



# กรอบนโยบายและแนวทางปฏิบัติ เกี่ยวกับการจัดการดินและธาตุอาหาร แห่งภูมิภาคอาเซียน



Implemented by:  
**giz** Deutsche Gesellschaft  
für Internationale  
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH





# กรอบนโยบายและแนวทางปฏิบัติเกี่ยวกับ การจัดการดินและธาตุอาหารแห่งภูมิภาคอาเซียน

กลุ่มผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการดินและธาตุอาหารในระดับภูมิภาค

ประธาน: Thandar Nyi (สาธารณรัฐแห่งสหภาพเมียนมาร์)

รองประธาน: Varughese Philip (ประเทศสิงคโปร์)

Mohd Izzannuddin Bin Hj Bujang (บรูไนดารุสซาลาม)

Koy Ra (ราชอาณาจักรกัมพูชา)

Budi Irianta (สาธารณรัฐอินโดนีเซีย)

Pheng Sengxua และ Nivong Sipaseuth (สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว)

Asnita Abu Harirah และ Borhan Bin Jantan (ประเทศมาเลเซีย)

Sonia M. Salguero (สาธารณรัฐฟิลิปปินส์)

Phatchayaphon Meunchang (ประเทศไทย)

Vu Manh Quyet และ Nguyen Quang Hai (สาธารณรัฐสังคมนิยมเวียดนาม)

ดำเนินการภายใต้กรอบของ ASEAN Sectoral Working Group on Crops (ASWGC)

กันยายน 2017



## พิมพ์ลักษณ์

สิ่งพิมพ์นี้ดำเนินการภายใต้กรอบความร่วมมือของคณะทำงานร่วมด้านพืชแห่งภูมิภาคอาเซียน ASEAN Sectoral Working Group on Crops (ASWGC) และองค์กรความร่วมมือระหว่างประเทศของเยอรมัน (Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH) โครงการระบบอาหารเกษตรอย่างยั่งยืนแห่งอาเซียน (ASEAN Sustainable Agrifood System-ASEAN, SAS) ซึ่งเป็นโครงการภายใต้โปรแกรมอาเซียน-สหพันธ์สาธารณรัฐเยอรมันเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของอากาศที่มีต่อภาคการเกษตรและป่าไม้ (ASEAN-German Programme on Response to Climate Change in Agriculture and Forestry, GAP-CC)

## จัดพิมพ์โดย

องค์กรความร่วมมือระหว่างประเทศของเยอรมัน

## สำนักงานจดทะเบียน

Bonn and Eschborn, Germany

## โครงการระบบอาหารเกษตรอย่างยั่งยืนแห่งอาเซียน

เลขที่ 50 กรมวิชาการเกษตร อาคารสิทธิพร ชั้น 4 ถนนพหลโยธิน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร

10900 โทรศัพท์: +66 2 561 4980 โทรสาร: + 66 2 561 4987

[www.giz.de](http://www.giz.de)

[www.asean-agrifood.org](http://www.asean-agrifood.org)

[org.doa.go.th/aseancrops](http://org.doa.go.th/aseancrops)

กันยายน 2017

## เครดิตภาพปก

โครงการระบบอาหารเกษตรอย่างยั่งยืนแห่งอาเซียน

ISBN (e-book) 978-616-445-746-1

## ผู้แต่ง

Thandar Nyi, Varughese Philip, Mohd Izzannuddin Bin Hj Bujang, Koy Ra, Budi Irianta, Pheng Sengxua, Nivong Sipaseuth, Asnita Abu Harirah, Borhan Bin Jantan, Sonia M. Salguero, Phatchayaphon Meunchang, Vu Manh Quyet, Nguyen Quang Hai, Philip Moody, Thomas Erich Jäkel and Wannipa Soda

ในนามของ กระทรวงเพื่อความร่วมมือทางเศรษฐกิจและการพัฒนาแห่งสหพันธ์สาธารณรัฐเยอรมนี  
(The German Federal Ministry for Economic Cooperation and Development (BMZ))

แปลโดย ดร. ณัฐพร ประคองเก็บ

## คำนำ

ประเทศสมาชิกอาเซียนได้เล็งเห็นความสำคัญด้านความมั่นคงทางด้านอาหารและตระหนักถึงภารกิจที่มีต่อปัญหาความต้องการอาหารของประชากรโลก จึงได้มีการดำเนินการเชิงยุทธศาสตร์ที่ครอบคลุมไปถึงการจัดการทรัพยากรดินซึ่งเป็นแหล่งผลิตพืชอาหาร โดยในการประชุมรัฐมนตรีอาเซียนด้านการเกษตรและป่าไม้ ครั้งที่ 39 เมื่อปี พ.ศ. 2560 ได้ให้การรับรองกรอบนโยบายและแนวทางปฏิบัติเกี่ยวกับการจัดการดินและธาตุอาหารแห่งภูมิภาคอาเซียน (ASEAN Guidelines on Soil and Nutrient Management: SNM) ซึ่งถูกจัดทำขึ้นโดยคณะผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการดินและธาตุอาหารที่ได้รับการแต่งตั้งจากหน่วยงานระดับประเทศจากประเทศสมาชิกอาเซียน

กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ในฐานะเจ้าภาพของโครงการระบบอาหารเกษตรอย่างยั่งยืนแห่งอาเซียน (ASEAN Sustainable Agrifood Systems: ASEAN SAS) ได้จัดทำกรอบนโยบายและแนวทางปฏิบัติเกี่ยวกับการจัดการดินและธาตุอาหารแห่งภูมิภาคอาเซียน รวมทั้งได้ดำเนินการประสานงานในการจัดทำเอกสารฉบับภาษาไทย ซึ่งได้รับการแปลเรียบเรียง และรับรองโดยคณะผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการดินและธาตุอาหารระดับประเทศของไทย โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อมุ่งหวังให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องนำไปใช้เป็นแนวทางในการปฏิบัติในการจัดทำแผนงานและโครงการภายใต้แนวทางปฏิบัติดังกล่าวของประเทศไทยต่อไป



นายสุวิทย์ ชัยเกียรติยศ

อธิบดีกรมวิชาการเกษตร

## กิตติกรรมประกาศ

กรอบนโยบายและแนวทางปฏิบัติเกี่ยวกับการจัดการดินและธาตุอาหารแห่งภูมิภาคอาเซียน (ASEAN Guidelines on Soil and Nutrient Management: SNM) เกิดจากความมุ่งมั่นและการทำงานอาสาของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการดินและธาตุอาหารในระดับภูมิภาค โดยสมาชิกทั้งหมดเป็นตัวแทนของนักวิทยาศาสตร์ที่มีความเชี่ยวชาญด้านการจัดการดินและธาตุอาหารจากหน่วยงานและสถาบันระดับชาติของประเทศในภูมิภาคอาเซียน ได้แก่ 1) Department of Agriculture and Agrifood, บรูไนดารุสซาลาม 2) Department of Agricultural Land Resources Management, ราชอาณาจักรกัมพูชา 3) Directorate General of Agricultural Infrastructure and Facilities, สาธารณรัฐอินโดนีเซีย 4) Department of Agricultural Land Management and Development, สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว 5) Department of Agriculture, สาธารณรัฐอินโดนีเซีย 6) Department of Agriculture, ประเทศมาเลเซีย 7) Department of Agriculture, สาธารณรัฐแห่งสหภาพเมียนมาร์ 8) Bureau of Soil and Water Management, สาธารณรัฐฟิลิปปินส์ 9) Agri-Food and Veterinary Authority, ประเทศสิงคโปร์ 10) Department of Agriculture, ประเทศไทย และ 11) Soils and Fertilizers Research Institute, สาธารณรัฐสังคมนิยมเวียดนาม นอกจากนี้ ยังได้รับการสนับสนุนด้านเทคนิคที่มีประโยชน์มากจากหน่วยงานของ สมาชิก 10 ประเทศในภูมิภาคอาเซียน (ASEAN Member States (AMS)) ประกอบด้วย หน่วยงานรัฐบาล มหาวิทยาลัย สถาบันวิจัย องค์กรที่ไม่แสวงหาผลกำไร และบริษัทเอกชน การมีส่วนร่วมของนักวิทยาศาสตร์ ตัวแทนกลุ่มเกษตรกร เช่น กลุ่มเกษตรกร KOSEKA และ Pertanian Tropikal Utama Co., Ltd. (บรูไนดารุสซาลาม) Angkor Green Investment and Development Co., Ltd., Cambodian Agricultural Research and Development Institute, Cam Agriculture Import Export Ltd., Center for Study and Development in Agriculture, Cambodian Institute for Research and Rural Development, Eco Agri Center, Hoang Long Mekong Group Ltd., Prek Leap National College of Agriculture, Nileda. Co., Ltd., Netherland Development Cooperation through Cambodia Horticulture, Soma Farm Co., Ltd. (ราชอาณาจักรกัมพูชา) Indonesia Soil Research Institute, Institute Pertanian Bogor Agricultural University, Tropical Horticulture Research Center, Indonesia Soil Expert Association, Indonesia Rice Research Center, Soil Department, Faculty of Agriculture, Padjajaran University, Gajah Mada University, Lampung University, Sriwijaya University, North Sumatra University, Udayana University, Mataram University, Lambung Mangkurat University, Hasanuddin University (สาธารณรัฐอินโดนีเซีย) Science Council of Laos, and National University of Laos (สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว) ESPEK Research and Advisory Services Sdn. Bhd., University Putra Malaysia, Malaysian Agricultural Research and Development Institute, Malaysian Palm Oil Board, Malaysian Nuclear Agency, and

Malaysian Rubber Board (ประเทศไทย); Yezin Agricultural University, Department of Agricultural Research, Union of Myanmar Federation of Chambers of Commerce and Industry, Marlar Myaing, Co., Ltd., United Nilar, Co., Ltd, Awba, Co., Ltd., Avenetine Ltd., Suprene, Co., Ltd. (สาธารณรัฐแห่งสหภาพเมียนมาร์) Standards in the South-East Asian Food Trade (SAFT); Land Development Department, Department of Agricultural Extension, Kasetsart University, Rice Department, Soil and Fertilizer Society of Thailand, Thailand Fertilizer Producer and Trade Association, Thai Fertilizer and Agricultural Supplies Association (ประเทศไทย) Department of Crop Production, Ministry of Agriculture and Rural Development, Agricultural Science Institute For Southern Coastal Central Vietnam, Institute of Agricultural Sciences for Southern Vietnam, National Agricultural Extension Center, Research Center for Soils and Fertilizers, Southern Vietnam, Sub-National Institute of Agricultural Planning and Projection, Science and Technology Journal of Agriculture & Rural Development of Vietnam, Vietnam Soil Science Society, National Institute of Agricultural Planning and Projection, Vietnam National University of Agriculture, Institute for Agricultural Environment, The Western Highlands Agro-Forestry Scientific and Technical Institute, Hue University of Agriculture and Forestry, Can Tho University, Cuu Long Rice Research Institute, Lam Thao JSC, Thien Sinh Co., Ltd., Humix Co., Ltd., Phuoc Hung Co., Ltd. (สาธารณรัฐสังคมนิยมเวียดนาม)

พร้อมนี้ ขอแสดงความขอบคุณต่อผู้เขียนทั้งหมดที่กล่าวมาข้างต้นและผู้ทรงคุณวุฒิ ขอขอบคุณ Project Coordination Unit (PCU) สำหรับการอุทิศตนในการประสานงานตลอดกระบวนการพัฒนาแนวทางการจัดการดินและธาตุอาหารในภูมิภาคนี้ ขอขอบคุณหน่วยงานของรัฐบาล และบริษัทเอกชนที่อนุเคราะห์การมีส่วนร่วมของเจ้าหน้าที่ในสังกัด โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ขอขอบคุณองค์กรความร่วมมือระหว่างประเทศของเยอรมัน (Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH) ในนามของกระทรวงเพื่อความร่วมมือทางเศรษฐกิจและการพัฒนาแห่งสหพันธ์สาธารณรัฐเยอรมนี (Federal Ministry for Economic Cooperation and Development (BMZ), Republic of Germany) ผ่านโครงการระบบอาหารเกษตรอย่างยั่งยืนแห่งอาเซียน (ASEAN Sustainable Agrifood System-ASEAN: SAS) ที่สนับสนุนงบประมาณการพัฒนาและจัดทำกรอบนโยบายและแนวทางปฏิบัตินี้

## บทสรุปสำหรับผู้บริหาร

### วัตถุประสงค์และขอบเขตของคู่มือ

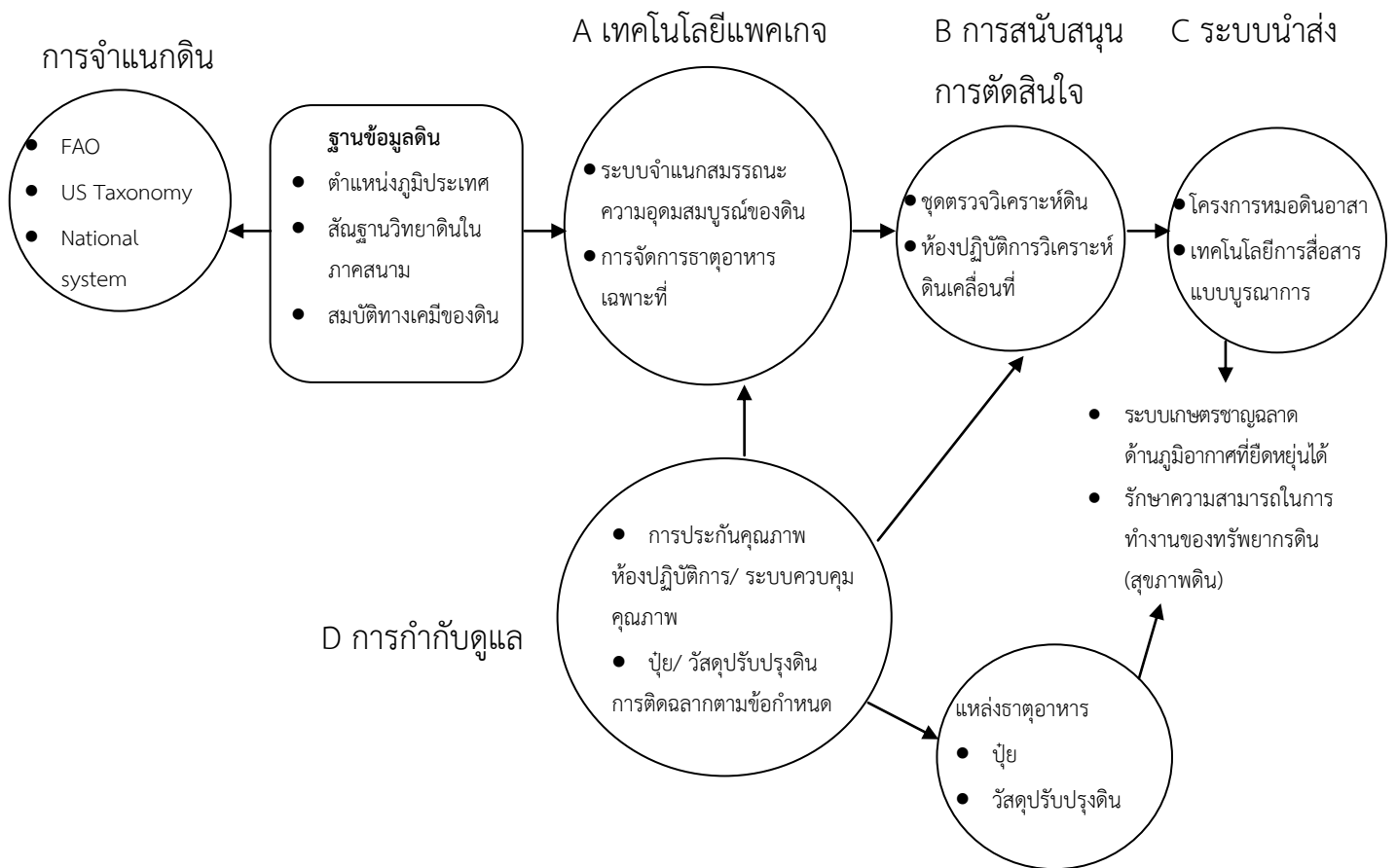
กรอบนโยบายและแนวทางปฏิบัติเกี่ยวกับการจัดการดินและธาตุอาหารแห่งภูมิภาคอาเซียน และคำแนะนำด้านนโยบายนี้ เป็นคำแนะนำที่เตรียมไว้สำหรับผู้มีอำนาจในการตัดสินใจทางด้านการเกษตร โดยผู้มีอำนาจในการตัดสินใจทางด้านการเกษตรอาจเป็นกลุ่มคนหรือบุคคลที่มีอำนาจในการทำหรือมีอิทธิพลในการตัดสินใจด้านนโยบาย ไม่ว่าจะป็นรัฐมนตรีว่าการกระทรวงเกษตรและป้าไม้ในอาเซียนหรือในรัฐสมาชิกอาเซียน ซึ่งเป็นสมาชิกของ ASEAN Sectoral Working Group on Crops (ASWGC) คณะกรรมการบริหารโครงการ หรือผู้มีอำนาจหน้าที่ในการจัดการดินและธาตุอาหารในภูมิภาค รวมถึงหน่วยงานระหว่างประเทศระดับภูมิภาคและระดับชาติ โดยคำแนะนำด้านนโยบายนี้ให้ข้อมูลหลักฐานทางวิทยาศาสตร์และข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการจัดการดินและธาตุอาหารที่มีความท้าทายและยืดหยุ่นต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ข้อมูลนี้สามารถช่วยในการตัดสินใจในการจัดการดินและธาตุอาหารที่มีผลต่อการผลิตทางการเกษตรที่ยั่งยืนและเสริมสร้างความมั่นคงด้านอาหาร

การจัดการดินและธาตุอาหารคือ ระบบบูรณาการที่มีการจัดการดิน ธาตุอาหาร น้ำ และพืชในแนวทางที่ยั่งยืนเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการเพาะปลูก รักษาความสามารถ ปรับปรุงสุขภาพของดิน เพื่อประสิทธิภาพในการให้ผลผลิตอย่างยั่งยืน กรอบนโยบายและแนวทางปฏิบัตินี้เป็นองค์ประกอบสำคัญของแผนยุทธศาสตร์การดำเนินงานของกรอบนโยบายบูรณาการความมั่นคงด้านอาหารของอาเซียน (ASEAN Integrated Food Security: AIFS) วัตถุประสงค์สูงสุดของกรอบ AIFS คือ เพื่อให้เกิดความมั่นคงด้านอาหารในภูมิภาค โดยการส่งเสริมให้เกิดระบบเกษตรชาวนฉลาดด้านภูมิอากาศ (Climate-smart agricultural systems) ที่ปรับตัวและยืดหยุ่นได้ สามารถสนับสนุนให้ภาคพัฒนาชนบทมีประสิทธิผลและสามารถทำผลกำไรได้ ในขณะที่ยังคงรักษาความสามารถในการทำงาน (Functional capacity) ของทรัพยากรดิน ซึ่งมีหน้าที่สำคัญในระบบนิเวศ (Ecosystem functions) (อธิบายโดยทั่วไปว่า สุขภาพดิน 'Soil health') รวมไปถึง การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ระบบเกษตรชาวนฉลาดด้านภูมิอากาศเป็นระบบสนับสนุนที่มีความสำคัญอย่างยิ่ง เนื่องจากเป็นพื้นฐานของการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีและเหมาะสม (Good agriculture practices: GAP) ซึ่งแสดงในกรอบนโยบายและแนวทางปฏิบัติ

### ข้อเสนอแนะสำหรับการนำกรอบนโยบายและแนวทางปฏิบัติเกี่ยวกับการจัดการดินและธาตุอาหารแห่งภูมิภาคอาเซียนไปปฏิบัติ

กรอบนโยบายและแนวทางปฏิบัติเกี่ยวกับการจัดการดินและธาตุอาหารแห่งภูมิภาคอาเซียนนี้เป็นเทคนิคพื้นฐานของการเสนอกรอบการดำเนินงานสำหรับการจัดการดินและธาตุอาหารในภูมิภาคอาเซียน ดังแสดงในภาพที่ A

ภาพที่ A กรอบการดำเนินงานเพื่อการจัดการดินและธาตุอาหารในภูมิภาคอาเซียน



กรอบการดำเนินงานสำหรับการจัดการดินและธาตุอาหาร มีเป้าหมายตามวิสัยทัศน์และแผนยุทธศาสตร์ความร่วมมือด้านอาหาร การเกษตรและป่าไม้ (Vision and Strategic Plan for ASEAN Cooperation in Food, Agriculture and Forestry (2016-2025): การสร้างความมั่นใจด้านความมั่นคงทางอาหาร ความปลอดภัยของอาหาร และโภชนาการที่ดีขึ้น การเพิ่มความยืดหยุ่นจะช่วยสนับสนุนการบรรเทาและการปรับตัวเพื่อลดผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ภัยธรรมชาติ และเหตุการณ์อื่น ๆ โดยเฉพาะ กรอบการดำเนินงานตามกลยุทธ์ที่ 3/ผลผลิตที่ 3.1 (Strategic thrust 3/action program 3.1) คือ กรอบนโยบายบูรณาการความมั่นคงด้านอาหารของอาเซียนอย่างมีประสิทธิภาพ (ASEAN Integrated Food Security; AIFS) และ กรอบนโยบายและแผนกลยุทธ์ความมั่นคงด้านอาหารของอาเซียน (Strategic Plan of Action on Food Security in the ASEAN Region: SPA-FS, 2015-2020)

แรงจูงใจทางยุทธศาสตร์อื่น ๆ / โครงการปฏิบัติการในวิสัยทัศน์และแผนยุทธศาสตร์ปรากฏในกรอบการดำเนินงานดังนี้

- กลยุทธ์ 1 (Strategic thrust 1) เทคโนโลยีสีเขียวที่ยั่งยืน ระบบบริหารทรัพยากร (Sustainable 'green' technologies, resource management systems) 1.2, 1.3, 1.4, 1.5, 1.9, 1.12 and 1.13
- กลยุทธ์ 2 (Strategic thrust 2) การรวมกลุ่มทางการค้าและเศรษฐกิจ (Trade and economic integration) 2.2
- กลยุทธ์ 4 (Strategic thrust 4) การยืดหยุ่นต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Resilience to climate change) 4.1, 4.2, 4.3, 4.6, and 4.7



การดำเนินงานของการจัดการดินและธาตุอาหารในระดับภูมิภาคประกอบไปด้วย 4 องค์ประกอบหลัก ดังนี้ (ก) เทคโนโลยีแพคเกจ (Technology packages) (ข) การสนับสนุนการตัดสินใจ (Decision support systems) (ค) ระบบนำส่ง (Delivery systems) และ (ง) การกำกับดูแล (Regulatory functions) (ภาพที่ A) ในระหว่างการพัฒนากรอบนโยบายและแนวทางปฏิบัติเกี่ยวกับการจัดการดินและธาตุอาหารแห่งภูมิภาคอาเซียนนี้ มีการนำเอาตัวอย่างของแพคเกจและระบบในระดับภูมิภาคมารวบรวมและจัดทำเพื่อใช้เป็นต้นแบบของการดำเนินงาน เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของระบบเกษตรชาญฉลาดด้านภูมิอากาศและระบบเกษตรที่มีความยืดหยุ่น (Climate-smart and resilient agricultural systems) โดยมีการดำเนินงานที่สามารถรักษาและปรับปรุงสุขภาพของดินได้

(ก) การจำแนกสมรรถนะความอุดมสมบูรณ์ของดิน (Fertility capability classification: FCC) วิธีการนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับฐานข้อมูลดินระดับภูมิภาค โดยข้อมูลดังกล่าวนี้ใช้ในการประเมินข้อจำกัดของดินที่มีต่อระบบการผลิตพืชอย่างมีประสิทธิภาพ และความเสี่ยงต่อความเสื่อมโทรมของที่ดิน อีกทั้งยังเป็นข้อมูลในการตัดสินใจเกี่ยวกับทางเลือกในการปรับปรุง และบรรเทาปัญหาของดินในด้านต่าง ๆ **การจัดการธาตุอาหารเฉพาะที่ (Site specific nutrient management: SSNM)** เป็นวิธีการดำเนินงานใส่ปุ๋ยและการปฏิบัติทางการเกษตรอย่างถูกต้องเหมาะสม เพื่อให้พืชดูดใช้ธาตุอาหารได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด (การใช้ปุ๋ยเท่าที่จำเป็น ตามความสามารถในการดูดใช้ และความต้องการของพืช) เพื่อให้เกษตรกรได้รับผลกำไรสูงสุด และส่งผลดีต่อสิ่งแวดล้อม

(A) (ข) ข้อมูลที่ใช้ในการสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับ SSNM ได้มาจากข้อมูลการวิเคราะห์ดินจาก**ชุดตรวจวิเคราะห์ดิน (Soil test kits)** และ**ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ดินเคลื่อนที่ (Mobile Labs)** ซึ่งให้ข้อมูลการประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดินเฉพาะพื้นที่ เพื่อให้ทราบถึงปริมาณธาตุอาหารที่มีอยู่ในดิน แล้วนำมาเปรียบเทียบกับปริมาณความต้องการธาตุอาหารของพืชที่ปลูก เพื่อคำนวณปริมาณธาตุอาหารหลักที่ต้องเพิ่มตามคำแนะนำการใช้ปุ๋ย

(B) (ค) คำแนะนำด้านเทคนิค การฝึกอบรม และการสร้างขีดความสามารถ รูปแบบการเสนอและถ่ายทอดความรู้ในระดับภูมิภาค สามารถทำได้ด้วย **เทคโนโลยีการสื่อสารแบบบูรณาการ (Integrated communication technology; ICT)** และ จากโครงการต่างๆ เช่น **โครงการหมอดินอาสา (Soils doctor program)** ในประเทศไทย การพัฒนาต่อไปในอนาคต ICT จะเป็นเทคโนโลยีหลักในการถ่ายทอด เชื่อมต่อ ให้คำปรึกษาด้านเทคนิค และเผยแพร่คำแนะนำสู่เกษตรกรในภูมิภาคนี้ได้โดยตรง

(C) (ง) ข้อมูลมีความแม่นยำ (Reliable) และได้ผลใกล้เคียงกัน (Reproducible) เช่น องค์ประกอบทางเคมีของปุ๋ย และวัสดุปรับปรุงดิน เพื่อให้เป็นไปตามข้อกำหนดผลผลิตที่มีการควบคุม และระบบการสนับสนุนการตัดสินใจต้องทำภายใต้**ระบบการประกันคุณภาพของห้องปฏิบัติการ (Laboratory quality assurance systems)** การได้รับการรับรองของห้องปฏิบัติการ ชี้ให้เห็นถึงว่า ห้องปฏิบัติการนั้นมีความสามารถในการวิเคราะห์ ทำให้ผลการวิเคราะห์มีความแม่นยำ และได้ผลใกล้เคียงกัน เช่นเดียวกันกับผลการวิเคราะห์จากห้องปฏิบัติการอื่น ๆ ในภูมิภาค การได้รับการรับรองของห้องปฏิบัติการมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อความมั่นคงของโครงการต่าง ๆ ในภูมิภาคนี้

กระบวนการ ผลที่ได้รับ ผลลัพธ์ และระยะเวลาสำหรับการดำเนินการจัดการดินและธาตุอาหารแห่งภูมิภาคอาเซียน  
แสดงในตารางที่ A

**ตารางที่ A** ตารางการดำเนินงานสำหรับการจัดการดินและธาตุอาหารแห่งภูมิภาคเอเชีย

ส่วนประกอบ	กระบวนการดำเนินงาน	ผลที่ได้รับ	ผลลัพธ์	กรอบเวลา/ลำดับความสำคัญ
ก เทคโนโลยีแพคเกจการจำแนกสมรรถนะความอุดมสมบูรณ์ของดิน (Fertility capability classification: FCC) (กรอบนโยบายและแนวทางปฏิบัติเกี่ยวกับการจัดการดินและธาตุอาหารแห่งภูมิภาคอาเซียน SNM หัวข้อ 2.2)	กลุ่มการดำเนินงานของผู้เชี่ยวชาญด้านเทคนิคแห่งภูมิภาคอาเซียน	ความเป็นหนึ่งเดียวกันของการจำแนกสมรรถนะความอุดมสมบูรณ์ของดิน การปรับปรุงและข้อจำกัดในภูมิภาคอาเซียน	รายการของภูมิภาค/แผนที่ของ 1) พื้นที่เกษตรกรรมที่มีดินที่มีคุณภาพเหมาะสมในการเพาะปลูกพืช 2) ดินที่มีความเสี่ยงต่อความเสื่อมโทรมของดิน 3) ดินที่มีปัญหา (กรอบนโยบายฯ SNM หัวข้อ 3.1) 4) ข้อจำกัดของดิน (กรอบนโยบายฯ SNM หัวข้อ 3.2) ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการจัดการที่เป็นมาตรฐานสากล (Global Standards Management Process:GSMP) (SNM หัวข้อ 4.1-4.4)	ระยะเวลาสั้น ความสำคัญสูง
การจัดการธาตุอาหารเฉพาะที่ (Site specific nutrient management: SSNM) (กรอบนโยบายฯ SNM หัวข้อ 5.2)	กลุ่มการดำเนินงานของผู้เชี่ยวชาญด้านเทคนิคและด้านการส่งเสริมแห่งภูมิภาคอาเซียน	หลักปฏิบัติของการจัดการธาตุอาหารเฉพาะที่ และคำแนะนำด้านธาตุอาหารของข้าว และข้าวโพดทั่วภูมิภาคอาเซียน	หลักปฏิบัติและขั้นตอนของการจัดการธาตุอาหารเฉพาะที่สามารถประยุกต์ใช้กับพืชชนิดอื่นทั่วภูมิภาคอาเซียน	ระยะเวลาปานกลาง ความสำคัญสูง
ข การสนับสนุนการตัดสินใจชุดตรวจวิเคราะห์ดิน (Soil test kits) (กรอบนโยบายฯ SNM หัวข้อ 5.2)	กลุ่มการดำเนินงานของผู้เชี่ยวชาญด้านเทคนิคแห่งภูมิภาคอาเซียน	ตรวจสอบประเภทความอุดมสมบูรณ์ดินและคู่มือการแปลผลของชุดตรวจวิเคราะห์ดินที่ใช้ในภูมิภาคอาเซียน (กรอบนโยบายฯSNM หัวข้อ 5.2.1)	ความเป็นหนึ่งเดียวกันของประเภทความอุดมสมบูรณ์ดินและคู่มือการแปลผลของชุดตรวจวิเคราะห์ดินที่ใช้ในภูมิภาคอาเซียน	ระยะเวลาปานกลาง ความสำคัญปานกลาง โอกาสในการส่งเสริมความร่วมมือของภาครัฐและเอกชน
ห้องปฏิบัติการหมอดินเคลื่อนที่ (กรอบนโยบายฯ SNM หัวข้อ 5.2)	กลุ่มการดำเนินงานของผู้เชี่ยวชาญด้านเทคนิคและด้านการส่งเสริมแห่งภูมิภาคอาเซียน	หลักปฏิบัติของห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ดินเคลื่อนที่ และคำแนะนำด้านธาตุอาหารให้ได้มาตรฐาน ซึ่งสอดคล้องกับผลที่ได้รับจากชุดตรวจวิเคราะห์ดินทั่วภูมิภาคอาเซียน	หลักปฏิบัติและขั้นตอนของการวิเคราะห์ดินสามารถนำมาประยุกต์ใช้กับการประเมินความอุดมสมบูรณ์ดินทั่วภูมิภาคอาเซียน	ระยะเวลาปานกลาง ความสำคัญปานกลาง โอกาสในการส่งเสริมความร่วมมือของภาครัฐและเอกชน

ส่วนประกอบ	กระบวนการดำเนินงาน	ผลที่ได้รับ	ผลลัพธ์	กรอบเวลา/ ลำดับความสำคัญ
ค ระบบการนำส่งโครงการหมอดินอาสา	กลุ่มการดำเนินงานของผู้เชี่ยวชาญด้านเทคนิคและด้านการส่งเสริมแห่งภูมิภาคอาเซียน	ทบทวนหลักการที่ใช้ในโครงการหมอดินอาสาสำหรับการเผยแพร่ข้อมูลทางเทคนิคของการจัดการดินและธาตุอาหารสู่เกษตรกร	หลักการและคู่มือที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้สำหรับการเผยแพร่ข้อมูลทางเทคนิคของการจัดการดินและธาตุอาหารสู่เกษตรกรในภูมิภาคอาเซียน (สอดคล้องกับคำแนะนำเกี่ยวกับการจัดการและการปฏิบัติดินและธาตุอาหารที่กำหนดไว้ในหัวข้อ 4 และ 5)	ระยะเวลาสั้น ความสำคัญสูง
เทคโนโลยีการสื่อสารแบบบูรณาการ (กรอบนโยบายฯSNM หัวข้อ 7.3)	กลุ่มการดำเนินงานของผู้เชี่ยวชาญด้านเทคนิคและด้านการส่งเสริมแห่งภูมิภาคอาเซียน	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ดำเนินการจัดทำจัดการจัดการดินและธาตุอาหารไว้บนหน้าเว็บไซต์ของความร่วมมือด้านพืชแห่งภูมิภาคอาเซียน (ASEAN Cooperation on crops' website)</li> <li>- พัฒนาแผนเทคโนโลยีการสื่อสารแบบบูรณาการเกี่ยวกับการจัดการดินและธาตุอาหารสำหรับนำเสนอต่อการประชุมรัฐมนตรีด้านการเกษตรและป่าไม้แห่งอาเซียน (AMAF) เพื่อขอการสนับสนุน</li> </ul>	ข้อมูลเชิงโต้ตอบบนพจนานุกรมระหว่างเกษตรกรและผู้เชี่ยวชาญทางเทคนิค/ ทางการส่งเสริม เพื่อสนับสนุนการตัดสินใจผ่านทางเทคโนโลยีสมาร์ตโฟน	ระยะยาว ความสำคัญปานกลาง
ง การกำกับดูแลการประกันคุณภาพห้องปฏิบัติการ และการควบคุมคุณภาพภายในห้องปฏิบัติการ Lab QA/QC (กรอบนโยบายฯ SNM หัวข้อ 7.1)	เครือข่ายห้องปฏิบัติการเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (South East Asian Laboratory Network: SEALNet)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ขั้นตอนการดำเนินงานที่มีมาตรฐานเดียวสำหรับห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ดินในภูมิภาคอาเซียน</li> <li>- โครงการการรับรอง QA/QC ของห้องปฏิบัติการในภูมิภาคอาเซียน</li> </ul>	การได้รับการรับรองว่าห้องปฏิบัติการนั้นมีความสามารถในการวิเคราะห์ทำให้ผลการวิเคราะห์มีความแม่นยำ และได้ผลใกล้เคียงกันเช่นเดียวกันกับผลจากห้องปฏิบัติการอื่น ๆ ในภูมิภาค	ระยะเวลาปานกลาง ความสำคัญสูง
การติดตามผลตามข้อกำหนด (SNM หัวข้อ 6)	กลุ่มการดำเนินงานของผู้เชี่ยวชาญด้านเทคนิคแห่งภูมิภาคอาเซียน	มาตรฐานขั้นต่ำที่ตกลงร่วมกันสำหรับการติดตามผล และอาหารเสริมในภูมิภาคอาเซียน	การควบคุมการติดตามปุ๋ยและอาหารเสริมพืชที่สอดคล้องกันในภูมิภาคอาเซียน	ระยะเวลาสั้น ความสำคัญปานกลาง

เนื่องจากลักษณะทางเทคนิคของผลลัพธ์ และผลที่คาดว่าจะได้รับ กระบวนการดำเนินการต้องได้รับการผลักดันจากสองกลุ่มผู้เชี่ยวชาญที่ได้รับการรับรองอย่างเป็นทางการ ซึ่งประกอบด้วย นักวิทยาศาสตร์และนักวิชาการส่งเสริมจากประเทศสมาชิกอาเซียน กลุ่มการดำเนินงานของผู้เชี่ยวชาญด้านเทคนิคในอาเซียนจะต้องมีความรู้และมีนักวิทยาศาสตร์ด้านดินซึ่งมีประสบการณ์ที่มีความเข้าใจเกี่ยวกับระบบการผลิตทางการเกษตรอย่างละเอียด กลุ่มการดำเนินงานของผู้เชี่ยวชาญด้านการส่งเสริมในอาเซียนจะต้องมีความรู้และมีนักวิชาการส่งเสริมการเกษตรมีความเข้าใจสังคมเศรษฐกิจของชุมชนชนบทและการเชื่อมโยงกับธุรกิจเกษตรอย่างละเอียด ทั้งนี้กลุ่มผู้เชี่ยวชาญทั้งสองกลุ่มต้องทำงานร่วมกันอย่างใกล้ชิด ตรวจสอบข้อมูลที่มีอยู่ ริเริ่มและเริ่มต้นกิจกรรมใหม่เพื่อให้บรรลุผลลัพธ์เป้าหมาย กระบวนการทั้งหมดนี้ส่งผลต่อการเพิ่มผลกระทบของผลลัพธ์สูงสุดต่อนโยบายการวางแผนกิจกรรมใหม่และผลลัพธ์ของอาเซียน

## คำนำ

### ความเป็นมาและบทนำ

กรอบนโยบายและแนวทางปฏิบัติเกี่ยวกับการจัดการดินและธาตุอาหารแห่งภูมิภาคอาเซียนได้รับการริเริ่มให้เป็นเสมือนเครื่องมือในการดำเนินนโยบายของกรอบนโยบายบูรณาการความมั่นคงด้านอาหารของอาเซียน (AIFS) และแผนกลยุทธ์ความมั่นคงด้านอาหารของอาเซียน (SPA-FS) แนวทางนี้ได้รับการพัฒนาภายใต้ข้อตกลงโครงการความร่วมมือระดับภูมิภาค “โครงการระบบอาหารเกษตรอย่างยั่งยืนแห่งอาเซียน (ASEAN SAS)” เป็นความร่วมมือระหว่างสหพันธ์สาธารณรัฐเยอรมันกับภูมิภาคอาเซียนภายใต้โปรแกรมอาเซียน-สหพันธ์สาธารณรัฐเยอรมันเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่มีต่อภาคการเกษตรและป่าไม้ (GAP-CC) โครงการนี้อยู่ภายใต้กระทรวงเพื่อความร่วมมือทางเศรษฐกิจและการพัฒนาแห่งสหพันธ์สาธารณรัฐเยอรมนี (BMZ) ดำเนินการโดย องค์การความร่วมมือระหว่างประเทศของเยอรมัน (GIZ) วัตถุประสงค์ของโปรแกรม GAP-CC คือ สนับสนุนให้เกิดการพัฒนาและดำเนินการตามนโยบายการประสานงานระดับภูมิภาค และยุทธศาสตร์เพื่อแก้ไขปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในภาคเกษตรกรรมและป่าไม้ในภูมิภาคอาเซียน

