการเกษตรในพื้นที่ดินเค็ม	38
4.4 ความสำคัญ	39
4.5 การจัดการดิน	40
4.6 การจัดการน้ำ	48
4.7 การจัดการพืช	54
4.8 การจัดการดินเค็มแบบเกษตรกรรมมีส่วนร่วม	63
บทที่ 5 การจัดการดินเค็มเพื่อเพิ่มผลผลิตข้าว	66
5.1 บทนำ	66
5.2 ผลกระทบของความเค็มต่อข้าว	66
5.3 กลไกการทนเค็มของข้าว	68
5.4 แนวทางการเพิ่มผลผลิตข้าวในพื้นที่ดินเค็ม	68
5.5 ตัวอย่างของความสำเร็จ	80
บทที่ 6 การจัดการดินเค็มเพื่อเพิ่มผลผลิตพืชไร่ พืชผักและพืชอาหารสัตว์	83
6.1 บทนำ	83
6.2 การปรับปรุงพื้นที่ดินเค็มน้อยถึงเค็มปานกลางเพื่อเพิ่มผลผลิตพืช	83
6.3 แนวทางการจัดการดินเค็มเพื่อเพิ่มผลผลิตพืช	84

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
6.4 ตัวอย่างของความสำเร็จ	86
บทที่ 7 การจัดการดินเค็มเพื่อเพิ่มผลผลิตพืชยืนต้น	89
7.1 บทนำ	89
7.2 งานวิจัยการปลูกไม้ยืนต้น	89
7.3 ตัวอย่างของความสำเร็จ	90
บทที่ 8 สรุปและข้อเสนอแนะ	93
เอกสารอ้างอิง	98
ภาคผนวก	115

ตารางที่	สารบัญตาราง	หน้า
1.1	สภาพการใช้ที่ดินของประเทศไทย ปี พ.ศ. 2553-2556 มาตราส่วน 1:25,000	2
1.2	จำนวนประชากรของโลกและทวีปต่างๆ ในช่วงปี ค.ศ. 1950-2015 (ล้านคน)	4
1.3	จำนวนประชากรของประเทศไทย ระหว่างปี พ.ศ. 2535-2558 (คน)	5
1.4	จำนวนประชากรของประเทศไทย จากการคาดการณ์ระหว่างปี ค.ศ. 2015-2050	6
2.1	พื้นที่ดินปัญหาของประเทศไทย (ไร่)	11
3.1	การแบ่งชั้นระดับความเค็มของดินโดยใช้ค่าการนำไฟฟ้าของดิน และความสามารถในการทนเค็มของพืช	19
3.2	การแพร่กระจายดินเค็มเมื่อพิจารณาจากคราบเกลือในจังหวัดต่างๆ ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (ไร่)	24
3.3	Salt tolerance of herbaceous crops.	30
3.4	Salt tolerance of woody crops.	33
4.1	คุณภาพน้ำชลประทานตามระบบของสหรัฐอเมริกา	50
4.2	แสดงคุณภาพน้ำเพื่อการชลประทานตามระบบของ FAO	50
4.3	การคัดเลือกปลูกพืชในดินเค็ม	57
5.1	ผลของวันปลูกต่อมวลชีวภาพของโสน 2 ชนิดและผลิตข้าว (กิโลกรัมต่อไร่)	76
5.2	ผลของอายุสับกลบโสนอัฟริกันและ <i>A. afraspera</i> ต่อผลผลิตข้าวในดินเค็ม (กิโลกรัมต่อไร่)	77
5.3	ผลของการใช้โสนอัฟริกันและวิธีปลูกข้าวต่อผลผลิตข้าว 2 พันธุ์ (กิโลกรัมต่อไร่)	78
5.4	ผลของวัสดุปรับปรุงดินต่อผลผลิตข้าวในดินเค็มจัด (กิโลกรัมต่อไร่)	78

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1.1	สภาพการใช้ที่ดินของประเทศไทย ปี พ.ศ. 2553-2556	3
2.1	แผนที่ดินมีปัญหาของประเทศไทย	10
3.1	การแพร่กระจายดินเค็มในประเทศไทย	21
3.2	ดินเค็มภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และผลกระทบต่อพืช	22
3.3	แผนที่การแพร่กระจายดินเค็มภาคตะวันออกเฉียงเหนือโดยดูจากคราบเกลือ	23
3.4	ดินเค็มภาคกลางและผลกระทบกับพืช	25
3.5	ดินเค็มชายทะเล	25
4.1	การวางท่อระบบระบายน้ำใต้ดิน	45
4.2	ระบบโพลเดอร์ (Polder system)	46
4.3	<i>Sporobolus virginicus</i> (Dixie grass) และ Salt gland ของหญ้าตีนตุ๊กแก	47
4.4	ตำแหน่งการปลูกพืชในพื้นที่ดินเค็มที่มีการยกทรงแตกต่างกัน	60
5.1	ผลกระทบของความเค็มต่อข้าว	68
5.2	การปรับปรุงแปลงนาด้วยระบบอนุรักษ์ดินและน้ำแบบที่ 1	69
5.3	การปรับปรุงแปลงนาด้วยระบบอนุรักษ์ดินและน้ำแบบที่ 2	70
5.4	โซนาอัฟริกกัน	75
5.5	ปมที่ลำต้นของโซนาอัฟริกกัน	75
5.6	นางระเบียบบ สาละ และแปลงข้าวขาวดอกมะลิ 105	81
5.7	นายโกมล อ่อนสด และแปลงข้าวหอมมะลิ 105	82
6.1	นายบุญกว้าง ยอดสง่า และผลผลิตจากแปลงพริก	87
6.2	การห่มดินในแปลงผัก	88
7.1	หมอดินส่วน ทองถนอม กับสวนฝรั่งและมะขามเทศ	91
7.2	นายสมาน เย็นเพชร กับสวนฝรั่งกิมจู	92

สารบัญตารางภาคผนวก

ตารางภาคผนวกที่		หน้า
1	จำนวนประชากรของทวีปต่างๆ จากการคาดการณ์ระหว่างปี ค.ศ. 2015-2050 (ล้านคน)	117
2	การกระจายของดินเค็มและดินโซดิกในทวีปต่างๆ	117
3	ชนิดของพืชปุ๋ยสดที่สำคัญของประเทศไทย	118
4	เปรียบเทียบข้อดีและข้อเสียของโสนชนิดต่างๆ	119
5	ผลของอายุสับกลบโสนอัฟริกันต่อน้ำหนักสด ปริมาณไนโตรเจน การสะสม ไนโตรเจนและผลผลิตข้าวในพื้นที่ดินเค็มน้อย	120

สารบัญภาพภาคผนวก

ภาพภาคผนวกที่		หน้า
1	ระดับความรุนแรงของดินเค็ม จำแนกโดยใช้คราบเกลือ	121
2	ควินัว (<i>Chenopodium quinoa</i>)	122
3	เมล็ดควินัว (<i>Chenopodium quinoa</i>)	122
4	Amaranth (<i>Amaranthus cruentus</i>)	122

บทที่ 1

บทนำ

1.1 การเกษตรของประเทศไทย

ประเทศไทย ตั้งอยู่ในทวีปเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ระหว่างเส้นรุ้งที่ 5-21 องศาเหนือ (Latitude of 5-21° N) และเส้นแวงที่ 98-106 องศาตะวันออก (Longitude of 98-106° E) มีพื้นที่ทั้งหมด 320,696,888 ไร่ สภาพภูมิอากาศจัดอยู่ในเขตร้อน (Tropical) มีจำนวนประชากรตามประกาศกรมการปกครอง กระทรวงมหาดไทย เมื่อเดือนธันวาคม 2558 ทั้งหมด 65,729,098 คน

ประเทศไทย เป็นที่ยอมรับว่าเป็นประเทศเกษตรกรรม มีการประกอบอาชีพเกษตรกรรมมาตั้งแต่ยุคโบราณ รายได้จากภาคเกษตรมีความสำคัญกับเศรษฐกิจของประเทศไทยตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน สินค้าเกษตรทำรายได้ให้กับประเทศในระดับต้นๆ สินค้าเกษตรที่สำคัญได้แก่ ข้าว ข้าวโพด พืชไร่ พืชผัก ไม้ดอก พืชสมุนไพร ไม้ผล เป็นต้น แม้ว่าประเทศไทยเป็นผู้นำในการส่งออกสินค้าเกษตรแต่อย่างไรก็ตามการทำการเกษตรมีแนวโน้มลดลง เหตุผลหนึ่งน่าจะเป็นผลมาจากราคาสินค้าเกษตรที่ไม่แน่นอน ทำให้รายได้ไม่แน่นอน นอกจากนี้ยังมีเรื่องกลไกทางเศรษฐกิจของโลก ส่งผลทำให้เปลี่ยนแปลงการเกษตรไปสู่อุตสาหกรรมอาหาร (Falvey, 2000) และพบว่าการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินเกิดขึ้น ซึ่งสภาพการพื้นที่และการเปลี่ยนแปลงพื้นที่การเกษตรของประเทศไทยมีดังนี้

1.1.1 สภาพการใช้พื้นที่เพื่อการเกษตร

จากที่กล่าวข้างต้นที่ว่าประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรมในการใช้พื้นที่เพื่อการเกษตรจะแบ่งตามลักษณะของพื้นที่ Vijarnsorn and Eswaran (2002) ได้สรุปไว้ในพื้นที่ลุ่มต่ำจะใช้ในการปลูกข้าวแบบหว่านข้าวвок พื้นที่ราบใช้ปลูกข้าวแบบนาดำ พื้นที่ดอนใช้ปลูกพืชไร่ หญ้า ไม้พุ่ม และไม้ยืนต้น โดยที่เกษตรกรรมมีพื้นที่ถือครองขนาดเล็กประมาณ 22.5 ไร่ จากรายงานสถิติการเกษตรของประเทศไทยปี 2557 ของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2559) พบว่าประเทศไทยมีพื้นที่ทั้งหมด 320,696,888 ไร่ เป็นพื้นที่เกษตร 149,225,195 ไร่ คิดเป็น 46.5 เปอร์เซ็นต์

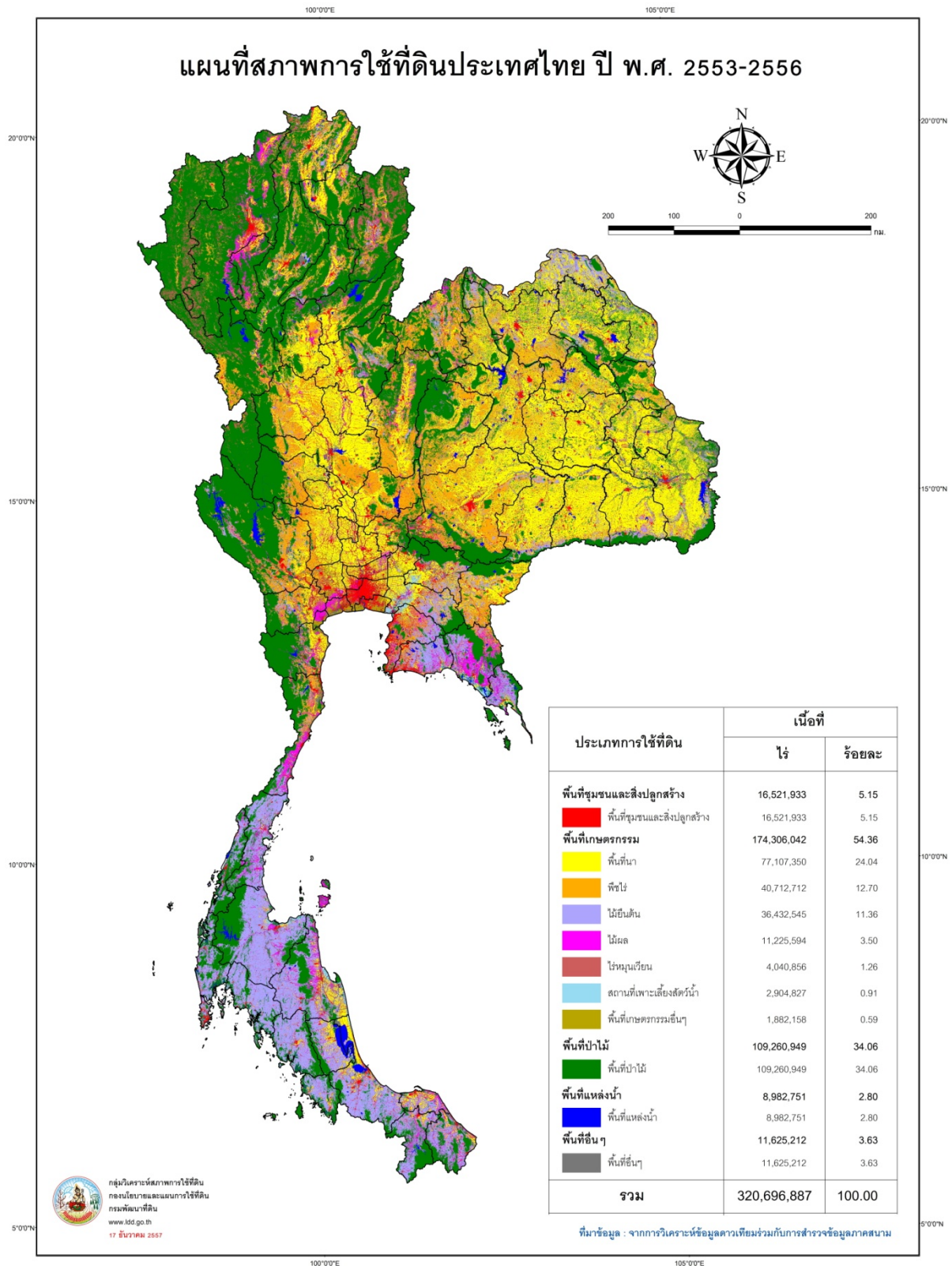
กรมพัฒนาที่ดินได้มีการจำแนกสภาพการใช้ที่ดินหลักออกเป็น 5 ประเภทคือ พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง พื้นที่เกษตรกรรม พื้นที่ป่าไม้ พื้นที่แหล่งน้ำ และพื้นที่เบ็ดเตล็ดและการใช้ที่ดินที่นอกเหนือจาก 4 ประเด็นข้างต้นซึ่งจากการสำรวจและจัดทำแผนที่การใช้ที่ดินของประเทศไทยในปี พ.ศ. 2553-2556 ใช้การคำนวณเนื้อที่โดยการวิเคราะห์จากเทคโนโลยีภูมิศาสตร์สารสนเทศพบว่า ประเทศไทยมีเนื้อที่ทั้งหมดประมาณ 320.67 ล้านไร่ แบ่งตามสภาพการใช้ที่ดินหลัก 5 ประเภทดังแสดงในตารางที่ 1.1 และภาพที่ 1.1 รายละเอียดดังนี้

- 1) พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้างมีพื้นที่ประมาณ 16.52 ล้านไร่ คิดเป็น 5.15 เปอร์เซ็นต์
- 2) พื้นที่เกษตรกรรมมีพื้นที่ประมาณ 174.31 ล้านไร่ คิดเป็น 54.36 เปอร์เซ็นต์ ของพื้นที่ประเทศ ซึ่งจะแบ่งเป็น 7 กลุ่มได้แก่ นาข้าว พืชไร่ ไม้ยืนต้น ไม้ผล พืชไร่หมุนเวียน สถานที่เพาะเลี้ยงสัตว์ และเกษตรกรรมอื่นๆ
- 3) พื้นที่ป่าไม้มีพื้นที่ 109.26 ล้านไร่ คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ 34.06 เปอร์เซ็นต์
- 4) พื้นที่แหล่งน้ำมีพื้นที่ประมาณ 8.98 ล้านไร่ คิดเป็น 2.80 เปอร์เซ็นต์
- 5) พื้นที่เบ็ดเตล็ดมีพื้นที่ 11.63 ล้านไร่ คิดเป็น 3.63 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 1.1 สภาพการใช้ที่ดินของประเทศไทย ปี พ.ศ. 2553-2556 มาตราส่วน 1:25,000

ประเภทการใช้ที่ดิน	เนื้อที่ (ไร่)	ร้อยละ
1. พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	16,521,933	5.15
2. พื้นที่เกษตรกรรม	174,306,042	54.36
2.1 นาข้าว	77,107,350	24.04
2.2 พืชไร่	40,712,712	12.70
2.3 ไม้ยืนต้น	36,432,545	11.36
2.4 ไม้ผล	11,225,594	3.50
2.5 พืชไร่หมุนเวียน	4,040,856	1.26
2.6 สถานที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ	2,904,827	0.91
2.7 สถานที่เกษตรกรรมอื่นๆ	1,882,158	0.59
3. พื้นที่ป่าไม้	109,260,949	34.06
4. พื้นที่แหล่งน้ำ	8,982,751	2.80
5. พื้นที่เบ็ดเตล็ด	11,625,212	3.63
รวม	320,696,887	100.00

ที่มา: กรมพัฒนาที่ดิน (2558ก)



ภาพที่ 1.1 สภาพการใช้ที่ดินของประเทศไทย ปี พ.ศ. 2553-2556

1.1.2 การเปลี่ยนแปลงพื้นที่การเกษตร

จากข้อมูลดังกล่าวจะเห็นได้ว่าการใช้ที่ดินเพื่อการเกษตรกรรมมีสัดส่วนมากที่สุดถึง 54.36 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งก็สอดคล้องกับข้อความที่ว่าประเทศไทยเป็นที่ยอมรับว่าเป็นประเทศเกษตรกรรม แต่อย่างไรก็ตามสภาพการใช้ที่ดินมีการเปลี่ยนแปลง ซึ่งเกี่ยวข้องกับปัจจัยหลักๆ มี 2 ประเภทคือ (1) ปัจจัยทางกายภาพ เช่น ลักษณะดิน ภูมิประเทศ โครงการชลประทาน ที่ตั้งโรงงาน เป็นต้น และ (2) ปัจจัยทางเศรษฐกิจและสังคม เช่น จำนวนประชากร นโยบายการส่งเสริมของรัฐ ราคาผลผลิตและสภาวะตลาดภายในและภายนอกประเทศ (กรมพัฒนาที่ดิน, 2558ก)

การเปลี่ยนแปลงพื้นที่การเกษตรมี 3 ลักษณะ คือ (1) การบุกรุกพื้นที่ป่า (2) การนำพื้นที่การเกษตรไปพัฒนาเป็นชุมชน ที่อยู่อาศัย และอื่นๆ และ (3) การเกิดสภาพดินมีปัญหา ทำให้ไม่เหมาะสมกับการเกษตร

1.2 การเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากร

การเพิ่มขึ้นของประชากรโลกและของประเทศไทย เป็นดังนี้

1.2.1 การเพิ่มของประชากรของโลก

จากข้อมูลของ Population Division, Department of Economic and Social Affairs, United Nations ซึ่งเป็นการประเมินประชากรโลกแสดงให้เห็นว่าประชากรโลกเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยในปี ค.ศ. 1950 มีประชากร 2,525 ล้านคน เพิ่มขึ้นเป็น 6,126 ล้านคน ในปี ค.ศ. 2000 และเพิ่มขึ้นเป็น 7,349 ล้านคน ในปี ค.ศ. 2015 ดังแสดงในตารางที่ 1.2 United Nations ยังได้คาดการณ์ว่าประชากรของโลกจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ โดยคาดการณ์ว่าถ้าอัตราการเกิดคงที่ในปี ค.ศ. 2025 จะมีประชากร 8,237 ล้านคน และในปี ค.ศ. 2550 จะมีประชากร 10,827 ล้านคน

ตารางที่ 1.2 จำนวนประชากรของโลกและทวีปต่างๆ ในช่วงปี ค.ศ. 1950-2015 (ล้านคน)

ทวีป	1950	1960	1970	1980	1990	2000	2015
โลก	2,525	3,018	3,682	4,440	5,310	6,127	7,349
แอฟริกา	229	285	366	478	632	814	1,186
เอเชีย	1,394	1,687	2,120	2,626	3,202	3,714	4,393
ยุโรป	549	606	657	694	721	726	738
ลาตินอเมริกาและแคริบเบียน	169	221	288	365	447	527	634
อเมริกาเหนือ	172	204	231	254	281	314	358
โอเชียเนีย	13	16	20	23	27	31	39

ที่มา: Population Division, UN

United Nations (2009) ได้คาดการณ์ว่าในปี ค.ศ. 2025 จะมีประชากรในโลกประมาณ 8.01 พันล้านคน และจะเพิ่มขึ้นเป็น 9 พันล้านคนในปี ค.ศ. 2050 ดังนั้นกลยุทธ์ทางการเกษตรเพื่อผลิตอาหารเลี้ยงชาวโลกจึงเป็นสิ่งที่ท้าทายในศตวรรษที่ 21 เพื่อลดการหิวโหยของประชากร อย่างไรก็ตามการผลิตอาหารให้เพียงพอเป็นเรื่องที่ซับซ้อนมาก ซึ่งองค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ (FAO) คาดการณ์ไว้ว่าในปี ค.ศ. 2008 ความต้องการอาหารเพิ่มขึ้น 20 เปอร์เซ็นต์ ในประเทศที่พัฒนาแล้ว และเพิ่มขึ้น 60 เปอร์เซ็นต์ ในประเทศที่กำลังพัฒนา นอกจากนี้ในเขตแห้งแล้งและกึ่งแห้งแล้งกำลังการผลิตด้านการเกษตรลดลง เนื่องจากการขาดแคลนน้ำเพื่อการชลประทานและการเพิ่มขึ้นของดินเค็ม ซึ่งไปมีผลต่อปริมาณพืชอาหารที่ลดลง (Khan *et al.*, 2006)

นอกจากการเพิ่มขึ้นของประชากรแล้ว ยังมีความจริงบางอย่างที่เกิดขึ้นและมีผลกระทบต่อปริมาณพืชอาหารที่ผลิตได้ คือการนำพื้นที่ที่เคยใช้ปลูกพืชอาหารไปปลูกพืชพลังงานทดแทน ทำให้เกิดเรื่องปัญหาการขาดแคลนอาหาร ปัญหาอื่นๆ เช่น การเกิดภัยพิบัติ การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของโลก การเพิ่มขึ้นของปัญหาดินเสื่อมโทรม การเพิ่มขึ้นของปัญหาดินเค็มส่งผลต่อพื้นที่ทำการเกษตร สุดท้ายก็ไปส่งผลกระทบต่อการผลิตอาหาร (Prins *et al.*, 2011)

1.2.2 การเพิ่มของประชากรของประเทศไทย

การเพิ่มขึ้นของประชากรของประเทศไทย มีอัตราเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องโดยจากประกาศของกรมการปกครองกระทรวงมหาดไทย ในเดือนธันวาคมของแต่ละปีพบว่ามีการเพิ่มขึ้นโดยในปี พ.ศ. 2535 ประเทศไทยมีประชากร 57.78 ล้านคน เมื่อระยะเวลาผ่านไป 10 ปี ประชากรเพิ่มขึ้นเป็น 62.80 ล้านคน ในปี พ.ศ. 2545 ในขณะที่ พ.ศ. 2555 ประชากรเพิ่มขึ้นเป็น 64.46 ล้านคน และจากประกาศกรมการปกครองเมื่อเดือนธันวาคม พ.ศ. 2558 ประเทศไทยมีประชากร 65.73 ล้านคน (ตารางที่ 1.3)

ตารางที่ 1.3 จำนวนประชากรของประเทศไทย ระหว่างปี พ.ศ. 2535-2558 (คน)

ปี พ.ศ.	ประชากร
2535	57,788,965
2540	60,816,227
2545	62,799,872
2550	63,038,247
2555	64,456,695
2558	65,729,098

ที่มา: ประกาศกรมการปกครอง

จากการประเมินของ United Nations ซึ่งในปี ค.ศ. 2015 (พ.ศ. 2558) ประเมินว่าประเทศไทยมีประชากร 67.959 ล้านคน และเมื่ออัตราการเกิดคงที่คาดการณ์ว่าในปี ค.ศ. 2025 (พ.ศ. 2568) ประเทศไทยมีประชากรเพิ่มขึ้นเป็น 69.046 ล้านคน และในปี ค.ศ. 2050 (พ.ศ. 2593) ประเทศไทยมีประชากรลดลงเหลือ 63.129 ล้านคน (ตารางที่ 1.4) ซึ่งสิ่งนี้ในช่วง 10 ปีต่อจากนี้ที่ประชากรเพิ่มขึ้น ทำให้ประเทศไทยต้องการปริมาณอาหารมากขึ้น จำเป็นต้องมีการพัฒนาการเกษตรเพื่อเพิ่มปริมาณผลผลิตพืชอาหารให้มากขึ้น

ตารางที่ 1.4 จำนวนประชากรของประเทศไทย จากการคาดการณ์ระหว่างปี ค.ศ. 2015-2050

ปี ค.ศ./พ.ศ	จำนวนประชากร (x1000 คน)
2015/2558	67,959
2025/2568	69,046
2035/2578	68,308
2045/2588	65,219
2050/2593	63,129

ที่มา: Population Division, UN

1.2.3 ปัญหาจากการเพิ่มประชากรและการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ

1) ปัญหาจากการเพิ่มประชากร

จากปัญหาการเพิ่มขึ้นของประชากร มีความจำเป็นเพิ่มผลผลิตอาหาร โดยที่ Bruce (2012) กล่าวว่า การเพิ่มผลผลิตอาหารสามารถทำได้โดยการเพิ่มผลผลิตพืชต่อพื้นที่ มีระบบการปลูกพืชแบบพิถีพิถัน ประณีต การปรับปรุงทางพันธุกรรมพืชและอาจรวมถึงการใช้พื้นที่ดินที่มีปัญหา ในขณะที่ Jongskul *et al.* (2015) รายงานว่ามีพื้นที่ที่ต้องการเพื่อผลิตอาหารให้เพียงพอกับความต้องการเพิ่มขึ้นปีละ 3 ล้านเฮกตาร์ ดังนั้นการส่งเสริมให้มีการจัดการดินอย่างยั่งยืนจึงเป็นแนวทางเร่งด่วน ที่ต้องรีบทำเพื่อความมั่นคงทางอาหาร

ความต้องการอาหารเพิ่มขึ้นรวดเร็วกว่าการเพิ่มขึ้นของผลผลิตพืช นักวิจัย ผู้กำหนดนโยบาย ควรต้องมิกกลยุทธ์ในการทำการเกษตรทางเลือกใหม่เพื่อตอบสนองต่อภัยดังกล่าว มีการใช้เทคโนโลยีที่ดีกว่าเดิม การเพิ่มความต้องการทางอาหาร ทำให้ความต้องการพื้นที่เพื่อการทำการเกษตรมากขึ้น แต่ก็ต้องพบกับปัญหา คือ ไม่มีพื้นที่เพียงพอที่จะขยาย ซึ่งปัจจัยที่สำคัญอย่างหนึ่งที่มีผลกระทบต่อเพิ่มการผลิตอาหารคือ ความเสื่อมโทรมของดิน (McLaughlin and Kinzelbach, 2015) นอกจากนี้ยังพบปัญหาอื่นๆ เช่น ระบบการชลประทานที่ไม่เพียงพอ การทำการเกษตรแบบไม่ยั่งยืน การใช้ปุ๋ยมากเกินไป การปนเปื้อนมลพิษทางดิน สภาวะการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ และแรงกดดันจากชุมชนทำให้ต้องมีการพิจารณาพื้นที่ที่ไม่เหมาะสมมาทำการเกษตร เช่น พื้นที่ที่มีปัญหาดินเค็ม เป็นต้น (FAO, 1992; Yamaguchi and Blumwald, 2005; Galvani, 2007; Howden, 2007)

ปัจจุบันในหลายๆ ประเทศ ต่างตระหนักถึงความสำคัญของความมั่นคงทางอาหาร ทั้งนี้เนื่องจากมีปัจจัยหลายอย่างเข้ามามีอิทธิพลต่อการผลิตอาหาร เช่น การเพิ่มขึ้นของประชากร การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ การเติบโตของเมือง นโยบายต่างๆ ทำให้ความต้องการทางอาหารมากขึ้น ปัญหาความเสื่อมโทรมของดินก็เป็นอีกปัญหาที่ส่งผลกระทบต่อทำการเกษตร เช่น ดินเปรี้ยว ดินเค็ม ดินทราย ดินขาดความอุดมสมบูรณ์ จึงมีความจำเป็นที่จะต้องหาแนวทางการแก้ไข ได้แก่ การปรับโครงสร้างหน่วยงานของรัฐ ให้มีเอกภาพด้านการจัดการ ความมั่นคงทางอาหารการจัดสรรทรัพยากรทางการเกษตร อย่างเป็นธรรมการยกระดับคุณภาพ การเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์อาหารการถ่ายทอดองค์ความรู้ ด้านการบริโภคอาหารการส่งเสริมการวิจัยด้านสินค้าเกษตรและผลิตภัณฑ์อาหารตลอดห่วงโซ่อุปทาน (ภัทรภณ, 2558) ทวีปเอเชียเป็นแหล่งผลิตข้าวและบริโภคข้าวที่ใหญ่ที่สุดในโลก ดังนั้นความมั่นคงทางอาหารของเอเชียจึงอยู่ที่ข้าวที่เพียงพอต่อความต้องการของชาวเอเชีย แต่จากการประเมินประสิทธิภาพของทรัพยากรดินของเอเชียที่ใช้ในการผลิตข้าวให้เพียงพอต่อความต้องการ พบว่ามีพื้นที่เพียง 23 เปอร์เซ็นต์ ของพื้นที่ปลูกข้าวที่ดินมีข้อจำกัดในการปลูกข้าวเพียงเล็กน้อย และมีพื้นที่ประมาณ 22 เปอร์เซ็นต์ ที่ดินไม่เหมาะสมกับการปลูกข้าว ซึ่งแสดง

ให้เห็นว่ามีพื้นที่จำนวนมากที่ไม่เหมาะสมกับการปลูกข้าวแต่เกษตรกรก็ยังนำพื้นที่เหล่านั้นมาปลูกข้าว ทำให้ต้องมีการลงทุนสูงเพื่อใช้ในการปรับปรุงดิน และยังเสี่ยงต่อการทำนาด้วย ผลผลิตข้าวก็อยู่ในระดับต่ำ ทำให้หลายประเทศที่ปลูกข้าวไม่เพียงพอกับความต้องการ จะเห็นได้ว่าเกษตรกรมีข้อจำกัดหลายอย่าง ความยุ่งยากและความท้าทายที่ต้องเผชิญในการปลูกข้าว อย่างไรก็ตาม ทวีปเอเชีย ผลผลิตข้าวมีตั้งแต่ต่ำกว่า 2 ถึงมากกว่า 6 ตันต่อเฮกตาร์ ซึ่งผลผลิตขึ้นกับพันธุ์ ดิน สภาพภูมิอากาศ น้ำ และการจัดการอื่นๆ (Eswaran *et al.*, 2001)

ในปี ค.ศ. 2011 FAO รายงานว่า ในห่วงโซ่อาหารนั้น หนึ่งในสามของอาหารที่ผลิตเพื่อการบริโภคเกิดการสูญเสียและสูญเสียในระหว่างการผลิต ซึ่งถือว่าปริมาณมากและเป็นสิ่งสำคัญมากที่ต้องการการแก้ไขโดยด่วน ซึ่งสาเหตุไปเชื่อมโยงกับงบประมาณการจัดการ เทคนิคการเก็บเกี่ยว และการเก็บรักษา Borlaug (2007) และ Guillon *et al.* (2012) จึงได้สรุปไว้ว่ามีความจำเป็นต้องมีการเพิ่มการผลิตอย่างยั่งยืน 50 เปอร์เซ็นต์ เพื่อให้เพียงพอกับความต้องการอาหารของประชากรที่เพิ่มขึ้นเช่นเดียวกับรายงานของ Alexandratos and Bruinsma (2012) ที่ว่าการเพิ่มขึ้นของประชากรส่งผลให้เกิดการขาดแคลนทางทรัพยากร ที่ใช้ทำการเกษตรมาผลิตอาหารมากกว่าในอดีต ในขณะที่การเพิ่มขึ้นของผลผลิตมีทิศทางที่ลดลง ดังนั้นเพื่อให้เกิดความมั่นคงทางอาหารจึงต้องพิจารณาเรื่องแนวทางในการผลิตอาหารที่เหมาะสม

อิษฏ์และคณะ (2559) ได้ทำการวิเคราะห์ภาพรวมความมั่นคงทางอาหารของภูมิภาคอาเซียนพบว่า ค่อนข้างอุดมสมบูรณ์ มีข้าวเป็นพืชอาหารหลักและก็ยังมีพืชผักชนิดอื่นๆ อีก รวมทั้งสินค้าประมง ปศุสัตว์ จึงน่าจะเป็นภูมิภาคที่พึ่งตนเองได้ แต่เมื่อพิจารณารายประเทศ ก็จะมีทั้งประเทศที่ผลิตพอเพียง และประเทศที่ต้องนำเข้าซึ่งสิ่งนี้อาจไปมีผลต่อในอนาคต คือภูมิภาคนี้อาจตกอยู่ในความเสี่ยงกับเรื่องที่จะต้องเผชิญกับปัญหาความมั่นคงทางอาหาร นอกจากนี้ยังมีปัจจัยอื่นเข้ามาเกี่ยวข้อง เช่น การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ การขาดแคลนพลังงาน การเพิ่มขึ้นของประชากร ซึ่งแต่ละประเทศจะต้องเตรียมรับมือ

สำหรับประเทศไทยปัญหาทรัพยากรดินก็เป็นปัญหาที่สำคัญในการทำการเกษตร ประเทศไทยมีดินที่มีปัญหาหลายอย่างที่มีผลต่อการผลิตพืช เช่น ดินเปรี้ยว ดินเค็ม ดินทราย ดินตื้น ดินลูกรัง เป็นต้น ซึ่งในแต่ละภาคของประเทศไทยก็จะพบปัญหาที่แตกต่างกันไป การใช้ที่ดินเพื่อการปลูกพืชเชิงเดี่ยวอย่างต่อเนื่องโดยขาดการปรับปรุงบำรุงดินก็เป็นอีกปัญหาที่ส่งผลให้ดินเสื่อมโทรมและขาดความอุดมสมบูรณ์ ดังนั้นทุกภาคส่วนจะต้องร่วมมือกันรับมือกับความต้องการทางอาหารที่เพิ่มขึ้น ปัจจัยอื่นๆ ที่มีผลต่อการผลิตอาหารที่สำคัญได้แก่ การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ การเพิ่มขึ้นของประชากร ทำให้ความต้องการของอาหารเพิ่มขึ้น ปัญหาภัยแล้งหรือน้ำท่วมเป็นปัญหาโดยตรงต่อการผลิตพืชอาหาร โดยเฉพาะข้าวซึ่งเป็นพืชอาหารหลักของคนไทย

2) ปัญหาจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ

สำหรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศมีผลต่อการทำการเกษตร โดยมีผลโดยตรงต่อความเป็นประโยชน์ของน้ำที่ลดลง ปริมาณน้ำลดลง ซึ่งจะมีผลอย่างมากต่อการเกษตรในพื้นที่ดินเค็ม ดังตัวอย่างความแห้งแล้งในปี ค.ศ. 2010 มีผลต่อระบบการใช้ที่ดิน และการเกษตรในพื้นที่ดินเค็มในเมือง Tiangsu ของประเทศจีนเป็นอย่างมาก (Wang *et al.*, 2013) ดังนั้นต้องมีการปรับตัวในการทำการเกษตรเป็นอย่างมาก แนวทางการจัดการเน้นไปที่การบริหารจัดการน้ำ วางแผนการใช้น้ำ จัดทำแนวทางการจัดการพืชและการใช้ที่ดินใหม่ วางกรอบนโยบายในการพัฒนาที่ดินในรูปแบบบูรณาการเน้นการมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย โดยเฉพาะอย่างยิ่งการวางแผนด้านการจัดการน้ำ

สำหรับประเทศไทยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโดยเฉพาะความแห้งแล้ง ซึ่งทวีมากขึ้น จะมีผลต่อการแพร่กระจายดินเค็ม ความรุนแรงของปัญหาดินเค็ม คือ เมื่อเกิดสภาพความแห้งส่งผลให้น้ำใต้ดินที่เคลื่อนที่ผ่านน้ำมาผิวดินโดยกระบวนการ Capillary rise ได้มากขึ้น ทำให้เกลือมาสะสมที่ผิวดินมากขึ้น เกิดความรุนแรงมากขึ้น การใช้ประโยชน์จากพื้นที่ดินเค็มก็จะต้องมีการปรับตัว การจัดการต้องเปลี่ยนไป จะต้องปรับทั้งการจัดการดิน น้ำ และพืช โดยที่การจัดการน้ำและพืชก็มีส่วนสำคัญอย่างมาก สำหรับน้ำ สิ่งที่ต้องพิจารณามีทั้งปริมาณและคุณภาพ การมีระบบการให้น้ำที่ดีเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการใช้น้ำ เช่น การใช้ระบบน้ำหยดเป็นวิธีที่เหมาะสมกับพื้นที่ดินเค็ม ช่วยประหยัดน้ำ ควบคุมความชื้นที่ผิวดินได้ดี แต่ควรใช้กับพืชที่ให้ผลตอบแทนสูง

เนื่องจากพื้นที่มีจำกัดดังนั้นการนำพื้นที่ที่มีปัญหามาใช้ในการเกษตรจึงเป็นทางเลือกหนึ่งที่เป็นไปได้ ภายใต้การจัดการที่ดี ซึ่งการนำพื้นที่ดินเค็มมาใช้ประโยชน์เพื่อการปลูกพืชอาหาร เป็นแนวทางปฏิบัติที่ประเทศต่างๆ ที่มีปัญหาดินเค็ม ปฏิบัติกันอยู่อย่างแพร่หลาย โดยใช้คำว่า เกษตรในพื้นที่ดินเค็ม (Saline agriculture) ซึ่งปัญหาความเค็มมีทั้งจากดินเค็มและน้ำเค็ม แต่ก็สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ เมื่อมีการจัดการดิน น้ำ และพืชที่ดี ดินเค็มเป็นปัญหาที่สำคัญปัญหาหนึ่งในการทำเกษตรที่ส่งผลกระทบต่อทุกภูมิภาคทั่วโลก รวมถึงประเทศไทยด้วย ส่งผลกระทบต่อเกษตรกรรม โดยเฉพาะบริเวณพื้นที่ลุ่ม ซึ่งใช้ในการผลิตข้าวซึ่งเป็นพืชอาหารหลักของคนไทย โดยความเค็มจะทำให้ผลผลิตของข้าวและพืชอาหารอื่นๆ ลดต่ำลงจนถึงไม่สามารถให้ผลผลิต และมีแนวโน้มว่าการแพร่กระจายของดินเค็มจะเพิ่มขึ้นทุกปี ซึ่งส่งผลให้พื้นที่ทำการเกษตรลดลง เช่นเดียวกับรายงานของสมศรี (2544ก) และ Paul and Lade (2014) ที่ว่าปัญหาดินเค็มได้เกิดเพิ่มขึ้นในส่วนต่างๆ ของโลกโดยเฉพาะอย่างยิ่งในเขตแห้งแล้งและกึ่งแห้งแล้ง การที่เราทราบชนิดของดินเค็มและสาเหตุการเกิดก็จะเป็นข้อมูลในการหาแนวทางการแก้ไขให้ถูกต้องต่อไป

ในขณะที่ประชากรของประเทศไทยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นมีความจำเป็นที่จะต้องมีการเพิ่มการผลิตพืชอาหารให้เพียงพอับความต้องการของประชากรที่เพิ่มขึ้น ซึ่งพืชอาหารหลักของคนไทยก็คือข้าว ดังนั้นความมั่นคงทางอาหารของประเทศจึงอยู่ที่ข้าว ในขณะที่ความต้องการอาหารเพิ่มขึ้นรวดเร็วกว่าการเพิ่มของผลผลิต เนื่องจากประเทศไทยไม่สามารถที่จะขยายพื้นที่เกษตรได้แล้ว การใช้พื้นที่ดินที่มีปัญหาเพื่อการผลิตพืชน้ำจะเป็นทางเลือกหนึ่ง อย่างไรก็ตามการผลิตพืชในพื้นที่ดินที่มีปัญหาย่อมให้ผลผลิตต่ำกว่าศักยภาพของพืชที่ควรจะเป็น ดังนั้นการเกษตรในพื้นที่ดินเค็มจึงน่าจะเป็นแนวทางหนึ่งในการผลิตพืชอาหาร โดยเฉพาะอย่างยิ่งข้าวซึ่งเป็นพืชอาหารหลักของคนไทยเพื่อรับมือความต้องการทางอาหารที่เพิ่มขึ้น

เอกสารเล่มนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อรวบรวมข้อมูลทางวิชาการเกี่ยวกับปัญหาดินเค็มในประเทศไทย และแนวทางการเกษตรในพื้นที่ดินเค็มเพื่อรับมือกับความต้องการทางอาหาร และเพื่อศึกษาและรวบรวมข้อมูลทางวิชาการเกี่ยวกับการเพิ่มผลผลิตข้าวและพืชอื่นๆ ในพื้นที่ดินเค็ม

บทที่ 2

ดินปัญหาในประเทศไทย

2.1 ความหมาย

ดินปัญหา หมายถึง ดินที่มีสมบัติไม่เหมาะสมหรือเหมาะสมน้อย สำหรับการเพาะปลูกทางการเกษตร หากนำมาใช้ในการปลูกพืชส่งผลให้พืชเจริญเติบโตไม่ดีและให้ผลผลิตต่ำ ในการนำดินเหล่านี้มาใช้ประโยชน์ จะต้องมีการจัดการที่เหมาะสมกับปัญหาของดินเพื่อให้ดินอยู่ในสภาพที่เหมาะสมกับการทำการเกษตร (กรมพัฒนาที่ดิน, 2558ก) ดินปัญหาหลักของประเทศไทย ได้แก่ ปัญหาดินเปรี้ยวจัด ปัญหาดินอินทรีย์ ปัญหาดินเค็ม ปัญหาดินทราย ปัญหาดินตื้น และปัญหาพื้นที่สูงชันหรือพื้นที่ภูเขา นอกจากนี้ยังมีปัญหาดินกรด และปัญหาดินดานที่เกิดจากการใช้ที่ดินอย่างไม่เหมาะสม ที่พบกระจายตัวในพื้นที่ปลูกพืชไร่และเครื่องจักรกลขนาดใหญ่ ซึ่งจำนวนพื้นที่เหล่านี้ เป็นพื้นที่ดินปัญหาตามลักษณะประจำกลุ่มชุดดิน ไม่รวมพื้นที่ที่มีปัญหาอื่นซ้อนทับอยู่ นอกจากนี้ในพื้นที่หนึ่งๆ อาจมีปัญหาดินมากกว่าหนึ่งประเภท เช่น ปัญหาดินทรายหรือปัญหาดินตื้น อาจมีปัญหาดินกรดร่วมด้วย อย่างไรก็ตามการกระจายของดินปัญหาขึ้นกับสถานที่ วัตถุดิบกำเนิดดิน สภาพภูมิอากาศ และสภาพความสูงต่ำของพื้นที่ดังแสดงใน ภาพที่ 2.1 (สำนักสำรวจและวางแผนการใช้ที่ดิน, 2549)

2.2 การจำแนกดินปัญหา

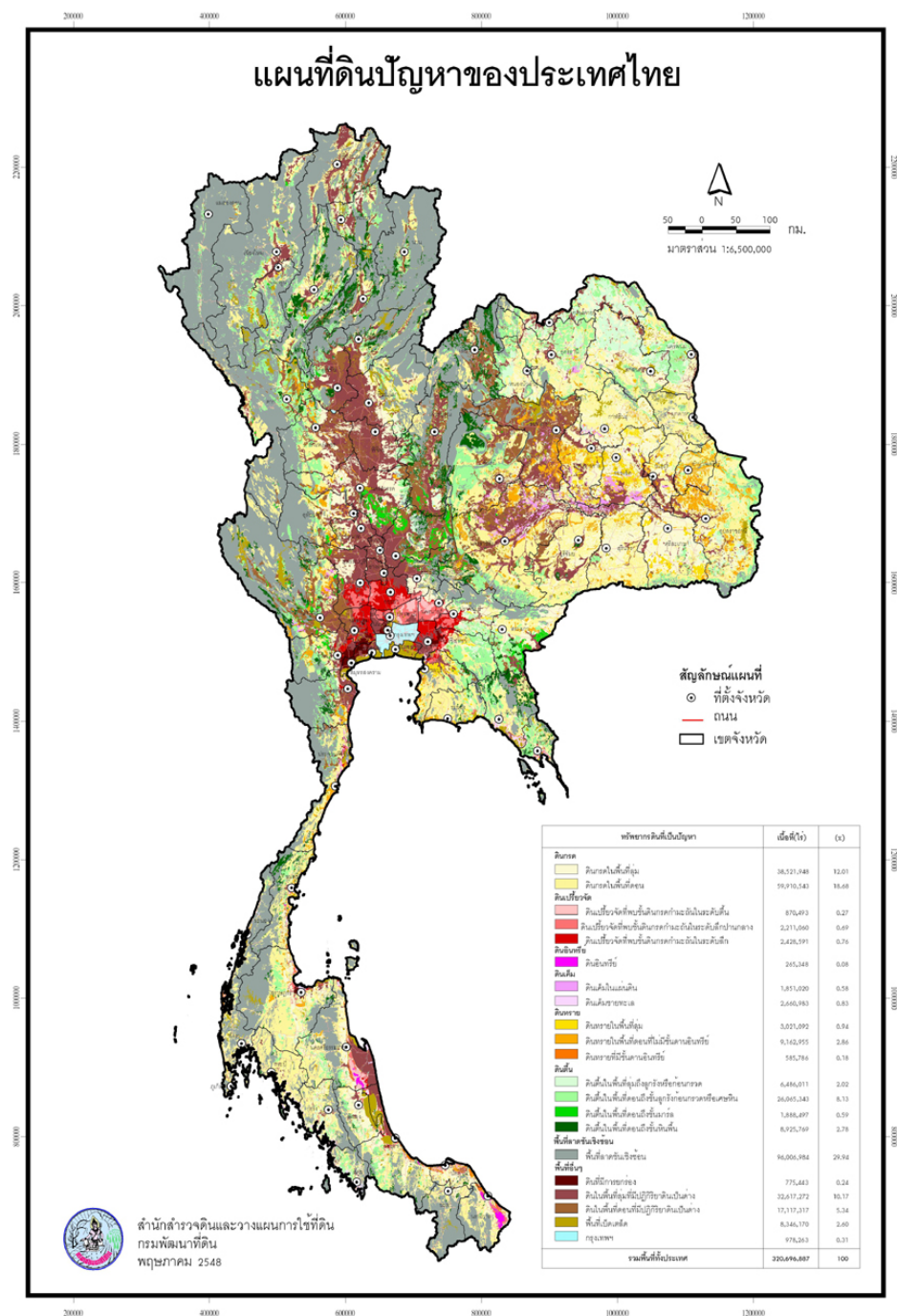
ดินปัญหาทางการเกษตรในประเทศไทย กรมพัฒนาที่ดิน (2558ก) ได้จำแนกตามสาเหตุการเกิดได้ 2 ประเภทคือ

2.2.1 ดินปัญหาที่เกิดตามสภาพธรรมชาติ หมายถึงดินปัญหาที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติอันเนื่องมาจากปัจจัยการเกิดดิน เช่น สภาพพื้นที่ ภูมิอากาศ พืชพรรณ และระยะเวลา ดินปัญหาเหล่านี้ ได้แก่

2.2.1.1 ดินเปรี้ยวจัด หรือดินกรดกำมะถัน (Acid sulfate soils) หมายถึง ดินที่มีสารประกอบไพไรต์ (FeS_2) เป็นองค์ประกอบเมื่อผ่านกระบวนการออกซิเดชัน จะทำให้กรดกำมะถัน (H_2SO_4) ในชั้นดินและฤทธิ์ของความเป็นกรดรุนแรงมากจนส่งผลกระทบต่อปลูกพืช ดินเปรี้ยวจัดในประเทศไทยครอบคลุมพื้นที่ 5,565,347 ไร่ พบมากในภาคกลาง ภาคตะวันออก และภาคใต้

2.2.1.2 ดินอินทรีย์ หมายถึง ดินที่มีสารอินทรีย์ในรูปของอินทรีย์คาร์บอนอยู่ในเนื้อดินมากกว่าร้อยละ 20 เปอร์เซนต์ โดยจะพบการสะสมของอินทรีย์วัตถุเป็นชั้นหนามากกว่า 40 เซนติเมตร มีซากพืชที่ผุพังและยังสลายตัวไม่หมดปะปนอยู่มีพื้นที่ประมาณ 344,283 ไร่ พบแถบชายฝั่งทะเลของภาคใต้และภาคตะวันออก

2.2.1.3 ดินเค็ม หมายถึง ดินที่มีเกลือที่ละลายได้ในสารละลายดินปริมาณมาก จนกระทบต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของพืช สังเกตโดยดูจากคราบเกลือจะเห็นคราบเกลือเป็นหย่อมๆ โดยเฉพาะในฤดูแล้ง พืชมักจะแสดงอาการใบไหม้ ลำต้นแคระแกร็น ตายเป็นหย่อมๆ ดินเค็มมีค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายที่สกัดจากดินที่อิ่มตัวด้วยน้ำมากกว่า 2 เดซิซีเมนส์ต่อเมตร (decisiemens per meter, dS m^{-1}) ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส มีพื้นที่ 4,217,319 ไร่ พบการแพร่กระจายในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลาง และชายทะเลบริเวณภาคตะวันออกและภาคใต้



ภาพที่ 2.1 แผนที่ดินมีปัญหาของประเทศไทย

นอกจากนี้ยังมีดินเค็มที่พบคราบเกลือที่ผิวดินโดยส่งผลกระทบต่อพืช จะดูจากคราบเกลือเป็นหลัก โดยมีการจำแนกไว้ในดินเค็มภาคตะวันออกเฉียงเหนือพบว่ามีเนื้อที่ 11,506,882 ล้านไร่ กระจายอยู่ทั่วไปในจังหวัดต่างๆ ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ยกเว้นจังหวัดหนองบัวลำภู มุกดาหาร และเลย (สำนักสำรวจและวางแผนการใช้ที่ดิน, 2549)

2.2.1.4 ดินทราย หมายถึง ดินที่มีเนื้อดินบนเป็นดินทรายหรือดินทรายปนร่วน เกิดเป็นชั้นหนามากกว่า 100 เซนติเมตรจากผิวดิน รวมถึงพื้นที่ที่มีชั้นทรายหนามากกว่า 50 เซนติเมตรจากผิวดิน ที่รองรับด้วยชั้นดาน ดินเหนียว ดินร่วน หรือพบชั้นดานอินทรีย์ภายในความลึก 100 เซนติเมตร ดินทรายพบกระจายทั่วไปทุกภาคของประเทศ มีพื้นที่รวม 11,756,733 ไร่

2.2.1.5 ดินตื้น หมายถึง ดินที่พบชั้นลูกรัง ชั้นกรวด ชั้นเศษหิน หรือเศษหินปะปนอยู่ในเนื้อดินเท่ากับหรือมากกว่าร้อยละ 35 โดยปริมาตร หรือพบชั้นมาร์ล หรือชั้นหินพื้นอยู่ตื้นกว่า 50 เซนติเมตร จากผิวซึ่งเป็นอุปสรรคต่อการขนไของรากพืช ทำให้พืชไม่สามารถเจริญเติบโตได้ดีและให้ผลผลิตต่ำ พบกระจายในทุกภาครวมพื้นที่ 34,039,375 ไร่

2.2.1.6 ดินบนพื้นที่สูงชัน หรือพื้นที่ลาดชันเชิงซ้อนหรือพื้นที่ภูเขา โดยทั่วไปจะมีความลาดชันมากกว่า 35 เปอร์เซ็นต์ ลักษณะของดินผืนแปรไปตามชนิดของหินซึ่งมีทั้งที่เป็นดินตื้นและดินลึก เสี่ยงต่อการชะล้างการพังทลาย ยากต่อการเกิดแผ่นดินถล่ม และยากแก่การเกษตรกรรม ดังนั้น จึงไม่เหมาะสมในการที่จะนำมาใช้ในการเกษตร

นอกจากนี้ในแต่ละชนิดของดินปัญหาที่เกิดตามสภาพธรรมชาติ ยังสามารถแบ่งย่อยตามความรุนแรงสภาพพื้นที่ ดังแสดงในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 พื้นที่ดินปัญหาของประเทศไทย (ไร่)

ชนิดดิน	พื้นที่
1. ดินเปรี้ยวจัด	
1.1 ชั้นดินกรดกำมะถันตื้น	725,520
1.2 ชั้นดินที่เป็นกรดรุนแรงลึก 50-100 เซนติเมตร	2,978,117
1.3 ชั้นดินที่เป็นกรดรุนแรงลึก 100-150 เซนติเมตร	1,861,710
2. ดินอินทรีย์	344,283
3. ดินเค็ม	
3.1 ดินเค็มภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	2,207,544
3.2 ดินเค็มภาคกลาง	54,644
3.3 ดินเค็มชายทะเล	1,955,131
4. ดินทราย	
4.1 ดินทรายในที่ลุ่ม	846,969
4.2 ดินทรายในที่ดอน	10,532,364
4.3 ดินทรายในที่ดอนที่มีชั้นดานอินทรีย์	377,400
5. ดินตื้น	
5.1 ดินลูกรังและดินกรวด	23,060,073
5.2 ดินปนเศษหิน	9,556,005
5.3 ดินปนปูนมาร์ล	1,423,297

ที่มา: กรมพัฒนาที่ดิน (2558ก)

2.2.2 ดินปัญหาที่เกิดจากการใช้ประโยชน์ที่ดิน หมายถึง ดินที่เกิดจากการปฏิบัติ หรือการใช้ที่ดินที่ไม่เหมาะสมของมนุษย์ ได้แก่ การปลูกพืชโดยปราศจากการบำรุงรักษาดิน การปลูกพืชชนิดเดียวติดต่อกันเป็นเวลานาน การทำลายป่าเพื่อการเกษตร การใช้สารเคมีทางการเกษตรจนเกิดผลตกค้างในดิน การใช้เครื่องจักรกลเกษตรขนาดใหญ่

2.2.2.1 ดินดาน หมายถึง ชั้นดินที่อัดตัวแน่นทึบหรือชั้นที่มีสารเชื่อมอนุภาคของดินมาจับตัวกันแน่นทึบและแข็งเป็นแนวนานกับหน้าดินที่ความลึกแตกต่างกันไปจนเป็นอุปสรรคต่อการงอกของรากพืช การไหลซึมของน้ำและการถ่ายเทอากาศ ส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโต และการให้ผลผลิตของพืชที่ปลูกและอาจเกิดขึ้นจากการใช้ที่ดินไม่เหมาะสม การเกษตรกรรมที่ผิดวิธี มีการไถพรวนด้วยเครื่องจักรกลขนาดใหญ่ ในขณะที่ดินมีความชื้นไม่เหมาะสม ดินชั้นเกินไป และการไถพรวนที่ระดับความลึกเดียวกันบ่อยครั้งนานหลาย ๆ ปี

2.2.2.2 ดินปนเปื้อน หมายถึง ภาวะมลพิษของดิน (Soil pollution) การปนเปื้อนของดินด้วยสารมลพิษ (Soil pollutant) มากเกินขีดจำกัดจนมีอันตรายต่อสุขภาพอนามัย ตลอดจนการเจริญเติบโตของมนุษย์และสิ่งมีชีวิต ทั้งพืช และสัตว์ (ศุภมาส, 2540)

2.2.2.3 ดินเหมือนแร่ร้าง หมายถึง ดินที่เกิดขึ้นหลังจากที่ผ่านการทำให้เหมือนแร่ไปแล้ว ลักษณะดินส่วนใหญ่จะเป็นดินทราย เนื้อหยาบและไม่เกาะตัว ทำให้ดินมีความสามารถในการอุ้มน้ำและดูดซับแร่ธาตุอาหารต่ำมาก ถูกชะล้างไปหมดแล้วจากขบวนการทำให้เหมือน มีพื้นที่ประมาณ 2 แสนไร่ ส่วนใหญ่พบอยู่ในภาคใต้

2.2.2.4 พื้นที่ที่ผ่านการเลี้ยงกุ้ง การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งที่มีการขยายตัวอย่างรวดเร็ว ก่อให้เกิดผลกระทบที่สำคัญ คือ ความเสื่อมโทรมของระบบนิเวศทางธรรมชาติ ทั้งดิน น้ำ และป่าชายเลน นอกจากนี้ยังมีการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำด้วยน้ำเค็มยังขยายมาเลี้ยงในพื้นที่น้ำจืด เมื่อเลี้ยงไปได้ 2-3 ปี และประสบปัญหาโรคระบาดก็จะปล่อยพื้นที่ให้กลายเป็นนาุ้งร้าง ก่อให้เกิดความเสื่อมโทรมทางทรัพยากรต่อไป

ความเสื่อมโทรมของทรัพยากรดินไทยมีแนวโน้มที่จะสูงขึ้น กรมพัฒนาที่ดิน (2558ก) สรุปไว้ว่ามีสาเหตุสำคัญจาก 3 ประการคือ

1) สมบัติของดินที่เปลี่ยนแปลง ซึ่งเกิดจากการขาดการอนุรักษ์ดินและน้ำ การปรับปรุงบำรุงดิน และการจัดการดินที่ไม่เหมาะสม

2) การใช้ประโยชน์ที่ดินที่ไม่เหมาะสม จากสาเหตุที่ประชากร มีอัตราการเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ทำให้มีการขยายพื้นที่ทำการเกษตรมากขึ้น มีการตัดไม้ทำลายป่าเพื่อเปลี่ยนพื้นที่เกษตร มีการใช้พื้นที่ที่ไม่เหมาะสมกับการเกษตรมากขึ้นส่งผลให้ดินเสื่อมโทรม

3) การเกิดภัยพิบัติธรรมชาติ ซึ่งก็เป็นผลมาจากการกระทำของมนุษย์แล้วนำไปสู่ปัญหาโลกร้อน ภัยแล้ง ดินถล่ม น้ำท่วมฉับพลัน ซึ่งสิ่งเหล่านี้ ก็จะนำไปสู่ความเสื่อมโทรมของดิน

2.3 แนวทางการแก้ไขดินปัญหา

2.3.1 แนวทางการแก้ไขดินเปรี้ยวจัด

การจัดการดินเปรี้ยวจัดที่เหมาะสม ปฏิบัติได้ง่าย และลงทุนต่ำ สามารถทำได้ดังนี้

1) การใส่วัสดุปูนแก้ความรุนแรงของกรด เช่น ปูนมาร์ล ปูนขาว หินปูนบด หินปูนฝุ่น ปูนโดโลไมท์ ผสมคลุกเคล้ากับหน้าดินในอัตราที่เหมาะสมตามความต้องการปูนของดิน หรือใช้ปูนควบคู่ไปกับการใช้น้ำชะล้างและควบคุมระดับน้ำใต้ดิน

2) การเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดิน โดยใส่ปุ๋ยเคมี ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก ปุ๋ยพืชสด เป็นต้น ซึ่งการใช้ปุ๋ยฟอสเฟตหรือการเพิ่มปริมาณฟอสเฟตให้กับดินเปรี้ยวจัดเป็นสิ่งจำเป็นในการปลูกพืช ช่วยให้พืชเจริญเติบโตได้ดีขึ้น และให้ผลผลิตสูงขึ้น

3) การเพิ่มความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารในดินโดยการใช้จุลินทรีย์ดิน เช่น การใช้ไมคอร์ไรซา จุลินทรีย์ละลายฟอสเฟต เพื่อเพิ่มความเป็นประโยชน์ของธาตุฟอสฟอรัส หรือการใช้ไรโซเบียม เพื่อเพิ่มธาตุไนโตรเจนในพื้นที่ดินเปรี้ยว

4) การเลือกปลูกพืชทนดินเปรี้ยว เช่น สับปะรด อ้อย ปาล์มน้ำมัน ฯลฯ ดินเปรี้ยวจัดที่ได้รับการปรับปรุงแล้ว สามารถปลูกพืชได้หลายชนิด หรือปรับเปลี่ยนระบบการปลูกพืช โดยการยกร่องปลูกผัก ไม้ผล ไม้ยืนต้น หรือปลูกพืชที่ให้ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจสูง

5) การจัดการน้ำ โดยปรับสภาพน้ำที่เป็นกรดด้วยวัสดุปูนทางการเกษตร เช่น ปูนมาร์ล หินปูนบด เป็นต้น โดยใส่ปูนลงน้ำประมาณ 1 กิโลกรัมต่อน้ำ 1 ลูกบาศก์เมตร มีการระบายน้ำที่เป็นกรดออกไปบำบัด และปล่อยน้ำใหม่เข้าไป พร้อมทั้งคอยตรวจสอบเป็นครั้งคราว สำหรับสระน้ำที่ขุดใหม่ น้ำจะเป็นกรดจัด ให้ระบายน้ำเก่าออก หว่านปูนที่พื้นสระ บริเวณรอบๆ สระ และริมขอบสระด้วย แล้วปล่อยน้ำใหม่เข้าสระไม่ปล่อยให้น้ำในสระ บ่อ หรือร่องน้ำแห้ง จนดินแตกระแหง เพื่อป้องกันไม่ให้สารประกอบไฟโรทีนในดินทำปฏิกิริยากับอากาศจนปลดปล่อยกรดกำมะถันออกมาอีก

6) การทำเกษตรแบบผสมผสาน โดยแบ่งพื้นที่สำหรับปลูกพืชหลากหลายชนิด เช่น ทำนาปลูกข้าว ยกร่องปลูกผัก ไม้ผล ไม้ยืนต้น ขุดบ่อน้ำ เพื่อเลี้ยงปลา และกักเก็บน้ำไว้ในฤดูแล้ง โดยทำการปรับปรุงบำรุงดินตามวิธีการต่างๆ

ตัวอย่างการจัดการดินเปรี้ยวจัดเพื่อเพิ่มผลผลิตข้าว สามารถทำได้โดยการหว่านปูนให้ทั่วพื้นที่นา แล้วไถคลุกเคล้ากับดิน หมักไว้ในสภาพดินชื้นหรือมีน้ำขัง ประมาณ 7 วัน ชั่งน้ำก่อนเตรียมดินปลูกข้าว แล้วระบายน้ำออกข้างกรตออกจากดิน ปลูกพืชตระกูลถั่ว เช่น ถั่วพุ่ม ถั่วพราง โสนอัฟริกัน ปอเทือง แล้วไถกลบเป็นปุ๋ยพืชสด เมื่อเริ่มออกดอก (อายุถั่วประมาณ 50-60 วัน) เลือกปลูกข้าวพันธุ์ที่แนะนำส่งเสริมของแต่ละภาค ควบคุมระดับน้ำในนาข้าว ให้มีน้ำขังประมาณ 5-10 เซนติเมตร ตลอดฤดูการปลูกและในระหว่างการปลูกข้าว หากมีน้ำเพียงพอ (เขตชลประทาน) ควรระบายน้ำออกเดือนละ 1 ครั้ง

สำหรับการเพิ่มผลผลิตผัก ไม้ผล และไม้ยืนต้น ในพื้นที่ดินเปรี้ยวจัดสามารถทำได้โดยการปรับพื้นที่เป็นยกร่องปลูก เพื่อป้องกันน้ำท่วมยกร่องสูงประมาณ 50-80 เซนติเมตรจากพื้นเดิมสำหรับปลูกไม้ผล และยกร่องโดยให้หน้าดินอยู่สูงจากพื้นที่ดินเดิมประมาณ 30-50 เซนติเมตร สำหรับปลูกผักแก้ความเป็นกรดด้วยการใช้ปูนโดโลไมท์ ปูนขาว หว่านให้ทั่วหลังร่อง อัตราประมาณ 2 ตันต่อไร่ หรือการปรับปรุงเฉพาะหลุมปลูกอัตรา 3-5 กิโลกรัมต่อหลุม ใส่ปุ๋ยหมัก 20-25 กิโลกรัมต่อหลุม เพื่อปรับให้ดินร่วนซุย ระบายน้ำได้ดีใส่ปุ๋ยหมักที่ขยายเชื้อจากซูเปอร์ พด. 3 หลุมละ 10 กิโลกรัม ป้องกันการเกิดโรครากเน่าโคนเน่า ใส่ปุ๋ยเคมีชนิดและอัตราที่เหมาะสมกับชนิดพืชที่ปลูกใช้น้ำหมักชีวภาพที่เตรียมจากสารเร่งซูเปอร์ พด. 2 และ พด. 7 ฉีดพ่นในแปลงผัก และปลูกพืชตระกูลถั่วคลุมดิน ป้องกันรักษาความชื้นในดิน ป้องกันวัชพืช (กรมพัฒนาที่ดิน, 2558)

2.3.2 แนวทางการแก้ไขดินอินทรีย์

การใช้ประโยชน์พื้นที่ดินอินทรีย์ ต้องมีการลงทุนที่สูง ในปัจจุบันมีการสนับสนุนให้ปลูกไม้พื้นเมืองในพื้นที่ เช่น ต้นปาล์มสาครและเสม็ดขาว ซึ่งเป็นพืชที่เจริญเติบโตได้ดีและสามารถนำมาแปรรูปและใช้ประโยชน์ได้มากมาย เช่น การนำลำต้นปาล์มสาครมาทำเป็นอาหารเลี้ยงสัตว์ การผลิตแปรงสาคร การนำไม้เสม็ด