### กลไกการดำเนินงานเพื่อการพัฒนากรอบนโยบายและแนวทางปฏิบัติ

#### การดำเนินงานระดับภูมิภาค

การพัฒนากรอบนโยบายและแนวทางปฏิบัตินี้ดำเนินการโดยกลุ่มผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการดินและธาตุอาหารในระดับภูมิภาค ซึ่งประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญอาวุโสที่ได้รับการแต่งตั้งจากหน่วยงานระดับชาติที่เกี่ยวข้องซึ่งมีหน้าที่รับผิดชอบนโยบายและริเริ่มในการจัดการดินและธาตุอาหารในรัฐสมาชิกอาเซียน นอกจากนี้หน่วยประสานงานโครงการ (Project Coordination Unit: PCU) ของโครงการระบบอาหารเกษตรอย่างยั่งยืนแห่งอาเซียน (ASEAN SAS) ได้อำนวยความสะดวกและประสานงานการดำเนินงานในระดับภูมิภาค พร้อมด้วยความร่วมมือกับกรมวิชาการเกษตรของประเทศไทยผู้ซึ่งเป็นประเทศเจ้าภาพในโครงการนี้

#### การดำเนินงานระดับชาติ

ในระดับชาติ รัฐสมาชิกอาเซียนแต่ละรัฐเป็นผู้แต่งตั้งผู้แทนเพื่อเข้าไปเป็นสมาชิกทำหน้าที่ในกลุ่มผู้เชี่ยวชาญในระดับภูมิภาค โดยทำการสรรหาจากตัวแทนของหน่วยงานระดับประเทศที่ได้รับคำสั่งให้พัฒนานโยบายและริเริ่มโครงการต่างๆ เกี่ยวกับการจัดการดินและธาตุอาหาร ซึ่งหน่วยงานเหล่านี้มีหน้าที่รับผิดชอบดูแลกระบวนการดำเนินงานในระดับชาติและเป็นหน่วยงานหลักในการประสานงานในการจัดเตรียมเนื้อหาระดับชาติให้สอดคล้องกับข้อตกลงระดับภูมิภาค การดำเนินการในระดับชาติดำเนินการโดยกลุ่มผู้เชี่ยวชาญระดับชาติภายใต้การนำและกำกับดูแลโดยตัวแทนรัฐสมาชิกอาเซียนในกลุ่มผู้เชี่ยวชาญระดับภูมิภาค หน่วยงานหลักซึ่งทำหน้าที่ประสานคณะทำงานระดับชาติมีหน้าที่ทำให้มั่นใจว่า ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียหลักทั้งหมดมีส่วนร่วมในกระบวนการดำเนินงาน

ของกิจกรรมต่าง ๆ และมีหน้าที่ในการให้คำปรึกษา จัดให้มีความร่วมมือระหว่างหน่วยงานภาครัฐที่เกี่ยวข้องและหน่วยงานที่ไม่ใช่ภาครัฐ รวมถึงการมีส่วนร่วมกับชุมชนท้องถิ่นในระดับชาติ

## กระบวนการพัฒนา

กลุ่มผู้เชี่ยวชาญระดับภูมิภาคมีหน้าที่รับผิดชอบเขียนเนื้อหาของกรอบนโยบายและแนวทางปฏิบัติเกี่ยวกับการจัดการดินและธาตุอาหารแห่งภูมิภาคอาเซียน ตลอดจนให้การสนับสนุนคณะทำงานระดับชาติ ในการเตรียมเนื้อหา ดำเนินการประชุมและการประชุมเชิงปฏิบัติการระดับภูมิภาคและระดับชาติเพื่อให้ได้ข้อมูลสำหรับกรอบนโยบายและแนวทางปฏิบัติ การประชุมเพื่อปรึกษาหารือ ระดมความคิดเห็น และการประชุมเชิงปฏิบัติการเหล่านี้เป็นเวทีสำหรับกลุ่มผู้เชี่ยวชาญเพื่อแบ่งปันความรู้และประสบการณ์ ประกอบด้วยการอภิปราย และทบทวนเนื้อหา โดยเนื้อหาที่ใช้ในการจัดทำกรอบนโยบายและแนวทางปฏิบัตินี้ได้จากการนำเอาข้อมูลที่ได้รับจากรัฐสมาชิกอาเซียนซึ่งเป็นข้อมูลที่ประกอบด้วยแนวทางปฏิบัติด้านการจัดการที่ได้รับการพิสูจน์ทางวิทยาศาสตร์ โดยข้อมูลเหล่านี้มาจากสถานที่และสถานการณ์เฉพาะ ตั้งแต่การปฏิบัติในท้องถิ่น และมาตรการการจัดการพืชที่ผ่านการทดสอบภาคสนาม เพื่อเป็นทางเลือกแห่งการเรียนรู้ เพื่อให้เกษตรกรสามารถปรับเปลี่ยน หรือปรับใช้ในพื้นที่อื่น ๆ ที่มีเงื่อนไข หรือปัญหาคล้ายคลึงกัน เพื่อให้งานเสร็จสมบูรณ์ การมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียสำคัญ ๆ ที่เกี่ยวข้องตลอดกระบวนการพัฒนาเป็นกุญแจสู่ความสำเร็จ ดังที่ได้กล่าวไปแล้วว่า องค์กรต่าง ๆ กลุ่มงาน คณะทำงานร่วม และกลุ่มผู้เชี่ยวชาญได้เข้าร่วมและมีส่วนร่วมในการสนับสนุนการพัฒนาในระดับที่แตกต่างกัน ได้แก่ ระดับผู้ปฏิบัติงาน เกษตรกร ระดับเทคนิค และระดับนโยบาย ดูแลให้การดำเนินการของกรอบนโยบายและแนวทางปฏิบัตินี้มีประสิทธิภาพ ทั้งนี้กลุ่มผู้เชี่ยวชาญด้านเทคนิค (นักวิชาการเกษตร และนักวิทยาศาสตร์ทางดิน) มีบทบาทสำคัญในการสนับสนุนการจัดทำข้อเสนอแนะเกี่ยวกับนโยบาย และสร้างความเชื่อมโยงที่แน่นแฟ้นระหว่างผู้มีส่วนได้เสีย และข้อมูลสนับสนุนการใช้ข้อมูลทรัพยากรดินเพื่อการเกษตรที่ยั่งยืนในรัฐสมาชิกอาเซียน กลุ่มผู้เชี่ยวชาญด้านเทคนิคมีหน้าที่เชื่อมโยงผู้กำหนดนโยบาย และผู้ประกอบการ หรือเกษตรกร เพื่อลดช่องว่าง (ทั้งทางด้านวิทยาศาสตร์และนโยบาย ในการสื่อสารระหว่างผู้กำหนดนโยบายและนักวิทยาศาสตร์ ในทางตรงข้าม เพื่อเชื่อมต่อการปฏิบัติงานภาคพื้นดิน (Ground practice) และช่องว่างของความรู้ระหว่างผู้เชี่ยวชาญ นักวิจัย และเกษตรกร เพื่อเติมเต็มช่องว่างในการปฏิบัติงาน ซึ่งเป็นไปตามข้อเสนอแนะทางนโยบายตามหลักฐานเชิงประจักษ์ กรอบนโยบายและแนวทางปฏิบัติเกี่ยวกับการจัดการดินและธาตุอาหารแห่งภูมิภาคอาเซียนสนับสนุนและมีส่วนร่วมในความพยายามของโลกในด้านการปรับตัว และการบรรเทาผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ นอกจากนี้กรอบนโยบายและแนวทางปฏิบัตินี้ยังสนับสนุนการจัดการดินและธาตุอาหารอย่างยั่งยืน เพิ่มผลผลิตและส่งเสริมความสามารถในการผลิตของดิน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการเพาะปลูกพืชและบริการระบบนิเวศซึ่งจะช่วยให้เกษตรกรรายย่อยสามารถเพิ่มความสามารถในการปรับตัวและความยืดหยุ่นต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ กรอบนโยบายและแนวทางปฏิบัตินี้สอดคล้องกับวาระการพัฒนายั่งยืนของโลก (Global Agenda for Sustainable Development) (เป้าหมายการพัฒนายั่งยืนลำดับที่ 2 และ 13) แนวทางปฏิบัติที่ได้รับการรับรองไว้ในกรอบนโยบายและแนวทางปฏิบัติทางเทคนิคและคำแนะนำด้านนโยบายนี้สอดคล้องกับห้าเสาหลักของการดำเนินการของความร่วมมือทรัพยากรดินโลก (Global Soil Partnership: GSP) ซึ่งเป็นแนวทางที่สมบูรณ์แบบสำหรับแนวทางการจัดการดินที่



ยั่งยืน ซึ่งได้รับการรับรองโดยสภาองค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ (FAO) ในเดือนธันวาคมปี พ. ศ. 2559  
อำนวยความสะดวกและดำเนินการตามหลักการที่เป็นรากฐานของความร่วมมือทรัพยากรดินโลก

## อภิธานศัพท์

ASEAN SAS	ระบบอาหารเกษตรยั่งยืน (ASEAN Sustainable Agrifood Systems)
ASS	ดินกรดกำมะถัน (Acid Sulfate Soil)
AWD	การชลประทานแบบเปียกสลับแห้ง (Alternate Wetting and Drying)
BRIS	แนวชายหาดสลับกับร่องน้ำ (Beach Ridges Interspersed with Swales)
CA	การเกษตรแบบอนุรักษ์ (Conservation Agriculture)
CEC	ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (Cation Exchange Capacity)
C:N	สัดส่วนของคาร์บอนต่อไนโตรเจน (ratio Carbon to Nitrogen ratio)
CT	การไถพรวนแบบดั้งเดิม (Conventional Tillage)
DMC/CA	การเกษตรแบบอนุรักษ์โดยใช้เมล็ดปลูกโดยตรง (Direct-Seeding Mulch-Based Conservation Agriculture)
ESP	เปอร์เซ็นต์โซเดียมที่สามารถแลกเปลี่ยนได้ (Exchangeable sodium percentage)
FCC	การจำแนกสมรรถนะความอุดมสมบูรณ์ของดิน (Fertility Capability Classification)
GAP	การปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี (Good Agricultural Practices)
GAP-CC	โปรแกรมอาเซียน-สหพันธ์สาธารณรัฐเยอรมันเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของอากาศที่มีต่อภาคการเกษตรและป่าไม้ (ASEAN-German Program on Response to Climate Change in Agriculture and Forestry)
GNMP	การปฏิบัติจัดการธาตุอาหารในดินที่ดี (Good Nutrient Management Practices)
GQAL	พื้นที่เกษตรที่ดี (Good Quality Agricultural Land)
GSMP	การปฏิบัติจัดการดินที่ดี (Good Soil Management Practices)
GPS	ระบบกำหนดตำแหน่งบนพื้นโลก (Global Positioning System)
ICT	เทคโนโลยีการสื่อสารแบบบูรณาการ (Integrated Communication Technology)
IFOAM	มูลนิธิระหว่างประเทศเพื่อการเกษตรแบบอินทรีย์ (International Foundation for Organic Agriculture)
ISO/IEC	องค์กรระหว่างประเทศเพื่อคณะกรรมการมาตรฐานอิเล็กทรอนิกส์เทคนิค (International Organization for Standardization/International Electro technical Commission)
LCC	แผ่นเทียบสีใบข้าว (Leaf Colour Chart)
NT	การเกษตรแบบไม่ไถพรวน (No-Till)
NV	ค่าความสามารถทำให้เป็นกลาง (Neutralizing Value)
SALT	เทคโนโลยีเกษตรบนพื้นที่ลาดชัน (Sloping Agricultural Land Technology)
SEALNet	เครือข่ายห้องปฏิบัติการทางดินแห่งเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (South East Asian Laboratory Network)
SNM	การจัดการดินและธาตุอาหาร (Soil and Nutrient Management)
SRI	ระบบการปลูกข้าวแบบประณีต (System of Rice Intensification)

SS	บ่อดักตะกอน (Sediment Storage)
SSNM	การจัดการธาตุอาหารในดินแบบเฉพาะ (Site/Soil Specific Nutrient Management)
WEPAL	โปรแกรมการตรวจประเมินห้องปฏิบัติการวิเคราะห์แห่งมหาวิทยาลัยวาเกนเนเกิน ประเทศเนเธอร์แลนด์ (Wageningen Evaluating Programmes for Analytical Laboratories (Wageningen University, Netherlands))

## องค์กร

AMS	รัฐสมาชิกอาเซียน (ASEAN Member States)
AMAF	คณะรัฐมนตรีเกษตรและป่าไม้แห่งภูมิภาคอาเซียน (ASEAN Ministers on Agriculture and Forestry)
ASEAN	สมาคมประชาชาติแห่งเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (Association of Southeast Asian Nations)
ASWGC	คณะทำงานด้านพืชแห่งภูมิภาคอาเซียน (ASEAN Sectoral Working Group on Crops)
DOA	กรมวิชาการเกษตร (Department of Agriculture)
FAO	องค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ (Food and Agriculture Organization of the United Nations)
GIZ	องค์กรความร่วมมือระหว่างประเทศของเยอรมัน (Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH)
ITU	สหภาพโทรคมนาคมนานาชาติ (International Telecommunication Union)
PCU	หน่วยประสานงานโครงการ (Project Coordination Unit)
SC	คณะกรรมการกำกับดูแลโครงการ (Steering Committee)
SOM-AMAF	ที่ประชุมระดับเจ้าหน้าที่อาวุโสของการประชุมรัฐมนตรีอาเซียนด้านการเกษตรและป่าไม้ (Senior Officials Meeting of the ASEAN Ministers on Agriculture and Forestry)
UNESCO	องค์การการศึกษา วิทยาศาสตร์ และวัฒนธรรม แห่งสหประชาชาติ (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization)
USEPA	องค์การพิทักษ์สิ่งแวดล้อมอเมริกา (United States Environmental Protection Agency)

## ประเทศสมาชิก

BRN	บรูไนดารุสซาราม (Brunei Darussalam)
IDN	สาธารณรัฐอินโดนีเซีย (Republic of Indonesia)
KHM	ราชอาณาจักรกัมพูชา (Kingdom of Cambodia)
LAO	สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว (Lao People's Democratic Republic)
MYN	สาธารณรัฐแห่งสหภาพเมียนมา (Republic of the Union of Myanmar)
MYS	มาเลเซีย (Malaysia)
PHL	สาธารณรัฐฟิลิปปินส์ (Republic of Philippines)
SGP	สาธารณรัฐสิงคโปร์ (Republic of Singapore)

THA

ราชอาณาจักรไทย (Kingdom of Thailand)

VNM

สาธารณรัฐสังคมนิยมเวียดนาม (Socialist Republic of Vietnam)

## สารบัญ

กิตติกรรมประกาศ	i
บทสรุปสำหรับผู้บริหาร	iii
คำนำ	ix
อภิธานศัพท์	xiii
1. บทนำ	1
1.1 หลักการและเหตุผลของกรอบนโยบายและแนวทางปฏิบัติ	1
1.2 วัตถุประสงค์และโครงสร้างของกรอบนโยบายและแนวทางปฏิบัติ	1
2. ทรัพยากรดินในภูมิภาคอาเซียน	6
2.1 ชนิดของดินหลัก	6
2.2 ลักษณะของดิน	10
3. ข้อจำกัดของดินเพื่อการใช้ประโยชน์ที่ดิน	15
3.1 ดินที่มีปัญหา	15
3.1.1 ดินเปรี้ยวจัด ดินกรดจัด หรือดินกรดกำมะถัน	15
3.1.2 ดินพรุ	16
3.1.3 ดินทรายจัด	17
3.1.4 ดินปนกรวด	17
3.1.5 ดินปนเปื้อน และดินที่ถูกรบกวน	17
3.2 ข้อจำกัดเฉพาะของดิน	19
3.2.1 ความเป็นกรด	19
3.2.2 ความเป็นด่าง	20
3.2.3 ปริมาณโซเดียมสัมพัทธ์	21
3.2.4 ความเค็ม	22
3.2.5 การกักเก็บธาตุอาหารต่ำ	22
3.2.6 การตรึงฟอสฟอรัสสูง	22
3.2.7 การขังน้ำ	22
3.2.8 ความจุความชื้นที่เป็นประโยชน์ต่ำ	23
3.2.9 การเกิดแผ่นแข็งเมื่อแห้ง	23
3.2.10 การบดอัด	23
3.2.11 ความอ่อนไหวต่อการกร่อน	23
4. แนวทางปฏิบัติที่ดีในการจัดการดิน	24
4.1 หลักการจัดการดินที่ดีสำหรับเกษตรกรชาวนาและเกษตรกรรายย่อย	24
4.2 องค์ความรู้ท้องถิ่น และภูมิปัญญาชาวบ้าน	25

4.3	ปฏิสัมพันธ์ของดินและการจัดการที่ดินที่ดี	26
4.3.1	การปลูกพืชคลุมดิน (Cover crops)	26
4.3.2	การปลูกพืชหมุนเวียน (Crop rotation)	27
4.3.3	การปฏิบัติการเกษตรเชิงอนุรักษ์ (Conservation agricultural practices)	28
4.3.4	การปลูกพืชสลั้บเป็นแถบซึ่งต้องการฉนวน (Vegetative buffer strips)	30
4.3.5	กรณีศึกษาในภูมิภาคอาเซียน: การปลูกข้าวแบบประณีต หรือระบบการเพิ่มผลผลิตข้าวในสาธารณรัฐสังคมนิยมเวียดนาม	31
4.3.6	ดินเปรี้ยวจัด	32
4.3.7	กรณีศึกษาในภูมิภาคอาเซียน: ระบบ “Surjan” สำหรับการจัดการดินเปรี้ยวจัดในสาธารณรัฐอินโดนีเซีย	33
4.3.8	ดินพรุ	35
4.3.9	ดินทรายจัด	35
4.3.10	ดินปนกรวด	36
4.3.11	กรณีศึกษาในภูมิภาคอาเซียน: การฟื้นฟูสภาพดินเสื่อมโทรม ศูนย์ศึกษาวิธีการฟื้นฟูที่ดินเสื่อมโทรมเขาชะงุ้ม อันเนื่องมาจากพระราชดำริ ในประเทศไทย	37
4.3.12	กรณีศึกษาในภูมิภาคอาเซียน: การฟื้นฟูกากทางแร่และพื้นที่เหมืองแร่ดีบุกในประเทศมาเลเซีย	39
4.4	การจัดการข้อจำกัดของดิน	40
4.4.1	ความเป็นกรด	40
4.4.2	ปริมาณโซเดียมสัมพัทธ์	41
4.4.3	ความเค็ม	41
4.4.4	การกักเก็บธาตุอาหารต่ำ	41
4.4.5	การตรึงฟอสฟอรัสสูง	41
4.4.6	การขังน้ำ	42
4.4.7	ความจุความชื้นที่เป็นประโยชน์ต่ำ	42
4.4.8	การเกิดแผ่นแข็งเมื่อแห้ง/ การฟุ้งกระจาย	42
4.4.9	การบดอัด	42
4.4.10	ความอ่อนไหวต่อการกร่อน	43
4.4.11	กรณีศึกษาในภูมิภาคอาเซียน: การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการทำเกษตรบนพื้นที่ลาดชัน (Sloping Agricultural Land Technology:SALT) ของสาธารณรัฐแห่งสหภาพเมียนมาร์	47
5.	การปฏิบัติที่ดีในการจัดการธาตุอาหาร (Good Nutrient Management Practices:GNMP)	50
5.1	การจัดการธาตุอาหารพืชแบบผสมผสาน	50

5.1.1	ความต้องการธาตุอาหารของพืช	52
5.1.2	เทคนิคการปฏิบัติเพื่อประเมินและตรวจสอบสถานะธาตุอาหาร	54
5.2	การจัดการธาตุอาหารเฉพาะที่	55
5.2.1	การใช้ชุดตรวจวิเคราะห์ดินเพื่อสนับสนุนการจัดการดินเฉพาะที่	58
5.2.2	กรณีศึกษาในอาเซียน: การใช้การจัดการธาตุอาหารเฉพาะที่ในภูมิภาคอาเซียน	60
5.3	แหล่งและรูปของธาตุอาหาร (อนินทรีย์ อินทรีย์)	63
5.4	แนวทางปฏิบัติที่ดีสำหรับการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ ปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยชีวภาพ	65
6.	มาตรฐานและข้อบังคับสำหรับปุ๋ยและอาหารเสริมพืชในภูมิภาคอาเซียน	67
7.	การพิจารณาทั่วไปที่ส่งผลกระทบต่อกรอบนโยบายและแนวทางปฏิบัติ	67
7.1	การประกันและการควบคุมคุณภาพ	67
7.2	การฝึกอบรม การเสริมสร้างศักยภาพ และการสนับสนุนการจัดการดินและธาตุอาหาร	67
7.3	บทบาทของเทคโนโลยีการสื่อสารแบบบูรณาการในการจัดการดินและธาตุอาหาร	68
8.	เชื่อมโยงระหว่างกรอบนโยบายและแนวทางปฏิบัติและความต้องการของผู้ใช้	71
9.	ข้อเสนอแนะในการดำเนินงานและการปรับปรุงกรอบนโยบายและแนวทางปฏิบัติในอนาคตทั่วภูมิภาคอาเซียน	72
9.1	ลักษณะเชิงพื้นที่ของทรัพยากรดินและข้อจำกัดของดิน	72
9.2	แนวทางที่เป็นหนึ่งเดียวกันเพื่อการจัดการธาตุอาหารเฉพาะที่	72
9.3	การจัดมาตรฐานของระเบียบวิธีชุดตรวจวิเคราะห์ดินและการแปลผล	73
9.4	มาตรฐานความสอดคล้องและข้อกำหนดการแสดงผลสำหรับปุ๋ยและอาหารเสริมพืช	73
9.5	การประกันคุณภาพ/การควบคุมคุณภาพในห้องปฏิบัติการทดสอบดินและพืชอย่างเป็นทางการ	74
9.6	การพัฒนากลยุทธ์ ICT ระดับภูมิภาคเพื่อสนับสนุนนโยบาย การวางแผน และการสนับสนุนการบริการสำหรับการจัดการดินและธาตุอาหาร	74
9.7	กรอบการดำเนินการและกำหนดการ	75
10.	เอกสารอ้างอิง	80
11.	เอกสารแนบที่ 1: METADATA สำหรับแผนที่ดินระดับชาติ	85
11.1	บรูไนดารุสซาลาม	85
11.2	ราชอาณาจักรกัมพูชา	87
11.3	สาธารณรัฐอินโดนีเซีย	87
11.4	สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว	88
11.5	ประเทศมาเลเซีย	88
11.6	สาธารณรัฐแห่งสหภาพเมียนมาร์	89
11.7	สาธารณรัฐฟิลิปปินส์	91
11.8	ประเทศไทย	91
11.9	สาธารณรัฐสังคมนิยมเวียดนาม	93

## สารบัญตาราง

ตารางที่ 1	แรงจูงใจของผู้ใช้ ปัญหา และการตอบสนองต่อการจัดการดินและธาตุอาหาร	2
ตารางที่ 2	ข้อมูลที่จำเป็นของกรอบนโยบายและแนวทางปฏิบัติการจัดการดินและธาตุอาหารที่ตอบสนองความต้องการของผู้ใช้	3
ตารางที่ 3	สัดส่วนพื้นที่ของกลุ่มดินในประเทศสมาชิกในภูมิภาคอาเซียนจากระบบการจำแนกดินของ FAO-UNESCO	6
ตารางที่ 4	สมบัติทางเคมีและกายภาพของดินที่พบในภูมิภาคอาเซียนจำแนกกลุ่มดินตามระบบของ FAO-UNESCO	7
ตารางที่ 5	พืชหลักที่ปลูกในภูมิภาคอาเซียนในกลุ่มดินต่าง ๆ จำแนกตามระบบ FAO-UNESCO	9
ตารางที่ 6	ข้อจำกัดของดินและตัวบ่งชี้วินิจฉัยสำหรับใช้ในการสำรวจดินภาคสนามในแต่ละพื้นที่หรือข้อมูลการสำรวจดินเชิงพื้นที่ การสำรวจดินภาคสนามในแต่ละพื้นที่ศึกษาที่ระดับความลึก 0-50 เซนติเมตร (หลุมดินขนาดเล็ก)	12
ตารางที่ 7	หมวดหมู่ของพารามิเตอร์ที่ใช้ในการให้คะแนนความอุดมสมบูรณ์ของดินในภูมิภาคอาเซียน	14
ตารางที่ 8	(a) ความเข้มข้นของสารปนเปื้อนในดินของประเทศไทยเปรียบเทียบกับดินในสหภาพยุโรป ประเทศอินเดีย และประเทศเนเธอร์แลนด์ (b) ความเข้มข้นของสารปนเปื้อนในดินของสาธารณรัฐสังคมนิยมเวียดนาม	18 19
ตารางที่ 9	ความหมายค่าพีเอชของดินและยุทธศาสตร์การจัดการสำหรับการรักษาศักยภาพการผลิตพืช	20
ตารางที่ 10	สภาพของดินและการรับมือสำหรับการบรรเทาการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกสำหรับภูมิภาคอาเซียน	25
ตารางที่ 11	ผลผลิตของพืชต่าง ๆ ในพื้นที่เหมือง	39
ตารางที่ 12	การดูใช้ธาตุอาหารในชีวมวลของส่วนเหนือและการเคลื่อนย้ายธาตุอาหารออกไปในส่วนของผลผลิตที่เก็บเกี่ยว	53
ตารางที่ 13	ระดับธาตุอาหารที่เพียงพอในใบของผักที่เลือกที่ได้จากวิธีการสำรวจ	54
ตารางที่ 14	การนำเข้าข้อมูลที่จำเป็นตามระดับต่างๆของการตัดสินใจ สำหรับการจัดการของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม	56
ตารางที่ 15	สรุปวิธีการและการแปลผลของชุดตรวจวิเคราะห์ดินอย่างรวดเร็วที่ใช้ในภูมิภาคอาเซียน	59
ตารางที่ 16	ชนิดของปุ๋ย รูป และความสามารถในการดูใช้ธาตุอาหาร	63
ตารางที่ 17	ตัวอย่างปริมาณธาตุอาหารและสัดส่วนของคาร์บอนต่อไนโตรเจนของวัสดุอินทรีย์	65
ตารางที่ 18	หน่วยงานที่รับผิดชอบในการขึ้นทะเบียนปุ๋ยที่ผลิต, ปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยชีวภาพในประเทศสมาชิกอาเซียน	67
ตารางที่ 19	มาตรฐานกำหนดคุณสมบัติของปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยหมักซึ่งได้ทีแล้วในประเทศในภูมิภาคอาเซียน	66
ตารางที่ 20	พื้นที่หลักและสมบัติของดินเพื่อประเมินผลผลิตของดิน และข้อจำกัดของดิน (เครื่องหมายดอกจันระบุสมบัติของพื้นที่/ดินที่เหมาะสม สำหรับการตรวจผ้าระวัง)	70
ตารางที่ 21	แรงจูงใจและข้อมูลที่ผู้ใช้ขั้นสุดท้ายต้องการจากตารางที่ 2 ซึ่งมีการเชื่อมโยงกับเอกสารกรอบนโยบายและแนวทางปฏิบัติ	71
ตารางที่ 22	ตารางการดำเนินงานสำหรับการจัดการดินและธาตุอาหารแห่งภูมิภาคอาเซียน	77



## สารบัญภาพ

ภาพที่ 1	ผังรูปภาพการนำเข้า ผลลัพธ์ วิธีการ และส่วนการสังเคราะห์ของกรอบนโยบาย และแนวทางปฏิบัติเกี่ยวกับการจัดการดินและธาตุอาหารแห่งภูมิภาคอาเซียน	4
ภาพที่ 2	แผนที่ทรัพยากรดินของประเทศไทย	12
ภาพที่ 3	แนวทางสมดุลธาตุอาหารเพื่อการจัดการธาตุอาหารเฉพาะที่	57
ภาพที่ 4	แนวทางการทดสอบดิน/ พีชเพื่อการจัดการธาตุอาหารเฉพาะที่	57
ภาพที่ 5	บทบาทของ ICT ในการเกษตร	69
ภาพที่ 6	กรอบการดำเนินงานเพื่อการจัดการดินและธาตุอาหารในภูมิภาคอาเซียน	75

## สารบัญรูป

รูปที่ 1	การทรุดตัวที่กว้างขวางเป็นหนึ่งในปัญหาที่สำคัญของดินพรุที่มีการระบายน้ำออกจากพื้นที่	16
รูปที่ 2	ถั่วลิสงเถา หรือถั่วบราซิล ( <i>Arachis pinto</i> ) เป็นพืชคลุมดินในสวนแก้วมังกรของประเทศมาเลเซีย	26
รูปที่ 3	การคลุมดินด้วยฟางข้าวในประเทศมาเลเซียเพื่อลดการสูญเสียการระเหยของน้ำในดินและลดอุณหภูมิของผิวดิน	28
รูปที่ 4	มันสำปะหลังที่ปลูกบนพื้นที่ลาดชันที่มีการไหลพรวน้อยในสาธารณรัฐสังคมนิยมเวียดนาม	30
รูปที่ 5	ประตูน้ำเพื่อควบคุมระดับน้ำใต้ดินในพื้นที่ดินเปรี้ยวจัดของประเทศมาเลเซีย	32
รูปที่ 6	รูปแบบการปลูกพืชในระบบ Surjan (a) การยกคันดินปลูกไม้ผล (b) การยกคันดินปลูกผัก และ (c) การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำในร่อง	34
รูปที่ 7	ดินทรายจัดบริเวณสันทรายของประเทศมาเลเซีย	36
รูปที่ 8	ดินปนกรวดที่ใช้ปลูกไม้ผล กาแฟ และถั่วลิสงในสาธารณรัฐสังคมนิยมเวียดนาม	36
รูปที่ 9	ดินปนกรวดในศูนย์ศึกษาวิธีการฟื้นฟูที่ดินเสื่อมโทรมเขาชะงุ้ม อันเนื่องมาจากพระราชดำริ ก่อนทำการฟื้นฟู	37
รูปที่ 10	การกักเก็บน้ำกมพะปลูกพืชผักด้วยการใช้หญ้าแฝกเป็นรั้วกมพะปลูกเศรษฐกิจและป่าหลังจากสามสิบปีของการฟื้นฟู	38
รูปที่ 11	การใช้ปูนในการปรับปรุงพีเอชของดินพรุในประเทศมาเลเซีย	40
รูปที่ 12	คูรับน้ำขอบเขาตามแนวระดับร่วมกับการปลูกไม้ผลบนพื้นที่ลาดชันในสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว	43
รูปที่ 13	การปลูกพืชเป็นแถบสลับไปบนแนวระดับของขั้วไร่กับพืชตระกูลถั่วเป็นแนวพุ่มในสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว	43
รูปที่ 14	วนเกษตรกรรมบนพื้นที่ลาดชันในสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว	44
รูปที่ 15	การทำคันดินรับน้ำตามแนวระดับร่วมกับการปลูกหญ้าแฝกบนพื้นที่ลาดชันในประเทศไทย	45
รูปที่ 16	แนวรั้วของสับปะรดบนพื้นที่ลาดชันในสาธารณรัฐสังคมนิยมเวียดนาม	48
รูปที่ 17	การปลูกพืชแซม มะพร้าวและโกโก้ในประเทศมาเลเซีย	51
รูปที่ 18	ระบบการปลูกพืชสลับแนวในสาธารณรัฐอินโดนีเซีย การใช้แคฝรั่ง ( <i>Gliricidia sepium</i> ) ทำหน้าที่เป็นรั้ว	51
รูปที่ 19	การวิเคราะห์ดินโดยใช้ชุดตรวจวิเคราะห์ดิน	58



# 1. บทนำ

## 1.1 หลักการและเหตุผลของกรอบนโยบายและแนวทางปฏิบัติ

การจัดการดินและธาตุอาหาร คือระบบบูรณาการเพื่อการจัดการดิน ธาตุอาหาร น้ำ และพืชอย่างยั่งยืนเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตพืชและปรับปรุงสุขภาพของดิน การพัฒนากรอบนโยบายและแนวทางปฏิบัติเกี่ยวกับการจัดการดินและธาตุอาหารแห่งภูมิภาคอาเซียน (SNM) ได้รับการพัฒนามาเพื่อเป็นแนวทางในการประสานงานในภูมิภาค และเพื่ออำนวยความสะดวกในการตัดสินใจในการกำหนดข้อเสนอแนะเชิงนโยบายเกี่ยวกับการจัดการดินและธาตุอาหาร

เป้าหมายสูงสุด คือการบรรลุความมั่นคงด้านอาหารของภูมิภาคอาเซียน โดยการส่งเสริมระบบเกษตรชาวนฉลาดด้านภูมิอากาศ 'Climate-smart' ที่ปรับตัวและยืดหยุ่นได้ ซึ่งเป็นรากฐานของภาคชนบทที่มีประสิทธิผล และก่อให้เกิดรายได้ ในขณะที่เดียวกันก็รักษาความสามารถในการทำงานของทรัพยากรดินที่มีความจำเป็นต่อระบบนิเวศ (โดยปกติจะเรียกว่า สุขภาพดิน "Soil health") รวมถึงการลดและบรรเทาการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก

## 1.2 วัตถุประสงค์และโครงสร้างของกรอบนโยบายและแนวทางปฏิบัติ

กรอบนโยบายและแนวทางปฏิบัติเกี่ยวกับการจัดการดินและธาตุอาหารแห่งภูมิภาคอาเซียนมีวัตถุประสงค์เพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดนโยบาย การวางแผน และการสนับสนุนด้านเทคนิคของรัฐบาล แต่เนื่องจากความต้องการของกลุ่มผู้ใช้ชั้นสุดท้ายมีความหลากหลาย ดังนั้นการดำเนินการวิเคราะห์ขอบเขตในประเด็นปัญหาที่ตอบสนองต่อกลุ่มผู้ใช้ชั้นสุดท้ายเหล่านี้จึงมีความสำคัญ เพื่อให้กรอบนโยบายและแนวทางปฏิบัตินี้อยู่ภายใต้กรอบที่ตอบสนองความต้องการของกลุ่มผู้ใช้ชั้นสุดท้ายได้ ตารางที่ 1 แสดงถึงแรงจูงใจ ประเด็นปัญหา และการตอบสนองของนโยบาย รัฐบาล การวางแผน และการบริการสนับสนุนที่เกี่ยวข้องกับภาคชนบท การตอบสนองส่วนใหญ่เป็นข้อบังคับด้านการกำกับดูแล การประเมินผล และการเสริมสร้างขีดความสามารถ

ตารางที่ 1 แรงจูงใจของผู้ใช้ ปัญหา และการตอบสนองต่อการจัดการดินและธาตุอาหาร

ผู้ใช้	แรงจูงใจ	ปัญหา	การตอบสนอง
ฝ่ายนโยบาย ภาครัฐ	- ความมั่นคงด้าน อาหาร	- ภัยคุกคามด้านความ ปลอดภัยทางชีวภาพ  - ความเสื่อมโทรมของ คุณภาพ และสุขภาพดิน	- กฎระเบียบ  - การตรวจสอบคุณภาพ/ สุขภาพดิน
	- การเปลี่ยนแปลง สภาพภูมิอากาศ	- ระดับน้ำทะเลที่เพิ่มขึ้น  - การเปลี่ยนแปลงปริมาณ น้ำฝน / แนวน้ำของ อุณหภูมิต่ำ  - การลดการปลดปล่อยก๊าซ เรือนกระจก	- การประเมินความเสี่ยงจากน้ำท่วมและ ความเค็ม  - การวางแผนชลประทาน  - ระบบเกษตรชาญฉลาดด้านภูมิอากาศ 'Climate-smart' ที่มีความยืดหยุ่น  - อำนวยความสะดวกด้านการเพิ่ม ประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนเพื่อลดการ ปล่อยก๊าซไนตรัสออกไซด์  - สนับสนุนการใช้ธาตุอาหารทั้งในรูปแบบ อินทรีย์ และอนินทรีย์อย่างสมดุลเพื่อ ส่งเสริมแหล่งธาตุอาหารทั้งหมด ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตพืช และ ส่งเสริมการกักเก็บคาร์บอน  - ให้แนวทางในการจัดการระบายน้ำให้ดีขึ้น เพื่อลดและบรรเทาการปล่อยก๊าซมีเทนจาก ดิน
ฝ่ายการ วางแผน ภาครัฐ	- การเปลี่ยนเจ้าของ พื้นที่เกษตรกรรมที่มี คุณภาพของดินดี	- ลดพื้นที่ที่ดินทำกิน เนื่องจากพื้นที่กลายเป็น เมือง โครงสร้างพื้นฐาน และการปนเปื้อน	- กระบวนการวางผังเมือง และการออก กฎหมาย
ฝ่ายบริการ สนับสนุน ภาครัฐ	การมีประสิทธิผล และความยืดหยุ่น ในภาคชนบท	การตัดสินใจโดยไม่รู้ตัวของ เกษตรกร	- การเสริมสร้างขีดความสามารถโดยการ บริการส่งเสริม  - การสนับสนุนการตัดสินใจทางวิทยาศาสตร์ ด้วยระบบและเครื่องมือ

ข้อมูลที่ต้องการจากกรอบนโยบายและแนวทางปฏิบัติเกี่ยวกับการจัดการดินและธาตุอาหารแห่งภูมิภาคอาเซียน เพื่อตอบสนองความต้องการของกลุ่มผู้ใช้ขั้นสุดท้าย และใช้เพื่อกำหนดกรอบนโยบายและแนวทางปฏิบัติ เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ต้องการ ผลลัพธ์ คือ ข้อมูลที่สำคัญ วิธีการ คู่มือการแปลผล เครื่องมือสนับสนุนการตัดสินใจ และแพ็คเกจของเทคโนโลยี ที่พิสูจน์แล้วว่าสามารถรักษาและปรับปรุงสมรรถนะและความสามารถในการให้ผลผลิตของทรัพยากรดิน (ตารางที่ 2)