ชาวแปรรูปเป็นเฟอร์นิเจอร์ การสกัดน้ำมันหอมระเหยจากใบเสมีด เป็นต้น การแก้ไขทำได้ดังนี้ (กรมพัฒนาที่ดิน, 2558ข)

1) การจัดการดินอินทรีย์ที่มีการระบายน้ำออก ดินเกิดปัญหาเป็นดินเปรี้ยวจัด ต้องทำการปรับปรุงแก้ไขเช่นเดียวกับการปรับปรุงดินเปรี้ยวจัดโดยใช้วัสดุปูน (ปูนโดโลไมท์ หินปูนฝุ่น) ใส่ในอัตราตามความต้องการปูนของดินหมักทิ้งไว้ ประมาณ 7 วัน สำหรับนาข้าว หรือประมาณ 20 วัน สำหรับดินยกร่อง

2) การให้ปุ๋ย เนื่องจากดินมีความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติต่ำดังนั้นจำเป็นต้องเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดิน โดยการใส่ปุ๋ยเคมีที่เป็นอาหารหลักคือไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม และธาตุอาหารรอง ตลอดจนจุลธาตุบางชนิด เช่น สังกะสี ทองแดง โบรอน และ โมลิบดินัม

3) การจัดการพืช เนื่องจากความรุนแรงของปัญหาต่างๆ ของดินอินทรีย์แตกต่างกันออกไปตามความหนาของชั้นวัสดุอินทรีย์ สภาพน้ำท่วม ระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินเอง พืชพรรณที่ขึ้นอยู่บนดินเหล่านี้ตามธรรมชาติและพืชที่ต้องการจะปลูกเพื่อการใช้ประโยชน์ทางการเกษตรดังนั้น การพัฒนาที่ดินเพื่อการปลูกพืชจำเป็นต้องพิจารณาหลายๆ ปัจจัย เช่น การเลือกพื้นที่ที่เหมาะสมและเลือกชนิดของพืชที่ปลูกได้ในสภาพพื้นที่ที่ทนกรด

4) การใช้ปูน ดินเปรี้ยวจัดในภาคใต้ต้องการปูนเพื่อยกระดับความเป็นกรด-ด่าง ให้สูงขึ้น เนื่องจากอะลูมิเนียมและเหล็กมีผลเป็นพิษต่อพืช ทำให้พืชขาดธาตุฟอสฟอรัส

5) การยกร่องเพื่อยกระดับดินให้สูงขึ้น ร่องลึกประมาณ 80 เซนติเมตรจากผิวดิน เหนือชั้นไพไรท์เหมาะสมที่สุดการยกร่องเพื่อปลูกผักผสมผสานหรือปลูกไม้ผล ไม้ยืนต้น โดยใช้วัสดุปูนแก้ความเป็นกรดของดินก่อน และใส่ปุ๋ยเคมีตามความต้องการของพืชแต่ละชนิด โดยเลือกชนิดพืชที่ปลูกให้เหมาะสม เช่น ข้าว ข้าวโพด ถั่วเหลือง ผัก และปาล์มน้ำมัน เป็นต้น

2.3.3 แนวทางการแก้ไขดินเค็ม

การจัดการแก้ไขปัญหาดินเค็มมีความสัมพันธ์และขึ้นกับระดับความเค็มของดินและกระบวนการเกิดดินเค็ม ซึ่งมีความเฉพาะเจาะจงกับพื้นที่ (Pongwichian *et al.*, 2013; Arunin and Pongwichian, 2015) นอกจากนี้ความเค็มของดินยังเปลี่ยนแปลงไปตามฤดูกาล เกือบจะเคลื่อนที่ขึ้น-ลง ขึ้นกับความชื้นที่ผิวดิน และการจัดการ ทำให้การจัดการดินเค็มยุ่งยากขึ้น โดยสามารถแบ่งการจัดการตามสภาพพื้นที่ดินเค็มได้ดังนี้

2.3.3.1 การจัดการดินเค็มภาคตะวันออกเฉียงเหนือ สำหรับแนวทางในการจัดการปัญหาดินเค็มภาคตะวันออกเฉียงเหนือนั้น สมศรี (2539) และ Arunin and Pongwichian (2015) แนะนำให้มี 3 แนวทางหลัก คือ

ก) การป้องกันการแพร่กระจายดินเค็มโดยการปลูกไม้โตเร็ว เช่น ยูคาลิปตัส สะเดา กระถิน ขี้เหล็ก ไม้ เป็นต้น บนพื้นที่เนิ่นที่เป็นพื้นที่รับน้ำ เปรียบเหมือนการตั้งปั้มน้ำธรรมชาติเพื่อลดระดับน้ำใต้ดินเค็มในที่ลุ่ม ซึ่งเป็นพื้นที่ให้น้ำ เนื่องจากต้นไม้มิมีการใช้น้ำเพื่อการเจริญเติบโตมากกว่าพืชไร่ นอกจากนี้การลดระดับน้ำใต้ดินบนพื้นที่ให้น้ำสามารถทำได้โดยการสูบน้ำบาดาลที่จัดบริเวณพื้นที่รับน้ำมาใช้จะเป็นการลดระดับน้ำใต้ดินเค็มและลดพื้นที่ดินเค็มในบริเวณพื้นที่ให้น้ำหรือที่ลุ่ม

ข) การปรับปรุงดินเค็มน้อยและปานกลาง เพื่อเพิ่มผลผลิตพืช โดยการเลือกชนิดพืชให้เหมาะสมกับระดับความเค็มของดินมาปลูกการปรับปรุงคุณสมบัติด้านกายภาพและความอุดมสมบูรณ์ของดินโดยใช้ปุ๋ยอินทรีย์ เช่น ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก ปุ๋ยพืชสด ในพื้นที่ดินเค็มน้อยและปานกลางส่วนใหญ่อยู่ในที่ลุ่ม ช่วงแล้งพบคราบเกลือเป็นหย่อมๆ บนผิวดิน น้ำท่วมขังในฤดูฝน พื้นที่ส่วนใหญ่ใช้ในการทำนา (Arunin, 1984) ในการเพิ่มผลผลิตข้าวในนาดินเค็มมีคำแนะนำดังนี้ คือการปรับปรุงแปลงนาโดยปรับระดับหน้าดินให้

สม่ำเสมอ การปลูกโสนอัฟริกัน (*Sesbania rostrata*) เป็นพืชปุ๋ยสดปรับปรุงบำรุงดิน การใช้อินทรีย์วัตถุปรับปรุงบำรุงดิน เช่น ปุ๋ยคอก แกลบ ฟางข้าว การใช้พันธุ์ข้าวทนเค็ม คือ ขาวดอกมะลิ 105 การปักดำต้นกล้าข้าวอายุ 30-35 วัน การเพิ่มจำนวนต้นปักดำเป็น 6-8 ต้นต่อจับ การแบ่งใส่ปุ๋ยเคมี 16-16-8 อัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่ แบ่งใส่ 3 ครั้ง และหลังการเก็บเกี่ยวข้าวแล้ว ควรคลุมดินด้วยฟาง ไม่ปล่อยให้หน้าดินว่าง เพราะจะทำให้หน้าดินระเหยพาเกลือกลับขึ้นมาสะสมที่ผิวดิน

ค) การฟื้นฟูพื้นที่ดินเค็มจัด โดยการปลูกพืชชอบเกลือ พืชทนเค็มจัด เพื่อฟื้นฟูสภาพนิเวศตัวอย่างเช่น หญ้าดิกซี่ (*Sporobolus virginicus*) เป็นพืชชอบเกลือที่นำเข้ามาจากสหรัฐอเมริกา สามารถปรับตัวในดินเค็มจัดภาคตะวันออกเฉียงเหนือได้ดี ซึ่งการปลูกพืชทนเค็มจัดหรือพืชชอบเกลือทำให้ได้ประโยชน์จากพื้นที่ดินเค็มจัดให้เกิดศักยภาพในการผลิต โดยใช้เป็นอาหารสัตว์และเป็นการป้องกันไม่ให้เกิดดินเค็มจัดแพร่กระจายมากขึ้น โดยไม่ต้องลงทุนสูงในการล้างเกลือจากดิน (อรุณีและสมศรี, 2542) ต้นไม้ที่ทนเค็มจัดคือกระถินออสเตรเลีย (*Acacia ampliceps*) สำหรับกิ่งและใบของกระถินออสเตรเลียที่ร่วงหล่นลงไปในดินยังช่วยเพิ่มอินทรีย์วัตถุให้ดินด้วย นอกจากนี้ในการจัดการพื้นที่ดินเค็มจัดสามารถกระทำได้ด้วยวิธีการทางวิศวกรรม เช่น การจัดทำระบบระบายน้ำทั้งแบบเปิดและระบายน้ำใต้ดินการทำคันดินและคูเบนน้ำรอบพื้นที่ดินเค็มแต่เป็นการลงทุนที่สูงเกษตรกรรายย่อยไม่สามารถดำเนินการเองได้ รัฐจำเป็นต้องลงทุนในโครงสร้างขนาดใหญ่แล้วให้เกษตรกรดำเนินการต่อ อีกแนวทางเป็นการผสมผสานระหว่างวิธีการทางวิศวกรรมร่วมกับการจัดการพืชโดยการทำคันดินและคูเบนน้ำรอบพื้นที่ดินเค็มจัดเพื่อควบคุมระดับน้ำใต้ดิน และการนำพันธุ์พืชที่สามารถขึ้นได้ในพื้นที่ดินเค็มจัด พืชที่แนะนำคือหญ้า *Sporobolus virginicus* ทั้งชนิดใบหยาบ (Dixie) และชนิดใบละเอียด (Smyrna) ไม้ยืนต้นที่ขึ้นได้บนดินเค็มจัด ได้แก่ *Acacia ampliceps*, *Casuarina glauca* และ *Melaleuca acaciodes*

2.3.3.2 การจัดการดินเค็มภาคกลาง จากสาเหตุของการเกิดและการแพร่กระจายดินเค็มที่ต่างจากภาคอื่นๆ ดังนั้นมาตรการในการจัดการปัญหาดินเค็มภาคกลาง สมศรี (2539) ได้สรุปไว้ดังนี้

ก) ด้านการเกษตรกรรม ควรปลูกพืชให้เหมาะสมกับระดับความเค็มของดิน การปลูกพืชเศรษฐกิจทดแทนการปลูกข้าว เช่น หน่อไม้ฝรั่ง แคนตาลูป บร็อคโคลี่ โดยมีการจัดการที่ดี ได้แก่ การปลูกโดยวิธีกร่องแล้วปลูกตรงตำแหน่งที่หลีกเลี่ยงการสะสมเกลือ การคลุมดินหลังการปลูก การใช้วัสดุปรับปรุงดิน จำพวก ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก ปุ๋ยพืชสด ชี้เถ้าแกลบ กากอ้อย แกลบ เป็นต้น ซึ่งส่งผลให้พืชได้ผลผลิตเพิ่มขึ้น

ข) ด้านการชลประทาน ควรมีการใช้น้ำอย่างประหยัด และมีประสิทธิภาพเพียงพอ กับความต้องการของพืชนั้นๆ โดยที่การให้น้ำแบบหยดหรือการให้น้ำแบบหัวฉีด (mini sprinkler) เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำและควบคุมการสะสมเกลือที่ผิวดิน อย่างไรก็ตามควรให้กับพืชที่ให้ผลตอบแทนสูง

ค) ส่งเสริมการปลูกป่าเพื่อป้องกันการแพร่กระจายดินเค็ม

2.3.3.3 การจัดการดินเค็มชายทะเล ในการปรับปรุงดินเค็มชายทะเล เพื่อนำมาใช้ประโยชน์ทางการเกษตรหรือปลูกพืชนั้น ควรพิจารณาการใช้ประโยชน์ตามความเหมาะสมและเกิดประโยชน์สูงสุด สำหรับพื้นที่บริเวณนั้นๆ สมศรี (2539) ได้แบ่งมาตรการในการปรับปรุงพื้นที่ดินเค็มชายทะเลเป็น 2 กรณี คือ

ก) ปรับปรุงเพื่อการเกษตรกรรม สามารถทำได้โดยการขุดคลองระบายน้ำให้เพียงพอ คลองควรมีความลึก 1.50 เมตร สำหรับไม้ยืนต้น และความลึก 50 เซนติเมตร สำหรับการปลูกพืชผัก การล้างดินสามารถทำได้ โดยการนำน้ำจืดเข้ามาชะล้างเกลือ แล้วระบายเกลือออกไปในกรณีที่ดินมีเกลือโซเดียมสูงๆ ควรใช้ยิปซัมร่วมในการล้างดินการลดระดับน้ำใต้ดิน โดยวิธีระบายออกหรือสูบน้ำออกการคัดเลือก

พืชที่เหมาะสมกับระดับความเค็มของดินมาปลูก โดยดูจากตารางพืชทนเค็มและการใช้วัสดุอินทรีย์ปรับปรุงดิน เช่น ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก ปุ๋ยพืชสด วัสดุเหลือใช้จากโรงงานอุตสาหกรรม

ข) การปรับปรุงให้สอดคล้องกับสภาพธรรมชาติ โดยพิจารณาการใช้ประโยชน์ตามความเหมาะสม ได้แก่ ป่าชายเลน เป็นแหล่งทรัพยากรธรรมชาติที่หลากหลาย เป็นระบบนิเวศวิทยาชายฝั่งทะเลที่สำคัญ ฉะนั้นพื้นที่บางแห่งที่เหมาะสม ควรเพิ่มจำนวนพื้นที่ป่าชายเลนนาเกลือ พื้นที่ชายฝั่งทะเลบางแห่งมีน้ำจืดไม่เพียงพอต่อการเพาะปลูก แต่เหมาะสมกับการทำเกลือ ควรจัดให้เป็นพื้นที่สำหรับทำนาเกลือ เช่น สมุทรสงคราม เพชรบุรี การปลูกไม้โตเร็วที่ทนเค็ม เช่น สน และใช้เป็นแหล่งท่องเที่ยวทางธรรมชาติ

2.3.4 แนวทางการแก้ไขดินทราย สามารถทำได้ดังนี้ (กรมพัฒนาที่ดิน, 2558ข)

1) การปรับปรุงดินและเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดินด้วยอินทรีย์วัตถุ เช่น ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก หรือปลูกพืชตระกูลถั่วแล้วไถกลบเป็นปุ๋ยพืชสด เพื่อเพิ่มความสามารถในการดูดซับธาตุอาหารพืชและความสามารถในการอุ้มน้ำแก้ดิน ปรับปรุงสมบัติทางกายภาพของดิน ทำให้ดินมีการเกาะยึดตัวดีขึ้น

ตัวอย่างในการปลูกข้าว มีการปรับปรุงและเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดินด้วยปุ๋ยอินทรีย์ชนิดต่างๆ เช่น ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมักใช้อัตรา 4-6 ตันต่อไร่ การไถกลบพืชปุ๋ยสด ไถกลบตอซัง ฟางข้าว วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรอื่นๆ รวมทั้งการใช้น้ำหมักชีวภาพร่วมปุ๋ยเคมีด้วย โดยเลือกใช้สูตรและอัตราที่เหมาะสมกับชนิดของข้าวที่ปลูก หรือใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินการใช้ปุ๋ยพืชสด พืชตระกูลถั่วที่เหมาะสมปลูกเป็นปุ๋ยพืชสดในนาดินทราย ได้แก่ ถั่วพุ่ม ปอเทือง ถั่วพุ่ม และ โสนอัฟริกัน โดยหว่านหรือหยอดเมล็ดพันธุ์ลงในแปลงนาให้ทั่วแปลง อัตราเมล็ดพันธุ์ที่แนะนำคือ ถั่วพุ่ม 10 กิโลกรัมต่อไร่ ปอเทืองและโสนอัฟริกัน 5 กิโลกรัมต่อไร่ สำหรับถั่วพุ่มใช้เมล็ดพันธุ์อัตรา 8 กิโลกรัมต่อไร่ ไถกลบดินในระยะพืชกำลังออกดอก

ในกรณีข้าวไร่ ปอแก้ว ถั่วลิสง มันสำปะหลัง สับปะรด ข้าวโพด แตงโม ไม้ผลและไม้ยืนต้นบางชนิด เช่น มะม่วง มะขาม น้อยหน่า พุทรา นุ่น สะเดา ฝรั่ง ยูคาลิปตัส กระถินณรงค์ และ กระถินเทพา รวมทั้งใช้ปลูกพืชผักบางชนิด เช่น แตงกวา ผักกาดเขียวปลี ผักกาดหอม และ พริกชี้ฟ้า เป็นต้น ทำการปรับปรุงดินและเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดินด้วยอินทรีย์วัตถุ เช่น ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก หรือปลูกพืชตระกูลถั่วแล้วไถกลบเป็นปุ๋ยพืชสดร่วมกับใช้น้ำหมักชีวภาพ หรือใช้ปุ๋ยเคมีในอัตราที่เหมาะสมตามคำแนะนำของชนิดพืชที่ปลูกและควรใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ หรือใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน ในการปลูกพืชผักควรปรับปรุงดินด้วยอินทรีย์วัตถุ ได้แก่ ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก อัตรา 2-4 ตันต่อไร่ หรือปลูกพืชตระกูลถั่วแล้วไถกลบเป็นปุ๋ยพืชสดร่วมกับการใช้ปุ๋ยเคมีสูตรและอัตราที่เหมาะสมสำหรับพืชผักแต่ละชนิด หรือใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน

การปลูกไม้ผลและไม้ยืนต้น ขุดหลุมปลูกให้กว้างกว่าปกติ ใส่ปุ๋ยหมักหรือปุ๋ยคอกรองก้นหลุม อัตรา 25-30 กิโลกรัมต่อต้น ปลูกพืชคลุมดินหรือใช้วัสดุคลุมโคนต้นเพื่อป้องกันการระเหยของน้ำ และรักษาความชื้นไว้ในดิน และมีการจัดการน้ำที่เหมาะสม เช่น การฝังกระบอกดินเผาหรือตุ่มดินบริเวณโคนต้น หรือการให้น้ำแบบหยด เป็นต้น

2) การอนุรักษ์ดินและน้ำที่เหมาะสม การปลูกพืชคลุมดิน เพื่อป้องกันการชะล้างพังทลายของดิน การใช้วัสดุคลุมดินเพื่อป้องกันการระเหยของน้ำและรักษาความชื้นไว้ในดิน

3) การเลือกชนิดพืชปลูกที่เหมาะสมปลูกพืชทนแล้ง หรือพืชที่ใช้น้ำน้อย มีอายุการเก็บเกี่ยวสั้น เช่น ถั่วเขียว ข้าวโพดหวาน ข้าวโพดฝักอ่อน หรือการปลูกพืชแบบหมุนเวียน ไร่สวนผสม

4) การจัดการน้ำที่เหมาะสมเพื่อให้การใช้น้ำเป็นไปอย่างประหยัดและมีประสิทธิภาพ เช่น การให้น้ำแบบหยด เป็นต้น หรือขุดสระเพื่อเก็บน้ำไว้ใช้ในเวลาที่พืชขาดน้ำ

5) การใช้ปุ๋ยเคมี ในดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำมากและมีปริมาณธาตุอาหารพืชไม่เพียงพอ ควรใช้ปุ๋ยเคมีร่วมด้วยตามความเหมาะสมกับชนิดพืชที่ปลูก โดยใช้ปุ๋ยเคมีที่ละลายช้า แบ่งใส่ครั้งละน้อยๆ ใส่ในขณะที่ดินมีความชื้นเหมาะสมและควรใช้ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์หรือใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน

2.3.5 แนวทางการแก้ไขดินต้น สามารถทำได้ดังนี้ (กรมพัฒนาที่ดิน, 2558ข)

1) เลือกพื้นที่ทำการเกษตรที่มีหน้าดินไม่น้อยกว่า 20 เซนติเมตร และไม่มีก้อนกรวดหรือลูกรังกระจายอยู่ผิวดินมากนัก ส่วนพื้นที่ที่เป็นดินต้นมากและมีเศษชิ้นส่วนก้อนกรวด หินเนือหยาบ ปะปนอยู่หน้าผิวดินจำนวนมาก ไม่เหมาะสมสำหรับการปลูกพืชเศรษฐกิจ ควรใช้ปลูกไม้ยืนต้นโตเร็ว เช่น กระถินณรงค์ กระถินยักษ์ ชี้เหล็กบ้าน สีเสียดแก่น สะเดา ยูคาลิปตัส ก้ามปู นนทรี หรือทำทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์โดยการปลูกหญ้าผสมถั่ว

2) เลือกชนิดพืชปลูกและมีการจัดการที่เหมาะสม กรณีพืชไร่ ควรเลือกพืชที่มีระบบรากตื้น พืชทนแล้ง หรือปลูกพืชแบบผสมผสานสำหรับการปลูกไม้ผล ไม้ยืนต้น ควรมีการจัดการเฉพาะหลุม ขุดหลุมปลูกให้กว้างประมาณ 75×75×75 เซนติเมตร นำหน้าดินหรือดินจากที่อื่นผสมกับปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยหมักรองก้นหลุม

3) มีการเขตกรรมที่เหมาะสม ไถพรวนดินให้น้อยเพื่อป้องกันการชะล้างพังทลายของดิน

4) เพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดิน โดยใช้ปุ๋ยอินทรีย์ ได้แก่ ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก หรือปลูกพืชตระกูลถั่วแล้วไถกลบ และใช้ปุ๋ยเคมีร่วมด้วยตามความเหมาะสมกับชนิดพืชที่ปลูก

5) การจัดการน้ำที่เหมาะสม จัดหาแหล่งน้ำให้พอเพียงกับการเพาะปลูก และมีการให้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพ เช่น ให้น้ำแบบหยดและใช้วัสดุคลุมดินเพื่อป้องกันการระเหยของน้ำและเก็บรักษาความชื้นในดิน

6) พื้นที่ที่มีความลาดชัน ควรมีมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ ไถพรวนและปลูกพืชตามแนวระดับขวางความลาดเทของพื้นที่ ปลูกพืชคลุมดิน เช่น หญ้ารูชี กระถิน ถั่วฮามาต้า ถั่วมะแฮะ แคล้ง โดยปลูกสลับกับแถวพืชหลักที่ปลูกไว้ เพื่อลดการชะล้างพังทลายของดิน หรือปลูกหญ้าแฝก เป็นต้น

7) ดินต้นที่มีปฏิกิริยาดินเป็นด่าง การปลูกพืชในดินประเภทนี้อาจมีปัญหาดูขาดธาตุอาหารบางชนิด เช่น ฟอสฟอรัส เหล็ก และ แมงกานีส ดังนั้น การปลูกพืชในดินดังกล่าวจึงควรเลือกชนิดพืชที่เหมาะสมพืชที่ชอบสภาพดินกรด เช่น ข้าวโพด ถั่วลิสง ไม้ผลบางชนิด เช่น ขนุน น้อยหน่า และ มะพร้าว หากพืชที่ปลูกแสดงอาการขาดธาตุเหล็กหรือสังกะสี อาจให้ปุ๋ยในรูปสารละลายเกลือของธาตุดังกล่าว หรือให้ปุ๋ยทางใบ และปรับปรุงสมบัติทางกายภาพของดิน โดยการไถพรวนและใส่ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมด้วย

ตัวอย่างการปลูกข้าวได้ มีการปรับปรุงดินและเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดินด้วยปุ๋ยอินทรีย์ ได้แก่ ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก อัตรา 1.5-2.0 ตันต่อไร่ หรือปลูกพืชตระกูลถั่วแล้วไถกลบเป็นปุ๋ยพืชสด

การปลูกพืชผัก เลือกพืชที่มีระบบรากตื้น อายุการเก็บเกี่ยวสั้น มาปลูกโดยปรับปรุงดินด้วยปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมักอัตรา ร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมีตามชนิดของพืชผักที่ปลูกในอัตราครึ่งหนึ่งที่แนะนำ และฉีดพ่นด้วยน้ำหมักชีวภาพร่วมด้วย นอกจากพืชผักแล้ว สามารถนำมาพัฒนาเป็นทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์ที่มีคุณภาพโดยการปลูกหญ้าผสมถั่ว

กรณีพืชไร่ ควรมีการรักษาความชุ่มชื้นในดินและเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดิน ปรับปรุงดินด้วยปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก หรือปลูกพืชตระกูลถั่วร่วมกับการใช้น้ำหมักชีวภาพ เพื่อเพิ่มความสามารถในการดูดซับธาตุอาหารและน้ำและใช้ปุ๋ยเคมีร่วมด้วยตามความเหมาะสมกับชนิดของพืชที่ปลูก

จะเห็นได้ว่า แม้ว่าประเทศไทยจะถูกยอมรับว่าเป็นประเทศเกษตรกรรม แต่ก็มีปัญหาเรื่องทรัพยากรดินเพื่อการเกษตรทั้งที่มีสาเหตุมาจากวัตถุดิบกำเนิดทางธรรมชาติและจากการกระทำของมนุษย์ ซึ่งเป็นเรื่องที่

ควรจะได้รับการแก้ไขโดยเร่งด่วน เพื่อให้สามารถนำกลับมาใช้ประโยชน์เพื่อการผลิตพืชอาหารให้เพียงพอกับความต้องการของประชากรที่เพิ่มขึ้น ซึ่งแนวทางในการแก้ไขจะแตกต่างกันไปตามชนิดของดินปัญหา ความรุนแรง สภาพเศรษฐกิจ และสังคมของแต่ละพื้นที่ซึ่งควรเป็นแนวทางที่เกษตรกรสามารถนำไปใช้ได้และเป็นที่ยอมรับ

บทที่ 3

ดินเค็มในประเทศไทย

3.1 ความหมาย

ดินเค็ม (saline soil) คือ ดินที่มีเกลือละลายได้สะสมอยู่ในดินในปริมาณมาก จนเกิดอันตรายต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และการดำรงชีวิตของพืช การสังเกตโดยดูจากคราบเกลือจะเห็นคราบเกลือเป็นหย่อมๆ โดยเฉพาะในฤดูแล้ง (สมศรี, 2539) เราสามารถวัดค่าความเค็มจากการวัดค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายที่สกัดจากดินที่อิ่มตัวด้วยน้ำ (Electrical conductivity ; EC_e) มีค่าสูงกว่า 2 เดซิซีเมนส์ต่อเมตร (decisiemens per meter, $dS\ m^{-1}$) ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ($25^\circ\ C$) มีอัตราส่วนของโซเดียมที่ถูกดูดซับ (Sodium Adsorption Ratio, SAR) น้อยกว่า 13 (Abrol *et al.*, 1988) การตอบสนองต่อความเค็มของพืชแต่ละชนิดจะแตกต่างกัน ขึ้นกับความสามารถในการทนเค็ม ระยะการเจริญเติบโตและส่วนต่างๆ ที่ได้รับผลกระทบ ความเสียหายที่เกิดขึ้นกับพืชเป็นผลมาจากการขาดน้ำ การสะสมธาตุที่เป็นพิษโดยเฉพาะโซเดียมและคลอไรด์ นอกจากนี้ยังเกิดจากความไม่สมดุลของธาตุอาหาร (Luttge *et al.*, 1984; Sharma, 1984) แต่ถ้าเกิดอย่างรุนแรงพืชมีการสูญเสียน้ำมาก พืชจะตายได้ (Maas, 1990; Munns, 2002)

พื้นที่ดินเค็มสามารถจำแนก โดยแบ่งตามค่าการนำไฟฟ้าของดินที่สกัดจากดินที่อิ่มตัวด้วยน้ำ (EC_e) และความสามารถในการทนเค็มของพืชได้ดังนี้ คือ ดินไม่เค็ม พื้นที่ดินเค็มน้อย พื้นที่ดินเค็มปานกลาง พื้นที่ดินเค็มมาก และพื้นที่ดินเค็มจัด ดังแสดงในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 การแบ่งชั้นระดับความเค็มของดินโดยใช้ค่าการนำไฟฟ้าของดิน และความสามารถในการทนเค็มของพืช

ระดับความเค็ม	ค่าการนำไฟฟ้าของดิน ($dS\ m^{-1}$)	เปอร์เซ็นต์เกลือ (%)	ผลกระทบต่อพืช
ดินไม่เค็ม	0 - 2	< 0.10	พืชไม่ได้รับผลกระทบ
พื้นที่ดินเค็มน้อย	2 - 4	0.10 - 0.20	พืชที่ไวต่อความเค็ม จะได้รับผลกระทบ
พื้นที่ดินเค็มปานกลาง	4 - 8	0.20 - 0.40	พืชส่วนใหญ่ได้รับผลกระทบ
พื้นที่ดินเค็มมาก	8 - 16	0.40 - 0.80	พืชที่ทนต่อความเค็มเท่านั้น สามารถเจริญเติบโตให้ผลผลิตได้
พื้นที่ดินเค็มจัด	> 16	> 0.80	พืชทนเค็มน้อยชนิดที่สามารถเจริญเติบโตอยู่ได้

ที่มา: ดัดแปลงจาก Abrol *et al.* (1988)

3.2 การจำแนกดินเค็ม

ในการจำแนกดินเค็ม สมาคมปฐพีศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา ได้จำแนกไว้ดังนี้ (USSLS, 1954)

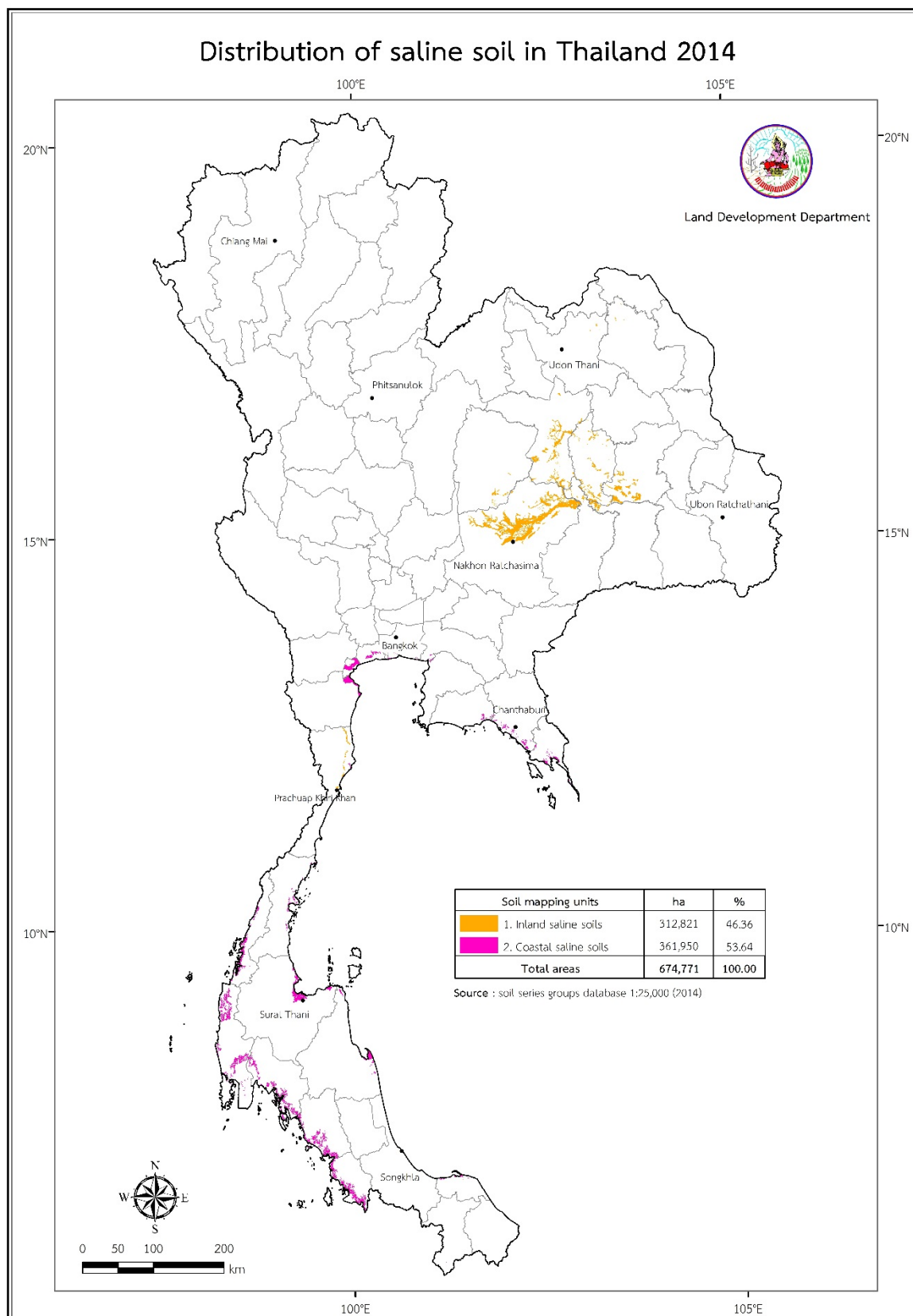
3.2.1 ดินเค็ม (Saline soil) คือ ดินที่มีเกลือที่ละลายน้ำได้อยู่ในสารละลายดินมาก วัดค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดิน ที่สกัดจากดินที่อิ่มตัวด้วยน้ำ (EC_e) สูงกว่า 2 เดซิซีเมนส์ต่อเมตร (decisiemens per meter, $dS\ m^{-1}$) ที่อุณหภูมิ $25^{\circ}C$ เปอร์เซ็นต์ของโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Exchangeable Sodium Percentage; ESP) น้อยกว่า 15 เปอร์เซ็นต์ โดยปกติค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน (pH) จะต่ำกว่า 8.5

3.2.2 ดินโซดิก (Sodic soil) คือ ดินที่มีค่าเปอร์เซ็นต์ของโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ (ESP) มากกว่า 15 เปอร์เซ็นต์ มีค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดินที่สกัดจากดินที่อิ่มตัวด้วยน้ำ (EC_e) ต่ำกว่า $2\ dS\ m^{-1}$ ที่ $25^{\circ}C$ ปกติค่าความเป็นกรด-ด่างของดินจะอยู่ระหว่าง 8.5-10

3.2.3 ดินเค็มโซดิก (Saline sodic soil) คือ ดินเค็มที่มีเกลือปริมาณมาก มีค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดิน ที่สกัดจากดินที่อิ่มตัวด้วยน้ำ (EC_e) มากกว่า $2\ dS\ m^{-1}$ ที่ $25^{\circ}C$ และมีค่าเปอร์เซ็นต์ของโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ (ESP) มากกว่า 15 เปอร์เซ็นต์

3.3 การเกิดและการแพร่กระจาย

ดินเค็มในประเทศไทย มีเนื้อที่ครอบคลุมรวม 4,217,319 ไร่ ซึ่งพบทั้งที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลางและพื้นที่ชายทะเล ดังแสดงในภาพที่ 3.1



ภาพที่ 3.1 การแพร่กระจายดินเค็มในประเทศไทย

สำหรับรายละเอียดการเกิดและการแพร่กระจายของดินเค็มแต่ละชนิดเป็นดังนี้

3.3.1 ดินเค็มในแผ่นดินหรือดินเค็มบก พบกระจายในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เป็นดินที่มีการสะสมเกลือจากการละลายของหินเกลือหรือจากระดับน้ำใต้ดินที่มีเกลือละลายน้ำอยู่มาก ทำให้พบชั้นสะสมเกลือมากหรือพบคราบเกลือที่ผิวดินมาก มีพื้นที่ 2,207,544 ไร่ (กรมพัฒนาที่ดิน, 2558ก)

สำหรับสาเหตุการเกิดดินเค็มภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (Sinanuwong and Takaya, 1974; Wongsomsak, 1986) ได้สรุปไว้ดังนี้

1) ชั้นหินเกลือในหน่วยหินมหาสารคาม ซึ่งพบบริเวณตอนกลางของแอ่งสกลนครและแอ่งโคราช มักเกิดรอยเลื่อนพร้อมกับการโก่งตัวของโครงสร้างรูปประทุน (Salt dome) มาใกล้ผิวดิน ซึ่งเกลือจะไหลขึ้นมาตามแนวแตกหักของรอยเลื่อนโดยมีน้ำบาดาลในชั้นที่มีแรงดันเข้ามาเกี่ยวข้อง และเป็นสาเหตุของการแพร่กระจายของน้ำเค็มในชั้นที่เหนือขึ้นมา

2) การผุพังสลายตัวของวัตถุต้นกำเนิดดินที่เป็นหินทรายและหินดินดาน ที่มีเกลือเป็นองค์ประกอบอยู่ไม่ห่างจากผิวดินมากนัก ในฤดูฝนจะถูกชะล้างโดยน้ำ เมื่อน้ำระเหยออกมาจะเห็นคราบเกลือตามผิวดินในฤดูแล้ง

3) มีน้ำใต้ดินเค็มที่อยู่ระดับตื้นใกล้ผิวดิน



(ก)



(ข)

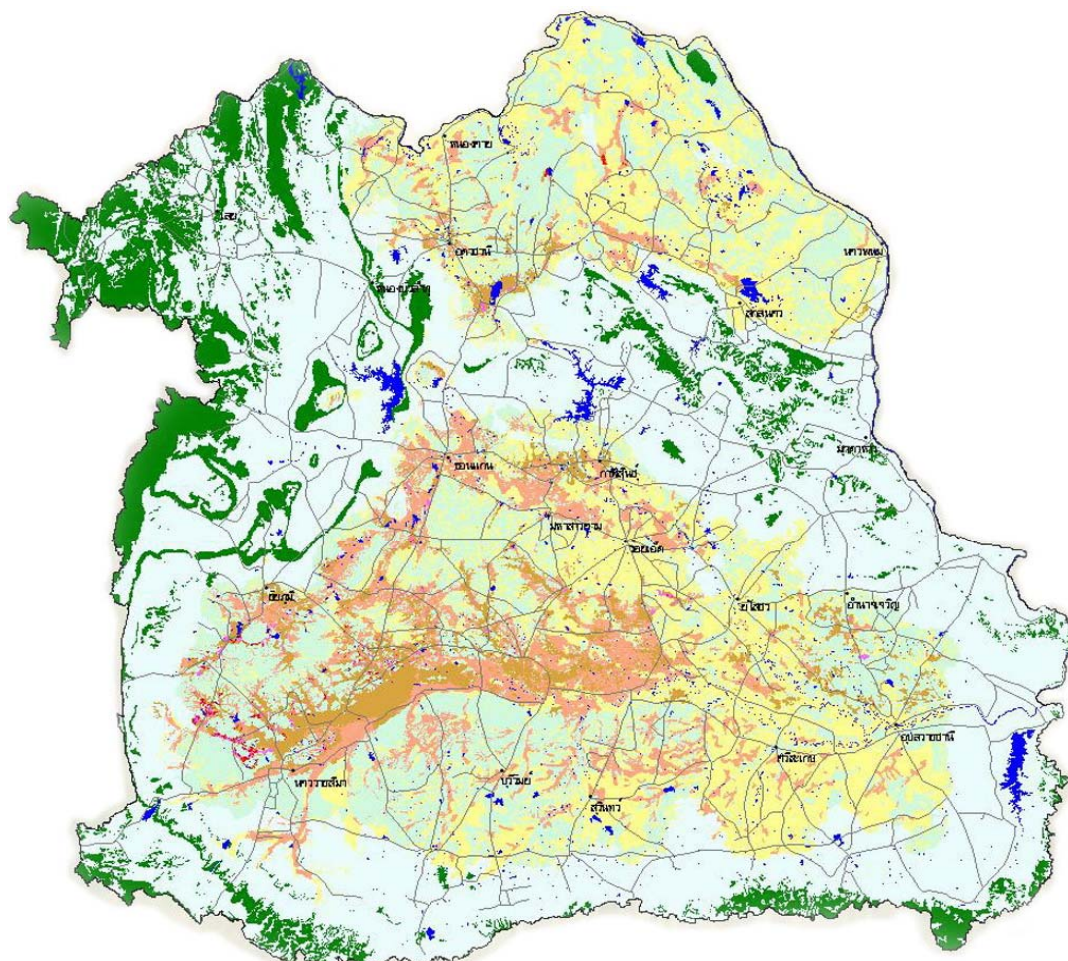
ภาพที่ 3.2 ดินเค็มภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และผลกระทบต่อพืช

ในขณะที่ปัญหาดินเค็มใน Australia เกิดจากการยกระดับของน้ำใต้ดิน ซึ่งเป็นผลมาจากการปรับเปลี่ยนการใช้ประโยชน์ที่ดินไปปลูกพืชอายุสั้นที่ใช้น้ำน้อย การตัดไม้ธรรมชาติออกไป ซึ่งก็มีหลายประเทศที่เป็นแบบนี้ (Munns, 2002)

นอกจากนี้ยังมีดินเค็มที่มีการจำแนกโดยดูจากคราบเกลือเป็นหลัก ในดินเค็มภาคตะวันออกเฉียงเหนือพบว่ามีเนื้อที่ 11,506,882 ไร่ กระจายอยู่ทั่วไปในจังหวัดต่างๆ ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ยกเว้นจังหวัดหนองบัวลำภู มุกดาหาร และเลย (สำนักสำรวจและวางแผนการใช้ที่ดิน,

2549) ดังแสดงในภาพที่ 3.3 ซึ่งสามารถแบ่งตามผลกระทบจากความเค็มได้ดังนี้

- 1) ดินเค็มจัด เป็นบริเวณที่ได้รับผลกระทบจากเกลือมาก เพาะปลูกไม่ได้ มีเนื้อที่ 104,019 ไร่
- 2) ดินเค็มมาก เป็นบริเวณที่ได้รับผลกระทบจากเกลือมาก เพาะปลูกไม่ได้ มีเนื้อที่ 228,232 ไร่
- 3) ดินเค็มปานกลาง เป็นบริเวณที่ได้รับผลกระทบจากเกลือปานกลาง พืชส่วนใหญ่ได้รับผลกระทบ มีเนื้อที่ 3,836,342 ไร่
- 4) ดินเค็มน้อย เป็นบริเวณที่ได้รับผลกระทบจากเกลือน้อย ถ้ามีการจัดการไม่ดีหรือดินมีความชื้นไม่เพียงพอ จะส่งผลกระทบกับการเจริญเติบโตของพืช มีเนื้อที่ 7,338,289 ไร่



สำรวจและจัดทำแผนที่โดย
ส่วนมาตรฐานการสำรวจจำแนกดินและที่ดิน
สำนักสำรวจดินและวางแผนการใช้ที่ดิน
กรมพัฒนาที่ดิน 2550

บริเวณที่ได้รับผลกระทบจากเกลือมาก พืชส่วนใหญ่ปลูกไม่ได้เกินกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่	มีพื้นที่	104,019 ไร่ หรือ 0.999 เปอร์เซ็นต์
บริเวณที่ได้รับผลกระทบจากเกลือมาก พืชส่วนใหญ่ปลูกไม่ได้เกินกว่า 10 - 80 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่	มีพื้นที่	228,232 ไร่ หรือ 0.216 เปอร์เซ็นต์
บริเวณที่ได้รับผลกระทบจากเกลือปานกลาง พืชส่วนใหญ่ปลูกไม่ได้เกินกว่า 1 - 10 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่	มีพื้นที่	3,836,342 ไร่ หรือ 3.633 เปอร์เซ็นต์
บริเวณที่ได้รับผลกระทบจากเกลือน้อย พืชส่วนใหญ่ปลูกไม่ได้เกินกว่า 1 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ และยังไม่ถึงขั้นเค็ม	มีพื้นที่	7,338,289 ไร่ หรือ 6.933 เปอร์เซ็นต์
บริเวณที่ได้รับผลกระทบจากเกลือปานกลาง พืชส่วนใหญ่ปลูกไม่ได้เกินกว่า 1 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ และยังไม่ถึงขั้นเค็ม	มีพื้นที่	19,039,289 ไร่ หรือ 18.032 เปอร์เซ็นต์
บริเวณที่ปลูกพืชทนเค็มได้ดี เช่น ข้าวเหนียว และพืชไร่ทนเค็ม	มีพื้นที่	30,549,221 ไร่ หรือ 19.472 เปอร์เซ็นต์
บริเวณที่มีน้ำเค็มจากทะเลหนุน	มีพื้นที่	42,854,792 ไร่ หรือ 40.996 เปอร์เซ็นต์
บริเวณที่มีน้ำเค็มจืด	มีพื้นที่	1,096 ไร่ หรือ 0.001 เปอร์เซ็นต์
พื้นที่ภูเขา	มีพื้นที่	9,744,397 ไร่ หรือ 9.333 เปอร์เซ็นต์
แหล่งน้ำ	มีพื้นที่	1,518,177 ไร่ หรือ 1.433 เปอร์เซ็นต์

ภาพที่ 3.3 แผนที่การแพร่กระจายดินเค็มภาคตะวันออกเฉียงเหนือโดยดูจากคราบเกลือ

สำหรับการแพร่กระจายดินเค็มในจังหวัดต่างๆ ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือเมื่อพิจารณาจากคราบเกลือ แสดงในตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 การแพร่กระจายดินเค็มเมื่อพิจารณาจากคราบเกลือในจังหวัดต่างๆ ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (ไร่)

จังหวัด	ดินเค็มจัด	ดินเค็มมาก	ดินเค็มปานกลาง	ดินเค็มน้อย	รวม	พื้นที่รับน้ำที่ทำให้เกิดการแพร่เกลือ
นครราชสีมา	69,974	115,872	1,473,636	1,346,508	3,005,990	3,366,550
ชัยภูมิ	15,867	32,046	203,800	289,843	541,556	856,251
บุรีรัมย์	104	1,412	113,635	681,173	796,324	2,389,932
สุรินทร์	121	557	139,845	746,214	886,737	1,054,537
ขอนแก่น	2,487	26,464	265,319	1,056,535	1,350,805	1,227,943
มหาสารคาม	611	12,517	356,596	681,514	1,051,238	1,202,353
กาฬสินธุ์	342	554	157,686	142,693	301,275	319,552
อุดรธานี	4,623	10,463	281,441	278,492	575,019	2,230,675
หนองคาย	990	2,076	18,880	268,044	289,990	1,766,382
สกลนคร	6,912	1,345	55,475	374,001	437,733	1,240,941
หนองบัวลำภู	-	-	-	-	-	-
อุบลราชธานี	693	7,275	223,859	120,672	352,499	1,502,215
ศรีสะเกษ	137	232	30,345	355,371	386,085	393,912
ยโสธร	-	79	70,824	71,737	142,640	502,567
ร้อยเอ็ด	880	15,691	357,701	858,262	1,232,534	695,324
อำนาจเจริญ	-	1,491	66,917	11,609	80,017	454,733
นครพนม	278	158	20,463	55,221	76,120	1,346,111
มุกดาหาร	-	-	-	-	-	-
เลย	-	-	-	-	-	-
รวมพื้นที่	104,019	228,232	3,836,342	7,338,289	11,506,882	20,549,221

ที่มา: สำนักสำรวจและวางแผนการใช้ที่ดิน (2550)

3.3.2 ดินเค็มภาคกลาง เป็นพื้นที่ที่เคยมีน้ำทะเลท่วมถึงมาก่อน และเกิดจากการทับถมของตะกอนน้ำทะเลและตะกอนน้ำกร่อยอยู่ใต้ตะกอนน้ำจืด เมื่อมีการใช้ประโยชน์ที่ดินอย่างไม่เหมาะสม เช่น การนำน้ำใต้ดินที่มีความเค็มมาใช้ในการเกษตร และการชลประทานมากเกินไปอย่างไม่เหมาะสม การขุดหน้าดินขายทำให้เกิดเกลือที่อยู่ใต้ผิวดินได้เคลื่อนย้ายมาสู่ผิวดิน แล้วเกิดการแพร่กระจายของพื้นที่ดินเค็มอย่างกว้างขวาง (Hattori and Takaya, 1989) ดินเค็มภาคกลางมีพื้นที่ประมาณ 54,644 ไร่ (กรมพัฒนาที่ดิน, 2558ก) พบในจังหวัดนครปฐม สุพรรณบุรี กาญจนบุรี อ่างทอง สิงห์บุรี และชัยนาท



(ก)



(ข)

ภาพที่ 3.4 ดินเค็มภาคกลางและผลกระทบกับพืช

3.3.3 ดินเค็มชายทะเล เกิดจากอิทธิพลของน้ำทะเลท่วมถึงหรือเคยท่วมมาก่อน บริเวณที่มีสภาพพื้นที่เป็นที่ลุ่ม น้ำทะเลท่วมถึง วัตถุต้นกำเนิดดินเป็นตะกอนน้ำทะเลและน้ำกร่อย ดินบริเวณนี้จะมีความชื้นของดินสูงและมีความเค็มสูง พืชพรรณที่ขึ้นในบริเวณนี้เป็นไม้ชายเลน ซึ่งทนเค็มได้ดี เช่น โกงกาง แสม ลำพู เป็นต้น และบริเวณที่น้ำทะเลเคยท่วมถึงมาก่อน เกิดจากตะกอนน้ำทะเลและตะกอนน้ำกร่อย เป็นดินมีความเหนียวสูงบางแห่งอาจพบชั้นทรายและเปลือกหอยในดินชั้นล่างพบกระจายกระจายทั่วไปในพื้นที่ภาคกลาง 274,489 ไร่ ภาคตะวันออก 165,528 ไร่ และภาคใต้ 1,515,114 ไร่ รวมมีพื้นที่ 1,955,131 ไร่ (กรมพัฒนาที่ดิน, 2558ก) ชุดดินที่สำคัญที่พบปัญหาดินเค็ม ได้แก่ ชุดดินบางปะกง ชุดดินหนองแก ชุดดินท่าจีน ชุดดินสมุทรปราการ ชุดดินสมุทรสงคราม และชุดดินตะกั่วทุ่ง



(ก)



(ข)

ภาพที่ 3.5 ดินเค็มชายทะเล

สาเหตุการแพร่กระจายดินเค็มนอกจากจะเกิดจากธรรมชาติแล้ว การแพร่กระจายดินเค็มอาจเกิดจากการกระทำของมนุษย์ได้ ดังนี้

- 1) การทำนาเกลือ ไม่ว่าจะทำโดยวิธีใดก็ตาม เกลือที่อยู่ในน้ำทิ้ง มีปริมาณมากพอที่จะทำให้บริเวณข้างเคียงเป็นดินเค็ม
- 2) การสร้างอ่างเก็บน้ำบริเวณพื้นที่ดินเค็ม หรือมีน้ำใต้ดินเค็ม จะส่งผลให้บริเวณรอบๆ อ่างมีปัญหาดินเค็ม

- 3) การตัดไม้ทำลายป่าบริเวณพื้นที่รับน้ำ (Recharge area) ที่เป็นพื้นที่ที่มีศักยภาพที่ก่อให้เกิดปัญหาดินเค็มจะส่งผลทำให้เกิดการแพร่กระจายดินเค็มในพื้นที่ให้น้ำ (Discharge area) ในที่ลุ่มได้
- 4) การใช้น้ำชลประทานที่เค็ม เมื่อใช้ไปนานๆ จะทำให้เกิดการสะสมเกลือที่ผิวดิน
- 5) การขุดดินเค็มมาถมที่ ก็จะทำให้ที่ดินปกติมีปัญหาดินเค็ม เกลือจะสะสมในพื้นที่นั้น
- 6) การสูบน้ำบาดาลมาใช้ในพื้นที่ภาคกลาง ทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของน้ำทะเลมาปนเปื้อนในพื้นที่น้ำจืดได้ จะส่งผลให้น้ำมีคุณภาพไม่ดี หรือในกรณีพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ การสูบน้ำบาดาลที่เป็นน้ำเค็มหรือน้ำกร่อยมาใช้ ก็จะทำให้เกิดการสะสมเกลือที่ผิวดินและแพร่กระจายดินเค็ม

3.4 ผลกระทบต่อการเกษตร

ความเค็มเป็นปัญหาความเสื่อมโทรมของดินที่สำคัญ ที่พบกระจายทั่วไปในโลกตัวอย่างเช่น ดินเค็มในยุโรป ประเมินว่ามีประมาณ 1-3 ล้านเฮกตาร์ ซึ่งเป็นผลจากความแห้งแล้ง ส่งผลกระทบต่อการลดศักยภาพในการทำการเกษตร ก่อให้เกิดความเสี่ยงทางการเกษตร นอกจากนี้ยังพบการขาดแคลนน้ำจืดในพื้นที่ดินเค็ม ซึ่งส่งผลกระทบต่อการผลิตพืชเป็นอย่างมาก (Ladeira, 2012) เช่นเดียวกับรายงานของ Khanom (2016) ที่กล่าวถึงปัญหาของดินเค็มชายทะเลในประเทศบังคลาเทศ ที่นอกจากจะมีปัญหาเรื่องความเค็มของดินแล้ว ยังพบปัญหาการขาดแคลนน้ำจืดในช่วงฤดูแล้ง ซึ่งส่งผลกระทบต่อการผลิตข้าว ดังนั้นดินเค็มมีผลกระทบต่อการเกษตรดังนี้

3.4.1 ผลกระทบต่อพืช

จากคำนิยาม ดินเค็มคือดินที่มีเกลือที่ละลายได้ในสารละลายดินปริมาณมาก จนกระทบต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของพืช การสังเกตโดยดูจากคราบเกลือจะเห็นคราบเกลือเป็นหย่อมๆ โดยเฉพาะในฤดูแล้ง พืชมักจะแสดงอาการใบไหม้ ลำต้นแคระแกร็น โดยเฉพาะอย่างยิ่งมีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของพืชอาหาร เช่น ข้าว ข้าวสาลี อ้อย ข้าวโพด มันสำปะหลังคือทำให้พืชมีการเจริญเติบโตลดลง ผลผลิตพืชลดลง Galvani (2007) กล่าวว่าปัญหาดินเค็มมีผลกระทบต่อน้ำ คือ ความเค็มทำให้การดูดน้ำของพืชขึ้นไปใช้ได้น้อยลง ส่งผลให้พืชขาดน้ำและตายในที่สุด ปัญหาดินเค็มเป็นปัญหาหลักที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชและการให้ผลผลิตของพืช มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในเขตแห้งแล้งและกึ่งแห้งแล้ง (Rus *et al.*, 2000)

3.4.2 ผลกระทบต่อพื้นที่ทำการเกษตร

ปัญหาดินเค็มนอกจากจะมีผลกระทบโดยตรงต่อพืชแล้วยังมีผลกระทบต่อพื้นที่ทำการเกษตรด้วย การแพร่กระจายของดินเค็มในพื้นที่ทำการเกษตรที่มากขึ้น ส่งผลให้พื้นที่ทำการเกษตรลดลง โดยเฉพาะในเขตแห้งแล้งและกึ่งแห้งแล้งที่เป็นแหล่งผลิตพืชอาหารที่มีการใช้น้ำชลประทาน โดยอย่างน้อย 20 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ชลประทานเป็นดินที่ได้รับผลกระทบจากความเค็ม (Pitman and Lauchli, 2002) ประเมินการว่ามีพื้นที่ทำการเกษตรประมาณหนึ่งในสามที่ได้รับผลกระทบจากความเค็ม (Perez-Alfocea *et al.*, 1996) ซึ่งจะเห็นได้ว่ามีปริมาณที่สูงมาก

ในขณะที่ Yamaguchi and Blumwald (2005) กล่าวว่าความเค็มของดินเป็นปัจจัยที่ไม่มีชีวิต ที่ส่งผลกระทบต่อการทำการเกษตร ลดกำลังการผลิตภาคเกษตร มีการแพร่กระจายเป็นบริเวณกว้างขวางบนพื้นโลก ผลกระทบมีมาตั้งแต่อดีตจนถึงยุคปัจจุบันส่งผลทำให้พื้นที่ทำการเกษตรลดลง ในขณะที่จำนวนประชากรเพิ่มสูงขึ้น จึงเป็นความท้าทายในการผลิตอาหารให้เพียงพอกับความต้องการของประชากร เช่นเดียวกับสภาวะการณ์ที่เกิดขึ้นในประเทศไทย ในเมื่อพื้นที่ทำการเกษตรที่เป็นดินปกติมีจำกัดไม่สามารถขยายได้มากขึ้นให้เพียงพอกับการผลิตอาหารเลี้ยงคน ดังนั้นการใช้พื้นที่ที่มีปัญหาในการทำการเกษตรเพื่อการ

เพาะปลูกพืชอาหารจึงเป็นเรื่องที่ควรพิจารณาหาแนวทางในการเพิ่มผลผลิตร่วมกันทั้งเกษตรกร ภาครัฐและผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย เพื่อให้ได้ผลผลิตทางการเกษตรที่เพียงพอกับความต้องการ เทคนิคในการแก้ปัญหาควรเป็นวิธีการที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ซึ่งสามารถควบคุมปัญหาความเค็มได้ (Galvani, 2007)

3.4.3 ผลกระทบด้านเศรษฐกิจ

ปัญหาดินเค็มมีผลโดยตรงต่อการเกษตรของประเทศไทย ทำให้พืชปลูกไม่สามารถเจริญเติบโตได้ หรือเจริญเติบโตได้แต่ให้ผลผลิตต่ำ มีความจำเป็นต้องเพิ่มการลงทุนเพื่อปรับปรุงบำรุงดิน ทั้งการจัดการดิน การจัดการระบบการให้น้ำที่เหมาะสม และการจัดการพืชคือต้องเลือกชนิดพืชให้เหมาะสมกับระดับความเค็มของดิน การตอบสนองต่อความเค็มของพืชแต่ละชนิดจะแตกต่างกันขึ้นกับความสามารถในการทนเค็ม ระยะการเจริญเติบโตและส่วนต่างๆ

ความเค็มเป็นปัญหาที่สำคัญมากปัญหาหนึ่งที่จำกัดผลผลิตทางการเกษตร พืชส่วนใหญ่จะได้รับผลกระทบจากความเค็มที่มีความเข้มข้นสูงๆ มีการคาดการณ์ว่าต้องมีการลงทุนเกี่ยวกับเรื่องดินเค็มในการทำการเกษตรประมาณ 12,000 ล้านเหรียญสหรัฐ และคาดว่าจะสูงขึ้นเรื่อยๆ (Ghassemi *et al.*, 1995) ปัญหาดินเค็มมีความสำคัญทางด้านเศรษฐกิจเป็นการเพิ่มต้นทุนในการผลิตพืชอาหารเพื่อให้ได้ปริมาณมากขึ้น อย่างไรก็ตาม การแก้ไขปัญหาดินเค็มต้องทำในสถานการณ์ที่มีทรัพยากรที่ดินจำกัด ตัวอย่างการศึกษาในประเทศไทยก็มีรายงานว่า เกษตรกรจะต้องลงทุนเพิ่มมากขึ้นกว่าการปลูกพืชในดินปกติในการลดปัญหาดินเค็มเพื่อให้สามารถปลูกพืชได้

จะเห็นได้ว่าดินเค็มในประเทศไทย จะพบกระจายทั้งที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลางและพื้นที่ชายทะเล ซึ่งแต่ละแห่งก็จะมีสาเหตุการเกิดที่แตกต่างกัน มีปัญหาในการทำการเกษตรที่แตกต่างกัน ในการจำแนกประเภทของดินเค็มตามหลักสากลจะใช้วัดค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดิน ที่สกัดจากดินที่อิ่มตัวด้วยน้ำ (EC_e) และเปอร์เซ็นต์ของโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Exchangeable Sodium Percentage; ESP) เป็นเกณฑ์ในการจำแนก ซึ่งแบ่งได้เป็นดินเค็ม ดินโซดิก และดินเค็มโซดิก ซึ่งดินเค็มจะมีผลกระทบโดยตรงต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของพืช และยังมีผลกระทบต่อพื้นที่ทำการเกษตรด้วย คือทำให้พื้นที่ทำการเกษตรลดลง ในขณะที่ทั่วโลกต้องการพื้นที่เกษตรเพิ่มขึ้นในการทำการเกษตร เพื่อผลิตพืชอาหาร ดังนั้นการนำพื้นที่ดินเค็มมาใช้ประโยชน์ในการปลูกพืชจึงเป็นทางเลือกที่น่าสนใจ แต่ต้องอยู่ภายใต้การจัดการที่ดีเพราะมิฉะนั้นอาจเป็นการเพิ่มปัญหาในการแพร่กระจายดินเค็ม เพื่อใช้เป็นแหล่งปลูกพืชอาหารให้เพียงพอับประชากรของประเทศไทยที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในช่วง 10 ปีข้างหน้า

3.5 ข้อมูลความทนเค็มของพืช (crop salt tolerant data)

จากที่กล่าวข้างต้น ความเค็มมีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของพืช ซึ่งพืชแต่ละชนิดจะมีความสามารถในการทนเค็มที่ต่างกัน หรือแม้แต่พืชชนิดเดียวกันแต่ต่างพันธุ์กันก็ทนเค็มได้แตกต่างกันซึ่งพืชแต่ละชนิดจะมีกลไกในการทนเค็มที่ต่างกัน พืชที่ปลูกกันโดยทั่วไปมีความสามารถในการทนเค็มที่ต่างกัน ซึ่งพืชเหล่านี้มีกลไกในการปรับตัวเพื่อให้อยู่รอดในสภาพดินเค็มดังนี้ คือ การเลือกดูดและเคลื่อนย้ายประจุ (ไอออน) การเก็บประจุไว้ในแวคิวโอล (Vacuole) เพื่อลดความรุนแรงของเกลือ การสร้างสารอินทรีย์บางชนิดเพื่อสร้างความสมดุลและการป้องกันด้วยระบบเอนไซม์ การสร้างสภาวะสมดุลของของเหลว ซึ่งพืชทนเค็มบางชนิดเป็นพืชอาหาร (Khan *et al.*, 2006) ในการประเมินความทนเค็ม ปกติ

พิจารณาจากเปอร์เซ็นต์การผลิติดมของพืชในสภาพความเค็มเปรียบเทียบกับสภาพดินปกติ ซึ่งเหมาะกับพืชฤดูเดียว อย่างไรก็ตามการประเมินความทนเค็ม สามารถประเมินจากเปอร์เซ็นต์ความอยู่รอด ซึ่งเหมาะกับพืชอายุข้ามปี (Munns, 2002) การวิจัยพืชทนเค็มมีความสำคัญ เพื่อหาพืชที่เหมาะสมกับระดับความเค็มมาปลูก นอกจากนี้ความทนเค็มของพืช ยังเป็นตัวบ่งชี้ลักษณะพื้นที่ดินเค็มได้อีกด้วย เช่นถ้าพบหนามแดง หนามพุงคอก หนามพรม ก็แสดงว่าบริเวณนั้นเป็นดินเค็มจัดแม้ว่าจะไม่พบคราบเกลือก็ตาม ซึ่งฟังก์ชันการตอบสนองต่อความเค็มก็จะแตกต่างกันไปดังรายละเอียดดังนี้

3.5.1 ฟังก์ชันการตอบสนองต่อระดับความเค็ม (crop yield response function)

การทนเค็มของพืช สามารถอธิบายได้จากการสร้างกราฟผลผลิตสัมพัทธ์ (Relative yield) กับการเพิ่มขึ้นของระดับความเค็มของดิน พืชส่วนใหญ่จะตอบสนองเป็นความสัมพันธ์ของการเจริญเติบโตแบบซิกมอยด์ (sigmoidal relationship) อย่างไรก็ตามพืชบางชนิดอาจจะตายก่อนการเกิดเมล็ดหรือผล

Mass and Hoffman (1977) เสนอว่าเส้นกราฟของการตอบสนองสามารถนำมาเป็นตัวแทนของ 2 กลุ่ม กลุ่มแรกคือกลุ่มที่มีการเพิ่มความทนเค็มที่มีความชันเป็นศูนย์ (zero slope) กลุ่มที่สองเป็นกลุ่มที่ความทนเค็มขึ้นกับความเข้มข้นของเกลือ ซึ่งความชันของผลผลิตจะลดลงในกรณีที่ความเค็มเพิ่มขึ้น จุดที่ 2 เส้นนี้มาตัดกันจะถูกกำหนดว่าเป็น ชิดเริ่มเปลี่ยน (Threshold) คือถ้าค่าการนำไฟฟ้าของดิน (soil electrical conductivity; EC) สูงกว่าจุดนี้ ผลผลิตพืชจะลดลงอย่างฉับพลัน ซึ่งเป็นที่ยอมรับเมื่อมีการวัดค่าการนำไฟฟ้าแบบสกัดจากสารละลายดินที่อิ่มตัวด้วยน้ำ (EC_e) หน่วยวัดเป็น เดซิซีเมนส์ต่อเมตร ($dS\ m^{-1}$)

สำหรับผลผลิตสัมพัทธ์ (Y_r) ในความเค็มต่างๆ สามารถคำนวณได้จากสมการ

$$Y_r = 100 - b (EC_e - a) \quad (1)$$

a คือ ระดับความเค็มที่ชิดเริ่มเปลี่ยน ($dS\ m^{-1}$)

b คือ ความชันที่เด่นชัด (เปอร์เซ็นต์ต่อ $dS\ m^{-1}$)

EC_e คือการนำไฟฟ้าของดินเฉลี่ยที่ระดับรากพืช

ในส่วนของฟังก์ชันการตอบสนองที่สอง มีความถูกต้องเมื่อระดับความเค็มมีความชัดเจนในรูปของพลังงานศักย์เนื่องจากแรงดันออสโมซิส (Osmotic potential) ของสารละลายดินที่ความชื้นความจุภาคสนาม (Field capacity) (OP_{fc}) เมื่อรู้ OP_{fc} ก็จะสามารถประเมินการตอบสนองผลผลิตได้

$$Y_r = 100 - B (OP_{fc} - A) \quad (2)$$

A คือ จุดเริ่มเปลี่ยนความเค็มในรูปของแรงดัน (bar)

B คือ ความชันที่เด่นชัด (เปอร์เซ็นต์ต่อ bar)

OP_{fc} คือ ศักย์แรงดันของน้ำในดินในระดับรากพืชที่ระดับความชื้นภาคสนาม

สมการที่ 2 เหมือนสมการที่ 1 คือเป็นเส้นตรง เมื่อ OP_{fc} ไม่มีความสัมพันธ์เป็นเส้นตรงกับค่า EC_e อย่างไรก็ตามค่าเบี่ยงเบนมีค่าน้อย ผลผลิตสัมพัทธ์จากสมการที่ 2 เป็นเพียง 2 เปอร์เซ็นต์จากการคำนวณ

จากสมการที่ 1 ข้อมูลการทนเค็มของพืชจึงมักดูจากค่าการนำไฟฟ้าของดิน (EC_e) ชีตเริ่มเปลี่ยน (A) และความชัน (B) ในรูปของ OP_{fc} สามารถประเมินได้จากข้อมูล EC_e ดังความสัมพันธ์

$$A = -0.725a^{1.06}(3)$$

$$B = \frac{100}{0.725 \frac{100-ab^{1.06}}{b} - A} (4)$$

สมการนี้อยู่บนฐานความสัมพันธ์ $OP_{fc} = -0.725 EC_e^{1.06}$ ซึ่งประเมินได้ว่าความเข้มข้นของเกลือที่ละลายอยู่ในน้ำในดินเป็น 2 เท่าของที่สกัดจากสารละลายดินที่อิ่มตัวด้วยน้ำ

หลักการจุดเริ่มเปลี่ยนและความชันมีคุณค่าในการใช้เป็นคำแนะนำข้อมูลความสามารถในการทนเค็มของพืชเพื่อใช้ในการจัดการพืช เมื่อเกษตรกรรู้ระดับความเค็มที่จะทำให้ผลผลิตพืชลดลง และลดลงอย่างไร นอกจากนี้ยังมีประโยชน์ในการทำแบบจำลองการทำนายผลผลิตพืช

3.5.2 ข้อมูลความทนเค็ม (salt tolerant data)

1) พืชล้มลุก (Herbaceous crops)

จากตารางที่ 3.3 เป็นค่าของชีตเริ่มต้น (threshold) และความชัน (slope) ของพืชโดยใช้ค่า EC_e เป็นเกณฑ์ ข้อมูลส่วนใหญ่ได้จากการปลูกพืชตามคำแนะนำ การปลูกและการจัดการของการผลผลิตพืชเพื่อการค้า จะเห็นได้ว่าพืชแต่ละชนิดจะตอบสนองแตกต่างกันไปในสภาพที่ต่างกัน นอกจากนี้ข้อมูลเหล่านี้จะใช้กับพื้นที่ที่มีความเค็มสม่ำเสมอ จากระยะกล้าจนถึงระยะสุกแก่ สำหรับพืชที่มีความอ่อนแอในบางช่วงของการเจริญเติบโตจะเขียนแนบท้ายไว้ ข้อมูลในตารางที่ 3.3 นี้ ประยุกต์ใช้กับดินที่มี Cl^- เป็นประจุลบหลัก เพราะถ้าเป็นดินที่มี $CaSO_4$ ค่า EC_e จะสูงกว่าดินปกติ $1-3 dS m^{-1}$ ดังนั้นถ้าพืชที่ปลูกในดิน Gypsiferous จะทนต่อค่า EC_e มากกว่าประมาณ $2 dS m^{-1}$ ในตารางนี้ อย่างไรก็ตามพืชบางชนิดข้อมูลยังไม่เพียงพอ

ตารางที่ 3.3 Salt tolerance of herbaceous crops.

Crop			Salt Tolerance Parameters		
Common name	Botanical name	Tolerance based on	Threshold(EC _e)	Slope	Rating
			dS m ⁻¹	% per dS m ⁻¹	
Barley [#]	<i>Hordeum vulgare</i> L.	Grain yield	8	5	T
Chickpea	<i>Cicer arietinum</i> L.	Seed yield	-	-	MS
Corn	<i>Zea mays</i> L.	Ear FW	1.7	12	MS
Cotton	<i>Gossypium hirsutum</i> L.	Seed cotton yield	7.7	5.2	T
Crambe	<i>Crambe abyssinica</i> Hochst. ex R.E. Fries	Seed yield	2	6.5	MS
Flax	<i>Linum usitatissimum</i> L.	Seed yield	1.7	12	MS
Guar	<i>Cyamopsis tetragonoloba</i> (L.) Taub.	Seed yield	8.8	17	T
Kenaf	<i>Hibiscus cannabinus</i> L.	Stem DW	8.1	11.6	T
Millet, channel	<i>Echinochloa turnerana</i> (Domin) J.M. Black	Grain yield	-	-	T
Oats	<i>Avena sativa</i> L.	Grain yield	-	-	T
Peanut	<i>Arachis hypogaea</i> L.	Seed yield	3.2	29	MS
Rice, paddy	<i>Oryza sativa</i> L.	Grain yield	3.0	12	S
Rye	<i>Secale cereale</i> L.	Grain yield	11.4	10.8	T
Safflower	<i>Carthamus tinctorius</i> L.	Seed yield	-	-	MT
Sesame	<i>Sesamum indicum</i> L.	Pod DW	-	-	S
Sorghum	<i>Sorghum bicolor</i> (L.) Moench	Grain yield	6.8	16	MT
Soybean	<i>Glycine max</i> (L.) Merrill	Seed yield	5	20	MT
Sugar beet ^{###}	<i>Beta vulgaris</i> L.	Storage root	7	5.9	T
Sugar cane	<i>Saccharum officinarum</i> L.	Shoot DW	1.7	5.9	MS
Sunflower	<i>Helianthus annuus</i> L.	Seed yield	4.8	5	MT
Wheat	<i>Triticum aestivum</i> L.	Grain yield	6	7.1	MT
Wheat (semi-dwarf)	<i>T. aestivum</i> L.	Grain yield	8.6	3	T
Wheat, Durum	<i>T. turgidum</i> L. var. <i>durum</i> Desf.	Grain yield	5.9	3.8	T
Alfalfa	<i>Medicago sativa</i> L.	Shoot DW	2	7.3	MS
Barley (forage) [#]	<i>Hordeum vulgare</i> L.	Shoot DW	6	7.1	MT
Bentgrass, creeping	<i>Agrostis stolonifera</i> L.	Shoot DW	-	-	MS
Bermudagrass	<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	Shoot DW	6.9	6.4	T
Buffelgrass	<i>Pennisetum ciliare</i> (L.) Link. [syn. <i>Cenchrus ciliaris</i>]	Shoot DW	-	-	MS*
Canarygrass, reed	<i>Phalaris arundinacea</i> L.	Shoot DW	-	-	MT
Clover, sweet	<i>Melilotus</i> sp. Mill.	Shoot DW	-	-	MT*
Clover, white Dutch	<i>Trifolium repens</i> L.	Shoot DW	-	-	MS*
Corn (forage)	<i>Zea mays</i> L.	Shoot DW	1.8	7.4	MS
Cowpea (forage)	<i>Vigna unguiculata</i> (L.) Walp.	Shoot DW	2.5	11	MS
Dhaincha	<i>Sesbania bispinosa</i> (Linn.) W.F. Wight [syn. <i>Sesbania aculeata</i> (Willd.) Poir]	Shoot DW	-	-	MT
Foxtail, meadow	<i>Alopecurus pratensis</i> L.	Shoot DW	1.5	9.6	MS

Crop			Salt Tolerance Parameters		
Common name	Botanical name	Tolerance based on	Threshold(EC _e)	Slope	Rating
			dS m ⁻¹	% per dS m ⁻¹	
Glycine	<i>Neonotonia wightii</i> [syn. <i>Glycine wightii</i> or <i>javanica</i>]	Shoot DW	-	-	MS
Gram, black or Urd bean	<i>Vigna mungo</i> (L.) Hepper [syn. <i>Phaseolus mungo</i> L.]	Shoot DW	-	-	S
Guinea grass	<i>Panicum maximum</i> Jacq.	Shoot DW	-	-	MT
Kallargrass	<i>Leptochloa fusca</i> (L.) Kunth [syn. <i>Diplachne fusca</i> Beauv.]	Shoot DW	-	-	T
Lablab bean	<i>Lablab purpureus</i> (L.) Sweet [syn. <i>Dolichos lablab</i> L.]	Shoot DW	-	-	MS
Lovegrass	<i>Eragrostis</i> sp. N. M. Wolf	Shoot DW	2	8.4	MS
Milkvetch, Cicer	<i>Astragalus cicer</i> L.	Shoot DW	-	-	MS*
Millet, Foxtail	<i>Setaria italica</i> (L.) Beauvois	Dry matter	-	-	MS
Oatgrass, tall	<i>Arrhenatherum elatius</i> (L.) Beauvois ex J. Presl & K. Presl	Shoot DW	-	-	MS*
Oats (forage)	<i>Avena sativa</i> L.	Straw DW	-	-	T
Orchardgrass	<i>Dactylis glomerata</i> L.	Shoot DW	1.5	6.2	MS
Pigeon pea	<i>Cajanus cajan</i> (L.) Huth [syn. <i>C. indicus</i> (K.) Spreng.]	Shoot DW	-	-	S
Rape (forage)	<i>Brassica napus</i> L.		-	-	MT*
Rhodesgrass	<i>Chloris Gayana</i> Kunth.	Shoot DW	-	-	MT
Rye (forage)	<i>Secale cereale</i> L.	Shoot DW	7.6	4.9	T
Ryegrass, Italian	<i>Lolium multiflorum</i> Lam.	Shoot DW	-	-	MT*
Saltgrass, desert	<i>Distichlis spicata</i> L. var. <i>stricta</i> (Torr.) Bettle	Shoot DW	-	-	T*
Sesbania	<i>Sesbania exaltata</i> (Raf.) V.L. Cory	Shoot DW	2.3	7	MS
Sirato	<i>Macroptilium atropurpureum</i> (DC.) Urb.	Shoot DW	-	-	MS
Sudangrass	<i>Sorghum sudanense</i> (Piper) Stapf	Shoot DW	2.8	4.3	MT
Vetch, common	<i>Vicia angustifolia</i> L.	Shoot DW	3	11	MS
Wheat (forage) ^{†††}	<i>Triticum aestivum</i> L.	Shoot DW	4.5	2.6	MT
Wheat, Durum (forage)	<i>T. turgidum</i> L. var. <i>durum</i> Desf.	Shoot DW	2.1	2.5	MT
Artichoke	<i>Cynara scolymus</i> L.	Bud yield	6.1	11.5	MT
Asparagus	<i>Asparagus officinalis</i> L.	Spear yield	4.1	2	T
Bean, common	<i>Phaseolus vulgaris</i> L.	Seed yield	1	19	S
Bean, lima	<i>P. lunatus</i> L.	Seed yield	-	-	MT*
Bean, mung	<i>Vigna radiata</i> (L.) R. Wilcz.	Seed yield	1.8	20.7	S
Cassava	<i>Manihot esculenta</i> Crantz	Tuber yield	-	-	MS
Beet, red ^{###}	<i>Beta vulgaris</i> L.	Storage root	4	9	MT
Broccoli	<i>Brassica oleracea</i> L. (Botrytis Group)	Shoot FW	2.8	9.2	MS
Cabbage	<i>B. oleracea</i> L. (Capitata Group)	Head FW	1.8	9.7	MS
Carrot	<i>Daucus carota</i> L.	Storage root	1	14	S
Cauliflower	<i>Brassica oleracea</i> L. (Botrytis Group)		-	-	MS*
Celery	<i>Apium graveolens</i> L. var. <i>dulce</i> (Mill.) Pers.	Petiole FW	1.8	6.2	MS
Corn, sweet	<i>Zea mays</i> L.	Ear FW	1.7	12	MS

Crop			Salt Tolerance Parameters		
Common name	Botanical name	Tolerance based on	Threshold(EC_e)	Slope	Rating
			$dS\ m^{-1}$	% per $dS\ m^{-1}$	
Cowpea	<i>Vigna unguiculata</i> (L.) Walp.	Seed yield	4.9	12	MT
Cucumber	<i>Cucumis sativus</i> L.	Fruit yield	2.5	13	MS
Eggplant	<i>Solanum melongena</i> L. <i>varesculentum</i> Nees.	Fruit yield	1.1	6.9	MS
Garlic	<i>Allium sativum</i> L.	Bulb yield	3.9	14.3	MS
Gram, black or Urd bean	<i>Vigna mungo</i> (L.) Hepper [syn. <i>Phaseolus mungo</i> L.]	Shoot DW	-	-	S
Kale	<i>Brassica oleracea</i> L. (Acephala Group)		-	-	MS*
Kohlrabi	<i>Brassica oleracea</i> L. (Gongylodes Group)		-	-	MS*
Lettuce	<i>Lactuca sativa</i> L.	Top FW	1.3	13	MS
Onion (bulb)	<i>Allium cepa</i> L.	Bulb yield	1.2	16	S
Onion (seed)		Seed yield	1	8	MS
Pea	<i>Pisum sativum</i> L.	Seed FW	3.4	10.6	MS
Pepper	<i>Capsicum annuum</i> L.	Fruit yield	1.5	14	MS
Pigeon pea	<i>Cajanus cajan</i> (L.) Huth [syn. <i>C. indicus</i> (K.) Spreng.]	Shoot DW	-	-	S
Potato	<i>Solanum tuberosum</i> L.	Tuber yield	1.7	12	MS
Pumpkin	<i>Cucurbita pepo</i> L. var <i>Pepo</i>		-	-	MS*
Purslane	<i>Portulaca oleracea</i> L.	Shoot FW	6.3	9.6	MT
Radish	<i>Raphanus sativus</i> L.	Storage root	1.2	13	MS
Spinach	<i>Spinacia oleracea</i> L.	Top FW	2	7.6	MS
Squash, scallop	<i>Cucurbita pepo</i> L. var <i>meloepo</i> (L.) Alef.	Fruit yield	3.2	16	MS
Squash, zucchini	<i>C. pepo</i> L. var <i>meloepo</i> (L.) Alef.	Fruit yield	4.9	10.5	MT
Strawberry	<i>Fragaria</i> x <i>Ananassa</i> Duch.	Fruit yield	1	33	S
Sweet potato	<i>Ipomoea batatas</i> (L.) Lam.	Fleshy root	1.5	11	MS
Tomato	<i>Lycopersicon lycopersicum</i> (L.) Karst. ex Farw. [syn. <i>Lycopersicon esculentum</i> Mill.]	Fruit yield	2.5	9.9	MS
Tomato, cherry	<i>L. lycopersicum</i> var. <i>Cerasiforme</i> (Dunal) Alef.	Fruit yield	1.7	9.1	MS
Turnip Turnip (greens)	<i>Brassica rapa</i> L. (Rapifera Group)	Storage root Top FW	0.9 3.3	9.0 4.3	MS MT
Watermelon	<i>Citrullus lanatus</i> (Thunb.) Matsum. & Nakai	Fruit yield	-	-	MS*
Winged bean	<i>Psophocarpus tetragonolobus</i> L. DC	Shoot DW	-	-	MT

ที่มา: ดัดแปลงจาก Tanji and Kielen (2002)

Less tolerant during seedling stage, EC_e at this stage should not exceed 4 or 5 $dS\ m^{-1}$.

Sensitive during germination and emergence, EC_e should not exceed 3 $dS\ m^{-1}$.

2) พืชยืนต้น (Woody crops)

การทนเค็มของไม้ยืนต้น อนุ และพืชที่ให้เนื้อไม้เป็นเรื่องซับซ้อน เพราะมีอิทธิพลเกี่ยวกับความเป็นพิษของไอออนที่เฉพาะเจาะจงของพืชแต่ละชนิด ไม้ยืนต้นหลายชนิดใบจะได้รับผลกระทบเมื่อมีการสะสมคลอไรด์ (Cl) และ/หรือ โซเดียม (Na) ที่ใบ ซึ่งพันธุ์พืช และระบบรากจะทำให้การสะสม Cl^- และ Na^+ แตกต่างกัน พืชจะตอบสนองต่างกัน ในกรณีที่ไม่มีอิทธิพลจากไอออนไม้ยืนต้นอย่างพวกไม้พุ่มก็มีกลไกในการปรับสภาพความเข้มข้นของเกลือให้สมดุลกับสารละลายดิน สิ่งหนึ่งที่สำคัญว่าเป็นกลไกคือการกำจัดการดูดซับ Cl^- และ Na^+ ข้อมูลการทนเค็มจากตารางที่ 3.4 เชื่อว่าพืชไม่มีการสะสมไอออนที่เป็นพิษ เนื่องจากการศึกษาในไม้ผลต้องลงทุนสูงและใช้เวลา ดังนั้นพืชหลายชนิดจึงศึกษาได้แค่การเจริญเติบโตทางลำต้น ซึ่งไม้ผล พืชตระกูลถั่วหลายชนิด มักจะอ่อนแอต่อความเค็ม มีเพียงอินทผลัมที่ทนเค็ม ในขณะที่มะกอก (Olive) ทนเค็มได้ปานกลาง

ตารางที่ 3.4 Salt tolerance of woody crops.

Crop		Tolerance based on	Salt Tolerance Parameters		
Common name	Botanical name		Threshold (EC_e) dS m^{-1}	Slope $\% \text{ per dS m}^{-1}$	Rating
Almond	<i>Prunus dulcis</i> (Mill.) D.A. Webb	Shoot growth	1.5	19	S
Apple	<i>Malus sylvestris</i> Mill.		-	-	S
Apricot	<i>Prunus armeniaca</i> L.	Shoot growth	1.6	24	S
Avocado	<i>Persea americana</i> Mill.	Shoot growth	-	-	S
Banana	<i>Musa acuminata</i> Colla	Fruit yield	-	-	S
Blackberry	<i>Rubus macropetalus</i> Dougl. ex Hook	Fruit yield	1.5	22	S
Castor seed	<i>Ricinus communis</i> L.		-	-	MS*
Cherimoya	<i>Annona cherimola</i> Mill.	Foliar injury	-	-	S
Cherry, sweet	<i>Prunus avium</i> L.	Foliar injury	-	-	S*
Cherry, sand	<i>Prunus besseyi</i> L., H. Baley	Foliar injury, stem growth	-	-	S*
Coconut	<i>Cocos nucifera</i> L.		-	-	MT*
Date-palm	<i>Phoenix dactylifera</i> L.	Fruit yield	4	3.6	T
Fig	<i>Ficus carica</i> L.	Plant DW	-	-	MT*
Gooseberry	<i>Ribes</i> sp. L.		-	-	S*
Grape	<i>Vitis vinifera</i> L.	Shoot growth	1.5	9.6	MS
Grapefruit	<i>Citrus x paradisi</i> Macfady.	Fruit yield	1.2	13.5	S
Guava	<i>Psidium guajava</i> L.	Shoot & root growth	4.7	9.8	MT
Guayule	<i>Parthenium argentatum</i> A. Gray	Shoot DW Rubber yield	8.7 7.8	11.6 10.8	T T
Jambolan plum	<i>Syzygium cumini</i> L.	Shoot growth	-	-	MT
Jojoba	<i>Simmondsia chinensis</i> (Link) C. K. Schneid	Shoot growth	-	-	T
Jujube, Indian	<i>Ziziphus mauritiana</i> Lam.	Fruit yield	-	-	MT
Lemon	<i>Citrus limon</i> (L.) Burm. f.	Fruit yield	1.5	12.8	S
Lime	<i>Citrus aurantiifolia</i> (Christm.)		-	-	S*

Crop		Tolerance based on	Salt Tolerance Parameters		
Common name	Botanical name		Threshold (EC_e) dS m ⁻¹	Slope % per dS m ⁻¹	Rating
	Swingle				
Macadamia	<i>Macadamia integrifolia</i> Maiden & Betche	Seedling growth	-	-	MS*
Mandarin orange; tangerine	<i>Citrus reticulata</i> Blanco	Shoot growth	-	-	S*
Mango	<i>Mangifera indica</i> L.	Foliar injury	-	-	S
Natal plum	<i>Carissa grandiflora</i> (E.H. Mey.) A. DC.	Shoot growth	-	-	T
Olive	<i>Olea europaea</i> L.	Seedling growth, Fruit yield	-	-	MT
Orange	<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck	Fruit yield	1.3	13.1	S
Papaya	<i>Carica papaya</i> L.	Seedling growth, foliar injury	-	-	MS
Passion fruit	<i>Passiflora edulis</i> Sims.		-	-	S*
Peach	<i>Prunus persica</i> (L.) Batsch	Shoot growth, Fruit yield	1.7	21	S
Pear	<i>Pyrus communis</i> L.		-	-	S*
Pineapple	<i>Ananas comosus</i> (L.) Merrill	Shoot DW	-	-	MT
Pistachio	<i>Pistacia vera</i> L.	Shoot growth	-	-	MS
Plum; Prune	<i>Prunus domestica</i> L.	Fruit yield	2.6	31	MS
Pomegranate	<i>Punica granatum</i> L.	Shoot growth	-	-	MS
Popinac, white	<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit [syn. <i>Leucaena glauca</i> Benth.]	Shoot DW	-	-	MS
Pummelo	<i>Citrus maxima</i> (Burm.)	Foliar injury	-	-	S*
Raspberry	<i>Rubus idaeus</i> L.	Fruit yield	-	-	S
Rose apple	<i>Syzygium jambos</i> (L.) Alston	Foliar injury	-	-	S*
Sapote, white	<i>Casimiroa edulis</i> Llave	Foliar injury	-	-	S*
Scarlet wisteria	<i>Sesbania grandiflora</i>	Shoot DW	-	-	MT
Walnut	<i>Juglans</i> spp.	Foliar injury	-	-	S*

ที่มา: ดัดแปลงจาก Tanji and Kielen (2002)

บทที่ 4

หลักการประยุกต์ปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงเพื่อการเกษตรในพื้นที่ดินเค็ม

4.1 พระราชดำริด้านดินเค็ม

4.1.1 พระราชดำริเกี่ยวกับแนวทางแก้ไข กรณีนาข้าวของราษฎรกลายเป็นดินเค็ม

“.....การทำนาเกลือในภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่กำลังเป็นปัญหาด้วยการปล่อยน้ำเค็มลงในไร่นา และแหล่งน้ำจืดราษฎรปลูกพืชผักไม่ได้ นั่น หากจะพิจารณาจัดพื้นที่ที่เหมาะสม และทำร่องน้ำสำหรับปล่อยน้ำเค็มให้ระบายลงไปรวมอยู่ในที่เดียวกัน ซึ่งที่นั่นจะต้องทำเป็นบึงหรือสระขนาดใหญ่พอเพียงที่จะเก็บน้ำเค็มที่ปล่อยมาได้ ซึ่งต่อไปอาจจะเป็นบึงน้ำเค็มคล้ายๆ Dead Sea แห่งใหม่ ก็จะช่วยแก้ปัญหาให้ทั้งผู้ทำนาเกลือและผู้ทำนาไร่ และน้ำเค็มที่ปล่อยออกมาไปจาก นาเกลือนี้เป็นน้ำที่ตกตะกอนจากการทำนาเกลือมาแล้ว ดังนั้นความเค็มจึงมีไม่มากนัก จึงเป็นลักษณะน้ำกร่อยไปรวมอยู่ในบึงน้ำเค็ม ซึ่งเมื่อฝนตกมาผสมก็จะทำให้ความเค็มเจือจางลงไปอีก ซึ่งอาจหาพันธุ์ปลาหรืออาจจะเป็นกุ้งที่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมไปเลี้ยงต่อไปได้อีกด้วย...” (พระราชดำรัสระหว่างเสด็จแปรพระราชฐาน เมื่อวันที่ 19-30 พฤศจิกายน 2532 ณ ตำหนักภูพานราชนิเวศน์)

4.1.2 แนวพระราชดำริในการแก้ไขปัญหาดินเค็ม: ต้องล้างความเค็ม ดินเค็ม คือ ดินที่มีเกลืออยู่ในปริมาณมาก มีความเป็นด่างสูง จนมีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของพืช เกลือในดินเค็มของภาคตะวันออกเฉียงเหนือส่วนใหญ่เป็นเกลือแกงซึ่งอยู่ในรูปของโซเดียมคลอไรด์ สาเหตุของดินเค็มเกิดจากการสร้างอ่างเก็บน้ำบนพื้นที่ที่มีชั้นหินเกลืออยู่ใต้ดิน หรือการตัดไม้เพื่อทำนาเกลือ ทำให้เกลือใต้ดินเกิดการละลายและกระจายสู่ผิวดินมากยิ่งขึ้น พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวพระราชทานแนวพระราชดำริในการแก้ไขปัญหาดินเค็มโดยใช้ระบบชลประทานในการล้างเกลือที่ตกค้างบริเวณผิวดินและบริเวณลำห้วย เพื่อให้น้ำในลำห้วยเจือจางสามารถนำมาใช้สอยได้ตามปกติ โครงการที่เป็นต้นแบบในการแก้ปัญหาเรื่องนี้คือ โครงการแก้ไขปัญหาดินเค็มบริเวณบ้านห้วยบ่อแดง อำเภอบ้านม่วงจังหวัดสกลนคร (สำนักงานคณะกรรมการพิเศษเพื่อประสานงานโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริ. กปร., 2549)

4.2 หลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

พระราชดำรัสเกี่ยวกับเศรษฐกิจพอเพียง

“...เราไม่เป็นประเทศร่ำรวย เรามีพอสมควร พออยู่ได้ แต่ไม่เป็นประเทศที่ก้าวหน้าอย่างมาก เราไม่อยากจะเป็นประเทศก้าวหน้าอย่างมาก เพราะถ้าเราเป็นประเทศก้าวหน้าอย่างมากก็จะมีแต่ถอยกลับ ประเทศเหล่านั้นที่เป็นประเทศอุตสาหกรรมก้าวหน้า จะมีแต่ถอยหลังและถอยหลังอย่างน่ากลัว แต่ถ้าเรามีการบริหารแบบเรียกว่าแบบคนจน แบบที่ไม่ติดกับตำรามากเกินไป ทำอย่างมีสามัคคีนี้แหละคือเมตตา กัน จะอยู่ได้ตลอดไป...” (พระราชดำรัส เนื่องในโอกาสวันเฉลิมพระชนมพรรษา ณ ศาลาดุสิดาลัย วันที่ 4 ธันวาคม 2534)

“...การจะเป็นเสือนั้นไม่สำคัญ สำคัญอยู่ที่เรามีเศรษฐกิจแบบพอมีพอกิน แบบพอมีพอกินนั้น หมายความว่าอุ้มชูตัวเองได้ ให้มีพอเพียงกับตนเอง ความพอเพียงนี้ไม่ได้หมายความว่าทุกครอบครัวจะต้องผลิตอาหารของตัวเอง จะต้องทอผ้าใส่เอง อย่างนั้นมันเกินไป แต่ว่าในหมู่บ้านหรือในอำเภอ จะต้องมีความพอเพียงพอสมควร บางสิ่งบางอย่างผลิตได้มากกว่าความต้องการก็ขายได้ แต่ขายในที่ไม่ห่างไกลเท่าไร ไม่ต้องเสียค่าขนส่งมากนัก...” (พระราชดำรัส เนื่องในโอกาสวันเฉลิมพระชนมพรรษา ณ ศาลาดุสิดาลัย วันที่ 4 ธันวาคม 2539)

“...พอเพียง มีความหมายกว้างขวางยิ่งกว่านี้อีก คือคำว่าพอ ก็พอเพียงนี้ก็พอแค่นั้นเอง คนเราถ้าพอในความต้องการก็มีความโลภน้อย เมื่อมีความโลภน้อยก็เบียดเบียนคนอื่นน้อย ถ้าประเทศใดมีความคิดอันนี้ มีความคิดว่าทำอะไรต้องพอเพียง หมายความว่าพอประมาณ ซื่อตรง ไม่โลภอย่างมาก คนเราก็อยู่เป็นสุข พอเพียงนี้อาจจะมี มีมากอาจจะมีของหรูหราก็ได้ แต่ว่าต้องไม่ไปเบียดเบียนคนอื่น...” (พระราชดำรัส เนื่องในโอกาสวันเฉลิมพระชนมพรรษา ณ ศาลาดุสิดาลัย วันที่ 4 ธันวาคม 2541)

4.2.1 ปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงคืออะไร

ปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง เป็นแนวทางการดำเนินชีวิตและวิถีปฏิบัติที่พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวมีพระราชดำรัสชี้แนะแก่พสกนิกรชาวไทยมาโดยตลอดนานกว่า ๓๐ ปี และได้ทรงเน้นย้ำแนวทางพัฒนาที่ตั้งอยู่บนพื้นฐานของทางสายกลางและความไม่ประมาท โดยคำนึงถึงความพอประมาณ ความมีเหตุผล การสร้างภูมิคุ้มกันในตัวที่ดี ตลอดจน ใช้อย่างรู้ และคุณธรรมเป็นพื้นฐานในการดำรงชีวิต การป้องกันให้รอดพ้นจากวิกฤตและให้สามารถดำรงอยู่ได้อย่างมั่นคงและยั่งยืน ภายใต้กระแสโลกาภิวัตน์และความเปลี่ยนแปลงต่างๆ (สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2550)

4.2.2 คุณลักษณะและองค์ประกอบที่สำคัญ

ปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง นับเป็นแนวทางปฏิบัติเพื่อให้ชีวิตดำเนินไปในทางสายกลางที่เหมาะสม สอดคล้องกับวิถีความเป็นอยู่อันเรียบง่ายของคนไทย ซึ่งสามารถนำมาประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับประชาชนทุกระดับ ทั้งระดับบุคคล ครอบครัว ชุมชน องค์กร และระดับประเทศได้ โดยมีคุณลักษณะที่สำคัญดังนี้

1) ความพอประมาณ หมายถึงความพอดีต่อความจำเป็นและเหมาะสมกับฐานะของตนเอง สังคมสิ่งแวดล้อมรวมทั้งวัฒนธรรมในแต่ละท้องถิ่น ไม่มากเกินไป ไม่น้อยเกินไป และต้องไม่เบียดเบียนตนเองและผู้อื่น

2) ความมีเหตุผล หมายถึงการตัดสินใจดำเนินการเรื่องต่างๆ อย่างมีเหตุผลตามหลักวิชาการ หลักกฎหมาย หลักศีลธรรม จริยธรรม และวัฒนธรรมที่ดีงาม คิดถึงปัจจัยที่เกี่ยวข้อง อย่างถ่วงถ่วง โดยคำนึงถึงผลที่คาดว่าจะเกิดขึ้นจากการกระทำนั้นๆ อย่างรอบคอบ

3) ภูมิคุ้มกันในตัวที่ดี หมายถึง การเตรียมตัวให้พร้อมรับผลกระทบและการเปลี่ยนแปลงในด้านเศรษฐกิจ สังคม สิ่งแวดล้อม และวัฒนธรรม เพื่อให้สามารถปรับตัวและรับมือได้อย่างทันที่

เงื่อนไขสำคัญเพื่อให้เกิดความพอเพียง การตัดสินใจและดำเนินกิจกรรมต่างๆ ต้องอาศัยทั้งเงื่อนไขคุณธรรม หลักวิชา และเงื่อนไขชีวิตเป็นพื้นฐาน

ก) เงื่อนไขคุณธรรม เสริมสร้างพื้นฐานจิตใจของคนในชาติให้มีความซื่อสัตย์สุจริต รู้ รัก สามัคคี ไม่โลภ ไม่ตระหนี่ และรู้จักแบ่งปันให้ผู้อื่น

ข) เงื่อนไขหลักวิชา อาศัยความรู้ รอบคอบและระมัดระวังอย่างยิ่ง ในการนำวิชาการต่างๆ มาใช้วางแผนและดำเนินการทุกขั้นตอน

4.2.3 การน้อมนำหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงมาปฏิบัติ

ทุกคนสามารถนำหลักปรัชญาฯ มาเป็นหลักปฏิบัติในการดำเนินชีวิตได้ ไม่ใช่เฉพาะในหมู่คนจนหรือเกษตรกร โดยต้อง “ระเบิดจากข้างใน” คือการเกิดจิตสำนึก มีความศรัทธาเชื่อมั่น เห็นคุณค่า และนำไปปฏิบัติด้วยตนเอง แล้วจึงขยายไปสู่ครอบครัว ชุมชน สังคม และประเทศชาติต่อไป

ก) ความพอเพียงระดับบุคคลและครอบครัว มุ่งเน้นให้บุคคลและครอบครัวอยู่ร่วมกันอย่างมีความสุข ทั้งทางกายและทางใจ พึ่งพาตนเองอย่างเต็มความสามารถ ไม่ทำอะไรเกินตัว ดำเนินชีวิตโดยไม่เบียดเบียนตนเองและผู้อื่น รวมทั้งใฝ่รู้และมีการพัฒนาตนเองอย่างต่อเนื่อง เพื่อความมั่นคงในอนาคต และเป็นที่พึ่งให้ผู้อื่นได้ในที่สุด เช่น หาปัจจัยสี่มาเลี้ยงตนเองและครอบครัวจากการประกอบสัมมาชีพ รู้ข้อมูลรายรับ-รายจ่าย ประหยัดแต่ไม่ใช่ตระหนี่ ถด-ละ-เล็ก อบายมุข สอนให้เด็กรู้จักคุณค่า รู้จักใช้ และรู้จักออมเงินและสิ่งของเครื่องใช้ ดูแลรักษาสุขภาพ มีการแบ่งปันภายในครอบครัว ชุมชน และสังคมรอบข้าง รวมถึงการรักษาวัฒนธรรม ประเพณี และการอยู่ร่วมกับทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมได้อย่างเหมาะสม

ข) ความพอเพียงระดับชุมชน คนในชุมชน มีการรวมกลุ่มกันทำประโยชน์เพื่อส่วนรวม ช่วยเหลือเกื้อกูลกันภายในชุมชนบนหลักของความรู้ รักสามัคคี สร้างเป็นเครือข่ายเชื่อมโยงกันภายในชุมชน และนอกชุมชน ทั้งด้านเศรษฐกิจ สังคม ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เช่น การรวมกลุ่มอาชีพ องค์การการเงิน สวัสดิการชุมชน การช่วยดูแลรักษาความสงบ ความสะอาด ความเป็นระเบียบเรียบร้อย รวมทั้งการใช้ภูมิปัญญาท้องถิ่นและทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในชุมชนมาสร้างประโยชน์ได้อย่างเหมาะสม เพื่อสร้างเสริมชุมชนให้มีความเข้มแข็งและมีความเป็นอยู่ที่พอเพียง

ค) ความพอเพียงในภาคธุรกิจเอกชน เริ่มจากความมุ่งมั่นในการดำเนินธุรกิจที่หวังผลประโยชน์ หรือกำไรในระยะยาวมากกว่าระยะสั้น แสวงหาผลตอบแทนบนพื้นฐานของการแบ่งปัน มุ่งให้ทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้องได้รับประโยชน์อย่างเหมาะสม และเป็นธรรมทั้งลูกค้า คู่ค้า ผู้ถือหุ้น และพนักงาน ด้านการขยายธุรกิจต้องทำอย่างค่อยเป็นค่อยไป รวมทั้งต้องมีความรู้และเข้าใจธุรกิจของตนเอง รู้จักลูกค้า ศึกษาคู่แข่ง และเรียนรู้การตลาดอย่างถ่องแท้ ผลิดในสิ่งที่ถนัดและทำตามกำลังสร้างเอกลักษณ์ที่แตกต่างและพัฒนาคุณภาพผลิตภัณฑ์อย่างต่อเนื่อง มีการเตรียมความพร้อมต่อการเปลี่ยนแปลงที่อาจเกิดขึ้น มีความซื่อสัตย์ รับผิดชอบ ต่อสังคมและป้องกันผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ที่สำคัญต้องสร้างเสริมความรู้และจิตสวัสดิการให้แก่พนักงานอย่างเหมาะสม

ง) ความพอเพียงระดับประเทศ เป็นการบริหารจัดการประเทศ โดยเริ่มจากการวางรากฐานให้ประชาชนส่วนใหญ่อยู่อย่างพอมีพอกิน และพึ่งตนเองได้ มีความรู้และคุณธรรมในการดำเนินชีวิต มีการรวมกลุ่มของชุมชนหลายๆ แห่ง เพื่อ แลกเปลี่ยนความรู้ สืบทอดภูมิปัญญา และร่วมกันพัฒนาตามแนวทางเศรษฐกิจพอเพียงอย่างรู้ รักสามัคคี เสริมสร้างเครือข่ายเชื่อมโยงระหว่างชุมชน ให้เกิดเป็นสังคมแห่งความพอเพียงในที่สุด

การดำเนินชีวิตตามแนวพระราชดำริพอเพียง พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว ทรงเข้าใจถึงสภาพสังคมไทย ดังนั้น เมื่อได้พระราชทานแนวพระราชดำริ หรือพระบรมราโชวาทในด้านต่างๆ จะทรงคำนึงถึงวิถีชีวิต สภาพสังคมของประชาชนด้วย เพื่อไม่ให้เกิดความขัดแย้งทางความคิด ที่อาจนำไปสู่ความขัดแย้งในทางปฏิบัติได้

แนวพระราชดำริในการดำเนินชีวิตแบบพอเพียง (<http://www.chaipat.or.th/>) พอสรุปได้ดังนี้

- 1) ยืดความประหยัด ตัดทอนค่าใช้จ่ายในทุกด้าน ลดละความฟุ่มเฟือยในการใช้ชีวิต
- 2) ยึดถือการประกอบอาชีพด้วยความถูกต้อง ซื่อสัตย์สุจริต
- 3) ละเลิกการแก่งแย่งผลประโยชน์และแข่งขันกันในการค้าแบบต่อสู้กันอย่างรุนแรง
- 4) ไม่หยุดนิ่งที่จะหาทางให้ชีวิตหลุดพ้นจากความทุกข์ยาก ด้วยการขวนขวายใฝ่หาความรู้ให้มีรายได้เพิ่มพูนขึ้น จนถึงขั้นพอเพียงเป็นเป้าหมายสำคัญ
- 5) ปฏิบัติตนในแนวทางที่ดี ลดละสิ่งชั่ว ประพฤติตนตามหลักศาสนา

4.3 ความหมายและแนวทางการดำเนินการเกษตรในพื้นที่ดินเค็ม

4.3.1 ความหมาย

การเกษตรในพื้นที่ดินเค็ม หมายถึงการทำการเกษตรโดยใช้พื้นที่ดินเค็มและใช้น้ำเค็มเพื่อการผลิตประเภทยากับพืชทนเค็มหรือพืชชอบเกลือเพื่อการเกษตรอย่างยั่งยืน โดยร่วมบูรณาการกับด้านพันธุกรรม สัตว์ พืช ปลา แมลง โดยหลีกเลี่ยงการปรับปรุงดินที่ลงทุนสูง (Aslam *et al.*, 2009) ซึ่งในการทำการเกษตรในพื้นที่ดินเค็มสามารถน้อมนำหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงมาปฏิบัติได้ในทุกขั้นตอน จะช่วยทำให้การดำเนินการเป็นไปอย่างยั่งยืน

จากปัญหาพื้นที่ทำการเกษตรที่ลดลงไม่สามารถขยายได้ ทั้งยังมีปัญหาเรื่องการเสื่อมโทรมของที่ดิน ดินมีปัญหาทางการเกษตร การแพร่กระจายของดินเค็มในพื้นที่ทำการเกษตรที่มีมากขึ้น แนวทางการเพิ่มปริมาณอาหารควรทำการเพิ่มผลผลิตต่อพื้นที่ (Pitman and Lauchli, 2002) อย่างไรก็ตามการเพิ่มผลผลิตต่อพื้นที่เป็นแนวทางที่ยั่งยืน มีปัจจัยซับซ้อน การใช้พื้นที่ที่มีปัญหาเพื่อการเกษตรก็น่าจะเป็นแนวทางหนึ่งในการผลิตพืชอาหาร ซึ่งเรื่องนี้ Shekhawat *et al.* (2006) กล่าวว่า การเกษตรในพื้นที่ดินเค็มเป็นแนวทางหนึ่งในการทำการเกษตรทางเลือกเพื่อแก้ปัญหาการขาดแคลนอาหารของชาวโลก ซึ่งการเกษตรกรรมเป็นแนวทางในการผลิตอาหารที่ชาวโลกปฏิบัติมาตั้งแต่อดีตกาล

4.3.2 แนวทางการดำเนินการ

ในการทำการเกษตรในพื้นที่ที่มีปัญหาความเค็ม เพื่อให้ได้ผลผลิตสูงขึ้นอย่างยั่งยืน และมีการพัฒนาขึ้นนั้น Tyagi (2003) กล่าวว่าแนวทางปฏิบัติหลักมี 2 แนวทางคือ 1) การปรับสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมกับพืช และ 2) การปรับพืชให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมที่เป็นอยู่

1) การปรับสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมกับพืช

Gul and Khan (2003) ได้สรุปเกี่ยวกับการเกษตรในดินเค็มว่าจะเป็นภาพของการเกษตรแห่งอนาคตในพื้นที่ที่มีปัญหาด้านดินเค็ม โดยที่ประมาณหนึ่งในสามของพื้นที่ชลประทานในโลก (2.3×10^8 เฮกตาร์) เป็นพื้นที่ดินเค็ม ส่งผลให้มีความต้องการน้ำจืดมากเพื่อการปลูกพืช การทำการเกษตรในพื้นที่ดินเค็มมีสิ่งที่จะต้องคำนึงถึงเพื่อให้การดำเนินการคุ้มค่ากับการลงทุน คือต้องผลิตพืชที่มีประโยชน์ให้ได้ผลผลิตสูงๆ คุ้มค่ากับการลงทุน และต้องมีเทคนิคใหม่ๆ ที่ถูกพัฒนาขึ้นมาสำหรับการทำการเกษตรที่ใช้น้ำทะเล โดยมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด และเมื่อนำพืชมาปลูกแล้วก็นำอีกแนวทางมารวมด้วยคือการปรับสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมกับพืช โดยการปรับปรุงดิน มีการเกษตรกรรมที่เหมาะสมมาใช้เพื่อให้พืชสามารถเจริญเติบโตได้ดี ให้ผลผลิตสูงขึ้น

2) การปรับพืชให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมที่เป็นอยู่

สมศรี (2539) ได้ให้แนวทางการจัดการดินเค็มโดยอาศัยการปรับพืชให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมที่เป็นอยู่ คือ 1) การเพิ่มผลผลิตพืชในพื้นที่ดินเค็มน้อยและดินเค็มปานกลาง 2) การฟื้นฟูสภาพแวดล้อมในพื้นที่ดินเค็มจัด และ 3) การป้องกันการแพร่กระจายดินเค็ม การเกษตรในพื้นที่ดินเค็มรวมไปถึงการใช้พืชและปศุสัตว์ในดิน และการใช้น้ำเค็ม (Qureshi and Barrett-Lennard, 1998) ในขณะที่ Gul and Khan (2003) กล่าวว่าการใช้พืชชอบเกลือ (Halophytes) ซึ่งมีมากกว่า 2,000 ชนิด มาปลูกในพื้นที่ดินเค็มแล้วสามารถนำมาเป็นอาหารพืช อาหารสัตว์ เส้นใย น้ำมัน เป็นสิ่งที่เป็นไปได้ สำหรับการปรับปรุงพันธุ์พืชให้สามารถทนเค็มได้มากขึ้น โดยการนำเทคนิคการผสมข้ามชนิดพืชมาใช้ และการนำน้ำกร่อยมาใช้ประโยชน์เพื่อการชลประทาน ถูกแนะนำโดย Pitman and Lauchli (2002)

ในทางปฏิบัติอาจจะแยกกันทำหรือทำไปพร้อมๆ กันขึ้นอยู่กับบริบทของแต่ละพื้นที่ (Tyagi, 2003) ซึ่งแนวทางปฏิบัติหลัก 2 แนวทางนี้ก็ได้รับการนำมาปรับใช้ในการจัดการปัญหาดินเค็มของประเทศไทยเพื่อเพิ่มกำลังการผลิตในพื้นที่ดินเค็ม แนวทางในการวิจัยต่างๆ ของนักวิทยาศาสตร์ทางดินของประเทศไทยก็จะทำทั้งสองแนวทางนี้

4.4 ความสำคัญ

จากสถานการณ์ปัจจุบันที่ประชากรโลกมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง FAO (1992) และ Khan and Duke (2001) กล่าวว่าพัฒนาทางด้านการเกษตรและปรับตัวในศตวรรษที่ 21 เป็นสิ่งที่ท้าทาย เพื่อให้ผลผลิตเพียงพอต่อการเพิ่มขึ้นของประชากร สิ่งที่เราควรนำมาพิจารณา คือ ชนิดของดิน และความเป็นประโยชน์ของน้ำ การปรับตัวทางการเกษตรโดยใช้การเกษตรทางเลือกใหม่ เช่น การเปลี่ยนชนิดพืช การนำพื้นที่ดินที่มีปัญหา เช่น พื้นที่ดินเค็มมาใช้ประโยชน์ เป็นอีกแนวทางหนึ่งในการจัดการด้านความมั่นคงทางอาหารซึ่งการใช้พื้นที่ดินที่มีปัญหามีความเป็นไปได้เมื่อมีการจัดการดินที่ถูกต้องและเหมาะสม ดังนั้นความสำคัญของการเกษตรในพื้นที่ดินเค็มสามารถแบ่งได้เป็นดังนี้

4.4.1 การผลิตอาหารให้เพียงพอต่อการของประชากรที่เพิ่มขึ้น

การนำพื้นที่ดินเค็มมาใช้ประโยชน์ กลยุทธ์ที่ริเริ่มขึ้นใหม่สำหรับการเพิ่มความเป็นประโยชน์ของดินและน้ำ คือ การนำพื้นที่ดินเค็ม และการนำน้ำเค็มมาใช้ให้เกิดประโยชน์ในการเกษตรกรรม ซึ่งเรียกว่า Saline agriculture เช่น การใช้น้ำเค็มมาปลูกพืชในบริเวณชายฝั่ง (Boyko, 1966; Epstein *et al.*, 1980; Glenn *et al.*, 1995; Glenn *et al.*, 1997) เช่นเดียวกับ Qadir and Oster (2004) ที่รายงานว่าเกษตรในพื้นที่ดินเค็มเป็นโอกาสของการใช้พื้นที่ดินเค็มที่มีความเป็นไปได้ โดยจะต้องค้นคว้าหาพืชชอบเกลือชนิดใหม่ที่มีศักยภาพในการผลิตเป็นพืชอาหารในพื้นที่ดินเค็ม และสามารถปรับเปลี่ยนพฤติกรรมกรรมการบริโภคของมนุษย์ที่เริ่มปรับเปลี่ยนมาบริโภคอาหารเพื่อสุขภาพและการควบคุมน้ำหนักกันมากขึ้น

4.4.2 ส่งผลดีต่อผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ

การเกษตรในพื้นที่ดินเค็ม ส่งผลดีต่อผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ คือ การปลูกต้นไม้เป็นแหล่งวัตถุดิบที่ยั่งยืนของโรงงานอุตสาหกรรมหลายๆ อย่าง เช่น แปรรูปอาหาร กระดาษ เฟอร์นิเจอร์ เส้นใย ฟืน เป็นต้น ซึ่งนอกเหนือจากการเป็นอาหารโดยตรงของประชากรโลก (Ladeiro, 2012)

4.4.3 ด้านการจัดการสิ่งแวดล้อม

การปลูกพืชมีส่วนสำคัญในการฟื้นฟูดินเค็ม ลดปัญหาการสะสมเกลือที่ผิวดิน เพิ่มอัตราการแทรกซึมน้ำ นอกจากนี้ยังมีส่วนช่วยในการลดปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศอีกด้วย

จากข้อมูลในต่างประเทศข้างต้น ในด้านแนวทางการจัดการการเกษตรในพื้นที่ดินเค็ม จะเห็นได้ว่าการเกษตรในพื้นที่ดินเค็มในประเทศไทยมีความเป็นไปได้ เมื่อมีการจัดการที่เหมาะสมทั้งดิน น้ำ และพืช โดยต้องผลิตพืชที่มีประโยชน์ให้ได้ผลผลิตสูงๆ คู่กับการลงทุน ต้องมีนำเทคนิคใหม่ๆ ที่ถูกพัฒนาขึ้นมาใช้สำหรับการทำการเกษตรที่ใช้น้ำทะเล แต่ต้องลงทุนสูง ดังนั้นจะต้องเลือกพืชที่ให้ผลตอบแทนสูงมาปลูกเพื่อให้คุ้มกับการลงทุน โดยมีผลกระทบต่อดังกล่าวที่น้อยที่สุดโดยเฉพาะอย่างยิ่งผลกระทบที่เกิดจากการใช้น้ำเค็ม

4.5 การจัดการดิน

ดินเค็มเป็นปัญหาที่สำคัญปัญหาหนึ่งในการทำการเกษตรที่ส่งผลกระทบไปทุกภูมิภาคทั่วโลก รวมถึงประเทศไทยด้วย ส่งผลกระทบต่อการเกษตรกรรม โดยเฉพาะบริเวณพื้นที่ลุ่ม ที่ใช้ในการผลิตข้าว ซึ่งข้าวเป็นพืชอาหารหลักของคนไทย โดยความเค็มจะทำให้ผลผลิตของข้าวและพืชอาหารอื่นๆ ลดต่ำลง จนถึงไม่สามารถให้ผลผลิต และมีแนวโน้มว่าการแพร่กระจายของดินเค็มจะเพิ่มขึ้นเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ซึ่งส่งผลให้พื้นที่ทำการเกษตรลดลง ดังนั้นจึงต้องมีการจัดการดินเค็มดังต่อไปนี้

4.5.1 ลดระดับความเค็มของดินโดยการล้างดิน

ในพื้นที่ดินเค็มซึ่งมีเกลือในปริมาณที่มากเกินไปในบริเวณรากพืช เราสามารถเอาเกลือออกไปจากบริเวณนี้ได้โดย 1) การขุดเอาเกลือออกไป ซึ่งวิธีนี้ใช้ได้ชั่วคราว เพราะยังมีเกลือเหลืออยู่ในดิน 2) การใช้น้ำล้างเกลือแบบรวดเร็ว โดยเกลือจะถูกน้ำล้างออกไป และ 3) การชะล้างเกลือ เป็นกระบวนการละลายเกลือและเคลื่อนย้ายเกลือออกจากรากพืช (DESCONAP, 1990)

สำหรับการล้างดินเพื่อให้เกลือออกไปจากระบบนั้น Hillel (1983) ได้อธิบายไว้ว่า ดินที่มีเกลืออยู่สามารถกำจัดออกไปได้โดยการชะล้างโดยน้ำและการให้น้ำสำหรับล้างดิน ปริมาณน้ำที่ใช้ต้องเพียงพอในการละลายเกลือออกไปสู่ระบบการระบายน้ำ หรือออกไปนอกเขตรากพืช นอกเหนือจากน้ำที่พืชใช้ในการเจริญเติบโตและการระเหยจากดิน วิธีการให้น้ำที่นิยมใช้กันมี 2 วิธีคือ

1) การขังน้ำสำหรับล้างดินอย่างต่อเนื่อง (Continuous ponding) วิธีการนี้ใช้ได้ดีสำหรับดินที่มีการซาบซึมน้ำต่ำซึ่งส่วนมากมีเนื้อดินเป็นทราย น้ำใต้ดินที่เค็มอยู่ตื้นและดินมีอัตราการระเหยน้ำสูง วิธีการคือให้น้ำท่วมผิวดินประมาณ 10 เซนติเมตร ตลอดเวลาเพื่อทดแทนน้ำส่วนที่ระบายออกและสูญเสียโดยการคายระเหย (Evapotranspiration) วิธีการนี้นิยมใช้กับพืชที่ทนทานต่อการมีน้ำขังเป็นเวลานาน เช่น ข้าว และผักบุงจีน เป็นต้น ข้อดีคือใช้เวลาในการแก้ไขปัญหาดินเค็มรวดเร็วกว่า แต่ข้อเสียคือใช้ปริมาณน้ำมากกว่า และดูแลมากกว่า

2) การขังน้ำสำหรับล้างดินแบบเป็นช่วงเวลา (Intermittent ponding) วิธีการนี้เหมาะสำหรับดินที่มีการซาบซึมน้ำต่ำ น้ำใต้ดินอยู่ลึก น้ำใต้ดินไม่เค็มหรือเค็มเล็กน้อยช่วงเวลาของการระเหยน้ำของดินต่ำ ขั้นแรกให้น้ำชลประทานประมาณ 200 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ เพื่อละลายเกลือ หลังจากนั้นจึงให้น้ำอีกประมาณ 300 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ เพื่อล้างเกลือออกไป แต่ระยะเวลาการล้างเกลือจะมากกว่าแบบให้น้ำต่อเนื่องประมาณ 40 เปอร์เซ็นต์ เพื่อล้างเกลือให้ออกจากดินบนในความลึก 60 เซนติเมตร (FAO, 1971; Abrol and Bhumbla, 1973; Fahad *et al.*, 1985) วิธีการนี้เหมาะกับพืชไร่ และผักต่างๆ ข้อดีคือประหยัดน้ำได้มากกว่า แต่ข้อเสียคือใช้เวลาในการล้างดินมากกว่า (FAO, 1971; 1976)

การล้างเกลืออย่างมีประสิทธิภาพคือ ใช้น้ำปริมาณน้อยที่สุด สามารถล้างเกลือออกได้มากที่สุด ในระดับความลึกของดินเดียวกัน ซึ่งปริมาณความต้องการน้ำสำหรับล้างเกลือจะขึ้นกับปริมาณเกลือที่มีอยู่เดิมใน

ดิน และในน้ำใต้ดิน ชนิดของเกลือในดิน คุณภาพของน้ำที่ใช้ล้างเกลือ ความข่าบซึมน้ำของดิน ความลึกของดินที่ต้องล้างเกลือ ชนิดของการให้น้ำ และประสิทธิภาพของระบบระบายน้ำ (FAO, 1971; 1980)

ในการคำนวณปริมาณน้ำ หรือสัดส่วนของน้ำที่ใช้ล้างเกลือในดินเค็ม (Leaching fraction: L.F.) นั้น ส่วนใหญ่นิยมคำนวณปริมาณน้ำที่ระบายหลังจากล้างดินเทียบกับปริมาณน้ำที่ใช้ในการล้างดิน อีกวิธีหนึ่งคือเทียบอัตราส่วนระหว่างค่าการนำไฟฟ้า (EC_e) ของน้ำที่ใช้ล้างเกลือกับค่าการนำไฟฟ้าของน้ำที่ระบายออกหลังจากล้างเกลือ หรือค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายที่สกัดจากดินอิ่มตัวด้วยน้ำ (EC_e) (Rhoades, 1968; Bernstein and Francois, 1973)

วิธีการคำนวณ Leaching fraction (LF) or leaching requirement (LR)

$$= D_{dw}/D_{iw} = EC_{iw}/EC_{dw} = EC_{iw}/EC_e$$

D_{dw} = ปริมาณของน้ำที่ไหลซึมผ่านเขตรากพืช (คิดเป็นความสูง: mm)

D_{iw} = ปริมาณน้ำที่ใช้รดเข้าไป (คิดเป็นความสูง: mm)

EC_{iw} = ค่าการนำไฟฟ้าของน้ำชลประทาน ($mmho\ cm^{-1}$)

EC_e = ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายที่สกัดจากดินอิ่มตัวด้วยน้ำ

EC_{dw} = ค่าการนำไฟฟ้าของน้ำที่ไหลผ่านเขตรากพืช วัดได้เขตรากพืช

การระบายน้ำเป็นสิ่งที่ควรคำนึงถึงในการทำการเกษตรในพื้นที่ดินเค็มน้ำเค็ม เพื่อการระบายเกลือออกจากพื้นที่ เป็นการลดความรุนแรงของความเค็ม Matichenkov and Bocharnikova (2004) ได้ให้คำแนะนำการออกแบบการระบายน้ำ โดยใช้แผนที่แสดงความสูงต่ำของพื้นที่ และเป็นอีกแนวทางในการป้องกันการเกิดดินเค็มจากการกระทำของมนุษย์

4.5.2 การปรับปรุงดินเค็มโดยใช้ปุ๋ยอินทรีย์และวัสดุปรับปรุงดิน

เนื่องจากดินเค็มเป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ มีสภาพไม่เหมาะกับการเจริญเติบโต ดังนั้นก่อนการปลูกพืชควรมีการปรับปรุงบำรุงดินให้เหมาะสมกับการปลูกพืช การปรับปรุงดินเค็มสามารถทำได้ดังนี้

1) การปรับปรุงบำรุงดินเค็มโดยใช้ปุ๋ยอินทรีย์

การปรับปรุงบำรุงดินเค็มโดยใช้ปุ๋ยอินทรีย์เพื่อเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ให้กับดิน เป็นวิธีที่ปฏิบัติได้ง่าย และมีราคาถูก ปุ๋ยอินทรีย์ที่นิยมใช้ ได้แก่ ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก และปุ๋ยพืชสด แต่การใช้ปุ๋ยคอกและปุ๋ยหมักมีข้อจำกัดในการจัดหาวัสดุมาทำและการขนย้ายมาใส่ในแปลง และต้องใช้ในปริมาณมากจึงจะเห็นผล ดังนั้นการใช้ปุ๋ยพืชสดจำพวกพืชตระกูลถั่วจึงน่าจะเป็นวิธีที่เหมาะสมในการปรับปรุงดินเค็ม (Palaniappan and Budhar, 1992; Meelu *et al.*, 1994) การใช้ปุ๋ยอินทรีย์จะช่วยปรับปรุงสมบัติทั้งทางด้านเคมีและกายภาพของดินให้ดีขึ้น เพิ่มความสามารถในการดูดซับธาตุอาหาร เพิ่มกิจกรรมของจุลินทรีย์ดิน ปรับปรุงปฏิกิริยาความเป็นกรด-ด่างและลดการพังทลายของดิน มีรายงานจำนวนมากตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันที่แสดงให้เห็นว่าการใช้ปุ๋ยอินทรีย์เหมาะสมในการเพิ่มผลผลิตข้าวในดินเค็ม (วรรณลดาและคณะ, 2524; อรุณีและคณะ, 2527; ไพรัชและคณะ, 2549; ไพรัชและคณะ, 2550ก; บวรและอรุณี, 2552; เกษสุตาและคณะ, 2556) นอกจากนี้มีรายงานการใช้ปุ๋ยอินทรีย์เพื่อเพิ่มผลผลิตข้าวในดินเค็มชายทะเล (รังสรรค์และคณะ, 2526; ประสิทธิ์และไพรัช, 2547) ซึ่งเป็นที่ทราบว่าข้าวเป็นพืชอาหารหลักของคนไทย ดังนั้นการที่เราสามารถหาแนวทางในการเพิ่มผลผลิตข้าวในพื้นที่ดินเค็มได้จึงเป็นการตอบโจทย์ของการทำการเกษตรในพื้นที่ดินเค็มเพื่อรับมือกับความต้องการทางอาหารของประชากรไทยที่จะเพิ่มขึ้นในอนาคต

สำหรับพืชอาหารที่นอกเหนือจากข้าวแล้วยังมีพวกพืชไร่ พืชผักบางชนิดที่ขึ้นได้ในดินเค็ม ภายใต้การปรับปรุงดินด้วยปุ๋ยอินทรีย์ เช่น อ้อย หน่อไม้ฝรั่ง ข้าวโพด บร็อคโคลี่ มะเขือเทศ กะหล่ำปลี เผือกหอม มันเทศ ซึ่งได้มีนักวิจัยได้ทำการศึกษหาแนวทางในการเพิ่มผลผลิตเมื่อนำมาปลูกในพื้นที่ดินเค็มทั้งดินเค็มบกและดินเค็มชายทะเลดังต่อไปนี้

การศึกษาผลตอบสนองของผลผลิตบร็อคโคลี่ และการเปลี่ยนแปลงของดิน หลังจากได้รับการปรับปรุงดินด้วยปุ๋ยพืชสดในพื้นที่ดินภาคกลาง พบว่าการใช้สโนว์ฟริกกันเป็นพืชปุ๋ยสด อัตรา 5 และ 10 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ผลผลิตบร็อคโคลี่ 1,266 กิโลกรัมต่อไร่ และ 1,330 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ มากกว่าการใช้ปอเทือง ถั่วพุ่ม แปลงปลูกที่ไม่ใช้ปุ๋ยพืชสด โดยที่ใช้สโนว์ฟริกกันอัตรา 10 กิโลกรัมต่อไร่ เป็นพืชปุ๋ยสดให้ผลตอบแทนสูงสุดคือ 7,101 บาทต่อไร่ (พรณีและคณะ, 2539) ในขณะที่ห้องชัยและยรรยงค์ (2553) ศึกษาผลของชนิดน้ำหมักชีวภาพต่อการเจริญเติบโตของคะน้าพบว่า การใช้น้ำหมักชีวภาพที่ทำจากขยะอินทรีย์ และทำการรดทุก 4 วัน ส่งผลให้คะน้ามีความสูงและจำนวนใบมากกว่าการใช้น้ำหมักที่ผลิตจากแบคทีเรียกลุ่มผลิตกรดแลคติก หอยเชอรี่ และน้ำหมักสูตรผสม และไม่พบอิทธิพลร่วมกันระหว่างประเภทของน้ำหมักกับช่วงเวลาต่อจำนวนแบคทีเรียชอบเค็ม จะเห็นได้ว่าการใช้น้ำหมักชีวภาพเป็นแนวทางหนึ่งในการเพิ่มการเจริญเติบโตของคะน้าในพื้นที่ดินเค็ม

สำหรับพืชอาหารที่เป็นพืชไร่ที่ขึ้นได้ในดินเค็มคืออ้อย ไพรซ์และคณะ (2550x) ได้ทำการศึกษาผลของวัสดุปรับปรุงดินต่อผลผลิตอ้อยในดินเค็มภาคกลาง ที่มีค่าการนำไฟฟ้า (EC_e) เท่ากับ 8.81 dS m^{-1} พบว่าการใช้วัสดุปรับปรุงดินส่งผลให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์เพิ่มขึ้น คืออินทรีย์วัตถุในดิน ปริมาณฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์เพิ่มขึ้น และทำให้ค่าการนำไฟฟ้าของดินลดลง การใช้วัสดุปรับปรุงดินส่งผลให้อ้อยมีการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น โดยที่ใช้ปุ๋ยคอกส่งผลให้อ้อยในปีสุดท้ายมีผลผลิตสูงสุดคือ 14,086 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งสูงกว่าการใช้ปุ๋ยหมัก แปลงควบคุม และการใช้สโนว์ฟริกกัน

นอกจากนี้การจัดการดิน การปรับปรุงคุณสมบัติด้านกายภาพและความอุดมสมบูรณ์ของดิน สามารถทำได้โดยการใช้วัสดุอินทรีย์คลุมดิน เช่น ฟางข้าว เศษซากพืช แกลบ ซึ่งการใช้แกลบปรับปรุงดิน ส่งผลให้ดินโปร่งร่วนซุย ค่าความหนาแน่นของดินลดลงทำให้ง่ายต่อการเพาะปลูกและช่วยลดระดับความเค็มของดินโดยทางอ้อม ในขณะที่ ไพรซ์และคณะ (2544) ทำการศึกษาอิทธิพลของการปลูก การคลุมดินและอายุกล้าต่อผลผลิตของบร็อคโคลี่ ในพื้นที่ดินภาคกลาง เช่นกัน เป็นดินเค็มน้อยที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ค่าการนำไฟฟ้าของดิน (EC_e) เฉลี่ย 4.42 dS m^{-1} พบว่าภายใต้การจัดการน้ำที่ดี โดยสรุปการปลูกโดยการยกร่องแล้วคลุมด้วยพลาสติกสีดำและใช้กล้าอายุปกติ (25 วัน) ให้ผลผลิตสูงสุด

2) การปรับปรุงดินเค็มโดยใช้วัสดุปรับปรุงบำรุงดิน

พื้นที่ดินเค็มโดยทั่วไปมักมีสมบัติทางกายภาพของดินที่ไม่ดี เนื่องจากมีปริมาณประจุโซเดียม (Na^+) มากเกินไป ดังนั้นแนวทางหนึ่งในการปรับปรุงสมบัติของดินด้านกายภาพคือการใช้วัสดุปรับปรุงบำรุงดินจำพวกยิปซัม (Gypsum) แล้วล้างด้วยน้ำ เพื่อชะล้างเกลือออกไปจากระบบ ก็จะช่วยลดผลกระทบจากเกลือได้ โดยยิปซัมจะช่วยลดอัตราการฟุ้งกระจายของโซเดียม ในขณะที่ค่าสัมประสิทธิ์การนำน้ำ การซาบซึมน้ำ และความคงทนของเม็ดดินเพิ่มขึ้น (Sharma, 1971; Sharma *et al.*, 1982) ในขณะที่ Matichenkov and Bocharnikova (2004) ได้ศึกษาการใช้ซิลิคอน (Si) ในข้าวบาร์เลย์ที่ปลูกในพื้นที่ดินเค็ม พบว่าส่งผลทำให้ดินเค็มมีสมบัติทั้งด้านความสามารถในการอุ้มน้ำ และองค์ประกอบทางเคมีที่เหมาะสมกับการปลูกพืช พืชต้านทานต่อการขาดน้ำและความเครียดจากความเค็มพืชเพิ่มความสามารถในการทนพิษของความเค็ม การใช้ซิลิคอนช่วยลดการใช้น้ำประมาณ 20-30 เปอร์เซ็นต์และไม่มีผลต่อผลผลิตพืช