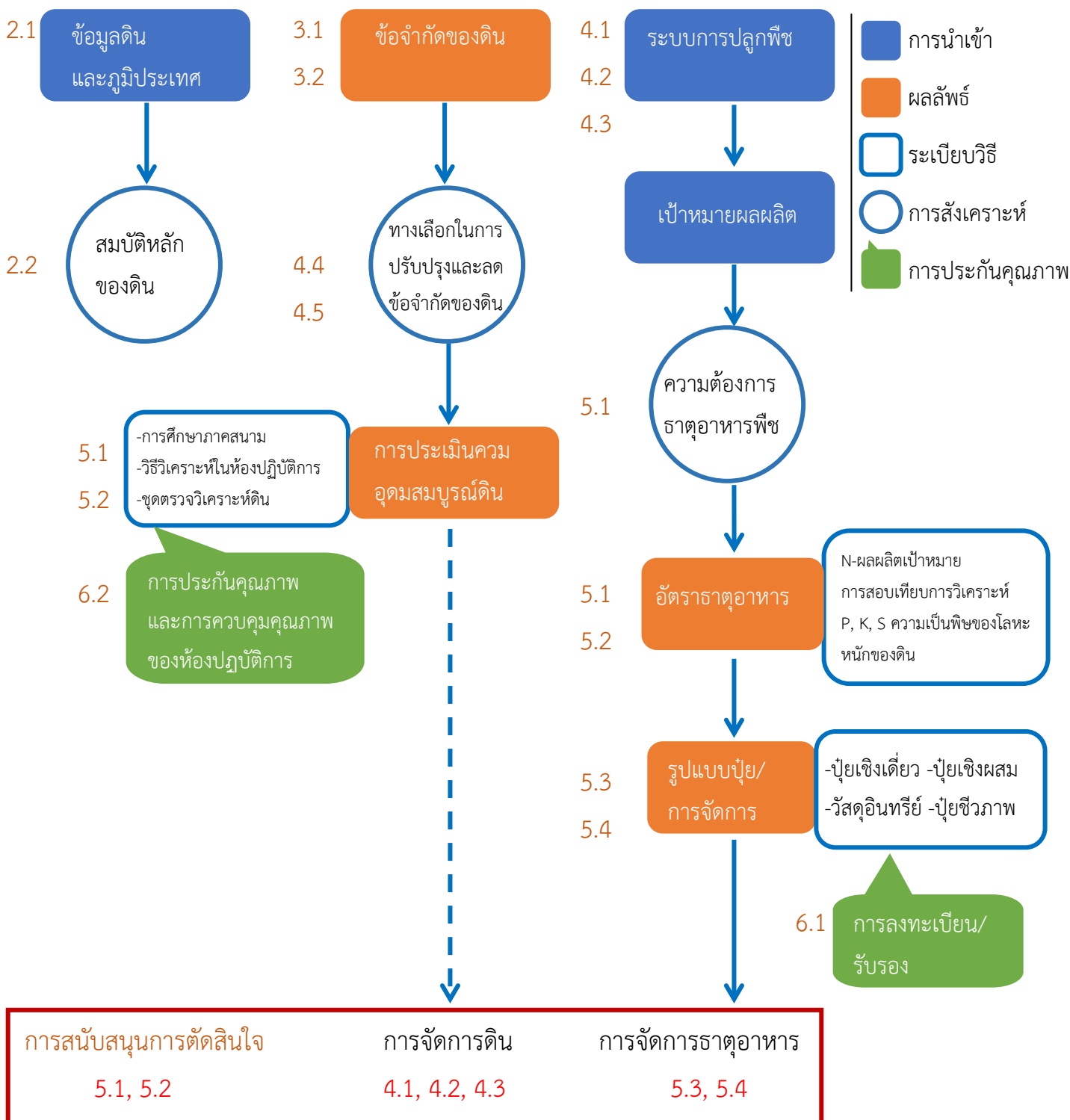
ตารางที่ 2 ข้อมูลที่จำเป็นของกรอบนโยบายและแนวทางปฏิบัติการจัดการดินและธาตุอาหารที่ตอบสนองความต้องการของผู้ใช้

แรงจูงใจ	คำตอบ	ข้อมูลที่จำเป็น	รูปแบบข้อมูล
ความมั่นคงด้านอาหาร	-กฎระเบียบ -การตรวจสอบคุณภาพ/สุขภาพดิน  -การประเมินความเสี่ยงจากน้ำท่วมและความเค็ม	นอกเหนือขอบเขตของคู่มือระเบียบวิธีวิจัย และคู่มือการแปลผลสำหรับการจัดหมวดหมู่และการตรวจสอบสมบัติของดินหลัก นอกเหนือขอบเขตของคู่มือ	-ข้อมูลตัวอักษร -ข้อมูลเชิงพื้นที่
การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ	-การวางแผนชลประทาน -การยืดหยุ่นของระบบเกษตรชาวนฉลาดด้านภูมิอากาศ 'Climate-smart'	ความต้องการธาตุอาหารของพืชหลัก การใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพ และระบบการผลิตพืชที่มีความยืดหยุ่นต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ	-ข้อมูลตัวอักษร
การเปลี่ยนเจ้าของพื้นที่เกษตรกรรมที่มีคุณภาพของดินดี	-กระบวนการวางผังเมืองและการออกกฎหมาย	ระเบียบวิธีวิจัย และคู่มือการแปลผลสำหรับสมบัติของดิน ซึ่งถือว่าเป็นสำหรับดินที่เหมาะสมแก่การเพาะปลูก	-ข้อมูลตัวอักษร -ข้อมูลเชิงพื้นที่
การมีประสิทธิผลและความยืดหยุ่นในภาคชนบท	-การเสริมสร้างขีดความสามารถโดยการบริการส่งเสริม	ระเบียบวิธีวิจัย และคู่มือการแปลผลสำหรับการวินิจฉัยและการจัดการดินที่มีข้อจำกัด แพ็คเกจการจัดการดินและธาตุอาหาร สำหรับถ่ายทอดให้เกษตรกร โดยยึดหลักการจัดการธาตุอาหารเฉพาะที่	-ข้อมูลตัวอักษร -ข้อมูลเชิงพื้นที่  -ข้อมูลตัวอักษร -ข้อมูลบนเว็บไซต์

เพื่อให้ผู้ใช้ขั้นสุดท่ายเห็นโครงสร้างและสนับสนุนการใช้งานกรอบนโยบายและแนวทางปฏิบัตินี้ ผังรูปภาพจึงถูกพัฒนาขึ้นเพื่อให้ผู้ใช้ขั้นสุดท่ายสามารถใช้หัวข้อที่สนใจของกรอบนโยบายและแนวทางปฏิบัตินี้ได้อย่างรวดเร็วขึ้น (ภาพที่ 1)

ภาพที่ 1 ผังรูปภาพการนำเข้า ผลลัพธ์ วิธีการ และส่วนการสังเคราะห์ของกรอบนโยบายและแนวทางปฏิบัติเกี่ยวกับการจัดการดินและธาตุอาหารแห่งภูมิภาคอาเซียน

### การจัดการดินและธาตุอาหารเฉพาะที่



กรอบนโยบายและแนวทางปฏิบัติเกี่ยวกับการจัดการดินและธาตุอาหารแห่งภูมิภาคอาเซียนฉบับนี้ ประกอบด้วย ข้อมูลแบบคู่ขนานไปในทิศทางเดียวกัน ได้แก่ การจัดการดิน และการจัดการพืช ซึ่งมีปฏิสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันในบริบทของระบบการปลูกพืช แนวคิดของการจัดการธาตุอาหารเฉพาะที่ (Site/ Soil Specific Nutrient Management, SSNM) คือ การรวมการจัดการดินและพืช และจัดการกับปัญหาเรื่องความยั่งยืน (Fairhurst et al., 2007) คำอธิบายอย่างย่อของการจัดการธาตุอาหารเฉพาะที่ คือการแยกแยะสมบัติของดิน เฉพาะพื้นที่ที่เป็นข้อจำกัดสำหรับการปลูกพืชโดยอาศัยข้อมูลดิน ภูมิปัญญาท้องถิ่น และทางเลือกในการปรับปรุง และลดข้อจำกัดของดินมาใช้ในการพิจารณาตัดสินใจ ถ้าพื้นที่ดังกล่าวได้รับอนุญาตให้ทำการปรับปรุงและลด ข้อจำกัดของดินเพื่อเพิ่มศักยภาพในการผลิต เป้าหมายผลผลิตจึงถูกใช้เพื่อนำมากำหนดความต้องการธาตุอาหาร พืช ทั้งนี้ความต้องการธาตุอาหารพืช สามารถคำนวณได้จากหลายแหล่งข้อมูล ได้แก่ ข้อมูลดิน ปุ๋ยอินทรีย์ และการเพิ่มอินทรีย์วัตถุ เช่น ซากพืช ปุ๋ยหมัก และปุ๋ยคอก การจัดการธาตุอาหารพืชแบบผสมผสาน (Integrated Nutrient Management) มีวัตถุประสงค์เพื่อให้เกษตรกรใช้แหล่งอาหารที่มีอยู่ทั้งหมดได้อย่างมีประสิทธิภาพ สูงสุดเท่าที่จะทำได้ และมีเป้าหมายสูงสุด (ตัวบ่งชี้ประสิทธิภาพที่สำคัญ) คือ การเพิ่มประสิทธิภาพของการดึงดูด ปุ๋ยมาใช้ประโยชน์สูงสุดซึ่งจะช่วยลดการสูญเสียธาตุอาหารออกไปจากพื้นที่

การดำเนินงานของการจัดการธาตุอาหารเฉพาะที่สนับสนุนด้วยการจัดการธาตุอาหารพืชแบบผสมผสาน ทั่วภูมิภาคอาเซียนมีความสำคัญอย่างยิ่งสำหรับการรักษาความมั่นคงด้านอาหาร รวมถึงระบบเกษตรชาวนาฉลาด ด้านภูมิอากาศที่มีการปรับตัวและความยืดหยุ่นซึ่งรักษาการทำงานของระบบนิเวศของทรัพยากรดิน

## 2. ทรัพยากรดินในภูมิภาคอาเซียน

### 2.1 ชนิดของดินหลัก

มีความหลากหลายทั้งในด้านคุณภาพ มาตรฐานแผนที่ และความครอบคลุมของข้อมูลดินในภูมิภาคอาเซียน เอกสารแนบ 1 แสดงข้อมูลรายละเอียดเพื่อใช้ในการกำกับและอธิบาย (Metadata) ข้อมูลการสำรวจดินระดับประเทศของภูมิภาคอาเซียน มาตรฐานแผนที่ของข้อมูลดินแบบดิจิทัลอยู่ในช่วงระหว่าง 1:25,000 (ประเทศไทย) ถึง 1:5,000,000 (FAO, 1979) และระบบการจำแนกดินใช้หน่วยแผนที่ดิน (Soil mapping units) ประกอบด้วย FAO-UNESCO (1974), US Soil Taxonomy (Soil Survey Staff, 2003) และระบบการจำแนกเฉพาะของแต่ละประเทศ (ได้แก่ สาธารณรัฐสังคมนิยมเวียดนาม (National Institute for Soils and Fertilizers, 2002) ประเทศไทย และสาธารณรัฐฟิลิปปินส์ (Carating et al., 2014)

โดยทั่วไป ไม่สามารถแปลงระบบการจำแนกดินระบบหนึ่งเป็นระบบหนึ่งได้อย่างแม่นยำ แต่การแปลงระบบการจำแนกดินนี้จะเป็ประโยชน์ในแง่ที่ช่วยเน้นให้เห็นว่าทรัพยากรดินทั่วภูมิภาคอาเซียนมีความแตกต่างกัน ระบบการจำแนกดินของ FAO-UNESCO เป็นระบบที่ใช้ในการจำแนกดินระดับนานาชาติ ตารางที่ 3 แสดงร้อยละของพื้นที่โดยประมาณของกลุ่มดินในประเทศสมาชิกในภูมิภาคอาเซียนจากระบบการจำแนกดินของ FAO-UNESCO

ตารางที่ 3 สัดส่วนพื้นที่ของกลุ่มดินในประเทศสมาชิกในภูมิภาคอาเซียนจากระบบการจำแนกดินของ FAO-UNESCO

กลุ่มดินตามระบบ	BRN	KHM <sup>A</sup>	IDN	LAO <sup>B</sup>	MYS <sup>C</sup>	MYN	PHL	THA	VNM <sup>D</sup>
FAO-UNESCO	(% )								
Acrisols	57	14	29	73	62	10	25	38	63
Alisols									1
Andosols			4				4		
Arenosols				3	3		1	2	2
Cambisols		2	35	12	11		11	2	
Feeralsols			12	1	4			<1	8
Fluvisols	13	27	10	1	3		<1	1	18
Gleysols	10	12		2	4		2	8	2
Histosols	10		8		8			<1	
Leptosols				1				1	1
Lixosols				1					



กลุ่มดินตามระบบ	BRN	KHM <sup>A</sup>	IDN	LAO <sup>B</sup>	MYS <sup>C</sup>	MYN	PHL	THA	VNM <sup>D</sup>
FAO-UNESCO	(%)								
Luvisols		28		4	3	3	11	8	
Nitisols		1				3	42		
Plinthosols								5	
Podzols					2			<1	
Regosols				2					
Vertisols	10	16	2			1	4		
Slope complex <sup>E</sup> (THA, VNM)								32	5

<sup>A</sup> ดินปลูกข้าว (White et al., 1997); <sup>B</sup> Soil Survey Land Classification Centre, National Agriculture and Forestry Research Institute, 2015; <sup>C</sup> Department of Agriculture (Peninsular Malaysia, Sabah and Sarawak), 2004 (unpubl. Data) UNESCO; <sup>D</sup> Vietnam Soil Science Society, 2000; <sup>E</sup> Slope >35%; BRN บรูไนดารุสซาลาม; KHM ราชอาณาจักรกัมพูชา; IDN สาธารณรัฐอินโดนีเซีย; LAO สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว; MYS ประเทศมาเลเซีย; MYN สาธารณรัฐแห่งสหภาพเมียนมาร์; PHL สาธารณรัฐฟิลิปปินส์; THA ประเทศไทย; VNM สาธารณรัฐสังคมนิยมเวียดนาม

ความแตกต่างของทรัพยากรดินระหว่างประเทศสมาชิกอาเซียนเห็นได้ชัดจากรายละเอียดของแผนที่ดินมาตราส่วนหยาบมาก Acrisols เป็นดินที่พบบ่อยมากในบรูไนดารุสซาลาม สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว ประเทศมาเลเซีย ประเทศไทย และสาธารณรัฐสังคมนิยมเวียดนาม Cambisols เป็นดินที่พบบ่อยมากในสาธารณรัฐอินโดนีเซีย Ferralsols พบมากในสาธารณรัฐแห่งสหภาพเมียนมาร์ และNitisols พบมากในสาธารณรัฐฟิลิปปินส์ ในขณะที่กลุ่มดินหลักที่ใช้ในการปลูกข้าวของราชอาณาจักรกัมพูชา ได้แก่ Fluvisols และ Luvisols สมบัติทางเคมีและกายภาพของดินตามระบบการจำแนกกลุ่มดินของ FAO-UNESCO (Driessen et al., 2001) แสดงในตารางที่ 4

**ตารางที่ 4** สมบัติทางเคมีและกายภาพของดินที่พบในภูมิภาคอาเซียนจำแนกกลุ่มดินตามระบบของ FAO-UNESCO (Driessen et al., 2001)

กลุ่มดิน (Soil Group)	สมบัติดิน (Characteristics)
Acrisols	ดินกรดที่มีไอออนบวกพื้นฐานต่ำ เกิดภายใต้สภาพที่มีการชะล้างอย่างรุนแรง มีการเพิ่มปริมาณอนุภาคขนาดดินเหนียวในชั้นดินล่าง อาจพบลักษณะแผ่นแข็งของผิวดิน ดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ และมีกิจกรรมของจุลินทรีย์ในดินต่ำ
Alisols	ดินเป็นกรดรุนแรง มีการเพิ่มปริมาณอนุภาคขนาดดินเหนียวในชั้นดินล่าง ซึ่งเป็นแร่ดินเหนียวมีกิจกรรมสูง ชั้นดินล่างที่มีเนื้อดินเหนียวนี้จำกัดสภาพให้ซึมได้ของน้ำ เป็นเหตุให้เกิดน้ำใต้ดินเทียมซึ่งระดับน้ำจะแปรเปลี่ยนไปตามฤดูกาล โครงสร้างดินบนไม่เสถียรทำให้ดินอ่อนไหวต่อการกร่อน ดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ มีความอึดตัวเบสต่ำ โดยทั่วไปพบความเป็นพิษของอะลูมิเนียมและแมงกานีสร่วมด้วย

กลุ่มดิน (Soil Group)	สมบัติดิน (Characteristics)
Andosols	ดินที่ได้จากตะกอนหินภูเขาไฟสมัยปัจจุบัน มีการสะสมของสารประกอบเชิงซ้อนที่เสถียรของแร่และอินทรีย์วัตถุ (Organo-mineral complexes) ดินมีแร่ที่มีระเบียบพิสัยสั้น (Short-Range Order) เช่น แร่แอลโลเฟน (ไฮดรอกไซด์อะลูมิเนียมซิลิเกต) ดินมีความชื้นสูงมากที่จุดเยือกวาว แต่มีความจุความชื้นที่เป็นประโยชน์อยู่ปานกลาง การระบายน้ำภายในดินดีมาก โดยทั่วไปไม่มีความต้านทานการกร่อน เพราะดินมีเม็ดดินเสถียร ดินมีการตรึงฟอสฟอรัสสูงเนื่องจากดินมีอะลูมิเนียมที่เป็นประโยชน์ (active aluminum) ในปริมาณสูง
Cambisols	ดินมีสีน้ำตาล ชั้นดินล่างมีพัฒนาการต่ำ เนื้อดินเป็นดินร่วนถึงดินเหนียว โดยทั่วไปดินมีโครงสร้างดี ความจุความชื้นที่เป็นประโยชน์อยู่ปานกลาง พีเอชดินเป็นกรดเล็กน้อยถึงเป็นกลาง ดินมีความอุดมสมบูรณ์ดี มีความเสี่ยงต่อการเกิดแผ่นดินถล่ม ถ้ามีการทำลายป่าไม้ในพื้นที่ลาดชัน
Ferralsols	ดินมีการชะล้างสูง เนื้อดินเป็นดินร่วนปนเหนียว ดินเหนียวมีกิจกรรมต่ำ (เหล็กและอะลูมิเนียมไฮดรอกไซด์) ดินมีการแทรกซึมน้ำดีและมีการระบายน้ำภายในดินดี มีความจุความชื้นที่เป็นประโยชน์เป็นข้อจำกัด ดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ มีความสามารถในการตรึงฟอสฟอรัสสูง มีเม็ดดินเสถียรต้านทานต่อการกร่อนและทำให้สามารถไถพรวนได้ง่าย
Fluvisols	ดินมีวัตถุต้นกำเนิดเป็นตะกอนน้ำพาสมัยปัจจุบันมากกว่าการผุพังอยู่กับที่ ดินมีการอิ่มตัวด้วยน้ำเป็นระยะเวลานานเนื่องจากดินนี้จะพบในตำแหน่งพื้นที่ราบลุ่ม โดยทั่วไป ดินมีพีเอชเป็นกลางและมีความอุดมสมบูรณ์ดี
Gleysols	ดินมีการอิ่มตัวด้วยน้ำเป็นระยะเวลานานเนื่องจากดินนี้จะพบในตำแหน่งพื้นที่ราบลุ่ม ดินมีสีเทาอ่อน (Pale grey) ในชั้นดินล่างที่มีการอิ่มตัวด้วยน้ำอย่างถาวร และมีสีจุดประในชั้นดินบนของหน้าตัดดินที่ระดับน้ำใต้ดินมีการขึ้นลงของน้ำใต้ดิน พีเอชดินเป็นกลางเมื่อมีการขังน้ำ โดยทั่วไปดินมีความอุดมสมบูรณ์ดี
Histosols	ดินพุดเกิดขึ้นในพื้นที่ป่าโกงกางและพื้นที่ชุ่มน้ำ มีอินทรีย์วัตถุมากกว่าร้อยละ 20 โดยน้ำหนัก และโดยทั่วไปมีความพรุนมากกว่าร้อยละ 85 ในระยะดิบ (Raw state) มีความเป็นกรดมาก มีธาตุอาหารต่ำ และมีกิจกรรมของจุลินทรีย์ดินต่ำ มีแนวโน้มที่จะยุบตัวเมื่อมีการระบายน้ำออกจากพื้นที่
Luvisols	ดินเป็นกรดเล็กน้อย มีการสะสมอนุภาคขนาดดินเหนียวในชั้นดินล่าง โดยทั่วไปน้ำแทรกซึมผ่านดินได้ ในชั้นที่มีอนุภาคขนาดดินเหนียวมากจะมีความจุความชื้นที่เป็นประโยชน์ปานกลาง
Nitisols	ดินเขตร้อนที่มีเนื้อดินเหนียวในชั้นดินล่าง มีการระบายน้ำดี สีแดง โดยทั่วไป ดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ สภาพภาพของฟอสฟอรัสต่ำ ความจุความชื้นที่เป็นประโยชน์ต่ำ ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน (CEC) ปานกลาง
Plinthosols	ดินมีเหล็กสูง มีชั้นดานที่มีอิฐดำที่ประกอบด้วย แร่ดินเหนียวเคโอลิไนต์ (kaolinitic clay) และแร่ควอตซ์ (quartz) ชั้นดานจำกัดการไหลทะลุของรากพืชและการแทรกซึมผ่านของน้ำซึ่งจำกัดปริมาณของไนโตรเจน ดินมีความจุความชื้นที่เป็นประโยชน์และความอุดมสมบูรณ์ต่ำ
Vertisols	พีเอชดินเป็นกลางถึงด่าง เนื้อดินเป็นดินเหนียว แตกเมื่อแห้งและขยายตัวเมื่อเปียก ข้อจำกัดหลักของดินนี้คือ ดินมีช่วงความชื้นดินที่แคบที่สามารถไถพรวนได้ การไถพรวนทำได้ยากเมื่อดินแห้ง จะไถพรวนได้เมื่อดินมีความชื้นที่ใกล้กับความจุความชื้นสนาม โดยทั่วไปดินมีความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนสูง ดินมีความจุความชื้นที่เป็นประโยชน์สูงและความอุดมสมบูรณ์ดี

ตารางที่ 5 แสดงพืชหลักที่ปลูกในกลุ่มดินต่าง ๆ ในภูมิภาคอาเซียน

ตารางที่ 5 พืชหลักที่ปลูกในภูมิภาคอาเซียนในกลุ่มดินต่าง ๆ จำแนกตามระบบ FAO-UNESCO

กลุ่มดิน (Soil group)	พืชหลัก
Acrisols	ข้าวไร่ ข้าวนา ถั่วเหลือง ข้าวโพด ถั่วลิสง มันสำปะหลัง ชา กาแฟ ยางพารา สับปะรด อ้อย กล้วย มะม่วงหิมพานต์
Alisols	ข้าวไร่ ข้าวนา ถั่วเหลือง ข้าวโพด มันสำปะหลัง กาแฟ
Andosols	ป่าไม้ พืชผัก
Arenosols	ป่า ข้าวนา ข้าวโพด ถั่วลิสง มันสำปะหลัง มะพร้าว แตงโม สับปะรด
Cambisols	ป่าไม้ ไม้ผล ยางพารา มะม่วง สับปะรด ถั่วเหลือง ข้าวโพด มันสำปะหลัง กาแฟ
Ferralsols	ป่าไม้ ยางพารา มะม่วง สับปะรด ชา กาแฟ ทุเรียน มันสำปะหลัง กล้วย มะพร้าว ปาล์มน้ำมัน โกโก้ หม่อน
Fluvisols	ข้าว ปอกระเจา อ้อย ข้าวโพด งา ถั่วลิสง พริก พืชผัก มะม่วง
Gleysols	ข้าวนา งา (ปลูกบนคันดินที่ยกขึ้น) ถั่วลิสง ข้าวโพด ฝ้าย พืชผัก อ้อย ปอกระเจา ข้าว ฟาง
Histosols	พืชผัก ข้าวนาแบบไม่ไถพรวน ปาล์มน้ำมัน
Leptosols	ป่าไม้ ข้าวนา
Lixosols	ป่าไม้ ถั่วเหลือง ข้าวโพด มันสำปะหลัง กาแฟ ยางพารา
Luvisols	ข้าวนา งา ดอกทานตะวัน ถั่วลิสง ฝ้าย อ้อย พริก พืชผัก มะม่วง
Nitosols	ป่าไม้ ถั่วลิสง งา ถั่วเหลือง ข้าวโพด มันสำปะหลัง กาแฟ ยางพารา ชา ทุเรียน
Plinthosols	ป่าไม้
Podzols	พืชผัก แตงโม ชিং ขมิ้น มะพร้าว มะม่วงหิมพานต์
Regosols	ป่าไม้
Vertisols	ข้าวนา งา ดอกทานตะวัน ถั่วลิสง ฝ้าย อ้อย พริก พืชผัก

## 2.2 ลักษณะของดิน

การจำแนกดินยึดหลักการวัดและการอธิบายลักษณะของตัวแทนหน้าตัดดินที่บ่งชี้ถึงกระบวนการสร้างดิน อย่างไรก็ตาม ลักษณะดินสามารถใช้ลักษณะดินเพียงอย่างเดียวหรืออย่างอื่นร่วมด้วยเพื่อสร้างชุดข้อมูลดิน หรือแผนที่ที่จำแนกประเภทของดินตามความต้องการเฉพาะของผู้ใช้ขั้นสุดท้าย ตัวอย่างเช่น ภาพที่ 2 (Land Development Department, 2015) คือ แผนที่ประเทศไทยขึ้นอยู่กับระดับความสูง (ที่สูง/ ที่ลุ่ม) สภาพความชื้นดิน (แควคิก/

ยูติก/ อัสติก) เนื้อดิน (เหนียว/ ร่วน/ ทราย/ ลูกรัง) และลักษณะดินเฉพาะ (ดินเค็ม/ ดินอินทรีย์) แผนที่ดินนี้ขึ้นอยู่กับผลลัพธ์จากฐานข้อมูลดินเดียวกันกับที่ใช้ในการจำแนกประเภทของดิน ในทำนองเดียวกัน Carating et al. (2014) ได้กำหนดกลุ่มดินที่สำคัญ 9 กลุ่มสำหรับดินของสาธารณรัฐฟิลิปปินส์ ขึ้นอยู่กับตำแหน่งภูมิประเทศ วัตถุประสงค์กำเนิด เนื้อดิน การระบายน้ำ สภาพให้ซึมน้ำ และโครงสร้างดิน การจัดกลุ่มของดินโดยอาศัยพื้นฐานของคุณสมบัติที่สามารถจำแนกได้ง่ายมาใช้ในให้คำแนะนำในการอนุมาณความอุดมสมบูรณ์ของดินที่เป็นประโยชน์ และข้อมูลการจัดการดิน ตัวอย่างเช่น เนื้อดินกับชนิดแร่ดินเหนียวเป็นสมบัติดินที่มีความสำคัญมาก เช่น ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน การตรึงฟอสฟอรัส ความต้านทานต่อการเร่งให้เกิดกรดที่เกิดจากการใช้ประโยชน์ที่ดิน และความจุความชื้นที่เป็นประโยชน์

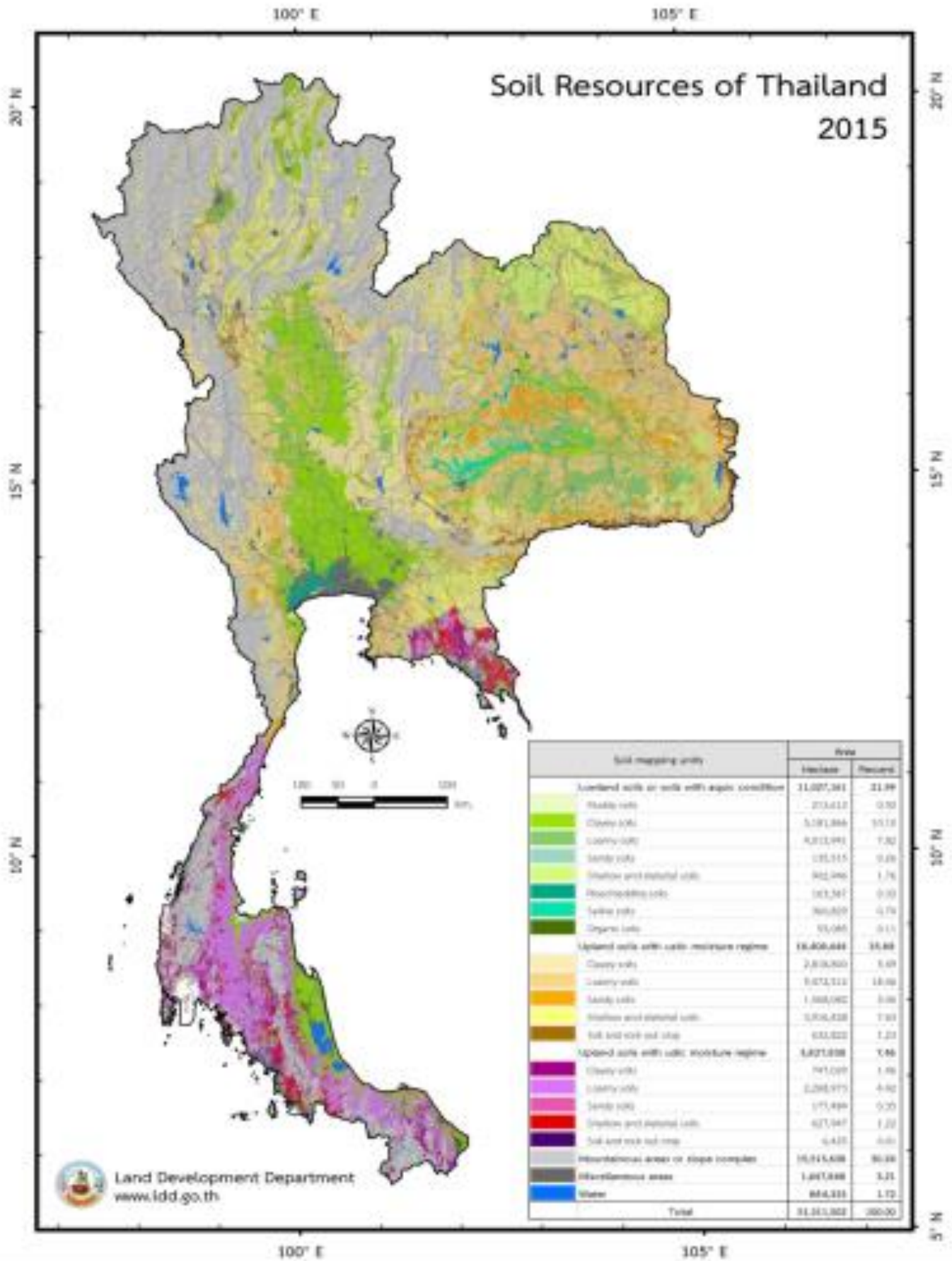
ความสัมพันธ์นี้สนับสนุนระบบจำแนกสมรรถนะความอุดมสมบูรณ์ของดิน (Sanchez et al., 1982) ซึ่งกำหนดเกณฑ์การวินิจฉัยตามลักษณะของดินที่สำคัญเพื่อระบุข้อจำกัดของแต่ละดิน ข้อมูลลักษณะเฉพาะของดินได้จากการสำรวจภาคสนามอย่างง่ายและทำการวัด ณ จุดนั้น (ตัวอย่างเช่น งานวิจัยของ White et al. (1997) ซึ่งได้ทำการศึกษาในดินที่ใช้ปลูกข้าวในราชอาณาจักรกัมพูชา นอกจากนี้ Moody และ Cong (2008) สำหรับดินที่สูงในสาธารณรัฐสังคมนิยมเวียดนาม) หรือสามารถหาได้จากแหล่งของข้อมูลการสำรวจดิน (ตัวอย่างเช่น งานวิจัยของ Ringrose-Voase et al. (2008) สำหรับบรูไนดารุสซาลาม)

**ตารางที่ 6** แสดงลักษณะหลักของดินที่สามารถใช้วินิจฉัยข้อจำกัดของดินตามรายการที่ได้แสดงไว้ในหัวข้อ 3.2 จากการสำรวจภาคสนาม หรือข้อมูลการสำรวจดินเชิงปริมาณ

โดยทั่วไปการประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดินและการวิเคราะห์ทางเคมีของดินแบบเฉพาะเจาะจงถูกนำมาใช้เพื่อจำแนกประเภท "ความอุดมสมบูรณ์ของดิน" ในบางประเทศสมาชิกในภูมิภาคอาเซียน (ตารางที่ 7) แต่มีบางวิธีการวิเคราะห์ดินถูกนำมาใช้ ส่งผลให้การวิเคราะห์ของสมบัติบางประการไม่เป็นไปในทำนองเดียวกัน เช่น อินทรีย์คาร์บอน ไนโตรเจนทั้งหมด ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน หากแต่ทำให้ผลการวิเคราะห์ดินในแบบอื่น (เช่น Bray II) มีค่าแตกต่างกันมาก ความแตกต่างนี้ชี้ให้เห็นปัญหาในการตัดสินใจว่าพืชชนิดใดหรือการใช้ประโยชน์ที่ดินใดจะถูกนำมาใช้เป็นมาตรฐานของความอุดมสมบูรณ์ของดิน คือ การเกษตรต้นทุนต่ำ เช่น การปลูกพืชบนที่สูง หรือ การเกษตรต้นทุนสูง เช่น การปลูกผัก

ปัญหาเกี่ยวกับการเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์นี้ได้รับการแก้ไขแล้วในบรูไนดารุสซาลาม โดยการพัฒนาช่วงความเหมาะสมสำหรับธาตุอาหารหลักและรองสำหรับผัก ข้าวนา และไม้ผล (Department of Agriculture and Agrifood, Ministry of Primary Resources and Tourism)

ภาพที่ 2 แผนที่ทรัพยากรดินของประเทศไทย



**ตารางที่ 6** ข้อจำกัดของดินและตัวบ่งชี้วินิจฉัยสำหรับใช้ในการสำรวจดินภาคสนามในแต่ละพื้นที่หรือข้อมูลการสำรวจดินเชิงพื้นที่ การสำรวจดินภาคสนามในแต่ละพื้นที่ศึกษาที่ระดับความลึก 0-50 เซนติเมตร (หลุมดินขนาดเล็ก) (แหล่งข้อมูล Moody และ Cong, 2008; White et al., 1997)

ข้อจำกัดของดิน	ตัวบ่งชี้วินิจฉัย	
	การสำรวจดินภาคสนาม	การวิเคราะห์ดิน
ความเป็นกรด	พีเอชดินที่วัดในภาคสนาม <5.0	พีเอชดิน (pH <sub>1:2.5</sub> น้ำ) <5.0 ยกเว้นดินพรุที่ พีเอชของดิน (pH <sub>1:2.5</sub> น้ำ) <4.5 ความเสี่ยงต่ออะลูมิเนียมเป็นพิษ เมื่อ >10 เปอร์เซ็นต์ ของระดับความอิ่มตัวด้วยอะลูมิเนียมของความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนประสิทธิผล (ECEC) หรือ >11 เปอร์เซ็นต์ ของระดับความอิ่มตัวด้วยอะลูมิเนียมของความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนอะลูมิเนียมเป็นพิษเมื่อ > 60 เปอร์เซ็นต์ ของความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนประสิทธิผล
ความเป็นด่าง	พีเอชของดินที่วัดในภาคสนาม >8.0 ทำให้ปฏิกิริยากับกรดอ่อนแล้วเกิดฟองเนื่องจากดินมีสารประกอบคาร์บอเนต	พีเอชของดิน (pH <sub>1:2.5</sub> น้ำ) >8.0 มีแคลเซียมคาร์บอเนตอิสระวิเคราะห์ด้วยวิธี Calcimeter
ปริมาณโซเดียมสัมพัทธ์	พีเอชของดินที่วัดในภาคสนาม >9.0 เมื่อดินจะแตกสลายเมื่อแช่น้ำ ผิวดินที่ปราศจากสิ่งปกคลุมจะถูกกร่อนและไม่เหมาะสมกับการปลูกพืช	อัตราร้อยละโซเดียมแลกเปลี่ยนได้ของความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน > 15 เปอร์เซ็นต์ ความเสี่ยงต่อโซเดียม เมื่ออัตราร้อยละโซเดียมแลกเปลี่ยนได้อยู่ในช่วงระหว่าง 6-15 เปอร์เซ็นต์
ความเค็ม	พบคราบเกลือ และการซึมผ่านของเกลืออย่างชัดเจน ดินเกิดขึ้นบนที่ต่ำของที่ลาดเทเว้าของผืนดินที่ปราศจากสิ่งปกคลุม	สภาพการนำไฟฟ้า (ที่สกัดจากดินที่อิ่มตัวด้วยน้ำ) >4 dS/m ความเสี่ยงต่อความเค็มสำหรับพืชที่ไวต่อความเค็ม สภาพการนำไฟฟ้า (ที่สกัดจากดินที่อิ่มตัวด้วยน้ำ) >2 dS/m
กรดกำมะถัน	พบชั้นกำมะถัน พีเอชของดินที่วัดในภาคสนาม <4 หลังจากทำปฏิกิริยากับ 30% ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ปรับพีเอช 5.5	พีเอชของดิน (pH <sub>1:2.5</sub> น้ำ) <4 หลังจากทำปฏิกิริยากับ 30% ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์
การกักเก็บธาตุอาหารต่ำ	เนื้อดินเป็นดินทราย ดินร่วนเหนียว สีแดง พีเอชของดินเป็นกรด (เช่น Ferrosols)	ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนประสิทธิผล <4 cmol <sub>c</sub> /kg หรือความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน (CEC pH 7.0) <7 cmol <sub>c</sub> /kg
การตรึงฟอสฟอรัสสูง	เนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียว สีแดง พีเอชของดินเป็นกรด (เช่น Ferrosols) ดินที่เกิดจากมวลระเบิดภูเขาไฟ (เช่น Andosols)	ดัชนีบีพีเฟอร์ฟอสฟอรัส (Burkitt et al., 2002)
การขังน้ำ	ดินมีสีเทา (เช่น Gleysols) มีจุดประสี (แดง/ เหลือง) ของชั้นบนของหน้าตัดดินเกิดในพื้นที่ลุ่มต่ำ ดินมีการขังน้ำมากกว่า	การวัดค่ารีดอกซ์โพเทนเชียลของดิน