การศึกษาการปรับปรุงดินเพื่อปลูกหน่อไม้ฝรั่ง ซึ่งเป็นพืชผักที่ทนเค็มได้ในระดับเค็มมากได้ ทำการศึกษาทั้งในดินเค็มภาคกลางและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยพรณีและคณะ (2540) ศึกษาการปรับปรุงดินเค็มภาคกลางเพื่อปลูกหน่อไม้ฝรั่ง พบว่าการใช้วัสดุปรับปรุงดินอัตรา 12 ตันต่อไร่ ให้ผลผลิต น้ำหนักหน่อสดสูงสุดคือ 567 กิโลกรัมต่อไร่ การใช้แกลบให้ผลผลิตน้ำหนักสดหน่อไม้ฝรั่งทุกเกรดสูง แตกต่างจากการใช้วัสดุปรับปรุงดินชนิดอื่น แกลบอัตรา 12 ตันต่อไร่ ให้ผลผลิตเกรด A สูงที่สุด 378 กิโลกรัม ต่อไร่ และพบว่าการใช้วัสดุปรับปรุงดินทำให้ค่าความเค็มดินลดลง ในขณะที่ไพรัชและคณะ (2545) ศึกษา อัตราในการใส่ปุ๋ยให้กับหน่อไม้ฝรั่งในดินเค็มภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งพื้นที่ดังกล่าวเป็นพื้นที่ดินเค็มน้อยที่มีความสมบูรณ์ต่ำ พบว่า หน่อไม้ฝรั่งสามารถเจริญเติบโตจนกระทั่งให้ผลผลิตในพื้นที่ดินเค็ม อย่างไรก็ตาม ผลผลิตอยู่ในระดับต่ำ เป็นหน่อเกรด C ปริมาณมาก อัตราการใช้ปุ๋ย (ปุ๋ยสูตร 15-15-15) ที่เหมาะสมขึ้นกับ ช่วงระยะเวลาในการใส่ปุ๋ย คือ ยิ่งช่วงระยะเวลาในการใส่ปุ๋ยนานขึ้น อัตราปุ๋ยที่ทำให้ได้ผลผลิตสูงขึ้น ก็จะเพิ่มขึ้น ด้วย ในการจัดการดินเค็มควรคำนึงถึงสิ่งมีชีวิตในดินด้วย การจัดการดินเค็มที่แตกต่างกันก็จะไปมีผลต่อ สิ่งมีชีวิตในดิน ตัวอย่างจากการศึกษาผลของการปรับปรุงดินต่อสังคมของไส้เดือนดินในดินเค็ม พบว่าดินเค็มที่มีการทำการเพาะปลูกจะมีไส้เดือนดินมากกว่าในดินเค็มที่ไม่ได้ปลูกอะไรเลย (Tao *et al.*, 2013) จะเห็นได้ว่าการปรับปรุงดินเค็มนอกจากจะเป็นการเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ให้กับดินแล้ว ยังเป็นการเพิ่มสิ่งมีชีวิตในดินด้วย จึงควรที่จะทำการสังคมสิ่งมีชีวิตในดินหลังการปรับปรุงดิน เพื่อให้ทราบว่ามีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร จึงส่งผลให้พืชมีการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น

3) การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับวัสดุปรับปรุงบำรุงดิน

ในการปรับปรุงดินเค็มเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดอาจจะต้องใช้วัสดุปรับปรุงบำรุงดินร่วมกับปุ๋ย อินทรีย์ชนิดอื่นด้วย ดังรายงานของ Cha-um *et al.* (2011) พบว่าการใช้ยิปซัมและปุ๋ยคอกในการปลูกข้าวหอมมะลิในดินเค็ม ส่งผลให้ข้าวมีเปอร์เซ็นต์เมล็ดดีสูงกว่าการไม่ปรับปรุงดิน และพบว่ามีปริมาณน้ำตาลในใบ ธงสูงกว่า ซึ่งจะส่งผลให้ผลผลิตสูงเช่นกัน ดังนั้นการใช้ยิปซัมและปุ๋ยคอกน่าจะเป็นแนวทางในการปรับปรุงดิน เค็มเพื่อเพิ่มผลผลิตข้าว ตัวอย่างพืชอื่น เช่นมะเขือเทศเป็นพืชอาหารอีกชนิดที่ทนเค็มได้ระดับเค็มปานกลาง และเป็นพืชผักที่มีความต้องการบริโภคสูงมากในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ได้มีการศึกษาการใช้วัสดุปรับปรุง บำรุงดิน เพื่อปลูกมะเขือเทศในดินเค็มจัดในระบบโพลเดอร์ (Polder system) พบว่ามะเขือเทศสามารถ เจริญเติบโตได้ในพื้นที่ดินเค็มจัด เมื่อมีการจัดการที่ดี โดยเฉพาะอย่างยิ่งการคลุมดินด้วยแกลบ และให้ผลผลิต สูงกว่าการไม่คลุมดินอย่างมีนัยสำคัญ การใช้แอมโมเนียมลอร์เรทซัลเฟต (ALS) ซึ่งเป็นสารจับผิวฤทธิ์อ่อนที่มี ประจุลบใช้เพื่อแก้ปัญหาการอัดแน่นของดินและการเคลื่อนที่แทรกซึมและซาบซึมลงของน้ำในดิน ร่วมกับการ ใช้โซนออฟริกกัน ให้ผลผลิตสูงสุด คือ 919 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งมากกว่าแปลงควบคุมและการใช้ ALS ร่วมกับปุ๋ย คอกอย่างมีนัยสำคัญ (ไพรัชและคณะ, 2542) นอกจากนี้จากการศึกษาของกลุ่มปรับปรุงดินเค็ม กรมพัฒนา ที่ดิน ในการปรับปรุงดินเค็มชายทะเล เพื่อเพิ่มผลผลิตพืชผัก พบว่าการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ เช่น ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก และวัสดุปรับปรุงดิน เช่น แกลบ ปูนมาร์ล ยิปซัม ส่งผลให้ดินมีสมบัติดีขึ้น เหมาะกับการปลูกพืชผัก เช่น ข้าว มะเขือเทศ กะหล่ำปลี เผือกหอม และแคนตาลูป โดยส่งผลให้พืชมีการเจริญเติบโต ให้ผลผลิตสูงขึ้น

4.5.3 การประยุกต์ใช้โปรแกรมคำแนะนำการใช้ปุ๋ยเคมี

ในการปรับปรุงดินเค็มเพื่อเพิ่มผลผลิตพืช สิ่งหนึ่งที่ต้องคำนึงถึงคือต้นทุนในการผลิตโดยเฉพาะค่า ปุ๋ยเคมีเกษตรกรควรใช้ปุ๋ยเคมีให้เหมาะสมและควรมีการใช้ควบคู่กับปุ๋ยอินทรีย์ ซึ่งคำแนะนำในการจัดการดิน เค็มของกรมพัฒนาที่ดินก็เน้นไปที่การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ อย่างไรก็ตามปุ๋ยเคมีก็ยังคงมีความจำเป็นในการปลูกพืช

จากวิกฤติปุ๋ยเคมีราคาแพง เกษตรกรได้รับความเดือดร้อนจากการซื้อปุ๋ยเคมีมาใช้ ทางกระทรวงเกษตรและสหกรณ์จึงได้มอบหมายกรมพัฒนาที่ดิน กรมการข้าว กรมวิชาการเกษตรและกรมส่งเสริมการเกษตร ร่วมกันพัฒนาโปรแกรมการให้คำแนะนำการใช้ปุ๋ยเคมีอย่างมีประสิทธิภาพ กรมพัฒนาที่ดิน (2558ข) รายงานว่ามีการจัดทำขึ้นมา 2 โปรแกรมคือโปรแกรมดินไทยและธาตุอาหารพืช และโปรแกรมคำแนะนำการจัดการดินและปุ๋ยรายแปลงเพื่อใช้กับข้าว ข้าวโพด อ้อย มันสำปะหลัง ปาล์มน้ำมันและยางพารา

4.5.3.1 โปรแกรมดินไทยและธาตุอาหารพืช สืบเนื่องจากกรมพัฒนาที่ดินได้ทำการสำรวจดินมาทั่วประเทศ ทำให้ทราบว่าแต่ละสถานที่มีธาตุอาหารมากน้อยเพียงไร เพียงพอกับพืชหรือไม่ โปรแกรมนี้จะบ่งบอกปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียม ที่มีอยู่ในดินว่าเพียงพอหรือไม่ โปรแกรมนี้จะให้คำแนะนำการใช้ปุ๋ยอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งเป็นการลดต้นทุน และลดความเสี่ยงในการลงทุน

4.5.3.2 โปรแกรมคำแนะนำการจัดการดินและปุ๋ยรายแปลง เป็นเครื่องมือที่ช่วยในการกำหนดคำแนะนำที่เหมาะสมภายใต้เงื่อนไขต่างๆ โปรแกรมนี้ได้ผนวกชุดคำสั่งในการเปรียบเทียบราคาปุ๋ย ข้อจำกัดในการใช้ประโยชน์ที่ดิน คำแนะนำการใช้ปุ๋ย ข้อมูลดินในระดับชุดดินและกลุ่มชุดดิน ช่วยในการตัดสินใจของเกษตรกรในการจัดการดินและปุ๋ย ซึ่งสิ่งนี้จะนำไปสู่ความยั่งยืนทางการเกษตรต่อไป เป็นแนวทางนี้เป็นการลดต้นทุนการผลิต

4.5.3.3 การทำการเกษตรแบบเกษตรแม่นยำ (Precision agriculture) ก็น่าจะเป็นอีกแนวทางหนึ่งที่เกษตรกรในพื้นที่ดินเค็มสามารถนำแนวทางนี้ไปปฏิบัติได้ ในการจัดการดินเพื่อเพิ่มผลผลิตข้าวในพื้นที่ดินเค็มน้อยและเค็มปานกลาง เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต ซึ่งเรื่องนี้ Attanandana *et al.* (2006) ได้สรุปถึงแนวทางการทำการเกษตรแม่นยำของเกษตรกรรายย่อยของประเทศไทยที่มีการปรับตัวมากขึ้นให้เหมาะสมกับสภาพประเทศไทยโดยเริ่มใช้กับการผลิตข้าวโพดโดยการจัดการดินเฉพาะที่ เทคนิคที่นำมาใช้มี 3 ประการคือ 1) การจำแนกดินอย่างง่ายให้ถูกต้อง 2) การใช้เครื่องมือวิเคราะห์ดินแบบพกพา (Soil test kits) และ 3) คำแนะนำการใช้ปุ๋ยที่เกิดจากข้อมูลชุดดิน ปริมาณธาตุอาหาร ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ซึ่งจะช่วยในการเพิ่มผลผลิตพืชได้อย่างถูกต้องแม่นยำ การจัดการดินเฉพาะที่นี้ช่วยในการลดต้นทุนการผลิตนอกจากนี้การมีส่วนร่วมของเกษตรกรเป็นกำลังสำคัญในการดำเนินงานและมีการเพิ่มความรู้ความสามารถของเกษตรกรโดยการฝึกอบรม

จากแนวคิดของทั้ง 3 โปรแกรมนี้สามารถที่จะนำมาปรับใช้ในการจัดการดินเค็มได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งนำมาใช้ในการปรับปรุงดินเค็มเพื่อเพิ่มผลผลิตข้าว เพราะโดยทั่วไปในพื้นที่ดินเค็มน้อยและเค็มปานกลางเกษตรกรจะใช้ในการปลูกข้าว (Arunin, 1984) ซึ่งเกษตรกรนิยมใช้ปุ๋ยเคมีเป็นจำนวนมาก ถ้าเกษตรกรนำโปรแกรมทั้ง 3 ทางเลือกนี้มาปรับใช้ ก็น่าจะเป็นประโยชน์มาก เป็นการปรับปรุงดินที่ยั่งยืน เพราะมีการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมด้วย โดยเกษตรกรสามารถใช้ปุ๋ยหมัก หรือใช้ปุ๋ยพืชสด จำพวกโสนอัฟริกันซึ่งเป็นพืชที่เหมาะสมกับสภาพพื้นที่ดินเค็ม และไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เนื่องจากมีการใช้ปุ๋ยเคมีในปริมาณที่เป็นความต้องการของพืช โดยสรุปน่าจะเป็นแนวทางหนึ่งในการเพิ่มผลผลิตข้าวในดินเค็มอย่างยั่งยืน และช่วยลดต้นทุนในการผลิต ให้เกษตรกรได้รับผลตอบแทนที่มากขึ้น

4.5.4 การแก้ไขปัญห การฟื้นฟูและการใช้ประโยชน์จากดินเค็มจัด

พื้นที่ดินเค็มจัดส่วนใหญ่อยู่ในที่ลุ่มซึ่งเป็นพื้นที่ให้น้ำ (Discharge area) เป็นพื้นที่ว่างเปล่า มีคราบเกลือที่ผิวดิน ปลูกพืชไม่ได้ ไม่ได้ใช้ประโยชน์เพื่อการเกษตร มีพืชทนเค็มจัดเท่านั้นที่ขึ้นได้ เช่น หินามพุดดอ หินามพรม แต่ก็สามารถฟื้นฟูแก้ไขสภาพเสื่อมโทรมของพื้นที่ดินเค็มจัด พื้นที่สุขภาพนิเวศ เปลี่ยนแปลงพื้นที่

ว่างเปล่ามีคราบเกลือให้สามารถนำมาใช้ในการเพาะปลูกพืชได้ ซึ่งแนวทางในการดำเนินงานทำได้โดยวิธีทางวิศวกรรม และวิธีการทางพืช ดังรายละเอียด

4.5.4.1 การแก้ไขปัญหาดินเค็มโดยใช้มาตรการด้านวิศวกรรม

ในการแก้ไขปัญหาดินเค็มจัดโดยใช้มาตรการด้านวิศวกรรม เป็นการใช้องค์ความรู้พื้นฐานทางวิศวกรรมมาออกแบบการชะล้างเกลือและระบายเกลือออกจากระบบ วิธีการนี้สามารถลดความเค็มที่ดินชั้นบนได้รวดเร็วกว่าวิธีการจัดการทางพืช แต่ใช้ต้นทุนสูง และต้องออกแบบให้เหมาะสมกับดินและความลาดเทของพื้นที่ ซึ่งวิธีการนี้ภาครัฐควรเป็นผู้ดำเนินการในส่วนของการสร้างพื้นฐาน เนื่องจากต้องลงทุนสูงมากสำหรับวิธีการทางวิศวกรรมได้แก่ การใช้ระบบระบายน้ำล้างเกลือ ทั้งระบบระบายน้ำแบบเปิด และระบบระบายน้ำแบบปิด การลดระดับน้ำใต้ดินโดยการระบายน้ำเค็มแบบร่องเปิด (Open ditch) ซึ่งจะมีผลทำให้ระดับน้ำใต้ดินลดลงไปอยู่ในระดับที่ทำให้การเคลื่อนที่ขึ้นมาระเหยของน้ำใต้ดินที่เค็มน้อยลง และมีการชะล้างเกลือในชั้นดินให้เคลื่อนที่ลึกไปในชั้นดิน และลงไปร่องระบายน้ำแบบเปิด สำหรับตัวอย่างระบบระบายน้ำแบบปิด เช่นการทำการระบายน้ำใต้ดิน (Sub-surface drain) (ภาพที่ 4.1) ซึ่งได้มีการศึกษาที่อำเภอบรบือ จังหวัดมหาสารคาม พบว่าการมีระบบระบายเกลือช่วยให้ความเค็มของดินลดลง (สุรพลและคณะ, 2546) และได้นำมาขยายผลที่อำเภอพระยืน จังหวัดขอนแก่น หลังการชะล้างเกลือด้วยระบบระบายน้ำใต้ดิน 1 ปี พบว่าเกษตรกรสามารถปลูกข้าวได้บ้าง เนื่องจากเกลือที่ชั้นดินบริเวณรากข้าวถูกชะล้างออกไปจากระบบ ทางท่อระบายน้ำใต้ดินที่ฝังลึก 1 เมตร



(ก)



(ข)

ภาพที่ 4.1 การวางท่อระบบระบายน้ำใต้ดิน

การแก้ไขปรับปรุงดินเค็มจัด โดยวิธีการทางวิศวกรรมสามารถดำเนินการร่วมกับการจัดการพืช โดยการทำคันดินและคูเบนน้ำรอบพื้นที่ดินเค็มจัดเพื่อควบคุมระดับน้ำใต้ดิน เรียกว่าระบบโพลเดอร์ (Polder system) (ภาพที่ 4.2) โดยทำการชะล้างเกลือออกจากกระบบโพลเดอร์ในช่วงฤดูฝน ทำให้ความเค็มของดินลดลง (ชัยนามและคณะ, 2540) สามารถนำมาปลูกพืชได้โดยมีการปรับปรุงบำรุงดิน ในช่วงแรกจะปลูกพืชที่ทนเค็มมากๆ ก่อน เมื่อระดับความเค็มลดลงก็สามารถปลูกข้าวได้ ดังตัวอย่างพื้นที่ดำเนินการที่บ้านบ่อแก อำเภพระยืน จังหวัดขอนแก่น



ภาพที่ 4.2 ระบบโพลเดอร์ (Polder system)

ตัวอย่างการแก้ไขปัญหาดินเค็มด้วยวิธีการทางวิศวกรรมในต่างประเทศ เช่นในประเทศปากีสถาน Gul and Khan (2003) รายงานว่าการแก้ไขด้วยวิธีการทางวิศวกรรม เป็นวิธีที่ลงทุนสูงมาก โดยมีวิธีการปรับปรุงดินด้วยวิธีการล้างเกลือและการใช้สารเคมี ส่งผลให้ระดับความเค็มลดลง เช่นเดียวกับรายงานของ Qureshi and Barrett-Lennard (1998) ได้รายงานแนวทางการปฏิบัติในการจัดการดินเค็มดินต่างไว้น่าสนใจ ได้แก่ การใช้วิธีทางวิศวกรรม การปรับปรุงบำรุงดินเพื่อปลูกพืช การทำการเกษตรในดินเค็มและการปรับปรุงพันธุ์พืชทนเค็ม เป็นแนวทางในการที่จะใช้พื้นที่ดินเค็มมาใช้ประโยชน์ในการผลิตพืชอาหารต่อไป

4.5.4.2 การแก้ไขปัญหาดินเค็มด้วยวิธีการทางพืช

ในพื้นที่ดินเค็มจัดที่ไม่สามารถปลูกพืชเศรษฐกิจได้ ก็สามารถนำพันธุ์พืชที่สามารถขึ้นได้ในพื้นที่ดินเค็มจัด ที่สามารถเจริญเติบโตได้ดีในสภาพที่มีความเค็มสูงๆ ซึ่งเรียกว่าพืชชอบเกลือ (halophytes) พืชที่แนะนำคือหญ้า *Sporobolus virginicus* ทั้งชนิดไบหยาบ (Dixie) และไบละเอียด (Smyrna) ไม้ยืนต้นที่ขึ้นได้บนดินเค็มจัด ได้แก่ *Acacia ampliceps*, *Casuarina glauca* และ *Melaleuca acaciodes* อย่างไรก็ตามจะมีพืชชอบเกลืออีกหลายชนิดที่สามารถนำมาใช้เป็นอาหาร น้ำมัน เชื้อเพลิง ผลิตสารเคมี และรักษาสิ่งแวดล้อม สำหรับชนิดพืชที่ใช้เป็นอาหาร เช่น *Aster tripolium* และ *Salicornia bigelovii* บางชนิดเมล็ดให้น้ำมัน เช่น *Suaeda fruticosa*, *Kochia scoparia* เป็นต้น ในขณะที่ *Diplotaxis tenuifolia* ใช้เป็นผักสลัด และพืชอาหารสัตว์ได้

ดังนั้นในการเลือกพืชมาปลูกควรพิจารณาคัดเลือกพืชให้เหมาะสมกับระดับความเค็มของดิน และจะเห็นได้ว่าพืชทนเค็มเป็นทางเลือกของหลายๆ ประเทศในการพัฒนาทางการเกษตร โดยพืชเหล่านี้สามารถขึ้นในพื้นที่ที่ไม่เหมาะสม ใช้พื้นที่และน้ำที่มีปัญหาความเค็มได้ สามารถใช้เป็นแหล่งอาหารได้นอกจากนี้ยังใช้เป็นพืชพลังงานทดแทน อาหารสัตว์ เครื่องนุ่งห่ม และยารักษาโรค



(ก)



(ข)

ภาพที่ 4.3 *Sporobolus virginicus* (Dixie grass) (ก) และ Salt gland ของหญ้าตีนตุ๊กแก (ข)

4.5.5 การใช้เทคโนโลยีชีวภาพแก้ไขปัญหาดินเค็มเพื่อเพิ่มผลผลิตพืช

โดยทั่วไปแนวทางในการเพิ่มธาตุอาหารในพื้นที่ดินเค็มสามารถทำได้โดยการใส่ปุ๋ยเคมีและการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ประเภทต่างๆ ได้แก่ การใส่ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยพืชสด การไถกลบตอซัง และแกลบ เป็นต้น กระบวนการทางชีวภาพก็เป็นอีกแนวทางหนึ่งในการเพิ่มแหล่งธาตุอาหารให้กับดิน กล่าวคือในพื้นที่ดินเค็มน้อยและดินเค็มปานกลางจะมีกลุ่มจุลินทรีย์ที่มีความสามารถในการตรึงหรือสร้างธาตุอาหารและแปรสภาพแร่ธาตุในดินให้อยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืชได้ กลุ่มจุลินทรีย์ทนเค็มนี้เป็นปุ๋ยชีวภาพท้องถิ่นที่มีความสัมพันธ์กับระบบรากพืชในดินเค็ม โดยเฉพาะอย่างยิ่งในระบบรากข้าว กลุ่มจุลินทรีย์เหล่านี้ส่วนใหญ่เป็นแบคทีเรียที่ต้องการอากาศ เรียกว่า Aerobic halophilic bacteria (Tilak *et al.*, 2005) พบในแบคทีเรียสกุล *Halomonas* sp., *Flavobacterium* sp., *Halobacillus* sp, *Bacillus pumilus* และ *Bacillus firmus* เป็นต้น นอกจากนี้ยังพบว่ามีกลุ่มแบคทีเรียที่เจริญบริเวณรากข้าวในดินเค็มที่มีความสามารถในการตรึงไนโตรเจนแบบอิสระได้แก่ แบคทีเรียสกุล *Pantora*, *Citrobacter*, *Microbacterium* และ *Stenotrophomonas* โดยที่กลุ่มจุลินทรีย์บางชนิดสามารถผลิตสารเสริมการเจริญเติบโตได้แก่ ฮอร์โมนออกซิน และจิบเบอเรลลิน ช่วยในการกระตุ้นการงอกของเมล็ดข้าว และพืชบำรุงดินหลายชนิด และบางสายพันธุ์ช่วยละลายสารประกอบฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมให้อยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืชได้ Das *et al.* (2008) ได้สรุปถึงความทนเค็มของจุลินทรีย์ *Bacillus thuringiensis* ที่ช่วยในการควบคุมเชื้อโรคในพื้นที่นาดินเค็มได้ ในขณะที่ Sgro *et al.* (2009) ตรวจพบ Endophytic bacteria จากรากของ *Prosopis strombulifera* ซึ่งเป็นพืชชอบเกลือ จึงสามารถประเมินได้ว่าจุลินทรีย์นี้มีกลไกที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตของพืชนี้ ซึ่งกระบวนการทางชีวภาพเหล่านี้เป็นแนวทางหนึ่งในการเพิ่มผลผลิตพืชอาหารโดยเฉพาะอย่างยิ่งข้าวในพื้นที่ดินเค็มให้มากขึ้น ในขณะที่ อนุเทพ (2558) ศึกษาการใช้ *Bacillus subtilis* ที่แยกได้จากชีวภัณฑ์จุลินทรีย์กับข้าวขาวดอกมะลิ 105 และปทุมธานี 1 ที่ปลูกในสภาวะดินเค็มพบว่า การแช่เมล็ดข้าวในเชื้อจุลินทรีย์ดังกล่าวแล้วนำไปเพาะส่งผลให้ความยาวราก ความยาวลำต้น น้ำหนักแห้งของข้าวมีค่าสูงขึ้น อย่างไรก็ตามปริมาณเชื้อแบคทีเรียในดินและรากกล้าข้าวลดลงเมื่อความเค็มของสารละลายโซเดียมคลอไรด์เพิ่มขึ้น ซึ่ง Paul and Lade (2014) ได้สรุปข้อดีของแบคทีเรียที่อยู่บริเวณรากพืชที่ส่งเสริมการเจริญเติบโต

ของพืช (Plant-growth-promoting rhizobacteria, PGPR) วัสดังนี้คือ มีส่วนในการลดผลกระทบของความเครียดจากแรงกดดันออสโมติก (Osmotic stress) แล้วช่วยให้พืชเจริญเติบโตดีขึ้น ประเด็นหลักๆ ของแบคทีเรียเหล่านี้คือ ทำให้รากและต้นเจริญเติบโตดี การดูดธาตุอาหารดีขึ้น เพิ่มปริมาณคลอโรฟิลล์ ทนต่อโรคพืช พืชมีกลไกในการเคลื่อนย้ายธาตุอาหารดีขึ้น แบคทีเรียอยู่ในระบบรากพืชได้ดี ส่งเสริมให้มีการดูดโพแทสเซียมไอออน (K^+) ได้สูงขึ้น ทำให้สัดส่วน K^+/Na^+ สูงขึ้น พืชทนเค็มได้ดีขึ้นและชักนำให้พืชสร้างเอนไซม์ ที่จะลดผลกระทบที่ทำให้พืชช็อคจากความเค็ม

อย่างไรก็ตามสำหรับประเทศไทยการศึกษายังไม่แพร่หลาย ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับกิจกรรมของจุลินทรีย์ในดินที่ได้รับผลกระทบจากเกลือ หรือชนิดและกิจกรรมของจุลินทรีย์ในดินเค็มที่มีกลไกส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชในดินเค็ม เพื่อให้ได้คำตอบที่ชัดเจนมากขึ้น และให้สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับพืชอาหารอื่นๆ ในการเพิ่มผลผลิตในสภาพพื้นที่ดินเค็มต่อไป

4.6 การจัดการน้ำ

การจัดการน้ำเป็นเรื่องที่มีความสำคัญ และเป็นสิ่งที่ควรตระหนักในการทำการเกษตรในพื้นที่ดินเค็ม เพราะน้ำเป็นปัจจัยการผลิตที่สำคัญ การจัดการน้ำที่ดีก็จะช่วยลดผลกระทบของความเค็มต่อพืชและช่วยเพิ่มผลผลิต ลดความเค็มของดิน แต่ถ้ามีการจัดการที่ไม่ดีก็จะส่งผลกระทบต่อพืช ความเค็มของดินเพิ่มขึ้นดินและสภาพแวดล้อมเสื่อมโทรม ดังนั้นจึงต้องมีแนวทางการจัดการที่ดี ซึ่งเรื่องนี้ Tyagi (2003) ได้ให้ข้อเสนอแนะสำหรับเป็นแนวทางการใช้น้ำให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด และยั่งยืนไว้ 9 ข้อ ดังนี้

- 1) การเก็บรักษาน้ำฝนไว้ในแปลง
- 2) การผสมน้ำเค็มกับน้ำจืดเพื่อรักษาระดับความเค็มของน้ำให้ต่ำกว่าระดับที่จะเป็นพิษกับพืช
- 3) ถ้าไม่สามารถนำโซเดียมคาร์บอเนต ที่เหลือออกจากระบบได้ก็ต้องทำการเจือจาง หรือประยุกต์ในการหมุนเวียนน้ำกลับไปใช้
- 4) การจัดตารางการให้น้ำเค็ม โดยจัดให้น้ำเค็มในช่วงที่พืชทนต่อความเค็ม
- 5) ในพื้นที่ที่ระดับน้ำใต้ดินตื้น ควรทำระบบระบายน้ำเค็มใต้ดิน
- 6) ลดปริมาณการให้น้ำชลประทาน
- 7) ในระบบการให้น้ำชลประทานขั้นสูง หรือรูปแบบขั้นนำทันสมัยพบว่าสามารถเพิ่มคุณค่าของน้ำเค็มได้ โดยการปลูกพืชที่มีราคาสูงและใช้น้ำชลประทานปริมาณน้อย
- 8) ปรับปรุงนโยบายเรื่องการใช้ น้ำ และเรื่องการตลาดของน้ำ
- 9) ลดปริมาณธาตุต่างๆ จากน้ำจืดที่ใส่ลงไป คือลดปริมาณการใช้น้ำจืด

ประสิทธิภาพการให้ผลผลิตของน้ำ (Water productivity) มักจะถูกใช้เป็นข้อจำกัดอย่างหนึ่งในการตัดสินใจในการผลิตพืช และกลยุทธ์ในการจัดการน้ำ ซึ่งเป็นข้อจำกัดที่มีความสำคัญมากในพื้นที่ดินเค็ม ความเค็มของน้ำเป็นเรื่องธรรมดาที่เกิดขึ้นเป็นปกติมากกว่าเรื่องความเค็มของดินและมักจะเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาความเค็มของดิน

จากข้อเสนอแนะข้างต้นนั้น การกักเก็บน้ำฝนไว้ในแปลงเป็นแนวทางที่เกษตรกรไทยสามารถนำไปปฏิบัติได้ ซึ่งอาจจะเป็นแหล่งน้ำตามธรรมชาติหรือสระน้ำที่ขุดขึ้นใหม่ แต่มีข้อพึงระวังคือ ไม่ควรสร้างในบริเวณที่เป็นดินเค็มเพราะจะทำให้คุณภาพไม่ดี คือน้ำมีความเค็มไม่เหมาะกับการทำการเกษตร ซึ่งโครงการการสร้างสระน้ำในไร่นานอกเขตชลประทานของกรมพัฒนาที่ดินเป็นโครงการที่ดี ที่สามารถนำมา

ประยุกต์ใช้ในพื้นที่ที่แห้งแล้งและพื้นที่ดินเค็ม อย่างไรก็ตามควรเลือกพื้นที่ขุดสระน้ำให้เหมาะสม ไม่ขุดในพื้นที่ที่มีปัญหาดินเค็ม แต่สามารถนำมาใช้ในพื้นที่ดินเค็มได้

การจัดการแหล่งน้ำเป็นเรื่องสำคัญ เพราะน้ำเป็นปัจจัยที่สำคัญในการทำการเกษตร โดยเฉพาะอย่างยิ่งในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งพื้นที่ส่วนใหญ่จะอยู่ในเขตเกษตรน้ำฝน และมีปัญหาดินเค็ม ทำให้การจัดการหาแหล่งน้ำหรือการสร้างอ่างเก็บน้ำในภาคนี้ต้องมีข้อคำนึงระวังเป็นพิเศษ การสร้างอ่างเก็บน้ำในบริเวณที่มีน้ำใต้ดินเค็มจะก่อให้เกิดปัญหาดินเค็มได้ เนื่องจากจะก่อให้เกิดการยกระดับขึ้นของน้ำใต้ดินมาอยู่บริเวณใกล้ผิวดิน ภายหลังที่มีการสร้างแหล่งน้ำบริเวณนี้ ซึ่งเกลือที่ละลายน้ำจะเคลื่อนที่ขึ้นมาสะสมบริเวณผิวดิน ก่อให้เกิดปัญหาดินเค็มได้ (ยุทธชัยและไพรัช, 2544) การแก้ไขและปรับปรุงคุณภาพน้ำในอ่างที่เค็มสามารถทำได้ดังนี้

- 1) นำน้ำคุณภาพดีมาใช้นั้นมาใช้ โดยใช้ในบริเวณที่มีการระบายน้ำดี มีระบบการจัดการควบคุมความเค็มที่ดี ใช้กับพืชที่ทนเค็มและใช้ปริมาณมากเพื่อชะล้างเกลือ
- 2) การผสมกับน้ำจืดก่อนใช้ ในกรณีที่น้ำมีความเค็มสูงและถ้าดินเป็นดินโซดิกก็สามารถผสมยิปซัมลงไปด้วยเพื่อล้างเกลือโซเดียมออกไป
- 3) กรณีที่พื้นที่เหนืออ่างมีดินเค็มหรือน้ำใต้ดินเค็มต้องหาทางไม่ให้ น้ำเค็มมาเพิ่มในบ่อได้ เช่น การทำคันหรือคูเบนน้ำ
- 4) การปรับปรุงน้ำเค็มด้วยเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ เช่น การกลั่น การผ่านเยื่อโดยอาศัยแรงดัน (Reverse Osmosis) แต่เป็นการใช้ที่ลงทุนสูงจึงควรเลือกที่มีราคาแพงมาปลูกเพื่อให้คุ้มค่ากับการลงทุน

4.6.1 คุณภาพน้ำชลประทาน

ในพื้นที่ดินเค็มมักจะประสบปัญหาเรื่องคุณภาพน้ำเพื่อการชลประทานด้วย โดยทั่วไปน้ำมักจะมีคุณภาพต่ำ เป็นน้ำกร่อย ซึ่งข้อจำกัดของน้ำที่เหมาะสมกับการปลูกพืช เช่น ความเค็มของน้ำ ความเป็นพิษของธาตุที่มีอยู่ในน้ำ ชนิดของพืชที่ปลูก และการที่ดินยอมให้น้ำซึมผ่าน ความเป็นพิษของธาตุในน้ำชลประทาน ได้แก่ โซเดียม และคลอไรด์ในน้ำ สำหรับธาตุอื่นคือ โบรอน (B) (สมศรี, 2544ข)

ในการจำแนกคุณภาพน้ำชลประทานมีอยู่ 2 ระบบ คือ ตามสถาบันวิจัยสหรัฐอเมริกา (United State Salinity Laboratory; USSL, 1954) และระบบขององค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ (FAO) (Ayers and Westcot, 1985)

ในการจำแนกชั้นคุณภาพ โดยระบบของสหรัฐอเมริกาจะใช้ค่าการนำไฟฟ้า และค่าอัตราความสามารถในการดูดซับโซเดียมของดิน (Sodium Adsorption Ratio, SAR) เป็นหลักในการพิจารณาโดยแบ่งเป็น 4 ระดับ คือ น้ำคุณภาพดี น้ำคุณภาพปานกลาง น้ำคุณภาพต่ำ และน้ำคุณภาพต่ำมาก ดังแสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 คุณภาพน้ำชลประทานตามระบบของสหรัฐอเมริกา

ชั้นคุณภาพน้ำ	ค่าการนำไฟฟ้า $\mu\text{mho cm}^{-1}$	SAR	ข้อจำกัด
1. น้ำคุณภาพดี	0-250	0-10	ไม่มีข้อจำกัด
2. น้ำคุณภาพปานกลาง	250-750	10-18	ใช้กับพืชทนเค็มปานกลาง กรณีพืชไม่ทนเค็มต้องปลูกบนดินที่มีการซาบซึมน้ำได้
3. น้ำคุณภาพต่ำ	750-2,250	18-26	ใช้ได้กับพืชทนเค็ม ไม่เหมาะกับดินที่มีการระบายน้ำไม่ดี
4. น้ำคุณภาพต่ำมาก	มากกว่า 2,250	มากกว่า 26	ไม่เหมาะกับการใช้ในสภาพปกติต้องเป็นพืชทนเค็มได้สูง

ที่มา: USSL (1954)

สำหรับการแบ่งชั้นคุณภาพน้ำตามระบบของ FAO จัดแบ่งตามข้อจำกัดในการใช้โดยพิจารณาจากผลผลิตพืช สภาพของดิน และการจัดการ โดยแบ่งเป็น 3 ระดับ คือ น้ำที่มีคุณภาพดี น้ำที่มีคุณภาพปานกลาง และน้ำที่มีคุณภาพต่ำ ดังแสดงในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 แสดงคุณภาพน้ำเพื่อการชลประทานตามระบบของ FAO

ปัญหาในการชลประทาน	หน่วย	ข้อจำกัดในการใช้		
		ไม่มี	เล็กน้อยถึงปานกลาง	รุนแรง
ความเค็ม (มีผลต่อค่าความเป็นประโยชน์ของน้ำกับพืช) ค่าการนำไฟฟ้า (EC_e)	ไมโครโมห์/ซม.	น้อยกว่า 700	700-3,000	มากกว่า 3,000
จำนวนสารที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด (TDS)	ส่วนในล้านส่วน	น้อยกว่า 450	450-2,000	มากกว่า 2,000
การซาบซึมน้ำผ่านดิน SAR = 0.3 $EC_w =$ = 3-6 = = 6-12 = = 12-20 = = 20-40 =		มากกว่า 700 มากกว่า 1,200 มากกว่า 1,900 มากกว่า 2,900 มากกว่า 5,000	200-700 300-12,00 500-1,900 1,300-2,900 2,900-5,000	น้อยกว่า 200 น้อยกว่า 300 น้อยกว่า 500 น้อยกว่า 1,300 น้อยกว่า 2,900

หมายเหตุ: 1 ไมโครโมห์ต่อเซนติเมตร = มิลลิโมห์ต่อเซนติเมตร $\times 10^{-3}$
= เดซิซีเมนส์ต่อเมตร $\times 10^{-3}$

ที่มา : ปรับปรุงจาก Ayers and Westcot (1985)

4.6.2 วิธีการให้น้ำ

จากการที่ประชากรโลกเพิ่มขึ้นและส่งผลทำให้การผลิตอาหารในอนาคตต้องเพิ่มขึ้น เพื่อให้เพียงพอ กับความต้องการของผู้บริโภค มีสิ่งที่น่าสนใจมากคือเรื่องการชลประทานในพื้นที่ที่มีน้ำจำกัด จะมีแนวทาง อย่างไรให้มีการใช้น้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพในการปลูกพืช และไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เพราะปัญหา อย่างหนึ่งของการใช้น้ำชลประทานคือการสะสมเกลือในบริเวณรากพืช (Tanji, 1990) และการแก่งแย่งน้ำจัด เป็นสิ่งที่ทำลายในการทำการเกษตร เพื่อเพิ่มผลผลิตพืช (Rhoades *et al.*, 1992)

พื้นที่ดินเค็มในประเทศไทย ก็เช่นเดียวกันส่วนใหญ่จะอยู่ในบริเวณที่มีปริมาณน้ำจำกัดหรือเป็น บริเวณที่มีปัญหาน้ำเค็ม จะต้องมีความรู้ในการจัดการน้ำที่เหมาะสมและถูกวิธี ตั้งแต่การสร้างแหล่งน้ำ จะต้องไม่สร้างในพื้นที่ดินเค็มเพราะการสร้างในพื้นที่ดินเค็มจะเป็นการส่งเสริมให้เกิดการแพร่กระจายดินเค็ม บริเวณรอบๆ บ่อน้ำ เนื่องจากเกิดการยกตัวของระดับน้ำใต้ดินข้างๆ ซึ่งเมื่อน้ำระเหยจะพาเกลือมาสะสมที่ผิว ดิน (ยุทธชัยและไพรัช, 2544) การเลือกระบบการให้น้ำที่เหมาะสม และการเลือกพืชให้เหมาะสมกับระดับ ความเค็ม

ดังนั้นการจัดการน้ำในการปลูกพืชในพื้นที่ดินเค็ม จำเป็นต้องมีการจัดการน้ำที่ดี เพื่อให้การใช้น้ำ เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ และลดการสะสมเกลือในดิน การให้น้ำในพื้นที่ดินเค็มเป็นสิ่งจำเป็น แต่ก็ต้อง พิจารณาวิธีการที่เหมาะสม เนื่องจากการสะสมของเกลือจะเกิดต่างกันถ้ามีวิธีการให้น้ำต่างกัน ซึ่งสมศรี (2544) ได้สรุปผลของวิธีการให้น้ำต่อการสะสมเกลือไว้ดังนี้

- 1) การให้น้ำแบบขังท่วมน้ำ จะชะเกลือลงไปสะสมในดินล่างได้สม่ำเสมอ แต่ข้อเสียคือใช้น้ำมาก
- 2) การให้น้ำเป็นร่อง การสะสมเกลือจะเกิดในบริเวณกลางหลังร่อง
- 3) การใช้น้ำแบบหัวฉีด ถ้าให้สม่ำเสมอก็จะควบคุมความเค็มได้ แต่ค่าใช้จ่ายสูงต้องควบคุม ปริมาณน้ำให้เหมาะสม
- 4) การให้น้ำหยด เป็นวิธีที่ประหยัดน้ำควบคุมปริมาณเกลือไม่ให้สะสมในบริเวณรากพืชได้ แต่ต้อง ลงทุนสูง และหาพืชที่มีราคาสูงมาปลูกจึงจะคุ้มทุน และถ้าน้ำชลประทานที่ไช่รดเป็นน้ำกร่อยก็เกิดการอุดตันได้

วิธีการที่ประหยัดน้ำและการลงทุนอีกวิธีหนึ่ง คือ การใช้หม้อดินเผาที่มีปากแคบใส่น้ำฝังดินไว้ใกล้ๆ บริเวณรากพืช วิธีนี้นิยมทำกันแพร่หลายในกลุ่มประเทศที่กำลังพัฒนาเพราะลงทุนน้อยและเกษตรกรยอมรับ

ตัวอย่างการศึกษาการระบบการให้น้ำในพื้นที่ดินเค็มของประเทศไทย ได้แก่การศึกษาการลดความเค็มใน ชุดดินกำแพงแสน (ที่เค็ม) โดยวิธีน้ำหยดเพื่อปลูกหน่อไม้ฝรั่งในดินเค็มภาคกลาง พบว่า การให้น้ำแบบหยดมี แนวโน้มทำให้หน่อไม้ฝรั่งมีการแตกกอดีกว่าการให้น้ำแบบตกรด และให้ผลผลิตสูงกว่าทั้งน้ำหนักหน่อและ จำนวนหน่อ น้ำจากระบบน้ำหยดสามารถซึมลงในดินได้มากกว่าการให้น้ำแบบตกรด และมีความชื้นสูงกว่าใน ทุกระดับความลึก เป็นผลให้สามารถลดความเค็มของดินได้มากกว่า การให้น้ำแบบหยด 2.6-4.5 ลิตรต่อต้นต่อ วัน มีแนวโน้มทำให้ผลผลิตหน่อไม้ฝรั่งเพิ่มขึ้น และจะหารายได้เหนือต้นทุนมากที่สุด (พรรณีและคณะ, 2543)

4.6.3 การใช้น้ำเค็มเพื่อการเกษตร

- 1) ความสำคัญของการใช้น้ำเค็ม

ปัญหาที่มีความสำคัญระดับโลกอย่างหนึ่งคือ การหาแหล่งน้ำจืดและพื้นที่ดินเพื่อการปลูกพืช อาหารให้พอกับความต้องการอาหารที่เกิดจากการเพิ่มขึ้นของประชากร มีการคาดการณ์ว่ามีความต้องการ พื้นที่เพิ่มขึ้น 500 ล้านเอเคอร์ (Acres) สำหรับเป็นพื้นที่ปลูกพืชในอีก 30 ปีข้างหน้า เพื่อปลูกพืชอาหารเลี้ยง

ประชากร ในขณะที่มีพื้นที่ที่จะขยายเพื่อการเกษตรได้ประมาณ 230 ล้านเอเคอร์ เท่านั้นทางเลือกที่น่าสนใจ คือ การใช้น้ำเค็มเพื่อการเกษตรซึ่งน้ำเค็มน้ำกร่อยเหล่านี้เป็นแหล่งน้ำที่สำคัญของการเกษตรในพื้นที่ดินเค็ม เพื่อผลิตพืชอาหาร อาหารสัตว์ น้ำมันพืช สำหรับพืชที่เหมาะสมกับน้ำเค็มเหล่านี้ก็ควรเป็นพืชที่ทนเค็มได้สูง จำพวกพืชชอบเกลือ (Halophytes) และการปลูกพืชยังช่วยในการฟื้นฟูพื้นที่ดินเค็มอีกด้วย การประยุกต์ใช้ พืชเหล่านี้สามารถใช้เป็นพืชอาหารได้ ประมาณกันว่ามีพืชที่ขึ้นได้ในที่เค็มที่เป็นที่ชุ่มน้ำประมาณ 2,500-3,000 ชนิดในธรรมชาติ ซึ่งน่าจะนำมาเป็นพืชที่ให้มูลค่าทางเศรษฐกิจได้ จึงเป็นเรื่องที่น่าสนใจและท้าทายในการนำมาใช้เป็นพืชอาหารเลี้ยงประชากรโลก (Khan and Duke, 2001)

ในการใช้น้ำชลประทานที่เค็มสิ่งที่ต้องคำนึงถึงคือ ผลกระทบต่อดินบริเวณรากพืช ความเค็มที่เกิดขึ้นจะต้องมีปริมาณน้อย ส่งผลกระทบต่อดินน้อย (Oster, 1994; Shalhevet, 1994; Shani and Dudley, 2001; Katerji *et al.*, 2003) และต้องมีวิธีการให้ที่เหมาะสมเพื่อให้ได้น้ำปริมาณที่เพียงพอ (Munns, 2002) และต้องมีการเลือกชนิดพืชและพันธุ์พืชที่ทนเค็ม (Letey *et al.*, 1985; Mastroiilli *et al.*, 1995; Hammer and Broad, 2003)

พื้นที่ดินเค็มชายทะเลเป็นปัญหาอย่างหนึ่งในการทำการเกษตร จะพบทั้งปัญหาดินเค็มและน้ำเค็มโดยทั่วไปเป็นดินทรายและน้ำเค็มซึ่งเป็นปัญหากับพืชที่ปลูกกันทั่วไป แต่จะกลายเป็นข้อได้เปรียบเมื่อมีการนำพืชทนเค็มมาปลูก ความจริงแล้วธาตุอาหารที่จำเป็นกับพืชมีถึง 11 ธาตุ ที่พบในทะเลและมีความเข้มข้นเพียงพอต่อการเจริญเติบโตของพืช การให้น้ำชลประทานมักจะเพิ่มความเค็มของดินและน้ำ ซึ่งเป็นมาจากการสะสมเกลือที่ละลายได้ เช่น โซเดียม แคลเซียม แมกนีเซียม โพแทสเซียม ซัลเฟตและคลอไรด์ เกลือที่สะสมเหล่านี้ส่งผลต่อความแข็งแรงและการให้ผลผลิตพืช (Galvani, 2007)

ดังนั้นจึงมีความเป็นไปได้ในการนำน้ำเค็มมาใช้ในการปลูกพืชเพื่อเป็นแหล่งอาหารสำหรับคนไทย แต่ก็ต้องทำภายใต้การจัดการที่ดี เพื่อป้องกันการสะสมเกลือในดินและการแพร่กระจายดินเค็ม ดังรายงานของ Kurunc and Cekic (2005) ที่กล่าวไว้ข้างต้น

2) แนวทางการปฏิบัติ

เนื่องจากธาตุโซเดียมที่มีประจุเดี่ยว เป็นธาตุที่ทำให้สมบัติของดินเลว คือทำให้ดินแข็งและแน่น น้ำซึมผ่านได้ยาก ดังนั้นการใช้น้ำกร่อยเพื่อการเกษตรติดต่อกันเป็นเวลานานจะทำให้ดินแน่น ทำให้การชะล้างเกลือออกยาก ดังนั้นแนวทางปฏิบัติต้องนำน้ำกร่อยผสมกับน้ำจืด แต่ก็เป็วิธีการที่ปฏิบัติยุ่งยากเพราะต้องมีบ่อผสม และมีเครื่องควบคุมคุณภาพและปริมาณน้ำ สำหรับวิธีการนี้อาจจะไม่ค่อยเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมของดินเค็มในประเทศไทย เนื่องจากภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่มีปัญหาดินเค็มก็ขาดแคลนน้ำจืดอยู่แล้ว

Oster (1994) ที่ได้คาดการณ์ว่าในอนาคตน้ำคุณภาพดีจะมีปริมาณลดลง ปัญหาอย่างหนึ่งของคุณภาพน้ำคือปริมาณเกลือในระดับที่สูงจนกลายเป็นน้ำเค็ม ดังนั้น การใช้น้ำที่คุณภาพไม่ดีมีสิ่งที่ควรปฏิบัติอยู่ 3 ประการคือ 1) การเลือกพืชทนเค็มให้เหมาะสมกับความเค็มของน้ำ 2) ปรับปรุงวิธีการจัดการน้ำ ในบางกรณีอาจต้องปรับวิธีการให้น้ำชลประทานที่เหมาะสม 3) การรักษาสมบัติทางกายภาพของดินเพื่อให้เหมาะสมกับการรักษาความเป็นประโยชน์ของน้ำและเกี่ยวกับเรื่องการชะล้างเกลือลงด้านล่าง

ดังนั้นในแนวทางปฏิบัติจะต้องทำในสิ่งที่เหมาะสมกับบริบทของเกษตรกรเอง ถ้ามีทุนในการดำเนินการก็สามารถทำได้ โดยนำมาใช้กับพืชที่ให้ผลตอบแทนสูง ใช้น้ำปริมาณน้อย และต้องไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม โดยหลักการ คือการทำให้เกลืออยู่ในบริเวณรากพืชน้อยที่สุด มีความชื้นในดินเพียงพอ และระบายเกลือส่วนที่เกินออกโดยยึดหลักปริมาณเกลือเข้าเท่ากับปริมาณเกลือออก

การจัดการน้ำที่ตีรวมกับการจัดการดินที่เหมาะสม เป็นเรื่องจำเป็นในการผลิตพืชอย่างยั่งยืน ในดินที่แห้งแล้งซึ่งแหล่งน้ำหลักที่ใช้คือ น้ำฝน ซึ่งก็เป็นที่ยอมรับว่ามีปริมาณจำกัดมากดังตัวอย่างการศึกษาของ Ould Ahmed *et al.* (2010) พบว่าเมื่อมีการใช้น้ำเค็ม การใส่ปุ๋ยคอกส่งผลให้ได้ผลผลิตข้าวสาลีมากกว่าการใช้ปุ๋ยมูลสัตว์ปีกแม้ว่าการใช้น้ำเค็ม 2.0 dS m^{-1} การใส่ปุ๋ยหมักก็ยังคงให้ผลผลิตสูงกว่า โดยทั่วไปแล้วการให้น้ำที่มีความเค็มต่ำ 0.11 dS m^{-1} ให้ผลผลิตสูงกว่าการใช้น้ำเค็ม 2.0 dS m^{-1} จะเห็นได้ว่าเมื่อมีการใช้น้ำเค็มเพื่อการชลประทานจะต้องมีเทคนิคในการใช้เพื่อให้ได้ผลผลิตตามที่ต้องการและเพื่อมีการใช้ทรัพยากรดินอย่างยั่งยืน

3) การคัดเลือกชนิดพืช

ในสภาพที่ต้องใช้น้ำเค็มเพื่อการเกษตร จะต้องมีการเลือกชนิดพืชให้เหมาะสมด้วยเนื่องจากพืชแต่ละชนิดทนเค็มได้แตกต่างกัน โดยมีตัวอย่างการศึกษากการตอบสนองของสตรอเบอร์รี่ต่อน้ำเค็ม ซึ่งสตรอเบอร์รี่จัดเป็นพืชที่อ่อนแอต่อความเค็มช่วงค่าการนำไฟฟ้าของดินที่วิกฤตคือ 1 dS m^{-1} (Maas and Hoffman, 1977; Maas, 1990) และทนน้ำเค็มได้เพียงระดับ 0.7 dS m^{-1} (Ayers and Westcot, 1985) จากการทดลองของ Kurunc and Cekic (2005) โดยใช้น้ำเค็มระดับต่างๆ ตั้งแต่ $1.1-2.9 \text{ dS m}^{-1}$ กับสตรอเบอร์รี่ 3 พันธุ์พบว่าแต่ละพันธุ์ทนต่อความเค็มได้แตกต่างกัน สิ่งที่พบเพิ่มเติมคือการใช้ น้ำเค็มเพื่อการเกษตรส่งผลให้ค่าความเค็มของดินเพิ่มขึ้น ซึ่งเกิดจากการสะสมเกลือที่มากับน้ำที่รดลงไป จึงเป็นสิ่งที่เกษตรกรต้องตระหนัก

ในขณะที่ Munns (2002) กล่าวว่าปัญหาความเค็ม สามารถบริหารจัดการได้ โดยการปรับเปลี่ยนวิธีปฏิบัติในการทำการเกษตรคือในพื้นที่เขตชลประทาน ควรมีวิธีการให้น้ำที่ดีและเหมาะสม โดยการให้น้ำแบบหยดเป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพในพื้นที่ดินเค็ม สำหรับในพื้นที่เขตเกษตรน้ำฝน อาจมีการปลูกพืชหมุนเวียน โดยเปลี่ยนจากพืชฤดูเดียว เป็นพืชอายุข้ามปีที่มีระบบรากลึก เพื่อเก็บกักน้ำไว้ในดินในช่วงฤดูฝน และยังเป็น การลดการเคลื่อนย้ายของน้ำสู่ผิวดินด้วย มีพืชหลายชนิดและหลายพันธุ์ที่สามารถทนเค็มได้ แต่ความสามารถในการทนเค็มจะแตกต่างกัน ดังนั้นการใช้น้ำกร่อยจึงสามารถนำมาใช้เพื่อการเกษตรผลิตพืชอาหารได้ และสามารถนำมาใช้ในระบบการเกษตรในดินเค็มได้ แต่การใช้น้ำกร่อยหรือน้ำเค็มจะต้องพิจารณาเกลือในน้ำและดิน ในการจัดการต้องมีการชะล้างเกลือออกไปควบคู่กับการปลูกพืชด้วย

4) ตัวอย่างการศึกษากการใช้น้ำเค็มเพื่อการเกษตร

ตัวอย่างการศึกษากการใช้น้ำเค็มเพื่อการเกษตรและการจัดการในประเทศไทย เช่นงานวิจัยของ ไพรัชและคณะ (2541ก) ได้ทำการศึกษากผลของการใช้น้ำเค็มต่อการเจริญเติบโตของปูเล่ (Longlife cabbage) โดยปลูกปูเล่แล้วใช้น้ำเค็ม 3 ระดับ คือ $1.23, 2.24$ และ 3.31 dS m^{-1} เปรียบเทียบกับการใช้น้ำจืด 0.26 dS m^{-1} พบว่าการเจริญเติบโตของปูเล่ทางด้านความสูง เส้นผ่านศูนย์กลาง จำนวนใบ ความกว้างและความยาวใบ ลดลงเมื่อความเค็มของน้ำที่ใช้เพิ่มขึ้น เช่นเดียวกับน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งก็ลดลงเช่นกัน และพบว่าปริมาณความเข้มข้นของโซเดียม (Na) และคลอไรด์ (Cl) ในใบพืชเพิ่มขึ้นเมื่อระดับความเค็มเพิ่มขึ้น และเมื่อระดับความเค็มเพิ่มขึ้น โซเดียมจะแก่งแย่งและเข้าไปแทนที่ธาตุอาหารอื่นๆ ได้ในสัดส่วนที่เพิ่มขึ้น ซึ่งไปมีผลต่อการเจริญเติบโตและแสดงอาการใบไหม้ที่ระดับความเค็มของน้ำที่วิกฤต 2.24 dS m^{-1}

การศึกษากวิจัยปรับปรุงคุณภาพน้ำเค็มโดยวิธีเคมี-ฟิสิกส์ในระบบ Hydrosmart ซึ่งเป็นเครื่องมือที่พัฒนาเพื่อใช้ปรับปรุงคุณภาพน้ำให้ดีขึ้นในรูปการบำบัดปฏิกิริยาเคมี-ฟิสิกส์ โดยการสร้างความถี่แบบ Resonance frequencies เพื่อบรรเทาพิษของธาตุต่างๆ ที่มีอยู่ในดินและน้ำเค็มโดยอิเล็กตรอน (Electron) และนำมาจัดเรียงตัวเสียใหม่ โดยนำน้ำเค็มที่ได้จากการผ่านระบบมาใช้ในการปลูกพืชผักไร้ดินแบบไฮโดรโปนิค

(Hydroponic) เปรียบเทียบกับน้ำเค็มที่ไม่ผ่านระบบ คุณภาพน้ำเค็มที่ผ่านระบบ Hydrosmart สามารถใช้ปลูกพืชผักขึ้นฉ่ายในระบบไฮโดรโปนิกส์ได้ แต่ไม่แตกต่างจากน้ำเค็มที่ไม่ผ่านระบบ (ปราโมทย์และคณะ, 2550)

ในประเทศปากีสถานมีการนำน้ำเค็มไปใช้ในทะเลทราย ซึ่งทำให้เกษตรกรขาดเจริญเติบโตได้ แล้วปล่อยให้สัตว์เข้าไปทะเล่ เกิดกระบวนการสมดุลทางธรรมชาติของระบบนิเวศขึ้นได้ และการจัดการระบบน้ำสำคัญมาก เครื่องมือที่เฉพาะเจาะจงจะช่วยลดผลกระทบกับสิ่งแวดล้อม ลดการสะสมเกลือที่ระบบรากพืชมีการชะล้างเกลือออกไปจากระบบ (Gul and Khan, 2003)

การเกิดปัญหาดินเค็มเป็นสาเหตุหนึ่งที่จะก่อให้เกิดปัญหาการกลายสภาพเป็นทะเลทราย ควรได้รับการฟื้นฟูอย่างเร่งด่วน Dakheel *et al.* (2015) กล่าวว่าแนวทางหนึ่งในการแก้ไขคือ การทำการเกษตรในพื้นที่ดินเค็มแบบชีววิธี (Biosaline agriculture) ในสหรัฐอาหรับเอมิเรตส์ มีพืชทนเค็ม พืชทนแล้งจำนวนมาก ถูกนำมาปลูกในพื้นที่ที่มีแหล่งน้ำคุณภาพไม่ดี เพื่อเพิ่มผลผลิตของพืชอาหารสัตว์ ซึ่งจะใช้เป็นอาหารสัตว์เลี้ยงและเข้าสู่กระบวนการเป็นอาหารประชาชนต่อไป การทำการเกษตรในพื้นที่ดินเค็มแบบชีววิธียังมีความสำคัญทางด้านเศรษฐกิจด้วย เช่น อินทผลัม ซึ่งเป็นพืชเศรษฐกิจในทะเลทราย และ Quinoa (เมล็ดพืชข้าวชนิดหนึ่ง) ซึ่งมีมูลค่าทางการตลาดสูงและเป็นพืชอาหารด้วย การจัดการน้ำเค็มเป็นอีกแนวทางหนึ่ง โดยใช้ระบบ Reverse Osmosis (RO) แยกความเค็มออกไป แล้วนำน้ำมาใช้ในการเกษตร โดยนำไปใช้ร่วมกับการจัดการอื่นๆ น้ำที่ไม่เค็มเหล่านี้จะถูกนำมาใช้กับพืชผักที่ให้ผลตอบแทนสูงและเป็นอาหารด้วย เช่น หน่อไม้ฝรั่ง มะเขือ หัวไชเท้า เป็นต้น และใช้กับพืชชอบเกลือ เช่น *Salicornia bigelovii* ได้

จะเห็นได้ว่าการใช้น้ำเค็มเพื่อทำการเกษตรมีความเป็นไปได้ โดยต้องมีการจัดการที่เหมาะสมทั้งการปรับปรุงคุณภาพน้ำให้ดีขึ้น มีการปรับปรุงดินเพื่อเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดิน การเลือกชนิดพืชให้เหมาะสมกับระดับความเค็มของน้ำ และต้องมีการจัดการเรื่องการป้องกันผลกระทบที่จะเกิดจากการสะสมเกลือในดิน ภายหลังการใช้น้ำเค็ม สำหรับการศึกษาเรื่องการใช้น้ำในพื้นที่ดินเค็ม และการใช้น้ำเค็มเพื่อการเกษตรในประเทศไทยยังอยู่ในวงจำกัดไม่กว้างขวาง ซึ่งน่าจะมีสาเหตุมาจากการใช้ประโยชน์พื้นที่ที่เป็นดินเค็มน้อยถึงดินเค็มปานกลางมักใช้ในการปลูกข้าวซึ่งให้น้ำแบบท่วมขังเป็นหลัก นอกจากนี้เกษตรกรส่วนใหญ่มีฐานะยากจน การที่มีการศึกษาการใช้เทคโนโลยีสูงในการจัดการน้ำที่ต้องลงทุนสูงอาจจะไม่เหมาะกับการนำมาปรับใช้ของเกษตรกรไทย ตัวอย่างในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ในพื้นที่ดินเค็มมักจะมีปัญหาเรื่องน้ำเค็มด้วย หรือจากการขุดเจาะบ่อบาดาลก็พบปัญหาน้ำกร่อยเช่นกัน จึงเป็นปัญหาในการนำมาใช้ประโยชน์ อย่างไรก็ตาม เกษตรกรพยายามใช้ซึ่งอาจก่อให้เกิดปัญหาในอนาคตได้ หน่วยงานของรัฐควรให้คำแนะนำที่ถูกต้องต่อไป จากข้อมูลข้างต้นซึ่งเป็นการดำเนินงานในต่างประเทศ จะเห็นได้ว่ามีความเป็นไปได้ในการนำน้ำเค็ม น้ำกร่อยมาใช้ประโยชน์ทางการเกษตร เกษตรกรไทยน่าจะลองศึกษาและนำไปปรับใช้ในพื้นที่ของตัวเอง หรือนักวิจัยน่าจะลองศึกษาค้นคว้าต่อยอด เพื่อหาวิธีการที่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมของประเทศไทย จะได้เป็นแนวทางในการเพิ่มผลผลิตพืชอาหารรองรับความต้องการอาหารที่เพิ่มขึ้น

4.7 การจัดการพืช

การจัดการพืชโดยการเลือกชนิดพืชให้เหมาะสมกับระดับความเค็มของดิน เป็นแนวทางหนึ่งในการจัดการปัญหาดินเค็ม เพราะพืชแต่ละชนิดมีความสามารถในการทนเค็มได้แตกต่างกัน หรือแม้แต่ชนิดเดียวกัน แต่ต่างพันธุ์ก็มีความสามารถในการทนเค็มได้แตกต่างกัน การจัดการพืชเป็นวิธีที่ง่าย ลงทุนต่ำ เกษตรกรสามารถนำไปปฏิบัติได้ และยอมรับ แนวทางปฏิบัติ คือเลือกชนิดพืชให้เหมาะสมกับระดับความเค็ม การเปลี่ยนจากข้าวเป็นพืชอื่นที่ให้ผลตอบแทนสูง ซึ่งพันธุ์พืชอาจเป็นพันธุ์พื้นเมืองหรือนำเข้าจากต่างประเทศ

นักวิจัยได้ศึกษาความทนเค็มของพืชทั้งข้าว พืชไร่ พืชผัก ไม้ยืนต้น และพยายามปรับปรุงพันธุ์พืชให้ทนเค็มมากขึ้น เพื่อนำมาเป็นประโยชน์ทั้งเป็นพืชอาหาร เป็นการรับมือกับความต้องการทางอาหารและทำผลิตภัณฑ์อื่นๆ เป็นการใช้ประโยชน์จากพื้นที่ดินเค็มเพื่อทำการเกษตรต่อไป

4.7.1 ผลของความเค็มต่อพืช

ความเค็มมีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของพืช โดยพืชจะต้องใช้พลังงานมากขึ้นในการดูดน้ำจากน้ำเค็มในบริเวณรากพืช การที่มีเกลือในสารละลายน้ำในดิน ทำให้ความเป็นประโยชน์ของน้ำในดินลดลงสุดท้ายพืชก็จะมีอาการเจริญเติบโตลดลงและสูญเสียผลผลิต ถ้าเกิดอย่างรุนแรงพืชก็จะมีอาการสูญเสียน้ำจากแรงดันออสโมติก (Osmotic pressure) ที่เพิ่มขึ้น และพืชก็จะตายได้ (Maas, 1990; Munns, 2002) การที่มีเกลือปริมาณมากเกินไปก็จะเป็นพิษกับพืช โดยเกลือจะเคลื่อนย้ายไปที่ใบแก่ ใบจะซีดไหม้ ทำให้การสังเคราะห์แสงลดลง อย่างไรก็ตามความสามารถในการทนเค็มของพืชแต่ละชนิดจะแตกต่างกันไป ซึ่งความสามารถในการเคลื่อนย้ายไอออนและคลอไรด์ไอออน ที่จะไปสะสมที่ใบหรือ Vacuole ก็เป็นองค์ประกอบอย่างหนึ่งของการทนเค็ม (Munns, 2002) พืชมักแสดงอาการใบไหม้ ลำต้นแคระแกร็นเนื่องจากพืชขาดน้ำ ความเป็นพิษจากธาตุโซเดียมและคลอไรด์ และเกิดความไม่สมดุลของธาตุอาหาร (Luttge *et al.*, 1984; Sharma, 1984) เมื่อพิจารณาในแปลงปลูกพืช จะพบว่าพืชที่ขึ้นในพื้นที่ดินเค็มจะตายเป็นหย่อมๆ การเจริญเติบโตไม่สม่ำเสมอ ใบมีขนาดเล็กลง มีสีเขียวเข้มกว่าปกติ ใบหนาหรือมีอาการอวบน้ำ ใบไหม้จากปลายใบมาโคนใบ (สมศรี, 2544ค)