	60 วันต่อปี	
ข้อจำกัดของดิน	ตัวบ่งชี้วินิจฉัย	
	การสำรวจดินภาคสนาม	การวิเคราะห์ดิน
ความจุความชื้นที่เป็นประโยชน์ต่ำ	เนื้อดินเป็นดินทราย ดินร่วนเหนียว สีแดง พีเอชดินเป็นกรด (เช่น Ferrosols)	การกระจายตัวของอนุภาคดิน: อนุภาคขนาดทราย >80 เปอร์เซ็นต์ ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนประสิทธิพล <4 cmol <sub>c</sub> /kg หรือ ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน (CEC pH 7.0) <7 cmol <sub>c</sub> /kg
การเกิดแผ่นแข็งเมื่อแห้ง	เนื้อดินเป็นดินทรายแป้ง เม็ดดินจะแตก สลายเมื่อแช่น้ำ มีแผ่นแข็งบนผิวดิน	การกระจายตัวของอนุภาคดิน: อนุภาคขนาดทรายแป้ง >70 เปอร์เซ็นต์
การบดอัด	โครงสร้างดินแบบแผ่น รากพืชเกิดความเสียหายเมื่อสัมผัสกับชั้นดินที่มีการบดอัด ชั้นดินนี้ต้านทานต่อการแทงทะลุขี้เมื่อมีความชื้นที่ความจุความชื้นสนาม	การกระจายตัวของอนุภาคดิน: อนุภาคขนาดดินเหนียว >20 เปอร์เซ็นต์
ความอ่อนไหวต่อการกร่อน	ดินอยู่ในตำแหน่งที่มีความลาดชัน สามารถเห็นการกร่อนแบบแผ่น /แบบริ้ว/ แบบร่อง ได้อย่างชัดเจน เม็ดดินจะแตกสลายเมื่อแช่น้ำ	

พีเอชของดิน (pH 1:2.5 น้ำ): วัดจากอัตราส่วนระหว่างดินต่อน้ำ 1:2.5

ECEC: ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนประสิทธิพล (Effective cation exchange capacity)

CEC pH 7.0: ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน ที่ pH 7.0

## ตารางที่ 7 หมวดหมู่ของพารามิเตอร์ที่ใช้ในการให้คะแนนความอุดมสมบูรณ์ของดินในภูมิภาคอาเซียน

พารามิเตอร์	BRN	IDN <sup>A</sup>	KHM <sup>B</sup>	LAO	MYS	PHL	SGP	THA	VNM <sup>C</sup>
อินทรีย์คาร์บอน (%)	วิธีการ Walkley-Black ต่ำ <1.0 ปานกลาง 1.0-1.9 สูง ≥2.0	วิธีการ Walkley-Black ต่ำมาก <1 ต่ำ 1-2 ปานกลาง 2-3 สูง 3-4	วิธีการ Walkley-Black ต่ำมาก <0.4 ต่ำ 0.4-0.7 ปานกลาง 0.8-1.7 สูง 1.7-2 สูงมาก >2	วิธีการ Walkley-Black ต่ำ <0.9 ปานกลาง 1.0-1.9 สูง ≥2.0	วิธีการ Walkley-Black ต่ำ <0.9 ปานกลาง 1.0-1.9 สูง ≥2.0	วิธีการ Walkley-Black ต่ำ <0.6 สูง 0.6-4.7		วิธีการ Walkley-Black ต่ำ <1.5 ปานกลาง 1.5-3.5 สูง ≥3.5	วิธีการ Walkley-Black ต่ำ <0.9 ปานกลาง 1.0-1.9 สูง ≥2.0
ไนโตรเจนทั้งหมด (%)		วิธีการ Kjeldahl ต่ำมาก <0.1 ต่ำ 0.1-0.2 ปานกลาง 0.21-0.5 สูง 0.51-0.75	วิธีการ Kjeldahl ต่ำมาก <0.1 ต่ำ 0.1-0.15 ปานกลาง 0.15-0.25 สูง 0.25-0.5 สูงมาก >0.5	วิธีการ Kjeldahl ต่ำ <0.15 ปานกลาง 0.15-0.25 สูง >0.25	วิธีการ Combustion ต่ำ <0.14 ปานกลาง 0.15-0.26 สูง ≥0.27	วิธีการ Kjeldahl ต่ำ <0.1 สูง 0.1-0.4	วิธีการ Kjeldahl ต่ำ <0.15 ปานกลาง 0.15-0.20 สูง >0.20	วิธีการ Kjeldahl ต่ำ <0.1 ปานกลาง 0.1-0.2 สูง >0.2	วิธีการ Kjeldahl ต่ำ <0.1 ปานกลาง 0.1-0.2 สูง >0.2
ฟอสฟอรัสที่สกัดได้ (mg P/kg ดิน)	วิธีการ Bray II ต่ำ <21 ปานกลาง 21-30 สูง >30	วิธีการ Bray II ต่ำมาก <4 ต่ำ 5-7 ปานกลาง 8-10 สูง 11-15	วิธีการ Bray II ต่ำมาก <15 ต่ำ 15-20 ปานกลาง 20-40 สูง 40-100 สูงมาก >100	วิธีการ Bray II ต่ำ <10 ปานกลาง 10-15 สูง >15	วิธีการ Bray และ Kurtz ต่ำ <10 ปานกลาง 10-15 สูง >15	วิธีการ Bray I ต่ำ <6 ปานกลาง 6-10 สูง 7-10	วิธีการ Mehlich 3 ต่ำ <30 ปานกลาง 30-60 สูง >60	วิธีการ Bray II ต่ำ <10 ปานกลาง 10-25 สูง >25	วิธีการ Bray II ต่ำ <21.8 ปานกลาง 21.8-43.6 สูง >43.6
โพแทสเซียมที่สกัดได้ (mg K/kg ดิน)	วิธีการ NH <sub>4</sub> OAc, pH 7 ต่ำ <78 เหมาะสม 78-117 สูง >117	วิธีการ NH <sub>4</sub> OAc, pH 7 ต่ำมาก <10 ต่ำ 10-30 ปานกลาง 40-50 สูง 60-100	วิธีการ NH <sub>4</sub> OAc, pH 7 ต่ำมาก <5 ต่ำ 5-15 ปานกลาง 15-30 สูง 30-60 สูงมาก >60	วิธีการ NH <sub>4</sub> OAc, pH 7 ต่ำ <60 ปานกลาง 60-90 สูง >90	วิธีการ NH <sub>4</sub> OAc, pH 7 ต่ำ <90 ปานกลาง 90-150 สูง >150	วิธีการ NH <sub>4</sub> OAc, pH 7 ต่ำ >58 ปานกลาง 58-98 สูง >98	วิธีการ Mehlich 3 ต่ำ <150 ปานกลาง 150-300 สูง >300	วิธีการ NH <sub>4</sub> OAc, pH 7 ต่ำ <60 ปานกลาง 60-90 สูง >90	วิธีการ NH <sub>4</sub> OAc, pH 7 ต่ำ <83 ปานกลาง 83-166 สูง >166
ความจุแลกเปลี่ยน แคตไอออน (cmol <sub>e</sub> /kg)		วิธีการ NH <sub>4</sub> OAc, pH 7 ต่ำมาก <5 ต่ำ 5-16 ปานกลาง 17-24 สูง 25-40	วิธีการ NH <sub>4</sub> OAc, pH 7 ต่ำมาก <6 ต่ำ 6-12 ปานกลาง 12-25 สูง 25-40 สูงมาก >40	วิธีการ NH <sub>4</sub> OAc, pH 7 ต่ำ <10 ปานกลาง 10-20 สูง >20	วิธีการ NH <sub>4</sub> OAc, pH 7 ต่ำ <10 ปานกลาง 10-15 สูง >15	วิธีการ NH <sub>4</sub> OAc, pH 7 ต่ำ <10 ต่ำ 5-16 ปานกลาง 10-20 สูง >20	วิธีการ NH <sub>4</sub> OAc, pH 7 ต่ำ <10 ปานกลาง 10-20 สูง >20	วิธีการ NH <sub>4</sub> OAc, pH 7 ต่ำ <10 ปานกลาง 10-20 สูง >20	วิธีการ NH <sub>4</sub> OAc, pH 7 ต่ำ <10 ปานกลาง 10-20 สูง >20

<sup>A</sup>Eviati และ Sulaeman (2012); <sup>B</sup>Kanapathy (1976); <sup>C</sup>Vietnam Soil Science Society, 2000 BRN บรูไนดารุสซาลาม; IDN สาธารณรัฐอินโดนีเซีย; KHM ราชอาณาจักรกัมพูชา; LAO สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว; MYS ประเทศมาเลเซีย; PHL สาธารณรัฐฟิลิปปินส์; SGP ประเทศสิงคโปร์; THA ประเทศไทย; VNM สาธารณรัฐสังคมนิยมเวียดนาม



### 3. ข้อจำกัดของดินเพื่อการใช้ประโยชน์ที่ดิน

ดินเป็นสิ่งจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชเนื่องจากดินให้ที่ยึดเกาะของพืชและเป็นแหล่งธาตุอาหาร น้ำและอากาศ อย่างไรก็ตาม วัตถุประสงค์กำเนิดดินที่มีความหลากหลาย สภาพแวดล้อม และกระบวนการสร้างดินที่แตกต่างกัน ส่งผลให้ดินมีสมบัติทางเคมีและกายภาพที่แตกต่างกัน อาจมีผลจำกัดการเจริญเติบโตของพืช จึงต้องได้รับการจัดการเพื่อให้เกิดการผลิตอย่างยั่งยืน การวินิจฉัยข้อจำกัดของดินเป็นขั้นตอนแรกในการตัดสินใจเลือกกลยุทธ์การจัดการดินที่เหมาะสม

#### 3.1 ดินที่มีปัญหา

ในขณะที่ บ่อยครั้งข้อจำกัดที่เฉพาะมักเกี่ยวข้องกับกลุ่มดินตามระบบจำแนกของ FAO-UNESCO (เช่น ดินที่กักเก็บธาตุอาหารต่ำ (Acrisols) ดินที่มีการตรึงฟอสฟอรัสสูง (Ferrosols)) ยังมีดินที่มีปัญหาซึ่งมักถูกวินิจฉัยด้วยภูมิปัญญาท้องถิ่นได้แสดงข้อจำกัดเฉพาะที่เกิดขึ้นจากกระบวนการสร้างดิน เช่น ดินเปรี้ยวจัด วัตถุประสงค์กำเนิดดิน เช่น ดินพรุ หรือ เนื้อดิน เช่น ดินทรายจัด ดินที่มีสมบัติที่เป็นข้อจำกัดหนึ่งข้อหรือมากกว่าต้องได้รับการแก้ไขเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตพืช และมักมีแพคเกจการจัดการที่ออกแบบโดยเฉพาะเพื่อให้บรรลุผลลัพธ์ที่ต้องการ

##### 3.1.1 ดินเปรี้ยวจัด ดินกรดจัด หรือดินกรดกำมะถัน

ดินเปรี้ยวจัดเกิดขึ้นเมื่อซัลเฟตจากน้ำทะเลผสมกับตะกอนที่มีเหล็กจากตะกอนของน้ำทะเลหรือตะกอนน้ำกร่อยที่มีอินทรีย์วัตถุ ภายใต้สภาพน้ำขัง ทำให้ไพไรต์ (เหล็กซัลไฟด์) เกิดขึ้น เมื่อเกิดการระบายน้ำซัลไฟด์เกิดการออกซิไดซ์เกิดเป็นกรดซัลฟิวริก และค่าพีเอชลดลงต่ำกว่า 3.5 ภายในระยะเวลาอันสั้น (วัน ถึง สัปดาห์) ความเป็นกรดของดินเป็นสาเหตุให้เกิดการปลดปล่อยเหล็ก อะลูมิเนียม และโลหะหนักในระดับที่เป็นพิษ

ภายใต้สภาพธรรมชาติ ดินเปรี้ยวจัดไม่ก่อให้เกิดผลเสียต่อผลผลิตทางการเกษตรหรือเกิดปัญหาสิ่งแวดล้อม แต่เมื่อมีการระบายน้ำออก ไพไรต์ทำปฏิกิริยากับออกซิเจนในอากาศ ทำให้เกิดกรดซัลฟิวริก และจาโรไซต์  $[KFe_3(SO_4)_2(OH)_6]$  ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์หลักของการออกซิเดชันของแร่ไพไรต์ โดยจะพบจุดประของจาโรไซต์ที่มีลักษณะสีเหลืองคล้ายฟางข้าว และมีจุดประสีแดงเข้มของเหล็กออกไซด์ปรากฏอยู่ในเนื้อดิน โดยทั่วไปดินเปรี้ยวจัดเป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ไม่เหมาะสมกับการปลูกพืช เนื่องจากดินมีกรดและความเค็มที่มากเกินไป อะลูมิเนียม เหล็ก และไฮโดรเจนซัลไฟด์เป็นพิษ ขาดธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชอย่างรุนแรง และมีสถานะของเบสต่ำ

ดินเปรี้ยวจัดในสาธารณรัฐฟิลิปปินส์มีพื้นที่ประมาณ 27,000 เฮกตาร์ (Racel, 1989) 187,000 เฮกตาร์ ในคาบสมุทรมมาเลเซีย และ 571,000 เฮกตาร์ในรัฐซาราวัก (Abdul Jamil, 1993) 1.8 ล้านเฮกตาร์ ในประเทศไทย (Land Development Department, 2006) และ 2 ล้านเฮกตาร์ในสาธารณรัฐสังคมนิยมเวียดนาม (National Institute for Soils and Fertilizers, 2002)

### 3.1.2 ดินพรุ

ดินพรุเป็นดินที่มีปริมาณอินทรีย์คาร์บอนสูง (>12 เปอร์เซ็นต์) ปริมาณอินทรีย์วัตถุที่สูงนี้เกิดจากการสะสมของวัสดุอินทรีย์ ที่ครั้งหนึ่งเคยเป็นพืชพันธุ์ในพื้นที่ ตาย และบางส่วนเน่าเปื่อย ภายใต้สภาพน้ำขัง หรือภายใต้สภาพที่ขาดออกซิเจน ซึ่งภายใต้สภาพดังกล่าวทำให้ซากพืชสลายตัวได้ช้า ดินพรุจะยุบตัวอย่างถาวรเมื่อเกิดการระบายน้ำออกจากพื้นที่ และติดไฟได้ง่ายเมื่อแห้ง

ดินพรุในสาธารณรัฐฟิลิปปินส์มีพื้นที่ประมาณ 27,000 เฮกตาร์ (Racel, 1989) 55,000 เฮกตาร์ ในประเทศไทย (Land Development Department, 1990) 100,000 เฮกตาร์ ในบรูไนดารุสซาลาม (Ringrose-Voase et al., 2008) 535,000 เฮกตาร์ ในสาธารณรัฐสังคมนิยมเวียดนาม (National Institute for Soils and Fertilizers, 2002) 2.7 ล้านเฮกตาร์ ในประเทศมาเลเซีย (Matulib et al., 1991) และ 14.9 ล้านเฮกตาร์ ในสาธารณรัฐอินโดนีเซีย (Ritung et al., 2015)

พืช (เช่น ข้าว) ที่เติบโตในดินพรุ โดยทั่วไปให้ผลผลิตต่ำเนื่องจากดินขาดธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และสังกะสี (Lantin et al., 1990) ความเค็มมีความเชื่อมโยงกับดินพรุชายฝั่งทะเล ส่วนความเป็นพิษของเหล็กมีความเชื่อมโยงกับดินพรุที่มีความเป็นกรด

รูปที่ 1 การทรุดตัวที่กว้างขวางเป็นหนึ่งในปัญหาที่สำคัญของดินพรุที่มีการระบายน้ำออกจากพื้นที่



### 3.1.3 ดินทรายจัด

ดินทรายจัด เป็นดินลึก (> 1 เมตร) ที่มีอนุภาคขนาดดินเหนียวน้อยกว่า 10 เปอร์เซ็นต์ ตลอดหน้าตัดดิน มีโครงสร้างดินแบบเม็ดเดี่ยว (Single grain structure) โดยทั่วไป ดินทรายจัดเป็นส่วนประกอบของระบบเนินทรายชายฝั่งทะเล และอาจมีน้ำใต้ดินที่มีความเค็มร่วมด้วย (เช่น แนวชายหาดสลับกับร่องน้ำ (Beach ridges interspersed with swales (BRIS) ในประเทศมาเลเซีย หรือทะเลสาบน้ำจืด (เช่น ชายฝั่งทะเลตอนกลางของเวียดนาม) ที่มีความเชื่อมโยงกับดินทรายจัด ดินลึกที่มีเนื้อดินเป็นดินทรายจัดนี้มีความจุความชื้นที่เป็นประโยชน์ต่ำ การกักเก็บธาตุอาหารต่ำ เนื่องจากดินมีความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนต่ำ โดยทั่วไป ดินมีปริมาณอินทรีย์วัตถุและความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ดินมีความสามารถในการต่อต้านการเปลี่ยนแปลงพีเอชของดินต่ำ ดินจึงมีแนวโน้มที่มีความเป็นกรดได้อย่างรวดเร็วหากมีการปลูกพืชหรือทำการเกษตรอย่างเข้มข้น และ/หรือมีการใช้ปุ๋ยแอมโมเนียม ดินทรายจัดในสาธารณรัฐแห่งสหภาพเมียนมาร์ มีพื้นที่ประมาณ 608,000 เฮกตาร์ (Department of Agriculture, Ministry of Agriculture and Irrigation, 2016) สำหรับประเทศมาเลเซีย บริเวณแนวชายหาดสลับกับร่องน้ำ (BRIS) ครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 195,800 เฮกตาร์ ในขณะที่มีพื้นที่ 155,400 เฮกตาร์ ในคาบสมุทรมมาเลเซียและ 40,400 เฮกตาร์ ในรัฐซาราวัก (Thomas, 1966)

### 3.1.4 ดินปนกรวด

ดินปนกรวดหรือดินตื้น มีลักษณะเป็นชั้นของดินลูกรังหนาที่บกรวด มีหินเศษหรือมาร์ล ที่ความลึกตื้นกว่า 25 เซนติเมตร จากพื้นผิวดิน ชั้นดินนี้ขัดขวางการแทงทะลุของรากพืช และเป็นข้อจำกัดหลักในการไถพรวน นอกจากนี้ ความลึกของรากที่มีประสิทธิภาพยังถูกจำกัดด้วยปริมาณน้ำและธาตุอาหารที่ไม่เพียงพอต่อการดูดใช้ของพืช โดยทั่วไปดินนี้มักขาดแคลนน้ำและธาตุอาหาร ดินปนกรวดมีพื้นที่ประมาณ 0.5 ล้านเฮกตาร์ ในสาธารณรัฐสังคมนิยมเวียดนาม (National Institute for Soils and Fertilizers, 2002) และ 5.5 ล้านเฮกตาร์ ในประเทศไทย (Land Development Department, 1990)

### 3.1.5 ดินปนเปื้อน และดินที่ถูกรบกวน

ดินที่ปนเปื้อนเป็นดินที่มีสารก่อให้เกิดความเสี่ยงทางระบบนิเวศหรือทางชีววิทยา และ/หรือไม่พบในสภาพแวดล้อมตามธรรมชาติ (สารประกอบอินทรีย์ที่ผลิตขึ้น) หรือการพบความเข้มข้นที่สูงกว่าในสภาพแวดล้อมในธรรมชาติมาก (เช่น โลหะหนัก) การตระหนักถึงดินปนเปื้อนมาจากความเสี่ยงต่อสุขภาพ (มนุษย์และสัตว์) จากการสัมผัสโดยตรงกับดินปนเปื้อน การระเหยของสิ่งปนเปื้อน และจากการปนเปื้อนของน้ำที่อยู่ภายในดินและใต้ดินปนเปื้อน (USEPA: <https://epa.gov/Superfund/section-4-source-characterization>) ในสาธารณรัฐฟิลิปปินส์ มีพื้นที่ชลประทานประมาณ 6,000 เฮกตาร์ ที่ได้รับผลกระทบจากน้ำชลประทานที่มีการปนเปื้อนโลหะหนักที่ไหลบ่ามาจากเหมืองแร่

ดินที่ถูกรบกวน คือ ดินที่ได้รับการรบกวนทางกายภาพซึ่งส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีหรือทางกายภาพของดินเดิม ตัวอย่างเช่น พื้นที่เหมืองเก่าของคาบสมุทรมาเลเซียครอบคลุมพื้นที่ 113,700 เฮกตาร์ (Chan, 1990) ประกอบด้วย เหมืองดีบุก (85.6 เปอร์เซ็นต์) และส่วนที่เป็นน้ำ (14.4 เปอร์เซ็นต์) หางแร่ ประกอบด้วย ทรายและสไลม์ (ส่วนผสมระหว่างอนุภาคขนาดดินเหนียวและทรายแป้ง) ที่ถูกแยกออกจากกันด้วยวิธีทางกายภาพและถูกนำไปทิ้ง Chan (1990) แสดงให้เห็นว่า มีเพียง 4,730 เฮกตาร์ (4.2 เปอร์เซ็นต์) ของพื้นที่เหมืองแร่เก่าถูกนำมาใช้ประโยชน์ทางการเกษตร และ 5.5 เปอร์เซ็นต์ ถูกนำมาใช้ประโยชน์ด้านอื่น ๆ (เช่น ที่ดินจัดสรรเพื่ออยู่อาศัย สวนนันทนาการ และสนามกอล์ฟ) สไลม์ปกคลุมพื้นที่ประมาณ 10-20 เปอร์เซ็นต์ ของพื้นที่เหมืองแร่เก่า และส่วนที่เหลือของพื้นที่เป็นอนุภาคขนาดทราย (Lim et al., 1981) ในประเทศไทยการขยายพื้นที่เพาะเลี้ยงกุ้งทะเลนอกชายฝั่งสู่พื้นที่น้ำจืดบริเวณที่ราบภาคกลางของประเทศไทยกลายเป็นปัญหาการเสียพื้นที่เกษตรที่มีคุณภาพดี พื้นที่นาข้าวที่เปลี่ยนมาเป็นนากุ้งทะเลมีประมาณ 22,455 เฮกตาร์ หากปัญหาโรคกุ้งไม่ได้รับการแก้ไข เกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้งยกเลิกการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำอย่างสมบูรณ์ ทิ้งให้บริเวณนั้นกลายเป็นดินเค็มส่งผลให้ดินนั้นไม่สามารถปลูกพืชได้และทำให้เกิดการเสื่อมสภาพของที่ดิน ซึ่งสาธารณรัฐสังคมนิยมเวียดนามกำลังเผชิญกับปัญหาเช่นเดียวกัน

ปัญหาอื่น ๆ ที่เชื่อมโยงกับการทำเหมืองแร่บางชนิด ทำให้ซัลไฟด์ที่เกิดอยู่ในหินสัมผัสกับอากาศ ผลจากการออกซิเดชันทำให้เกิดกรดซัลฟิวริก (น้ำทิ้งสภาวะกรด) และมีการเกิดการเคลื่อนย้ายของโลหะหนัก การฟื้นฟูพื้นที่ที่มีการปนเปื้อนหรือถูกรบกวนให้กลับมาใช้ประโยชน์ได้อีกนั้นสามารถทำได้ ขึ้นอยู่กับสาเหตุและระดับของการปนเปื้อนหรือการรบกวนนั้น ความเข้มข้นของโลหะหนักของดินที่มีการปนเปื้อนของประเทศไทย และสาธารณรัฐสังคมนิยมเวียดนามแสดงในตารางที่ 8(a) และ 8(b)

**ตารางที่ 8(a)** ความเข้มข้นของสารปนเปื้อนในดินของประเทศไทยเปรียบเทียบกับดินในสหภาพยุโรป ประเทศอินเดีย และประเทศเนเธอร์แลนด์

ธาตุ (โลหะหนัก)	ดินในประเทศไทยที่ใช้เป็นที่ อยู่อาศัย และพื้นที่เกษตร <sup>A</sup>	ดินประเทศไทยที่ใช้ ในวัตถุประสงค์อื่น <sup>A</sup>	ดินในสหภาพยุโรป <sup>B</sup>	ดินในประเทศ อินเดีย <sup>B</sup>	ดินในประเทศ เนเธอร์แลนด์ <sup>C</sup>
	(มิลลิกรัม/กิโลกรัม)				
สารหนู (As)	3.9	27	20	-	55
แคดเมียม (Cd)	37	810	3	3-6	12
ทองแดง (Cu)	-	-	140	135-270	190
ตะกั่ว (Pb)	400	750	300	250-500	530
สังกะสี (Zn)	-	-	300	300-600	720
โครเมียม (Cr)	300	640	150	-	380
ปรอท (Hg)	23	610	1	-	10

<sup>A</sup> National Environment Board, Ministry of Natural Resources and Environment (2004); <sup>B</sup> Aweng et al. (2011);

<sup>C</sup> [www.esdat.net/Environmental%20standards/Dutch/annexS\\_I2000Dutch%20Environmnetal%20Standards.pdf](http://www.esdat.net/Environmental%20standards/Dutch/annexS_I2000Dutch%20Environmnetal%20Standards.pdf) (accessed 28 October, 2016)

**ตารางที่ 8(b)** ความเข้มข้นของสารปนเปื้อนในดินของสาธารณรัฐสังคมนิยมเวียดนาม [แหล่งข้อมูล Ministry of Natural Resource & Environment (2015) QCVN 03-MT:2015/BTNMT เกณฑ์มาตรฐานที่อนุญาตให้พบโลหะหนักในดิน]

ธาตุ (โลหะหนัก)	ค่าเฉลี่ยของพื้นที่เกษตร	ค่าเฉลี่ยของพื้นที่ป่าไม้	ค่าเฉลี่ยของที่อยู่อาศัย	ค่าเฉลี่ยของพื้นที่อุตสาหกรรม	ค่าเฉลี่ยของพื้นที่บริการ/ ตลาด/ ที่ดินซื้อขาย
(มิลลิกรัม/กิโลกรัม)					
สารหนู (As)	15	20	15	25	20
แคดเมียม (Cd)	1.5	3	2	10	5
ทองแดง (Cu)	100	150	100	300	200
ตะกั่ว (Pb)	70	100	70	300	200
สังกะสี (Zn)	200	200	200	300	300
โครเมียม (Cr)	150	200	200	250	250

### 3.2 ข้อจำกัดเฉพาะของดิน

ลักษณะทางเคมีและกายภาพเฉพาะของดินส่งผลต่อการเจริญเติบโตของพืชโดยการจำกัดการดูดซึมน้ำและธาตุอาหาร หรือการจำกัดการเจริญเติบโตของรากตลอดจนสภาวะไร้อากาศ (ความอิ่มตัวด้วยน้ำของดิน) หรือความเป็นพิษของธาตุ (เช่น อะลูมิเนียม แมงกานีส) ข้อจำกัดหลายอย่างอาจเกิดขึ้นพร้อมกัน ทั้งนี้การปรับปรุงและลดผลกระทบจะแตกต่างกันไปตามแต่ละข้อจำกัด ข้อจำกัดของดินที่พบโดยทั่วไปพร้อมทั้งตัวบ่งชี้วินิจฉัยแสดงอยู่ในตารางที่ 6

#### 3.2.1 ความเป็นกรด

นอกเหนือจากความเป็นกรดของดินที่มากเกินไปอันเนื่องมาจากการสัมผัสกับอากาศของวัสดุซัลไฟด์ในดินเปรี้ยวจัด ความเป็นกรดในดินอาจเกิดจากกระบวนการสร้างดิน (เช่น การผุพังอย่างรุนแรง) หรือการเร่งความเป็นกรดของดินเนื่องมาจากการใช้ประโยชน์ที่ดิน การเคลื่อนย้ายผลผลิตจากการเก็บเกี่ยวผลผลิตจากที่ดินที่ใช้ทำการเกษตรส่งผลให้เกิดการเคลื่อนย้ายธาตุเบสอัลคาไลน์ (โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม โซเดียม) นำไปสู่การเป็นกรดในดิน อัตราการเกิดกรดพิจารณาจากปริมาณผลผลิตพืชที่ถูกเคลื่อนย้ายออกไป ความเป็นต่างของเถ้า และความสามารถในการต่อต้านการเปลี่ยนแปลงพีเอชของดิน (Moody และ Aitken, 1997) การเร่งความเป็นกรดของดินที่เกิดจากการเคลื่อนย้ายผลผลิตพืชจะมีความเสี่ยงสูงในดินที่มีเนื้อหยาบที่มีการปลูกพืชในระบบการปลูกพืชที่มีดัชนีการเก็บเกี่ยวสูง เช่น ข้าวโพดลูกผสม หรือการผลิตอาหารสัตว์ การชะล้างของไนเตรด-N เนื่องจากการใช้ปุ๋ยแอมโมเนียมที่มากเกินไป หรือมูลสัตว์ / ปุ๋ยคอกที่มีปริมาณแอมโมเนียมสูง (เช่น มูลไก่) เป็นสาเหตุของการเร่งความเป็นกรดของดินให้เกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยมักเกิดขึ้นภายใต้การผลิตพืชผักอย่างเข้มข้นในภูมิภาคอาเซียน ดินกรดที่ส่งผลต่อผลผลิตในสาธารณรัฐแห่งสหภาพเมียนมาร์ มีพื้นที่ประมาณ 1.7 ล้านเฮกตาร์ (Department of Agriculture, Ministry of Agriculture and Irrigation, 2016) และ 107 ล้านเฮกตาร์ในสาธารณรัฐอินโดนีเซีย (Ritung et al., 2015)

#### ตารางที่ 9 แสดงความหมายและการจัดการความเป็นกรดของดิน

### 3.2.2 ความเป็นต่าง

ดินที่มีพีเอชสูง (pH (1:2.5 น้ำ) ทำให้ดินเกิดการขาดแคลนธาตุอาหารรอง เช่น ทองแดง สังกะสี แมงกานีส และเหล็ก ดินต่าง (Calcareous soils: ดินในธรรมชาติที่พบแคลเซียมคาร์บอเนต) และดินที่ได้รับผลกระทบจากการขึ้นของน้ำใต้ดินที่มีความเค็มและโซเดียมอาจแสดงการขาดธาตุอาหารเหล่านี้ ในขณะที่ดินต่างที่มีวัตถุต้นกำเนิดเป็นแร่เซอร์เพนทีนอาจมีโบรอนเป็นพิษ ตารางที่ 9 แสดงความหมายและการจัดการความเป็นต่างของดิน

**ตารางที่ 9** ความเกี่ยวข้องเชื่อมโยงของค่าพีเอชของดินและแนวทางการจัดการสำหรับการรักษาศักยภาพการผลิตพืช (แหล่งข้อมูล Moody และ Cong, 2008)

ช่วงการวินิจฉัย (พีเอชของดิน Soil pH น้ำ)	ความหมาย	การจัดการ
<4.6	<ul style="list-style-type: none"> <li>● พีเอชของดินที่มีค่าต่ำกว่า 4               <ul style="list-style-type: none"> <li>- จะพบในดินพรุหรือดินเปรี้ยวจัด</li> <li>- อาจเกิดจากการผุพังอย่างรุนแรงของแร่อนินทรีย์ที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ</li> <li>- อาจพบในดินที่มีการต่อต้านการเปลี่ยนแปลงพีเอชของดินต่ำ การปฏิบัติทางการเกษตรทำให้ความเป็นกรดสูงขึ้น เช่น การใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมในอัตราที่สูง การเคลื่อนย้ายผลผลิตพืชปริมาณมากออกจากพื้นที่ หรือการเปลี่ยนแปลงรูปไนโตรเจนจากอินทรีย์เป็นไนโตรเจนอนินทรีย์ในดิน (Mineralization) ของไนเตรดจากการย่อยสลายของซากพืชตระกูลถั่ว</li> </ul> </li> <li>● อาจพบอะลูมินัม หรือแมงกานีสเป็นพิษ</li> <li>● ขาดโมลิบดีนัม (เนื่องจากการลดลงของค่าพีเอช) ขาดแคลเซียม แมกนีเซียม และโพแทสเซียม (เนื่องจากการสูญเสียจากการชะล้าง) สามารถเกิดขึ้นได้</li> <li>● กิจกรรมของจุลินทรีย์ดินบางชนิดลดลง (โดยเฉพาะอย่างยิ่งไนโตรฟายอิงแบคทีเรีย)</li> </ul>	<p>เพื่อให้ดินกลับไปยังสถานะการผลิตพืชที่ดี ดินนี้มีความต้องการปูนเป็นปริมาณมาก อัตราส่วนของวัสดุปูนจะขึ้นอยู่กับ ค่าพีเอช เป้าหมายสำหรับการแก้ไขดิน การต่อต้านการเปลี่ยนแปลงพีเอชของดิน ความลึกของดินที่ต้องการแก้ไขพื้นฟู ความหนาแน่นของดิน และค่าการสะเทินกรดของการปรับปรุงระบบการปลูกพืชที่ใช้พืชชนิดทนกรดสูงอาจใช้ในกรณีการใส่วัสดุปูนไม่สามารถทำได้ การเพิ่มวัสดุอินทรีย์ในดินอนินทรีย์สามารถช่วยในการปรับปรุงความเป็นกรดของดิน</p>
4.6-5.5	<ul style="list-style-type: none"> <li>● ช่วงพีเอชของดินนี้ หมายถึง ความเป็นกรดของดินเกิดจากกระบวนการทางธรรมชาติหรือการปฏิบัติทางการเกษตรอย่างเข้มข้นเป็นเวลานาน (ดูด้านบน)</li> <li>● อาจเกิดอะลูมินัม หรือแมงกานีสเป็นพิษ</li> <li>● การขาดโมลิบดีนัม แคลเซียม แมกนีเซียม และโพแทสเซียม จากเหตุผลด้านบน</li> <li>● กิจกรรมของจุลินทรีย์ดินบางชนิดลดลง</li> </ul>	<p>การปรับปรุงดินในช่วงพีเอชนี้เป็นสิ่งจำเป็นถ้าผลผลิตยังคงอยู่ได้และมีความเป็นไปได้ทางเศรษฐกิจ</p> <p>อัตราการแก้ไขได้จากการคำนวณดังกล่าวข้างต้น การใช้พืชทนกรดและการเพิ่มวัสดุอินทรีย์ตามที่ระบุข้างต้นสามารถปรับปรุงความเป็นกรดของดินได้</p>

ช่วงการวินิจฉัย (พีเอชของดิน Soil pH น้ำ)	ความหมาย	การจัดการ
5.6-6.5	<ul style="list-style-type: none"> <li>• พีเอชของดินช่วงนี้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืชทนกรด</li> <li>• ถ้ามีการเพิ่มธาตุไนโตรเจนและฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อย่างเพียงพอ</li> <li>• แอมกานีสเป็นพืชอาจเป็นปัจจัยที่จำกัดผลผลิตพืชในดินที่มีการขังน้ำเนื่องจากดินมีปริมาณแอมกานีสริตซ์สูงมาก</li> </ul>	การปรับปรุงสภาพดินเหล่านี้มีความเป็นไปได้ทางเศรษฐกิจ อัตราการแก้ไขควรคำนวณตามข้ออธิบายไว้ข้างต้น การจัดการดินกรดโดยใช้ปูนควรจะเป็นไปตามความต้องการของพืชที่ปลูก
6.6-7.5	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ช่วงพีเอชของดินนี้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืชเกือบทุกชนิด</li> <li>• แอมกานีสเป็นพืชอาจเป็นปัจจัยที่จำกัดผลผลิตพืชในดินที่มีการขังน้ำเนื่องจากดินมีปริมาณแอมกานีสริตซ์สูงมาก</li> </ul>	ดินมีแนวโน้มที่จะให้ผลผลิตที่ดี ดินไม่ขาดธาตุอาหาร (เช่น ฟอสฟอรัส ไนโตรเจน สังกะสี โมลิบดินัม) หรือได้รับผลกระทบจากความเค็ม
7.6-8.5	<ul style="list-style-type: none"> <li>• พีเอชของดินช่วงนี้ถือว่าเป็นดินด่าง</li> <li>• สังกะสี เหล็ก และแอมกานีสอยู่ในรูปที่ไม่เป็นประโยชน์เนื่องจากพีเอชดินที่สูงขึ้น แต่อย่างไรก็ตามโมลิบดินัมเป็นประโยชน์มากขึ้น</li> </ul>	อาจพบการขาดธาตุอาหารรอง โดยเฉพาะบริเวณที่เป็นดินที่เป็นกรดที่ได้รับการใส่ปูนมากเกินไป
>8.6	<ul style="list-style-type: none"> <li>• พีเอชของดินช่วงนี้ ดินเป็นดินด่างมาก มีโซเดียม แคลเซียม และแมกนีเซียมคาร์บอเนตเด่น</li> <li>• ขาดธาตุอาหารรอง (เช่น ทองแดง สังกะสี เหล็ก แอมกานีส) อาจขาดโพแทสเซียมและฟอสฟอรัสได้</li> <li>• โบรอนเป็นพืชสามารถมีอยู่ได้</li> <li>• ดินนี้มีแนวโน้มที่มีธาตุอาหารต่ำมากและมีโครงสร้างดินที่ไม่ดี</li> </ul>	มีเพียงพืชทนด่างที่สามารถเจริญเติบโตได้ในดินนี้ จำเป็นต้องเพิ่มธาตุอาหารรองให้แก่ดิน ถ้าดินมีค่า $EC_{se}$ มากกว่า 1.9 dS/m ดินอาจได้รับความเค็ม ควรลดระดับของน้ำใต้ดิน ถ้าค่า $EC_{se}$ น้อยกว่า 0.95 dS/m ดินนี้เป็นดินโซดิก จำเป็นต้องปรับปรุงดินด้วยการทำให้ดินเป็นกรด การใช้พืชตระกูลถั่วและยิปซัมช่วยลดปริมาณโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้

$EC_{se}$  = สภาพการนำไฟฟ้าของสารละลายที่สกัดจากดินที่อิ่มตัวด้วยน้ำ

### 3.2.3 ปริมาณโซเดียมสัมพัทธ์

โซเดียมที่มากเกินไปเมื่อเทียบกับแคตไอออนอื่น ๆ ทำให้เกิดการกระจายตัวของดินซึ่งส่งผลกระทบต่อแทรกซึมผ่านของน้ำ เนื่องจากเมื่อดินกระจายตัวเมื่อเปียกและเกิดเป็นแผ่นแข็งเมื่อแห้ง ก่อให้เกิดการขาดธาตุอาหาร เช่น ทองแดง สังกะสี แอมกานีส และเหล็ก เนื่องจากเมื่อดินมีพีเอชสูง ลักษณะของดินนี้อาจเกิดจากกระบวนการสร้างดิน แต่สามารถเป็นผลมาจากการขึ้นของน้ำใต้ดินที่มีความเค็ม/ โซเดียม หรือการท่วมถึงของน้ำทะเล