พืชที่ปลูกกันโดยทั่วไปมีความสามารถในการทนเค็มที่แตกต่างกัน และมักเป็นพืชทางเลือกใหม่ที่น่าจะนำมาปลูกในพื้นที่ดินเค็มและในพื้นที่ที่มีน้ำเค็ม ซึ่งพืชเหล่านี้มีกลไกในการปรับตัวเพื่อให้อยู่รอดในสภาพดินเค็มดังนี้ คือ การเลือกดูดและเคลื่อนย้ายประจุ (ไอออน) การเก็บประจุไว้ในแวคิวโอล (Vacuole) เพื่อลดความรุนแรงของเกลือ การสร้างสารอินทรีย์บางชนิดเพื่อสร้างความสมดุลและการป้องกันด้วยระบบเอนไซม์ การสร้างสภาวะสมดุลของของเหลว ซึ่งพืชทนเค็มบางชนิดเป็นพืชอาหาร (Khan *et al.*, 2006)

การประเมินความทนเค็ม ปกติพิจารณาจากเปอร์เซ็นต์การผลิทมวลชีวภาพของพืชในสภาพความเค็มเปรียบเทียบกับสภาพดินปกติ ซึ่งเหมาะกับพืชฤดูเดียว อย่างไรก็ตามการประเมินความทนเค็ม สามารถประเมินจากเปอร์เซ็นต์ความอยู่รอด ซึ่งเหมาะกับพืชอายุข้ามปี (Munns, 2002) ปัญหาดินเค็มนอกจากจะส่งผลกระทบต่อการเกษตรแล้ว ยังส่งผลกระทบต่อสภาพเศรษฐกิจ สังคมและสิ่งแวดล้อมอีกด้วย

4.7.2 กลไกการทนเค็มของพืช

การที่พืชสามารถเจริญเติบโตได้ในพื้นที่ดินเค็ม เนื่องจากพืชมีกลไกในการลดผลกระทบที่เกิดจากความเค็ม ซึ่งพืชแต่ละชนิดจะมีกลไกที่ต่างกัน โดยแบ่งได้เป็น 3 ลักษณะคือ การไม่ดูดเกลือเข้าไป การดูดเกลือเข้าไปแล้วสะสมไว้ หรือการคายออกมา โดยที่ในแต่ละพืชอาจจะมีลักษณะเดียวหรือมากกว่าหนึ่งลักษณะก็ได้ กลไกการทนเค็มของพืชที่สำคัญ สมศรี (2544ค); Flowers (1975); Greenway and Munns (1980); Ayers and Westcot (1985) และ Cheeseman (1988) สรุปไว้ดังนี้

- 1) การดูดซับและการเคลื่อนย้าย (Adsorption and translocation) เกลือมาสะสมใน Vacuole
- 2) การรักษาสสมดุลเกลือโดยขับเกลือออกมา
- 3) การสร้างเอนไซม์เพื่อให้มีความสามารถทนต่อความเข้มข้นของเกลือสูงๆ
- 4) การเพิ่มปริมาณน้ำในเซลล์พืช ทำให้ความเข้มข้นของเกลือในเซลล์ลดลง
- 5) รากพืชสามารถดูดเฉพาะส่วนที่เป็นน้ำ ไม่ดูดสารที่เป็นเกลือขึ้นไป

- 6) พืชมีลักษณะอวบน้ำ (Succulence) โดยเพิ่มปริมาณน้ำภายในเซลล์ทำให้ความเข้มข้นของเกลือภายในเซลล์ลดลง
- 7) ใบพืชสร้างสารเคลือบใบเพื่อลดการคายน้ำ
- 8) พืชจะหลีกเลี่ยงการสะสมเกลือในปริมาณที่เป็นพิษ แต่จะเคลื่อนย้ายเกลือไปสะสมในโครงสร้างที่เป็นพิเศษ เช่น ต่อมเกลือ (Salt gland)
- 9) การปรับตัวของพืช เช่น การออกดอกเร็ว แก่เร็ว รากหนีความเค็ม

4.7.3 การจัดการพืชทนเค็ม

ในการจัดการปัญหาดินเค็มเพื่อเพิ่มผลผลิตพืชมีความจำเป็นต้องจัดการทั้ง ดิน น้ำ และพืชรวมกันไป เพื่อเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพของพื้นที่ดินเค็ม Gallagher (1985) กล่าวว่าผลผลิตจากพืชทนเค็มเป็นแนวทางหนึ่งของการใช้พื้นที่ดินเค็มที่ว่างเปล่าของโลกให้เกิดประโยชน์ ดังนั้นการใช้พื้นที่ดินเค็มในการผลิตพืชอาหารก็น่าจะเป็นแนวทางหนึ่งในการผลิตอาหารให้เพียงพอับความต้องการ อย่างไรก็ตามต้องมีการจัดการที่ดีในการนำพืชมาปลูก ตั้งแต่การเลือกชนิดพืชให้เหมาะสมกับระดับความเค็มของดิน การปรับปรุงพันธุ์พืชทนเค็ม เป็นต้น

1) การเลือกชนิดพืชให้เหมาะสมกับระดับความเค็มของดิน

การนำพืชทนเค็มมาปลูกเป็นวิธีการที่เก่าแก่ที่ทำมานานแล้ว พืชทนเค็มที่ปลูกมีหลายแบบ เช่น พืชที่ปลูกในสภาพที่ใช้น้ำเค็มได้ บางชนิดอยู่รอดแต่มีมวลชีวภาพต่ำ บางชนิดขึ้นได้ในน้ำกร่อย บางชนิดขึ้นได้ในแถบชายทะเล หรือดินเค็มบด แต่การคัดเลือกพันธุ์พืชทนเค็มเป็นสิ่งที่ต้องรีบดำเนินการ (Gul and Khan, 2003) พืชทนเค็มเป็นพืชที่มีศักยภาพในการใช้น้ำเค็มหรือน้ำกร่อยสำหรับการเจริญเติบโต ซึ่งสามารถทำได้ในบริเวณชายทะเลหรือน้ำใต้ดินเค็มหรือน้ำผิวดินที่เค็ม แม้ในเขตแห้งแล้งที่มีการใช้น้ำกร่อยเพื่อการชลประทาน พืชชอบเกลือก็มีการเจริญเติบโตให้มวลชีวภาพและผลผลิตที่ดี ซึ่งพืชทนเค็มสามารถนำมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจหลายอย่าง เช่น น้ำมัน แป้ง น้ำหอม กาว น้ำมันยาง และเส้นใย (Galvani, 2007)

สำหรับกรณีพื้นที่ดินเค็มในประเทศไทยที่มีทั้งดินเค็มบดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ดินเค็มบริเวณภาคกลางและดินเค็มชายทะเล ได้มีการนำพื้นที่ที่มีปัญหาเหล่านี้มาใช้ประโยชน์มากขึ้น โดยการเลือกชนิดพืชที่เหมาะสมกับระดับความเค็มของดินมาปลูก โดยเฉพาะอย่างยิ่งข้าว ซึ่งเป็นพืชทนเค็มได้ระดับเค็มปานกลาง พืชที่เหมาะสมกับระดับความเค็มต่างๆ แสดงในตารางที่ 4.3 ซึ่งมีพืชอาหารหลายชนิดที่ขึ้นได้ในพื้นที่ดินเค็มระดับต่างๆ ในประเทศไทยได้มีความพยายามในการหาแนวทางในการลดผลกระทบของความเค็มต่อพืชเพื่อให้พืชสามารถยืนต้นรอดตายได้ ทั้งการจัดการดิน การจัดการน้ำ การคัดเลือกพืชที่เหมาะสมมาปลูกในพื้นที่ดินเค็มชายทะเลของประเทศไทย จากการศึกษาในอดีตพบว่ามีพืชอาหารที่สามารถขึ้นได้และให้ผลผลิตได้ดี ได้แก่ ผักกาดหัว ข้าวโพด ข้าวฟ่าง กระเจี๊ยบแดง มันเทศ เป็นต้น

ตารางที่ 4.3 การคัดเลือกปลูกพืชในดินเค็ม

1. ค่าการนำไฟฟ้า (เดซิซีเมนส์/เมตร)	2-4	4-8	8-16	มากกว่า 16
2. เปอร์เซ็นต์เกลือ (โดยปริมาณ)	0.12-0.2	0.2-0.4	0.4-0.8	มากกว่า 0.8
3. ชั้นคุณภาพของดิน	เค็มน้อย	เค็มปานกลาง	เค็มมาก	เค็มจัด
4. อาการของพืช	บางชนิดแสดง อาการ	พืชทั่วไปแสดง อาการ	พืชทนเค็มบาง ชนิดเจริญเติบโต และให้ผลผลิต	พืชชอบเกลือ เท่านั้นที่เติบโต ให้ผลผลิตได้
พืชสวน				
หมายเหตุ ช่องที่ลงพืช ตรงกับค่าของความเค็ม ข้างบนแสดงว่าพืชนั้น สามารถเจริญเติบโตได้ ในช่วงความเค็มนั้น และ ให้ผลผลิตลดลงไม่เกิน 50 เปอร์เซ็นต์	ถั่วฝักยาว ผักกาด ขึ้นฉ่าย พริกไทย แตงร้าน แตงไทย	บวบ พริกยักษ์ กะหล่ำดอก กะหล่ำปลี มันฝรั่ง น้ำเต้า กระเทียม หอมใหญ่ หอมแดง ข้าวโพดหวาน แตงโม องุ่น ผักกาดหอม สับปะรด ผักชี	ผักโขม ผักกาดหัว มะเขือเทศ ถั่วพุ่ม แคนตาลูป	หน่อไม้ฝรั่ง คะน้า กะเพรา ผักบุ้งจีน ชะอม
ไม้ดอก				
		เยอบีร่า	บานบุรี บานไม่รู้โรย กุหลาบ ชบา เฟื่องฟ้า	คุณนายตื่นสาย เข็ม เล็บมือนางเขียว หมื่นปี แพรวเชียงใหม่
พืชไร่และพืชอาหารสัตว์				
	ถั่วเขียว ถั่วลิสง ถั่วแดง ถั่วแขก ถั่วปากอ้า งา	ถั่วเหลือง ป่าน โสนพื้นเมือง ทานตะวัน ปอแก้ว ข้าวโพด หม่อน ข้างฟ้าง มันสำปะหลัง ถั่วพุ่ม ถั่วพริ้ว	โสนอินเดีย โสนคางคก ข้าวทนเค็ม คำฝอย โสนอัฟริกัน มันเทศ หญ้าขน หญ้างินนี้	หญ้านวลน้อย ฝ้าย หญ้าแพรก หญ้าไฮบริด เนเปียร์ หญ้าชั้นอากาศ หญ้าหัวหมู ป่านครนารายณ์

3. ชั้นคุณภาพของดิน	เค็มน้อย	เค็มปานกลาง	เค็มมาก	เค็มจัด
ไม้ผลและไม้โตเร็ว				
	กล้วย ลิ้นจี่ มะนาว ส้ม มะม่วง อะโวคาโด	ชมพู มะกอก แค มะเดื่อ ทับทิม	กระถินณรงค์ ขี้เหล็ก ฝรั่ง ยูคาลิปตัส มะม่วงหิมพานต์ มะยม สมอ	ละมุด พุทรา มะขาม มะพร้าว อินทผลัม สน สะเดา มะขามเทศ

ดัดแปลงจาก สมศรี (2544ก)

จากที่กล่าวไว้ข้างต้นว่าพืชแต่ละชนิดมีความสามารถในการทนเค็มได้แตกต่างกัน ดังนั้นในการเลือกพืชมาปลูกจึงต้องให้เหมาะสมกับระดับความเค็มของดิน นอกจากนี้ยังต้องมีการจัดการด้านการเกษตรที่เหมาะสมด้วย Galvani (2007) รายงานว่ามีพืชทนเค็มหลายชนิดที่เป็นพืชอาหารที่สำคัญ ได้แก่

ก. มะเขือเทศ เป็นพืชทนเค็มได้ระดับปานกลางสามารถเจริญเติบโตในสภาพน้ำเค็มได้ อย่างไรก็ตามผลของมะเขือเทศจะเล็กกว่าปกติ แต่มีสีของผลและรสชาติที่ดีกว่าเป็นอาหารอย่างหนึ่งสำหรับคนรักสุขภาพ เพราะมี Carotenoids และ Flavonoids

ข. หน่อไม้ฝรั่ง เป็นพืชที่สามารถขึ้นได้ดีในดินเค็ม และเป็นผักเพื่อสุขภาพชนิดหนึ่ง

ค. ข้าว เป็นพืชอาหารหลักที่ทนเค็มได้ การปลูกข้าวในดินเค็มเป็นการใช้ประโยชน์จากพื้นที่ดินเค็ม นอกจากนี้ยังขึ้นได้ในสภาพที่น้ำทะเลท่วมขังได้และการปลูกข้าวเป็นแนวทางหนึ่งในการปรับปรุงดินเค็มเนื่องจากการขังน้ำระหว่างการปลูกข้าวเป็นการชะล้างเกลือออกจากบริเวณรากพืช

ง. ข้าวสาลีเป็นธัญพืชที่ทนเค็มได้มากที่สุดเจริญเติบโตในสภาพที่มีเกลือถึง 1 เปอร์เซ็นต์

ในขณะที่ Dakheel *et al.* (2015) กล่าวว่าในพื้นที่ที่มีปัญหาดินเค็ม มีพืชหลายชนิดที่ได้รับการส่งเสริมให้ปลูกเพื่อความมั่นคงทางอาหาร การเกษตรที่หลากหลาย และการเพิ่มรายได้ เช่น Leaf mustard (*Brassica juncea*), Quino (*Chenopodium quino*), Salicornia (*Salicornia bigelovii*), Guar (*Cyamopsis tetragonoloba*) and Amaranth (*Amaranthus cruentus*)

2) การปรับปรุงพันธุ์พืชทนเค็ม

โดยทั่วไปความเค็มเป็นปัจจัยที่สำคัญมากที่มีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของพืช งานวิจัยด้านการพัฒนาพันธุ์พืชทนเค็มร่วมกับการจัดการที่เหมาะสม ส่งผลให้มีการใช้พื้นที่ที่เป็นดินเค็มขยายตัวมากขึ้นพืชอาหารที่เคยปลูกกันอยู่สามารถนำมาปรับปรุงพันธุ์เพื่อปลูกในพื้นที่ดินเค็มต่ำๆ ได้ และเป็นแหล่งอาหารให้กับประชากรได้ การชักนำให้เกิดการทนเค็ม เป็นแนวทางหนึ่งในการเพิ่มความสามารถให้พืชเจริญเติบโตได้ในดินเค็ม ดังตัวอย่างการชักนำให้เกิดการทนเค็มของมะเขือเทศของ Cayuela *et al.* (2001) โดยให้กล้ามะเขือเทศได้รับเกลือโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) ที่เข้มข้นน้อยในระยะแรกแล้วนำมาปลูกในสภาพความเค็มพบว่ามะเขือเทศสามารถเจริญเติบโตอยู่ได้จนครบวัฏจักรการเจริญเติบโตให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น ดังนั้นจึงเป็นกลยุทธ์ที่น่าสนใจในการเพิ่มความสามารถในการทนเค็มให้กับมะเขือเทศ ซึ่งแนวทางนี้เกษตรกรในพื้นที่ดินเค็มสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการปลูกพืชต่างๆ ในพื้นที่ดินเค็มได้นอกจากมะเขือเทศ โดยทำให้พืชได้รับ

ความเค็มก่อนเพื่อให้เกิดการปรับตัว อย่างไรก็ตามแนวทางนี้ต้องขึ้นกับชนิดของพืชด้วยว่าสามารถปฏิบัติได้มากน้อยแค่ไหน

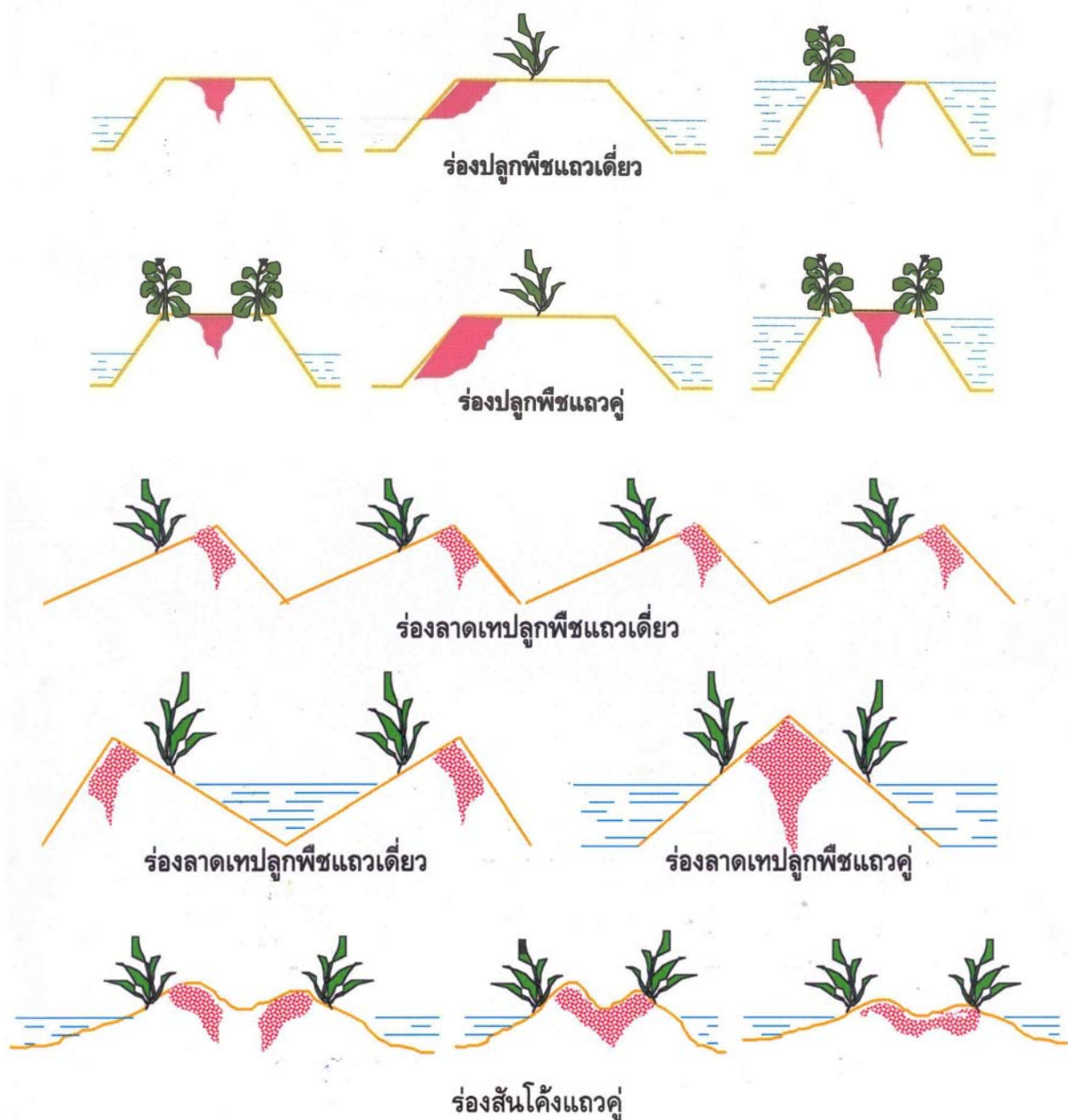
3) การใช้ประโยชน์จากพืชทนเค็ม

โอกาสอย่างหนึ่งของเกษตรกรในพื้นที่ดินเค็ม คือการผลิตพืชผักที่มีคุณค่าทางอาหารสูง เนื่องจากมีงานวิจัยเกี่ยวข้องกับการเพิ่มปริมาณของสารพฤกษเคมี (Phytochemical) ที่เป็นประโยชน์ต่อสุขภาพของผู้บริโภค Keutgen and Elke Pawelzik (2008) รายงานผลของความเค็มต่อคุณภาพสตรอว์เบอร์รี 2 สายพันธุ์ คือ พันธุ์ Elsanta (อ่อนแอต่อความเค็ม) และ Korona (อ่อนแอต่อความเค็มน้อย) โดยพบว่าความเครียดเนื่องจากความเค็ม มีผลต่อการเพิ่มปริมาณของสาร Antioxidant เช่น Ascorbic acid, Anthocyanins และ Superoxide dismutase โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเพิ่มขึ้นของปริมาณแอสโทไซยานิน ซึ่งในสภาพปกติ สายพันธุ์ Korona และ Elsanta มีแอสโทไซยานิน 39.2 และ 22.8 มิลลิกรัม ตามลำดับ แต่ในสภาพความเค็ม 40 และ 80 mmol NaCl l⁻¹ พบว่ามีการสะสมแอสโทไซยานินของ Korona เป็น 63.1 และ 65.4 มิลลิกรัม ของ Elsanta เป็น 44.4 และ 40.1 มิลลิกรัม ตามลำดับ รวมถึงการเพิ่มปริมาณของ Free essential amino acids คือ Threonine, Valine, Isoleucine, Leucine และ Phenylalanine ในผลสตรอว์เบอร์รี ทั้ง 2 สายพันธุ์ นอกจากนี้ ยังมีรายงานของ Eryilmaz (2006) ที่ศึกษาการสะสมปริมาณของแอสโทไซยานินในกหล่ำมะเขือเทศ (*Lycopersicon esculentum* Miller, cv H-2274 และ Red cabbage (*Brassica oleraceae* convar. capitata (L.) Alef. var. rubra DC., cv Möhrenkopf) สภาพความเครียดเนื่องจากสภาวะเค็มที่ 0 (control) 50 และ 100 mM NaCl พบการสะสมปริมาณแอสโทไซยานินที่สูงขึ้นใน Hypocotyls และ Cotyledons ของพืชทั้ง 2 ชนิด

Borghesi *et al.* (2011) ศึกษาผลของความเค็มต่อมะเขือเทศ 4 สายพันธุ์คือ Ailsa Craig (Ac), Anthocyanin fruit type (Aft), Atroviolaceum (Atv) และ Sun Black (SB) พบว่า ในสภาพความเค็มมีผลต่อการเพิ่มการสะสม Lycopene beta-carotene lutein และแอสโทไซยานิน โดยที่การเพิ่มของ Lycopene 2-3 เท่า มีผลต่อการเพิ่ม Beta-carotene และ Lutein เมื่อเปรียบเทียบกับปลูกมะเขือเทศในสภาพปกติ และยังพบการเพิ่มขึ้นของแอสโทไซยานินในพันธุ์ Sun black เป็น 2 เท่า ในขณะที่ Pascale *et al.* (2001) รายงานว่า ที่ระดับความเค็ม 4.4 dS m⁻¹ มะเขือเทศมีการสะสม Lycopene และ Total carotenoid เพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบการปลูกมะเขือเทศในสภาพปกติ

4) วิธีการปลูกพืชในดินเค็ม

สำหรับวิธีการปลูกพืชในดินเค็ม ตำแหน่งของการปลูกมีความสำคัญต่อความอยู่รอดของพืช ควรปลูกพืชในตำแหน่งที่เลี่ยงการสะสมของเกลือ เช่น พืชไร่ที่มีการเตรียมแปลงปลูกแบบยกร่อง เกลือจะเคลื่อนที่ไปสะสมในบริเวณสันร่อง ควรปลูกบริเวณริมร่องทั้งสองข้าง ซึ่งดินจะมีความเค็มน้อย จากแนวทางการจัดการดินที่กล่าวมาข้างต้นสามารถนำไปปรับใช้ให้เหมาะสมกับพืชชนิดต่างๆ ได้ ดังแสดงในภาพที่ 4.4



ภาพที่ 4.4 ตำแหน่งการปลูกพืชในพื้นที่ดินเค็มที่มีการยกร่องแตกต่างกัน
ที่มา: ดัดแปลงจาก สมศรี (2544ค); Bernstein *et al.* (1955); Bernstein and Fireman (1957)

5) การใช้วัสดุปรับปรุงดินเพิ่มผลผลิตพืชทนเค็ม

จากรายงานของ Maas and Grieve (1990) พบว่าผลผลิตอ้อยจะลดลงจนถึง 50 เปอร์เซ็นต์ เมื่อระดับค่าการนำไฟฟ้าเท่ากับ 10.4 dS m^{-1} อ้อยเป็นพืชที่ต้องการน้ำมาก ต้องการโพแทสเซียมและซิลิคอนในปริมาณมากโดยที่ Shanoon (1997) ได้จำแนกว่าอ้อยเป็นพืชทนเค็มได้ระดับปานกลาง ในการจัดการเพื่อการปลูกอ้อยในดินเค็ม ได้มีการศึกษาบทบาทของโพแทสเซียมและซิลิคอนต่ออ้อยในสภาวะความเค็มพบว่า การใช้โซเดียมคลอไรด์ (NaCl) ส่งผลให้โซเดียมไอออน (Na^+) ในพืชเพิ่มขึ้นน้ำหนักต้นและรากลดลง โดยเฉพาะอย่างยิ่งพันธุ์ที่ไม่ทนเค็มความเค็มส่งผลให้พืชดูดซับโพแทสเซียม และแคลเซียมได้น้อยลง เมื่อ

เปรียบเทียบกับการใช้โพแทสเซียมและซิลิกอน โดยธาตุ 2 ชนิดนี้จะไปยับยั้งการดูดซับโซเดียมและการเคลื่อนย้ายในโซเดียมจากรากสู่ลำต้น ส่งผลให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น เพิ่มสัดส่วน K^+/Na^+ ratio ทำให้เกิดสมดุลของสองธาตุนี้ นอกจากนี้การใช้โพแทสเซียมและซิลิกอนทำให้อ้อยทนเค็มได้เพิ่มขึ้นโดยพิจารณาจากความเข้มข้นของโซเดียมที่ลดลง โพแทสเซียมเพิ่มขึ้น (Ashraf *et al.*, 2010)

ข้าวสาลี Bread wheat (*Triticum aestivum* cv. Izmir-85) เป็นอาหารหลักของคนในโลกทนเค็มมากกว่า Durum wheat (*Triticum durum* cv. Gediz-75) เป็นข้าวสาลีที่สำคัญอันดับสอง แม้ว่าข้าวสาลีจะได้ชื่อเป็นธัญพืชที่ทนเค็มได้มากที่สุดแต่เมื่อมีการใส่โซเดียมคลอไรด์ลงไปในช่วงปลูกจะส่งผลให้ปริมาณโซเดียมในรากและใบของข้าวสาลีเพิ่มขึ้น และพบว่าการใส่ซิลิกอนส่งผลให้ความเข้มข้นของโซเดียมในใบและรากลดลงในขณะที่ความเข้มข้นของโพแทสเซียมและแคลเซียมเพิ่มขึ้น (Tuna *et al.*, 2008) ซึ่งเป็นแนวทางหนึ่งในการเพิ่มผลผลิตข้าวสาลีในพื้นที่ดินเค็ม

Seashore mallow เป็นพืชอาหารอีกชนิดหนึ่งที่สามารถเจริญเติบโตได้ที่ที่มีเกลือ 2.5 เปอร์เซ็นต์ เป็นพืชที่ให้โปรตีน 32 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำมัน 22 เปอร์เซ็นต์ (Greenwood, 1986)

6) พืชทนเค็มทางเลือกใหม่เพื่อการเกษตร

นอกจากธัญพืช พืชไร่ พืชสวนแล้ว ก็ยังมีสาหร่ายที่ขึ้นได้ในสภาพความเค็ม และสามารถใช้เป็นพืชอาหารได้ สาหร่ายมีลำต้นอวบน้ำ ทำให้ทนเค็มได้ในระดับสูงกว่าเนื่องจากสามารถสะสมโซเดียมไอออน และคลอไรด์ไอออนได้ปริมาณมากกว่า ดังนั้นจึงเป็นอีกพืชที่น่าจะนำมาศึกษาและปลูกในพื้นที่ดินเค็มจัดในที่ลุ่มชื้นของประเทศไทยได้ เพื่อนำมาเป็นแหล่งอาหารของมนุษย์ เนื่องจากมี *Salicornia* บางชนิดสามารถใช้เป็นผักอาหารของมนุษย์ได้ โดยทั่วไป *Salicornia* จะขึ้นได้ดีบริเวณชายฝั่งที่เป็นที่ลุ่มน้ำท่วมและขึ้น โดยที่ Gul *et al.* (2009) รายงานว่าสาหร่าย *Salicornia utahensis* ซึ่งเป็นพืชที่สามารถใช้เป็นอาหารได้มีเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดลดลง เมื่อระดับความเค็มเพิ่มขึ้น ในขณะที่ Rozema and Schat (2013) รายงานว่าสาหร่าย *Salicornia* เป็นพืชทนเค็มมากเหมาะสมกับการเกษตรในดินเค็ม โดยปลูก *Salicornia* เป็นผักชนิดหนึ่ง ซึ่งเป็นพืชน้ำมัน ให้ผลผลิต 2 ตันต่อเฮกตาร์ แต่จะให้ผลผลิตถึง 20 ตัน เมื่อใช้น้ำทะเล (Greenwood, 1986)

นอกเหนือจากข้าวที่เป็นธัญพืชที่สามารถขึ้นได้ในพื้นที่ดินเค็มแล้ว ทั้งนักวิชาการ และผู้เกี่ยวข้องในหลายๆ ประเทศพยายามหาพืชชนิดใหม่มาเป็นพืชอาหารเพื่อทดแทนข้าว ซึ่งพืชชนิดหนึ่งที่ทั่วโลกให้ความสนใจคือ ควินัว (Quinoa) โดยมีแนวคิดที่จะนำพืชชนิดนี้มาใช้เป็นพืชอาหารแห่งอนาคตทดแทนธัญพืช ควินัว เป็นพืชชนิดหนึ่งที่เจริญเติบโตได้ในดินเค็มทางตอนใต้ของประเทศโบลิเวียและทางเหนือของประเทศชิลี (Greenwood, 1986) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Chenopodium quinoa* เป็นพืชในตระกูล *Chenopodiaceae* ซึ่งพืชในตระกูลนี้เช่น Sugar beet, Swisschard, Spinach และ Lamb's quarters เป็นไม้พุ่มฤดูเดียวมีความสูงประมาณ 60-125 เซนติเมตร เมล็ดมีขนาดเล็ก รูปร่างกลม และแบน สามารถขึ้นได้ในที่มีปัญหา เช่น แอ่งภูเขาสูง ดินเค็ม ป่าชายเลนที่ขึ้น เป็นต้น จากการที่มีโปรตีนในระดับสูง (12-18 เปอร์เซ็นต์) มีกรด อมิโนประเภทไลซีน (Lysine) ในสัดส่วนที่สูง เป็นธัญพืชที่คุณค่าทางอาหารสูง ทำให้ควินัวเป็นพืชชนิดใหม่สำหรับ The Controlled Ecological Life Support System (CELSS) (Schlick and Bubenheim, 1993) ควินัวซึ่งเป็นพืชชอบเกลือสามารถปรับตัวได้ดีในดินที่ไม่เหมาะสมกับการเกษตร (Peterson and Murphy, 2015) ควินัวจึงน่าที่จะเป็นวัตถุดิบที่นิยมสำหรับคนบริโภคอาหารเพื่อสุขภาพ การที่ควินัวทนเค็มได้สูงจึงเป็นข้อได้เปรียบที่นำมาปลูกในพื้นที่ที่ไม่เหมาะสมกับการเกษตร และสภาพความเครียด

ที่เกิดจากสิ่งที่ไม่มีชีวิต คิวินวทนเค็มได้มากกว่าข้าวบาร์เลย์ซึ่งได้ชื่อว่าเป็นธัญพืชที่ทนเค็ม ทำให้ปัจจุบันเป็นที่น่าสนใจในระดับโลก

จากรายงานของ Wu *et al.* (2016) แสดงให้เห็นว่าคิวินวเป็นพืชที่ให้โปรตีนในปริมาณสูง และมีคุณภาพสูงด้วย และจัดเป็นพืชชอบเกลือที่ปรับตัวขึ้นได้ดีในดินที่มีความเค็มสูงๆ จากศึกษาผลของความเค็มต่อคุณภาพเมล็ดของคิวินว 4 พันธุ์ พบว่าปริมาณโปรตีนในคิวินวในสภาพดินเค็มมีอยู่ประมาณ 13.0-16.7 เปอร์เซ็นต์ อย่างไรก็ตามจะแตกต่างกันตามพันธุ์ และพบว่าความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์ ไม่มีผลต่อปริมาณโปรตีนในพืช ในขณะที่ Peterson and Murphy (2015) รายงานการศึกษาความสามารถในการทนเค็มของคิวินว ภายใต้สภาพความเค็มของโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) และโซเดียมซัลเฟต (Na₂SO₄) พบว่าคิวินวแต่ละพันธุ์สามารถทนเค็มได้แตกต่างกัน ชนิดของเกลือที่แตกต่างกันพืชก็จะแสดงการตอบสนองต่างกัน โดยที่ระดับความเค็ม 32 dS m⁻¹ จะทนความเค็มที่เกิดจากโซเดียมซัลเฟต มากกว่าโซเดียมคลอไรด์ที่ทำให้ผลผลิตลดลง 43.8-73.7 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งลดลงมากกว่าผลจากเกลือโซเดียมซัลเฟต

จากคุณสมบัติดังกล่าวจึงน่าจะนำมาทดลองปลูกในพื้นที่ดินเค็มของประเทศไทย สำหรับแหล่งเกลือในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยส่วนใหญ่จะเป็นโซเดียมคลอไรด์ ดังนั้นคิวินวน่าจะได้รับผลกระทบมากกว่าบริเวณดินเค็มชายทะเล ซึ่งมีเกลืออื่นเป็นองค์ประกอบหลัก ดังนั้นจึงน่าจะทำการศึกษาค้นคว้าต่อไปถึงสถานที่ที่เหมาะสมเพื่อใช้เป็นพืชอาหารรองรับการเพิ่มขึ้นของประชากรในอนาคต และเป็นการใช้ประโยชน์จากพื้นที่ดินเค็มจัดที่ปล่อยไว้ว่างเปล่า นำมาใช้ในการปลูกพืช

4.7.4 พืชชอบเกลือ (Halophytes) เพื่อเป็นแหล่งอาหาร

ในสภาพปัญหาการเสื่อมโทรมของทรัพยากรดิน โดยเฉพาะพื้นที่ดินเค็มที่มีปัญหา พบการกระจายในหลายแห่งของโลก และจำนวนประชากรก็เพิ่มมากขึ้น การใช้พืชชอบเกลือ (Halophytes) ซึ่งเป็นพืชที่สามารถเจริญเติบโตได้ในดินที่มีความเค็มสูงเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จะเจริญเติบโตได้ดีในดินไม่เค็ม (Rozema and Schat, 2013) พืชชอบเกลือจึงน่าจะเป็นแหล่งทรัพยากรในอนาคต โดยนำมาปลูกในพื้นที่ดินเค็มจัดซึ่งเป็นพื้นที่ว่างเปล่า สภาพแวดล้อมเสื่อมมาก (Khan and Duke, 2001) พืชชอบเกลือสามารถปรับปรุงพันธุ์ไปสู่เป็นพืชใหม่ที่ทนเค็ม หรืออาจจะเป็นแหล่งพันธุกรรม สำหรับไปปรับปรุงพืชดั้งเดิมได้ ซึ่งพืชดั้งเดิมอาจจะมีค่าทางเศรษฐกิจน้อยในพื้นที่ดินเค็มเนื่องจากให้ผลผลิตต่ำ

สำหรับในเขตชลประทาน พืชชอบเกลือที่เหมาะสมที่จะปลูกจะต้องมีลักษณะดังนี้คือ ให้ผลผลิตสูง การใช้น้ำชลประทานน้อย ผลผลิตที่ได้ต้องสามารถใช้ทดแทนผลิตภัณฑ์พืชเดิมได้ และการเกษตรที่ทำในพื้นที่ดินเค็มมากๆ ต้องสามารถนำมาประยุกต์ใช้กับโครงสร้างพื้นฐานทางการเกษตรที่มีอยู่แล้วได้ (Glenn *et al.*, 1999)

พืชชอบเกลือสามารถใช้ประโยชน์ได้หลายอย่าง และใช้ได้อย่างยั่งยืน มีคุณค่าทางเศรษฐกิจ เช่นใช้เป็นน้ำมัน แป้ง กาว ผลิตภัณฑ์ทางยา เส้นใย (Galvani, 2007) สำหรับตัวอย่างชนิดพืชชอบเกลือ ที่สามารถเป็นพืชอาหารได้ ได้แก่ *Aster tripolium* (Sea Aster หรือ Sea Spinach) ชอบขึ้นในที่น้ำขังที่เค็ม เป็นพืชทางเหนือของยุโรป ให้ผลผลิตสูง เก็บเกี่ยวได้หลายครั้ง (Brock *et al.*, 2007) *Salicornia bigelovii* เป็นพืชชอบเกลือที่มีลักษณะอวบน้ำ ปลูกเพื่อทำน้ำมันสำหรับคนและสัตว์ ส่วนที่เหลือของอาหารเมล็ดมีโปรตีนสูงมาก พืชนี้ให้ผลผลิตและคุณภาพคล้ายถั่วเหลือง ให้ผลผลิต 2 ตันต่อเฮกตาร์ น้ำมัน 28 เปอร์เซ็นต์ โปรตีน 31 เปอร์เซ็นต์ ผลผลิตขึ้นกับสภาพพื้นที่ ในการปลูกบางแห่งได้ผลผลิตมากกว่านี้ (Glenn *et al.*, 1999)

Rozema and Schat (2013) รายงานว่าพืชชอบเกลือจำพวก Amaranthaceae สามารถนำไปปลูกในระบบการเกษตรในพื้นที่ดินเค็มได้ และสามารถนำเทคนิคทางด้านการปรับปรุงพันธุ์มาร่วมในการจัดการพืช

ชอบเกลือในการเกษตรในพื้นที่ดินเค็มได้ พืชชอบเกลือนอกจากจะนำมาปลูกในพื้นที่ดินเค็มจัดเพื่อเป็นแหล่งอาหารในอนาคตแล้ว ยังช่วยรักษาระบบนิเวศด้วย เช่น ปรับปรุงบำรุงดิน เป็นแหล่งที่อยู่อาศัยของสัตว์ ผลิตน้ำมันดีเซลจากพืช และบางชนิดสามารถป้องกันการกัดเซาะชายฝั่ง (Barnes and Baylor, 1995; Zhang *et al.*, 2007)

สำหรับการศึกษาพืชชอบเกลือในประเทศไทยเพื่อใช้เป็นพืชอาหารยังอยู่ในวงจำกัด มีแต่เพียงการนำพืชชอบเกลือจำพวกหญ้า *Sporobolus virginicus* ทั้งใบหยาบ (Dixie) และใบละเอียด (Smyrna) หญ้า *Spartina patens* และ *Distichlis spicata* มาศึกษาเพื่อการฟื้นฟูสภาพนิเวศ พื้นที่ดินเค็มจัด ทั้งดินเค็มบกและดินเค็มชายทะเล (อรุณีและสมศรี, 2542; Yuvanityama and Arunin, 1992a; 1992b; 1993; Pongwichian *et al.*, 2014) สำหรับไม้ยืนต้นที่เจริญเติบโตได้บนพื้นที่ดินเค็มจัด ได้แก่ *Acacia ampliceps*, *Casuarina glauca* และ *Melaleuca acaciodes* (ชยันตและคณะ, 2535) สำหรับต้นไม้พื้นเมืองทนเค็ม ได้แก่ สะเดา ชี้เหล็ก มะขาม และมะขามเทศ และหลังจากการฟื้นฟูสภาพนิเวศแล้วเกษตรกรสามารถนำพื้นที่กลับมาใช้ประโยชน์ได้ ดังตัวอย่างในพื้นที่นาร่องการพัฒนาพื้นที่ดินเค็มแบบบูรณาการของกรมพัฒนาที่ดิน ที่อำเภอลำทะเมนชัย จังหวัดนครราชสีมา และอำเภอบ้านไผ่ จังหวัดขอนแก่น

4.7.5 การพัฒนาพืชทนเค็ม

ความเค็มเป็นปัจจัยหลักที่จำกัดการให้ผลผลิตของพืชในเขตกึ่งแห้งแล้ง นักวิทยาศาสตร์ได้พยายามหาแนวทางในการปรับปรุงพันธุ์พืช แม้ว่าจะใช้เทคโนโลยีชีวภาพแต่ความก้าวหน้าก็ยังช้าเมื่อเปรียบเทียบกับปัญหาที่เกิดขึ้น ดังนั้นการค้นหากลยุทธ์ที่จะทำให้พืชสามารถทนเค็มอยู่ได้จึงดีกว่าการศึกษาลักษณะของความเครียดของพืชที่เกิดจากความเค็ม (Flowers *et al.*, 1997)

จากปัญหาดินเค็มที่ทวีความรุนแรงมากขึ้น ทำให้ความต้องการในการหาพันธุ์พืชทนเค็มมาใช้ประโยชน์มากขึ้น อย่างไรก็ตามมีนักวิทยาศาสตร์จำนวนมากพยายามในการคัดเลือกพันธุ์พืชต่างๆ ที่ทนเค็มมาใช้ประโยชน์ ใช้เทคนิคในการปรับปรุงพันธุ์เพื่อให้ทนเค็มมากขึ้น ซึ่งถือว่าเป็นความท้าทายและเป็นโอกาสในการพัฒนาเครื่องมือในการพัฒนาพืชทนเค็ม จากอดีตทำได้เพียงแค่คัดเลือกพืชโดยตรงจากพื้นที่ที่มีปัญหาและถ่ายยีนจากพืชต้นหนึ่งไปยังอีกต้นหนึ่ง เพื่อยกระดับความทนเค็มของพืช Flowers (2004) กล่าวว่า การปรับปรุงพันธุ์พืชทนเค็มโดยวิธีดั้งเดิมเริ่มมีข้อจำกัดในความสำเร็จ เนื่องจากความซับซ้อนของลักษณะพิเศษต่างๆ ของพืชทนเค็ม ทั้งด้านพันธุกรรมและลักษณะทางสรีระของพืช เทคนิคใหม่ๆ เช่น การพัฒนาเทคนิคด้านชีวโมเลกุล (Molecular biology techniques) และการใช้ Transgenic approaches ซึ่งเป็นเรื่องที่ทำหายและก็เป็นแนวทางในการพัฒนาพืชทนเค็มเพื่อนำมาเป็นอาหารสำหรับประชากร (Yamaguchi and Blumwald, 2005) ปัญหาสำคัญที่สุดของงานวิจัยด้านพืชคือจะสามารถปรับปรุงพันธุ์พืชให้ได้ผลผลิตสูงอย่างรวดเร็วได้อย่างไรในพื้นที่ดินเค็ม การปรับปรุงพันธุ์พืชเป็นแนวทางหนึ่งในการแก้ไขปัญหาดินเค็ม อย่างไรก็ตามพันธุ์พืชที่ดีก็ต้องควบคู่กับการจัดการที่เหมาะสม และมีระบบปลูกพืชที่ดี (Barrett-Lennard and Setter, 2010)

4.8 การจัดการดินเค็มแบบเกษตรกรรมมีส่วนร่วม

4.8.1 กลไกสู่ความสำเร็จ

การแก้ไขปัญหาดินเค็มให้ประสบผลสำเร็จ และมีความยั่งยืน ภาครัฐเพียงองค์กรเดียวไม่สามารถดำเนินการให้สำเร็จได้ จำเป็นต้องมีความร่วมมือกันทุกภาคส่วน ทั้งภาครัฐ เกษตรกรที่มีพื้นที่ดินเค็ม

เกษตรกรที่มีพื้นที่อยู่ในเขตที่มีศักยภาพที่จะก่อให้เกิดปัญหาดินเค็ม (พื้นที่ดอน) และผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย (Stakeholders) ร่วมมือกันในการแก้ไขปัญหา รวมกลุ่มเป็นเครือข่าย โดยทุกคนร่วมแสดงความคิดเห็นและร่วมหาแนวทางที่เหมาะสมกับพื้นที่ของชุมชนตนเอง แล้วร่วมกันตัดสินใจจัดทำแผนปฏิบัติงานในการแก้ไขปัญหาดินเค็มสำหรับผู้มีส่วนได้ส่วนเสียมีส่วนสำคัญมากในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติ มีส่วนช่วยให้การตัดสินใจดีขึ้น ช่วยเพิ่มความเข้าใจที่ถูกต้องกับชุมชน ช่วยลดความเข้าใจที่ไม่ถูกต้องต่อกลยุทธ์ในการจัดการปัญหา (NOAA, 2007)

จากการทำงานร่วมกับเกษตรกร Horne and Stür (2003) มีความเห็นว่าการส่งเสริมเทคโนโลยีอย่างใดอย่างหนึ่ง ปัจจัยที่จะทำให้งานสำเร็จคือการให้เกษตรกรมีส่วนร่วม เจ้าหน้าที่จะไม่เข้าใจความต้องการของเกษตรกร ได้แต่มอบเทคโนโลยีที่ค้ำหามาให้เกษตรกร ซึ่งเกษตรกรจะต้องมีการนำไปปรับใช้ให้เหมาะสมกับพื้นที่ เช่นเดียวกับเทคโนโลยีในการจัดการดินเค็มในประเทศไทยที่นักวิจัยดำเนินการมา แล้วนำไปถ่ายทอดให้เกษตรกร นักวิจัยจำเป็นต้องมีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเกษตรกร เกษตรกรในพื้นที่ต้องมีส่วนในการตัดสินใจ ซึ่งการมีส่วนร่วมของเกษตรกรจะช่วยได้แนวทางในการแก้ไขปัญหาที่ตรงประเด็น

4.8.2 ตัวอย่างความสำเร็จ

Pongwichian *et al.* (2012) รายงานผลที่ได้ทำการศึกษาหาแนวทางในการสร้างเครือข่ายชุมชนมีส่วนร่วม เพื่อการพัฒนาพื้นที่ดินเค็มอย่างยั่งยืนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยดำเนินงานในพื้นที่นาร่อง 2 จังหวัด คือจังหวัดนครราชสีมาและขอนแก่น ระหว่างปี 2554-2555 พบว่าแนวทางในการจัดการปัญหาดินเค็มแบบเกษตรกรมีส่วนร่วมมีขั้นตอนประกอบด้วย 1) การประชุมพิจารณาปัญหาและการคัดเลือกพื้นที่ 2) การประชุมเพื่อเตรียมความพร้อมการสร้างเครือข่าย ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียร่วมกันวิเคราะห์สถานการณ์ผลกระทบ และแนวทางการแก้ไขปัญหาดินเค็ม 3) การประชุมเพื่อจัดทำแนวทางการแก้ไขปัญหาดินเค็มในชุมชนนาร่องที่มีความพร้อม และเป็นชุมชนที่เข้มแข็ง 2 ชุมชน ได้แก่ตำบลพันดุง และตำบลหนองสรวง อำเภอนาโพธิ์ จังหวัดนครราชสีมา ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียได้ร่วมกันจัดทำข้อมูลและแผนการแก้ไขปัญหาดินเค็มรายครัวเรือน 4) จัดทำแผนปฏิบัติงานเครือข่ายชุมชนมีส่วนร่วม โดยเน้นแนวทางที่เกษตรกรมีส่วนร่วม ทั้งการป้องกันการแพร่กระจาย การปรับปรุงดินเค็มน้อยและเค็มปานกลาง จัดทำระบบการใช้น้ำบนพื้นที่ดอนซึ่งเป็นพื้นที่รับน้ำจากการศึกษาหาแนวทางการสร้างเครือข่ายชุมชนมีส่วนร่วมในการจัดการปัญหาดินเค็มในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ทำให้ได้ทราบว่าวิธีการที่เหมาะสมในการจัดการปัญหาดินเค็ม จะขึ้นกับระดับความเค็มของดิน สภาพภูมิสังคมของแต่ละพื้นที่ ซึ่งสิ่งนี้สามารถนำไปเป็นต้นแบบในการแก้ไขดินที่มีปัญหาอื่นๆ ได้

ตัวอย่างความสำเร็จในประเทศไทยอีกตัวอย่างในการจัดการดินเค็มโดย Jongskul *et al.* (2015) รายงานว่าการจัดการดินเค็มแบบมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย เป็นแนวทางหนึ่งในการจัดการดินเค็มในประเทศไทย เพื่อจัดการความเสื่อมโทรมของดินและช่วยในเรื่องความมั่นคงทางอาหารของไทย โดยที่เกษตรกรเข้ามามีส่วนร่วมที่สำคัญ ร่วมกับองค์กรอื่นทั้งภาครัฐและเอกชน จากตัวอย่างที่ทุ่งเมืองเพี้ย อำเภอบ้านไผ่ จังหวัดขอนแก่น ซึ่งกรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ เข้ามาพัฒนาพื้นที่ดินเค็ม จากเดิมพื้นที่ส่วนใหญ่ใช้ในการปลูกข้าวแต่ก็ได้รับผลกระทบจากความเค็มของดินกรมพัฒนาที่ดิน ได้เข้าดำเนินการพัฒนาพื้นที่ดินเค็มแบบมีส่วนร่วมบริเวณทุ่งเมืองเพี้ย อำเภอบ้านไผ่ จังหวัดขอนแก่น ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2544 โดยดำเนินงานร่วมกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในพื้นที่ ทั้งภาครัฐและเอกชน โดยมีเป้าหมายคือเพิ่มผลผลิตและเพิ่มมูลค่าข้าว มีการฟื้นฟูทั้งด้านกายภาพ และชีวภาพของดินเค็มสำหรับการปลูกข้าว การปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วมเป็นการดำเนินการร่วมกันของหลายๆ หน่วยงาน โดยกรมพัฒนาที่ดินส่งเสริมการใช้ปุ๋ยพืชสด เช่น ปอเทือง โสนอัฟริกัน บริษัท SCG ส่งเสริมการปลูกไม้ยูคาลิปตัสบนคันนาและรับซื้อไม้เพื่อทำกระดาษ

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) เข้ามามีส่วนร่วมในการปรับปรุงพันธุ์ข้าวเพื่อให้เหมาะกับสภาพดินเค็ม สามารถเพิ่มผลผลิตข้าวได้ เกษตรกรจะได้รับการอบรมจากหน่วยงานต่างๆ และลงมือปฏิบัติอย่างจริงจัง มีการสัมมนาเชิงปฏิบัติการเป็นระยะๆ มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้จนเกษตรกรมีความเชี่ยวชาญในการผลิตข้าว และมีการรวมกลุ่มผลิตข้าวคุณภาพดีส่งขายตลาดต่อไปตลอดเวลา 14 ปีที่ผ่านมา การพัฒนาดินเค็มแบบมีส่วนร่วมนับว่าประสบผลสำเร็จและเป็นที่ยอมรับ สามารถใช้เป็นแบบอย่างในการแก้ไขปัญหาในพื้นที่อื่นๆ ได้

จากตัวอย่างความสำเร็จในการพัฒนาพื้นที่ดินเค็ม ส่งผลให้การทำเกษตรในพื้นที่ดินเค็มเพื่อการผลิตพืชอาหารในพื้นที่ที่มีปัญหาอย่างดินเค็มได้ผลผลิตเพิ่มมากขึ้น เป็นแนวทางหนึ่งที่สำคัญในการตอบปัญหาเรื่องความต้องการอาหารที่เพิ่มมากขึ้น จากการเพิ่มขึ้นของประชากร ทั้งยังเป็นแนวทางที่เราสามารถพึ่งตนเองได้ ไม่ต้องสั่งซื้อพืชอาหารจากต่างประเทศ นอกจากนี้ยังส่งผลดีต่อระบบนิเวศ คือเมื่อมีพืชขึ้นก็จะเกิดความหลากหลายทางชีวภาพ ก่อให้เกิดสภาพสมดุลของระบบนิเวศ สภาพแวดล้อมที่เสื่อมโทรมไปได้รับการฟื้นฟูให้ดีขึ้น เนื่องจากการปลูกพืชเป็นการฟื้นฟูสภาพแวดล้อมอย่างหนึ่ง

บทที่ 5

การจัดการดินเค็มเพื่อเพิ่มผลผลิตข้าว

5.1 บทนำ

ข้าวเป็นพืชที่มีความสำคัญอันดับต้นๆ ของโลก ข้าวเป็นพืช 1 ใน 5 อันดับแรกที่เป็นแหล่งคาร์โบไฮเดรตสำหรับประชากรโลก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในทวีปเอเชียเป็นอาหารหลักของคนมากกว่า 3,000 ล้านคน และ 50-80 เปอร์เซ็นต์ ของพลังงานในแต่ละวันที่มาจากข้าว (Khush, 2005) ข้าวเป็นอาหารที่สำคัญที่สุดอย่างหนึ่งของประชากรมากกว่าครึ่งของประชากรทั้งหมดของโลก ข้าวมีผลต่อความเป็นอยู่ของมนุษย์และสภาพเศรษฐกิจ (IRRI, 2006) ข้าวนอกจากจะมีความสำคัญต่อความเป็นอยู่ของมนุษย์แล้ว ยังมีความสำคัญทางเศรษฐกิจกับหลายๆ ประเทศด้วย (IRRI, 2006) ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่จะต้องผลิตข้าวให้เพียงพอกับความต้องการของประชากรที่เพิ่มขึ้น ในขณะที่พื้นที่ทำการเกษตรไม่สามารถเพิ่มขึ้นได้ และยังมีความเสื่อมโทรมด้วย ตัวอย่างเช่น ปัญหาดินเค็ม ดินเปรี้ยวจัด ดินทราย จึงมีความจำเป็นต้องหาแนวทางแก้ไขปัญหานี้ตามสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมกับแต่ละที่

ข้าวเป็นพืชอาหารที่สำคัญที่สุดของประเทศไทย โดยที่คนไทยบริโภคข้าวเป็นอาหารหลัก จึงได้มีการหาแนวทางในการเพิ่มผลผลิตข้าวทั้งการปรับปรุงพันธุ์ข้าว การเพิ่มพื้นที่การผลิต เพื่อให้ได้ข้าวในปริมาณที่เพียงพอกับความต้องการของประชากรที่เพิ่มขึ้น และมีส่วนหนึ่งที่ส่งเป็นสินค้าออกทำรายได้ให้กับประเทศเป็นสินค้าอันดับต้นๆ ของสินค้าส่งออกของประเทศไทย จากข้อมูลของกรมพัฒนาที่ดิน (2558ก) ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกข้าวประมาณ 77.11 ล้านไร่ หรือคิดเป็น 24.04 เปอร์เซ็นต์ ของพื้นที่ทำการเกษตรของประเทศไทย ส่วนใหญ่เป็นข้าวที่ผลิตในเขตเกษตรน้ำฝน ซึ่งปกติให้ผลผลิตต่ำ ปริมาณผลผลิตขึ้นกับสภาพแวดล้อมเป็นหลัก ปัญหาเรื่องสมบัติทางเคมีและกายภาพของดินเป็นปัญหาที่สำคัญต่อการผลิตข้าว ไม่ว่าจะเป็นดินเปรี้ยวจัด ดินเค็ม ดินทรายจัด ซึ่งส่งผลกระทบต่อผลผลิตข้าว ซึ่งมีความจำเป็นต้องหาแนวทางแก้ไขให้เหมาะสมกับสภาพปัญหา โดยที่ดินที่ใช้ในการปลูกข้าวจะมีบางพื้นที่ที่เป็นปัญหาดินเค็มที่พบในภาคตะวันออกเฉียงเหนือคืออยู่ในกลุ่มใหญ่ Natraqualfs หรือดินล่างมีการสะสมของเกลือโซเดียมสูง เช่น ชุดดินกุลาร้องไห้ (สมศักดิ์, 2558)

โดยทั่วไปในพื้นที่ดินเค็มน้อยถึงปานกลางของประเทศไทย เกษตรกรมักใช้ประโยชน์ในการปลูกข้าว (Arunin, 1984) เนื่องจากข้าวเป็นพืชทนเค็มได้ระดับเค็มปานกลาง (Pearson and Bernstein, 1959; IRRI, 1997) อย่างไรก็ตามผลผลิตอยู่ในระดับต่ำ โดยที่ผลผลิตข้าวจะลดลง 50 เปอร์เซ็นต์ เมื่อดินมีค่าการนำไฟฟ้า 7.40 dS m^{-1} (Boje-Klein, 1986) และการปลูกข้าวที่มีการขังน้ำจะช่วยให้เกลือเคลื่อนไปอยู่ลึกกว่าระดับรากพืช การปลูกข้าวแต่ละฤดูจะเป็นการลดระดับความเค็มไปอย่างช้าๆ ดังนั้นจึงสามารถใช้ข้าวเป็นพืชที่ปลูกเพื่อปรับปรุงดินเค็มได้ (Abrol *et al.*, 1985) แม้ว่าข้าวจะสามารถขึ้นได้ในพื้นที่ดินเค็มของประเทศไทยและเกษตรกรส่วนใหญ่ในพื้นที่ดินเค็มจะปลูกข้าว แต่ผลผลิตอยู่ในระดับต่ำ มีความจำเป็นต้องหาแนวทางในการเพิ่มผลผลิตให้มากขึ้น

5.2 ผลกระทบของความเค็มต่อข้าว

ข้าวในนาเขตน้ำฝนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือผลผลิตแปรปรวนมากในแต่ละปี ขึ้นกับสภาพภูมิอากาศ โดยเฉพาะปริมาณและการกระจายของฝน นอกจากนี้ปัญหาระดับดินเค็มก็เป็นอีกปัญหาใหญ่ที่มี

ความสำคัญ (Clermont–Dauphin *et al.*, 2010) ในขณะที่ นคราญและยงยุทธ (2558) สรุปว่าเมื่อระดับความเค็มของดินเพิ่มขึ้น ข้าวได้รับผลกระทบจากความเค็มคือ ให้ผลผลิตลดลง เมล็ดต่อไร่ต่ำลง จำนวนเมล็ดต่อรวงลดลง ข้าวมีน้ำหนัก 1,000 เมล็ดต่ำลง

5.2.1 ผลของความเค็มต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตข้าว

ข้าวที่ปลูกในพื้นที่ดินเค็มมักจะแสดงอาการให้เห็นที่ใบแก่ก่อน โดยมีลักษณะเหี่ยวที่ขอบใบ จากปลายใบเป็นรูปตัววีเข้ามาหาโคนใบ และจะม้วนตามความยาวจากปลายใบที่แห้งแล้วเข้ามาโคนใบ ใบอ่อนก็แสดงอาการคล้ายกับใบแก่แต่รุนแรงน้อยกว่า ต้นข้าวชะงักการเจริญเติบโต การแตกกอลดลง เมล็ดข้าวลีบ และผลผลิตลดลง (Zeng and Shannon, 2000) ในขณะที่ Pan (1964) รายงานว่า ข้าวที่ปลูกในดินเค็มมักแก่ช้า การแก่ของเมล็ดไม่สม่ำเสมอ ซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้มีเปอร์เซ็นต์เมล็ดข้าวหักสูงกว่าปกติ สำหรับผลของความเค็มต่อคุณภาพเมล็ด อานาจและคณะ (2541) รายงานว่าการเพิ่มความเค็มของดินจากระดับที่ใกล้เคียงจะทำให้ผลผลิตลดลงไม่มีผลต่อความหอมของข้าว แต่ความเหนียวนุ่มจะลดลง

Cha-um *et al.* (2009) รายงานว่าผลของความเค็มต่อข้าวขาวดอกมะลิ 105 ต้นกล้าข้าวจะชะงักการเจริญเติบโต มีการสะสม Na^+ ในเนื้อเยื่อเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ในขณะที่ K^+ ลดลง ส่งผลให้สัดส่วน Na/K เพิ่มขึ้น และปริมาณโพรลีน (Proline) เพิ่มขึ้นเช่นกัน ซึ่ง Chunthaburee *et al.* (2016) กล่าวว่าในสภาพความเครียดจากความเค็ม ความเค็มส่งผลให้ข้าวลดการเจริญเติบโต เนื่องจากมีการสะสมคลอโรฟิลล์ลดลงพืชมีการสังเคราะห์แสงลดลง ในขณะที่ปริมาณโพรลีนเพิ่มขึ้น จากการทดลองในสารละลายก็เช่นเดียวกัน พบผลของความเค็มต่อการเจริญเติบโตของข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่ปลูกในสารละลาย พบว่าการเจริญเติบโตและน้ำในเซลล์ข้าวลดลงอย่างต่อเนื่อง (Summart *et al.*, 2010)

สำหรับรายงานจากประเทศ รวันดา (Rwanda) พบว่าความเค็มส่งผลให้ข้าวได้ผลผลิตลดลง 30 เปอร์เซ็นต์ และผลตอบแทนลดลง 1,500 ดอลลาร์ต่อเฮกตาร์ (Ruganzu *et al.*, 2015) อย่างไรก็ตามประเทศรวันดาได้มีนโยบายในการจัดการดินเค็มเพื่อเพิ่มผลผลิตข้าวโดยการปรับปรุงด้านเมล็ดพันธุ์และเขตกรรมที่เหมาะสม

5.2.2 ปัจจัยที่มีผลต่อการตอบสนองของข้าวต่อความเค็ม

การตอบสนองของข้าวต่อความเค็มจะแตกต่างกันขึ้นกับระยะการเจริญเติบโต โดยความเค็มส่งผลกระทบต่อข้าวในทุกระยะ โดยที่ระยะกล้าอ่อนจะไวต่อเกลือมาก แล้วข้าวจะทนความเค็มได้ดีเมื่ออายุมากขึ้นจนกระทั่งถึงระยะข้าวเริ่มออกดอกจะอ่อนแอต่อความเค็มอีกครั้ง สำหรับระยะหลังจากที่ข้าวออกดอกและสร้างเมล็ดไปแล้ว ความเค็มของดินจะส่งผลกระทบต่อข้าวน้อยมาก (Shereen *et al.*, 2005; Deepa Sankar *et al.*, 2011)

Gay *et al.* (2010) รายงานเช่นเดียวกันว่า แม้ว่าข้าวจะเป็นพืชทนเค็มในระดับเค็มปานกลาง แต่ความสามารถในการทนเค็มของข้าวแต่ละพันธุ์จะแตกต่างกัน เช่นเดียวกับรายงานของ Shannon *et al.* (1998) ที่รายงานว่าโดยทั่วไปข้าวเป็นพืชทนเค็มได้ระดับปานกลาง เมื่อความเค็มเพิ่มขึ้นผลผลิตจะลดลง อย่างไรก็ตามการตอบสนองของข้าวต่อความเค็มจะขึ้นกับพันธุ์ นอกจากนี้ยังขึ้นกับระยะเวลาของการอยู่ในสภาพดินเค็ม และระยะการเจริญเติบโต



ภาพที่ 5.1 ผลกระทบของความเค็มต่อข้าว

5.3 กลไกการทนเค็มของข้าว

ข้าวถูกจำแนกให้เป็นพืชที่เจริญได้ดีในสภาพที่มีความเข้มข้นของเกลือที่ต่ำ (Glycophytes) มีกลไกในการทนเค็มคือมีความสามารถในการป้องกันการสูญเสียน้ำเนื่องจากแรงดันออสโมติก (Osmotic pressure) ที่เพิ่มขึ้น เซลล์มีการพัฒนาในการป้องกันพิษจากโซเดียมไอออน และมีการเคลื่อนย้ายไอออน (Ion) ผ่านทาง Apoplastic pathway (Horie *et al.*, 2012) ในขณะที่ นงคราญและยงยุทธ (2558) ได้สรุปกลไกในการทนเค็มของข้าวว่า ข้าวมีกลไกในการกีดกัน (Exclusion) ควบคุมการดูดไอออนพิษของราก การจัดเก็บไอออนพิษในต้นพืช โดยการเคลื่อนย้ายไอออนพิษไปยังลำต้น กาบใบและแผ่นใบแก่ และการกักเก็บไอออนพิษไว้ในแวคิวโอล (Vacuole) หรือผนังเซลล์ ซึ่งกลไกเหล่านี้จะส่งผลให้ข้าวสามารถเจริญเติบโตและให้ผลผลิตได้

5.4 แนวทางการเพิ่มผลผลิตข้าวในพื้นที่ดินเค็ม

5.4.1 การเขตกรรมที่เหมาะสมกับการปลูกข้าวในพื้นที่ดินเค็ม

ในการศึกษาแนวทางการเพิ่มผลผลิตข้าวในพื้นที่ดินเค็มของประเทศไทยนั้น เริ่มมีการศึกษาตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2519 ดังรายละเอียดต่อไปนี้

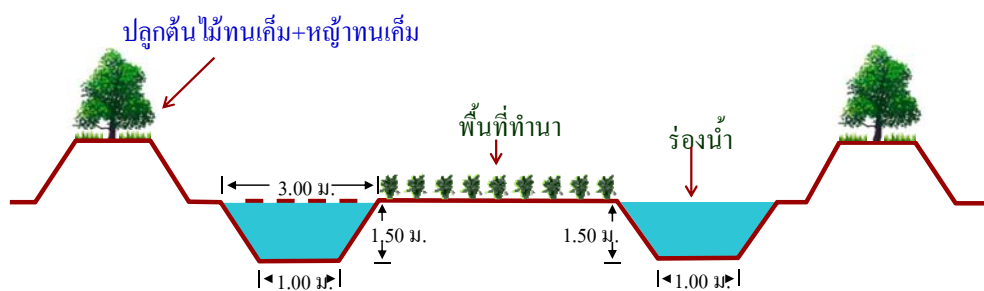
5.4.1.1 การเตรียมดิน เนื่องจากดินเค็มเป็นดินที่มีปัญหาทางการเกษตร ดังนั้นในการเตรียมดินเพื่อปลูกข้าวจะต้องปฏิบัติให้เหมาะสม ต้องมีการปรับระดับพื้นที่ให้สม่ำเสมอ เพื่อลดปัญหาการสะสมเกลือบริเวณผิวหน้าดิน แล้วปรับปรุงแปลงนาด้วยระบบอนุรักษ์ดินและน้ำตามความเหมาะสมกับลักษณะพื้นที่ เพื่อควบคุมระดับน้ำ ซึ่งสามารถทำได้ 2 รูปแบบดังนี้