### 3.2.4 ความเค็ม

ความเค็มมีสาเหตุมาจากการขึ้นของน้ำใต้ดินที่มีความเค็ม หรือการท่วมถึงของน้ำทะเล ทำให้ความเข้มข้นของสารละลายเกลือสูงในสารละลายดิน พืชเกิดความเครียดจากการขาดน้ำอย่างรุนแรงซึ่งเป็นสาเหตุให้พืชเหี่ยวและตายในที่สุด การเลือกปลูกพืชทนเค็มชนิดที่เหมาะสมกับระดับความเค็มและสภาพพื้นที่สามารถได้ผลผลิตพืชแม้จะมีความเค็มในดินก็ตาม มีพื้นที่ประมาณ 6,300 เฮกตาร์ ของดินเค็มน้ำเค็มชายฝั่งทะเลในสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว 0.5 ล้านเฮกตาร์ในสาธารณรัฐฟิลิปปินส์ (Racel, 1989) 0.7 ล้านเฮกตาร์ ในประเทศไทย และ 1.18 ล้านเฮกตาร์ ในสาธารณรัฐสังคมนิยมเวียดนาม (National Institute for Soils and Fertilizers, 2002) ดินเค็มมีพื้นที่ 121,000 เฮกตาร์ ในสาธารณรัฐแห่งสหภาพเมียนมาร์ (Department of Agriculture, Ministry of Agriculture and Irrigation, 2016)

### 3.2.5 การกักเก็บธาตุอาหารต่ำ

การกักเก็บธาตุอาหารของดินต่ำ เกิดจากการที่ดินมีแร่ดินเหนียวที่มีกิจกรรมต่ำ (เคโอลินไนต์ เหล็กและอะลูมิเนียมไฮดรอกไซด์) หรือดินที่มีเนื้อดินเป็นดินทราย ทำให้ดินมีแคลเซียม แมกนีเซียม และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ต่ำ และจะเลวร้ายมากในดินกรดเนื่องจากดินกรดมีกรดที่แลกเปลี่ยนได้ ( $H^+$  และ  $Al^{3+}$ ) สูง ซึ่งจะปลดปล่อยส่วนของเบสิกแคตไอออนที่มีบนพื้นที่แลกเปลี่ยนแคตไอออนลง การเจริญเติบโตของพืชบนดินกรดที่มีความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนต่ำ พืชมีแนวโน้มที่จะขาดโพแทสเซียม มากกว่าแคลเซียม หรือแมกนีเซียม เพราะว่าพืชโดยส่วนใหญ่มีความต้องการโพแทสเซียมมากกว่า สาธารณรัฐแห่งสหภาพเมียนมาร์มีพื้นที่ที่มีข้อจำกัดด้านการกักเก็บธาตุอาหารต่ำอยู่ที่ 766,000 เฮกตาร์ (Department of Agriculture, Ministry of Agriculture and Irrigation, 2016)

### 3.2.6 การตรึงฟอสฟอรัสสูง

การขาดฟอสฟอรัสเป็นข้อจำกัดหลักของการปลูกพืชในภูมิภาคอาเซียน และข้อจำกัดนี้เลวร้ายมากในดินที่มีความสามารถในการตรึงฟอสฟอรัสสูง ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่ำเนื่องจากฟอสฟอรัสถูกดูดซับด้วยเหล็กและอะลูมิเนียมออกไซด์ไฮดรอกไซด์ในดินนำมาซึ่งความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในสารละลายดินต่ำ สาธารณรัฐแห่งสหภาพเมียนมาร์มีพื้นที่ที่มีข้อจำกัดด้านดินตรึงฟอสฟอรัสสูงอยู่ที่ 294,000 เฮกตาร์ (Department of Agriculture, Ministry of Agriculture and Irrigation, 2016)

### 3.2.7 การขังน้ำ

เมื่อดินมีการขังน้ำ ดินไม่มีอากาศอยู่ในช่องว่างของดินและไม่มีออกซิเจนสำหรับรากพืช เมื่อดินมีการขังน้ำ พีเอชของดินมีแนวโน้มเป็นกลาง (pH 7) เมื่อสภาพขาดออกซิเจนเกิดขึ้น เหล็กและแมงกานีสจะถูกรีดิวซ์อยู่ในรูปที่เป็นพิษ ( $Fe^{2+}$  และ  $Mn^{2+}$  ตามลำดับ) ซึ่งจำกัดการเจริญเติบโตของพืช การขังน้ำเกิดในพื้นที่ลุ่มต่ำแต่อาจเกิดจากน้ำใต้ดินเทียมชั่วคราวซึ่งมีความสัมพันธ์กับชั้นดินที่น้ำไม่สามารถผ่านได้ (เกิดในดิน Plinthosols) หรือชั้นที่มีการบดอัด ความถี่และระยะเวลาของเหตุการณ์น้ำท่วมชั่วคราวจะเป็นตัวกำหนดผลกระทบต่อกรเจริญเติบโตของพืช ถ้ามีการละลายของอินทรีย์คาร์บอนในดินที่มีการขังน้ำ ไนเตรด-N อาจจะถูกสูญเสียไปสู่ชั้นบรรยากาศโดยกระบวนการดีไนตริฟิเคชัน (Denitrification) ดินที่มีการระบายน้ำเร็วในสาธารณรัฐแห่งสหภาพเมียนมาร์มีพื้นที่



ประมาณ 299,000 เฮกตาร์ (Department of Agriculture, Ministry of Agriculture and Irrigation, 2016)  
0.45 ล้านเฮกตาร์ในสาธารณรัฐสังคมนิยมเวียดนาม (National Institute for Soils and Fertilizers, 2002)  
และ 0.5 ล้านเฮกตาร์ในสาธารณรัฐฟิลิปปินส์ (Recel, 1989)

### 3.2.8 ความจุความชื้นที่เป็นประโยชน์ต่ำ

น้ำในดินเป็นประโยชน์ต่อพืชเมื่อปริมาณความชื้นในดินอยู่ระหว่างความจุความชื้นสนามและจุดเหี่ยวถาวร ดินทรายจัดเป็นดินที่มีปริมาณน้ำในดินทั้งสองจุดน้อย ดังนั้นดินมีความเสี่ยงต่อการขาดน้ำสูง ถึงแม้ว่า Ferralsols เป็นดินที่มีเนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียวแต่แร่ดินเหนียวดูดซับน้ำไว้ในปริมาณที่ต่ำที่ความจุความชื้นสนามทำให้ดินนี้มีแนวโน้มที่จะขาดน้ำ ดินที่มีความจุความชื้นที่เป็นประโยชน์ต่ำในสาธารณรัฐแห่งสหภาพเมียนมาร์มีพื้นที่ประมาณ 1.5 ล้านเฮกตาร์ (Department of Agriculture, Ministry of Agriculture and Irrigation, 2016)

### 3.2.9 การเกิดแผ่นแข็งเมื่อแห้ง

ลักษณะการเกิดแผ่นแข็งเมื่อแห้งของดินไม่เพียงแต่มีความสัมพันธ์กับดินโซดิกแต่ยังมีสาเหตุมาจากการมีอนุภาค ขนาดทรายแป้งและทรายละเอียดในปริมาณมากด้วย ความเสถียรของเม็ดดินมีน้อยนำไปสู่การแตกตัวในน้ำ และเกิดแผ่นแข็งบนผิวดินเมื่อดินแห้ง ซึ่งแผ่นแข็งของดินจะลดการงอกของเมล็ด โดยเฉพาะอย่างยิ่ง พืชใบเลี้ยงคู่ เช่น พืชตระกูลถั่ว การแทรกซึมผ่านของน้ำต่ำเนื่องจากการขาดช่องว่างของดินที่ต่อเนื่อง

### 3.2.10 การบดอัด

ถ้าดินถูกไถพรวนเมื่อปริมาณความชื้นในดินมีมากกว่าขีดจำกัดพลาสติกแท้จริง ทำให้เกิดการละของดินจากความชื้นเหลวพลาสติกและการเกิดชั้นที่มีการบดอัด การเกิดชั้นที่มีการบดอัดจะเป็นชั้นที่มีโครงสร้างแบบแผ่น โดยชั้นที่จะจำกัดการซึมผ่านของน้ำและการไหลของน้ำของรากพืช น้ำใต้ดินเทียมชั่วคราวจะเกิดอยู่เหนือชั้นที่มีการบดอัด และการระบายน้ำผิวดินด้านข้างอาจเกิดขึ้นได้ ดินที่มีเนื้อดินเป็นดินทรายแป้งเป็นดินที่อ่อนไหวต่อการบดอัด

### 3.2.11 ความอ่อนไหวต่อการกร่อน

บนพื้นที่ที่มีความลาดชัน ผิวดินที่มีการแตกตัวหรือกระจายตัวมีความอ่อนไหวต่อการกัดกร่อนสูง การกัดกร่อนเริ่มจากการกัดเซาะเป็นแผ่น ในขณะที่น้ำที่ไหลป่ามารวมตัวเป็นร่องริ้วสาขาย่อย และไหลมารวมตัวเป็นร่องริ้วขนาดใหญ่ เกิดเป็นการกร่อนแบบริ้ว และการกร่อนแบบร่องธาร ดินที่มีชั้นดินล่างโซดิกมีแนวโน้มที่จะเกิดการกร่อนแบบร่องธาร การกร่อนเซาะตลิ่งและการกร่อนแบบอุโมงค์ ความลาดชันเท่ากับ 2 เปอร์เซ็นต์มีความสัมพันธ์กับการกร่อนแบบแผ่น ถ้าดินนั้นมีการกร่อนสูง ถ้าความลาดชันเพิ่มขึ้นความอ่อนไหวของทุกดินต่อการกร่อนก็จะเพิ่มมากขึ้นด้วย มีพื้นที่กว้างขวางในภูมิภาคอาเซียนที่มีความลาดชันมากกว่า 30 เปอร์เซ็นต์ พบพื้นที่ที่มีความเสี่ยงต่อการกร่อนและแผ่นดินถล่มเมื่อมีการตัดไม้ทำลายป่าจำนวน 2 ล้านเฮกตาร์ ในสาธารณรัฐแห่งสหภาพเมียนมาร์ (Department of Agriculture, Ministry of Agriculture and Irrigation, 2016); 10.4 ล้านเฮกตาร์ ในสาธารณรัฐฟิลิปปินส์ (Recel, 1989); 16 ล้านเฮกตาร์ในประเทศไทย (Land Development Department, 1990)]

## 4. แนวทางปฏิบัติที่ดีในการจัดการดิน

### 4.1 หลักการจัดการดินที่ดีสำหรับเกษตรกรชาวนาอ้อยด้านภูมิอากาศ

การจัดการดินที่ดี คือ การใช้ประโยชน์ที่ดินอย่างยั่งยืนสอดคล้องกับระบบการผลิตทางการเกษตร สิ่งที่สำคัญคือ การจัดการดินเป็นรากฐานของระบบเกษตรชาวนาอ้อยด้านภูมิอากาศ ซึ่งได้รับการออกแบบมาเพื่อความยืดหยุ่น และปรับตัวให้เข้ากับสภาพอากาศที่แปรปรวนในขณะที่ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (คาร์บอนไดออกไซด์ ไนโตรเจนออกไซด์ และมีเทน)

จากมุมมองเกี่ยวกับการจัดการดิน ตัวชี้วัดผลการปฏิบัติงานหลักสำหรับการเกษตรชาวนาอ้อยด้านภูมิอากาศ คือ ดินเป็นแหล่งกักเก็บคาร์บอน และไม่ใช้แหล่งปลดปล่อยก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ (Paustian et al., 2016)

เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ตามตัวชี้วัดผลการปฏิบัติงานหลัก การจัดการพื้นที่ที่ดีต้อง

- เพิ่มประสิทธิภาพการใช้ธาตุอาหารในดิน สามารถทำได้โดยการปรับการใส่ธาตุอาหารและธาตุอาหารเสริมพืชที่เป็นปัจจัยการผลิต เพื่อให้ธาตุอาหารเหมาะสมกับสภาพดิน และศักยภาพในการผลิตของดิน การใช้ธาตุอาหารที่มากกว่าความต้องการของพืชส่งผลให้เกิดการสะสมของธาตุอาหารในดิน และมีความเสี่ยงสูงทั้ง (1) การเคลื่อนย้ายธาตุอาหารออกจากพื้นที่ซึ่งส่งผลต่อคุณภาพน้ำ (ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส) และ/ หรือ การปลดปล่อยไนโตรเจนออกไซด์ (ไนโตรเจน) หรือ (2) ความไม่สมดุลของธาตุอาหารในดินที่จำกัดการผลิตพืช
- ควบคุมการกร่อนดินเพื่อป้องกันการสูญเสียอินทรีย์วัตถุและธาตุอาหาร
- ใช้การจัดการธาตุอาหารแบบผสมผสานซึ่งประกอบด้วยการใช้วัสดุอินทรีย์ที่มีอยู่ในท้องถิ่น เป็นแหล่งธาตุอาหารในการผสมกับปุ๋ย และการควบคุมการใช้ประโยชน์ของแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนที่มีความสัมพันธ์แบบพึ่งพาอาศัยกัน
- จัดการน้ำในดินได้อย่างมีประสิทธิภาพ รวมถึงการกักเก็บน้ำและแหล่งเก็บน้ำที่มีประสิทธิภาพ เพื่อลดความแห้งแล้ง
- รวมเอาการเกษตรเพื่อการอนุรักษ์และหลักการเกษตรอินทรีย์เข้าไปในระบบเพาะปลูกเพื่อรักษา/ ปรับปรุงสุขภาพของดิน

การดำเนินการโดยใช้หลักการจัดการที่ดินที่กล่าวมาข้างต้นนี้ในระบบการปลูกพืชในภูมิภาคอาเซียนมีส่วนทำให้ลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภูมิภาค (ตารางที่ 10)

ตารางที่ 10 สภาพของดินและการรับมือสำหรับการบรรเทาการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกสำหรับภูมิภาค  
อาเซียน (ดัดแปลงจาก Paustian et al. 2016)

สภาพของดินและพื้นที่	การรับมือเพื่อบรรเทาผลกระทบ
ดินเสื่อมโทรม	ปลูกพืชยืนต้น
ดินพรุที่มีการระบายน้ำออก	ฟื้นฟูพื้นที่ชุ่มน้ำ
ดินเปรี้ยวจัด	รักษาระดับน้ำใต้ดิน การใส่ปุ๋ย ระบบการเกษตรเชิงอนุรักษ์
ดินทรายจัด และดินปนกรวด	ปลูกพืชยืนต้น ระบบการเกษตรเชิงอนุรักษ์
ดินที่ขาดธาตุอาหาร	การจัดการธาตุอาหารพืชแบบผสมผสาน รวมถึงการตรึงไนโตรเจนด้วยพืชตระกูลถั่ว
การเพาะปลูกที่มากเกินไปและ / หรือการเผาไหม้ซากพืชทำให้ดินมีปริมาณอินทรีย์วัตถุต่ำ	ระบบการเกษตรเชิงอนุรักษ์
ดินมีซากพืชปริมาณต่ำ	การปลูกพืชสลับเป็นแถบ/ การปลูกพืชแซม/ การปลูกพืชเหลืออมฤดู รวมถึงการปลูกไม้ยืนต้น และพืชที่ปกคลุมดินอย่างถาวร

#### 4.2 องค์ความรู้ท้องถิ่น และภูมิปัญญาชาวบ้าน

ในระดับท้องถิ่น เกษตรกรมักจำแนกความแตกต่างของคุณภาพของดินได้ (เช่น ศักยภาพในการผลิตของดินที่แท้จริง) โดยอาศัยลักษณะบ่งชี้ เช่น สี เศษหิน เนื้อดิน และวัชพืช ตัวอย่างเช่น เกษตรกรของสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาวพิจารณาเห็นว่า ดินดำเป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ มีความสามารถในการอุ้มน้ำสูง และมีประชากรของไส้เดือนมาก (หลักฐานจากการพบมูลไส้เดือน) ดินลักษณะนี้ให้ผลผลิตข้าวที่สูง ดินสีแดง ขาว และเหลือง โดยทั่วไป เป็นดินไม่ดี เพราะว่าเป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ การกักเก็บน้ำต่ำ และให้ผลผลิตต่ำ ดินสีเทาเป็นดินที่เกิดบริเวณพื้นที่ลุ่มต่ำ การระบายน้ำไม่ดี และมีแนวโน้มที่มีน้ำท่วมขังเป็นเวลานาน การพบหินในหน้าตัดดินเป็นตัวชี้บ่งว่าดินนั้นเป็นดินไม่ดี บางครั้งเกษตรกรสังเกตคุณภาพของดินจากพืชพรรณ เช่น ดินที่มีวัชพืช เช่น หญ้าคา (*Imperata cylindrica*) และ ไมยราพ (*Mimosa invisa*) จะถูกพิจารณาว่าเป็นดินไม่ดี ในขณะที่ตัวบ่งชี้ความอุดมสมบูรณ์ของดินดังกล่าวอาจเป็นประโยชน์ในระดับท้องถิ่น แต่การประยุกต์ใช้ที่กว้างขึ้นบ่อยครั้งไม่สามารถทำได้ เนื่องจากความแตกต่างของวัตถุดิบกำเนิดและกระบวนการสร้างดินระหว่างภูมิภาค

### 4.3 ปฏิสัมพันธ์ของดินและการจัดการที่ดินที่ดี

เนื่องจากปฏิสัมพันธ์ระหว่างพืชและดินมีความซับซ้อน การจัดการดินที่ดีจึงขึ้นอยู่กับ การปฏิบัติตามแนวทางการจัดการที่ดินที่ดีเป็นอย่างมาก มีระบบการปลูกพืชหลายระบบที่ส่งเสริมความยั่งยืนของความสามารถในการผลิตของดินและจำเป็นต้องได้รับการประเมินเพื่อประยุกต์ใช้แต่ระดับท้องถิ่น

#### 4.3.1 การปลูกพืชคลุมดิน (Cover crops)

การปลูกพืชคลุมดินเป็นวิธีการหลักในการปกป้องดินจากการกร่อนโดยน้ำฝน กำจัดวัชพืช อนุรักษ์ธาตุอาหารจากการชะล้างออกจากระบบดิน ลดการสูญเสียน้ำ ปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ของดิน ช่วยในการควบคุมศัตรูพืชและโรคพืช เพิ่มอินทรีย์วัตถุลงในดิน ปรับปรุงการถ่ายเทอากาศของดิน ส่งเสริมการแทรกซึมของน้ำ และความหลากหลายในระบบนิเวศเกษตร การปลูกพืชคลุมดินโดยทั่วไปจะปลูกระหว่างแปลงเพาะปลูกพืช (เช่น พืชยืนต้นหรือหญ้าคลุมดิน) หรือหลังการเพาะปลูก เพื่อเป็นการพักดินสำหรับฤดูปลูกพืชต่อไป (เช่น พืชคลุมดินปีเดียวหรือสองปี) ตัวอย่างเช่น พืชตระกูลถั่ว เช่น ถั่วฝักยาว และถั่วเขียว มักถูกใช้เป็นพืชคลุมดินหลังจากการปลูกข้าว เพื่อเพิ่มอินทรีย์วัตถุและไนโตรเจนในดิน แตงโม กระเทียม มะเขือเทศ และผักที่มีอายุสั้นชนิดอื่น ๆ ก็สามารถนำมาปลูกหลังจากการปลูกข้าว เพื่อให้พืชดังกล่าวใช้ปุ๋ยและความชื้นที่เหลืออยู่ในดิน สำหรับสวนผลไม้ (เช่น มะม่วง ส้ม) พืชสวน (มะพร้าว ปาล์มน้ำมัน กาแฟ) หรือ ไร่ร่องน้ำใช้วัสดุคลุมดินที่มีชีวิตหรือ “Living Mulch” เป็นพืชปลูกระหว่างต้นพืชหลัก ช่วยยับยั้งการเกิดของวัชพืช และควบคุมอุณหภูมิดิน เช่น การใช้หญ้าสองหาง (*Paspalum conjugatum*) หรือทุ่งหญ้าและพืชอาหารสัตว์ปลูกระหว่างต้นไม้

รูปที่ 2 ถั่วลิสงเถา หรือถั่วบราซิล (*Arachis pintoi*) เป็นพืชคลุมดินในสวนแก้วมังกรของประเทศมาเลเซีย



### 4.3.2 การปลูกพืชหมุนเวียน (Crop rotation)

การปลูกพืชหมุนเวียนคือ การปลูกพืชสองชนิดหรือมากกว่าลงบนพื้นที่เดียวกัน แต่ปลูกไม่พร้อมกัน เป็นระยะเวลามากกว่า 4 ถึง 6 ฤดูกาลปลูกพืช โดยมีการลำดับพืชที่ปลูกอย่างมีระเบียบ ปลูกพืชต่างชนิดหรือต่างตระกูลติดต่อบนพื้นที่เดียวกัน การปลูกพืชหมุนเวียนเป็นองค์ประกอบสำคัญของการเกษตรชาวนาฉลาดด้านภูมิอากาศ เพราะการปลูกพืชหมุนเวียนมีความยืดหยุ่นและสามารถปรับตัวได้ในระบบการปลูกพืชและเพิ่มประโยชน์ต่อสุขภาพของดินสูงสุด การเลือกพืชหมุนเวียนมีความสำคัญทั้งทางด้านวัชพืช การควบคุมศัตรูพืชและโรคพืช การบำรุงรักษาความอุดมสมบูรณ์ของดินและสมดุลของธาตุอาหาร และการควบคุมการกร่อนของดิน พืชหมุนเวียนมักถูกจัดเป็นกลุ่มดังนี้

- (1) พืชที่ปลูกสำหรับใบหรือดอก เช่น ผักกาดหอม และผักกาดขาวปลี
- (2) พืชที่ปลูกสำหรับผล เช่น มะเขือเทศ มะเขือ
- (3) พืชที่ปลูกสำหรับราก เช่น แครอท มันเทศ
- (4) พืชตระกูลถั่ว เช่น ถั่ว แปลงปลูกมักแบ่งออกเป็นสี่ส่วนและการเพาะปลูกในแต่ละส่วนจะถูกหมุนเวียนไประหว่างพืชทั้ง 4 กลุ่ม มีหลายลำดับของการหมุนเวียนพืชที่ปฏิบัติในภูมิภาคอาเซียน ตัวอย่างเช่น การปลูกผักในฤดูใบไม้ผลิ ปลูกข้าวในฤดูร้อน ปลูกข้าวโพดโดยใช้เมล็ดปลูกลงไปโดยตรงบนซากถั่วฝักยาว รวมถึงรอบการปลูกที่ใช้ลูกเต๋อย/ ถั่วฝักยาว/ ข้าวไร่ หรือข้าวโพด/ถั่วเหลือง ข้าวโอ๊ต/ ข้าวไร่ (ใช้ในสาธารณรัฐแห่งสหภาพเมียนมาร์) การคลุมดินเป็นวิธีปฏิบัติที่คลุมดินปลูกด้วยเศษซากพืช ซากพืชสามารถเป็นได้ทั้งซากพืชหลังการเก็บเกี่ยว (ตอซัง ฟาง ต้น ฯลฯ) หรือเศษเหลือทิ้งที่แปรรูป (ชานอ้อย แกลบ เยื่อ เปลือก รำข้าว ขี้เถ้า ฯลฯ) การใช้วัสดุที่ย่อยสลายได้มาคลุมผิวดินเป็นวิธีการที่มีราคาไม่แพงและเพิ่มอินทรีย์วัตถุในดิน การคลุมดินด้วยวัสดุอินทรีย์ในที่สุดวัสดุอินทรีย์จะสลายตัวตามเวลาและเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ให้แก่ดิน ตัวอย่าง วัสดุที่ใช้ในการคลุมดินในภูมิภาคอาเซียน ประกอบด้วย ทะลายเปล่าของปาล์มน้ำมัน (ประเทศมาเลเซีย) ฟางข้าว (สาธารณรัฐสังคมนิยมเวียดนาม) และสาหร่ายทะเล (สาธารณรัฐสังคมนิยมเวียดนาม)

### รูปที่ 3 การคลุมดินด้วยฟางข้าวในประเทศมาเลเซียเพื่อลดการสูญเสียการระเหยของน้ำในดินและลดอุณหภูมิของผิวดิน



#### 4.3.3 การปฏิบัติการเกษตรเชิงอนุรักษ์ (Conservation agricultural practices)

หลักการของการเกษตรเชิงอนุรักษ์ คือ การกักเก็บซากพืชจากการเก็บเกี่ยวในแปลงปลูก (เพื่อการแปรใช้ใหม่ของธาตุอาหารกลับสู่ดิน และลดการกร่อนของดิน) และลดหรือวางแผนการไถพรวนด้วยการควบคุมแนวล้อวิ่งของแทรกเตอร์และเครื่องจักรกล (เพื่อลดการออกซิเดชันของอินทรีย์วัตถุในดินที่มีความเกี่ยวข้องกับการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (ก๊าซเรือนกระจก) และเพื่อจำกัดการบดอัดของดินที่เกี่ยวข้องกับเครื่องจักร

ในสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว หลักการเกษตรเชิงอนุรักษ์ถูกนำมาประยุกต์ใช้ระบบเกษตรเชิงอนุรักษ์ที่มีการปลูกด้วยเมล็ดโดยตรง และการคลุมดินเป็นหลัก (Direct-seeding mulch-based conservation agriculture (DMC/CA) systems) ระบบเหล่านี้ได้ถูกพัฒนาขึ้นอย่างมากในช่วงสอง-สามทศวรรษที่ผ่านมา จนถึงจุดที่เทคโนโลยีและวิธีปฏิบัติในการจัดการที่เกี่ยวข้อง ส่งผลในทางการเงิน และประโยชน์ด้านการอนุรักษ์ดินที่ชัดเจนซึ่งเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่เสนอให้กับวิธีทำการเกษตรแบบดั้งเดิม

อย่างไรก็ตาม ระบบเกษตรเชิงอนุรักษ์ให้โอกาสในการรักษาความเป็นอยู่ให้ดีขึ้นนอกจากนี้ยังมีผลกระทบที่เห็นได้ชัดจากผลผลิตที่เพิ่มขึ้นและยั่งยืน โอกาสเหล่านี้เกิดขึ้นจากศักยภาพที่จะรวมแหล่งที่อยู่อาศัยที่มีความหลากหลายทางชีวภาพสูงไว้ในแผนการทำเกษตรเพื่อการอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพทางการเกษตร ให้ความยืดหยุ่นต่อผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและความหลากหลายของผลิตภัณฑ์ในตลาด

ตัวอย่างเช่น สี่อำเภอทางใต้ของจังหวัดไชยบุรีของสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว ระบบการปลูกพืชในปัจจุบันขึ้นอยู่กับการผลิตพืชเศรษฐกิจ ข้าวโพดเป็นพืชหลักภายใต้สภาพที่มีฝนตกและครอบคลุมมากกว่า

30,000 เฮกตาร์ ในภูมิภาคนี้ มีลำดับการปลูกพืช 3 แบบ ดังนี้ (ก) การเพาะปลูกข้าวโพด (ข) ลำดับการปลูกในสองปี: ข้าวโพด-ถั่วฝัก (ค) ลำดับการปลูกในสองปี: ข้าวโพด หญ้ารูซี่ (*Brachiaria ruziziensis*)/ ถั่วฝัก โดยแต่ละระบบการปลูก การจัดทำข้อมูลหรือทริทเมนต์ของการทดลองสำหรับการไถคือ ไม่มีการไถพรวน และการไถแบบปกติขึ้นอยู่กับความลึกของดินเมื่อไถดินจะมากกว่าในสถานะที่ไม่มีการไถพรวนและเพิ่มขึ้นตามการหมุนเวียนพืชและจะสูงสุดในระบบการผลิตวัชพืชร้าง (ข้าวโพด หญ้ารูซี่ (*Brachiaria ruziziensis*)/ ถั่วฝัก) สัตว์ขนาดใหญ่ในดิน (จำนวนชนิดและปริมาณของสิ่งมีชีวิตต่อหน่วยพื้นที่) เพิ่มขึ้นเมื่อไม่มีการไถพรวนและปลูกพืชหมุนเวียน ไร่เดือนดินเพิ่มขึ้นเมื่อไม่มีการไถพรวนในบางลำดับของการปลูกพืชหมุนเวียน การปรับลำดับการปลูกพืชแบบหนาแน่น (การผลิตชีวมวลบนดินและไต่ดินในปริมาณสูงรวมกับความหลากหลายทางชีวภาพสูง ในระบบการไม่ไถพรวน) ร่วมกับเกษตรกรรายย่อย ถือเป็นก้าวสำคัญในการสร้างความยั่งยืนให้กับที่ดินในระยะยาว ให้ผลผลิตที่เชื่อถือได้ และให้ผลกำไรสูงขึ้นสวนทางกับสถานะการฉ่ำแฉะที่เกิดขึ้นเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ



#### 4.3.4 การปลูกพืชสลับเป็นแถบซึ่งต้องการฉนวน (Vegetative buffer strips)

การปลูกพืชสลับเป็นแถบซึ่งต้องการฉนวน คือการปลูกพืชเป็นแถวที่มีความหนาแน่นสูงเพื่อชะลอการไหลของน้ำ ในช่วงที่ฝนตก ดักตะกอนดินและสารพิษที่มาพร้อมกับการไหลบ่า และส่งเสริมการซาบซึมน้ำ การปลูกพืชสลับเป็นแถบซึ่งต้องการฉนวนเป็นการปลูกพืชตามแนวระดับเพื่อควบคุมการกร่อนแบบแผ่นและการกร่อนแบบริ้ว เกษตรกรสามารถปลูกพืชเศรษฐกิจในพื้นที่ระหว่างแถวของพืชที่ปลูกเป็นแถบ วิธีการอนุรักษ์ดินนี้มีประสิทธิภาพในการควบคุมการกร่อนแบบเซาะตลิ่งและลดตะกอนแม่น้ำ โดยทั่วไป พืชตระกูลหญ้าถูกใช้เป็นพืชที่เป็นแถบฉนวน นอกจากนี้ยังสามารถใช้ไม้พุ่ม พรรณไม้พื้นล่างและชั้นบนเป็นพืชแถบฉนวนได้อีกด้วย ในภูมิภาคอาเซียน มักใช้หญ้าแฝก (*Chrysopogon zizanioides*) หรือตะไคร้ (*Cymbopogon spp.*) เป็นแถบฉนวนกันชน



### 4.3.5 กรณีศึกษาในภูมิภาคอาเซียน

#### การปลูกข้าวแบบประณีต หรือระบบการเพิ่มผลผลิตข้าว (System of rice intensification)

##### ในสาธารณรัฐสังคมนิยมเวียดนาม

**ความหมายและขอบเขต** – แพคเกจการปลูกข้าวระบบประณีต System of rice intensification (SRI) ได้ถูกพัฒนามาจาก โครงการ 'Three Reductions-Three Gains' สำหรับระบบปลูกข้าวที่ปลูกในจังหวัดของภาคเหนือของสาธารณรัฐสังคมนิยมเวียดนาม การปลูกข้าวแบบดั้งเดิมเกษตรกรปลูกข้าวที่ความหนาแน่น 38-50 หลุมต่อตารางเมตร และ 3-4 ต้นต่อหลุม ดินถูกขังน้ำในช่วงแรกของการปลูกข้าวทำให้ดินอยู่ในสภาพไร้ออกซิเจน การใส่ไนโตรเจนที่มากเกินไปส่งผลให้ข้าวอ่อนแอ ข้าวมีใบสีเขียวเข้ม และต้านทานต่อสภาวะที่ไม่พึงประสงค์และการเข้าทำลายด้วยโรคและแมลงได้น้อยลง ทำให้ผลผลิตข้าวลดลงในขณะที่ต้นทุนการผลิตเพิ่มขึ้นส่งผลให้กำไรลดลง

**รายละเอียดของเทคนิค** – หลักการของการปลูกข้าวแบบประณีต คือ

- ลดความหนาแน่นของการปักดำข้าวจาก 30-50 หลุมต่อตารางเมตร เป็น 30 หลุมต่อตารางเมตร ทำการปักดำ 12 วัน หลังจากการหว่านเมล็ด
- ควบคุมปริมาณการใส่ปุ๋ยโดยยึดตามการประเมินแผ่นเทียบสีใบข้าว (Leaf colour chart (LCC) assessment)
- ใช้เทคนิคการชลประทานแบบเปียกสลับแห้งแกล้งข้าว (Alternate wetting and drinking : AWD)
- ลดการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชโดยทำตามหลักการจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสาน (Integrated pest management : IPM)

**ผลกระทบ** -การใช้ระบบการปลูกข้าวแบบประณีตช่วยลดข้อจำกัดของการปลูกข้าวแบบดั้งเดิม โดยการลดต้นทุนการผลิต เพิ่มผลผลิต และเพิ่มกำไร ระหว่างปี ค.ศ. 2011-2013 การปลูกข้าวระบบประณีตถูกนำไปใช้ในห้าจังหวัดทางเหนือของสาธารณรัฐสังคมนิยมเวียดนามเป็นพื้นที่ทั้งสิ้น 300 เฮกตาร์ ได้ผล (Hach, 2014) ดังนี้

- การปักดำที่ความหนาแน่นลดลงทำให้ผลจำนวนเมล็ดพันธุ์ข้าวลง 3.8 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ และลดต้นทุนแรงงาน
- การใส่ปุ๋ยตามความต้องการของพืชสามารถลดการใช้ปุ๋ย 53 กิโลกรัม ปุ๋ยยูเรีย + 88.7 กิโลกรัม ปุ๋ยซูเปอร์ฟอสเฟตธรรมดา + 15.5 กิโลกรัม ปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์
- การให้น้ำชลประทานแบบเปียกสลับแห้งแกล้งข้าว ลดปริมาณน้ำที่ให้กับพืช 59 เปอร์เซ็นต์
- ต้นทุนการผลิตด้านปุ๋ยลดลง 36 เปอร์เซ็นต์ ด้านวัตถุดิบอันตรายทางการเกษตรลดลง 33 เปอร์เซ็นต์ ด้านเมล็ดพันธุ์ลดลง 16 เปอร์เซ็นต์ และด้านการใช้น้ำชลประทานลดลง 15 เปอร์เซ็นต์
- ผลผลิตเมล็ดข้าวเพิ่มขึ้นเป็น 600 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ (เพิ่มขึ้น 10 เปอร์เซ็นต์) และได้กำไรเพิ่มขึ้น 57.5 เปอร์เซ็นต์

**ผลประโยชน์** การใช้ระบบการปลูกข้าวแบบประณีตช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้ธาตุอาหารและน้ำ ลดการพึ่งพา ยาฆ่าแมลง และเพิ่มผลผลิต (Castillo et al., 2012; Dung et al., 2011) แนวทางการจัดการของ ระบบการปลูกข้าวแบบประณีตส่งผลต่อระบบเกษตรชาวนาลาดด้านภูมิอากาศ ช่วยลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก และการบำรุงรักษาความอุดมสมบูรณ์และสุขภาพของดิน

## เอกสารอ้างอิง

Castillo GE, Minh Nguyet Le, Pfeifer K (2012) Oxfam America: Learning from the System of Rice Intensification in Northern Vietnam. (Policy Brief no. 15). In ‘Scaling up in agriculture, rural development, and nutrition’ (Ed. Johannes Linn, no. 19. June. Washington D.C.: IFPRI).

Dung NT et al. (2011) Simple and effective-SRI and agriculture innovation. System of Rice Intensification website. (28 pp, 1.10MB pdf).

Hach CV (2014) Research Report “Application of Three reductions–Three Gains and SRI technologies for high yield rice in Vietnam in the period of 2011-2013”.