ก) ระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ แบบที่ 1 ปรับระดับหน้าดินให้สม่ำเสมอ ปรับคันนาสูง 0.5 เมตร กว้าง 1.5 เมตร ปลูกต้นไม้ทนเค็ม เช่น *Acacia ampliceps* สะเดา และยูคาลิปตัส บนคันนา เมื่อฝนตกน้ำฝนที่ขังในนาจะล้างเกลือลงตามแนวคัน



ภาพที่ 5.2 การปรับปรุงแปลงนาด้วยระบบอนุรักษ์ดินและน้ำแบบที่ 1

ข) ระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ แบบที่ 2 ปรับระดับหน้าดินในนาให้สม่ำเสมอ ชุดคูรับน้ำเค็มที่ถูกชะล้างจากชั้นหน้าดิน และรักษาระดับน้ำใต้ดินไม่ให้พาเกลือขึ้นมาสะสมที่ดินชั้นบน ปรับคันนาปลูกต้นไม้ทนเค็ม เช่น *Acacia ampliceps* สะเดา และยูคาลิปตัส





ภาพที่ 5.3 การปรับปรุงแปลงนาด้วยระบบอนุรักษ์ดินและน้ำแบบที่ 2

5.4.1.2 การศึกษาหาพันธุ์ข้าวทนเค็ม โดยการคัดเลือกพันธุ์ข้าวทั้งจากพันธุ์พื้นเมือง และพันธุ์ข้าวจากต่างประเทศ โดยได้รับความร่วมมือจาก สถาบันวิจัยนาข้าว (International Rice Research Institute, IRRI) คัดเลือกจนกระทั่งได้พันธุ์ข้าวทนเค็มที่เหมาะสมกับพื้นที่ดินเค็มภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และดินเค็มชายทะเล ได้แก่ ขาวดอกมะลิ 105 กข6 กข15 เหนียวสันป่าตอง ขาวตาแห้ง (สมศรีและคณะ, 2524) และข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 เป็นพันธุ์ที่สามารถขึ้นได้ดีในดินเค็มน้อยถึงปานกลางในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และเกษตรกรนิยมปลูก เนื่องจากเป็นข้าวที่มีคุณภาพดี เป็นที่ต้องการของตลาด คนนิยมบริโภค ทำให้มีราคาสูงกว่าข้าวเจ้าพันธุ์อื่นๆ

5.4.1.3 ปักดำต้นกล้าข้าวที่มีอายุมากกว่าปกติ คือมีอายุ 30-35 วัน การใช้กล้าข้าวอายุมากขึ้นจะทำให้ข้าวมีความทนทานต่อความเค็มมากขึ้น ทำให้อัตราการรอดตายและผลผลิตสูงขึ้น (สมศรีและคณะ, 2525ก)

5.4.1.4 การลดระยะปลูก ใช้ระยะปลูก 20×20 เซนติเมตร เพื่อเพิ่มจำนวนต้นต่อพื้นที่ (พรรณีและคณะ, 2524)

5.4.1.5 เพิ่มจำนวนต้นปักดำให้มากขึ้นเป็น 6-8 ต้นต่อจับ ซึ่งปกติเกษตรกรจะปักดำโดยใช้ต้นกล้าประมาณ 3 ต้นต่อจับ การเพิ่มจำนวนต้นปักดำเพื่อเพิ่มจำนวนต้นข้าวที่รอดตาย (ชัยนามและคณะ, 2524) สุดท้ายผลผลิตข้าวเพิ่มขึ้น

5.4.1.6 ใส่ปุ๋ยเคมี 16-16-8 อัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่ โดยแบ่งใส่ 3 ครั้ง คือ ครั้งแรกใส่หลังปักดำ 7-10 วัน ครั้งที่สองใส่ระยะข้าวแตกกอสูงสุด และครั้งที่สามใส่ระยะข้าวกำลังตั้งท้อง ไม่ควรใส่ปุ๋ยรองพื้น เพราะปุ๋ยเคมีจะไปเพิ่มค่าการนำไฟฟ้าในดิน (วรรณลดาและคณะ, 2524)

5.4.1.7 ฉีดพ่นน้ำหมักชีวภาพที่ผลิตจากสารเร่งซูเปอร์ พด. 2 โดยกรมพัฒนาที่ดินแนะนำให้ใช้ในอัตรา 20 ลิตรต่อไร่แบ่งใส่ 4 ครั้ง คือ ช่วงเตรียมดิน หลังปักดำข้าว 30, 50 และ 60 วัน

5.4.1.8 ดูแลรักษา และเก็บเกี่ยว หลังเก็บเกี่ยวข้าวแล้ว ควรคลุมดินด้วยฟาง ไม่ปล่อยให้หน้าดินว่าง เพราะจะทำให้หน้าดินระเหยพาเกลือกลับขึ้นมาสะสมที่ผิวดิน

นอกจากนี้ Menete *et al.* (2008) ทำการศึกษาการนำระบบการปลูกข้าวแบบประณีต (System of rice Intensification, SRI) มาใช้ในพื้นที่ดินเค็มในเขตกรรมประกอบการให้น้ำ การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ ระยะปลูก พันธุ์ข้าว อายุกล้าข้าว พบว่าการให้น้ำแบบเป็นช่วงเวลามีผลต่อการลดผลผลิตข้าว การใส่ปุ๋ยคอกช่วยเพิ่มผลผลิตข้าว การปลูกห่างขึ้นจะลดผลผลิตเล็กน้อยแม้ว่าจะทำให้ผลผลิตต่อต้นลดลงก็ตาม โดยภาพรวม

ของการทำวิธีการปลูกแบบประณีตมาใช้ในดินเค็ม ไม่พบผลการตอบสนอง อย่างไรก็ตามน่าจะลองนำมาปรับในประเทศไทย เพื่อเป็นแนวทางในการเพิ่มผลผลิตข้าว

5.4.2 การปรับปรุงบำรุงดินเค็มด้วยปุ๋ยอินทรีย์เพื่อปลูกข้าว

การปรับปรุงบำรุงดินเค็มมักใช้ปุ๋ยอินทรีย์ในการเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ให้กับดิน เพราะเป็นวิธีที่ปฏิบัติได้ง่ายและมีราคาถูก ปุ๋ยอินทรีย์ที่นิยมใช้ ได้แก่ ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก และปุ๋ยพืชสด ในการใช้ปุ๋ยคอกและปุ๋ยหมัก มีข้อจำกัดในการจัดหาวัสดุมาทำและการขนย้ายมาใส่ ดังนั้นการใช้ปุ๋ยพืชสดจำพวกพืชตระกูลถั่วจึงน่าจะเป็นวิธีที่เหมาะสมในการปรับปรุงดินเค็ม (Palaniappan and Budhar, 1992; Meelu *et al.*, 1994)

1) ข้อดีของการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ปรับปรุงดินเค็ม

การใช้ปุ๋ยอินทรีย์จะช่วยปรับปรุงคุณสมบัติทั้งทางด้านเคมีและกายภาพของดินให้ดีขึ้น เพิ่มความสามารถในการดูดซับธาตุอาหาร เพิ่มกิจกรรมของจุลินทรีย์ดิน ปรับปรุงกิจกรรมความเป็นกรด-ด่างและลดการพังทลายของดิน สำหรับการใส่ปุ๋ยพืชสด เป็นวิธีที่ปฏิบัติง่ายและเป็นแหล่งไนโตรเจนที่มีราคาถูก (กองเทคโนโลยีชีวภาพทางดิน, 2558; App and Eaglesham, 1981; Jefferies *et al.*, 1981; Kumazawa, 1984; Abrol and Palaniappan, 1988) ซึ่งพืชปุ๋ยสดที่นำมาใช้ควรเป็นพืชที่สามารถขึ้นและเจริญเติบโตได้ดีในท้องถิ่นนั้นๆ เช่น เมื่อนำมาปลูกในสภาพดินเค็ม ก็ควรเป็นพืชทนเค็ม สำหรับลักษณะอื่นๆ ควรเป็นพืชที่ให้มวลชีวภาพสูง สามารถตรึงไนโตรเจนแล้วปลดปล่อยลงสู่ดินหลังการสับกลบในปริมาณสูง มีธาตุอาหารอื่นๆ ที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชที่ปลูกตามมา ง่ายต่อการสับกลบและมีอัตราการย่อยสลายเหมาะสมกับระยะการเจริญเติบโตของพืชหลัก

2) การใช้ปุ๋ยอินทรีย์เพิ่มผลผลิตข้าวในดินเค็มบก

ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันมีรายงานจำนวนมากที่แสดงให้เห็นว่าการใช้ปุ๋ยอินทรีย์เหมาะสมในการเพิ่มผลผลิตข้าวในดินเค็ม เริ่มต้นด้วย วรรณลดาและคณะ (2524) ที่แนะนำให้มีการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ในช่วงการเตรียมดิน ส่งผลให้ผลผลิตข้าวเพิ่มขึ้น เช่นเดียวกับรายงานของ อรุณีและคณะ (2527) คือการใช้ปุ๋ยพืชสดและวัสดุปรับปรุงดินจำพวก ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก คายข้าว และแกลบ มีแนวโน้มให้ผลผลิตข้าวเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับแปลงควบคุม

ไพรัชและคณะ (2549) ที่ได้ศึกษาการใช้วัสดุอินทรีย์ต่างๆ ในการปลูกข้าวในดินเค็มจัด (EC_e เท่ากับ 23.9 dS m^{-1}) ที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ โดยทดลองปลูกข้าว 3 ปี พบว่าผลผลิตข้าวแปรปรวนระหว่างปี พบว่าการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ช่วยให้ข้าวเจริญเติบโตอยู่ได้และให้ผลผลิตถึงแม้ว่าจะไม่สูงมากนัก การใช้ปุ๋ยคอกให้ผลผลิตเฉลี่ยเท่ากับ 152 กิโลกรัมต่อไร่ ในขณะที่การใช้สโนว์ฟริกซ์ให้ผลผลิตเฉลี่ยเท่ากับ 130 กิโลกรัมต่อไร่ และยังมีผลการศึกษามากมายที่แสดงให้เห็นถึงความแปรปรวนของผลผลิตข้าวที่ปลูกในพื้นที่ดินเค็มในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เช่นเดียวกับรายงานของ ไพรัชและคณะ (2550ก) ได้ศึกษาผลของระบบระบายน้ำร่วมกับการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ชนิดต่างๆ พืชปุ๋ยสด (สโนว์ฟริกซ์) ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ และแกลบในพื้นที่ดินเค็ม พบว่าการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ช่วยให้ข้าวเจริญเติบโตอยู่ได้และให้ผลผลิตได้เช่นกัน การปลูกข้าวในระบบที่มีการระบายน้ำ ส่งผลให้ข้าวได้ผลผลิตสูงกว่าการปลูกข้าวที่ไม่มีระบบระบายน้ำ การใส่วัสดุครบทุกอย่างส่งผลให้ข้าวได้ผลผลิตสูงที่สุด อย่างไรก็ตามต้นทุนในการผลิตจะสูงมาก ทำให้ไม่คุ้มค่ากับการลงทุน ดังนั้นการใช้ปุ๋ยพืชสดร่วมกับวิธีเกษตรกรน่าจะเหมาะสมสำหรับเกษตรกรในการเพิ่มผลผลิตข้าวในพื้นที่ดินเค็ม เพราะต้นทุนในการปลูกข้าวต่ำกว่า และพบว่าการที่มีระบบระบายน้ำทำให้ค่าการนำไฟฟ้าของดิน (EC_e) ลดลงอย่างชัดเจน การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับการปรับปรุงแปลงนาช่วยเพิ่มผลผลิตข้าวในพื้นที่ดินเค็ม (Arunin and Pongwichian, 2015)

การศึกษาการใช้ปุ๋ยปัสและปุ๋ยคอกในการปลูกข้าวหอมมะลิในดินเค็ม พบว่าการใช้ปุ๋ยปัสและปุ๋ยคอก ส่งผลให้ข้าวมีเปอร์เซ็นต์เมล็ดที่สูงกว่าการไม่ปรับปรุงดิน ข้าวมีการสะสมโซเดียมต่ำกว่า และพบว่ามีปริมาณน้ำตาลในใบธงสูงกว่า ซึ่งจะส่งผลให้ผลผลิตสูงเช่นกัน ดังนั้นการใช้ปุ๋ยปัสและปุ๋ยคอกน่าจะเป็นแนวทางในการปรับปรุงดินเค็มเพื่อเพิ่มผลผลิตข้าว (Cha-um *et al.*, 2011) นอกจากนี้ บวร (2555) ได้ทำการศึกษาผลของการใช้วัสดุอินทรีย์ปรับปรุงดินเค็มชนิดิกเพื่อปลูกข้าวขาวดอกมะลิ 105 พบว่าการใช้แกลบ และใบอะคาเซีย อัตรา 1-3 ตันต่อไร่ ส่งผลให้ข้าวได้ผลผลิตไม่แตกต่างกับการใช้ปุ๋ยปัส แสดงให้เห็นว่าการใช้แกลบ และใบอะคาเซีย เป็นแนวทางหนึ่งในการปรับปรุงดินเค็มชนิดิก

กลุ่มวิจัยและพัฒนากิจการดินเค็ม ยังได้มีการศึกษาการใช้กากสาเพื่อเพิ่มผลผลิตข้าวในดินเค็มด้วย โดยบวรและอรุณี (2552) ได้ทำการศึกษาการใช้กากสาเพื่อเพิ่มผลผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105 ในพื้นที่ดินเค็มที่จังหวัดขอนแก่น พบว่ากากสาสามารถยกระดับ pH ดินเพิ่มขึ้นเป็นระดับความเป็นกรดเล็กน้อย น้ำกากส่าอัตราที่เพิ่มขึ้นทำให้ดินมีปริมาณฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ทำให้น้ำในนามีโพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม และโซเดียม ปริมาณมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ และการใส่น้ำกากส่ามีผลทำให้ปริมาณจุลินทรีย์ย่อยโปรตีนและจุลินทรีย์ย่อยเซลลูโลสในดินเพิ่มขึ้น แต่ปริมาณจุลินทรีย์ย่อยไขมันลดลง การใช้กากสา 30 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี 16-16-8 อัตรา 15 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ผลผลิตข้าวสูงสุด 635 กิโลกรัมต่อไร่

จากการทดลองเพื่อศึกษาหาชนิดของวัสดุอินทรีย์ที่เหมาะสมในการปรับปรุงดินเค็มเพื่อเพิ่มผลผลิตข้าวหอมอินทรีย์ ดำเนินการในพื้นที่นาของเกษตรกรในพื้นที่ดินเค็ม จังหวัดขอนแก่น ซึ่งเป็นพื้นที่อาศัยน้ำฝน เกษสุตาและคณะ (2556) พบว่า ผลผลิตเมล็ดรวมของทุกตำรับไม่แตกต่างกันในทางสถิติ อย่างไรก็ตาม พบว่าการใส่ฟางข้าว ปุ๋ยคอก และใส่อัฟริกันร่วมด้วยจะให้ผลผลิตเมล็ดรวมและผลผลิตฟางข้าวสูงกว่าตำรับควบคุมและตำรับอื่นๆ ดังนั้นในการแนะนำเกษตรกรที่ปลูกข้าวในแบบนาอินทรีย์ในพื้นที่ดินเค็ม ควรแนะนำให้ใส่ฟางข้าวร่วมกับปุ๋ยคอกและใส่อัฟริกันเพื่อเพิ่มผลผลิตข้าว แต่หากเกษตรกรไม่สามารถใส่วัสดุอินทรีย์ทั้งสามชนิดร่วมกันได้แนะนำให้ใส่ปุ๋ยคอกหรือฟางข้าวอย่างใดอย่างหนึ่งใส่ร่วมกับใส่อัฟริกันก็ได้ ในขณะที่อิสสระและคณะ (2557) รายงานว่า การใช้วัสดุอินทรีย์ เช่น ไส่อัฟริกัน และฟางข้าว ร่วมกับระบบการไม่ไถพรวนส่งผลให้ความเค็มของดินลดลง ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินเพิ่มขึ้น ทำให้ดินมีสมบัติเหมาะสมต่อการปลูกข้าว

ในขณะที่ Oo *et al.* (2013) ได้ทำการศึกษาปัญหาของดินเค็มในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยที่มีต่อความมั่นคงทางอาหารและสภาพเศรษฐกิจสังคม พบว่าโดยทั่วไปเกษตรกรใช้ปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยคอกในการปรับปรุงดินเค็มเพื่อปลูกข้าวซึ่งก็เป็นไปตามคำแนะนำของกรมพัฒนาที่ดินที่ส่งเสริมให้มีการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ในการปรับปรุงดิน นอกจากนี้ยังแนะนำให้ใช้ปุ๋ยพืชสดจำพวกใส่อัฟริกันปรับปรุงดินเค็มก่อนปลูกข้าว แต่อย่างไรก็ตามข้าวได้ผลผลิตต่ำประมาณ 240 กิโลกรัมต่อไร่ จะเห็นได้ว่าเกษตรกรได้พยายามนำพื้นที่ดินเค็มมาใช้ประโยชน์และปรับปรุงดินเค็มเพื่อผลิตอาหารเลี้ยงสมาชิกในครอบครัวจากการศึกษาครั้งนี้ยังพบว่าเกษตรกรต้องการคำแนะนำทางวิชาการเกี่ยวกับการใช้ปุ๋ยพืชสด ปุ๋ยคอกในการปรับปรุงดินเค็ม นอกจากนี้ยังมีเรื่องขององค์ความรู้ต่างๆ พันธุ์ข้าวทนเค็ม แหล่งเงินทุน ที่ทางเกษตรกรต้องการความช่วยเหลือในทำนองเดียวกัน Phaithong and Pagdee (2013) ได้ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการผลิตข้าวในจังหวัดขอนแก่นของประเทศไทยพบว่าความเค็มมีผลต่อการผลิตข้าว ทำให้ข้าวได้ผลผลิตเฉลี่ย 304 กิโลกรัมต่อไร่ เกษตรกรมีการปรับปรุงดินด้วยปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก และปุ๋ยพืชสด เพื่อแก้ปัญหาดินเค็ม เกษตรกรทำคันทนาให้สูงขึ้นเพื่อกักเก็บน้ำฝน ซึ่งการขังน้ำนี้จะช่วยชะล้างเกลือลงด้านล่างระดับรากพืชทำให้พืชไม่ได้รับผลจากความเค็ม และ

พบว่าในพื้นที่ดินเค็มเกษตรกรต้องเสียค่าใช้จ่ายในการปลูกข้าวประมาณ 1,723 บาทต่อไร่ เพื่อปรับปรุงดินเค็ม ซึ่งสูงกว่าการปลูกข้าวในดินปกติ.

3) การใช้ปุ๋ยอินทรีย์เพิ่มผลผลิตข้าวในดินเค็มชายทะเล

การศึกษาการปลูกข้าวในดินเค็มชายทะเลโดยการใช้ปุ๋ยหมัก และปุ๋ยเคมีเพื่อเพิ่มผลผลิตพบว่าการใช้ปุ๋ยหมักในชุดดินสมุทรปราการและชุดดินบางประกงทำให้ผลผลิตข้าวเพิ่มขึ้น (รังสรรค์และคณะ, 2526) ในขณะที่ ประสิทธิ์และไพรัช (2547) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลของวัสดุปรับปรุงดินกับอัตราปุ๋ยแนะนำต่อผลผลิตข้าวในดินเค็มชายทะเล พบว่า การใช้ปุ๋ยหมักอัตรา 2 ตันต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยเคมี เป็นวัสดุปรับปรุงดินเค็มชายทะเลมีแนวโน้มที่จะทำให้ได้ผลผลิตของข้าวมากกว่าการใช้วัสดุชนิดอื่น คือ ปุ๋ยคอกและแกลบ และเมื่อมีการใช้ร่วมกับโสโนอัฟริกันและปุ๋ยเคมีจะมีประสิทธิภาพสูงในการเพิ่มผลผลิตข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 เมื่อเทียบกับแปลงควบคุมคือ 730 กิโลกรัมต่อไร่

5.4.3 การใช้ปุ๋ยพืชสดเพื่อเพิ่มผลผลิตข้าวในดินเค็ม

1) ความเป็นมา

การใช้ปุ๋ยเคมีเป็นแหล่งธาตุอาหารให้กับข้าวเป็นเรื่องปกติที่เกษตรกรดำเนินการอยู่แล้ว ซึ่งก็สอดคล้องกับในทางทฤษฎีที่เชื่อกันว่าการใช้ปุ๋ยเคมีสามารถยกระดับปริมาณธาตุที่เป็นประโยชน์และจำเป็นสำหรับพืช และการใช้ปุ๋ยเคมีก็มีข้อได้เปรียบปุ๋ยอินทรีย์หลายประการ ได้แก่ ในปริมาณที่เท่ากันปริมาณปุ๋ยเคมีมีธาตุอาหารที่มากกว่า การปลดปล่อยธาตุอาหารได้เร็ว พืชสามารถนำไปใช้ได้เร็ว การขนส่งทำได้ง่ายและสะดวก และการใช้ที่สะดวก เกษตรกรปฏิบัติได้ไม่ยุ่งยาก แต่ปัจจุบันปุ๋ยเคมีราคาแพงมากขึ้นและการใช้เป็นระยะเวลานานยังส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และการใช้ปุ๋ยเคมีก็ไม่มียอดคงประกอบที่จะทำให้มีการปรับสภาพทางกายภาพของดิน ทำให้การใช้ปุ๋ยอินทรีย์กลับมาได้รับความสนใจอีกครั้ง ปุ๋ยอินทรีย์ที่สำคัญและใช้กันโดยทั่วไปคือ ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก และปุ๋ยพืชสด สำหรับปุ๋ยคอกและปุ๋ยหมักแม้ว่าจะมีข้อดีในการปรับสภาพดินทั้งกายภาพและเคมีของดิน แต่ก็มีปัญหาในการใช้ คือไม่สามารถจัดหาและนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างกว้างขวาง ทำให้นักวิชาการเกษตรได้หันกลับมาศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการใช้ปุ๋ยพืชสดปรับปรุงดินกันมากขึ้น ซึ่งเป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไปมาเป็นเวลาช้านานว่าการนำพืชตระกูลถั่วมาใช้เป็นปุ๋ยพืชสดในพื้นที่ดินเค็ม สำหรับในพื้นที่ดินเค็มภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย Arunin *et al.*, (1988) และ Ragland *et al.*, (1986) กล่าวว่า การใช้ปุ๋ยพืชสดจำพวกพืชตระกูลถั่วร่วมในระบบการปลูกพืชเป็นวิธีการที่เหมาะสม การใช้ปุ๋ยพืชสดจะช่วยเพิ่มการเจริญเติบโตและผลผลิตของพืชหลัก เนื่องจากการใช้ปุ๋ยพืชสดช่วยเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดินและปรับปรุงสมบัติทั้งทางเคมีและทางกายภาพของดิน เป็นผลดีในการรักษาสภาพความอุดมสมบูรณ์ของดิน (Palaniappan and Budhar, 1992; Meelu *et al.*, 1994)

2) รูปแบบการใช้ตามระบบการปลูกพืช

การใช้ปุ๋ยพืชสดสามารถแบ่งรูปแบบการใช้ตามระบบการปลูกพืชได้ดังนี้ (กองเทคโนโลยีชีวภาพทางดิน, 2558)

ก) การปลูกพืชหมุนเวียน โดยการปลูกพืชปุ๋ยสดแล้วสับกลบ ตามด้วยการปลูกพืชหลัก เช่น การปลูกโสโนอัฟริกันเป็นปุ๋ยพืชสดแล้วสับกลบให้กับข้าวที่ปลูกตามมา

ข) การปลูกพืชแซม สามารถทำได้โดยการปลูกพืชปุ๋ยสดระหว่างแถวพืชหลัก โดยทั่วไปมักเป็นพืชไร่ ตัวอย่างเช่น การปลูกปอเทืองหรือถั่วพุ่มระหว่างแถวข้าวโพด หรือมันสำปะหลังแล้วสับกลบในช่วงเวลาที่เหมาะสม สำหรับช่วงเวลาปลูกอาจปลูกพร้อมพืชหลัก หรือปลูกหลังการปลูกพืชหลักเล็กน้อย

ค) การปลูกเป็นแถบ วิธีนี้นิยมปลูกในที่ลาดเท โดยปลูกพืชปุ๋ยสดเป็นแถบระหว่างพืชหลัก นอกจากจะเป็นการปรับปรุงดินแล้วยังมีส่วนช่วยในการอนุรักษ์ดินและน้ำ

ง) การปลูกพืชปุ๋ยสดแบบใช้พืชคลุม ซึ่งนิยมปลูกในสวนผลไม้ หรือยางพารา

3) การใช้ปุ๋ยพืชสดปรับปรุงดินเค็มเพื่อเพิ่มผลผลิตข้าว

สำหรับรายงานผลงานวิจัยการใช้ปุ๋ยพืชสดปรับปรุงดินเค็มเพื่อเพิ่มผลผลิตข้าว ในพื้นที่ดินเค็มของประเทศไทยนั้น ดำเนินงานมาเป็นระยะเวลานานแล้ว และก็มีส่วนช่วยอย่างมากในการเพิ่มผลผลิตและรายได้แก่เกษตรกร จากอดีตมาจนถึงปัจจุบันได้มีการพัฒนาการศึกษาวิจัยการใช้ปุ๋ยพืชสดปรับปรุงดินเค็มกันมาอย่างต่อเนื่องและมีระบบ รวมไปถึงการแนะนำส่งเสริมสู่เกษตรกรดังนี้

การศึกษาการใช้ปุ๋ยพืชสดเพื่อเพิ่มผลผลิตข้าวในพื้นที่ดินเค็ม ในระยะเริ่มต้นคือ ประมาณปี 2525 นั้นได้มีการนำพืชตระกูลถั่วชนิดหนึ่งที่ทนเค็ม คือ โสนคางคก (*Sesbania aculeata*) มาศึกษาอายุสับกลบที่เหมาะสมโดยเปรียบเทียบกับอายุสับกลบ 30, 45, 60 และ 75 วัน พบว่าการตอบสนองของข้าวต่อการใช้ปุ๋ยพืชสดยังไม่ชัดเจน คือ ข้าวได้ผลผลิต 589, 549, 543 และ 486 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติ อย่างไรก็ตามข้าวให้ผลผลิตสูงกว่าแปลงควบคุมซึ่งให้ผลผลิต 405 กิโลกรัมต่อไร่ (สมศรีและคณะ, 2525ข) นอกจากนี้ อรุณีและคณะ (2527) ได้ทำการศึกษาการใช้ปุ๋ยพืชสดเปรียบเทียบกับวัสดุปรับปรุงดินชนิดอื่นๆ เช่น ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก คายข้าว และแกลบ พบว่า การใช้ปุ๋ยพืชสดและวัสดุปรับปรุงดินมีแนวโน้มให้ผลผลิตข้าวเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับแปลงควบคุม จากรายงานของ สมศรีและคณะ (2534) ที่ได้นำโสนจีนแดง (*Sesbania cannabina*) มาปลูกแซมระหว่างแถวข้าวในพื้นที่ดินเค็ม ชุดดินร่อยเอ็ด พบว่าการตอบสนองของข้าวยังไม่เด่นชัด มีเพียงจำนวนต้นตอกอ จำนวนรวงตอกอ ที่เพิ่มขึ้น นอกจากนี้ยังมีปัญหาเรื่องการบดบังแสงอีกด้วย Arunin *et al.* (1994) ได้สรุปรายงานผลจากการศึกษาการใช้ปุ๋ยพืชสดชนิดต่างๆ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเพื่อเพิ่มผลผลิตข้าวในพื้นที่ดินเค็มในจังหวัดต่างๆ ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบว่าการใช้ปุ๋ยพืชสดจำพวกโสน (*Sesbania*) ส่งผลให้ข้าวได้ผลผลิตเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะการใช้โสนอัฟริกัน ส่งผลให้ข้าวได้ผลผลิตสูงกว่าการใช้ปุ๋ยพืชสดชนิดอื่นๆ

นอกจากนี้ Chanaboon *et al.* (2006) ได้ศึกษาแนวทางในการเพิ่มผลผลิตข้าวในดินเค็มที่อำเภอบรบือ จังหวัดมหาสารคาม โดยใช้ถั่วชนิดอื่นเช่น ถั่วพุ่ม ถั่วแปบ และไมยราบไร้หนาม ร่วมกับการใช้แคลเซียมซัลเฟต พบว่าการใส่แคลเซียมซัลเฟตอัตรา 300 กิโลกรัมต่อไร่ แล้วไถกลบก่อนการปลูกถั่วพุ่มส่งผลให้ข้าวได้ผลผลิตสูงกว่าการใช้ร่วมกับถั่วชนิดอื่นๆ (ถั่วพุ่ม ถั่วแปบ และไมยราบไร้หนาม) แคลเซียมซัลเฟตช่วยปรับปรุงโครงสร้างทางกายภาพเพิ่มความสามารถในการแลกเปลี่ยนธาตุอาหารพืชและช่วยลดการชะล้างการพังทลายของดิน ในขณะที่ Jongskul *et al.* (2015) กล่าวว่าจัดการดินเค็มแบบมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย เป็นแนวทางหนึ่งในการจัดการดินเค็มในประเทศไทย เพื่อจัดการความเสื่อมโทรมของดินและช่วยในเรื่องความมั่นคงทางอาหารของไทย โดยที่เกษตรกรเข้ามามีส่วนร่วมที่สำคัญ จากตัวอย่างที่ทุ่งเมืองเพี้ยอำเภอบ้านไผ่ จังหวัดขอนแก่น ซึ่งกรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ เข้ามาพัฒนาฟื้นฟูพื้นที่ดินเค็ม จากเดิมพื้นที่ส่วนใหญ่ใช้ในการปลูกข้าวแต่ก็ได้รับผลกระทบจากความเค็มของดินแนวทางการแก้ไขปัญหาเพื่อเพิ่มผลผลิตข้าว ในพื้นที่ดินเค็มน้อย-ปานกลาง ทำการปรับปรุงแปลงนาและนำเสนอส่งเสริมให้ใช้ปุ๋ยพืช

สดเพื่อเป็นการลดการใช้ปุ๋ยเคมี การสับกลบตอซัง และปลูกไม้ยืนต้นบนคันนา ส่งผลให้ข้าวได้ผลผลิตเพิ่มขึ้น เกษตรกรมีรายได้เพิ่มขึ้น มีความเป็นอยู่ที่ดีขึ้น

4) การใช้ไสน้อพริกกันเป็นปุ๋ยพืชสดเพื่อเพิ่มผลผลิตข้าวในดินเค็ม

เมื่อมีการนำไสน้อพริกกัน (*Sesbania rostrata*) (ภาพที่ 5.4) เข้ามาศึกษา พบว่าสามารถเจริญเติบโตได้จนครบวัฏจักร ในพื้นที่ดินเค็มสภาพดินไร่ (EC_e เท่ากับ 7.00 dS m^{-1}) และดินเค็มในสภาพดินนา (EC_e เท่ากับ 15.00 dS m^{-1}) (สมศรีและคณะ, 2530) ไสน้อพริกกันเป็นพืชตระกูลถั่วที่มีการเจริญเติบโตเร็ว ให้มวลชีวภาพสูง มีประสิทธิภาพในการตรึงไนโตรเจนสูงเนื่องจากมีปมที่ลำต้น (ภาพที่ 5.5) ย่อยสลายและปลดปล่อยธาตุอาหารได้ง่าย สามารถปักดำข้าวได้หลังการสับกลบได้เร็วประมาณ 7 วัน สามารถใช้เป็นปุ๋ยพืชสดสำหรับข้าวได้ดีในสภาพดินเค็ม มีรายงานจำนวนมากที่แสดงให้เห็นว่าไสน้อพริกกันเหมาะสมใช้เป็นปุ๋ยพืชสดสำหรับข้าวในสภาพดินเค็ม โดยเฉลี่ยสามารถเพิ่มผลผลิตข้าวได้ 30-35 เปอร์เซ็นต์ ดังตัวอย่างต่อไปนี้



ภาพที่ 5.4 ไสน้อพริกกัน



ภาพที่ 5.5 ปมที่ลำต้นของไสน้อพริกกัน

งานวิจัยการนำมาใช้เป็นปุ๋ยพืชสดเริ่มต้นด้วยการนำโสนอัฟริกันและโสนคางคกมาหาช่วงเวลาปลูกที่เหมาะสมในพื้นที่ดินเค็ม โดยเปรียบเทียบการปลูกก่อนการปลูกข้าว กับการปลูกหลังการเก็บเกี่ยวข้าวแล้วนำไปสับกลบให้กับข้าวที่ปลูกตามมา พบว่าการใช้โสนอัฟริกันส่งผลให้ข้าวได้ผลผลิตสูงกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับการใช้โสนคางคกคือเฉลี่ย 456 และ 356 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ และพบว่าการปลูกโสนอัฟริกันก่อนการปลูกข้าวแล้วสับกลบที่อายุ 75 วัน ให้ผลผลิตข้าวแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับการใช้โสนอัฟริกันอายุ 60 และ 45 วัน และการใช้โสนอัฟริกันที่ปลูกหลังการเก็บเกี่ยว ในขณะที่การใช้โสนคางคกจะให้ผลผลิตข้าวไม่แตกต่างกันทางสถิติทุกช่วงเวลาปลูก ดังแสดงในตารางที่ 5.1 (สมศรีและคณะ, 2532ก)

ตารางที่ 5.1 ผลของวันปลูกต่อมวลชีวภาพของโสน 2 ชนิดและผลผลิตข้าว (กิโลกรัมต่อไร่)

วันปลูก	ผลผลิตข้าว	
	โสนอัฟริกัน	โสนคางคก
1 พ.ค. (75 วัน)	528a	385a
15 พ.ค. (60 วัน)	451b	376a
1 มิ.ย. (45 วัน)	483b	349a
หลังการเก็บเกี่ยวข้าว	363c	315a
เฉลี่ย	456	356

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95

เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

ที่มา: สมศรีและคณะ (2532ก)

ในขณะเดียวกันก็ได้มีการศึกษาเปรียบเทียบผลของการใช้โสนอัฟริกันกับวัสดุปรับปรุงดินชนิดต่างๆ ได้แก่ ปุ๋ยยูเรีย (Urea) กรดฮิวมิก (Humic acid) แคลเซียมไนเตรท (Calcium nitrate) ต่อผลผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105 ในพื้นที่ดินเค็มน้อย พบว่าการใช้โสนอัฟริกันส่งผลให้ข้าวได้ผลผลิตไม่แตกต่างกับการใช้ปุ๋ยยูเรีย คือ ให้ผลผลิตเฉลี่ย 298 กิโลกรัมต่อไร่ ในขณะที่การใช้ปุ๋ยยูเรียให้ผลผลิตเฉลี่ย 306 กิโลกรัมต่อไร่ (สมศรีและคณะ, 2532ข)

เนื่องจากในพื้นที่ดินเค็มส่วนใหญ่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ดังนั้นในการปลูกพืชปุ๋ยสดอาจต้องมีการเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ให้กับดิน เพื่อส่งเสริมการเจริญเติบโตให้กับพืชปุ๋ยสด จากรายงานผลของการจัดการธาตุอาหารพืชต่อโสนอัฟริกัน และ *Aeschynomene afraaspera* โดยที่การใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมให้กับพืชปุ๋ยสด จะส่งผลให้ได้มวลชีวภาพเพิ่มขึ้น และเมื่อพิจารณาผลที่มีต่อข้าวพบว่าการใช้ปุ๋ยพืชสดทั้ง 2 ชนิดให้ผลผลิตข้าวไม่แตกต่างกันแต่มีแนวโน้มให้ผลผลิตข้าวเพิ่มขึ้น คือเพิ่มจาก 249 เป็น 275 กิโลกรัมต่อไร่ นอกจากนี้ยังพบว่าการใช้ปุ๋ยพืชสดร่วมกับปุ๋ยไนโตรเจนจะให้ผลผลิตข้าวไม่แตกต่างกับการใช้ปุ๋ยพืชสดอย่างเดียว (ไพรัช, 2536) ในการเปรียบเทียบการใช้โสนอัฟริกันและ *A. afraaspera* ที่มีอายุต่างๆ ต่อผลผลิตข้าวในพื้นที่ดินเค็มน้อย ซึ่งรายงานโดยสมศรีและคณะ (2538ก) พบว่าผลผลิตข้าวที่เพิ่มขึ้นจะแปรตาม

การเพิ่มขึ้นของมวลชีวภาพและปริมาณไนโตรเจนที่สับกลบลงไปดิน อย่างไรก็ตามในกรณีของโสนอัฟริกันที่อายุ 90 วัน ซึ่งให้มวลชีวภาพและปริมาณไนโตรเจนเป็นจำนวนมาก ส่งผลให้ผลผลิตลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับอายุ 75 วัน ดังแสดงในตารางที่ 5.2 นอกจากนี้ยังพบว่าการใช้ปุ๋ยพืชสดส่งผลให้ข้าวได้ผลผลิตสูงกว่าการใช้ปุ๋ยเคมี และแปลงควบคุมซึ่งให้ผลผลิตเฉลี่ย 258 และ 233 กิโลกรัมต่อไร่

ตารางที่ 5.2 ผลของอายุสับกลบโสนอัฟริกันและ *A. afraspera* ต่อผลผลิตข้าวในดินเค็ม (กิโลกรัมต่อไร่)

อายุสับกลบ (วัน)	โสนอัฟริกัน	<i>A. afraspera</i>
30	268	288
45	252	277
60	297	318
75	376	367
90	347	384

หมายเหตุ: ปุ๋ยเคมีอัตรา 8 กิโลกรัมต่อไร่ = 258 กิโลกรัมต่อไร่
แปลงควบคุม = 233 กิโลกรัมต่อไร่

ที่มา: สมศรีและคณะ (2538ก)

โดยทั่วไปการใช้โสนอัฟริกันจะปลูกก่อนการเตรียมดินและสับกลบ แล้วปักดำข้าว แต่ก็มีการศึกษาการใช้โสนอัฟริกันกับระบบการปลูกข้าวแบบหยอดข้าวแห้งเปรียบเทียบผลกับการปลูกแบบปักดำในพื้นที่ดินเค็มน้อย พบว่าโสนอัฟริกันสามารถนำมาใช้เป็นปุ๋ยพืชสดร่วมกับปลูกข้าวแบบหยอดข้าวแห้งได้ โดยที่โสน อัฟริกันมีการเจริญเติบโตดีให้มวลชีวภาพสูง การย่อยสลายของโสนอัฟริกันไม่มีผลกระทบต่อการงอกของข้าว สำหรับผลผลิตข้าวพบว่าข้าวได้ผลผลิตเพิ่มขึ้น และข้าวได้ผลผลิตมากกว่าวิธีการปักดำ โดยที่การใช้โสนอัฟริกันส่งผลให้ข้าวได้ผลผลิตเพิ่มขึ้น 46 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับแปลงควบคุม (ไพรัชและคณะ, 2538) ดังแสดงในตารางที่ 5.3

ต่อมา ไพรัชและคณะ (2541ข) ได้มีรายงานยืนยันผลของอายุสับกลบโสนอัฟริกันต่อผลผลิตข้าวในดินเค็ม โดยเปรียบเทียบช่วงอายุสับกลบโสนอัฟริกันให้ถี่ขึ้นแล้วเปรียบเทียบกับการใช้ปุ๋ยเคมี ซึ่งได้ผลในทำนองเดียวกันกับการศึกษาครั้งก่อน

การเปรียบเทียบผลของการใช้โสนอัฟริกัน ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก และกลบในการทดลอง 3 ปี แสดงให้เห็นว่าการใช้โสนอัฟริกันเป็นแนวทางหนึ่งในการปรับปรุงดินเค็มจัดเพื่อเพิ่มผลผลิตข้าวถึงแม้ว่าจะให้ผลผลิตข้าวต่ำกว่าการใช้ปุ๋ยคอกก็ตาม แต่ก็ เป็นวิธีการที่เกษตรกรสามารถปฏิบัติได้ง่าย (ไพรัชและคณะ, 2549) ดังแสดงในตารางที่ 5.4

ตารางที่ 5.3 ผลของการใช้ไนโตรเจนและวิธีปลูกข้าวต่อผลผลิตข้าว 2 พันธุ์ (กิโลกรัมต่อไร่)

วิธีปลูกข้าว	พันธุ์ข้าว	พืชปุ๋ยสด	
		ไนโตรเจน	แปลงควบคุม
นาดำ	กข15	487	303
	ขาวดอกมะลิ 105	436	322
	เฉลี่ย	461	312
นาหยอด	กข15	555	343
	ขาวดอกมะลิ 105	516	394
	เฉลี่ย	535	369
เฉลี่ย		490	340

ที่มา: ไพรัช และคณะ (2538)

การศึกษาผลของระบบระบายน้ำร่วมกับการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ชนิดต่างๆ ได้แก่พืชปุ๋ยสด (ไนโตรเจน) ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ และแกลบในดินที่ดินเค็ม พบว่าการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ช่วยให้ข้าวเจริญเติบโตได้ดีและให้ผลผลิตได้เช่นกัน การใส่วัสดุคลุมดินอย่างส่งผลให้ข้าวได้ผลผลิตสูงที่สุดแต่ยากต่อการปฏิบัติของเกษตรกร ดังนั้นการใช้พืชปุ๋ยสด (ไนโตรเจน) ร่วมกับวิธีเกษตรกรรมน่าจะเป็นวิธีที่เหมาะสมสำหรับเกษตรกรในการเพิ่มผลผลิตข้าวในพื้นที่ดินเค็ม (ไพรัชและคณะ, 2550ก)

เมื่อเร็วๆ นี้ กรรณกและคณะ (2557) ได้ทำการศึกษาแนวทางในการเพิ่มผลผลิตข้าวในดินเค็มในภาคตะวันออกเฉียงเหนือพบว่า การใช้ไนโตรเจนอัตรา 1000 กิโลกรัมต่อไร่ ส่งผลให้ข้าวได้ผลผลิตสูงสุด 296 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งสูงกว่าแปลงควบคุม

ตารางที่ 5.4 ผลของวัสดุปรับปรุงดินต่อผลผลิตข้าวในดินเค็มจัด (กิโลกรัมต่อไร่)

วัสดุปรับปรุงดิน	ผลผลิตข้าว		
	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3
ไนโตรเจน	74.9	198	118.4ab
ปุ๋ยคอก	70.7	217	167.5a
ปุ๋ยหมัก	33.8	188	46.0b
แกลบ	59.7	164	90.4ab

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95

เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

ที่มา: ไพรัช และคณะ (2549)

5) การเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ให้กับดิน

การปลูกพืชปุ๋ยสดในพื้นที่ที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ อาจต้องมีการเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ให้กับดิน เพื่อส่งเสริมการเจริญเติบโตให้กับพืชปุ๋ยสด เช่นเดียวกับรายงานการศึกษาการใช้สโนว์ฟริกักร่วมกับการจัดการธาตุอาหารพืชต่อผลผลิตข้าวในพื้นที่ดินเค็มและดินไม่เค็ม ซึ่งทดลองเป็นเวลา 5 ปี พบว่าการใช้สโนว์ฟริกักร่วมกับการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม อัตรา 8-8-8 กิโลกรัม N-P-K ต่อไร่ ส่งผลให้ข้าวได้ผลผลิตเพิ่มขึ้น 58 และ 10 เปอร์เซ็นต์ ในพื้นที่ดินไม่เค็มและดินเค็ม ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้สโนว์ฟริกักร้อยเดียว (สมศรีและคณะ, 2538ข) ในขณะเดียวกันก็ได้มีการศึกษาการใช้สโนว์ 4 ชนิดร่วมกับการจัดการธาตุอาหารพืชที่มีต่อผลผลิตข้าวทั้งในพื้นที่ดินเค็มและดินไม่เค็ม พบว่ามีผลตกค้างของวัสดุปรับปรุงดินและปุ๋ยเคมีที่ใส่ให้กับสโนว์ ที่มีต่อผลผลิตข้าวเฉพาะในพื้นที่ดินไม่เค็ม และพบว่าการใช้สโนว์ร่วมกับปุ๋ยไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม อัตรา 8-8-8 กิโลกรัม N-P-K ต่อไร่ ส่งผลให้ข้าวได้ผลผลิตเพิ่มขึ้น 29 และ 8 เปอร์เซ็นต์ ในพื้นที่ดินเค็มและดินไม่เค็ม โดยเฉลี่ยแล้วการใช้สโนว์ฟริกักรให้ผลผลิตสูงกว่าการใช้สโนว์ชนิดอื่นๆ (สมศรีและคณะ, 2538ค)

5.4.4 การปรับปรุงพันธุ์ข้าวทนเค็ม

1) ความสำคัญ

จากปัญหาความต้องการพืชอาหารที่เพิ่มขึ้น ทำให้ต้องหาแนวทางในการเพิ่มผลผลิตพืช ซึ่งแนวทางหนึ่งก็คือการปรับปรุงพันธุ์พืชให้ได้ผลผลิตมากขึ้น เนื่องจากการขยายพื้นที่ทำการเกษตรมีข้อจำกัด จึงมีความจำเป็นที่จะต้องเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต ซึ่งหนึ่งในแนวทางนี้คือการปรับปรุงพันธุ์ข้าวให้สามารถเจริญเติบโตและให้ผลผลิตสูงในพื้นที่ดินเค็ม เพื่อให้เพียงพอกับความต้องการ และเป็นแนวทางในการใช้ประโยชน์จากพื้นที่ดินเค็มอย่างคุ้มค่า

2) ประวัติและเทคนิคที่ใช้ในการปรับปรุงพันธุ์ข้าวทนเค็ม

สำหรับการปรับปรุงพันธุ์ข้าวทนเค็มในประเทศไทย ได้มีนักปรับปรุงพันธุ์พืชได้ทำการศึกษาค้นคว้าหาแนวทางปรับปรุงพันธุ์ข้าวดังนี้

ก) พิจิกา (2545) ได้ทำการศึกษาการคัดเลือกข้าวเพื่อให้ทนเค็มโดยวิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพบว่าข้าวพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 สามารถเกิดแคลลัสได้ดีกว่าข้าวพันธุ์อื่นๆ ในอาหารสูตรชักนำแคลลัสทุกสูตร ทั้งในสภาพการเพาะเลี้ยงที่มีแสงและไม่มีการให้แสง และแคลลัสที่ได้ก็มีขนาดใหญ่ ซึ่งสังเกตได้จากค่าเฉลี่ยของพันธุ์โดยที่สูตรอาหารที่สามารถชักนำ ให้ข้าวส่วนใหญ่เกิดแคลลัสได้ดีที่สุด คือสูตร MS + 2,4-D 1 mg/l + NAA 1 mg/l + kinetin 0.1 mg/l + sucrose 3% (1D1N) และสภาพการเพาะเลี้ยงที่สามารถชักนำ ให้ข้าวเกิดแคลลัสมากที่สุด คือสภาพการเพาะเลี้ยงให้ได้รับแสง 16 ชั่วโมง มีด 8 ชั่วโมง สามารถชักนำต้นจากแคลลัสของข้าวพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 ที่ระดับเกลือ 0, 0.5 และ 1.0 เปอร์เซ็นต์ได้ต้นข้าวที่ชักนำได้จากแคลลัสทนเค็ม 0.5 และ 1.0 เปอร์เซ็นต์ สามารถเจริญเติบโตและให้ผลผลิตได้

ข) ศูนย์วิจัยข้าวในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ได้วางแผนการพัฒนาพันธุ์ข้าวข้าวดอกมะลิ 105 ให้ทนต่อดินเค็ม เพื่อใช้เพาะปลูกในสภาพดินเค็มของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยร่วมดำเนินงานกับมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม ในการคัดพันธุ์/สายพันธุ์ข้าวพันธุ์ผสมโดยใช้โมเลกุลเครื่องหมายคัดเลือกลักษณะทนเค็ม ลักษณะของความหอม และลักษณะของความเหนียวนุ่ม เพื่อให้ได้พันธุ์ข้าวทนเค็มพันธุ์ใหม่ที่ยังคงลักษณะเด่น ของพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 ไว้ (Suriyaarunroj, 2005)

ค) จิรพรรณ (2551) ได้มีการปรับปรุงข้าวพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105 โดยการชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์ด้วยรังสีแกมมา ทำให้ข้าวสามารถทนเค็มได้มากขึ้น ในขณะที่ ธนพรและคณะ (2554) ได้ดำเนินการต่อโดยการคัดเลือกข้าวขาวดอกมะลิ 105 สายพันธุ์กลายทนเค็มและไม่ไวต่อช่วงแสง แล้วนำมาเปรียบเทียบกับสายพันธุ์เดิมโดยสกัดดีเอ็นเอ (DNA) ด้วยเทคนิค AFLP เพื่อวิเคราะห์พันธุกรรมพบว่า มีแถบเหมือนกับข้าวขาวดอกมะลิ 105 ถึง 88.33 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งการนำข้าวสายพันธุ์ที่กลายพันธุ์มาแล้วมาคัดเลือกอย่างต่อเนื่องก็จะช่วยให้ได้พันธุ์ข้าวที่ใช้ประโยชน์ได้มากขึ้น เป็นผลดีกับเกษตรกรที่จะได้ผลผลิตเพิ่มมากขึ้น

3) การเพิ่มความสามารถในการทนเค็มของข้าว

ได้มีนักวิชาการพยายามเพิ่มความสามารถในการทนเค็มของข้าว เช่น Sripinyowanich *et al.* (2013) ได้คิดหาแนวทางที่ทำให้ข้าวมีความสามารถในการทนเค็มมากขึ้น โดยการใส่ Absciscic acid (ABA) ในระหว่างที่ข้าวอยู่ในสภาพความเครียดจากความเค็ม พบว่าส่งผลให้ข้าวทนเค็มทั้งในพันธุ์ข้าวที่ทนเค็มและไม่ทนเค็ม ทำให้อัตราการอยู่รอดเพิ่มขึ้นประมาณ 20 เปอร์เซ็นต์ และมีการสะสมโพรลีน (Proline) ได้ง่ายขึ้น จึงส่งผลให้ข้าวทนเค็ม ในขณะที่ Chunthaburee *et al.* (2015) คิดหาแนวทางให้ข้าวทนเค็มมากขึ้น โดยการใช้สาร Spermidine (Spd) เป็นหัวเชื้อและฉีดพ่นที่ข้าว โดยทดสอบทั้งพันธุ์ทนเค็มและไม่ทนเค็มพบว่า กล้าข้าวที่ฉีดพ่นด้วย Spd มีค่า Na^+/K^+ ratio ลดลง คือ ดูดโซเดียมขึ้นไปน้อยลง ทนเค็มได้มากขึ้น และการฉีดพ่นในระยะตั้งท้อง มีผลในการเพิ่มผลผลิตข้าว

จากผลการศึกษาที่ผ่านมา จะเห็นได้ว่ามีความเป็นไปได้ในการใช้พื้นที่ดินที่มีปัญหาอย่างพื้นที่ดินเค็มมาใช้ประโยชน์ในการผลิตพืชอาหาร โดยเฉพาะอย่างยิ่งใช้ในการปลูกข้าว ซึ่งเป็นพืชอาหารหลักของคนไทย แต่จะต้องมีการจัดการที่ดีและเหมาะสม ทั้งการจัดการเรื่องความอุดมสมบูรณ์ของดิน ซึ่งกรมพัฒนาที่ดินได้แนะนำให้ใช้ปุ๋ยอินทรีย์เป็นหลัก ร่วมกับการใช้ปุ๋ยพืชสด โดยเฉพาะอย่างยิ่งสับฟักในการเตรียมดิน การพันธุ์ข้าว เช่นข้าวขาวดอกมะลิ 105 การใช้อายุกล้าแก่กว่าปกติ การปักดำที่ถี่ขึ้น การเพิ่มจำนวนต้นในการปักดำ และการดูแลรักษาระหว่างปลูกข้าวและหลังการเก็บเกี่ยวข้าว ซึ่งการดำเนินการดังกล่าวส่งผลให้ข้าวได้ผลผลิตเพิ่มขึ้น ดังนั้นจึงเป็นแนวทางในการรับมือกับความต้องการทางอาหารของไทยที่เพิ่มขึ้น

นอกจากจะมีการจัดการที่ดีแล้ว นักวิจัยด้านปรับปรุงพันธุ์ข้าวได้พยายามหาแนวทางในการทำให้ข้าวทนเค็มได้มากขึ้น ทั้งการใช้สารเคมีต่างๆ การชักนำให้กลายพันธุ์ที่ทนเค็ม และการผสมพันธุ์ด้วยเทคนิคต่างๆ ซึ่งก็ได้ผลในระดับหนึ่ง และได้มีการพัฒนาต่อไป เพื่อให้ได้พันธุ์ข้าวที่ทนเค็มมากขึ้น ได้ผลผลิตเพิ่มขึ้น เพื่อเป็นการใช้ประโยชน์จากพื้นที่ดินเค็มในการรับมือกับความต้องการอาหารที่เพิ่มมากขึ้นของประเทศไทย

5.5 ตัวอย่างของความสำเร็จ

จากแนวทางในการจัดการปัญหาดินเค็มเพื่อเพิ่มผลผลิตข้าวที่กล่าวมาแล้วนั้น มีชาวนาที่นำเทคโนโลยีเรื่องการปลูกข้าวในดินเค็มของกรมพัฒนาที่ดิน และดำเนินการตามปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงจนประสบผลสำเร็จมีมากมาย ขอยกตัวอย่างเพื่อเป็นกรณีศึกษา 2 ราย ซึ่งแต่ละรายมีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

5.5.1 นางระเบียบ สาละ

นางระเบียบ เป็นเกษตรกรที่ปลูกข้าวในพื้นที่ดินเค็มภาคตะวันออกเฉียงเหนือ อยู่บ้านเลขที่ 6 หมู่ 3 บ้านหนองนาว่า ตำบลหัวหนอง อำเภอบ้านไผ่ จังหวัดขอนแก่น นางระเบียบ มีพื้นที่ที่มีปัญหาดินเค็มประมาณ 25 ไร่ ได้เริ่มปรับปรุงดินเค็มตั้งแต่ปี พ.ศ. 2533 ประเด็นสำคัญคือ มีความเชื่อมั่นว่าต้องปรับปรุงได้แต่ต้องใช้

เวลา มีความมานะ อดทน ในการทำการเกษตร เขาได้นำประสบการณ์เศรษฐกิจพอเพียงมาเป็นแนวทางในการทำนาตั้งแต่เริ่มปลูก จนกระทั่งการจำหน่ายผลผลิต แนวทางการทำนาในพื้นที่ดินเค็มมีดังนี้

1) การเตรียมพื้นที่ การปรับปรุงดินในช่วงแรกจะไถกลบเศษซากพืชทุกอย่าง วัสดุเหลือใช้ภาคเกษตร ก้อนเห็ดเหมา เนื่องจากที่นี่ทำฟาร์มเห็ดด้วย

2) การปลูกโสนอัฟริกันเป็นปุ๋ยพืชสด การไถกลบตอซัง มีการปลูกกระถินออสเตรเลีย (*Acacia ampliceps*) บนคันนา เพื่อให้ใบที่ร่วงหล่นเป็นปุ๋ยอินทรีย์

3) การใช้พันธุ์ข้าวทนเค็มได้แก่ ข้าวดอกมะลิ 105 และ กข6

4) วิธีการปลูก ใช้วิธีปักดำ ซึ่งการใช้กล้าข้าวจะแข็งแรง ทนเค็มมากกว่าการหว่านด้วยเมล็ด

5) การดูแลรักษา อาศัยน้ำฝนเป็นหลัก การใช้ปุ๋ยเคมี ในอดีตใช้ปุ๋ยเคมีประมาณ 12 กระสอบ แต่ในปัจจุบันลดเหลือ 2 กระสอบ ในพื้นที่ 25 ไร่นี้ มีการฉีดพ่นน้ำหมักชีวภาพที่ผลิตจากสารเร่งซูเปอร์ พด.2

6) การเก็บเกี่ยว ใช้แรงงานคนเก็บเกี่ยว ทำให้เมล็ดข้าวเสียหายน้อย และมีคุณภาพดี แต่มีปัญหาเรื่องค่าแรงแพง นวดข้าวเองและมีการเก็บพันธุ์ไว้เป็นเมล็ดพันธุ์ในปีต่อไป

สำหรับผลผลิตที่เคยได้รับในพื้นที่ 25 ไร่ เป็นดังนี้

ปี 2533 ได้ผลผลิต 10 กระสอบ

ปี 2547 ได้ผลผลิตเพิ่มเป็น 340 กระสอบ

ปี 2548 ได้ผลผลิตเพิ่มเป็น 420 กระสอบ

ปี 2559 ได้ผลผลิตเพิ่มเป็น 450 กระสอบ

7) การตลาด เกษตรกรจะขายเอง ขายเป็นข้าวเปลือกส่วนหนึ่ง อีกส่วนหนึ่งจะมีการรวมกลุ่มกันทำเป็นข้าวกล้องขายเพื่อเพิ่มมูลค่า

ปัจจุบันกลุ่มเกษตรกรในพื้นที่ดินเค็มนี้ได้ปลูกข้าวพันธุ์ใหม่เพิ่มขึ้น ได้แก่ ทับทิมชุมแพ ข้าวไรซ์เบอร์รี่ ข้าวหอมนิล และข้าวลิ้มผิว



ภาพที่ 5.6 นางระเปียบ สาละ และแปลงข้าวขาวดอกมะลิ 105

5.2.2 นายโกล อ่อนสด

นายโกล เป็นหมอดินอาสา เป็นเกษตรกรปลูกข้าวที่มีปัญหาเรื่องดินเค็ม ประเภทดินเค็มภาคกลาง อยู่บ้านเลขที่ 134 หมู่ 7 ตำบลห้วยขวาง อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม มีพื้นที่ ประมาณ 9 ไร่

เดิมเป็นพื้นที่ดินเค็ม ไม่สามารถปลูกพืชได้ นายโกมล ได้ทำการปรับปรุงพื้นที่จนกระทั่งสามารถปลูกข้าวได้ นายโกมล เป็นเกษตรกรอีกคนที่ได้น้อมนำปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงมาเป็นแนวทางในการทำนาตั้งแต่เริ่มปลูก จนกระทั่งการจำหน่ายผลผลิต เขาเป็นเกษตรกรที่ทำงานด้วยความมีเหตุผล ศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม แนวทางปฏิบัติทำดังนี้

- 1) การเตรียมดิน ในระยะแรกๆ จะใส่เศษซากพืชทุกอย่างที่มี แล้วหมักไว้ แล้วทำเทือก เตรียมปักดำ ต่อมาเมื่อมีการปลูกข้าวได้ผลก็จะไถกลบตอซัง ปลูกปอเทืองเป็นปุ๋ยพืชสด มีการใช้น้ำหมักต่างๆ
- 2) พันธุ์ข้าวที่ใช้คือ ข้าวหอมปทุม
- 3) การปลูกใช้วิธีปักดำ โดยให้เหตุผลว่าข้าวจะทนเค็มได้ดี มีอัตราการรอดตายมากกว่าวิธีหว่าน
- 4) การดูแลรักษา หลังการปักดำเสร็จ จะปล่อยข้าวทิ้งไว้ตามธรรมชาติ เพียงแต่ดูแลน้ำให้อยู่ในระดับที่เหมาะสม จนกระทั่งเก็บเกี่ยวผลผลิต ผลผลิตได้ประมาณ 500 กิโลกรัมต่อไร่
- 5) ด้านการตลาด จะนำข้าวเปลือกมาสีเป็นข้าวกล้องแล้วขายเองที่บ้าน และออกงานแสดงสินค้าเกษตรต่างๆ ราคา 40 บาทต่อกิโลกรัม



ภาพที่ 5.7 นายโกมล อ่อนสด และแปลงข้าวหอมปทุม

จากตัวอย่างเกษตรกรที่ประสบผลสำเร็จทั้ง 2 ราย จะเห็นได้ว่าแต่ละคนมีแนวทางเป็นของตนเองในการดำเนินชีวิต ขึ้นกับสภาพแวดล้อมของตัวเอง เศรษฐกิจที่ตัวเองมี ความเชื่อของตน มีใจรักที่จะทำให้ประสบผลสำเร็จ และได้มีการน้อมนำปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงมาใช้ในการดำเนินชีวิต

บทที่ 6

การจัดการดินเค็มเพื่อเพิ่มผลผลิตพืชไร่ พืชผักและพืชอาหารสัตว์

6.1 บทนำ

การจัดการแก้ปัญหาดินเค็มจะต้องพิจารณาดำเนินการร่วมกัน ทั้งด้านการฟื้นฟูแก้ไข การปรับปรุงดินเค็มมาใช้ประโยชน์เพื่อการเกษตร และการป้องกันการแพร่กระจายดินเค็ม การฟื้นฟูดินเค็มต้องพิจารณาถึงสาเหตุและลักษณะปัญหาที่เกิดขึ้นในแต่ละพื้นที่ แล้วจึงดำเนินการที่เหมาะสม สำหรับบทนี้เป็นกรรวบรวบความรู้และประสบการณ์งานวิจัยการจัดการดินเค็ม รวมทั้งการฟื้นฟูดินเค็มในพื้นที่ของเกษตรกรเพื่อการผลิตพืชไร่ พืชผัก และพืชอาหารสัตว์ รวมถึงตัวอย่างของความสำเร็จจากแนวทางในการจัดการปัญหาดินเค็มเพื่อเพิ่มผลผลิตพืชไร่ พืชผัก และพืชอาหารสัตว์เป็นกรณีศึกษา 2 ราย ซึ่งทั้ง 2 รายนี้ได้ดำเนินการตามปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงจนประสบผลสำเร็จ เพื่อเผยแพร่แก่ผู้สนใจทั่วไปทั้ง ผู้บริหาร นักวิชาการ นักศึกษา เจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงานภาคสนาม และเกษตรกรต่อไป

นอกจากข้าวแล้วพืชไร่ พืชผัก และพืชอาหารสัตว์ ก็มีส่วนสำคัญต่อความต้องการอาหารของมนุษย์ ซึ่งจะต้องมีการจัดการทั้งดิน น้ำ และพืชที่ดี ในการผลิตพืชเหล่านี้จะต้องมีการจัดการที่มีความพิเศษที่แตกต่างจากการผลิตพืชในดินปกติ ซึ่งสามารถปฏิบัติได้ดังนี้

6.2 การปรับปรุงพื้นที่ดินเค็มน้อยถึงเค็มปานกลางเพื่อเพิ่มผลผลิตพืช

ในพื้นที่ดินเค็มน้อยและดินเค็มปานกลาง สมบัติกายภาพและทางเคมีของดินเค็มไม่ดี อนุภาคดินฟุ้งกระจายง่าย ดินเนื้อหยาบ ธาตุอาหารและอินทรีย์วัตถุในดินถูกชะล้างออกไปได้ง่าย ดินแน่นทึบ เกิดชั้นดาน รากพืชชอนไชได้ยาก จะต้องใช้เทคนิคการปรับปรุงบำรุงดิน เพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดิน การใช้พันธุ์พืชทนเค็ม การเกษตรกรรมที่เหมาะสมกับพื้นที่ พื้นที่ดินเค็มน้อยและปานกลางมักอยู่ในที่ลุ่ม ช่วงแล้งพบคราบเกลือเป็นหย่อมๆ บนผิวดิน น้ำท่วมขังในฤดูฝน ส่วนใหญ่มีการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อทำนา

ในพื้นที่ดินเค็มน้อยและเค็มปานกลางที่น้ำไม่ท่วม หรือหลังเก็บเกี่ยวข้าวและมีน้ำพอเพียง สามารถปรับปรุงบำรุงดินปลูกพืชเศรษฐกิจทนเค็มได้โดย

- 1) ปรับปรุงดินบำรุงด้วยอินทรีย์วัตถุ คือ แกลบ ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยพืชสด ยิบซัมในกรณีที่เป็นดินโซดิก หรือดินเค็มโซดิก โดยหว่านและคลุกพรวนพร้อมการไถเตรียมดิน ให้น้ำฝนชะล้างเกลือลึกลงไปตามความลึกของชั้นดิน

- 2) เลือกปลูกพืชทนเค็มที่เหมาะสม พืชที่เหมาะสมกับระดับความเค็มต่างๆ แสดงในตารางที่ 4.3 ซึ่งมีพืชอาหารหลายชนิดที่ขึ้นได้ในพื้นที่ดินเค็มระดับต่างๆ ในประเทศไทย เช่น หน่อไม้ฝรั่ง มะเขือเทศ กุยช่าย แดงแคนตาลูป บรอกโคลี คื่นช่าย