### 4.3.6 ดินเปรี้ยวจัด

การจัดการดินเปรี้ยวจัดมีความเชื่อมโยงอย่างใกล้ชิดกับการจัดการโดยรวมของอุทกวิทยาของพื้นที่ การจัดการน้ำใต้ดินที่ไม่ดีส่งผลให้เกิดการเพิ่มขึ้นของความเป็นกรด การผลิตพืชที่ไม่ดี ความเสื่อมโทรมของสิ่งแวดล้อม และท้ายที่สุดเกิดการสูญเสียทรัพยากรดินเอง บรูไนดารุสซาลามมีพื้นที่ประสบกับปัญหาดินเปรี้ยวจัดมากประเทศหนึ่งในอาเซียน ได้ให้คำแนะนำในการจัดการดินเปรี้ยวจัดไว้ 3 ทางเลือก (Fitzpatrick et al., 2008) ได้แก่

- หลีกเลี่ยงการรวบรวมน้ำ – ในกรณีที่มีวัสดุซัลไฟด์มีระดับสูง ทางเลือกที่ดีที่สุดคือการไม่ทำให้ดินมีพัฒนาการเนื่องจากจะก่อให้เกิดความเสี่ยงทางเศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อมอย่างรุนแรง
- การรวบรวมน้ำน้อยที่สุด – ในกรณีที่มีวัสดุซัลไฟด์มีระดับต่ำ ดินเปรี้ยวจัดสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้อย่างปลอดภัยถ้ามีการจัดการน้ำใต้ดินอย่างระมัดระวัง เพื่อป้องกันการออกซิเดชันและการเกิดกรด ต้องรักษาระดับน้ำใต้ดินให้สูงกว่าชั้นที่มีวัสดุซัลไฟด์ การระบายน้ำออกจากพื้นที่ทำได้ในระดับตื้นและรักษาระดับน้ำเพื่อเคลื่อนย้ายออกจากผิวดินอย่างรวดเร็วมากกว่าการลดระดับน้ำใต้ดิน การให้น้ำอาจจะจำเป็นในช่วงแล้งเนื่องจากพัฒนาการของรากพืชถูกจำกัดในดินเปรี้ยวจัด การยกคันดิน (Raised beds) ทำขึ้นเพื่อสร้างสภาพแวดล้อมที่ดีต่อรากพืชซึ่งสามารถสร้างจากดินที่ไม่มีวัสดุซัลไฟด์ หรือมีการใส่ปูนในชั้นที่มีซัลฟูริก การปลูกพืชรากสั้นจะดีกว่าการปลูกไม้ยืนต้นที่มีรากลึก การจัดการวัสดุซัลไฟด์ที่มีการออกซิเดชันอาจทำได้โดยการใช้น้ำชะล้าง จากนั้นควมคุมและรวบรวมไว้และใส่ปูน หรือการล้างความเป็นกรดลงสู่ทางระบายน้ำ และการทำให้เป็นกลางด้วยน้ำทะเล
- การฟื้นฟูดินเปรี้ยวจัด – สามารถใช้ดินที่มีชั้นซัลฟูริก หรือน้ำที่เป็นกรด หลักการพื้นฐาน คือการลดการเกิดออกซิเดชันของซัลไฟด์และทำให้เป็นกลางหรือล้างความเป็นกรดที่มีอยู่ การขังน้ำอีกครั้งเพื่อหยุดการออกซิเดชันของแร่ไพไรต์ แต่เป็นเหตุให้เหล็ก แมงกานีส และซัลเฟตเกิดการรีดักชันซึ่งอาจส่งผลให้ธาตุอาหารเป็นพิษต่อพืช การใส่ปูนสำหรับดินเปรี้ยวจัดจำเป็นต้องคำนึงถึงการสะเทินกรดที่มีอยู่ และกรดแฝง และปริมาณปูนขาวทางการเกษตรที่เกิน 500 ตัน  $\text{CaCO}_3$  ต่อเฮกแตร์ สำหรับดินที่มีช่วงความลึก 50 เซนติเมตร การชะล้างกรดสามารถทำได้เมื่อใช้ระบบการจัดการน้ำโดยการปล่อยน้ำผิวดินที่เป็นกรดออกไป โดยปกติจะเป็นช่วงน้ำที่มีระดับสูงเพื่อลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

สำหรับการปลูกข้าวในดินเปรี้ยวจัด มาตรการการปรับปรุงที่แนะนำ คือการชะล้างผิวดิน และการระบายน้ำ การรักษาให้ชั้นซัลไฟด์เกิดการขังน้ำโดยการควบคุมระดับของน้ำใต้ดิน การใส่ปูน การใส่ แมงกานีสไดออกไซด์ ไนโตรเจน - ฟอสฟอรัส - โพแทสเซียม รวมทั้งการใช้หินฟอสเฟตเป็นแหล่งฟอสเฟต และการใช้พืชทนกรด (Attanandana และ Vacharotayan, 1986)

รูปที่ 5 ประตูน้ำเพื่อควบคุมระดับน้ำใต้ดินในพื้นที่ดินเปรี้ยวจัดของประเทศมาเลเซีย



#### 4.3.7 กรณีศึกษาในภูมิภาคอาเซียน

##### ระบบ “Surjan” สำหรับการจัดการดินเปรี้ยวจัดในสาธารณรัฐอินโดนีเซีย

**ความหมายและขอบเขต** – ระบบการเกษตร Surjan เป็นระบบการเกษตรแบบดั้งเดิมที่พัฒนาในตอนกลางของจาวา สาธารณรัฐอินโดนีเซีย และถูกใช้อย่างแพร่หลายในพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากความเค็ม ดินที่มีศักยภาพเป็นดินเปรี้ยวจัด ที่ลุ่มต่ำชายทะเล ระบบนี้เกี่ยวข้องกับแนวขนานและแนวร่องมักจะมีประตูกันเพื่อควบคุมระดับน้ำใต้ดินในแนวลึกทั้งในร่องและสันร่อง

**รายละเอียดของเทคนิค** – ขนาดของสันร่องและแนวร่องมีความแตกต่างกันมากในแต่ละที่และอาจมีขนาดกว้าง 2 ถึง 15 เมตร ขนาดของร่องกำหนดตามหน้าที่ทางอุทกวิทยาของ Surjan ทั้งนี้ในบริเวณที่เกิดน้ำท่วมเป็นเวลานานขนาดของร่องจะเพิ่มขึ้น เกษตรกรมักจะสร้างระบบ Surjan แบบค่อยเป็นค่อยไปซึ่งใช้ระยะเวลานาน เนื่องจากการขุดอย่างต่อเนื่อง และนำดินล่างมากองรวมกันด้านบน ซึ่งดินล่างมันมีการผุพังน้อยและมักไม่เหมาะต่อการปลูกพืช โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ถ้าดินล่างมีวัสดุซัลไฟด์ ควรปล่อยให้ดินล่างที่ถูกนำมาถมไว้บนดินบนนั้นมีการผุพังมากพอ จนดินสร้างคุณสมบัติสมบูรณ์ขึ้น เมื่อถึงช่วงฤดูฝนที่มีน้ำมากพอให้ระบายน้ำส่วนเกินบนสันร่องออกจากร่องน้ำ เคลื่อนย้ายความเค็มและความ เป็นกรดออกจากดินล่างที่ถูกนำมาถมไว้ด้านบน

การปลูกพืชที่ไม่ทนทานต่อสภาพน้ำขัง เช่น ข้าวโพด ถั่วเหลือง ถั่วลิสง มันสำปะหลัง และพืชผักบางชนิด จะถูกปลูกบนสันร่องในขณะที่ในร่องจะใช้ในการปลูกข้าวนาดำ หรือเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ หากชาวนาคาดการณ์ว่าความเสี่ยงต่อการขาดแคลนน้ำสำหรับการปลูกข้าวในฤดูแล้งถัดไปมีต่ำ เกษตรกรจะทำการปลูกข้าว ไม่เช่นนั้นเกษตรกรจะปลูกพืชไร่ เช่น ถั่วเหลือง แทนการปลูกข้าว พืชที่ปลูกบนสันร่องสามารถรดน้ำเสริมได้ซึ่งทำให้การผลิตพืชเป็นไปได้ตลอดทั้งปี ในบางพื้นที่ สันร่องใช้ในการปลูกไม้ผล เช่น มะพร้าว ส้ม มะละกอ ขนุน กานพลู และกาแฟ เป็นต้น

ในกรณีนี้ สันร่องแต่ละร่องมักใช้ปลูกพืชแต่ละชนิด เมื่อเปรียบเทียบกับระบบ non-Surjan แล้ว ระบบ Surjan เพิ่มดัชนีการปลูกพืชเฉลี่ย 227.5 เปอร์เซ็นต์ และลดความเสี่ยงในการสูญเสียผลผลิตของพืชทั้งหมดและซึ่งเป็นลักษณะเด่น และเป็นความสำเร็จอย่างยิ่งยอนของระบบการปลูกพืชชนิดนี้

**รูปที่ 6** รูปแบบการปลูกพืชในระบบ Surjan (a) การยกคันดินปลูกไม้ผล (b) การยกคันดินปลูกผัก และ (c) การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำในร่อง



**ผลกระทบ** – การศึกษาเปรียบเทียบทางเศรษฐกิจมีน้อยมาก จากผลการศึกษาในปี ค.ศ. 1976/77, เกษตรกรจากที่ใช้ระบบ Surjan ได้รับรายได้มากกว่าเกษตรกรที่ไม่ได้ใช้ระบบ Surjan ถึง 2.2 เท่า อย่างไรก็ตาม ระดับของการลงทุนเพิ่มขึ้น 134 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากต้นทุนการผลิตที่เพิ่มขึ้นที่มีความสัมพันธ์กับการกระจายการผลิตพืช ถึงแม้ว่าอัตราผลตอบแทนจะลดลงจาก 6.7 เป็น 4.4 (-52 เปอร์เซ็นต์) แต่มันยังคงอยู่ที่ระดับสูงเพียงพอ (Coen Reijntjes, 2011) บางครั้งมีการเปลี่ยนแปลงระบบ Javanese Surjan โดยมีการทำแปลงยกสูงอีกชั้นหนึ่งบนสันร่อง ทำให้มันมีรูปทรงคล้ายเจดีย์ ระบบการเพาะปลูกได้พัฒนามาจากการปลูกข้าวไปเป็นระบบที่หลากหลายของข้าว พืชที่ใช้น้ำน้อย และการเพาะเลี้ยงปลาซึ่งทำให้สัดส่วนของการปลูกข้าวค่อยๆ ลดลง อัตราส่วนราคาข้าวและมะพร้าวมีผลต่ออัตราการทดแทน การผสมผสานที่ดีที่สุดของการยกคันดิน (Raised beds) และแปลงปลูกที่พื้นที่ส่วนที่ระดับต่ำลงไปกว่าพื้นที่โดยรอบ (Sunken beds) ซึ่งจะขึ้นอยู่กับปัจจัยทางเทคนิคตลอดจนทรัพยากรของเกษตรกรและองค์ประกอบของตลาด (Sudaryono and Meindersma, 1990)

### เอกสารอ้างอิง

Coen Reijntjes: Raised fields for lowland farming. <http://www.agriculturesnetwork.org/magazines/global/searching-synergy/lowland-farming#sthash.abt4cbly.dpf> — last modified Jun 21, 2011.

Sudaryono, Meindersma D (1990) The Surjan System: A Sustainable System for Marginal Lands. Malang Research Institute for Food Crops (MARIF). Pp 15.

### 4.3.8 ดินพรุ

โดยทั่วไปดินพรุมีลักษณะทางกายภาพไม่เอื้อต่อการปลูกพืชยืนต้นที่มีชีวมวลสูงได้ ดินเหล่านี้สามารถใช้ประโยชน์ได้อย่างมีประสิทธิภาพบนพื้นฐานที่ยั่งยืนโดย

- ใช้วิธีการที่เหมาะสมในการทำให้พื้นที่ดินพรุโล่ง การตัดโค่นและวางซ้อนกันภายในพื้นที่ และการตัดโค่นและการฝัง เป็นทางเลือกที่ดีเมื่อเทียบกับการตัดโค่นและการเผาพรุ (Ismail et al., 2007)
- ใช้การควบคุมการระบายน้ำที่เกี่ยวข้องกับการลดลงที่ละน้อยของน้ำใต้ดินเพื่อควบคุมการทรุดตัวและเพื่อป้องกันการผาไหม้ที่เกิดขึ้นเอง
- ใช้การจัดการธาตุอาหารที่เหมาะสมรวมถึงการใส่ปุ๋ยเพื่อสะท้อนกรดที่มากเกินไป และการฉีดพ่นปุ๋ยทางใบเพื่อเสริมธาตุอาหารรอง

### 4.3.9 ดินทรายจัด

เนื่องจากความสามารถในการกักเก็บธาตุอาหารที่และความจุความชื้นที่เป็นประโยชน์ต่ำ การจัดการดินทรายควรทำดังนี้

- การใช้วัสดุปรับปรุงดินอินทรีย์ เช่น ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก และซากพืชขึ้นอยู่กับลักษณะที่ต้องการแก้ไขและปริมาณที่เพิ่ม ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน และการกักเก็บน้ำอาจเพิ่มขึ้น และส่งเสริมผลผลิตพืชพันธุ์อินทรีย์และกิจกรรม ควรปรับปรุงโครงสร้างดิน
- การให้น้ำแบบน้ำหยดเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้น้ำสูงสุด
- รักษาผิวดินด้วยการด้วยการคลุมดินด้วยวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร รวมถึงการปลูกพืชคลุมดิน
- การแบ่งใส่ปุ๋ยตามความต้องการของพืชเพื่อเป็นการลดความเสี่ยงในการสูญเสียธาตุอาหารออกจากพื้นที่

นอกจากนี้สามารถหารายละเอียดเกี่ยวกับการผสมผสานการปฏิบัติการจัดการดิน ธาตุอาหาร อินทรีย์วัตถุ และ น้ำเพื่อเพิ่มความอุดมสมบูรณ์โดยรวมและความยั่งยืนของผลผลิตของดินนี้ได้จากรายงานสังเคราะห์เกี่ยวกับการจัดการดินทรายของสาธารณรัฐสังคมนิยมเวียดนาม Ha et al. (2005)

รูปที่ 7 ดินทรายจัดบริเวณสันทรายของประเทศมาเลเซีย



#### 4.3.10 ดินปนกรวด

เนื่องจากกรวด/ หินที่ปะปนอยู่ในดินชนิดนี้ ทำให้พืชมีความลึกของรากที่จำกัด และยากต่อการไถพรวน การจัดการที่ดีที่สุดคือ

- การเพาะปลูกต้นไม้โตเร็วและพืชยืนต้นทนแล้งและทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์
- การใส่ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก หรือซากพืชเพื่อปรับปรุงธาตุอาหารและความสามารถในการอุ้มน้ำ

รูปที่ 8 ดินปนกรวดที่ใช้ปลูกไม้ผล กาแฟ และถั่วลิสงในสาธารณรัฐสังคมนิยมเวียดนาม



### 4.3.11 กรณีศึกษาในภูมิภาคอาเซียน

การฟื้นฟูสภาพดินเสื่อมโทรม ศูนย์ศึกษาวิธีการฟื้นฟูที่ดินเสื่อมโทรมเขาชะงุ้ม อันเนื่องมาจากพระราชดำริ ในประเทศไทย  
**ความหมายและขอบเขต** – พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวภูมิพลอดุลยเดช ในหลวงรัชกาลที่ 9 ทรงมีพระราชดำริจัดตั้งศูนย์ศึกษาการพัฒนาอันเนื่องมาจากพระราชดำริ 6 ศูนย์ ในประเทศไทยเพื่อแก้ไขปัญหาความยากจนของผู้คนที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ดินที่มีปัญหา ดินทรายจัดที่มีกรวดศิลาแลง หรือชั้นดินลูกรังมีพื้นที่อย่างน้อย 69,000 ตารางกิโลเมตร ในประเทศไทย ศูนย์ศึกษาวิธีการฟื้นฟูที่ดินเสื่อมโทรมเขาชะงุ้ม อันเนื่องมาจากพระราชดำริตั้งขึ้นในจังหวัดราชบุรี ในปี ค.ศ. 1986 เพื่อแก้ไขปัญหาการฟื้นฟูดินเสื่อมโทรมโดยเฉพาะ

**รูปที่ 9** ดินปนกรวดในศูนย์ศึกษาวิธีการฟื้นฟูที่ดินเสื่อมโทรมเขาชะงุ้ม อันเนื่องมาจากพระราชดำริ ก่อนทำการฟื้นฟู



**รายละเอียดของเทคนิค** – "วิถีทางธรรมชาติ" หลักการของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว ได้ในการปรับปรุงดิน กักเก็บน้ำฝนในแหล่งเก็บน้ำที่เป็นบ่อศิลาแลงในท้องถิ่นเพื่อการชลประทาน ฟื้นฟูสภาพความอุดมสมบูรณ์ของดิน บนโดยการปลูกต้นไม้เพิ่มอย่างสม่ำเสมอและเพิ่มซากพืชให้แกดิน รวมทั้งการใช้ปุ๋ยพืชสด การปลูกพืชตระกูลถั่ว การใช้หญ้าแฝกโดยปลูกเป็นแนวขวางทางลาดชันป้องกันการชะล้างและเป็นแถบรอบไม้ผลเพื่อรักษาความชื้นในดินและป้องกันการกร่อนของดิน การกระจายปลูกต้นประดู่ (*Pterocarpus macrocarpus*) ท่ามกลางชนิดพืชพันธุ์ที่ปลูกใหม่บนพื้นที่ลาดชันเพื่อคงสภาพของการปลูกป่าทดแทนในพื้นที่ป่า

**ผลกระทบ** – การปฏิบัติการฟื้นฟูดินเสื่อมโทรมในศูนย์ศึกษาคำนี้ถึงสิ่งที่คนในท้องถิ่นต้องการเพื่อปรับปรุงมาตรฐานการครองชีพ โดยการจัดตั้งกลุ่มเกษตรกรท้องถิ่นเพื่อแก้ปัญหาของตนเองและวางรากฐานสำหรับความพอเพียง การมีส่วนร่วมในท้องถิ่นในการกระจายตัวของระบบการผลิตที่ศูนย์การศึกษา รวมถึงการผลิตพืชเศรษฐกิจ ตลาดสวนผัก และการเลี้ยงสัตว์

รูปที่ 10 การกักเก็บน้ำ การเพาะปลูกพืชผักด้วยการใช้หญ้าแฝกเป็นรั้ว การเพาะปลูกเศรษฐกิจและป่า  
หลังจาก 30 ปี ของการฟื้นฟู



เอกสารอ้างอิง

Rojanasoonthon S (2015) Strategic management for poverty alleviation of people inhabiting problem soil areas. Proceedings of Management of Tropical Sandy Soils for Sustainable Agriculture, 27 Nov-2 Dec 2005, Khon Kaen, Thailand. Pp 8-15. (FAO: Bangkok, Thailand)



### 4.3.12 กรณีศึกษาในภูมิภาคอาเซียน

#### การฟื้นฟูพื้นที่กากทางแร่และพื้นที่เหมืองแร่ดีบุกในประเทศมาเลเซีย

**รายละเอียดของเทคนิค** – พื้นที่กากทางแร่มีความเข้มข้นของธาตุอาหารหลักและจุลธาตุอาหารที่สำคัญต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับดิน

อนินทรีย์อื่น (Ang and Ho, 2002) โดยทั่วไปการใช้พื้นที่กากทางแร่สำหรับการผลิตพืชจำเป็นที่จะใส่ปุ๋ยเป็นปริมาณมากและต้องมีระบบชลประทานที่มีประสิทธิภาพ พื้นที่ที่มีสไลม์ (ส่วนผสมระหว่างอนุภาคขนาดดินเหนียวและทรายแป้ง) จำเป็นต้องมีระบบการระบายน้ำที่ดีเพื่อลดการขังน้ำ แต่อย่างไรก็ตามพื้นที่ที่มีสไลม์เหมาะกับการปลูกไม้ยืนต้นมากกว่า พื้นที่กากทางแร่ (Ang and Ho, 2002) สมบัติทางกายภาพหลักของพื้นที่กากทางแร่จำเป็นต้องปรับปรุงความต้านทานทางกล ถ้าต้องการใช้สำหรับปลูกพืช การอัดตัวของพื้นที่กากทางแร่เกิดจากการเคลื่อนที่ของเครื่องจักรกลหนักระหว่างการปรับระดับ ทั้งนี้สามารถแก้ไขได้โดยเทคนิคการปลูกแบบหลุมลึก ใส่ขี้เถ้าอินทรีย์ เช่น ทะลายเปล่าของปาล์มน้ำมัน โดยหลุมควรมีขนาดเฉลี่ย ยาว x กว้าง x ลึก 1.5 x 1 x 1 เมตร เตรียมหลุมโดยใช้เครื่องจักรสำหรับขุด ประมาณสองในสามของความลึกของหลุมจะถูกรองก้นด้วยอนุภาคขนาดทราย มีการศึกษามากมายแสดงให้เห็นว่าการใส่ปุ๋ยอินทรีย์จากวัสดุพืชพรรณ หรือของเสียจากสัตว์ในกากทางแร่จะช่วยปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ดินและยังช่วยปรับปรุงสมบัติทางกายภาพดินอีกด้วย

**ผลกระทบ** – พื้นที่เหมืองดีบุกเก่าที่ได้รับการฟื้นฟูแล้วประสบความสำเร็จ สามารถนำมาใช้ประโยชน์ เช่น ทางการเกษตร การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ การเลี้ยงเบ็ด และทำให้เป็นเมืองใหญ่ รวมถึงใช้เป็นที่ดินจัดสรร สนามกอล์ฟ และสวนสำหรับพักผ่อนหย่อนใจ งานวิจัยเกี่ยวกับการเพาะปลูกพืชต่าง ๆ บนดินทรายจัดที่มีส่วนผสมของอินทรีย์วัตถุที่ย่อยสลายให้ผลผลิตพืชแสดงในตารางที่ 11

**ตารางที่ 11** ผลผลิตของพืชต่างๆ ในพื้นที่เหมือง

พืช	ผลผลิต (ตันต่อเฮกตาร์)
ผักบุ้ง ( <i>Ipomoea aquatica</i> ) <sup>A</sup>	31.5
ถั่วฝักยาว ( <i>Vigna sesquipedalis</i> ) <sup>A</sup>	6.2
มันเทศ ( <i>Ipomoea batatas</i> ) <sup>B</sup>	11-24
หัวไชเท้า ( <i>Pachyrhizus erosus</i> ) <sup>B</sup>	25

<sup>A</sup>Sharifudin et al., 1995; <sup>B</sup>Tan et al., 2007

#### เอกสารอ้างอิง

Ang LH, Ho WM (2002) Afforestation of Tin Tailings in Malaysia. Paper presented in 12th International Soil Conservation Organisation Conference, Beijing.

Sharifudin HAH, Shahbuddin MF, Anuar AR, Samy J (1995) Research on Nature Farming Systems in Malaysia: Application of EM Technology. 4th International Conference on Kyusei Nature Farming, June 1995. Paris, France.

Tan SL, Abdul Aziz AM, Zaharah A, Salma O, Khatijah I (2007) Selection of Sweet Potato Clones with High  $\beta$ -Carotene for Processing of Nutritious Food Products. J. Trop. Agric and Fd. Sc. 35, 213-220.

## 4.4 การจัดการข้อจำกัดของดิน

### 4.4.1 ความเป็นกรด

ใช้ปูน ( $\text{CaCO}_3$ ) หรือโดโลไมต์ ( $\text{CaMgCO}_3$ ) อัตราการใส่ขึ้นอยู่กับความลึกของดินที่ต้องการปรับปรุง เนื่องจากการต้องใช้ปริมาณของดินที่ต้องการปรับปรุงมาใช้ในการคำนวณ นอกจากนี้ต้องอาศัยข้อมูลพื้นที่และข้อมูลเฉพาะของผลผลิต เพื่อให้สามารถคำนวณอัตราการใส่วัสดุปูนที่เหมาะสม

- ค่าพีเอชของดินเป้าหมาย – ยิ่งมีความแตกต่างระหว่างค่าพีเอชของดินที่ไม่ได้รับการปรับปรุงและค่าพีเอชของดินที่ได้รับการปรับปรุงมากเท่าใด ยิ่งต้องใช้ปริมาณของวัสดุปูนมากเท่านั้น
- ความสามารถในการต่อต้านการเปลี่ยนแปลงพีเอชของดิน ดินที่มีเนื้อดินเป็นดินเหนียวมีความสามารถในการบัฟเฟอร์ความเป็นกรด – ต่างสูงกว่าดินที่มีเนื้อดินเป็นดินทรายและจำเป็นต้องมีการปรับปรุงมากกว่าเพื่อเพิ่มพีเอชของดิน 1 หน่วย (เช่น การต่อต้านการเปลี่ยนแปลงพีเอชของดิน คือ  $\text{kmol}(\text{OH}^-) / \text{kg soil} / \text{pH unit}$ )
- ค่าความสามารถทำให้เป็นกลางของวัสดุปูน ปูน/โดโลไมต์
- ขนาดของอนุภาคของวัสดุปูนที่ใช้ การผสมของปูน/โดโลไมต์ที่มีคุณภาพสูงในอัตราสูงที่ระดับดินลึกจะเพิ่มอัตราการทำให้เป็นกลาง และปรับปรุงดินในปริมาณที่เพียงพอในโซนรากพืช
- ตรวจสอบค่าพีเอชของดินในพื้นที่รากพืชอย่างสม่ำเสมอเพื่อเตือนภัยล่วงหน้าเกี่ยวกับการพัฒนาความเป็นกรดของชั้นดินล่าง
- การใช้ปูนในอัตราที่สูงอาจทำให้ขาดเหล็ก ทองแดง และสังกะสี ถ้าพีเอชของดินเพิ่มขึ้นสูงกว่า 6.5
- ลดเคลื่อนย้ายซากพืชออกจากพื้นที่
- ลดการชะล้างไนเตรด
- ลดการใช้ปุ๋ยในรูปที่เป็นกรด

รูปที่ 11 การใช้ปูนในการปรับปรุงพีเอชของดินพรวุในประเทศมาเลเซีย



#### 4.4.2 ปริมาณโซเดียมสัมพัทธ์

การมีโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้และโซเดียมในสารละลายในปริมาณที่มากเกินไปจำเป็นต้องมีการจัดการดังนี้

- การใส่แคลเซียมในรูปที่ละลายน้ำได้ เช่น ยิปซัม อัตราส่วนของแคลเซียมที่ใช้สามารถคำนวณได้จากความแตกต่างระหว่างอัตราร้อยละโซเดียมแลกเปลี่ยนได้ปัจจุบันและอัตราร้อยละโซเดียมแลกเปลี่ยนได้เป้าหมายของดินที่ต้องการปรับปรุง
- การขังน้ำจืดเพื่อไล่โซเดียมโดยการชะล้าง

#### 4.4.3 ความเค็ม

การจัดการดินเค็มควรปฏิบัติดังนี้

- การชะล้างเกลือที่ละลายน้ำได้ออกจากโซนรากพืช
- การแทนที่โซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ด้วยแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้โดยการใส่ยิปซัม
- การรักษาผิวดินโดยการคลุมดินเพื่อลดการระเหยของน้ำและจำกัดการเคลื่อนที่ของน้ำใต้ดินที่มีเกลือจากส่วนล่างของหน้าตัดดินสู่ดินบนในแนวตั้ง
- ในพื้นที่ลุ่ม มีการปรับระดับของพื้นที่เพื่อลดการขังน้ำ

#### 4.4.4 การกักเก็บธาตุอาหารต่ำ

การกักเก็บธาตุอาหารพืชแคตไอออนสามารถเพิ่มได้โดย

- การใส่วัสดุที่มีค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนที่สูง ได้แก่ แร่ดินเหนียวที่มีกิจกรรมสูง (เช่น เบนโทไนต์) และอินทรีย์วัตถุ
- การใส่ปุ๋ยเพื่อเพิ่มความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนในประจุเปลี่ยนแปลง (Variable charge) ของดินที่มีเหล็กและอะลูมิเนียม เซสควิออกไซด์ (เช่น Ferrosols) และอะลูมิเนียมที่ active (เช่น Andosols) ทั้งนี้การเพิ่มความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนที่เพิ่มขึ้นนี้จะเกิดขึ้นเมื่อพีเอชของดินสูงขึ้นเท่านั้น
- การแบ่งใส่ปุ๋ยที่มี ไนโตรเจน โปแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมที่ละลายได้ เพื่อลดความเสี่ยงของการชะล้างแคตไอออน เนื่องจากดินมีความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนต่ำ
- หลีกเลี่ยงการให้น้ำชลประทานที่มากเกินไปเพื่อลดความเสี่ยงของการชะล้างธาตุอาหาร

#### 4.4.5 การตรึงฟอสฟอรัสสูง

การจัดการดินที่มีการตรึงฟอสฟอรัสสูง (ได้แก่ Ferralsols และ Andosols) มีดังนี้

- การปลูกพืชที่ต้องการฟอสฟอรัสต่ำ
- การใช้ปุ๋ยฟอสเฟตที่ละลายน้ำได้ในอัตราต่ำ ทำการใส่ปุ๋ยโดยการโรยเป็นแถวขนานกับแถวของพืชเพื่อลดการสัมผัสของดินกับปุ๋ยจึงลดการสูญเสียฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์จากการตรึงของดิน
- การใส่ปุ๋ยเริ่มจากการหว่านปุ๋ยฟอสเฟตในอัตราต่ำ ร่วมกับการใส่ปุ๋ยโดยการโรยเป็นแถวขนานกับแถวของพืชเพื่อส่งเสริมให้การกระจายตัวของรากพืชสม่ำเสมอมากขึ้น

- ใช้ปุ๋ยผสมระหว่างปุ๋ยแคลเซียมเมตาฟอสเฟต (Citrate-soluble P fertilizer) และหินฟอสเฟตเพื่อให้ฟอสฟอรัสตกค้างและเป็นประโยชน์ในดินได้หลายปี
- การทดสอบฟอสฟอรัสในดินอย่างสม่ำเสมอ ทั้งนี้อัตราการใช้ปุ๋ยฟอสเฟตจะลดลงเมื่อระดับฟอสฟอรัสในดินเพิ่มสูงขึ้น

#### 4.4.6 การขังน้ำ

- การระบายน้ำออกเป็นสิ่งที่จำเป็น แต่ในทางปฏิบัติอาจเป็นไปได้หากดินเกิดขึ้นในบริเวณที่ลุ่มต่ำหรือพื้นที่ที่เป็นแอ่งเนื่องจากข้อจำกัดเรื่องทางระบายน้ำ
- การปลูกพืชเป็นแถวบนคันดินเพื่อปรับปรุงการระบายน้ำในบริเวณราก เป็นการลดการสูญเสียไนโตรเจนโดยกระบวนการดีไนตริฟิเคชัน
- การแบ่งใส่ปุ๋ยไนโตรเจนให้ตรงกับความต้องการของพืช จะช่วยลดความเข้มข้นของไนเตรตที่มีอยู่ในดินในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่งและช่วยลดการสูญเสียไนโตรเจนโดยกระบวนการดีไนตริฟิเคชันและการไหลบ่า

#### 4.4.7 ความจุความชื้นที่เป็นประโยชน์ต่ำ

- การใส่วัสดุที่มีอนุภาคขนาดดินเหนียวเพื่อเพิ่มความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน เกษตรกรในประเทศไทยและสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาวใช้วัสดุดินจอมปลวกและตะกอนที่มีอินทรีย์วัตถุสูงจากก้นบ่อและทางน้ำไหลมาเป็นวัสดุปรับปรุงดินเพื่อเพิ่มความสามารถในการอุ้มน้ำของดินและเป็นแหล่งของธาตุอาหาร
- เบนโทไนต์ถูกใช้เป็นวัสดุปรับปรุงดินเพื่อเพิ่มความสามารถในการอุ้มน้ำและความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนของดินทรายจัดในประเทศไทยแต่ทำให้ต้นทุนการผลิตสูงขึ้น
- การคลุมผิวดินด้วยซากอินทรีย์วัตถุเพื่อลดการระเหยของน้ำในดินและช่วยเพิ่มความสามารถในการแทรกซึมน้ำของดิน
- การใช้พืชบางชนิด เช่น หญ้าแฝกปลูกสำหรับคันดินรับน้ำ ชั้นบันได การกระจายของระบบรากหญ้าแฝกในทางลึกเพื่อเข้าถึงความชื้นในดินที่ระดับลึก โดยหญ้าแฝกจะทำหน้าที่เป็นวัสดุคลุมดินที่มีชีวิต ทั้งนี้หญ้าแฝกจะไม่แข่งขันกับพืชชนิดอื่นเนื่องจากพืชชนิดอื่นใช้ความชื้นของดินบน
- ใช้ชลประทานเป็นแบบระบบน้ำหยดเพื่อรักษาความชื้นในดินให้มีประสิทธิภาพสูงสุด
- ปลูกพืชทนแล้ง

#### 4.4.8 การเกิดแผ่นแข็งเมื่อแห้ง/ การฟุ้งกระจาย

การลดความเสี่ยงของการเกิดแผ่นแข็งเมื่อแห้ง มีดังนี้

- การรักษาความชื้นของหน้าดินและป้องกันการกระแทกของเม็ดฝนโดยการคลุมหน้าดิน
- จำกัดควบคุมแนวล้อวิ่งของแทรกเตอร์และเครื่องจักรกล และการไถพรวน โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อดินเปียกมากกว่าความชื้นในมวลดินขณะที่เปลี่ยนสถานภาพจากพลาสติกเป็นกิ่งของแข็ง

#### 4.4.9 การบดอัด

- ปรับปรุงการระบายน้ำและการถ่ายเทอากาศของดินโดยการไถพรวนด้วยเครื่องระเบิดดินดาน เครื่องย่อยดินล่าง หรือผานไถลั่ว

- ไถพรวนเมื่อดินมีความชื้นต่ำกว่าความชื้นในมวลดินขณะที่เปลี่ยนสภาพจากพลาสติกเป็นกิ่งของแข็ง
- ใช้การปฏิบัติจัดการดิน เช่น ลดการไถพรวน ควบคุมแนวล้อวิ่งของแทรกเตอร์และเครื่องจักรกล และแปลงถาวร
- การปลูกพืชที่มีระบบรากลึก เช่น หญ้าแฝก เป็นการแก้ไขการบดอัดทางชีวภาพ โดยรากจะแทงทะลุชั้นที่อัดแน่นและทำให้ดินแห้ง และช่วยทำให้ดินแตก

#### 4.4.10 ความอ่อนไหวต่อการกร่อน

ความเสี่ยงของการกร่อนของพื้นที่สูงลาดชันสามารถลดลงได้ตามแนวทางการจัดการที่ดินดังต่อไปนี้

- การทำคูรับน้ำขอบเขาตามแนวระดับร่วมกับการปลูกไม้ผลบนขั้นบันได

**รูปที่ 12** คูรับน้ำขอบเขาตามแนวระดับร่วมกับการปลูกไม้ผลบนพื้นที่ลาดชันใน  
สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว



- การปลูกพืชเป็นแถบสลับไปบนแนวระดับ

**รูปที่ 13** การปลูกพืชเป็นแถบสลับไปบนแนวระดับของข้าวไร่กับพืชตระกูลถั่วเป็นแนวพุ่มใน  
สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว



วนเกษตรกรรมตามแนวระดับร่วมกับการปลูกพืชเพื่อป้องกันดินจากการกระแทกของเม็ดฝน และการรักษาเสถียรภาพของดินต่อการกร่อน

รูปที่ 14 วนเกษตรกรรมบนพื้นที่ลาดชันในสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว



คันดินรับน้ำตามแนวระดับกับการปลูกพืชเป็นแนวรั้ว (Aung และ Yi, 2006) คันดินรับน้ำสามารถดักการไหลบ่าในช่องของดินที่ใช้ในการเพาะปลูกได้อย่างชั่วคราว เป็นการป้องกันการไหลบ่าอย่างรวดเร็วในเวลาที่ฝนตกหนักและทำให้น้ำแทรกซึมผ่านลงภายในดิน เป็นการเติมน้ำใต้ดินเพื่อให้น้ำไหลลงสู่ลำน้ำและพื้นที่ใกล้เคียง ในเขตแห้งแล้งของสาธารณรัฐแห่งสหภาพเมียนมาร์ คันดินรับน้ำตามแนวระดับจะทำโดยรอบพื้นที่ที่มีผลผลิตต่ำ ดินตื้น และอัตราการแทรกซึมน้ำต่ำ พื้นที่ที่มีความลาดเอียงระหว่าง 1 - 5 เปอร์เซ็นต์ การดัดแปลงเทคนิคของคันดินรับน้ำ คือการสร้างคันดินรับน้ำด้วยหิน ในพื้นที่ที่มีหินมากกว่า 15 เปอร์เซ็นต์ ที่ระดับดินลึก 50-100 เซนติเมตร คันดินรับน้ำนี้เป็นโครงสร้างกึ่งถาวรใช้เพื่อลดความเร็วของการไหลบ่า ทั้งนี้คันดินรับน้ำควรมีความเสถียร มีพืชคลุมดิน มีไม้ยืนต้นและไม้พุ่ม

## รูปที่ 15 การทำคันดินรับน้ำตามแนวระดับร่วมกับการปลูกหญ้าแฝกบนพื้นที่ลาดชันในประเทศไทย



- ฝายดักตะกอนดิน (Sediment storage dams, SS) ในพื้นที่สูงสำหรับการลดการกร่อนแบบร่องธาร ฝายดินขนาดเล็กที่มีความเสถียร มีการสร้างทางระบายน้ำล้นผ่านร่องธารขนาดใหญ่หรือขนาดกลาง ฝายนี้สร้างขึ้นมาเพื่อดักตะกอน รวบรวมน้ำ ผันน้ำและการไหลล้นของน้ำที่ไหลป่ามากเกินไป ที่ว่างข้างหลังฝายดักตะกอนดินได้รับการเปลี่ยนเป็นพื้นที่ที่มีความอุดมสมบูรณ์ดินและพื้นที่ที่มีผลผลิตสูงอย่างรวดเร็ว ในหลายกรณีใช้พื้นที่นี้เป็นนาข้าว เกษตรกรสามารถเร่งการสะสมตะกอนของฝายดักตะกอนโดยการปรับขอบฝายและปรับระดับดิน
- การปลูกตะไคร้ร่วมกับหญ้าแฝก

บทสรุปของความสำเร็จของ ASIALAND Network เกี่ยวกับการจัดการพื้นที่ลาดชัน Armada and Correa (2003) ระบุว่า เทคโนโลยีการอนุรักษ์ดินที่ได้รับการตรวจสอบโดยประเทศที่เป็นสมาชิกของเครือข่ายว่ามีประสิทธิภาพในการจัดการพื้นที่ลาดชันประกอบด้วย

- การปลูกพืชสลับแนวโดยใช้ไม้พุ่มตระกูลถั่ว *Tephrosia candida* และ *Coronilla varia* เป็นพืชที่ใช้ทำแนวรั้วพุ่ม คุ้รับน้ำขอบเขาและวนเกษตรใช้ไม้ยูคาลิปตัส (สาธารณรัฐประชาชนจีน)
- การปลูกพืชสลับแนวโดยใช้ไม้พุ่ม *Flemingia congesta* การปลูกพืชคลุมดินโดยใช้ *Mucuna munaneae* การจัดการซากพืช (สาธารณรัฐอินโดนีเซีย)
- การทำวนเกษตรโดยใช้ไม้สัก การปลูกพืชสลับเป็นแถบโดยการปลูกข้าวไร่และถั่วเหลือง การปลูกพืชสลับแนวโดยใช้หญ้าแฝกและมะม่วงเป็นพืชที่ใช้ทำแนวรั้วพุ่มและคุ้รับน้ำขอบเขา (สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว)

- การปลูกถั่วคลุมดิน การปลูกพืชแซมยางพารากับพืชปีเดียวและพืชยืนต้น (ประเทศมาเลเซีย) การปลูกพืชสลับแนว แคนฝรั่ง หญ้าเนเปียร์ กัญชง ละมุด และมะม่วงหิมพานต์ เป็นพืชที่ใช้ทำแนวรั้วพุ่ม (สาธารณรัฐฟิลิปปินส์)
- การปลูกพืชสลับแนวโดยใช้ ถั่วแระ กระถิน หญ้ารูซี่ หญ้าบาเฮีย กาแฟ เป็นพืชที่ใช้ทำแนวรั้วพุ่ม คุรับน้ำ ขอบเขา วนเกษตร ร่วมกับ กาแฟ และมะม่วง (ประเทศไทย)
- การปลูกพืชสลับแนวโดยการไ้ไม้พุ่มตระกูลถั่ว *Tephrosia candida* การใช้ต้นอาเคเซีย และสับปะรด เป็นพืชที่ใช้ทำแนวรั้วพุ่ม (สาธารณรัฐสังคมนิยมเวียดนาม)



#### 4.4.11 กรณีศึกษาในภูมิภาคอาเซียน

##### การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการทำการเกษตรบนพื้นที่ลาดชัน

##### Sloping Agricultural Land Technology (SALT) ของสาธารณรัฐแห่งสหภาพเมียนมาร์

**ความหมายและขอบเขต** – ‘Sloping Agricultural Land Technology’ (SALT) เป็นวิธีการที่ใช้การปลูกพืชแนวขวางทางลาดชัน ป้องกันการชะล้างและการปลูกพืชแซมเพื่อปรับปรุงคุณภาพของพื้นที่ลาดชันที่ใช้ทำการเกษตรและเพิ่มผลผลิตโดยก่อให้เกิดการก่อกองดินน้อยที่สุดและเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ดิน ความสำเร็จนี้เกิดจากการนำเอาวิธีการปฏิบัติทางการเกษตรที่เฉพาะ เป็นระบบที่ใช้ต้นทุนต่ำสำหรับเกษตรกรในพื้นที่สูงที่มีฐานะยากจนที่มีต้นทุนจำกัด มีอุปกรณ์และความรู้ทางด้านเทคโนโลยีทางการเกษตรขั้นสูงไม่มากนัก (Watson and Laquihon, 1985) เทคโนโลยีนี้สามารถเพิ่มรายได้ของเกษตรกรในพื้นที่สูงได้