- 3) ให้น้ำระบบน้ำหยด จะช่วยควบคุมความชื้นดิน ความเค็มดิน และประหยัดน้ำได้ดี

- 4) คลุมดินหลังปลูกเพื่อรักษาความชื้นและป้องกันการสะสมของเกลือที่ผิวดิน

สำหรับวิธีการปลูกพืชในดินเค็ม ตำแหน่งของการปลูกมีความสำคัญต่อความอยู่รอดของพืช ควรปลูกพืชในตำแหน่งที่เสี่ยงการสะสมของเกลือ เช่น พืชไร่ที่มีการเตรียมแปลงปลูกแบบยกทรง เกลือจะเคลื่อนที่ไป

สะสมในบริเวณสั้นร่อง ควรปลูกบริเวณริมร่องทั้งสองข้าง ซึ่งดินจะมีความเค็มน้อย จากแนวทางการจัดการดิน ที่กล่าวมาข้างต้นสามารถนำไปปรับใช้ให้เหมาะสมกับพืชชนิดต่างๆ ได้

6.3 แนวทางการจัดการดินเค็มเพื่อเพิ่มผลผลิตพืช

สำหรับพืชอาหารที่นอกเหนือจากข้าวแล้วก็มีพวกพืชไร่ พืชผักบางชนิดที่ขึ้นได้ในดินเค็ม ภายใต้ การปรับปรุงดินด้วยปุ๋ยอินทรีย์ เช่น อ้อย หน่อไม้ฝรั่ง ข้าวโพด บร็อคโคลี่ มะเขือเทศ กะหล่ำปลี เผือกหอม มันเทศ นอกจากนี้การจัดการดิน การปรับปรุงคุณสมบัติด้านกายภาพและความอุดมสมบูรณ์ของดิน สามารถทำได้โดยการใช้วัสดุอินทรีย์คลุมดิน เช่น ฟางข้าว เศษซากพืช แกลบ ซึ่งการใช้แกลบปรับปรุงดิน ส่งผลให้ดิน โปร่งร่วนซุย ค่าความหนาแน่นของดินลดลงทำให้ง่ายต่อการเพาะปลูกและช่วยลดระดับความเค็มของดินโดย ทางอ้อม ซึ่งได้มีนักวิจัยได้ทำการศึกษาหาแนวทางในการเพิ่มผลผลิตเมื่อนำมาปลูกในพื้นที่ดินเค็มทั้งดินเค็ม บกและดินเค็มชายทะเล จากงานวิจัยของกลุ่มวิจัยและพัฒนาการจัดการดินเค็ม และจากต่างประเทศ พอสรุป ได้ดังนี้

6.3.1 แนวทางการเพิ่มผลผลิตพืชไร่

สำหรับตัวอย่างการศึกษาการเพิ่มผลผลิตของพืชไร่ สมศรีและคณะ (2532ค) ได้ทำการศึกษาในถัง Lysimeter โดยการล้างดินเพื่อปลูกฝ้ายและข้าวสาลี พบว่าการล้างดิน ส่งผลให้ผลผลิตของพืช 2 ชนิดนี้ เพิ่มขึ้น และเมื่อล้างดินในปริมาณมากขึ้น ผลผลิตมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เนื่องจากความเค็มของดินลดลง ซึ่ง ผลผลิตพืชขึ้นกับทั้งค่าความเค็มของดิน และความเค็มของน้ำที่ใช้ล้างดิน

สำหรับพืชอาหารที่เป็นพืชไร่ที่ขึ้นได้ในดินเค็มคืออ้อย จากรายงานของ Maas and Grieve (1990) พบว่าผลผลิตอ้อยจะลดลงจนถึง 50 เปอร์เซ็นต์ เมื่อระดับค่าการนำไฟฟ้าเท่ากับ 10.4 dS m^{-1} อ้อยเป็นพืชที่ ต้องการน้ำมาก ต้องการโพแทสเซียม และซิลิกอนในปริมาณมากโดยที่ Shanoon (1997) ได้จำแนกว่าอ้อย เป็นพืชทนเค็มได้ระดับปานกลาง ซึ่งไพรัชและคณะ (2550ข) ได้ทำการศึกษาผลของวัสดุปรับปรุงดินต่อ ผลผลิตอ้อยในดินเค็มภาคกลาง ที่มีค่าการนำไฟฟ้า (EC_e) เท่ากับ 8.81 dS m^{-1} พบว่าการใช้วัสดุปรับปรุงดิน ส่งผลให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์เพิ่มขึ้น คืออินทรีย์วัตถุในดิน ปริมาณฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมที่เป็น ประโยชน์เพิ่มขึ้น และทำให้ค่าการนำไฟฟ้าของดินลดลง การใช้วัสดุปรับปรุงดินส่งผลให้อ้อยมีการเจริญเติบโต และให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น โดยที่การใช้ปุ๋ยคอกส่งผลให้อ้อยในปีสุดท้ายมีผลผลิตสูงสุดคือ 14,086 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งสูงกว่าการใช้ปุ๋ยหมัก แปลงควบคุม และการใช้ใส่อัฟริกัน

ข้าวสาลี Bread wheat (*Triticum aestivum* cv. Izmir-85) เป็นอาหารหลักของคนในโลกทนเค็ม มากกว่า Durum wheat (*Triticum durum* cv. Gediz-75) เป็นข้าวสาลีที่สำคัญอันดับสอง แม้ว่าข้าวสาลีจะ ได้ชื่อเป็นธัญพืชที่ทนเค็มได้มากที่สุด แต่เมื่อมีการใส่โซเดียมคลอไรด์ลงไปในช่วงปลูกจะส่งผลให้ปริมาณ โซเดียมในรากและใบของข้าวสาลีเพิ่มขึ้น และพบว่าแนวทางหนึ่งในการเพิ่มผลผลิตข้าวสาลีในพื้นที่ดินเค็มคือ การใส่ซิลิกอนส่งผลให้ความเข้มข้นของโซเดียมในใบและรากลดลง ในขณะที่ความเข้มข้นของโพแทสเซียมและ แคลเซียมเพิ่มขึ้น (Tuna et al., 2008) ซึ่งเป็น

ในขณะที่ Matichenkov and Bocharnikova (2004) ได้ศึกษาการใช้ซิลิกอน (Si) ในข้าวบาร์เลย์ที่ ปลูกในพื้นที่ดินเค็ม พบว่าส่งผลทำให้ดินเค็มมีสมบัติทั้งด้านความสามารถในการอุ้มน้ำ และองค์ประกอบทาง เคมีที่เหมาะสมกับการปลูกพืช พืชต้านทานต่อการขาดน้ำและความเครียดจากความเค็มพืชเพิ่มความสามารถ

ในการทนพิษของความเค็ม การใช้ซิลิโคนช่วยลดการใช้น้ำประมาณ 20-30 เปอร์เซ็นต์และไม่มีผลต่อผลผลิตพืช

6.3.2 แนวทางการเพิ่มผลผลิตพืชผัก

จากการรวบรวมผลการศึกษาทั้งในพื้นที่ดินเค็มบก ดินเค็มชายทะเล และดินเค็มภาคกลาง พอสรุปได้ดังนี้

การศึกษาลดตอบสนองของผลผลิตบร็อคโคลี่ ในพื้นที่ดินภาคกลาง พบว่าการใช้ไฮโดรเจลเป็นพืชปุ๋ยสด อัตรา 5 และ 10 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ผลผลิตบร็อคโคลี่ 1,266 กิโลกรัมต่อไร่ และ 1,330 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ มากกว่าการใช้ปุ๋ยคอก ถั่วพุ่ม แปลงปลูกที่ไม่ใช้พืชปุ๋ยสด โดยที่ใช้ไฮโดรเจลอัตรา 10 กิโลกรัมต่อไร่ เป็นพืชปุ๋ยสดให้ผลตอบแทนสูงสุดคือ 7,101 บาทต่อไร่ (พรณีและคณะ, 2539) ในขณะที่ไพรัชและคณะ (2544) ทำการศึกษาอิทธิพลของการปลูก การคลุมดินและอายุกล้าต่อผลผลิตของบร็อคโคลี่ในพื้นที่ดินภาคกลาง เช่นกันซึ่งเป็นดินเค็มน้อยที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ค่าการนำไฟฟ้าของดิน (EC_e) เฉลี่ย 4.42 dS m^{-1} พบว่าภายใต้การจัดการน้ำที่ดี การปลูกโดยการยกร่องแล้วคลุมด้วยพลาสติกสีดำและใช้กล้าอายุปกติ (25 วัน) ให้ผลผลิตสูงสุด

การศึกษากการปรับปรุงดินเพื่อปลูกหน่อไม้ฝรั่ง ซึ่งเป็นพืชผักที่ทนเค็มได้ในระดับเค็มมากได้ ทำการศึกษาทั้งในดินเค็มภาคกลางและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยพรณีและคณะ (2540) ศึกษาการปรับปรุงดินเค็มภาคกลางเพื่อปลูกหน่อไม้ฝรั่ง พบว่าการใช้วัสดุปรับปรุงดินอัตรา 12 ตันต่อไร่ ให้ผลผลิตน้ำหนักรากสดสูงสุดคือ 567 กิโลกรัมต่อไร่ การใช้แกลบให้ผลผลิตน้ำหนักรากสดหน่อไม้ฝรั่งทุกเกรดสูง ความแตกต่างจากการใช้วัสดุปรับปรุงดินชนิดอื่น แกลบอัตรา 12 ตันต่อไร่ ให้ผลผลิตเกรด A สูงที่สุด 378 กิโลกรัมต่อไร่ และพบว่าการใช้วัสดุปรับปรุงดินทำให้ค่าความเค็มดินลดลง ในขณะที่ ไพรัชและคณะ (2545) ศึกษาอัตราในการใส่ปุ๋ยให้กับหน่อไม้ฝรั่งในดินเค็มภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งพื้นที่ดังกล่าวเป็นพื้นที่ดินเค็มน้อยที่มีความสมบูรณ์ต่ำ พบว่า หน่อไม้ฝรั่งสามารถเจริญเติบโตจนกระทั่งให้ผลผลิตในพื้นที่ดินเค็ม อย่างไรก็ตามผลผลิตอยู่ในระดับต่ำ เป็นหน่อเกรด C ปริมาณมาก อัตราการใช้ปุ๋ย (ปุ๋ยสูตร 15-15-15) ที่เหมาะสมขึ้นกับช่วงระยะเวลาในการใส่ปุ๋ย คือ ยิ่งช่วงเวลาในการใส่ปุ๋ยนานขึ้น อัตราปุ๋ยที่ทำให้ได้ผลผลิตสูงขึ้น ก็จะเพิ่มขึ้นด้วย

มะเขือเทศเป็นพืชอาหารอีกชนิดที่ทนเค็มได้ระดับเค็มปานกลาง จากการศึกษาแนวทางในการปลูกมะเขือเทศในพื้นที่ดินเค็มชายทะเล พบว่าการใช้ปุ๋ยคอกร่วมกับปุ๋ยมาร์ล ซีเมนต์แกลบร่วมกับยิปซัม และปุ๋ยคอกร่วมกับยิปซัมทำให้คุณสมบัติของดินทั้งด้านเคมีและกายภาพดีขึ้น ทำให้ได้ผลผลิตสูงสุด 792-819 กก.ต่อไร่ (สุนทรและคณะ, 2524) และมะเขือเทศเป็นพืชผักที่มีความต้องการบริโภคสูงมากในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ได้มีการศึกษาการใช้วัสดุปรับปรุงบำรุงดิน เพื่อปลูกมะเขือเทศในดินเค็มจัดในระบบโพลเดอร์ (Polder system) พบว่ามะเขือเทศสามารถเจริญเติบโตได้ในพื้นที่ดินเค็มจัด เมื่อมีการจัดการที่ดี โดยเฉพาะอย่างยิ่งการคลุมดินด้วยแกลบ และให้ผลผลิตสูงกว่าการไม่คลุมดินอย่างมีนัยสำคัญ การใช้แอมโมเนียมลอรเทซัลเฟต (ALS) ซึ่งเป็นสารจับผิวฤทธิ์อ่อนที่มีประจุลบใช้เพื่อแก้ปัญหาการอัดแน่นของดินและการเคลื่อนที่แทรกซึมและซาบซึมลงของน้ำในดิน ร่วมกับการใช้ไฮโดรเจล ให้ผลผลิตสูงสุด คือ 919 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งมากกว่าแปลงควบคุมและการใช้ ALS ร่วมกับปุ๋ยคอกอย่างมีนัยสำคัญ (ไพรัชและคณะ, 2542)

กะหล่ำปลีก็เป็นอีกพืชหนึ่งที่คนบริโภคกันมาก จากการศึกษาการปลูกกะหล่ำปลีในดินเค็มชายทะเล ชุตดินสมุทรปรกการ พบว่าการใส่ปุ๋ยคอกมูลวัว 8 ตันต่อไร่ ครั้งเดียวปลูกกะหล่ำปลี (3 ปี) ให้ผลผลิต 4,000 กิโลกรัมต่อไร่ สูงกว่าการใส่แกลบซึ่งให้ผลผลิต 3267 กิโลกรัมต่อไร่ ในขณะที่ไม่ใช้วัสดุปรับปรุงดิน 2,792 กิโลกรัมต่อไร่ (วิโรจน์ และคณะ, 2530) ในขณะที่ไพรัชและคณะ (2541ก) ได้ทำการศึกษาค้นคว้าของการใช้น้ำเค็มต่อการเจริญเติบโตของปูเล่ (Longlife cabbage) โดยปลูกปูเล่แล้วใช้น้ำเค็ม 3 ระดับ คือ 1.23, 2.24 และ 3.31 dS m⁻¹ เปรียบเทียบกับการใช้น้ำจืด 0.26 dS m⁻¹ พบว่าการเจริญเติบโตของปูเล่ทางด้านความสูง เส้นผ่านศูนย์กลาง จำนวนใบ ความกว้างและความยาวใบ ลดลงเมื่อความเค็มของน้ำที่ใช้เพิ่มขึ้น เช่นเดียวกับ น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งก็ลดลงเช่นกัน และเมื่อระดับความเค็มเพิ่มขึ้น โซเดียมจะแก่งแย่งและเข้าไปแทนที่ธาตุอาหารอื่นๆ ได้ในสัดส่วนที่เพิ่มขึ้น ซึ่งไปมีผลต่อการเจริญเติบโตและแสดงอาการใบไหม้ที่ระดับความเค็มของน้ำที่วิกฤต 2.24 dS m⁻¹ ในขณะที่ ช้องชัยและयरรรรงค์ (2553) ศึกษาผลของชนิดน้ำหมักชีวภาพต่อการเจริญเติบโตของคะน้าพบว่า การใช้น้ำหมักชีวภาพที่ทำจากขยะอินทรีย์ และทำการรดทุก 4 วัน ส่งผลให้คะน้ามีความสูงและจำนวนใบมากกว่าการใช้น้ำหมักที่ผลิตจากแบคทีเรียกลุ่มผลิตกรดแลคติก หอยเชอรี่ และน้ำหมักสูตรผสม และไม่พบอิทธิพลร่วมกันระหว่างประเภทของน้ำหมักกับช่วงเวลาต่อจำนวนแบคทีเรียชอบเค็ม จะเห็นได้ว่าการใช้น้ำหมักชีวภาพเป็นแนวทางหนึ่งในการเพิ่มการเจริญเติบโตของคะน้าในพื้นที่ดินเค็ม

6.3.3 แนวทางการเพิ่มผลผลิตพืชอาหารสัตว์

หญ้าที่ทนเค็มและหญ้ากินนีทนเค็ม ได้รับการพัฒนาขึ้นมาโดยโครงการถ่ายทอดเทคโนโลยีหญ้าทนเค็ม เกษตรกรนำมาปลูกบนพื้นที่ดินเค็มที่น้ำไม่ท่วมขังได้ อายุในการตัดแต่ละรอบในช่วงฤดูฝน ควรจะประมาณ 60-70 วันหรือมากกว่า ฤดูแล้งไม่ควรตัดหญ้าเพราะการตัดแต่ละครั้งจะทำให้สูญเสียรากบางส่วน ทำให้หญ้ามียาตายได้ การตัดแต่ละครั้ง ควรให้เหลือตออย่างน้อย 30-40 เซนติเมตร เพราะการตัดต่ำ เช่นในสภาพดินปกติ จะมีผลกระทบต่อบรรยากาศ และอาจจะทำให้หญ้าตายได้ สามารถปล่อยสัตว์เข้าแทะเล็มหญ้าที่ปลูกอยู่ในบริเวณดินเค็มได้ แต่ต้องระมัดระวังไม่ให้สัตว์แทะเล็มมากเกินไป โดยต้องเหลือตอไว้อย่างน้อย 30-40 เซนติเมตร ขึ้นไป ข้อดีของการปล่อยสัตว์เข้าแทะเล็มคือ สัตว์ถ่ายมูลและปัสสาวะลงในแปลงหญ้า ช่วยเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ให้กับดินได้

ในพื้นที่ดินเค็มจัดที่ไม่สามารถปลูกพืชเศรษฐกิจได้ ก็สามารถนำพันธุ์พืชที่สามารถขึ้นได้ในพื้นที่ดินเค็มจัด ที่สามารถเจริญเติบโตได้ดีในสภาพที่มีความเค็มสูงๆ ซึ่งเรียกว่าพืชชอบเกลือ (halophytes) พืชที่แนะนำคือหญ้า *Sporobolus virginicus* ทั้งชนิดใบหยาบ (Dixie) และใบละเอียด (Smyrna) อย่างไรก็ตามจะมีพืชชอบเกลืออีกหลายชนิดที่สามารถนำมาใช้เป็นอาหาร น้ำมัน เชื้อเพลิง ผลิตภัณฑ์ และรักษาสิ่งแวดล้อม สำหรับชนิดพืชที่ใช้เป็นอาหาร เช่น *Aster tripolium* และ *Salicornia bigelovii* บางชนิดเมล็ดให้น้ำมัน เช่น *Suaeda fruticosa*, *Kochia scoparia* เป็นต้น ในขณะที่ *Diplotaxis tenuifolia* ใช้เป็นผักสลัด และพืชอาหารสัตว์ได้

6.4 ตัวอย่างของความสำเร็จ

จากแนวทางในการจัดการปัญหาดินเค็มเพื่อเพิ่มผลผลิตพืชไร่ พืชผัก และพืชอาหารสัตว์ที่กล่าวมาแล้วนั้น มีเกษตรกรที่นำเทคโนโลยีเรื่องการปลูกพืชไร่ พืชผัก และพืชอาหารสัตว์ในดินเค็มของกรมพัฒนา

ที่ดิน และดำเนินการตามปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงจนประสบผลสำเร็จมีมากมาย ขอยกตัวอย่างเพื่อเป็นกรณีศึกษา 2 ราย ซึ่งแต่ละรายมีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

6.4.1 นายบุญกว้าง ยอดสง่า

นายบุญกว้าง เป็นเกษตรกรที่ปลูกผักในพื้นที่ดินเค็มภาคตะวันออกเฉียงเหนือ อยู่ในบริเวณทุ่งเมืองเพี้ย พื้นที่เป็นดินเค็มน้อย อยู่บ้านเลขที่ 126 หมู่ 3 ตำบลหัวหนอง อำเภอบ้านไผ่ จังหวัดขอนแก่น นายบุญกว้างมีพื้นที่ปลูกผักประมาณ 5 ไร่ เขาได้ดำเนินการตามปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงจนประสบผลสำเร็จ โดยนำหลักการมาปรับใช้ทั้งด้านความพอประมาณ การมีเหตุผล และการใช้ความรู้ในการทำงาน โดยมีแนวทางการดำเนินการดังนี้

- 1) การเลือกชนิดพืชที่ปลูก คือการเลือกพืชให้เหมาะสมกับพื้นที่และความต้องการของตลาด เช่น มะเขือเทศ และพริกหยวก
- 2) ฤดูปลูก คือที่นี้มีระบบน้ำ จะอาศัยน้ำฝนเป็นหลัก ดังนั้นจึงเลือกปลูกเฉพาะฤดูฝน
- 3) วิธีการปลูก จะปลูกโดยใช้กล้าปลูกเพราะทนเค็มมากกว่าการปลูกด้วยเมล็ด
- 4) การเตรียมดิน ทำการไถพรวน เพื่อให้ดินร่วนซุยเหมาะกับการเจริญเติบโตของพืช และยกร่อง
- 5) การปรับปรุงดิน มีเจ้าหน้าที่จากกรมพัฒนาที่ดินมาแนะนำ ใช้ปุ๋ยหมักรองพื้น โดยใส่เป็นหลุมในแต่ละต้นช่วยปรับปรุงสมบัติทางกายภาพของดิน
- 6) การดูแลรักษา ใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 กำจัดวัชพืชแล้วนำมากลุมดิน ช่วยลดการระเหยของน้ำ ช่วยลดความรุนแรงจากความเค็ม
- 7) ด้านการตลาด จะมีพ่อค้ามารับซื้อที่แปลง ราคาจะแปรปรวนตามความต้องการของตลาด และคุณภาพ



ภาพที่ 6.1 นายบุญกว้าง ยอดสง่า และผลผลิตจากแปลงพริก

6.4.2 นายโกมล อ่อนสด

นายโกมล เป็นเกษตรกรที่ปรับปรุงพื้นที่ดินเค็มจนประสบผลสำเร็จทั้งการทำนา และปลูกผักสวนครัว โดยน้อมนำปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงมาปฏิบัติจนประสบผลสำเร็จ สามารถเป็นแบบอย่างให้กับเกษตรกรทั่วไป และผู้สนใจ และยังมิจิตที่เป็นอาสาช่วยเป็นวิทยากรถ่ายทอดความรู้อีกด้วยนายโกมล ปลูกผักในพื้นที่ดินเค็มภาคกลางอยู่บ้านเลขที่ 134 หมู่ 7 ตำบลห้วยขวาง อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม มีพื้นที่ปลูกผัก

ประมาณ 2 ไร่ พื้นที่เดิมใช้ในการปลูกอ้อย แต่มีปัญหาเรื่องดินเค็ม นายโกมล จึงได้ปรับปรุงดินแล้วนำมาปลูกผัก โดยมีแนวทางการดำเนินการดังนี้

1) การปรับปรุงดิน ใช้หลักการหมักดิน คือ ใช้เศษซากพืชที่มีอยู่ทุกอย่าง ใส่ลงไปดิน โดยไม่มีการไถพรวน ปล่อยให้เศษซากพืชย่อยตามธรรมชาติ การเตรียมดินจะใช้จอบขุดเป็นหลัก นอกจากนี้มีการปรับปรุงดินด้วยปุ๋ยหมัก

2) ชนิดพืชที่ปลูก นายโกมลปลูกพืชหลากหลายชนิด ส่วนใหญ่จะเป็นพืชตระกูลถั่ว เช่น ถั่วฝักยาว ถั่วพู กวางตุ้ง มะเขือ พริก ผักชี ขึ้นฉ่าย และวอเตอร์เครส เป็นต้น สลับกับการปลูกปอเทืองปรับปรุงบำรุงดิน

3) การให้น้ำ ใช้น้ำชลประทานเป็นหลัก เนื่องจากอยู่ในเขตชลประทาน

4) การตลาด กระบวนการด้านการตลาดเป็นสิ่งที่สำคัญมาก เพื่อเป็นการเพิ่มรายได้ เขาจะแบ่งขายผักเป็นกำเล็กๆ ช่วยให้การขายง่ายขึ้น มีรายได้ประมาณ 24,000 บาทต่อเดือน

5) นอกจากนี้ยังมีการปลูกต้นไม้ใหญ่ตามหัวไร่ปลายนา โดยเขาให้เหตุผลว่าจะช่วยลดระดับน้ำใต้ดิน ทำให้การปลูกพืชในดินเค็มประสบความสำเร็จ



ภาพที่ 6.2 การหมักดินในแปลงผัก

บทที่ 7

การจัดการดินเค็มเพื่อเพิ่มผลผลิตพืชยืนต้น

7.1 บทนำ

ในการใช้ประโยชน์จากพื้นที่ดินเค็ม นอกเหนือจากข้าว พืชไร่ พืชผัก และพืชอาหารสัตว์ แล้ว การใช้ประโยชน์เพื่อการปลูกไม้ยืนต้นก็น่าจะเป็นอีกแนวทางหนึ่งที่เกษตรกรสามารถดำเนินการได้ และมีความสำคัญต่อความต้องการอาหารของมนุษย์เช่นกัน ซึ่งจะต้องมีการจัดการทั้งดิน น้ำ และพืชที่ดี สมควรเลือกพืชให้เหมาะสมกับระดับความเค็ม จากตารางพืชทนเค็ม ดังนี้

- 1) ไม้ผลที่ทนเค็มน้อย ได้แก่ กล้วย ลิ้นจี่ มะนาว ส้ม มะม่วง อะโวคาโด
- 2) ไม้ผลที่ทนเค็มปานกลาง ได้แก่ ชมพู่มะเหมี่ยว มะเดื่อ ทับทิม
- 3) ไม้ผลที่ทนเค็มมาก ได้แก่ กระจับปี่ ชีเหล็ก ฝรั่ง ยูคาลิปตัส มะม่วงหิมพานต์ มะยม สมอ
- 4) ไม้ผลที่ทนเค็มจัด ได้แก่ ละมุด พุทรา มะขาม มะพร้าว อินทผลัม สุน สะเดา มะขามเทศ

จากนั้นก็มีจัดการดินที่เหมาะสม การปลูกไม้โตเร็ว ควรปรับปรุงดินด้วยปุ๋ยอินทรีย์แล้วปลูกไม้ยืนต้นโตเร็ว เช่น ยูคาลิปตัส สะเดา หรือปลูกแฝกเป็นแถบสลับกับพืชไร่

พื้นที่นาดินเค็มน้อยและเค็มปานกลางมักมีน้ำใต้ดินเค็มอยู่ตื้นใกล้ผิวดิน การปลูกต้นไม้บนคันนาพื้นที่ดินเค็ม เช่น กระจับปี่ ส้มเสี้ยว สะเดา ชีเหล็ก และยูคาลิปตัส สามารถควบคุมระดับน้ำใต้ดินเค็มให้อยู่ที่ความลึกจากผิวดิน คราบเกลือบนผิวดินลดลง และใบไม้ที่ร่วงหล่นบนดินยังเป็นอินทรีย์วัตถุเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ดินได้

เกษตรกรที่มีปัญหาพื้นที่ดินเค็มสามารถมีรายได้เพิ่มขึ้นจากการปลูกยูคาลิปตัสบนคันนา โดยปรับแต่งคันนาให้มีความกว้าง 1.5-2 เมตร ปลูกเป็นแถวเดี่ยวหรือแถวคู่ ระยะห่าง 1.5-2 เมตร ปรับปรุงดินในหลุมปลูกด้วยอินทรีย์วัตถุ เช่น แกลบ ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก จะทำให้ต้นยูคาลิปตัสเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วกว่าปลูกเป็นพื้นที่ติดต่อกัน เพราะได้รับแสงแดดเต็มที่ ในระยะเวลา 5 ปี ยูคาลิปตัสจะมีน้ำหนักต้นละประมาณ 250 กิโลกรัม เกษตรกรสามารถตัดจำหน่ายได้

ในบทนี้ได้รวมถึงตัวอย่างของความสำเร็จจากแนวทางในการจัดการปัญหาดินเค็มเพื่อเพิ่มผลผลิตไม้ยืนต้นเป็นกรณีศึกษา 2 ราย ซึ่งทั้ง 2 รายนี้มีปัญหาจากดินเค็มชายทะเล และได้ดำเนินการตามปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงจนประสบผลสำเร็จ เพื่อเผยแพร่แก่ผู้สนใจทั่วไปทั้งนักวิชาการ นักศึกษา เจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงานภาคสนาม และเกษตรกรต่อไป

7.2 งานวิจัยการปลูกไม้ยืนต้น

ในพื้นที่ดินเค็มจัด Dissataporn *et al.* (1992) ได้แนะนำวิธีการปลูก *Acacia ampliceps* ในรูปแบบต่างๆ และคลุมดินด้วยแกลบ และฟางข้าว พบว่าการปลูก แบบยกร่องสันคู่ จะทำให้จำนวนต้นไม้รอดตายสูงกว่าการปลูกแบบไม่ยกร่อง และการปลูกแบบร่องเดี่ยว แต่เมื่อมีการคลุมโคนต้นด้วยแกลบ และฟาง

ข้าว ร่วมกับการปลูกในรูปแบบของแปลงในแบบต่างๆ ไม่มีผลต่อการรอดตายของต้นไม้ แสดงว่าการคลุมโคนต้นมีอิทธิพลอย่างมากต่อการเจริญเติบโตของพืช และสูงกว่าการยกทรง เนื่องจากเกลือจะสะสมบนผิวดินได้น้อยถ้ามีการคลุมดิน นอกจากนี้ การใช้ปุ๋ยคอก ยิบซัม 2 กก./ต้น และคลุมดินด้วยแกลบทำให้ *Acacia ampliceps* มีจำนวนรอดตายสูงกว่าแปลงควบคุม และมีผลต่อการเจริญเติบโตในด้านความสูงเพิ่มขึ้น โดยใช้ระยะปลูก ดังนี้คือ ปลูกบนคันนา ใช้ระยะห่าง 2 เมตร และปลูกเป็นผืนติดต่อกันไปใช้ระยะปลูก 2x2 เมตร จำนวน 400 ต้นต่อไร่ ปลูกเป็นคันคักน้ำไต่ดิน และใช้วัสดุปรับปรุงดินร่วมกับการคลุมดิน เพื่อเพิ่มเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของต้นไม้ ซึ่งภายหลังจากที่มีการฟื้นฟูระบบนิเวศแล้ว เกษตรกรสามารถปลูกพืชเศรษฐกิจได้ เช่น พื้นที่สามารถนำกลับมาปลูกข้าวได้ เป็นการเพิ่มรายได้และเพิ่มปริมาณพืชอาหารอีกแนวทางหนึ่ง (กรมพัฒนาที่ดิน, 2552)

ตัวอย่างงานวิจัยการจัดการดินเพื่อปลูกไม้ยืนต้นเช่นกันงานวิจัยของ ไพรัช และคณะ (2543) ที่ศึกษาการใช้วัสดุปรับปรุงดินเพื่อปลูกอินทผลัมในพื้นที่ดินเค็ม โดยได้ทำการศึกษาในแปลงเกษตรกรที่บ้านหนองทุ่งมน อ.พระยืน จ.ขอนแก่น บนดินชุดร่อยเอ็ดที่มีคราบเกลือระหว่างปี 2538-2543 จากผลการทดลองพบว่าอินทผลัมสามารถเจริญเติบโตได้ในพื้นที่ดินเค็มจัดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยที่การใช้ปุ๋ยหมักส่งผลให้อินทผลัมมีความสูง และขนาดทรงพุ่มมากที่สุด คือ 133.33 และ 186.67 เซนติเมตร ตามลำดับ ในขณะที่การใช้ปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยคอก ส่งผลให้มีจำนวนใบ และเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นสูงที่สุด คือ 21 ใบ และ 26 เซนติเมตร ตามลำดับ เมื่อพิจารณาคุณสมบัติทางเคมีของดินพบว่า ค่าการนำไฟฟ้าของดินลดลงจากเฉลี่ย 24.72 dS m^{-1} เป็น 22.41 dS m^{-1} และพบว่าดินมีปริมาณอินทรีย์วัตถุ และฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เพิ่มขึ้น ในขณะที่ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดลดลง

ปราโมทย์และคณะ (2548) ได้ทำการศึกษาผลของวัสดุปรับปรุงบำรุงดินต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของพุทรา ดำเนินการที่ ตำบลเมืองเพีย อำเภอบ้านไผ่ จังหวัดขอนแก่น พบว่าระดับความเค็มของดินลดลง จากดินเค็มจัดที่มีค่าการนำไฟฟ้า(EC_e) ที่ระดับผิวดิน 23.9 dS m^{-1} เป็นดินเค็มน้อยถึงปานกลางที่มีค่า EC_e ระหว่าง $5.6-12.7 \text{ dS m}^{-1}$ ทำนองเดียวกันกับโซเดียมที่ละลายได้ (Na) ที่ลดลงจากเดิม 188-276 เหลือ 50-169 mmol l^{-1} แต่ปริมาณอินทรีย์วัตถุมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นร้อยละ 0.1 หลังใส่วัสดุปรับปรุงดินต่อเนื่องทุกปี การใช้ปุ๋ยคอกส่งผลให้พุทราได้ผลผลิตสูงสุดคือ 653 กิโลกรัมต่อไร่ ในขณะที่การใช้ปุ๋ยหมักร่วมกับแกลบให้ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจสูงสุดคือ 4,375 บาทต่อไร่ ซึ่งสูงกว่าการไม่ใช้วัสดุปรับปรุงดินที่ให้ผลผลิตและผลตอบแทนเพียง 221 กิโลกรัมต่อไร่ และ 1,045 บาทต่อไร่ ตามลำดับ

7.3 ตัวอย่างของความสำเร็จ

จากแนวทางในการจัดการปัญหาดินเค็มเพื่อเพิ่มผลผลิตไม้ยืนต้นและไม้ผล ที่กล่าวมาแล้วนั้น มีเกษตรกรที่นำเทคโนโลยีเรื่องการปลูกไม้ยืนต้นและไม้ผลในพื้นที่ดินเค็ม ซึ่งแนะนำโดยกรมพัฒนาที่ดิน และดำเนินการตามปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงจนประสบผลสำเร็จมีมากมาย ขอยกตัวอย่างเพื่อเป็นกรณีศึกษา 2 ราย ซึ่งแต่ละรายมีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

7.3.1 นายส่วน ทองถนอม

นายส่วน เป็นเกษตรกรผู้ปลูกไม้ผลและหมอดินอาสาด้วย อยู่บ้านเลขที่ 52/2 หมู่ 8 ตำบลบ้านเกาะ อำเภอมือ จังหวัดสมุทรสาคร สภาพพื้นที่เป็นดินเค็มชายทะเล ในอดีตเกษตรกรใช้ในการปลูกข้าว แต่มีปัญหาเรื่องดินเค็ม น้ำเค็ม ต่อมาในปี 2539 ทำการยกร่องเพื่อปลูกมันเทศ แต่มันเทศตายหมดเนื่องจากความเค็มจากที่ขุดดินยกร่องพบชั้นตะกอนทะเลและน้ำเค็มมาก หลังจากนั้นจึงได้ทำการปรับปรุงดิน และได้รับคำแนะนำจากเจ้าหน้าที่ของกรมพัฒนาที่ดิน และได้ปรับเปลี่ยนพืชเป็นฝรั่ง และ มะขามเทศ เขาเป็นเกษตรกรที่ดำเนินการตามปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงจนประสบผลสำเร็จในอาชีพ และยังแบ่งปันความรู้ ช่วยเหลืองานสาธารณะประโยชน์อีกด้วย โดยมีแนวทางการจัดการดินดังนี้

- 1) การชะล้างเกลือ เกษตรกรทำการขังน้ำและถ่ายน้ำออกในช่วงปีแรก ถ่ายน้ำเข้าออกประมาณ 10 ครั้ง แล้วปลูกพุทราแต่ไม่ได้ผล
- 2) การคัดเลือกพืชชนิดใหม่มาปลูกได้แก่ ฝรั่งพันธุ์กิมจู และ มะขามเทศ ซึ่งสามารถเจริญได้ดีในพื้นที่ดินเค็ม รวมพื้นที่ปลูก 15 ไร่
- 3) การปรับปรุงดิน ใช้ปุ๋ยอินทรีย์ เช่นปุ๋ยคอก (ขี้ไก่หมัก) ร่วมกับการใช้น้ำหมักชีวภาพ (ทำจากปลา) ที่ผลิตจากสารเร่งซูเปอร์ พด.2
- 4) การดูแลรักษา ใส่ปุ๋ยเคมีตามอัตราแนะนำ การให้น้ำใช้น้ำจากร่องสวน กำจัดวัชพืชแล้วนำเศษซากพืชคลุมที่โคนต้น ช่วยรักษาความชื้นและลดผลกระทบจากความเค็ม
- 5) ด้านการตลาด จะมีพ่อค้ามารับที่สวน



ภาพที่ 7.1 หมอดินส่วน ทองถนอม กับสวนฝรั่งและมะขามเทศ

7.3.2 นายสมาน เย็นเพชร

นายสมาน เป็นเกษตรกรผู้ปลูกฝรั่งในพื้นที่ดินเค็มชายทะเล อยู่บ้านเลขที่ 50/8 หมู่ 8 ตำบลบ้านเกาะ อำเภอมือ จังหวัดสมุทรสาครพื้นที่ประมาณ 14 ไร่ พื้นที่ดังกล่าวเดิมเป็นป่าจากมีปัญหาเรื่องดินเค็มและน้ำเค็ม เขาเป็นเกษตรกรอีกคนที่ดำเนินการตามปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงจนประสบผลสำเร็จในอาชีพการปลูกฝรั่งในพื้นที่ดินที่เคยมีปัญหา เกษตรกรมีการจัดการดินและน้ำดังนี้

- 1) การชะล้างเกลือ เริ่มด้วยการขังน้ำและถ่ายออกทำบ่อยๆ ช่วยลดความเค็มได้
- 2) การปรับปรุงดิน เริ่มด้วยการใส่ปูนมาร์ลเนื่องจากบริเวณดังกล่าวพบปัญหาทั้งดินเค็มและดินเปรี้ยวจัด ต่อมาใช้ปุ๋ยคอก (ปุ๋ยขี้ไก่) ปุ๋ยหมักรองก้นหลุม เป็นการจัดการเฉพาะหลุม

3) เลือกพืชปลูกที่เหมาะสมคือ ฝรั่งกิมจู ปลูกมาประมาณ 5 ปี

4) การดูแลรักษา ใส่ปุ๋ยตามอัตราแนะนำ ให้น้ำจากร่องสวน กำจัดวัชพืชแล้วนำเศษซากพืชคลุมที่โคนต้นเช่นกัน ช่วยรักษาความชื้นและลดผลกระทบจากความเค็ม

5) ด้านการตลาด จะมีพ่อค้ามารับซื้อที่สวน

ซึ่งการดำเนินการต่างๆ ของเกษตรกรทั้ง 2 ราย นับว่าเป็นเกษตรกรที่ประสบความสำเร็จ มีการน้อมนำปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงมาใช้ในการดำเนินชีวิตด้วย ซึ่งแนวทางในการจัดการดินส่วนหนึ่งได้มาจากคำแนะนำของกรมพัฒนาที่ดิน นอกจากนี้ยังมีจิตอาสาช่วยงานของกรมพัฒนาที่ดินด้วย พร้อมทั้งให้คำแนะนำเพื่อนบ้าน และผู้สนใจทั่วไป



ภาพที่ 7.2 นายสมาน เย็นเพชร กับสวนฝรั่งกิมจู

บทที่ 8

สรุปและข้อเสนอแนะ

การจัดทำเอกสารวิชาการ การเกษตรในพื้นที่ดินเค็มของประเทศไทยเพื่อรับมือกับความต้องการทางอาหาร เล่มนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อรวบรวมข้อมูลทางวิชาการเกี่ยวกับปัญหาดินเค็มในประเทศไทย และแนวทางการเกษตรในพื้นที่ดินเค็มทั้งดินเค็มบกในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ดินเค็มภาคกลาง และดินเค็มชายทะเล เพื่อรับมือกับความต้องการทางอาหารที่เพิ่มขึ้น ในสถานการณ์ที่ประชากรของไทยเพิ่มขึ้นในอนาคตในช่วง 10 ปีข้างหน้า แต่พื้นที่ทำการเกษตรมีจำกัด และเพื่อศึกษาและรวบรวมข้อมูลทางวิชาการเกี่ยวกับการเพิ่มผลผลิตข้าวและพืชอื่นๆ ในพื้นที่ดินเค็มทั้งในประเทศไทยและต่างประเทศ จากการศึกษา รวบรวมข้อมูลทางวิชาการสามารถสรุปได้ดังนี้

8.1 การเกษตรของประเทศไทยกับการเพิ่มขึ้นของประชากร

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม การใช้พื้นที่เพื่อการเกษตรจะแบ่งตามลักษณะของพื้นที่ ในพื้นที่ลุ่มต่ำจะใช้ในการปลูกข้าวแบบหว่านข้าววงอก พื้นที่ราบใช้ปลูกข้าวแบบนาดำ พื้นที่ดอนใช้ปลูกพืชไร่ หนุ่ย ไม้พุ่ม และไม้ยืนต้น จากเนื้อที่ทั้งหมดประเทศไทยประมาณ 320.67 ล้านไร่ เป็นพื้นที่เกษตรกรรมประมาณ 174.31 ล้านไร่ หรือคิดเป็น 54.36 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้ในการทำนามากที่สุด เพื่อใช้ในการบริโภคภายในประเทศ และส่งเป็นสินค้าออก

ในขณะที่ประชากรของประเทศไทยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในอีก 10 ปีข้างหน้า เป็นประมาณ 69 ล้านคน มีความจำเป็นที่จะต้องมีการเพิ่มผลผลิตพืชอาหารให้เพียงพอับความต้องการของประชากรที่เพิ่มขึ้น ในขณะที่ความต้องการอาหารเพิ่มขึ้นรวดเร็วกว่าการเพิ่มของผลผลิตเนื่องจากประเทศไทยไม่สามารถที่จะขยายพื้นที่เกษตรได้แล้ว การใช้พื้นที่ดินที่มีปัญหาเพื่อการผลิตพืชน่าจะเป็ทางเลือกหนึ่ง อย่างไรก็ตาม การผลิตพืชในพื้นที่ดินที่มีปัญหาย่อมให้ผลผลิตต่ำกว่าศักยภาพของพืชที่ควรจะเป็น ดังนั้นการเกษตรในพื้นที่ดินเค็มจึงน่าจะเป็นแนวทางหนึ่งในการผลิตพืชเพื่อรับมือความต้องการทางอาหารที่เพิ่มขึ้น

8.2 ดินปัญหาในประเทศไทย

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม ประชากรส่วนใหญ่ประกอบอาชีพเกษตรกรรมเป็นอาชีพหลัก แต่อย่างไรก็ตามพื้นที่ทำการเกษตรยังคงมีดินที่มีปัญหา ดินปัญหาทางการเกษตรในประเทศไทย จำแนกตามสาเหตุการเกิดได้ 2 ประเภทคือ

- 1) ดินปัญหาที่เกิดตามสภาพธรรมชาติ หมายถึงดินปัญหาที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติอันเนื่องมาจากปัจจัยการเกิดดิน เช่น สภาพพื้นที่ ภูมิอากาศ พืชพรรณ และระยะเวลา ได้แก่ดินเปรี้ยวจัด ดินอินทรีย์ ดินเค็ม ดินทราย ดินตื้น และดินบนพื้นที่สูงชัน

- 2) ดินปัญหาที่เกิดจากการใช้ประโยชน์ที่ดิน หมายถึง ดินที่เกิดจากการปฏิบัติ หรือการใช้ที่ดินที่ไม่เหมาะสมของมนุษย์ ได้แก่ดินดาน ดินปนเปื้อน ดินเหมืองแร่ร้าง และพื้นที่ที่ผ่านการเลี้ยงกุ้ง

ดินปัญหาแต่ละชนิดจะมีสาเหตุการเกิด และการแพร่กระจายแตกต่างกันไป ส่งผลให้การจัดการดินเพื่อนำมาใช้ประโยชน์ทางการเกษตร และการฟื้นฟูดินเพื่อฟื้นฟูสภาพแวดล้อม ระบบนิเวศ แตกต่างกันไป

โดยในการแก้ไขจะต้องพิจารณาสาเหตุ สภาพพื้นที่ เหมาะสมกับสภาพเศรษฐกิจและสังคมเป็นหลัก เป็นแนวทางที่เกษตรกรสามารถปฏิบัติได้ ลงทุนต่ำ และให้ผลตอบแทนสูง

8.3 ดินเค็มในประเทศไทย

ปัญหาดินเค็มเป็นปัญหาที่สำคัญทางการเกษตรปัญหาหนึ่งของประเทศไทย มีเนื้อที่ครอบคลุมรวม 4,217,319 ไร่ ซึ่งพบทั้งที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลางและพื้นที่ชายทะเล สาเหตุการเกิดมีทั้งสาเหตุจากธรรมชาติ ได้แก่ วัสดุต้นกำเนิดดินมีเกลือเป็นองค์ประกอบ เกิดจากอิทธิพลของน้ำทะเลท่วมถึงหรือเคยท่วมมาก่อน และสาเหตุจากการกระทำของมนุษย์ เช่นการตัดไม้ทำลายป่า การใช้น้ำชลประทานที่เค็ม การทำนาเกลือ เป็นต้น

ดินเค็มส่งผลให้ผลผลิตทางการเกษตรลดลง ทำให้พืชปลูกไม่สามารถเจริญเติบโตได้ หรือเจริญเติบโตได้แต่ให้ผลผลิตต่ำ มีความจำเป็นต้องเพิ่มการลงทุนเพื่อปรับปรุงบำรุงดิน นอกจากจะมีผลโดยตรงต่อพืชแล้วยังมีผลกระทบต่อพื้นที่ทำการเกษตรด้วยการแพร่กระจายของดินเค็มในพื้นที่ทำการเกษตรที่มากขึ้น ส่งผลให้พื้นที่ทำการเกษตรลดลง โดยเฉพาะในเขตแห้งแล้งและกึ่งแห้งแล้ง สมควรได้รับการแก้ไขเป็นการเร่งด่วนเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการใช้ที่ดินเพื่อผลผลิตอาหารให้เพียงพอกับการเพิ่มขึ้นของประชากรในอนาคต

8.4 การเกษตรในพื้นที่ดินเค็ม

ในสถานการณ์ที่พื้นที่ทำการเกษตรที่มีจำกัด การทำการเกษตรในพื้นที่ดินเค็ม (Saline agriculture) เป็นโอกาสของการใช้พื้นที่ที่มีปัญหาในการทำการเกษตรเพื่อผลิตพืชอาหาร และรับมือกับความต้องการทางอาหารของประชากรที่เพิ่มขึ้น โดยมีการจัดการที่เหมาะสมกับสภาพพื้นที่ สภาพเศรษฐกิจและสังคม ซึ่งในการทำการเกษตรในพื้นที่ที่มีปัญหาความเค็ม เพื่อให้ได้ผลผลิตสูงขึ้นอย่างยั่งยืน และมีการพัฒนาขึ้นนั้น มีแนวทางปฏิบัติหลัก 2 แนวทางคือ การปรับสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมกับพืช และการปรับพืชให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมที่เป็นอยู่ ซึ่งในทางปฏิบัติอาจจะแยกกันทำหรือทำไปพร้อมๆ กันขึ้นอยู่กับบริบทของแต่ละพื้นที่ แนวทางในการทำการเกษตรในพื้นที่ดินเค็มสรุปได้ดังนี้

1) การจัดการดินเค็ม ประกอบด้วยการลดระดับความเค็มของดินโดยการล้างดิน การปรับปรุงบำรุงดินเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดินด้วยปุ๋ยอินทรีย์ เช่นการใช้ปุ๋ยพืชสด (ไส้หรือฟัก) ซึ่งการใช้ไส้หรือฟักเป็นปุ๋ยพืชสดเป็นแนวทางที่เหมาะสมในการเพิ่มผลผลิตข้าวในพื้นที่ดินเค็มและลดการใช้ปุ๋ยเคมี การใช้ไส้หรือฟักเป็นปุ๋ยพืชสดช่วยปรับปรุงบำรุงดินทั้งด้านเคมีและกายภาพ ปัจจุบันมีการส่งเสริมการใช้ไส้หรือฟักเป็นปุ๋ยพืชสดในการเพิ่มผลผลิตข้าวในพื้นที่ดินเค็ม สำหรับพื้นที่ดินเค็มจัด สามารถแก้ไขปัญหาโดยใช้มาตรการด้านวิศวกรรมและการปลูกพืชทนเค็มจัด ในการเลือกพืชมาปลูกควรพิจารณาคัดเลือกพืชให้เหมาะสมกับระดับความเค็มของดิน นอกจากนี้การใช้เทคโนโลยีชีวภาพ เป็นอีกแนวทางหนึ่งในการปรับปรุงพื้นที่ดินเค็มเพื่อเพิ่มผลผลิตพืชสำหรับประเทศไทย ปัจจุบันได้มีการศึกษาจุลินทรีย์ที่จะช่วยให้พืชสามารถเจริญเติบโตได้ดีในพื้นที่ดินเค็ม ก็จะเป็นการช่วยเพิ่มผลผลิตพืชอาหารได้ นอกจากนี้สามารถนำเทคโนโลยีชีวภาพมาใช้ในการปรับปรุงพื้นที่ดินเค็มได้ด้วย

2) การจัดการน้ำ ในการทำการเกษตรในพื้นที่ดินเค็ม น้ำเป็นปัจจัยที่สำคัญยิ่ง โดยทั่วไปในพื้นที่ดินเค็มมักประสบปัญหาการขาดแคลนน้ำ น้ำเป็นน้ำกร่อยจึงควรมีการจัดการที่เหมาะสม แนวทางปฏิบัติคือการเก็บรักษาน้ำฝนไว้ในแปลง การผสมน้ำเค็มกับน้ำจืดเพื่อรักษาระดับความเค็มของน้ำให้ต่ำกว่าระดับที่จะเป็นพิษกับพืช การจัดการการให้น้ำ โดยให้น้ำเค็มในช่วงที่พืชทนต่อความเค็ม ในพื้นที่ที่ระดับน้ำใต้ดินตื้น ควร

ทำระบบระบายน้ำเค็มใต้ดิน ใช้ระบบการชลประทานในระดับสูงหรือชั้นนำทันทันสมัย เช่น ใช้ระบบน้ำหยด พบว่าสามารถเพิ่มคุณค่าของน้ำเค็มได้ โดยการปลูกพืชที่มีราคาสูง อย่างไรก็ตามในการใช้น้ำเค็มเพื่อการเกษตร ก็จะต้องมีการเลือกชนิดพืชให้เหมาะสมด้วยเนื่องจากพืชแต่ละชนิดทนเค็มได้แตกต่างกัน

3) การจัดการพืช การตอบสนองของพืชแต่ละชนิดต่อความเค็มจะแตกต่างกัน ขึ้นกับความสามารถในการทนเค็ม ระยะการเจริญเติบโต ส่วนของพืชที่ได้รับผลกระทบ และสภาพแวดล้อม พืชแต่ละชนิดจะมีกลไกในการทนเค็มที่แตกต่างกัน ทำให้สามารถเจริญเติบโตอยู่ได้ ซึ่งเกษตรกรสามารถคัดเลือกนำมาปลูกให้เหมาะสมกับสภาพพื้นที่และระดับความเค็มของดิน ในพื้นที่ดินเค็มน้อยและเค็มปานกลางที่น้ำไม่ท่วม หรือหลังเก็บเกี่ยวข้าวแล้วมีน้ำพอเพียง เกษตรกรสามารถปรับปรุงบำรุงดินแล้วปลูกพืชเศรษฐกิจทนเค็มที่เป็นพืชอาหารของมนุษย์ได้ นอกจากนี้ยังมีพืชที่เป็นพืชชอบเกลือ (Halophytes) อีกหลายชนิดที่สามารถเจริญเติบโตได้ดีในพื้นที่ดินเค็มจัด และมีคุณค่าทางอาหารสูง สามารถใช้ทดแทนธัญพืชได้ พืชเหล่านี้จึงเป็นแนวทางหนึ่งในการจัดการปัญหาการผลิตพืชในพื้นที่ดินเค็มเพื่อรับมือกับความต้องการทางอาหาร

4) การแก้ไขปัญหาดินเค็มจะให้ความยั่งยืนนั้น ภาครัฐเพียงองค์กรเดียวไม่สามารถดำเนินการให้สำเร็จได้ จำเป็นต้องมีความร่วมมือกันทุกภาคส่วน ทั้งภาครัฐ เกษตรกรที่มีพื้นที่ดินเค็ม เกษตรกรที่มีพื้นที่อยู่ในเขตที่มีศักยภาพที่จะก่อให้เกิดปัญหาดินเค็ม (พื้นที่ดอน) องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น และผู้มีส่วนได้ส่วนเสียอื่นๆ โดยในการจัดการปัญหาดินเค็มนั้นทุกภาคส่วนจะต้องร่วมมือกันในการแก้ไขปัญหา

8.5 การเพิ่มผลผลิตข้าวในพื้นที่ดินเค็ม

โดยทั่วไปในพื้นที่ดินเค็มน้อยถึงดินเค็มปานกลางของประเทศไทย เกษตรกรมักใช้ประโยชน์ในการปลูกข้าว เนื่องจากข้าวเป็นพืชทนเค็มได้ระดับเค็มปานกลาง อย่างไรก็ตามผลผลิตอยู่ในระดับต่ำ จำเป็นต้องมีการจัดการการเกษตรกรรมที่ดีในการปลูกข้าว โดยเริ่มจากการเตรียมดิน ปรับระดับผิวดินให้สม่ำเสมอ ปรับปรุงดินด้วยปุ๋ยอินทรีย์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการใช้สไลม์แอตต์ ซึ่งเป็นพืชตระกูลถั่วที่ขึ้นได้ในดินเค็มเป็นปุ๋ยพืชสด การใช้พันธุ์ข้าวทนเค็ม เช่น ข้าวดอกมะลิ 105 ในขณะที่ปัจจุบันนักวิจัยได้พยายามปรับปรุงพันธุ์ข้าวให้ทนเค็มได้มากขึ้น เพื่อให้ได้ผลผลิตเพิ่มขึ้น การปักดำต้นกล้าข้าวอายุแก่กว่าปกติคือ 30-35 วัน การลดระยะปลูกให้ถี่ขึ้น การเพิ่มจำนวนต้นปักดำให้มากขึ้น มีการดูแลรักษาที่ดีทั้งระหว่างการปลูกข้าวและหลังการเก็บเกี่ยวข้าว ซึ่งการปฏิบัติดังกล่าวส่งผลให้ข้าวได้ผลผลิตเพิ่มขึ้น

8.6 การจัดการดินเค็มเพื่อเพิ่มผลผลิตพืชไร่ พืชผักและพืชอาหารสัตว์

ในพื้นที่ดินเค็มน้อยและเค็มปานกลางที่น้ำไม่ท่วม หรือหลังเก็บเกี่ยวข้าวและมีน้ำพอเพียง สามารถปรับปรุงบำรุงดินปลูกพืชเศรษฐกิจทนเค็มได้ และควรน้อมนำดำเนินการตามปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงโดย

1) ปรับปรุงดินบำรุงด้วยอินทรีย์วัตถุ คือ แกลบ ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยพืชสด ยิบซัมในกรณีที่เป็นดินโซดิก หรือดินเค็มโซดิก โดยหว่านและคลุกพรวนพร้อมการไถเตรียมดิน ให้น้ำฝนชะล้างเกลือลึกลงไปตามความลึกของชั้นดิน

2) เลือกปลูกพืชทนเค็มที่เหมาะสม พืชที่เหมาะสมกับระดับความเค็มต่างๆ ซึ่งมีพืชอาหารหลายชนิดที่ขึ้นได้ในพื้นที่ดินเค็มระดับต่างๆ ในประเทศไทย เช่น อ้อย ข้าวสาลี หน่อไม้ฝรั่ง มะเขือเทศ กุยช่าย แตงแคนตาลูป บรอกโคลี คื่นช่าย หน่ออาหารสัตว์

3) ให้น้ำระบบน้ำหยด จะช่วยควบคุมความชื้นดิน ความเค็มดิน และประหยัดน้ำได้ดี

4) คลุมดินหลังปลูกเพื่อรักษาความชื้นและป้องกันการสะสมของเกลือที่ผิวดิน

สำหรับวิธีการปลูกพืชในดินเค็ม ตำแหน่งของการปลูกมีความสำคัญต่อความอยู่รอดของพืช ควรปลูกพืชในตำแหน่งที่เลี่ยงการสะสมของเกลือ เช่น พืชไร่ที่มีการเตรียมแปลงปลูกแบบยกร่อง เกลือจะเคลื่อนที่ไปสะสมในบริเวณสันร่อง ควรปลูกบริเวณริมร่องทั้งสองข้าง ซึ่งดินจะมีความเค็มน้อย จากแนวทางการจัดการดินที่กล่าวมาข้างต้นสามารถนำไปปรับใช้ให้เหมาะสมกับพืชชนิดต่างๆ ได้

8.7 การจัดการดินเค็มเพื่อเพิ่มผลผลิตพืชยืนต้น

ในการใช้ประโยชน์จากพื้นที่ดินเค็ม นอกเหนือจากข้าว พืชไร่ พืชผัก และพืชอาหารสัตว์ แล้ว การใช้ประโยชน์เพื่อการปลูกไม้ยืนต้นก็จะเป็นอีกแนวทางหนึ่งที่เกษตรกรสามารถดำเนินการได้ และมีส่วนสำคัญต่อความต้องการอาหารของมนุษย์เช่นกัน ซึ่งจะต้องมีการจัดการทั้งดิน น้ำ และพืชที่ดี สมควรเลือกพืชให้เหมาะสมกับระดับความเค็ม จากตารางพืชทนเค็ม จากนั้นก็มีการจัดการดินที่เหมาะสม การปลูกไม้โตเร็ว ควรปรับปรุงดินด้วยปุ๋ยอินทรีย์แล้วปลูกไม้ยืนต้นโตเร็ว เช่น ยูคาลิปตัส สะเดา หรือปลูกแฝกเป็นแถบสลับกับพืชไร่ จากตัวอย่างผลงานวิจัย แสดงให้เห็นว่าสามารถปลูกไม้ผล ไม้ยืนต้นเพื่อใช้เป็นแหล่งอาหารได้

8.8 ข้อเสนอแนะ

1) จากปัญหาความต้องการอาหารที่มากขึ้น แต่พื้นที่ทำการเกษตรมีจำกัด ทำให้การใช้พื้นที่ดินที่มีปัญหาเพื่อการผลิตพืชน่าจะเป็นทางเลือกหนึ่ง อย่างไรก็ตามการผลิตพืชในพื้นที่ดินที่มีปัญหาย่อมให้ผลผลิตต่ำกว่าศักยภาพของพืชที่ควรจะเป็น ดังนั้นการเกษตรในพื้นที่ดินเค็มจะต้องมีการจัดการที่ดี ซึ่งการดำเนินการดังกล่าวเป็นการเพิ่มต้นทุนในการปรับสภาพพื้นที่เพื่อลดระดับความเค็มของดินให้เหมาะกับการเจริญเติบโตของพืช ในขณะที่เกษตรกรของประเทศไทยส่วนใหญ่มีฐานะยากจน แนวทางปฏิบัติจึงต้องเลือกที่เหมาะสมลงทุนไม่สูง เช่นการใช้สนออัฟริกันปุ๋ยพืชสด การใช้เศษซากพืชที่เหลือใส่เป็นวัสดุปรับปรุงดิน

2) จากข้อมูลผลการศึกษาที่ผ่านมา จะเห็นได้ว่ามีความเป็นไปได้ในการใช้พื้นที่ดินเค็มมาใช้ประโยชน์ในการผลิตพืชอาหาร โดยเฉพาะอย่างยิ่งใช้ในการปลูกข้าว ซึ่งข้าวเป็นอาหารหลักของคนไทย ดังนั้นความมั่นคงทางอาหาร และความต้องการอาหารจึงขึ้นอยู่กับข้าวเป็นพืชหลัก จึงเป็นความท้าทายในการเพิ่มผลผลิตข้าวในพื้นที่ดินเค็ม ให้เพียงพอกับความต้องการของประชากร จากผลงานวิจัยของกรมพัฒนาที่ดินในอดีตที่ได้แนะนำแนวทางการเพิ่มผลผลิตข้าวในดินเค็มตั้งแต่การเตรียมดิน การเลือกพันธุ์ข้าว การดูแลรักษา จนกระทั่งเก็บเกี่ยวผลผลิต สำหรับการปรับปรุงดินแนะนำให้ใช้ปุ๋ยอินทรีย์เป็นหลัก โดยเฉพาะอย่างยิ่งการใช้ปุ๋ยพืชสดอย่างสนออัฟริกัน ซึ่งเป็นปุ๋ยพืชสดที่เหมาะสมกับดินเค็ม อย่างไรก็ตามในการใช้ยังคงพบปัญหาบางประการ เช่นเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดที่ต่ำและไม่สม่ำเสมอ จนทำให้กลายเป็นวัชพืช ปัญหาในการส่งเสริมการใช้สนออัฟริกันอีกประการ คือการที่เกษตรกรสับกลบต้นสนออัฟริกันทั้งหมดโดยไม่เหลือไว้สำหรับผลิตเมล็ดพันธุ์ในฤดูปลูกต่อไป ต้องมาขอรับเมล็ดทุกปี ดังนั้นเจ้าหน้าที่ของกรมพัฒนาที่ดินควรแนะนำวิธีการปลูกที่ถูกต้องเพื่อให้มีเปอร์เซ็นต์ความงอกสูงๆ และควรแนะนำ ทำความเข้าใจกับเกษตรกรถึงแนวทางการใช้และการเก็บต้นไว้เพื่อผลิตเมล็ดพันธุ์ไว้ใช้ต่อไป นอกจากนี้ควรมีการศึกษาค้นคว้าเพื่อหาพืชปุ๋ยสดชนิดใหม่ที่เหมาะสมกับดินเค็ม สภาพภูมิอากาศในประเทศไทย โดยให้เกษตรกรเข้ามามีส่วนร่วมในการคัดเลือก เพื่อเป็นทางเลือกให้เกษตรกร ซึ่งอาจจะเป็นพืชท้องถิ่นหรือพืชจากต่างประเทศก็ได้

3) ปัญหาเรื่องทรัพยากรดินเพื่อการเกษตร เป็นสิ่งที่จะต้องได้รับการแก้ไขโดยเร่งด่วนและเป็นเรื่องที่ทำนาย เพื่อให้สามารถนำพื้นที่เสื่อมโทรมกลับมาใช้ประโยชน์เพื่อการผลิตพืชอาหารให้เพียงพอกับความต้องการของประชากรที่เพิ่มขึ้น ซึ่งแนวทางในการแก้ไขจะแตกต่างกันไปตามชนิดของดินปัญหา ความรุนแรง และสภาพเศรษฐกิจและสังคม การที่พื้นที่ดินเค็มสามารถใช้ประโยชน์ได้ นอกจากจะเป็นการผลิตอาหารให้เพียงพอแล้ว ยังเป็นการแก้ไขปัญหาสังคมอย่างหนึ่งด้วย เช่น เรื่องภาวะเศรษฐกิจ การเคลื่อนย้ายแรงงาน ดังนั้นจึงเป็นเรื่องที่ภาครัฐ ผู้เกี่ยวข้องทุกภาคส่วน และผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย (Stakeholders) ต้องร่วมมือกันแก้ไข เพื่อให้การแก้ไขปัญหาตรงกับความต้องการของชุมชน และส่งเสริมให้มีการใช้พื้นที่ที่มีปัญหาเหล่านี้ อย่างถูกต้องตามหลักวิชาการต่อไป

4) นอกจากข้าวซึ่งเป็นพืชอาหารหลักแล้ว ปัจจุบันได้มีการศึกษาหาพืชทนเค็มชนิดใหม่ๆ เพื่อใช้เป็นพืชอาหาร โดยนำมาปลูกในพื้นที่ที่มีปัญหาดินเค็มและน้ำเค็ม ซึ่งมีพืชที่น่าสนใจหลายชนิด เช่น Quinoa, Amaranth, Salicornia เป็นต้น นักวิจัยของประเทศไทยควรนำมาศึกษาทดลองว่าสามารถขึ้นได้ในดินเค็มในประเทศไทยหรือไม่ เพื่อเป็นทางเลือกให้กับเกษตรกรในการผลิตพืชอาหาร เป็นการใช้ประโยชน์จากพื้นที่ดินเค็มให้เกิดประโยชน์สูงสุด อย่างไรก็ตามพฤติกรรมกรรมการบริโภคของประชากรก็ต้องมีการปรับตัวด้วยเช่นกัน

5) ประเทศไทยมีพื้นที่ที่เสื่อมโทรม โดยเฉพาะปัญหาดินเค็ม และบริเวณชายทะเลที่ปล่อยไว้ว่างเปล่า โดยไม่มีการใช้ประโยชน์ ดังนั้นน่าจะทำการศึกษาเกี่ยวกับการนำพืชชอบเกลือที่สามารถใช้เป็นอาหารได้มาปลูก เพื่อเป็นแหล่งอาหารในอนาคตต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- กรกนก เกาโพธิ์พรทิพย์, ศรีมงคล ศุภสิทธิ์สิทธาพานิช และวิมลนันทน์ กันเกตุ. 2557. ผลของการใช้วัสดุอินทรีย์ต่อการตอบสนองของข้าวในดินเค็ม. แก่นเกษตร. 42 (ฉบับพิเศษ 1): 82-88.
- กรมพัฒนาที่ดิน. 2552. คู่มือเกษตรกร การจัดการดินเค็มภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ. 32 หน้า.
- กรมพัฒนาที่ดิน. 2558ก. สถานภาพทรัพยากรดินและที่ดินของประเทศไทย. ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทยจำกัด, กรุงเทพมหานคร. 304 หน้า.
- กรมพัฒนาที่ดิน. 2558ข. คู่มือการพัฒนาที่ดิน สำหรับหมอดินอาสาและเกษตรกร. กรมพัฒนาที่ดิน, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 242 หน้า.
- กองเทคโนโลยีชีวภาพทางดิน. 2558. คู่มือการจัดการอินทรีย์วัตถุเพื่อปรับปรุงบำรุงดินและเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดิน. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กรุงเทพฯ. 188 หน้า.
- เกษสุตา เดชภิมล, ดวงสมร ตูลาพิทักษ์, พัฒนารณ วังษ์ทรงยศ และพรพิศ ชูสอน. 2556. ชนิดของวัสดุอินทรีย์ที่เหมาะสมในการปรับปรุงดินเค็มเพื่อเพิ่มผลผลิตข้าวหอมอินทรีย์. แก่นเกษตร 41. (ฉบับพิเศษ 1): 655-660.
- ฆ้องชัย คงดี และ ยรรยงค์ อินทร์ม่วง. 2553. การเจริญเติบโตของผักคะน้า คุณสมบัติทางเคมีของดิน และแบคทีเรียชอบเค็มในดินเค็มที่ได้รับน้ำหมักชีวภาพต่างชนิดกัน. ว. วิทย. เทคโนโลยี. มมส. 29 (3):266-273.
- จิรพรรณ ทองสร้อย. 2551. การปรับปรุงพันธุ์ข้าวทนเค็มโดยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อร่วมกับการฉายรังสีแกมมา. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 74 หน้า.
- ชัยนาม ดิสถาพร, สมศรี อรุณินท์, พรรณี รุ่งแสงจันทร์, วรรณลดา สุนันทพงศ์ศักดิ์, อรุณี ยูวะนิยม, เกรียงศักดิ์ หงษ์โต และอนงค์ สุทธาวาส. 2524. ผลของจำนวนต้นปักดำต่อจับที่มีผลต่อผลผลิตของข้าวในดินเค็ม, หน้า 392-400. ใน: รายงานวิชาการประจำปี 2524. กองบริหารที่ดินกรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ.
- ชัยนาม ดิสถาพร, สุจินต์ นิลประดับแก้ว และสมศรี อรุณินท์. 2535. การคัดเลือกพันธุ์ไม้ยืนต้นและวิธีการปลูกในดินเค็ม, หน้า 259-283. ใน: การวิจัยและพัฒนาเกษตรของตะวันออกเฉียงเหนือ. ศูนย์ศึกษาค้นคว้าและพัฒนาการเกษตรภาคตะวันออกเฉียงเหนือ, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- ชัยนาม ดิสถาพร, ปราโมทย์ แยมคลี่, ไพรัช พงษ์วิเชียร และประสิทธิ์ ตันประภาส. 2540. การเปลี่ยนแปลงระบบอุทกวิทยาในพื้นที่โพเดอร์. ใน: รายงานวิชาการประจำปี 2540 กองอนุรักษ์ดินและน้ำ. กรมพัฒนาที่ดิน, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ.
- ธนพร แห่โสดง, จิรพรรณ ทองสร้อย, พีระพงษ์ เคหัง, สุรินทร์ ปิยะโชคณากุล, ประดิษฐ์ พงศ์ทองคำ. 2554. การคัดเลือกข้าวสายพันธุ์กลายทนเค็มและไม่ไวต่อช่วงแสงจากการชักนำให้เกิดการกลายในข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ105. Thai J. Genet. 2011, 5 (1): 57-66.
- นงคราญ มณีวรรณ และยงยุทธ โอสดสภา. 2558. ดินนาที่เป็นปัญหาต่อการปลูกข้าวและแนวทางแก้ไข. หน้า 115-161. ใน: ดิน ธาตุอาหารและปุ๋ยข้าว. ยงยุทธ โอสดสภา, (บรรณาธิการ). สมาคมดินและปุ๋ยแห่งประเทศไทย. กรุงเทพมหานคร.
- บวร บัวขาว และอรุณี ยูวะนิยม. 2552. การใช้น้ำกาสุเพื่อเพิ่มผลผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105 ในพื้นที่ดินเค็ม. รายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์ (วจ. 3) สำนักวิจัยและพัฒนาการจัดการที่ดิน, กรมพัฒนาที่ดิน.