**รายละเอียดของเทคนิค** – ขั้นตอนต่อไปนี้เป็นสำหรับการใช้เทคนิค SALT

- (1) การทำกรอบ รูปอักษร A หรือ เอเฟรม (A-Frame)– ใช้สำหรับการจัดวางเส้นชั้นความสูงขวางความลาดชัน นำเสาไม้หรือไม้ไผ่ยาวสองท่อนยาวประมาณ 1 เมตรจะตอกเป็นกรอบรูปร่างของอักษรเอใหญ่ ไม้อีกท่อนหนึ่งมีความยาวครึ่งเมตรผูกขวางกรอบโดยผูกในระดับตรงกลางของกากบาท
- (2) การกำหนดเส้นชั้นความสูง – เพื่อป้องกันการกร่อนของดิน การกำหนดเส้นชั้นความสูงตามความลาดชันจำเป็นต้องมีความแม่นยำ โดยทำการกำหนดจุดทำเครื่องหมายโดยการปักเสา ขาซ้ายของกรอบ A จะถูกวางไว้ใกล้กับเสา ขาขวาถูกเหียงจนถึงระดับที่กากบาทไว้ในแนวราบ เสาอื่นถูกทำเครื่องหมายที่จุดที่ขาขวาอยู่ ทำซ้ำขั้นตอนที่ระดับเดียวกันจนกระทั่งเส้นชั้นความสูงที่วางไว้เสร็จเรียบร้อย ระยะทางระหว่างเส้นชั้นความสูงที่ทำเครื่องหมายไว้และเส้นชั้นความสูงถัดไปขึ้นอยู่กับความชันของความลาดชัน โดยทั่วไประยะระหว่างเส้นชั้นความสูง คือ 2 - 5 เมตร
- (3) การเตรียมพื้นที่ตามเส้นชั้นความสูง – หลังจากกำหนดเส้นชั้นความสูงบนความลาดชัน เริ่มการเตรียมพื้นที่ แถบที่มีความกว้างหนึ่งเมตรถูกไถพรวนและคราดตามเส้นชั้นความสูง โดยใช้เสาคือเป็นแนวทาง
- (4) การปลูกไม้พุ่มหรือต้นไม้ที่ตรึงไนโตรเจน – ทำร่องดินสองร่องกว้าง 0.5 เมตร นอกเหนือจากแถบตามแนวระดับที่ใช้ปลูกพืช เมล็ดพันธุ์พืชที่เหมาะสมต่อการตรึงไนโตรเจนที่ปลูกในร่องดินต้องมีความหนาแน่นของพืชสูง
- (5) การปลูกพืชยืนต้น – พืชยืนต้นสามารถปลูกได้ในเวลาเดียวกันกับการหว่านพืชที่สามารถตรึงไนโตรเจนได้ โดยจะปลูกพืชยืนต้นในทุกหนึ่งในสี่ของเส้นชั้นความสูง พืชยืนต้น ได้แก่ กล้วย โกโก้ ส้ม และกาแฟ ซึ่งเป็นพืชที่เหมาะสมกับเทคโนโลยีการทำการเกษตรบนพื้นที่ลาดชัน (SALT)
- (6) การปลูกพืชระยะสั้น – การปลูกพืชระยะสั้นเป็นการปลูกพืชระหว่างแถบของพืชยืนต้น พืชระยะสั้นที่เหมาะสม ได้แก่ ข้าวโพด ขิง ถั่ว แตงโม สับปะรด ข้าว ข้าวฟ่าง และพืชผัก
- (7) การตัดแต่งกิ่งไม้ยืนต้นที่ตรึงไนโตรเจน – ทุกเดือนต้นไม้ที่ตรึงไนโตรเจนจะถูกตัดให้มีความสูงที่ระดับความสูงหนึ่งเมตรจากพื้นดิน ใบและกิ่งที่ถูกตัดจะกระจายอยู่ที่โคนของพืช กลายเป็นแหล่งของการนำเข้าวัสดุอินทรีย์ ลดปริมาณปุ๋ยเคมี ลดความเสี่ยงของการกร่อนดิน กิ่งก้านซากพืช หินที่ถูกกองไว้บริเวณโคนของต้นไม้ที่ตรึงไนโตรเจนจะนำไปสู่การพัฒนาของชั้นดินดีสี่เหลี่ยมธรรมชาติหลังจากนั้นสองสามปี

- (8) การปลูกพืชหมุนเวียน – ควรปลูกพืชระยะสั้นควรจะหมุนเวียนเพื่อรักษาผลผลิตพืชและความอุดมสมบูรณ์ของดิน พืช ได้แก่ ข้าว ข้าวสาลี ข้าวโพด มันฝรั่ง และมันสำปะหลัง สามารถหมุนเวียนกับพืชตระกูลถั่ว เช่น ถั่วลิสง และ ถั่วพัสล

รูปที่ 16 แนวรั้วของสับปะรดบนพื้นที่ลาดชันในสาธารณรัฐสังคมนิยมเวียดนาม



**การพัฒนาเทคนิค SALT** – เนื่องจากประสบความสำเร็จในพื้นที่สูง เทคนิค SALT จึงถูกปรับเปลี่ยนเป็นเทคโนโลยีนวัตกรรม 3 แบบ (Watson and Laquihon, 1985)

- เทคโนโลยีปศุสัตว์แบบง่าย (SALT-2) เป็นระบบการผลิตปศุสัตว์ขนาดเล็กที่มีการใช้ที่ดินสำหรับการเกษตร 40 เปอร์เซ็นต์ 40 เปอร์เซ็นต์สำหรับปศุสัตว์ และ 20 เปอร์เซ็นต์ สำหรับป่าไม้
- เทคโนโลยีเกษตรป่าไม้อย่างยั่งยืน (SALT-3) เป็นเทคโนโลยีการปลูกป่าขนาดเล็กที่มีพื้นที่เพาะปลูกของการเกษตร 40 เปอร์เซ็นต์ และ 60 เปอร์เซ็นต์ ของป่าไม้
- เทคโนโลยีการปลูกไม้ผลขนาดเล็ก (SALT-4) เป็นระบบปลูกพืชบนพื้นที่ลาดชันที่มีพื้นที่ปลูกผลไม้ 75 เปอร์เซ็นต์ และพื้นที่เพาะปลูกพืชอาหาร 25 เปอร์เซ็นต์

**ผลกระทบ** – เทคนิค SALT สามารถลดการสูญเสียดิน ลดปริมาณการใช้ปุ๋ยเคมี และเพิ่มผลผลิตพืช งานศึกษาวิจัยของ Laquihon et al. (1994) ได้รายงานไว้ว่า ระบบ SALT สามารถลดการกร่อนดินประมาณ 5 - 8 เท่า เมื่อเปรียบเทียบกับระบบ non-SALT อัตราการสูญเสียดินแต่ละปีจากระบบนี้มีประมาณ 3.4 ตันต่อเฮกตาร์ต่อปี (Laquihon et al, 1994) ในขณะที่อัตราการสูญเสียดินในเขตร้อนโดยทั่วไป คือ 10 - 12 ตันต่อเฮกตาร์ต่อปี (Palmer, 1991) การศึกษาทางเศรษฐกิจเป็นเวลาสิบปีในสาธารณรัฐฟิลิปปินส์ระบุว่าเกษตรกรสามารถมีรายได้เพิ่มขึ้นอย่างเป็นล่ำเป็นสันเมื่อใช้ระบบ SALT นอกจากนี้จากการสนทนากับเกษตรกรในพื้นที่สูงในสาธารณรัฐ

แห่งสหภาพเมียนมาร์ชี้ให้เห็นว่าการใช้ระบบ SALT ส่งผลกระทบต่อความชื้นในดิน การซึมผ่าน และการกักเก็บน้ำในแปลง

**ข้อจำกัด** – ระบบ SALT มีความจำเป็นต้องตัดและรักษาแนวรั้ว จึงต้องใช้แรงงานมากกว่าระบบการเกษตรแบบดั้งเดิม ความต้องการแรงงานทั้งหมดเพิ่มขึ้นระหว่าง 64 - 90 เปอร์เซ็นต์ สำหรับข้าวไร่ และข้าวโพด (Grrity, 1999)

**โดยสรุป** เนื่องจากวิธีการนี้มีต้นทุนแรงงานที่สูง เกษตรกรส่วนใหญ่ไม่นิยมที่จะนำเทคนิค SALT มาใช้ในแปลงของตน นอกจากนี้เกษตรกรยังระวังผลกระทบเชิงลบที่อาจเกิดขึ้นกับผลผลิตพืชที่เกิดจากเงาของพืชยืนต้นที่บังพืชระยะสั้น เพื่อส่งเสริมให้เกษตรกรมีการใช้เทคนิค SALT ต้องมีการพิสูจน์ให้เห็นว่าเทคนิค SALT สามารถทำกำไรได้โดยใช้แปลงสาธิตในแปลงของเกษตรกร และควรมีการสร้างแรงจูงใจ เช่น การจัดหาเมล็ดพันธุ์ที่ปรับปรุงใหม่ และความต้องการปุ๋ยเริ่มต้น

### เอกสารอ้างอิง

Grrity DP (1999). Contour farming based on natural vegetative strips: explaining the scope for increased food crop production on sloping lands in Asia. *Environment, Development and Sustainability* 1, 323-336.

Laquihon WA, Pagbilao MV, Gutteridge RC, Shelton HM (1994). Sloping Agricultural Land Technology (SALT) in the Philippines. In *Forage Legumes in Tropical Agriculture*, edited by Gutteridge RC, Shelton HM. CAB International Wallingford UK, pp 366-373.

Palmer JJ (1991) The Sloping Agricultural Land Technology (SALT) Experience. Paper presented at The Sloping Agricultural Land Technology (SALT) Workshop, Xavier Institute of Management, Bhubaneswar, Orissa, India.

Watson HR, Laquihon WA (1985) Sloping Agricultural Land Technology (SALT) as developed by the Mindanao Baptist Rural Life Center. Paper presented at the Workshop on Site Protection and Amelioration, Institute of Forest Conservation of the University of the Philippines, Los Banos, Philippines.

## 5. การปฏิบัติที่ดีในการจัดการธาตุอาหาร Good Nutrient Management Practices (GNMP)

### 5.1 การจัดการธาตุอาหารพืชแบบผสมผสาน

การจัดการธาตุอาหารแบบผสมผสานเป็นการใช้สมดุลของรูปอินทรีย์และอนินทรีย์ของธาตุอาหารเพื่อให้ธาตุอาหารสอดคล้องกับความต้องการของพืช แหล่งของธาตุอาหารพืชทั้งหมดถูกนำมาใช้ ได้แก่ ซากพืช ปุ๋ยพืชสด มูลสัตว์ ปุ๋ยหมัก และปุ๋ยที่ผลิตได้ นอกจากจะให้ธาตุอาหารแล้ว อินทรีย์วัตถุยังอาจมีผลต่อโครงสร้างดิน และความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน สมบัติทางเคมีของดิน เช่น ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน และกิจกรรมของจุลินทรีย์ดิน การจัดการธาตุอาหารพืชแบบผสมผสานสนับสนุนระบบเกษตรชาวนาลาดด้านภูมิอากาศ ประกอบด้วย ความยืดหยุ่น ระบบการปลูกพืชที่หลากหลายและมีการปรับตัว มีการใช้ระบบการปลูกพืชหลายระบบในภูมิภาคอาเซียนและระบบเหล่านี้จะกำหนดวิธีปฏิบัติในการจัดการธาตุอาหารแบบผสมผสานที่เหมาะสมกับพืชที่ปลูกและฤดูกาลที่ปลูกที่แตกต่างกัน

- การปลูกพืชสลับเป็นแถบ คือ การปลูกพืชต่างชนิดกันเป็นแถวสลับกันบนเส้นชั้นความสูงเพื่อลดความเสี่ยงของการกร่อนดิน ในสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว ข้าวโพด หรือข้าวไร่ หรือลูกเดือยถูกปลูกเป็นแถวกับถั่วหรือถั่วลิสง
- การปลูกพืชแซม คือ การปลูกพืชสองชนิดหรือมากกว่าในฤดูปลูกพืช (Ghosh et al., 2006) ระบบการปลูกพืชนี้มีส่วนช่วยในการสร้างความหลากหลายทางชีวภาพและความมั่นคงของระบบนิเวศ (Zhang and Li, 2006) จึงช่วยปรับปรุงความยืดหยุ่นของพืชต่อศัตรูพืชและโรคเฉพาะถิ่น (Zinsou et al., 2005) ในพื้นที่ที่ความเครียดเนื่องจากสิ่งแวดล้อมเกิดขึ้นเป็นเรื่องปกติ การปลูกพืชแซมจะช่วยป้องกันความเสียหายจากการเพาะปลูกพืชหรือความผันผวนของราคาสินค้าในตลาด ซึ่งทำให้เกิดเสถียรภาพทางการเงินมากขึ้น (Lithourgidis et al., 2011) สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาวมีการปลูกพืชแซม โดยปลูกข้าวโพด หรือข้าวไร่ ร่วมกับหญ้ารัฐซี (*Brachiaria ruziziensis*) ประเทศมาเลเซียมีการปลูกปาล์มน้ำมันร่วมกับสับปะรด มะพร้าว และโกโก้ ในขณะที่สาธารณรัฐแห่งสหภาพเมียนมาร์ มีการปลูกถั่วมะแฮะ งา ฝ้าย ข้าวโพด ถั่วเขียว หรือถั่วลิสงในเขตแห้งแล้ง
- การเพาะปลูกต่อเนื่องหรือการปลูกพืชแบบสองครั้ง คือ การเพาะปลูกพืชครั้งที่สองก่อนการเก็บเกี่ยวพืชที่ปลูกครั้งแรก
- การปลูกพืชหมุนเวียน คือ การเพาะปลูกพืชที่แตกต่างกันอย่างต่อเนื่องตามลำดับที่กำหนดอย่างเฉพาะเจาะจง ซึ่งครอบคลุมฤดูปลูกพืชหลาย ๆ ฤดู ในสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว การปลูกพืชหมุนเวียนสามารถปลูกรอบ 2 ปี (ข้าวโพดปลูกโดยตรงกับซากถั่วฝัก) รอบ 3 ปี (ลูกเดือย/ ถั่วฝัก/ ข้าวไร่/ ข้าวโพด/ ถั่วเหลือง-ข้าวโอ๊ต/ ข้าวไร่) หรือรอบ 3-4 ปี (หญ้าสกุล *Brachiaria* spp. ปลูก 2 - 3 ปี ตามด้วยการปลูกข้าวไร่โดยตรง)
- ปุ๋ยพืชสดสามารถเพิ่มไนโตรเจนในดินและธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์อื่น ๆ ตัวอย่างเช่น ในสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว โสนอัฟริกัน *Sesbania rostrata* และ *Aeschynomene afraspera* ถูกใช้เป็นปุ๋ยพืชสดสำหรับระบบการปลูกข้าวนาปี หรือข้าวนาปีน้ำฝน (Liquist and Sengxua, 2001)

ระบบการปลูกพืชทั้งหมดเหล่านี้ให้การตอบสนองที่ยืดหยุ่นและปรับตัวต่อความแปรปรวนตามฤดูกาลและเงื่อนไขการตลาดและเป็นเหตุให้เกิดการตอบสนองในทางปฏิบัติต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

รูปที่ 17 การปลูกพืชแซม มะพร้าวและโกโก้ในประเทศมาเลเซีย



รูปที่ 18 ระบบการปลูกพืชสลับแนวในสาธารณรัฐอินโดนีเซีย การใช้แคฝรัง (*Gliricidia sepium*) ทำหน้าที่เป็นรั้ว



มีความเป็นไปได้ที่จะนำหลักการการทำเกษตรอินทรีย์ไปใช้กับระบบการปลูกพืชต่าง ๆ นี้โดยการใช้ปุ๋ยหมักและวัสดุปรับปรุงดินตามธรรมชาติ เช่น แร่โดโลไมต์ แร่ยิปซัม และหินฟอสเฟตเพื่อเป็นธาตุอาหาร ภายใต้มาตรฐานระบบเกษตรอินทรีย์ การจัดการศัตรูพืช โรคพืช และวัชพืช โดยการใช้มาตรการควบคุมทางชีวภาพ เช่น Trichodema เพื่อควบคุมโรค และกำจัดศัตรูพืช และวัชพืชโดยการใช้แรงงาน ฉลากสำหรับสินค้าเกษตรอินทรีย์ช่วยให้เข้าถึงตลาดเฉพาะของผู้บริโภค และแปลงเกษตรอินทรีย์หลายแห่งในสาธารณรัฐอินโดนีเซีย สาธารณรัฐฟิลิปปินส์ สาธารณรัฐสังคมนิยมเวียดนาม และประเทศไทยได้รับการรับรองตามมาตรฐานสากลของ สมาพันธ์เกษตรอินทรีย์นานาชาติ (International Federation of Organic Agriculture Movements – IFOAM) (Fif-IFOAM survey 2013 in Willer และ Lernoud, 2016)

เนื่องจากความต้องการอาหารของโลกเพิ่มขึ้น การเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรจึงเป็นเรื่องสำคัญทำให้มีการขยายพื้นที่เพาะปลูกไปยังดินที่มีข้อจำกัด ประเทศสิงคโปร์มีที่ดินที่พร้อมใช้งานเพื่อการเกษตรน้อยที่สุด แต่ได้แสดงให้เห็นถึงนวัตกรรมที่ตอบสนองต่อเมืองเพื่อตอบสนองอุปสงค์สีเขียว และการผลิตพืชที่ยั่งยืน ระบบสวนผักแนวตั้ง ประกอบด้วยหอสสูง 9 เมตร ได้หลังการระจกกลไกภายในสวนผักแห่งนี้ คือ ผักจะถูกปลูกบนวัสดุปลูกที่มีดินเป็นส่วนประกอบ มีระบบการหมุนเวียนน้ำตามแนวตั้งเพื่อให้ได้รับแสงส่องกันอย่างทั่วถึง พืชได้รับแสงแดด น้ำ และธาตุอาหารอย่างสม่ำเสมอ (Khim and Appanah, 2015) ในอนาคตระบบการเกษตรที่ควบคุมและป้องกันนี้จะเสริมการผลิตในแปลงมากขึ้น ความจำเป็นของระบบดังกล่าวเน้นถึงความต้องการที่สำคัญในการปกป้องผลผลิตและความยืดหยุ่นของทรัพยากรดินของโลก

### 5.1.1 ความต้องการธาตุอาหารของพืช

มีความแปรผันในความเข้มข้นของธาตุอาหารตามองค์ประกอบของพืชที่แตกต่างกันเพื่อตอบสนองความต้องการในการเผาผลาญภายในและเมื่อคุณด้วยน้ำหนักแห้งโดยทั่วไปของพืช ปริมาณธาตุอาหารที่ต้องการสำหรับผลผลิตแต่ละชนิดก็แตกต่างกันด้วย ปริมาณนี้ต้องได้รับจากดิน วัสดุปรับปรุงดิน และปุ๋ย และกำหนดให้เป็นขั้นตอนแรกในการใช้แนวทาง 'Nutrient budget' เพื่อกำหนดความต้องการธาตุอาหารของพืช ตารางที่ 12 แสดงให้เห็นถึงความต้องการธาตุอาหารของชีวมวลส่วนเหนือดิน (ต้นกล้า/ ลำต้น/ ใบ/ ผลไม้) ของพืชที่มีความสำคัญในภูมิภาคอาเซียน

**ตารางที่ 12** การดูดใช้ธาตุอาหารในชีวมวลส่วนเหนือดินและการเคลื่อนย้ายธาตุอาหารออกไปในส่วนของผลผลิตที่เก็บเกี่ยว (แหล่งข้อมูล Dierolf et al., 2001)

ชนิดพืช	ผลผลิต	ปริมาณผลผลิต (ตัน/ เฮกตาร์)	ชีวมวลส่วนเหนือดินทั้งหมด (กิโลกรัม/ เฮกตาร์)						การเคลื่อนย้ายธาตุอาหารออกไปในส่วนของผลผลิต ที่เก็บเกี่ยว (กิโลกรัม/ ตัน)					
			N	P	K	Ca	Mg	S	N	P	K	Ca	Mg	S
<b>ธัญพืช</b>														
ข้าวโพดลูกผสม	เมล็ด (LAO)	4.5	115	20	75	9	16	2	15.6 (9.5-35)	2.9 (2-5)	3.8 (3-6)	0.4 (0.3-0.6)	0.9	1.3
ข้าวปรับปรุงพันธุ์	เมล็ด (LAO)	4	90	13	108	11	10	4	15.0 (7.9)	2.8 (1.9)	3.8 (2.8)	0.3 (0.4)	1.0 (1.0)	0.8 (0.9)
<b>พืชหัว</b>														
มันสำปะหลัง	หัวมัน	20	95	15	91	50	15	10	1.7	0.5	2.5	0.4	0.2	0.2
<b>พืชตระกูลถั่ว</b>														
ถั่วลิสง	เมล็ด	2.5	150	13	71	64	21	20	32.0	3.2	4.8	1.6	1.6	1.2
งาA	เมล็ด (MYN)	(0.5)	(35)	(7)	(9)				(28.3)	(4.8)	(2.4)			
ถั่วเหลือง	เมล็ด	1.5	90	8	36	15	6	10	50.0	4.0	15.3	2.7	2.7	2.0
<b>ผัก</b>														
แตงกวา	ผล	15	45	7	58	15	6	5	1.7	0.2	1.7	0.3	0.2	0.1
<b>ไม้ผล</b>														
ทุเรียน	ผล	12	80	15	116	43	24	20	2.5	0.4	4.2	0.3	0.5	0.3
มะม่วง	ผล	10	80	9	83	57	36	10	3.0	0.4	3.3	0.7	0.4	0.2
<b>พืชเศรษฐกิจ</b>														
โกโก้	เมล็ด	1.5	140	15	158	114	48	10	20.0	4.7	11.3	1.3	2.7	1.3
กาแฟ	เมล็ด (VNM <sup>B</sup> )	1.5 (3.5)	120 (158)	17 (10)	149 (166)	57 (133)	30 (70)	20 (46)	26.7 (45.2)	2.7 (2.9)	28.0 (47.5)	3.3 (3.5)	3.3 (2.9)	4.0 (3.4)
<b>พืชที่ปลูกเพื่อการค้า</b>														
อ้อย	ลำ	85	110	26	141	57	36	30	1.1	0.2	1.1	0.2	0.3	0.2
<b>เครื่องเทศ</b>														
พริก	ฝัก	2.5	160	15	183	36	18	10	24.0	2.8	26.4	2.4	1.2	0.8
พริกไทย	พวง	2	180	13	133	29	12	15	30.0	2.5	21.0	2.0	1.0	1.0

<sup>A</sup>Yearly Plant Analysis Data Book (1995-2000), Soil and Plant Analysis Laboratory, Department of Agricultural Research, Yezin, Nay Pyi Taw, Myanmar; <sup>B</sup>Truong Hong, 2015; LAO = สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว; MYN = สาธารณรัฐแห่งสหภาพเมียนมาร์; VNM = สาธารณรัฐสังคมนิยมเวียดนาม

แหล่งธาตุอาหารที่มาจากดิน วัสดุปรับปรุงดิน และปุ๋ย เพียงพอต่อความต้องการธาตุอาหารของชีวมวลส่วนเหนือดิน (ยอด/ ต้น/ ใบ/ ผล) และใต้ดิน (ราก/ หัวปล้อง/ หัว) ของเป้าหมายของผลผลิตพืชที่เก็บเกี่ยว โดยไม่คำนึงถึงปริมาณธาตุอาหารที่ถูกเคลื่อนย้ายไปจากการเก็บเกี่ยว ทั้งนี้อย่างน้อยธาตุอาหารที่ให้กับดินต้องเท่ากับธาตุอาหารที่เคลื่อนย้ายไปกับผลผลิตที่เก็บเกี่ยว โดยสมมติว่าเกษตรกรเก็บซากพืชไว้ในพื้นที่และไม่เผาซากพืช

เนื่องจากพืชมีการแข่งขันด้านธาตุอาหารกับจุลินทรีย์ในดิน และความจริงที่ว่า การสูญเสียธาตุอาหารที่ไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้ เช่น การชะล้าง การไหลบ่า การปลดปล่อยก๊าซไนโตรเจน และการตรึงทางเคมี (ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในดินบางชนิด) ปัจจัยที่เกี่ยวข้องประสิทธิภาพของการดึงดูดปุ๋ยมาใช้ประโยชน์อย่างมีประสิทธิภาพ ถูกใช้ในการจัดการธาตุอาหารเฉพาะที่ (ดูหัวข้อ 5.2) เพื่อคำนวณค่าการนำเข้าธาตุอาหารตามการเคลื่อนย้ายผลผลิต Dobermann et al. (2002) รายงานว่า ประสิทธิภาพของการดึงดูดปุ๋ยมาใช้ประโยชน์อย่างมีประสิทธิภาพของระบบการปลูกข้าวในเอเชีย คือ 40-60 เปอร์เซ็นต์ ของไนโตรเจน 20-30 เปอร์เซ็นต์ ของฟอสฟอรัส และ 40-50 เปอร์เซ็นต์ ของโพแทสเซียม

### 5.1.2 เทคนิคการปฏิบัติเพื่อประเมินและตรวจสอบสถานะธาตุอาหาร

ในระบบการปลูกข้าว อากาศทางใบสามารถใช้เป็นตัวบ่งชี้ของการขาดหรือความเป็นพิษของธาตุอาหารต่าง ๆ ตัวอย่างเช่น ปลายใบที่มีสีเหลือง หมายถึง ความไม่สมดุลของธาตุอาหาร นอกจากนี้ การที่ใบไม้เปลี่ยนสีอย่างฉับพลันอาจเกิดจากการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อม หรือใบสัมผัสกับสารเคมีกำจัดวัชพืช ศัตรูพืช และโรคพืช หรือธาตุอาหารที่ไม่เพียงพอ (Lal and Stewart, 2015) ความเขียวของใบสามารถใช้เป็นตัวบ่งชี้ของสถานะของข้าว และแผ่นเทียบสีใบข้าวสามารถเป็นเครื่องมือในการวินิจฉัยสถานะของธาตุอาหารของข้าวที่ง่ายและไม่แพง ใบที่มีการขยายตัวสูงสุดด้านบนสุดจะถูกเลือกสำหรับการวัดสีของใบเพราะเป็นตัวบ่งชี้ของสถานะไนโตรเจนโดยรวมของพืชที่ดี (Fairhurst et al., 2007) วิธีการที่ใช้กันมานานสำหรับการประเมินสถานะธาตุอาหาร คือ การวิเคราะห์ใบของพืชฤดูเดียวและไม่ยืนต้น ตัวอย่างใบพืชที่ได้รับธาตุอาหารอย่างเพียงพอจากหลายพื้นที่ที่ได้ถูกวิเคราะห์ และผลจากการวิเคราะห์ถูกนำมาใช้เพื่อกำหนดระดับธาตุอาหารที่เพียงพอสำหรับการเพาะปลูก วิธีการนี้ใช้กับการปลูกข้าวมา พืชผัก และไม้ผลในบรูไนดารุสซาลามและประเทศไทย และผักบางชนิดในประเทศสิงคโปร์ **ตารางที่ 13**

**ตารางที่ 13** ระดับธาตุอาหารที่เพียงพอในใบของผักที่เลือกที่ได้จากวิธีการสำรวจ (แหล่งข้อมูล Arjunan and Varughese, 2010)

ธาตุอาหาร (เปอร์เซ็นต์)	วงศ์ผักกาด Bai cai ( <i>Brassica</i> spp.)	ผักกาดใบเขียว Xiao baicai	ผักขม Bayam ( <i>Amaranthus tricolor</i> )
ไนโตรเจน (N)	3.41	4.57	4.55
ฟอสฟอรัส (P)	0.63	0.61	0.74
โพแทสเซียม (K)	4.65	5.52	5.54
แคลเซียม (Ca)	0.85	1.81	1.73
แมกนีเซียม (Mg)	0.34	0.33	0.97



อย่างไรก็ตาม ระดับธาตุอาหารที่เพียงพอตามข้อมูลการสำรวจนั้น ไม่ใช่เป็นคำจำกัดความที่ถูกต้อง การสร้างค่าความเข้มข้นวิกฤตจำเป็นต้องมีการทดลองอัตราของธาตุอาหาร เพื่อกำหนดกราฟเส้นโค้งของความเข้มข้นของธาตุอาหารในเนื้อเยื่อพืชต่อการตอบสนองของผลผลิต โดยค่าความเข้มข้นวิกฤตสามารถใช้กำหนดค่าผลผลิตสูงสุด ค่าความเข้มข้นวิกฤตของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม และซัลเฟอร์ ได้รับการจัดทำเป็นตารางสำหรับเนื้อเยื่อพืชเฉพาะ โดยตัวอย่างพืชถูกสุ่มตัวอย่างในระยะของการพัฒนาในรอบปี (Dierolf et al., 2001)

## 5.2 การจัดการธาตุอาหารเฉพาะที่

แผนการจัดการธาตุอาหารสำหรับแปลงเกษตรกรจำเป็นต้องใช้ข้อมูลของอัตราธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการผลิตพืชเศรษฐกิจ ตามความต้องการธาตุอาหารพืชขั้นต่ำ เมื่อรู้ความต้องการธาตุอาหารแล้วจึงสามารถตัดสินใจจากแหล่งธาตุอาหารที่มีอยู่เพื่อตอบสนองความต้องการของพืช ระยะเวลา และวิธีการใส่ปุ๋ย ข้อมูลความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารจะเป็นตัวกำหนดความปราณีและความแม่นยำของแผนการจัดการธาตุอาหาร ตารางที่ 14 แสดงระดับของการนำเข้าข้อมูลต่าง ๆ ที่จำเป็นสำหรับการตัดสินใจในการจัดการธาตุอาหารในระดับแปลง

แพ็คเกจของการจัดการธาตุอาหารพืชที่มีความปราณีและความแม่นยำมากที่สุด คือ การจัดการธาตุอาหารเฉพาะที่ (Site-Specific Soil and Nutrient Management: SSNM) โดยSSNM เป็นแพ็คเกจเทคโนโลยีที่ปรับตัวเพื่อการใช้ประโยชน์ดินอย่างยั่งยืน สอดคล้องกับระบบการผลิตทางการเกษตรเพื่อให้เหมาะสมกับความต้องการของสภาพแปลงที่เฉพาะ (Fairhurst et al., 2007)

แพ็คเกจของเทคโนโลยีนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ

- ผลผสมผสานของการใช้ปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยอนินทรีย์เพื่อให้ได้พืชใช้ธาตุอาหารได้อย่างมีประสิทธิภาพตามแหล่งของธาตุอาหารท้องถิ่นที่มีอยู่และตามต้นทุน (เช่น การจัดการธาตุอาหารแบบผสมผสาน)
- ลดการสูญเสียธาตุอาหารออกนอกพื้นที่โดยการเก็บกักน้ำเพื่อนำมาใช้ประโยชน์ การควบคุมการกร่อน และการทำการเกษตรแบบอนุรักษ์
- ใช้กระบวนการตรึงไนโตรเจนเพื่อนำเข้าไนโตรเจนบางส่วน

เพื่อประโยชน์สูงสุดของ SSNM ควรมีการสนับสนุนการจัดการด้านการเกษตร ได้แก่ การใช้เมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพสูงความหนาแน่นของการปลูกพืชที่เหมาะสม การจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสาน และการจัดการพืชที่ดีสุดท้าย SSNM สามารถปรับตัวและปรับเปลี่ยนตามความต้องการของท้องถิ่นโดยใช้การมีส่วนร่วมของเกษตรกร

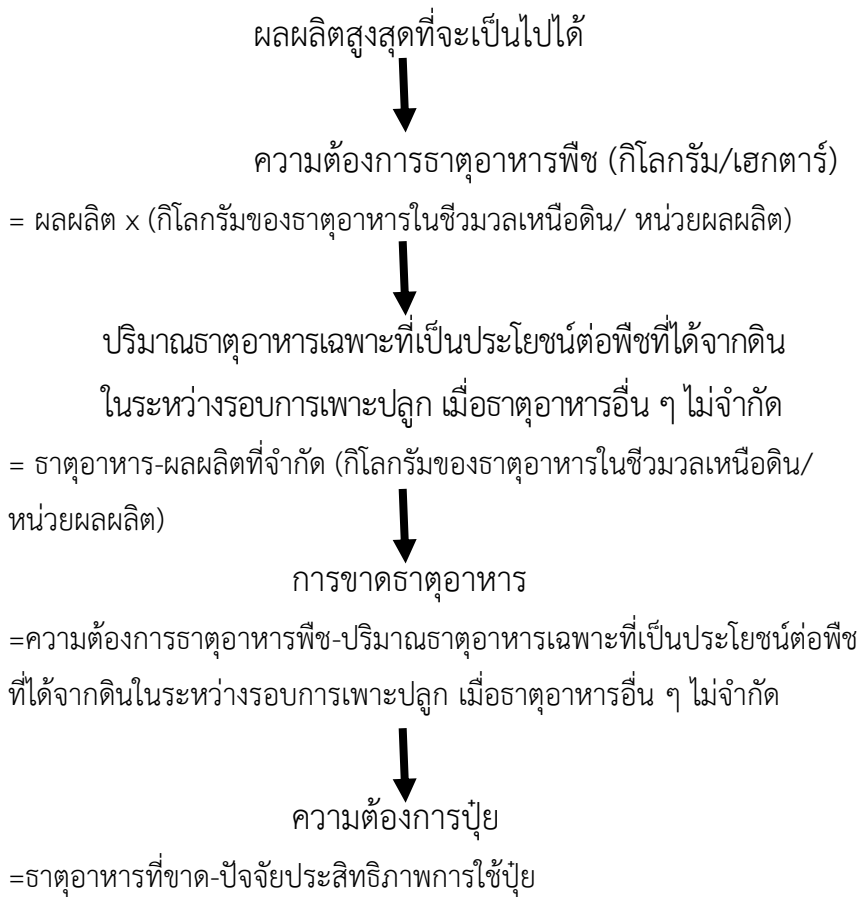
**ตารางที่ 14** การนำเข้าข้อมูลที่เป็นตามระดับต่างๆของการตัดสินใจ สำหรับการจัดการของ  
ไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) และ โพแทสเซียม (K)

เทคโนโลยีการ จัดการธาตุอาหาร	การนำเข้าข้อมูล	คำแนะนำ	ตัวอย่าง
ทั่วไป	-พืช	ความต้องการ N P K ทั่วไป	ผลไม้ ผัก ข้าวโพด (MYS)
ภูมิภาค	-พืช -นิเวศธรระดับภูมิภาค	ความต้องการ N P K ตามผลผลิตในระดับภูมิภาค โดยทั่วไป	ข้าวนา (BRN)
ภูมิภาคและชนิดดิน เฉพาะ	-พืช -นิเวศธรระดับภูมิภาค -ชนิดดิน/ เนื้อดิน	ความต้องการ N P K ตามผลผลิตในระดับภูมิภาค โดยทั่วไป และปรับตามชนิดดินหรือเนื้อดิน	ข้าวนา (LAO) แตงโม (MYS) ผักกินใบ (THA) มะม่วง (THA) ข้าวโพด (VNM) งาม (VNM)
เป้าหมายผลผลิตและ ดินเฉพาะ	-ผลผลิตพืชเป้าหมาย -ระดับความอุดมสมบูรณ์ดิน	ความต้องการ N P K ตามผลผลิตพืชเป้าหมาย และ ปรับตามระดับความอุดมสมบูรณ์ดินตามผลการ วิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการหรือชุดตรวจวิเคราะห์ดิน	ข้าวโพด (PHL) ไม้ผล (PHL)
ดินและพื้นที่เฉพาะ	-ช่องว่างของผลผลิตพืช -สถานะธาตุอาหารของพืช -การวิเคราะห์ความอุดม สมบูรณ์ดิน	ความต้องการ N ตามช่องว่างของผลผลิตในประเทศ และการประเมินแผ่นดินเสียข้าว (LCC) (N); ความต้องการ P K ตามช่องว่างของผลผลิตใน ประเทศ และผลการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการหรือ ชุดตรวจวิเคราะห์ดิน (P, K) ที่ได้รับการปรับเทียบ กับปุ๋ยที่ต้องการสำหรับผลผลิตเป้าหมาย	การประเมินแผ่นดินเสียข้าว (LCC): (MYN) ข้าว (VNM) ชุดตรวจวิเคราะห์ดิน: ข้าว (PHL) ข้าวโพด (PHL)

BRN บรูไนดารุสซาลาม LAO สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว MYN สาธารณรัฐแห่งสหภาพเมียนมาร์ MYS ประเทศมาเลเซีย PHL  
สาธารณรัฐฟิลิปปินส์ THA ประเทศไทย VNM สาธารณรัฐสังคมนิยมเวียดนาม