- บวร บัวขาว. 2555. การใช้ไบอะคาเซีย (*Acacia ampliceps* Maslin.) และวัสดุปรับปรุงดินในการแก้ไขดินที่ได้รับอิทธิพลของเกลือ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 99 หน้า.
- ประสิทธิ์ ต้นประภาส และไพรัช พงษ์วิเชียร. 2547. เปรียบเทียบผลของวัสดุปรับปรุงดินกับอัตราปุ๋ยแนะนำต่อผลผลิตข้าวในดินเค็มชายทะเล. รายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์ (วจ. 3) สำนักวิจัยและพัฒนาการจัดการที่ดิน, กรมพัฒนาที่ดิน.
- ปราโมทย์ แยมคลี, ชัยนาม ดิสถาพร, ไพรัช พงษ์วิเชียร และประสิทธิ์ ต้นประภาส. 2548. ผลของวัสดุปรับปรุงดินต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของพุทราในระบบระบายน้ำแบบร่องเปิดในพื้นที่ดินเค็มจัด. ใน: รายงานผลงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ประจำปี 2548. สำนักวิจัยและพัฒนาการจัดการที่ดินกรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ.
- ปราโมทย์ แยมคลี, บวร บัวขาว, ไพรัช พงษ์วิเชียร และอรุณี ยูวะนิยม. 2550. การปรับปรุงคุณภาพน้ำเค็มโดยระบบไฮโดรสมาร์ทเพื่อปลูกพืชไร่ดิน. รายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์ (วจ. 3) สำนักวิจัยและพัฒนาการจัดการที่ดิน, กรมพัฒนาที่ดิน.
- พรรณี รุ่งแสงจันทร์, วรรณลดา สุนันทพงศ์ศักดิ์, อรุณี ยูวะนิยม, เกียรติศักดิ์ หงษ์โต, ชัยนาม ดิสถาพร, อนงค์ สุทธาวาส และสมศรี อรุณินท์. 2524. ผลของระยะปลูกต่อผลผลิตข้าวในดินเค็ม, หน้า 430-435. ใน: รายงานวิชาการประจำปี 2524. กองอนุรักษ์ที่ดิน, กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- พรรณี รุ่งแสงจันทร์, สมศรี อรุณินท์, ไพรัช พงษ์วิเชียร และอรุณี ยูวะนิยม. 2540. การปรับปรุงดินเค็มภาคกลางเพื่อปลูกหน่อไม้ฝรั่ง. รายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์ (วจ. 3) กองอนุรักษ์ดินและน้ำ, กรมพัฒนาที่ดิน.
- พรรณี หงส์น้อย, สุจินต์ นิลประดับแก้ว และสมศรี อรุณินท์. 2539. ผลของปุ๋ยพืชสดในการปรับปรุงดินเค็มเพื่อปลูกบร็อคโคลี่. รายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์ (วจ. 3) กองอนุรักษ์ดินและน้ำ, กรมพัฒนาที่ดิน.
- พรรณี หงส์น้อย, สมศรี อรุณินท์ และสุชน กิรตวัฒนา. 2543. การให้น้ำแบบหยดในชุดดินกำแพงแสนเพื่อปลูกหน่อไม้ฝรั่ง. รายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์ (วจ. 3) กองอนุรักษ์ดินและน้ำ, กรมพัฒนาที่ดิน.
- พิจิภา ทิมสุกใส. 2545. การคัดเลือกข้าวเพื่อให้ทนเค็มโดยวิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี. 86 หน้า.
- ไพรัช พงษ์วิเชียร. 2536. การใช้พืชตระกูลถั่วที่มีปมที่ลำต้น 2 ชนิด เป็นปุ๋ยพืชสดก่อนข้าวในดินเค็ม. ใน: เอกสารประกอบการประชุมเชิงปฏิบัติการงานวิชาการกรมพัฒนาที่ดิน วันที่ 19-21 พฤษภาคม 2536 ณ โรงแรมเวลคัมจอมเทียน, เมืองพัทยา, จังหวัดชลบุรี.
- ไพรัช พงษ์วิเชียร, สมศรี อรุณินท์, ยุทธชัย อนุรัตน์พันธุ์ และปราโมทย์ แยมคลี. 2538. ผลการใช้ไสอินทรีย์เป็นปุ๋ยพืชสดต่อวิธีการทำนาและผลผลิตข้าวพาราหลังนาในดินเค็ม. รายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์ (วจ. 3) กองอนุรักษ์ดินและน้ำ, กรมพัฒนาที่ดิน.
- ไพรัช พงษ์วิเชียร, ประสิทธิ์ ต้นประภาส, อกันตริ พุกขพงศ์ และสมศรี อรุณินท์. 2541ก. ผลของน้ำเค็มต่อการเจริญเติบโตของปูเล่. รายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์ (วจ. 3) กองอนุรักษ์ดินและน้ำ, กรมพัฒนาที่ดิน.

- ไพรัช พงษ์วิเชียร, ปราโมทย์ แยมคลี และสมศรี อรุณินท์. 2541ข. อายุสับกกลบที่เหมาะสมของโสนอัฟริกัน เพื่อใช้เป็นปุ๋ยพืชสดกับข้าวในดินเค็ม. รายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์ (วจ. 3) กองอนุรักษ์ดินและน้ำ, กรมพัฒนาที่ดิน.
- ไพรัช พงษ์วิเชียร, สมศรี อรุณินท์ และชยันน ดิสถาพร. 2542. การใช้วัสดุปรับปรุงดินเพื่อปลูกมะเขือเทศในดินเค็มจัดในระบบ Polder. รายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์ (วจ. 3) กองอนุรักษ์ดินและน้ำ, กรมพัฒนาที่ดิน.
- ไพรัช พงษ์วิเชียร, พรณิ หงส์น้อย และ ปราโมทย์ แยมคลี. 2543. การใช้วัสดุปรับปรุงดินเพื่อปลูกอินทผลัมในพื้นที่ดินเค็ม. ใน: รายงานวิชาการประจำปี 2543 กองอนุรักษ์ดินและน้ำ กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ.
- ไพรัช พงษ์วิเชียร, สมศรี อรุณินท์ และปราโมทย์ แยมคลี. 2544. อิทธิพลของการปลูก การคลุมดินและอายุกล้าต่อผลผลิตของบร็อคโคลี่ในดินเค็ม. รายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์ (วจ. 3) กองอนุรักษ์ดินและน้ำ, กรมพัฒนาที่ดิน.
- ไพรัช พงษ์วิเชียร, ปราโมทย์ แยมคลี และประสิทธิ์ ต้นประภาส. 2545. อัตราในการใส่ปุ๋ยให้กับหน่อไม้ฝรั่งในพื้นที่ดินเค็ม. รายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์ (วจ. 3) สำนักวิจัยและพัฒนาการจัดการที่ดิน, กรมพัฒนาที่ดิน.
- ไพรัช พงษ์วิเชียร, ชยันน ดิสถาพร, ปราโมทย์ แยมคลี และประสิทธิ์ ต้นประภาส. 2549. ผลของวัสดุปรับปรุงดินร่วมกับการปลูกข้าวต่อการเคลื่อนย้ายเกลือในดินระบบระบายน้ำแบบร่องเปิดในพื้นที่ดินเค็มจัด, หน้า 526-533. ใน: เรื่องเติมการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 44 (สาขาพืช).
- ไพรัช พงษ์วิเชียร, อรุณี ยูวะนิม และประสิทธิ์ ต้นประภาส. 2550ก. การใช้พื้นที่ดินที่มีปัญหาในเขตเกษตรน้ำฝนอย่างยั่งยืนในทุกเมืองเพีย จังหวัดขอนแก่น โครงการวิจัยย่อยที่ 1 ผลของปุ๋ยเคมีและวัสดุอินทรีย์ต่อผลผลิตข้าวในพื้นที่ดินเค็ม. ใน: เอกสารประกอบการประชุมวิชาการกรมพัฒนาที่ดิน ปี 2550, จังหวัด เชียงใหม่. 10 หน้า.
- ไพรัช พงษ์วิเชียร, ชยันน ดิสถาพร, ปราโมทย์ แยมคลี และพูนประเสริฐ ปิยะอนันต์. 2550ข. ผลของวัสดุปรับปรุงดินต่อผลผลิตอ้อยในดินเค็มภาคกลาง, หน้า 470-476. ใน: เรื่องเติมการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 45 (สาขาพืช).
- ภัทรภณ ภูเพ็ชร. 2558. แนวทางการเตรียมความพร้อมของประเทศไทยเพื่อให้เกิดความมั่นคงทางอาหารอย่างยั่งยืน. รายงานส่วนบุคคลโครงการพัฒนานักบริหารการเปลี่ยนแปลงรุ่นใหม่รุ่นที่ 7 ปีงบประมาณ พ.ศ. 2558. 58 หน้า.
- ยุทธชัย อนุรักษ์พันธุ์ และไพรัช พงษ์วิเชียร. 2544. อ่างเก็บน้ำกับการแพร่กระจายดินเค็ม, หน้า 155-161. ใน: เอกสารคู่มือเจ้าหน้าที่ของรัฐ เรื่องดินเค็ม พิมพ์ครั้งที่ 8. กรมพัฒนาที่ดิน, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- รังสรรค์ อิ่มเอิบ, อุดม สว่างศรี, วิโรจน์ สอนเสาวภาคย์, พิสมัย เขาวนกิจ, ปราณี ชุกกลิน, สหัทธ นิลพันธ์, โสภณ จันทร์เจริญสุข และมานพ ตันตะเทมีย์. 2526. การปรับปรุงดินเค็มชายทะเลโดยการใช้ปุ๋ยหมักและปุ๋ยเคมีเพื่อเพิ่มผลผลิตข้าว, หน้า 326-330. ใน: รายงานประจำปี 2526 กองบริหารที่ดิน, กรมพัฒนาที่ดิน.

- วรรณลดา สุนันทพงศ์ศักดิ์, พรณี รุ่งแสงจันทร์, อรุณี ยูวะนิยม, ชัยนาม ดิสถาพร, อนงค์ สุทธาวาส และ สมศรี อรุณินท์. 2524. อิทธิพลของปุ๋ยคอก แกลบ และการแบ่งใส่ปุ๋ยเคมีที่มีต่อผลผลิตของข้าวในดินเค็ม, หน้า 421-429. ใน: รายงานวิชาการประจำปี 2524. กองบริการที่ดิน, กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- วิโรจน์ สธนเสาวภาคย์, รังสรรค์ อัมเอบ, มนัส ภูปากน้ำ และประดิษฐ์ วงษ์เพชร. 2530. การใช้วัสดุบางชนิดปรับปรุงดินเค็มชายทะเลเพื่อปลูกกะหล่ำปลี. ใน: รายงานวิชาการประจำปี 2530 กองอนุรักษ์ดินและน้ำ กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ.
- ศุภมาศ พนิชศักดิ์พัฒนา. 2540. ภาวะมลพิษของดินจากการใช้สารเคมี พิมพ์ครั้งที่ 2. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร. 327 หน้า.
- สมศักดิ์ สุขจันทร์. 2558. การจำแนกดินที่ใช้ปลูกข้าวหน้า. 79 -114. ใน: ดิน ธาตุอาหารและปุ๋ยข้าว. ยงยุทธ โอสดสภา, (บรรณาธิการ). สมาคมดินและปุ๋ยแห่งประเทศไทย. กรุงเทพมหานคร.
- สมศรี อรุณินท์, พรณี รุ่งแสงจันทร์, วรรณลดา สุนันทพงศ์ศักดิ์, อรุณี ยูวะนิยม, และเกรียงศักดิ์ หงส์โต, ชัยนาม ดิสถาพร และอนงค์ สุทธาวาส 2524. การศึกษาเปรียบเทียบพันธุ์ข้าวทนเค็ม, หน้า 357-373. ใน: รายงานวิชาการประจำปี 2524. กองบริการที่ดินและน้ำ, กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ.
- สมศรี อรุณินท์, พรณี รุ่งแสงจันทร์, วรรณลดา สุนันทพงศ์ศักดิ์, อรุณี ยูวะนิยม และเกรียงศักดิ์ หงส์โต. 2525ก. การศึกษาผลของอายุกล้าต่อความสามารถในการทนเค็มและผลผลิตของข้าวในดินเค็ม, หน้า 7-16. ใน: รายงานวิชาการ ปี 2525. กองบริการที่ดิน, กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ.
- สมศรี อรุณินท์, พรณี รุ่งแสงจันทร์, ชัยนาม ดิสถาพร และอรุณี ยูวะนิยม. 2525ข. ผลของการไถกลบไสเนคางคกอายุต่างกันต่อการปรับปรุงดินเค็ม, หน้า 29-40. ใน: รายงานวิชาการประจำปี 2525 กรมพัฒนาที่ดิน, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- สมศรี อรุณินท์, อรุณี ยูวะนิยม, พรณี รุ่งแสงจันทร์, อนงค์ สุทธาวาส และวรรณ มิตรธรรมพิทักษ์. 2530. อิทธิพลของดินเค็มในสภาพดินไร่และดินนาต่อไสเน 4 พันธุ์. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 20 (4): 237-250.
- สมศรี อรุณินท์, อรุณี ยูวะนิยม และชัยนาม ดิสถาพร. 2532ก. การหาช่วงเวลาที่เหมาะสมในการปลูกไสเนเพื่อใช้เป็นปุ๋ยพืชสดบนพื้นที่ดินเค็มในเขตน้ำฝน. รายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์ (วจ. 3) กองอนุรักษ์ดินและน้ำ, กรมพัฒนาที่ดิน.
- สมศรี อรุณินท์, อรุณี ยูวะนิยม และชัยนาม ดิสถาพร. 2532ข. การใช้วัสดุปรับปรุงบำรุงดินเค็มเพื่อปลูกข้าวโพดหวานหลังนา. รายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์ (วจ. 3) กองอนุรักษ์ดินและน้ำ, กรมพัฒนาที่ดิน.
- สมศรี อรุณินท์, อรุณี ยูวะนิยม และชัยนาม ดิสถาพร. 2532ค. การล้งดินเพื่อปรับปรุงดินเค็มในการปลูกพืช 1. ฝ้าย 2. ข้าวสาลี. ใน: รายงานวิชาการประจำปี 2532 กองอนุรักษ์ดินและน้ำ กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ.
- สมศรี อรุณินท์, พรณี รุ่งแสงจันทร์, อรุณี ยูวะนิยม และ ชัยนาม ดิสถาพร. 2534. ผลของการปลูกไสเนแซมระหว่างแถวข้าวในดินเค็ม, หน้า 184-186. ใน: รายงานวิชาการกองอนุรักษ์ดินและน้ำประจำปี 2528-2530. กรมพัฒนาที่ดิน, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

สมศรี อรุณินท์, มานพ ตันตะเทมีย์, ยุทธชัย อนุรักติพันธุ์, ปราโมทย์ แยมคลี่ และไพรัช พงษ์วิเชียร. 2538ก. อายุสับกบที่เหมาะสมของโสนอัฟริกันและ *Aeschynomene afraaspera* ต่อการปลดปล่อยไนโตรเจนและผลผลิตข้าวในพื้นที่ดินเค็ม. รายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์ (วจ. 3) กองอนุรักษ์ดินและน้ำ, กรมพัฒนาที่ดิน.

สมศรี อรุณินท์, ไพรัช พงษ์วิเชียร, พรรณี รุ่งแสงจันทร์, อรุณี ยูวะนิยม และชัยนาม ดิสภาพร. 2538ข. การตอบสนองของข้าวต่อปุ๋ยและปุ๋ยพืชสดบนพื้นที่ดินเค็ม. รายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์ (วจ. 3) กองอนุรักษ์ดินและน้ำ, กรมพัฒนาที่ดิน.

สมศรี อรุณินท์, ไพรัช พงษ์วิเชียร, พรรณี รุ่งแสงจันทร์ และอรุณี ยูวะนิยม. 2538ค. เปรียบเทียบการใช้โสน 4 ชนิดเป็นปุ๋ยพืชสดก่อนข้าวในดินเค็ม. รายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์ (วจ. 3) กองอนุรักษ์ดินและน้ำ, กรมพัฒนาที่ดิน.

สมศรี อรุณินท์. 2539. ดินเค็มในประเทศไทย, กรมพัฒนาที่ดิน. 251 หน้า.

สมศรี อรุณินท์. 2544ก. การปรับปรุงดินเค็มและดินโซดิก, หน้า 7-16. ใน : เอกสารคู่มือเจ้าหน้าที่ของรัฐเรื่องดินเค็ม. พิมพ์ครั้งที่ 8. กรมพัฒนาที่ดิน. กรุงเทพฯ.

สมศรี อรุณินท์. 2544ข. การใช้น้ำกร่อยเพื่อชลประทาน, หน้า 245-254. ใน : เอกสารคู่มือเจ้าหน้าที่ของรัฐเรื่องดินเค็ม. พิมพ์ครั้งที่ 8. กรมพัฒนาที่ดิน. กรุงเทพฯ.

สมศรี อรุณินท์. 2544ค. พืชทนเค็ม, หน้า 255-263. ใน : เอกสารคู่มือเจ้าหน้าที่ของรัฐเรื่องดินเค็ม. พิมพ์ครั้งที่ 8. กรมพัฒนาที่ดิน. กรุงเทพฯ.

สุนทร รัชฎาวงษ์, สมศรี อรุณินท์, พรรณี รุ่งแสงจันทร์, อรุณี ยูวะนิยม และวรรณลดา สุนันทพงศ์ศักดิ์. 2524. อิทธิพลของสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์บางชนิดที่มีต่อคุณสมบัติบางประการของดินเค็มชายทะเลชุดสมุทรปราการและการเจริญเติบโตของมะเขือเทศพันธุ์สีดา. หน้า 413-420. ใน: รายงานวิชาการประจำปี 2524 กองอนุรักษ์ที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ.

สุรพล หิรัญวัฒน์ศิริ, อรุณี ยูวะนิยม และชาติชาย พูนพาณิชย์. 2546. การศึกษาระบบระบายน้ำชะล้างเกลือในพื้นที่ดินเค็มจัด อำเภอบรบือ จังหวัดมหาสารคาม. รายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์ กองอนุรักษ์ดินและน้ำ, กรมพัฒนาที่ดิน.

สำนักงานคณะกรรมการพิเศษเพื่อประสานงานโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริ. กปร., 2549. จอมปราษฎ์แห่งดิน. กรุงเทพมหานคร: ทำเนียบรัฐบาล.

สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. 2550. ปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง. โรงพิมพ์ 21 เซ็นจูรี, กรุงเทพมหานคร. 24 หน้า

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2559. สถิติการเกษตรของประเทศไทยปี 2558. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 215 หน้า

สำนักสำรวจและวางแผนการใช้ที่ดิน. 2549. ดินปัญหาของประเทศไทย, กรมพัฒนาที่ดิน. 13 หน้า.

สำนักสำรวจและวางแผนการใช้ที่ดิน. 2550. ดินเค็มในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ: การสำรวจและทำแผนที่จากคราบเกลือ. กรมพัฒนาที่ดิน. 44 หน้า.

อนุเทพ ภาสุระ. 2558. การใช้ชีวภัณฑ์จุลินทรีย์ *Bacillus subtilis* ในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของต้นกล้าข้าวที่ปลูกในสภาวะดินเค็มจากน้ำทะเล. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ ประจำปีงบประมาณ 2557, มหาวิทยาลัยบูรพา. 77 หน้า.

- อริสสรา แก้วพิลาธมย์, วิมลนันทน์ กันเกตุ, ศุภสิทธิ์ สิทธาพานิช และพรทิพย์ ศรีมงคล. 2557. ผลของการใช้วัสดุอินทรีย์และระบบการไม่ไถพรวนต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติดินบางประการในดินนาเค็มน้อย. เกษตร. 42 ฉบับพิเศษ 1: 198-203.
- อรุณี ยูวะนิยม, พรณี รุ่งแสงจันทร์, อนงค์ สุทธาวาส, ชัยนาม ดิสภาพร และสมศรี อรุณินท์. 2527. อิทธิพลของสารอินทรีย์บางชนิดในการปรับปรุงดินเค็มเพื่อเพิ่มผลผลิตข้าว. รายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์ (วจ. 3) กองอนุรักษ์ดินและน้ำ, กรมพัฒนาที่ดิน.
- อรุณี ยูวะนิยม และสมศรี อรุณินท์. 2542. การวิจัยพืชทนเค็มและพืชชอบเกลือบางชนิดในดินเค็มจัดภาคตะวันออกเฉียงเหนือ, หน้า 278-283. ใน: เอกสารคู่มือเจ้าหน้าที่ของรัฐเรื่องดินเค็ม. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- อิษฏ์ อิทธิภูมิ, อรรธรณ ศรีโสมพันธ์ และนริศ สิ้นศิริ. 2559. ภูมิภาคอาเซียนกับความมั่นคงทางอาหาร, เกษตร. 44(1): 191-200.
- อำนาจ สุวรรณฤทธิ์, สมชาย กรีทาภิรมย์, สุภาพ บุรณากาญจน์, วารุณี วารัณยานนท์ และพัชรีย์ ตั้งตระกูล. 2541. ผลของความเค็มของดินและโซเดียมต่อคุณภาพเมล็ดข้าวขาวดอกมะลิ 105. ว. เกษตรศาสตร์ (วิทย์.). 32: 401 - 411.
- Abrol, I.P., and D.R. Bhumbla. 1973. Field studies on salt leaching in a highly saline sodic soil. Soil Science. 115(6): 429-433.
- Abrol, I.P., D.R. Bhumbla and O.P. Meelu. 1985. Influence of salinity and alkalinity on properties and management of Riceland, pp. 183-198. In: Soil Physics and Rice. IRRI, Philippines.
- Abrol, I.P., J.S.P. Yadav and F.I. Massoud. 1988. Salt-affected soils and their management. FAO SOIL BULLETIN 39. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
- Abrol, I.P. and S.P. Palaniappan. 1988. Green manure crops in irrigated and rainfed lowland rice-based cropping systems in South Asia, pp. 71-82. In: Green Manure in Rice Farming. IRRI, Philippines.
- Alexandratos, N. and J. Bruinsma. 2012. World agriculture towards 2030/2050: the 2012 revision. FAO Agricultural Development Economics Division. Rome. 147 p.
- App, A. and A. Eaglesham. 1981. Biological nitrogen fixation problems and potential, pp. 1-8. In: P.H. Graham (ed.), Biological Nitrogen Fixation Technology for Tropical Agriculture. CIAT, Colombia.
- Arunin, S. 1984. Characteristics and management of salt affected soil in the Northeast of Thailand. pp. 336-351. In: Ecology and Management of Problem Soils in Asia. Food and Fertilizer Technology Center for the Asian and Pacific Region. Taipei, Rep. of China.
- Arunin, S., C. Dissataporn, Y. Anuluxtipan and D. Nana. 1988. Potential of Sesbania as a green manure in saline rice soils in Thailand, pp. 83-95. In: Green Manure in Rice Farming. IRRI. Philippines.

- Arunin, S., P. Pongwichian and E.L. Aragon. 1994. Integrated nutrient management strategies: the INSURF experience in northeast Thailand, pp. 155-171. In: Green Manure Production Systems for Asian Ricelands. IRRI. Philippines.
- Arunin, S. and P. Pongwichian. 2015. Salt-affected Soils and Management in Thailand. Bull. Soc. Sea Water Sci., Jpn. 69: 319-325.
- Ashraf, M., Rahmatullah, R. Ahmad, A.S. Bhatti, M. Afzal, A. Sarwar, M.A. Maqsood and S. Kanwal. 2010. Amelioration of salt stress in Sugarcane (*Saccharum officinarum* L.) by supplying potassium and silicon in hydroponics. Pedosphere. 20(2): 153-162.
- Aslam, Z., A.R. Awan, M. Rizwan, A. Gulnaz and K.A. Malik. 2009. Governmental Report on Saline Agriculture Farmer Participatory Development Project in Pakistan. Nuclear Institute for Agriculture and Biology (NIAB) Pakistan Atomic Energy Commission, Faisalabad, Pakistan.
- Attanandana, T., C. Suwannarat, T. Vearasilp, S. Kongton, B. Boonsompoppan, R. Meesawat, A. Chareonsaksiri, P. Verapattananirund and R.S. Yost. 2006. Site-specific nutrient management for farmers of small farms of the tropics, pp. 391-408. In: S. Haneklans, Ch. Hera, G. Hefman, T. Nemeth, R.M. Rietz, P. Limtong and E. Schung, (eds.), Fertilizer and Fertilization: Stewardship for Food Security, Food Quality, Environment and Nature Conservation. Chiang mai, Thailand.
- Ayers, R.S. and D.W. Westcot. 1985. Water quality for agriculture. FAO Irrigation and Drainage Paper 29, United Nations, Rome.
- Barnes, R.F. and J.E. Baylor. 1995. Forages in a changing world, pp. 3-13. In: Forages: An Introduction to Grassland Agriculture, State University Press, New York, NY, USA.
- Barrett-Lennard, E.G. and T.L. Setter. 2010. Developing saline agriculture: moving from traits and genes to systems. Functional Plant Biology. 37: iii-iv.
- Bernstein, L. and M. Fireman. 1957. Laboratory studies on salt distribution in furrow irrigated soil with special reference to the pre-emergence period. Soil Science. 83: 249-263.
- Bernstein, L., M. Fireman and R.C. Reeve. 1955. Control of salinity in the Imperial Valley. US Department of Agriculture, Agricultural Research Service Bulletin., 41 (4). 15p.
- Bernstein, L., and L.E. Francois. 1973. Leaching requirement studies: sensitivity of alfalfa to salinity of irrigation and drainage waters. Soil Soc. Amer. Proc. 37: 931-943.
- Boje-Klein, G. 1986. Problem soil as potential areas for adverse salt-tolerant rice varieties in north and Southeast Asia. IRPS No. 119, November 1986. IRRI. Philippines.
- Borghesi, E., M.L. Gonzalez-Miret, M.L. Escudero-Gilete, F. Malorgio, F.J. Heredia and A.J. Melendez-Martínez. 2011. Effects of salinity stress on Carotenoids, Anthocyanins, and color of diverse tomato genotypes. J. Agric. Food Chem. 59: 11676-11682.
- Borlaug, N. 2007. Feeding a Hungry world. Science. 318 (5849): 318-359.

- Boyko, H. 1966. Basic ecological principles of plantgrowing by irrigation with highly saline or sea-water, pp. 131-200. In: Salinity and Aridity-New Approaches to Old Problem. Mon. Biol. XVI.
- Brevik, E.C. 2010. Soil, food security, and human health, pp. 161-195. In: W.H. Verheye, (ed.), Plant Growth and Crop Production. Volume 3. EolssPublissers, United Kingdom.
- Brock, J., S. Aboling, R. Stelzer, E. Esch, and J. Papenbrock. 2007. Genetic variation among different populations of *Aster tripolium* grown on naturally and anthropogenic salt-contaminated habitats: implications for conservation strategies. Journal of Plant Research. 120 (1): 99–112.
- Bruce, T.J.A. 2012. GMas a route for delivery of sustainable crop protection. Journal of Experimental Botany. 63 (2): 537–541.
- Cayuela, E., M.T. Estañ, M. Parra, M. Caro and M.C. Bolarin. 2001. NaCl pre-treatment at the seedling stage enhances fruit yield of tomato plants irrigated with salt water. Plant and Soil. 230: 231-238.
- Chanaboon, T., S. Yodsiri, K. Wongpakam and K. Boomtieng. 2006. Effect of calcium sulfate composing with green manure crops on production of *Oryza sativa* cv. “RD” 6 on saline area, pp. 9-12. In: S. Haneklans, Ch. Hera, G. Hefman, T. Nemeth, R.M. Rietz, P. Limtong and E. Schung, (eds.), Fertilizer and Fertilization: Stewardship for Food Security, Food Quality, Environment and Nature Conservation. Chiang mai, Thailand.
- Cha-um, S., T. Trakulyingcharoen, P. Smitamana and C. Kirdmanee. 2009. Salt tolerance in two rice cultivars differing salt tolerant abilities in responses to iso-osmotic stress. Australian Journal of Crop Science. 3 (4): 221-230.
- Cha-um, S., Y. Pokasombat and C. Kirdmadee. 2011. Remediation of salt-affected soil by gypsum and farmyard manure-Importance for the production of Jasmine rice. Australian Journal of Crop Science. 5 (4): 458-465.
- Cheeseman, J.M. 1988. Mechanisms of salinity tolerance in plant. Plant Physiol. 87: 547-550.
- Chunthaburee, S., J. Sanitchon, W. Pattanagul and P. Theerakulpisut. 2015. Application of exogenous spermidine (Spd) improved salt tolerance of rice at the seedling and reproductive stages Procedia Environmental Sciences. 29: 134.
- Chunthaburee, S., A. Dongsansuk, J. Sanitchon, W. Pattanagul and P. Theerakulpisut. 2016. Physiological and biochemical parameters for evaluation and clustering of rice cultivars differing in salt tolerance at seedling stage. Saudi Journal of Biological Sciences. 23: 467–477.
- Clermont-Dauphin, C., N. Suwannang, O. Grünberger, C. Hammecker and J.L. Maeght. 2010. Yield of rice under water and soil salinity risks in farmers’ fields in northeast Thailand. Field Crops Research. 118: 289–296.

- Dakheel, A., R. Nanduri and R. Soppe. 2015. Biosaline agriculture as an approach for combating desertification, pp. 146-148. In: Living Land. United Nations Convention to Combat Desertification (UNCCD) and Copublisher: Tudor Rose. UK.
- Das, J., B. Das and T.K. Dangar. 2008. Microbial populations and *Bacillus thuringiensis* diversity in saline rice field soils of coastal Orissa, India. African Journal of Microbiology Research. 2: 326-331.
- De Pascale, S., A. Maggio, V. Fogliano, P. Ambrosino and A. Ritieni. 2001. Irrigation with saline water improves carotenoids content and antioxidant activity of tomato, The Journal of Horticultural Science and Biotechnology, 76 (4): 447-453.
- Deepa Sankar, P., M.A.A.M. Saleh and C.I. Selvaraj. 2011. Rice breeding for salt tolerance. Research in Biotechnology. 2 (2): 1-10.
- DESCONAP. 1990. Waterlogging and Salinity control in Asia and pacific. ESCAP/UNDP Project. Economic and social commission for Asia and pacific, United Nation. Bangkok, Thailand., 61 pp.
- Dissataporn, C., S. Ninpradupkaew, and S. Arunin 1992. Establishment of tree in saline soil. Workshop on Agricultural Research Strategies and Development in Northeast Thailand. ADRC, KhonKaen, Thailand, January 13 – 16, 1992.
- Epstein, E., J.D. Norlyn and D.W. Rush, 1980. Saline culture of crops: a genetic approach. Science. 210 (4468): 399-404.
- Eryilmaz, F. 2006. The relationships between salt stress and anthocyanin content in higher Plants. Biotechnol. and Biotechnol. 20 (1): 47-52.
- Eswaran, H., P. Moncharoen, P. Reich and E. Padmanabhan. 2001. Rice, land and people: the faltering nexus in Asia, pp. 38-66. In: Proceeding of the Fifth ESAFS International Conference on Rice Environments and Rice Products. 27-31 May 2001, Krabi, Thailand.
- Fahad, A.A., I.B. Razap, J.S. Mahmood, and H.A. Tawfeek. 1985. Comparison of three methods of water application in leaching of salt-affected soil by means of Na-22 tracer, pp. 615-621. In: Proceeding of the Reclamation of Salt-Affected Soils: Part II. Jinan China.
- Falvey, L. 2000. Thai Agriculture, Golden Cradle of Millennia, Kasetsart University Press. 459 p.
- FAO. 1971. Salinity Seminar Baghdad. Irrigation and Drainage Paper 7. Rome. P. 55-70.
- FAO. 1976. Water Quality for Agriculture. Irrigation and Drainage Paper 29. Rome. P. 17-97.
- FAO. 1980. Drainage Design Factors. Irrigation and Drainage Paper 38. Rome. P. 5-27.
- Fedoroff, N.V., D.S. Battisti, R.N. Beachy, P.J.M. Cooper, D.A. Fischhoff, C.N. Hodges, V.C. Knauf, D. Lobell, B.J. Mazur, D. Molden, M.P. Reynolds, P.C. Ronald, M.W.

- Rosegrant, P.A. Sanchez, A. Vonshak and J.K. Zhu. 2010. Radically Rethinking Agriculture for the 21st Century. *Science*. 327: 833-834.
- Flowers, T.J. 1975. Halophytes, pp. 309-334. In: J.T. Hall, (ed.), *Ion Transport in Plant Cells and Tissues*. North-Holland Publ. Co., Amsterdam.
- Flowers, T.J., A. Garcia, M. Koyama and A.R. Yeo. 1997. Breeding for salt tolerance in crop plants: The role of molecular biology. *Acta. Physiol. Plant*. 19: 427-433.
- Food and Agriculture Organization. 1992. The use of saline waters for crop production. Tech. Rep., Food and Agriculture Organization, Rome, Italy.
- Gallagher, J.L. 1985. Halophytic crops for cultivation at seawater salinity. *Plant Soil*. 89: 323-336.
- Galvani, A. 2007. The challenge of the food sufficiency through salt tolerant crops. *Reviews in Environmental Science and Biotechnology*. 6 (1-3): 3-16.
- Gay, F., I. Maraval, S. Roques, Z. Günata, R. Boulanger, A. Audebert and C. Mestres. 2010. Effect of salinity on yield and 2-acetyl-1-pyrroline content in the grains of three fragrant rice cultivars (*Oryza sativa* L.) in Camargue (France). *Field Crops Research*. 117 (1): 154-160.
- Ghassemi, F., A.J. Jakeman and H.A. Nix. 1995. *Salinisation of Land and Water Resources*. University of New South Wales Press Ltd, Canberra, Australia.
- Glenn, E., N. Hicks, J. Riley and S. Swingle. 1995. Seawater irrigation of halophytes for animal feed, pp. 221-236. In: *Halophytes and Biosaline Agriculture*. Marcel Dekker, New York, NY, USA.
- Glenn, E., S. Miyamoto, D. Moore, J.J. Brown, T.L. Thompson and P. Brown. 1997. Water requirements for cultivating *Salicornia bigelovii* Torr. with seawater on sand in a coastal desert Environment. *Journal of Arid Environments*. 36 (4): 711-730.
- Glenn, E.P., J.J. Brown, and E. Blumwald. 1999. Salt tolerance and crop potential of halophytes. *Critical Reviews in Plant Sciences*. 18 (2): 227-255.
- Greenway, H. and R. Munns. 1980. Mechanisms of salt tolerance in nonhalophytes. *Ann. Rev. Plant Physiol*. 31: 149-190.
- Greenwood, E.A.N. 1986. Water use by trees and shrubs for lowering saline groundwater. *Reclam. Reveget. Res*. 5: 423-434.
- Gregorio, G.B., D. Senadhira and R.D. Mendoza. 1997. Screening rice for salinity tolerance. IRRI Discussion Paper Series No. 22. 30 p.
- Guillon, F., C. Larré, F. Petipas, A. Berger, J. Moussawi, H. Rogniaux, A. Santoni, L. Saulnier, F. Jamme, M. Miquel, L. Lepiniec and B. Dubreucq. 2012. A comprehensive overview of grain development in *Brachypodium distachyon* variety Bd21. *Journal of Experimental Botany*. 63 (2): 739-755.

- Gul, B. and M.A. Khan. 2003. Saline agriculture: Promises and prospects for future agriculture in degraded saline land, pp. 149-156. In: A. Azhar, A. Siddiqui and M. A. Khan, (eds.), Technology and Development in the New Millennium. Pakistan.
- Gul, B., R. Ansari and M.A. Khan. 2009. Salt tolerance of *Salicornia utahensis* from the great basin desert. Pak. J. Bot. 41 (6): 2925-2932.
- Hammer, G.L and I.J. Broad. 2003. Genotype and environment effects on dynamics of harvest index during grain filling sorghum. Agron. J. 95: 199–206.
- Hattori, T. and Y. Takaya. 1989. Salinity in Thailand. Report of ADRC Expert (22). 59 pp.
- Hillel, D. 1983. Advances in Irrigation vol.2. Academic press. USA. 429 p.
- Horie, T., I. Karahara and M. Katsuhara. 2012. Salinity tolerance mechanism in glycophytes: An overview with the central focus on rice plants. Rice 2012 5: 11. DOI: 10.1186/1939-8433-5-11.
- Horne, P.M. and W.W. Stür. 2003. Developing agricultural solutions with smallholder farmers – how to get started with participatory approaches. ACIAR Monograph No. 99. 120 p.
- Howden, S.M., J.F. Soussana, F.N. Tubiello, N. Chhetri, M. Dunlop and H. Meinke. 2007. Adapting agriculture to climate change. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. 104 (50): 19691–19696.
- IRRI. 2006. Bringing hope, improving lives: Strategic Plan 2007–2015. Manila. 61 p.
- Jefferies, R.A., K. Willson and A.D. Bradshaw. 1981. The potential of legumes as a nitrogen source for the reclamation of derelict land. Plant and Soil. 59: 173-177.
- Jongsukul, A., P. Srihaban, W. Waramit and W. Ngamsom. 2015. Participatory saline soil management in Thailand, pp. 48-50. In: Living Land. United Nations Convention to Combat Desertification (UNCCD) and Copublisher: Tudor Rose. UK.
- Katerji, N., J.W. van Hoorn, A. Hamdy and M. Mastroilli. 2003. Salinity effect on crop development and yield analysis of salt tolerance according to several classification methods. Agric. Water Manage. 62: 37–66.
- Keutgen, A.J. and E. Pawelzik. 2008. Quality and nutritional value of strawberry fruit under long term salt stress. Food Chemistry 107: 1413–1420.
- Khan, M.A. and N.C. Duke. 2001. Halophytes-a resource for the future. Wetlands Ecology and Management. 9 (6): 455–456.
- Khan, M.A, R. Ansari, B. Gul and M. Qadir. 2006. Crop diversification through halophyte production on salt-prone land resources. CAB Reviews: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources. 1 (048): 9 paeg. doi: 10.1079/PAVSNNR20061048.
- Khanom, T. 2016. Effect of salinity on food security in the context of interior coast of Bangladesh. Ocean & Coastal Management. 130: 205-212.

- Khush, G.S. 2005. What it will take to feed 5.0 billion rice consumers in 2030. *Plant Mol. Biol.* 59: 1–6.
- Kumazawa, K. 1984. Beneficial effects of organic matter on rice growth and yield in Japan, pp. 431-444. In: *Organic Matter and Rice*. IRRI, Philippines.
- Kunnoot, L. and S. Limthongkul. 2001. Role of rice varieties for adverse environments of Thailand, pp. 259-266. In: *Proceeding of the Fifth ESAFS International Conference on Rice Environments and Rice Products*. 27-31 May 2001, Krabi, Thailand.
- Kurunc, A. and C. Cekic. 2005. Response of three strawberry cultivars (*Fragaria x ananassa* Duch.) to different salinity levels in irrigation water. *Hort. Sci. (Prague)*. 32 (2): 50–55.
- Ladeiro, B. 2012. Saline Agriculture in the 21st Century: Using Salt Contaminated Resources to Cope Food Requirements. *Journal of Botany*, vol. 2012, Article ID 310705, 7 pages, 2012. doi:10.1155/2012/310705
- Letey, J., A. Dinar and K.C. Knapp. 1985. Crop-water production functions model for saline irrigation waters. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 49: 1005–1009.
- Luttge, U., J. Andrew and C. Smith. 1984. Structural, biophysical and biochemical aspects of the role of leaves in plant adaptation to salinity and water stress, pp. 125-150. In: C.S. Richard and G.H. Toenniessen (eds.), *Salt Tolerance in Plant Strategies for Crop Improvement*. John Wiley and Sons, New York.
- Maas, E.V. and G.J. Hoffman. 1977. Crop salt tolerance—current assessment. *J. Irrigation Drainage*. 103: 114–134.
- Mass, E.V. 1986. Salt tolerance of plants. *Appl. Agri. Res.* 1: 12–26.
- Maas, E.V., 1990. Crop salt tolerance. In: Tanji, K.K. (ed.), *Agricultural Salinity Assessment and Management*. ASCE Manual Reports on Engineering Practices. 71: 262–304.
- Maas, E.V. and C.M. Grieve. 1990. Spike and leaf development in salt stressed wheat. *Crop Sci.* 30: 1309–1313.
- Mastrorilli, M., N. Katerji and G. Rana. 1995. Water efficiency and stress on grain sorghum at different reproductive stage. *Agric. Water Manage.* 28: 23–34.
- Matichenkov, V.V. and E.A. Bocharnikova. 2004. New technology for rehabilitation of salt-affected areas and increasing drought and salt plant tolerance. Paper presented at 13th International Soil Conservation Organisation Conference, Brisbane, July 2004. 4 p.
- Meelu, O.P., Y. Singh and B. Singh. 1994. *Green Manuring for Soil Productivity Improvement*. FAO. Rome. 123 p.
- Menete, M.Z.L., H.M. van Es, R.M.L. Brito, S.D. DeGloria and S. Famba. 2008. Evaluation of system of rice intensification (SRI) component practices and their synergies on salt affected soils. *Field Crops Research*. 109 (1–3): 34–44.

- Munns, R. 2002. Comparative physiology of salt and water stress. *Plant Cell Environ.* 25: 239–250.
- National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). 2007. Introduction to Stakeholder Participation. 15 p.
- Oo, A.N, C.B. Iwai and P. Saenjan. 2013. Food security and socio-economic impacts of soil salinization in northeast Thailand. *International Journal of Environmental and Rural Development.* 4 (2): 76-81.
- Oster, J.D. 1994. Irrigation with poor quality water. *Agricultural Water Management.* 25(3): 271-297 pp.
- Ould Ahmed, B.A., M. Inoue and S. Moritani. 2010. Effect of saline water irrigation and manure application on the available water content, soil salinity, and growth of wheat. *Agricultural Water Management* 97(1): 165–170.
- Palaniappan, S.P. and M.N. Budhar. 1992. Role of green manure in management of salt-affected soils, pp. 378-393. In: *Strategies for Utilizing Salt Affected Lands*. Bangkok, Thailand.
- Pan, C.L. 1964. The effect of salt concentration of irrigation water on the growth of rice and other related problems. *International Rice Commission Newsletter.* (FAO/IRC). 13: 4-13.
- Pearson, G.A. and L. Bernstein. 1959. Salinity effect at several growth stage of rice. *Agron. J.* 51: 654-657.
- Perez-Alfocea, F., M.E. Balibrea, A. Santa Cruz and M.T. Estan. 1996. Agronomical and physiological characterization of salinity tolerance in a commercial tomato hybrid. *Plant Soil* 180: 251–257.
- Peterson, A. and K. Murphy. 2015. Tolerance of lowland quinoa cultivars to sodium chloride and sodium sulfate salinity. *Crop Science.* 55: 331-338.
- Phaithong, C. and A. Pagdee. 2013. Factors affecting rice production in northeastern Thailand: The relationship between soil salinity and vegetative cover. *International Journal of Environmental and Rural Development.* 4 (1): 25-30.
- Pitman, M.G. and A. Läuchli. 2002. Global impact of salinity and agricultural ecosystems, pp 3-20. In: A. Läuchli and U. Lüttge, (eds.), *Salinity: Environment-Plants-Molecules*. Nethland.
- Pongwichian, P., C. Dissataporn and K. Ananpongsuk. 2012. Community Participatory Network on Sustainable Land Management: A Case Study on Saline Soil in the Northeastern Part of Thailand, pp. 136-141. In: *Proceeding of Scientific Workshop on Sustainable Land Management to Enhance Food Production of APEC Members*. Chiang Mai, Thailand, 28 - 30 November 2012.

- Pongwichian, P., E. Kohno, K. Roy and K. Sasada. 2013. Actual situation of management and future problems of reclamation on inland salt-affected soils in Thailand. *Environmental Information Science*. 27: 305-310.
- Pongwichian, P., A. Yuwaniyama, C. Dissataporn, R. Im-Erb, E. Kohno, K. Roy and K. Sasada. 2014. Utilization of salt tolerant species for rehabilitation of coastal saline soil in Petchaburi province Thailand. *Indian J. Ecol.* 41 (1): 53-56.
- Prins, A.G., B. Eickhout, M. Banse, H. van Meijl, W. Rienks and G. Woltjer. 2011. Global impacts of European agricultural and biofuel policies. *Ecology and Society*. 16 (1): 49.
- Qadir, M. and J.D. Oster. 2004. Crop and irrigation management strategies for saline-sodic soils and waters aimed at environmentally sustainable agriculture. *Science of the Total Environment*. 323 (1-3): 1-19.
- Qureshi, R.H. and E.G. Barrett-Lennard. 1998. *Saline Agriculture for Irrigated Lands in Pakistan: A Handbook*. ACIAR Monograph No.50. Canberra, Australia. 142 p.
- Ragland, J., I. Craig and P. Chouangcham. 1986. Northeast rainfed agriculture development project. University of Kentucky Technical Assistance Team. Kentucky, USA. 127 p.
- Rhoades, J.D. 1986. Leaching requirement for exchangeable-sodium control. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 32: 625-656.
- Rhoades, J.D., A. Kandiah and A.M. Mashali. 1992. The use of saline waters for crop production. *FAO Irrigation and Drainage Paper 48*, United Nations, Rome.
- Rozema J. and H. Schat. 2013. Salt tolerance of halophytes, research questions reviewed in the perspective of saline agriculture. *Environmental and Experimental Botany*. 92: 83-95.
- Rus, A.M., S. Rios, E. Olmos, A. Santa-Cruz and M.C. Bolarin. 2000. Longterm culture modifies the salt responses of callus lines of salt-tolerant and salt-sensitive tomato species. *J. Plant Physiol.* 157: 413-420.
- Schlick, G. D.L. Bubenheim. 1993. Quinoa: An Emerging "New" Crop with Potential for CELSS. *NASA Technical Paper 3422*. Ames Research Center, Moffett Field, California. 6 p.
- Sgroy, V., F. Cassán, O. Masciarelli, M.F. Del Papa, A. Lagares and V. Luna. 2009. Isolation and characterization of endophytic plant growth-promoting (PGPB) or stress homeostasis - regulating (PSHB) bacteria associated to the halophyte *Prosopis strombulifera*. *Appl. Microbiol Biotechnol.* 85: 371-381.
- Shalhevet, J. 1994. Using water of marginal quality for crop production: major issues. *Agric. Water Manage.* 25: 233-269.
- Shani, U. and L.M. Dudley. 2001. Field studies of crop response to water and salt stress. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 65: 1522-1528.

- Shannon, M.C. 1984. Breeding, selection and the genetics of salt tolerance, pp. 231–254. In: Staples, R.C. (Ed.), *Salinity Tolerance in Plants: Strategies for Crop Improvement*. Wiley, New York, NY.
- Shannon, M.C., J.D. Rhoades, J.H. Draper, S.C. Scardaci and M.C. Sypres. 1998. Assessment of salt tolerant in rice cultivars in response to salinity problem in California. *Crop. Sci.* 38: 394-398.
- Shanon, M.C. 1997. Adaptation of plants to salinity. *Adv. Agron.* 60: 76–119.
- Sharma, D.P., K.K. Mehta and J.S.P. Yadav. 1982. Effect of reclamation practices on soil properties and crop growth on farmer field. *J. Ind. Soc. Soil Sci.* 29:356-60.
- Sharma, M.L. 1971. Physical and physico-chemical changes in the profile of a sodic soil treated with gypsum. *Australian J. Soil Res.* 9: 73-82.
- Sharma, S.K. 1984. Osmotic and ionic effects in salt sensitive and resistant wheat varieties. *Indian J. Plant Physiol.* 27: 153-158.
- Shekhawat, V.P.S., A. Kumar and K.H. Neumann. 2006. Bioreclamation of secondary salinized soils using halophytes, pp. 147–154. In: M. Oturk, Y. Waisel, M.A. Khan and G. Gork, (eds.), *Biosaline Agriculture and Salinity Tolerance in Plants*. Birkhauser Verlag, Basel.
- Shereen, A., S. Mumtaz, S. Raza, M.A. Khan and S. Solangi. 2005. Salinity effects on seedling growth and yield components of different inbred rice lines. *Pak. J. Bot.*, 37 (1): 131–139.
- Sinanuwong, S. and Y. Takaya. 1974. Saline soils in Northeast Thailand. *Southeast Asian Studies.* 12: 105-120.
- Sripinyowanicha, S., P. Klomsakul, B. Boonburapong, T. Bangyeekhun, T. Asami, H. Gu, T. Buaboocha, S. Chadchawan. 2013. Exogenous ABA induces salt tolerance in indica rice (*Oryza sativa* L.): The role of *OsP5CS1* and *OsP5CR* gene expression during salt stress. *Environmental and Experimental Botany.* 86: 94– 105.
- Summart, J., P. Thanonkeo, S. Panichajakul, P. Prathepha and M.T. McManus. 2010. Effect of salt stress on growth, inorganic ion and proline accumulation in Thai aromatic rice, Khao Dawk Mali 105, callus culture. *African Journal of Biotechnology.* 9 (2): 145-152.
- Suriyaarunroj, D. 2005. Molecular Breeding for Salt Tolerant Introgression Salt Tolerant QTL Confering Na^+/K^+ Ratio in Thai Hom Mali Rice. Thesis Dissertation. Kasetsart University. 78 pages.
- Szabolcs, I. 1989. *Salt-affected Soils*. Boca Raton, FL: CRC Press.
- Tanji, K.K. 1990. The nature and extent of agricultural salinity problems. In: K.K. Tanji, (ed.), *Agricultural Salinity Assessment and Management*. ASCE Manual Reports on Engineering Practices. 71: 1–41.

- Tanji, K. K. and N. C. Kielen. 2002. Agricultural Drainage Water Management in Arid and Semi-Arid Areas. FAO IRRIGATION AND DRAINAGE PAPER 61, FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS, Rome, 189 p.
- Tao, Y., W. Gu, J. Chen, J. Tao, Y.J. Xu and H. Zhang. 2013. The influence of land use practices on earthworm communities in saline agriculture soils of the west coast region of China's Bohai Bay. *Plant Soil Environ.* 59 (1): 8–13.
- Tilak, K., N. Ranganayaki, K. Pal, R. De, A. Saxena, N.C. Shekhar, S. Mittal, A. Tripathi and B. Johri. 2005. Diversity of plant growth and soil health-supporting bacteria. *Curr. Sci.* 89 (1): 136-150.
- Tuna, A.L., C. Kaya, D. Higgs, B. Murillo-Amador, S. Aydemir and A.R. Girgin. 2008. Silicon improves salinity tolerance in wheat plants. *Environmental and Experimental Botany.* 62 (1): 10–16.
- Tyagi, N.K. 2003. Managing saline and alkali waters for higher productivity, page 69-88. In: J.W. Kijne, R. Baker and D. Molden, (eds), *Water productivity in agriculture: limits and opportunities for improvement*. Wallingford, UK (CABI).
- United Nations. 2009. *World Population Prospects the 2008 Revision. Highlights*, Working Paper No. ESA/P/WP.210. Department of Economic and Social Affairs, UN. 87 p.
- United State Salinity Laboratory Staff. 1954. *Diagnosis Improvement of saline of alkali soils*. Agric. Handbook 60. USDA. Washington D.C. 160 pp.
- Vijarnsorn, P. and H. Eswaran. 2002. *The Soil Resources of Thailand*. First Press LTD., Part. Bangkok, Thailand. 264 p.
- Wang, J., X. Huang, T. Zhong and Z. Chen. 2013. Climate change impacts and adaptation for saline agriculture in north Jiangsu Province, China. *Environmental Science & Policy.* 25: 83–93.
- Wongsomsak, S. 1986. Salinization in Northeast Thailand. *Southeast Asian Studies.* 24: 133-153.
- Wu, G., A.J. Peterson, C.F. Morris and K.M. Murphy. 2016. Quinoa seed quality response to sodium chloride and sodium sulfate salinity. *Front. Plant Sci.* 7:790. doi: 10.3389/fpls.2016.00790.
- Yamaguchi, T. and E. Blumwald. 2005. Developing salt-tolerant crop plants: challenges and opportunities. *Trends in Plant Science.* 10 (12): 615–620.
- Yuvaniyama, A. and S. Arunin. 1992a. Adaptability of some exotic halophytes to strong salt-affected soil in northeast Thailand, pp. 550-551. In: *Proceeding of the International Symposium on Strategies for Utilizing Salt Affected Lands*. Bangkok, Thailand.
- Yuvaniyama, A. and S. Arunin. 1992b. Physiological changes of *Sporoborus virginicus* (L) Kunth under various salinity levels, pp. 426 – 432. In: *Proceeding of the International Symposium on Strategies for Utilizing Salt-affected Lands*. Bangkok, Thailand.

- Yuvaniyama, A. and S. Arunin. 1993. Growth of three halophytic grasses on salt-affected soil in northeast Thailand, In: Davidson, N. and R. Galloway, (eds.), Productive Use of Saline Land ACIAR Proc. No. 42:32-35. Perth, Western Australia.
- Zeng, L. and Shannon, M.C. 2000. Salinity effects on the seedling growth and yield components of rice. Crop Science. 40: 996–1003.
- Zhang, J.Y. and Z.Y. Wang. 2007. Recent advances in molecular breeding of forage crops for improved drought and salt stress tolerance, pp. 797–817. In: Advances in Molecular Breeding towards Salinity and Drought Tolerance. Springer.

ภาคผนวก

ภาคผนวก 1 ตัวอย่างชุดดินที่มีปัญหาดินเค็ม

ภาคผนวก 1.1 ชุดดินที่พบในพื้นที่ดินเค็มภาคตะวันออกเฉียงเหนือ



ชุดดินร้อยเอ็ด
Roi-Et series (Re-sa)



ชุดดินกุลาร้องไห้
Kula Ronghai series (Ki)



ชุดดินอุดร
Udon series (Ud)

ภาคผนวก 1.2 ชุดดินที่พบในพื้นที่ดินเค็มชายทะเล



ชุดดินสมุทรปราการ
Samut Prakan series (Sm)

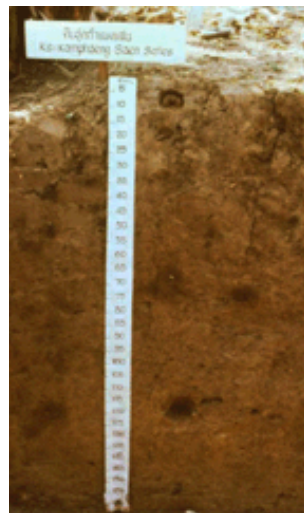


ชุดดินบางปะกง
Bang Pakong series (Bpg)



ชุดดินท่าจีน
Tha Chin series (Tc)

ภาคผนวก 1.3 ชุดดินที่พบในพื้นที่ดินเค็มภาคกลาง



ชุดดินกำแพงแสน
Kamphaeng Saen Series (Ks)

ตารางผนวกที่ 1 จำนวนประชากรของทวีปต่างๆ จากการคาดการณ์ระหว่างปี ค.ศ. 2015-2050 (ล้านคน)

ทวีป	2015	2025	2035	2045	2050
โลก	7,349	8,237	9,180	10,255	10,872
แอฟริกา	1,186	1,552	2,050	2,734	3,170
เอเชีย	4,393	4,817	5,186	5,519	5,676
ยุโรป	738	734	719	699	687
ลาตินอเมริกาและแคริบเบียน	634	704	768	823	848
อเมริกาเหนือ	358	384	406	423	430
โอเชียเนีย	39	45	51	57	61

ที่มา: Population Division, UN

ตารางผนวกที่ 2 การกระจายของดินเค็มและดินโซดิกในทวีปต่างๆ

ทวีป	พื้นที่ (ล้านเฮกตาร์)		
	ดินเค็ม	ดินโซดิก	รวม
อเมริกาเหนือ	6.2	9.6	15.8
อเมริกากลาง	2.0	–	2.0
อเมริกาใต้	69.4	59.6	129.0
แอฟริกา	53.5	27.0	80.5
เอเชียใต้	83.3	1.8	85.1
เอเชียเหนือและกลาง	91.6	120.1	211.7
เอเชียตะวันออกเฉียงใต้	20.0	–	20.0
ยุโรป	7.8	22.9	30.7
ออสเตรเลีย	17.4	340.0	357.4
รวมทั้งหมด	351.5	581.0	932.2

ที่มา: Szabolcs, 1989

ตารางผนวกที่ 3 ชนิดของพืชปุ๋ยสดที่สำคัญของประเทศไทย

ชนิดพืชปุ๋ยสด	น้ำหนักสด (ตัน/ไร่)	เปอร์เซ็นต์ธาตุอาหาร (%)		
		ไนโตรเจน	ฟอสฟอรัส	โพแทสเซียม
โสนอัฟริกัน	2.00-3.00	2.50-3.00	0.30-0.40	2.00-2.78
โสนอินเดีย	1.50-3.00	2.00-2.35	0.50-0.65	3.00-3.41
โสนจีนแดง	1.00-2.00	2.00-2.35	0.50-0.60	2.50-2.80
โสนคางคก	1.00-2.00	2.00-2.35	0.50-0.85	3.00-3.26
ถั่วเขียว	1.00-3.00	1.50-2.00	0.30-0.50	3.00-3.50
ถั่วพรี	1.50-3.00	2.00-2.95	0.30-0.40	2.20-3.00
ปอเทือง	1.50-3.00	2.00-2.90	0.30-0.40	2.00-2.50
ถั่วพุ่ม	1.00-3.00	2.00-3.00	0.50-0.60	2.50-3.00
ถั่วมะแฮะ	2.00-4.00	1.50-2.00	0.05-0.10	0.50-1.00

ที่มา : กองเทคโนโลยีชีวภาพทางดิน (2558)

ตารางผนวกที่ 4 เปรียบเทียบข้อดีและข้อเสียของโสนชนิดต่างๆ

ชนิด	ข้อดี	ข้อเสีย
โสนแอฟริกัน (<i>S. rostrata</i>)	- ให้มวลชีวภาพสูง - เจริญเติบโตเร็ว - มีปมทั้งที่รากและลำต้น - เจริญเติบโตได้ในดินเค็ม ดินกรด ดินที่ดอน ดินที่ลุ่ม - ใช้เป็นพืชอาหารสัตว์ได้ - ปริมาณไนโตรเจน 2.5-3.0 %	- ตอบสนองต่อช่วงแสง - ลำต้นใหญ่ - สับกลบยาก - อ่อนแอต่อหนอนเจาะฝัก - เมล็ดสุกแก่ไม่พร้อมกัน - ต้องปลูกเชื้อไรโซเบียม ORS 571
โสนอินเดีย (<i>S. speciosa</i>)	- ให้มวลชีวภาพสูง - ทนแล้ง ทนแมลง - ไวต่อได้ - ใช้เป็นพืชอาหารสัตว์ได้ - ปริมาณไนโตรเจน 1.4-2.4 %	- ออกดอกช้า - ลำต้นใหญ่และแข็ง - ตอบสนองต่อช่วงแสง - ไม่ทนน้ำท่วมขัง - แมลงเข้าทำลายได้ง่าย ในช่วงเมล็ดสุกแก่
โสนจีนแดง (<i>S. cannabina</i>)	- ปลูกเป็นพืชแซมได้ดี - ลำต้น ไวต่อได้ - ให้ผลผลิตเมล็ดสูง - ใช้เป็นพืชอาหารสัตว์ได้ - ปริมาณไนโตรเจน 1.6-2.4 %	- ให้มวลชีวภาพต่ำ - มีปัญหาเรื่องหนอนเจาะฝัก
โสนคางคก (<i>S. aculeate</i>)	- ทนเค็ม - ทนแล้ง ทนน้ำท่วมขัง - ปริมาณไนโตรเจน 1.6-2.3 %	- ให้มวลชีวภาพต่ำ - เมล็ดเล็ก ฝักแตกง่าย ทำให้เก็บเมล็ดยาก - ลำต้นแข็งสับกลบยาก
<i>A. afraspera</i>	- เจริญเติบโตเร็ว - ให้มวลชีวภาพสูง - ลำต้นสั้น ง่ายต่อการสับกลบ - มีปมทั้งที่รากและลำต้น - ปริมาณไนโตรเจน 2.2-3.3 %	- เจริญเติบโตไม่ดีในดินปัญหา

ที่มา: Arunin et al. (1988)

ตารางผนวกที่ 5 ผลของอายุสับกลบโสนอัฟริกันต่อน้ำหนักสด ปริมาณไนโตรเจน การสะสมไนโตรเจนและผลผลิตข้าวในพื้นที่ดินเค็มน้อย

อายุสับกลบ	น้ำหนักสด กก./ไร่	ปริมาณไนโตรเจน %	การสะสมไนโตรเจน กก. N/ไร่	ผลผลิตข้าว กก./ไร่
40 วัน	602	1.72	2.09	192
45 วัน	1177	1.95	5.55	265
50 วัน	1338	2.37	7.67	223
55 วัน	1705	2.57	10.41	279
60 วัน	2176	2.62	13.56	244
65 วัน	2392	3.17	21.00	283

ที่มา : ไพรัชและคณะ (2541ข)

ภาพภาคผนวก



(ก) ดินเค็มน้อย



(ข) ดินเค็มปานกลาง



(ค) ดินเค็มจัด

ภาพภาคผนวกที่ 1 ระดับความรุนแรงของดินเค็ม จำแนกโดยใช้คราบเกลือ



ภาพภาคผนวกที่ 2 ควินัว (*Chenopodium quinoa*)

Source: <http://challengedkidsinternational.wordpress.com>



ภาพภาคผนวกที่ 3 เมล็ดควินัว (*Chenopodium quinoa*)

Source: www.infoskop.com



ภาพภาคผนวกที่ 4 Amaranth (*Amaranthus cruentus*)

Source: www.essen-und.trinken.de