เทคโนโลยีการจัดการธาตุอาหารเฉพาะเพื่อให้ได้ความต้องการปุ๋ยที่มีพื้นฐานอยู่บนแนวทางที่แตกต่างกันสองวิธี ได้แก่  
วิธีที่หนึ่ง คือ แนวทางสมดุลธาตุอาหาร [เช่น Dobermann et al. (2002) สำหรับข้าวลุ่ม] (ภาพที่ 3) วิธีที่สอง คือ วิธี  
ทดสอบดิน / พืช [เช่น Attanandana T, Yost RS (2003) สำหรับข้าวโพด] (ภาพที่ 4) แนวทางสมดุลธาตุอาหารของ  
ท้องถิ่นเพื่อให้ได้ผลผลิตจากการปฏิบัติที่ดีที่สุด หรือ 80 % ของผลผลิตที่ได้จากการทำแบบจำลองซึ่งเป็นผลผลิตสูงสุดที่  
จะเป็นไปได้ ทำการทดลองแบบ Local nutrient omission trial plots (การทดลองปลูกพืชในดินตัวอย่างที่มีการใส่ธาตุ  
อาหารจำเป็นสำหรับพืชทุกชนิด เปรียบเทียบกับการไม่ใส่ธาตุอาหารธาตุใดธาตุหนึ่งที่ละธาตุอาหาร) ทำการศึกษาใน  
แปลงเกษตรกรเพื่อวัดปริมาณธาตุอาหารเฉพาะที่เป็นประโยชน์ต่อพืชที่ได้จากดินในระหว่างรอบการเพาะปลูก เมื่อธาตุ  
อาหารอื่น ๆ ไม่จำกัด และสามารถวัดได้ในแปลง Omission trial plots ทั้งนี้ ช่องว่างผลผลิต ทำได้โดยการเติมธาตุ  
อาหาร (ภาพที่ 3) การนำเข้าธาตุอาหารนี้คำนวณได้จากตารางแสดงผลของปัจจัยประสิทธิภาพการผลิตพืช (kg nutrient  
uptake/kg yield) และประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ย (kg nutrient uptake/kg applied nutrient) [Dobermann et al.  
(2002)] แนวทางการทดสอบดิน/ พืช บ่งชี้ ‘ผลผลิตสูงสุดที่จะเป็นไปได้’ ในทำนองเดียวกันกับแนวทางสมดุลธาตุอาหาร  
แต่ช่องว่างผลผลิตประเมินโดยการทดสอบพืช [การประเมินแผ่นดินเสียข้าว (LCC) สำหรับไนโตรเจนในข้าว และข้าวโพด]  
หรือการทดสอบดิน (P, K) ที่ได้รับการปรับเทียบกับการตอบสนองของผลผลิต การนำเข้าธาตุอาหารคำนวณได้จากตาราง  
แสดงผลของระดับการทดสอบพืช หรือดิน และความต้องการธาตุอาหาร [Fairhurst et al. (2007)]

**ภาพที่ 3** แนวทางสมดุลธาตุอาหารเพื่อการจัดการธาตุอาหารเฉพาะที่

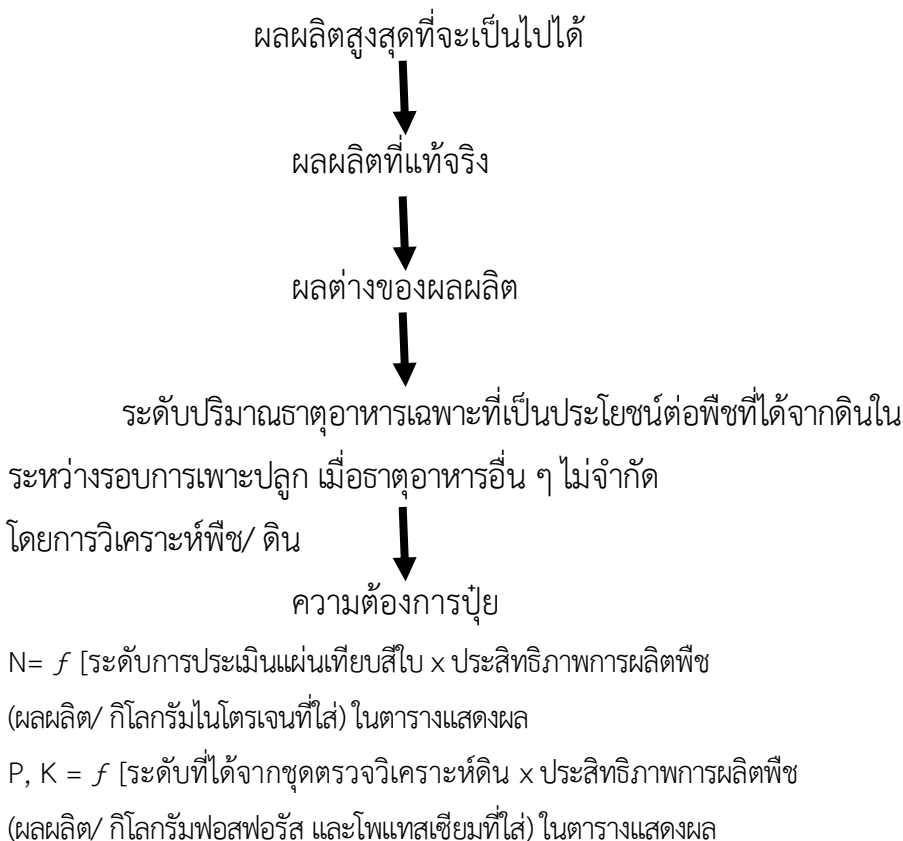


**ปัจจัยนำเข้า**

- ผลผลิตจากการปฏิบัติที่ดีที่สุด
- 80 เปอร์เซ็นต์ ของผลผลิตที่ได้จากการทำแบบจำลอง
- ตารางที่ 12

-ผลผลิตที่ได้จากแปลงทดลองเมื่อธาตุอาหารพืชจำกัด

**ภาพที่ 4** แนวทางการทดสอบดิน/ พืชเพื่อการจัดการธาตุอาหารเฉพาะที่



**ปัจจัยนำเข้า**

- ผลผลิตจากการปฏิบัติที่ดีที่สุด
- 80 เปอร์เซ็นต์ของผลผลิตที่ได้จากการทำแบบจำลอง
- ข้อมูลจากการบันทึกของเกษตรกร

-ระดับไนโตรเจนของใบพืชจากการประเมินแผ่นดินที่ยั่งยืน

-ระดับฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมที่ได้จากชุดตรวจวิเคราะห์ดิน

-ปัจจัยประสิทธิภาพการผลิตพืช (ข้าว ไนโตรเจน: <15 ถึง >25 กิโลกรัม ต่อ กิโลกรัม ไนโตรเจน)

### 5.2.1 การใช้ชุดตรวจวิเคราะห์ดินเพื่อสนับสนุนการจัดการดินเฉพาะที่

เพื่อช่วยในการประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดินในพื้นที่ห่างไกลโดยได้รับการพัฒนามาจากห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ดินมาตรฐาน ซึ่งชุดตรวจวิเคราะห์ดินอย่างรวดเร็วนี้ได้รับการพัฒนาขึ้นสำหรับใช้ในภาคสนาม ตัวอย่างเช่น ชุดตรวจวิเคราะห์ดิน NPK มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (ประเทศไทย: กรมพัฒนาที่ดิน); ชุดตรวจวิเคราะห์ดิน NPK ของ Bureau of Soil and Water Management (สาธารณรัฐฟิลิปปินส์); ชุดตรวจวิเคราะห์ดินดินที่ลุ่ม ดินที่ดอน ชุดตรวจวิเคราะห์ปุ๋ย (สาธารณรัฐอินโดนีเซีย: Indonesian Soil Research Institute); ชุดตรวจวิเคราะห์ดิน (สาธารณรัฐแห่งสหภาพเมียนมาร์: Department of Agricultural Research)] ชุดตรวจวิเคราะห์ดินนี้ใช้สารสกัดดินและตรวจวัดโดยการเทียบสีและความขุ่นเพื่อให้การประเมินข้อมูลเชิงคุณภาพ (ต่ำ-กลาง-สูง) หรือการประเมินถึงปริมาณของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืชในดิน บางครั้งการประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดินด้วยชุดตรวจวิเคราะห์ดินที่ใช้แนวทางการตรวจวิเคราะห์ดิน/ พืชเพื่อการจัดการดินเฉพาะที่ (ภาพที่ 4) เพื่อให้คำแนะนำเกี่ยวกับธาตุอาหารโดยใช้ตารางแสดงผลของพืชที่เฉพาะเจาะจง

รูปที่ 19 การวิเคราะห์ดินโดยใช้ชุดตรวจวิเคราะห์ดิน



ในโครงการหมอดินอาสาของกรมพัฒนาที่ดินในประเทศไทยมีการประเมินสมบัติดินในภาคสนาม ได้แก่ พีเอชดิน อินทรีย์คาร์บอนในดิน และฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ โดยการวัดค่าพีเอช และการตรวจวัดโดยการเทียบสีของฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมที่สกัดได้ คำแนะนำการใส่ปุ๋ยของโครงการนี้ได้จากรายงานทางวิทยาศาสตร์ที่ตีพิมพ์ (เช่น Chinabut, 2005) ที่เกี่ยวข้องกับผลการทดลองในภาคสนามเพื่อดูการตอบสนองของพืชต่อการใส่ปุ๋ย ข้อได้เปรียบหลักของชุดตรวจวิเคราะห์ดินอย่างรวดเร็วและโครงการวิเคราะห์ดินในภาคสนามคือ การประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดินในทันทีเพื่อให้คำแนะนำแก่เกษตรกรได้ในทันทีทันใด เทคโนโลยีนี้มีประสิทธิภาพอย่างมากสำหรับการมีส่วนร่วมของเกษตรกร และการสร้างขีดความสามารถในการตัดสินใจอย่างชาญฉลาดเกี่ยวกับการจัดการธาตุอาหาร ข้อเสียหลักของแนวทางนี้คือ ขั้นตอนการปฏิบัติงานของการประกันคุณภาพ/ การควบคุมคุณภาพ เป็นเรื่องยากที่จะใช้กับชุดตรวจวิเคราะห์แบบพกพา ชุดตรวจวิเคราะห์ผู้ใช้หลายราย และคุณภาพของข้อมูลที่ให้แก่เกษตรกรอาจจะพออนุโลมได้บ้างในบางกรณีเนื่องจากระดับผลการทดลองที่ได้จากชุดตรวจวิเคราะห์ดินอาจจะไม่สนับสนุนข้อมูลการตอบสนองของพืชอย่างแม่นยำ เพื่อสนับสนุนคำแนะนำในการใส่ปุ๋ยตามผลการทดสอบจากชุดตรวจวิเคราะห์ดิน ตารางที่ 15 สรุปวิธีการของชุดตรวจวิเคราะห์ดินอย่างรวดเร็วที่ใช้ในภูมิภาคอาเซียน

ตารางที่ 15 สรุปวิธีการและการแปลผลของชุดตรวจวิเคราะห์ดินอย่างรวดเร็วที่ใช้ในภูมิภาคอาเซียน

พารามิเตอร์	น้ำยาสกัด	ดิน: น้ำยา สกัด	เวลาที่ใช้ในการ สกัด	เทคนิคการวิเคราะห์	การตรวจวัด
พีเอช	THA: น้ำ	THA: วิธีการ สำรวจดิน ภาคสนาม	THA: n.a.	THA: อินดิเคเตอร์	THA: แผ่นเทียบสี
	IDN <sup>A</sup> : น้ำ	IDN <sup>A</sup> : 1:1	IDN <sup>A</sup> : 5 นาที	IDN <sup>A</sup> : โพรบวัดพีเอช	IDN <sup>A</sup> : โพรบวัดพีเอช
	PHL: น้ำ	PHL: 1:1	PHL: 5 นาที	PHL: อินดิเคเตอร์	PHL: แผ่นเทียบสี
อินทรีย์คาร์บอน	THA: Walkley & Black	THA: 1:2.5	THA: 5 นาที	THA: การไทเทรตโดย การวัดศักย์ไฟฟ้า	THA: แผ่นเทียบสี
	IDN: โพรแทสเซียม เปอร์แมงกาเนต	IDN: 1:5 โดย ปริมาณ	IDN: 30 นาที	IDN: โพรแทสเซียมเปอร์ แมงกาเนตรีดักชัน	IDN: แผ่นเทียบสี หรือ อุปกรณ์ที่ใช้วัดค่าสี
	PHL: กรดซัลฟูริก/ ไดโครเมต	PHL: 1:0.5	PHL: 30 นาที	PHL: ไดโครเมตรีดักชัน	PHL: แผ่นเทียบสี
ฟอสฟอรัสที่สกัดได้	THA: Double acid	THA: 1:4	THA: 5 นาที	THA: โมลิบดีนัมบลู	THA: แผ่นเทียบสี
	IDN: กรดเจือจาง	IDN: 1:5	IDN: 30 นาที	IDN: โมลิบดีนัมบลู	IDN: แถบทดสอบ หรืออุปกรณ์ที่ใช้วัดค่า สี
	PHL: แอมโมเนียม ฟลูออไรด์ในกรด ไฮโดรคลอริก	PHL: 1:0.59	PHL: 5 นาที	PHL: โมลิบดีนัมบลู	PHL: แถบทดสอบ
โพแทสเซียมที่สกัด ได้	THA: Double acid	THA: 1:4	THA: 5 นาที	THA: โคบอลต์ไนไตรต์ ppt	THA: แผ่นเทียบสี
	IDN: กรดเจือจาง	IDN: 1:5	IDN: 30 นาที	IDN: การตกตะกอนของ เตตระฟีนิลบอเรต	IDN: อุปกรณ์ที่ใช้วัด ค่าสี
	PHL: โซเดียมไนเตร รท + โซเดียม โคบอลต์ไนเตรต	PHL: 1:1	PHL: 5 นาที	PHL: โคบอลต์ไนไตรต์ ppt	PHL: การสังเกตด้วย ตา

<sup>A</sup>IDN: Ministry of Agriculture Regulation (Permentan No.40/SR. Indonesian Soil Research Institute, Indonesia Agency for Agriculture Research and Development, Ministry of Agriculture  
THA ประเทศไทย IDN สาธารณรัฐอินโดนีเซีย PHL สาธารณรัฐฟิลิปปินส์

## 5.2.2 กรณีศึกษาในอาเซียน

### การใช้การจัดการธาตุอาหารเฉพาะที่ในภูมิภาคอาเซียน

**ความหมายและขอบเขต** – การจัดการดินและธาตุอาหารเฉพาะที่ เป็นแพคเกจเทคโนโลยีที่ปรับสำหรับการใช้ประโยชน์ที่ดินอย่างยั่งยืนให้สอดคล้องกับระบบการผลิตทางการเกษตรเพื่อให้เหมาะสมกับความต้องการของสภาพพื้นที่นั้นโดยเฉพาะ (Fairhurst et al. 2007) แนวคิดนี้ถูกใช้เพื่อสนับสนุนการพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจที่มีต้นทุนต่ำ (DSS) ซึ่งสามารถประยุกต์ใช้โดยเกษตรกรผู้ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในประเทศไทย (Attanandana and Yost, 2003) ระบบ DSS สำหรับข้าวโพด ใช้แบบจำลองการเพาะปลูกเพื่อประเมินข้อเสนอแนะในการจัดการธาตุอาหารในแปลงที่เฉพาะเจาะจง ข้อมูลดินพื้นฐานเพื่อระบุชุดดิน และชุดตรวจวิเคราะห์ดินอย่างง่ายเพื่อประเมินสถานะธาตุอาหารในแปลง

การเผยแพร่ของระบบสนับสนุนการตัดสินใจที่มีต้นทุนต่ำ (Low-cost decision support system: DSS) ได้รับการแก้ไขเพื่อเพิ่มขีดความสามารถของเกษตรกรโดยการระบุและเพิ่มขีดความสามารถให้กับผู้นำของเกษตรกร (Attanandana et al., 2004) ระบบคำแนะนำธาตุอาหารเฉพาะพื้นที่สำหรับข้าว (SimRice) ถูกใช้ในปี ค.ศ. 2005 เพื่อช่วยในการตัดสินใจโดยการคำนวณค่าความต้องการปุ๋ยไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม (NPK) ในพื้นที่หนึ่ง โดยใช้การระบุชุดดินและผลการทดสอบจากชุดตรวจวิเคราะห์ดิน หลักการ DSSs นี้ยังถูกพัฒนาขึ้นเพื่อข้าวโพด (SimCom) และอ้อย (SimCane) (Attanandana et al., 2006)

ตามข้อมูลที่แสดงโดย Pasuquin et al. (2014) ค่าเฉลี่ยผลผลิตของเมล็ดข้าวโพดเพิ่มขึ้น 1.0 t/ha (+13 %) มากกว่าการปฏิบัติการใส่ปุ๋ยของเกษตรกรปัจจุบัน Farmer's fertilizer practice (FFP) ในระบบการปลูกพืชเดียวกันในสามประเทศ (สาธารณรัฐอินโดนีเซีย สาธารณรัฐฟิลิปปินส์ และสาธารณรัฐสังคมนิยมเวียดนาม) ในทำนองเดียวกันการจัดการดินและธาตุอาหารเฉพาะที่ของข้าวถูกใช้ในสาธารณรัฐอินโดนีเซียในเดือนมกราคม ปี ค.ศ. 2011 และได้รับการปรับปรุงในเดือนกุมภาพันธ์ ปี ค.ศ. 2015 เพื่อเป็นการบริการให้คำปรึกษาด้านการเกษตรของสาธารณรัฐอินโดนีเซีย ผลการทดลองแสดงว่าผลผลิตของข้าวเพิ่มขึ้นมากกว่าวิธีที่เกษตรกรปฏิบัติ 0.1 ตันต่อเฮกตาร์ ในเกาะชวา 0.7 ตันต่อเฮกตาร์ในเขตชลประทาน (นอกเกาะชวา) และ 0.4 ตันต่อเฮกตาร์ ในเขตน้ำฝน (นอกเกาะชวา) (Buresh, 2016)

**รายละเอียดของเทคนิค** – กระบวนการที่ใช้ในการจัดการดินและธาตุอาหารเฉพาะที่สำหรับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ (Zea mays) มีดังต่อไปนี้ (Witt et al., 2009):

**ขั้นที่ 1 กำหนดระดับผลผลิตสูงสุดที่จะเป็นไปได้** – ผลผลิตของข้าวโพดในพื้นที่และฤดูที่เฉพาะเจาะจง กำหนดโดยสภาพภูมิอากาศ ความหลากหลาย และการจัดการพืช ผลผลิตสูงสุดที่จะเป็นไปได้สำหรับพื้นที่และฤดูนั้นถูกกำหนดจากแปลงเกษตรกรที่มีการจัดการพืชที่ดี และดินมีธาตุอาหารไม่จำกัด ปริมาณธาตุอาหารที่ถูกดูดใช้โดยข้าวโพดจะสัมพันธ์โดยตรงกับผลผลิตสูงสุดที่จะเป็นไปได้ซึ่งเป็นตัวชี้วัดปริมาณธาตุอาหารทั้งหมดที่พืชต้องการ

**ขั้นที่ 2 การใช้ธาตุอาหารที่มีอยู่อย่างมีประสิทธิภาพ** – แนวทางการจัดการดินและธาตุอาหารเฉพาะที่เป็นการส่งเสริมการใช้ธาตุอาหารที่มีอยู่ (ในท้องถิ่น) ที่มาจากดิน วัสดุอินทรีย์ปรับปรุงดิน ชากพืช ปุ๋ยคอก และน้ำชลประทาน การดูดใช้ธาตุอาหารจาก

แหล่งที่มาในท้องถิ่นสามารถประมาณได้จากผลผลิตที่ได้เมื่อมีการจำกัดธาตุอาหารซึ่งเป็นผลผลิตของเมล็ดพืชที่ไม่ได้รับการให้ธาตุอาหารที่สนใจ แต่ได้รับธาตุอาหารฟอสเฟตเพื่อให้แน่ใจว่าธาตุเหล่านั้นจะไม่เป็นปัจจัยที่จำกัดผลผลิต

**ขั้นที่ 3 การใช้ปุ๋ยเพื่อเติมเต็มความขาดแคลนระหว่างความต้องการพืชและอุปทานภายใน**– ปุ๋ยไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ที่ใส่ให้เพื่อเพิ่มธาตุอาหารจากแหล่งในท้องถิ่น และทำให้บรรลุถึงผลผลิตเป้าหมาย (= ‘ผลผลิตสูงสุดที่จะเป็นไปได้’) ปริมาณความต้องการปุ๋ยพิจารณาจากการขาดระหว่างธาตุอาหารทั้งหมดที่พืชต้องการ วัดจากระดับผลผลิตสูงสุดที่จะเป็นไปได้ และการให้ธาตุอาหารจากแหล่งในท้องถิ่น วัดจากปริมาณธาตุอาหารของผลผลิตที่ได้เมื่อมีการจำกัดธาตุอาหาร เนื่องจากไม่ใช่ธาตุอาหารที่อยู่ในปุ๋ยทั้งหมดจะถูกดูดใช้โดยพืช ปัจจัยประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยของพืชจะถูกใช้ในการคำนวณการใช้ธาตุอาหาร เพื่อให้สอดคล้องกับความต้องการของพืช

**ผลกระทบ** – แนวคิดการจัดการดินและธาตุอาหารเฉพาะที่ใน Sim-series ของระบบสนับสนุนการตัดสินใจ (DSSs) ถูกทำให้ง่ายขึ้น และกระบวนการเผยแพร่ได้ถูกปรับให้เกษตรกรเพื่อเพิ่มขีดความสามารถของเกษตรกรโดยการระบุและเพิ่มขีดความสามารถให้กับผู้นำเกษตรกร กลยุทธ์ทั้งสองนี้เพื่อเทคโนโลยีทางการเกษตรง่ายขึ้นและสร้างศักยภาพของเกษตรกรทำให้ผลผลิตข้าวโพดและได้กำไรสูงขึ้นโดยเกษตรกรเอง ทำให้เกิดการพึ่งพาตนเองเพิ่มขึ้น มาตรฐานการครองชีพที่ดีขึ้น ความรู้เกี่ยวกับการผลิตพืชเพิ่มขึ้น การปรับปรุงดิน และการสร้างเครือข่ายของสมาคมเกษตรกร (Attanandana et al., 2008)

### เอกสารอ้างอิง

Attanandana T, Yost RS (2003) A Site-Specific Nutrient Management Approach for Maize. Better Crops International 17, 3–7.

Attanandana T, Yost RS, Verapattananirund (2004) Adapting Site Specific Nutrient Management to Small farms of the Tropics. Proceedings of the Seventh Biannual Conference on Precision Agriculture, Minneapolis, Minnesota, July 25-28, 2004.

Attanandana T, Phonphoen A, Pinchongskuldit A, Yost RS (2006) SimCorn-A Software Designed to Support Site-Specific Nutrient Management for Farmers of Small Parcels in the Tropics. In ‘Computers in Agriculture and Natural Resources’ (Eds Zazueta JXF, Ninomiya S, Schiefer G) (American Society of Agricultural and Biological Engineers: Orlando, Florida).

Attanandana, T, Verapattananirund P, Yost R (2008) Agronomy for Sustainable Development 28, 291.

doi:10.1051/agro:2008006 Buresh RJ (2016) Rice agro-advisory service for Indonesia (Powerpoint slides)

Fairhurst T, Witt C, Buresh R, Dobermann A (2007) Rice: A Practical Guide to Nutrient Management. 2<sup>nd</sup> ed. (International Rice Research Institute, International Plant Nutrition Institute, and International Potash Institute: Philippines).

Pasuquin JM, Pampolino MF, Witt C, Dobermann A, Oberthur T, Fisher MJ, Inubushi K (2014) Closing yield gaps in maize production in Southeast Asia through site-specific nutrient management. Field Crops Research 156, 219-230.

Witt C, Pasuquin JM, Pampolino MF, Buresh RJ, Dobermann A (2009) A manual for the development and participatory evaluation of site-specific nutrient management for maize in tropical, favorable environments. Draft 05, 28 January 2009. (International Plant Nutrition Institute: Penang, Malaysia).



### 5.3 แหล่งและรูปแบบของธาตุอาหาร (อนินทรีย์ อินทรีย์)

ทั้งปุ๋ยอินทรีย์และอนินทรีย์เป็นแหล่งที่ให้ธาตุอาหารที่จำเป็นสำหรับการเจริญเติบโตของพืช ผลผลิต และคุณภาพของผลผลิต ปุ๋ยอินทรีย์ที่ผลิตขึ้นมีปริมาณธาตุอาหารมากและรุ่มองค์ประกอบ ปุ๋ยอินทรีย์ประกอบด้วยคาร์บอนอินทรีย์และสามารถปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ดินและสมบัติกายภาพของดิน บ่อยครั้งที่ไม่รู้ปริมาณธาตุอาหารและองค์ประกอบของปุ๋ยหรือความแปรปรวน ตารางที่ 16 อธิบายความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารในแหล่งธาตุอาหารที่หลากหลาย การใช้ปุ๋ยอินทรีย์และอนินทรีย์ต้องปฏิบัติตามการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี (GAP) การปฏิบัตินี้เกี่ยวกับความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อม เศรษฐกิจ และสังคมสำหรับกระบวนการผลิตในไร่นา และส่งผลให้เกิดความปลอดภัยและคุณภาพอาหาร และสินค้าเกษตรที่ไม่ใช่อาหาร (FAO, 2003) มาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีในภูมิภาคอาเซียนนำไปใช้กับ: ประวัติและการจัดการในพื้นที่ วัสดุปลูก ปุ๋ย และสารปรับปรุงดิน น้ำ สารเคมีทางการเกษตร การเก็บเกี่ยว และการจัดการผลผลิต การตรวจสอบย้อนกลับ และการเรียกคืน การฝึกอบรม เอกสารและบันทึก และการทบทวนแนวทางปฏิบัติ

ตารางที่ 16 ชนิดของปุ๋ย รูป และความสามารถในการดูใช้ธาตุอาหาร

ชนิดของปุ๋ย	รูปของปุ๋ย	ความสามารถในการดูใช้ธาตุอาหาร
ปุ๋ยอินทรีย์	มูลสัตว์	การปลดปล่อยไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในรูปอนินทรีย์สำหรับการดูใช้ของพืชขึ้นกับกระบวนการเปลี่ยนสภาพสารประกอบอินทรีย์ไปเป็นสารประกอบอนินทรีย์ของอินทรีย์คาร์บอนในมูลสัตว์และสัดส่วนของ C:N:P ถ้าอัตราส่วนนี้มากกว่า 100:10:1 เมื่อเทียบกับองค์ประกอบคาร์บอน และในกรณีนี้การตรึงชั่วคราวของไนโตรเจนและ/ หรือ ฟอสฟอรัส อาจเกิดขึ้นได้ มูลสัตว์ไม่เพียงแต่เป็นแหล่งของธาตุอาหารพืชแต่ยังเพิ่มคาร์บอนอินทรีย์ซึ่งช่วยปรับปรุงสมบัติทางกายภาพ เช่น ความยากง่ายในการไถพรวน โครงสร้าง การระบายอากาศ และความสามารถในการอุ้มน้ำ อย่างไรก็ตามมูลสัตว์อาจมีความเสี่ยงต่อความปลอดภัยทางอาหารเนื่องจากเชื้อโรค และต้องอ้างอิงถึงมาตรฐานความปลอดภัยทางอาหารในเอกสาร ASEAN GAP (FAO, 2003) เพื่อให้แน่ใจว่าการใช้มูลสัตว์ไม่ผิดต่อมาตรฐานเหล่านี้
	ปุ๋ยหมัก	ซากพืชที่เหลืออยู่หลังการเก็บเกี่ยวสามารถใช้สำหรับทำปุ๋ยหมักได้ ปุ๋ยหมักเป็นผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการควบคุมการสลายตัวทางชีวภาพของวัสดุอินทรีย์จากพืชหรือสัตว์ที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้วผ่านการสร้างความร้อน และมีเสถียรภาพจนถึงจุดที่เป็นประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตของพืช ปุ๋ยหมักให้ธาตุอาหารหลายชนิดที่พืชต้องการในปริมาณที่น้อย เช่น โบรอน ปุ๋ยหมักซึ่งได้ที่แล้วไม่ควรตรึงไนโตรเจนชั่วคราวซึ่งสามารถพบในปุ๋ยคอก หรือปุ๋ยพืชสด
	ปุ๋ยพืชสด	พืชที่ใช้ทำปุ๋ยพืชสดจะปลูกเพื่อรักษาหรือปรับปรุงอินทรีย์วัตถุในดินและปริมาณไนโตรเจนของดิน (Carucci, 2001) พืชตระกูลถั่ว (เช่น ปอเทือง <i>Crotalaria juncea</i> โสนอัฟริกัน <i>Sesbania rostrata</i> ถั่วฝักยาว <i>Vigna unguiculata</i> ถั่วพริ้ว <i>Canavalia ensiformis</i> ) จะปลูกและไถกลบลงดินในขณะที่พืชนั้นยังเจริญเติบโต เนื่องจากวัสดของพืชตระกูลถั่วมีสัดส่วนของ C:N ทำให้เมื่อเน่าเปื่อยจะให้ธาตุอาหารและอาจจะปรับปรุงโครงสร้างของดิน เพราะว่ามีวัสดเหล่านี้มีปริมาณคาร์บอนอินทรีย์

ชนิดของปุ๋ย	รูปของปุ๋ย	ความสามารถในการดูดีใช้ธาตุอาหาร
ปุ๋ยอินทรีย์	ปุ๋ยเชิงเดี่ยว	ปุ๋ยที่ผลิตขึ้นที่มีองค์ประกอบที่เฉพาะ เช่น ยูเรีย (46-0-0) ไดแอมโมเนียมฟอสเฟต (DAP) (18-48-0) ซิงค์เกิ้ล/ ทริปเปิลซูเปอร์ฟอสเฟต (0-16-0/0-45-0) และ โฟแทสเซียมคลอไรด์ (MOP) (0-0-60) ธาตุอาหารนี้พืชสามารถดูดีใช้ได้อย่างรวดเร็ว เพราะว่ายอยู่ในรูปที่ละลายน้ำได้
	ปุ๋ยเชิงผสมแบบไม่ เป็นเนื้อเดียวกัน/ การผสมเชิงกล	การผสมปุ๋ยแบบคลุกเคล้าเป็นการผสมปุ๋ยเม็ดที่เฉพาะเพื่อตอบสนองความต้องการธาตุอาหารเฉพาะของพืช ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ธาตุอาหารและปกป้องสิ่งแวดล้อมโดยสมดุลธาตุอาหาร
	ปุ๋ยเชิงประกอบ	ปุ๋ยเชิงประกอบคือสารประกอบธาตุอาหารหลายชนิดรวมกันโดยกระบวนการทางเคมี ลงในเม็ดปุ๋ยของแต่ละเม็ดเพื่อให้แน่ใจว่ามีความสม่ำเสมอของอัตราส่วนของธาตุอาหาร
	ปุ๋ยน้ำ	สารประกอบเฉพาะของการให้อาหารพืชทางใบมีประโยชน์เมื่อสภาพของดินมีข้อจำกัดด้านความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารทางราก หรือพืชต้องการธาตุอาหารเสริม จึงต้องเสริมด้วยสารละลายเจือจางของธาตุอาหารที่พืชต้องการ
ปุ๋ยชีวภาพ	ปุ๋ยชีวภาพ	ปุ๋ยชีวภาพประกอบด้วยประชากรของจุลินทรีย์จำเพาะที่ active ที่สามารถ: ตรึงแก๊สไนโตรเจนในบรรยากาศให้อยู่ในรูปอินทรีย์ ละลายฟอสเฟตและโพแทสเซียมของแร่ในดิน หรือเพิ่มการดูดีใช้ธาตุอาหารโดยรากพืช ในประเทศไทย ปุ๋ยชีวภาพสี่ชนิดถูกใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์: ไรโซเบียมตรึงไนโตรเจนสำหรับพืชตระกูลถั่ว ไรโซแบคทีเรียช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชหรือพืจืพื่อาร์ (Plant growth promoting rhizobacteria (PGPR)) สำหรับข้าว อ้อย ข้าวโพด และมันสำปะหลัง แบคทีเรียละลายฟอสเฟตสำหรับข้าวโพด ไมคอร์ไรซาสำหรับยางพารา ปาล์มน้ำมัน ส้ม หน่อไม้ฝรั่ง และไม้ผล ในสาธารณรัฐฟิลิปปินส์ ปุ๋ยชีวภาพ Bio-N ถูกใช้สำหรับข้าว และข้าวโพดเพื่อลดการใช้ปุ๋ยเคมีถึง 50 เปอร์เซ็นต์ จุลินทรีย์ที่ใช้งานคือ Azospirillum ในดินที่ปราศจากเชื้อ

การปนเปื้อนสารเคมีของผักและผลไม้สดอาจเกิดจากการมีโลหะหนัก (โดยเฉพาะ แคดเมียม) ในปุ๋ยที่มีคุณภาพต่ำ และวัสดุปรับปรุงดิน เช่น ยิปซัม มูลสัตว์ กากชีวภาพ และปุ๋ยหมัก มลสารที่มีชีวิต (Biological contaminants) ของผักและผลไม้สดสามารถเกิดขึ้นได้ผ่านทางการใช้ผลิตภัณฑ์อินทรีย์ มูลสัตว์ที่ไม่ได้รับการบำบัดหรือวัสดุหมักที่ไม่ถูกต้องอาจมีจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคได้ในระดับสูง การปนเปื้อนอาจเกิดขึ้นได้จากการสัมผัสโดยตรงของผลิตภัณฑ์อินทรีย์กับส่วนที่กินได้ของพืชในระหว่างการใช้ดินหรือการให้อาหารพืชทางใบ หรือโดยทางอ้อมผ่านการปนเปื้อนของดินหรือน้ำ

## 5.4 แนวทางปฏิบัติที่ดีที่สุดสำหรับการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ ปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยชีวภาพ

ดังที่กล่าวไว้ในข้อ 5.1 การจัดการธาตุอาหารแบบผสมผสานโดยการใช้ธาตุอาหารในรูปอินทรีย์และอนินทรีย์ที่สมดุลเพื่อให้ธาตุอาหารที่ใช้สอดคล้องกับความต้องการของพืช แหล่งธาตุอาหารเหล่านี้รวมถึงปุ๋ยอินทรีย์ที่ผลิตขึ้น ซากพืช ปุ๋ยพืชสด ปุ๋ยคอก และปุ๋ยหมัก

โดยทั่วไป ธาตุอาหารในปุ๋ยอินทรีย์ถือว่าเป็นธาตุอาหารที่พืชสามารถดูดใช้ธาตุอาหารได้อย่างรวดเร็ว แต่ก็มีข้อยกเว้น เช่น ฟอสเฟตในหินฟอสเฟต และฟอสเฟตแมกนีเซียมผสม อาจจะไม่เป็นประโยชน์ในพื้นที่ จึงจำเป็นต้องแยกแยะระหว่างฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ที่ละลายน้ำได้อย่างรวดเร็ว และฟอสฟอรัสที่ละลายในซิเตรตซึ่งเป็นประโยชน์ช้ามาก (ขึ้นอยู่กับสภาพของดิน เช่น พีเอช) ในทำนองเดียวกัน โดยทั่วไปแล้วสมมติว่ายูเรีย  $[CO(NH_2)_2]$  เกิดปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสอย่างรวดเร็วจะผลิตแอมโมเนียม - N อย่างไรก็ตาม เอนไซม์ยูรีเอส (Urease) จำเป็นสำหรับการเกิดปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสนี้และในบางดิน กิจกรรมของยูรีเอสจะถูกยับยั้ง (หรืออาจจะถูกกำจัดออกไปโดยสารยับยั้งยูรีเอสใช้ได้เชิงพาณิชย์) และทำให้การเปลี่ยนยูเรียเป็นแอมโมเนียม -N ช้าออกไป

ความสามารถให้ธาตุอาหารของปุ๋ยอินทรีย์ (ซากพืช และมูลสัตว์) จะแตกต่างกันมากและไม่สามารถคาดการณ์ได้ง่าย ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมทั้งหมดไม่บ่งบอกถึงอัตราการปลดปล่อยธาตุอาหารเหล่านี้ลงในรูปที่พืชสามารถดูดใช้ธาตุอาหาร และปริมาณอินทรีย์คาร์บอนทั้งหมดของปุ๋ยอินทรีย์ไม่สามารถแยกแยะระหว่างอินทรีย์คาร์บอนที่ย่อยสลายได้ง่ายที่พบในซากพืชตระกูลถั่ว และคาร์บอนอินทรีย์ที่ย่อยสลายยากที่พบในผลิตภัณฑ์ถ่าน ในขณะที่ สัดส่วนของ C:N ที่ < 24 แสดงว่า กระบวนการไนโตรเจนมิเนอรัลไลเซชันอาจเกิดได้โดยวัสดุอินทรีย์ย่อยสลายแต่ไม่รับประกันว่าไนโตรเจนทั้งหมดจะถูกมิเนอรัลไลซ์ปริมาณเท่าใดและในระยะเวลาใด ดังนั้นการวิเคราะห์ธาตุอาหารของปุ๋ยอินทรีย์จึงเป็นเรื่องสำคัญ และเกษตรกรได้รับคำแนะนำจากประสบการณ์ในท้องถิ่นและคำแนะนำทางเทคนิคเมื่อตัดสินใจว่าจะใช้เท่าไร ระยะเวลาใด ซึ่งปุ๋ยอินทรีย์นี้จะสามารถให้ธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์แก่พืช ตารางที่ 17 แสดงตัวอย่างของระดับธาตุอาหารและช่วงของสัดส่วน C:N ของวัสดุอินทรีย์

ตารางที่ 17 ตัวอย่างปริมาณธาตุอาหารและสัดส่วนของคาร์บอนต่อไนโตรเจนของวัสดุอินทรีย์

วัสดุ	ธาตุอาหาร (เปอร์เซ็นต์) <sup>A</sup>			
	ไนโตรเจน	ฟอสฟอรัส	โพแทสเซียม	คาร์บอนต่อไนโตรเจน <sup>B</sup>
มูลวัว	1.10	0.40	1.60	18
มูลสุกร	1.30	2.40	1.00	13
มูลไก่	2.42	6.29	2.11	
มูลเป็ด	1.02	1.84	0.52	21
มูลค่างควา	1.54	14.28	0.60	
ฟางข้าว	0.59	0.08	1.72	40-89
แกลบ (15 เปอร์เซ็นต์ SiO <sub>2</sub> )	0.46	0.26	0.70	111-152

วัสดุ	ธาตุอาหาร (เปอร์เซ็นต์) <sup>A</sup>			
	ไนโตรเจน	ฟอสฟอรัส	โพแทสเซียม	คาร์บอนต่อไนโตรเจน <sup>B</sup>
ผักตบชวา ( <i>Eichhornia crassipes</i> )	1.55	0.46	0.49	24-60
ถั่วฝักยาว ( <i>Vigna unguiculata</i> )	2.05	0.22	3.20	
ลำต้นข้าวโพด	0.71	0.11	1.38	55
ฝักข้าวโพด	1.78	0.25	1.53	
ลำต้นมันสำปะหลัง	1.23	0.24	1.23	29
ซากผัก	2.5-4.0			11-12

<sup>A</sup> Meunchang et al., (2005); <sup>B</sup> Golueke (1982)

## 6. มาตรฐานและข้อบังคับสำหรับปุ๋ยและธาตุอาหารเสริมสำหรับพืชในภูมิภาคอาเซียน

สำหรับการคุ้มครองผู้บริโภค ประเทศสมาชิกในภูมิภาคอาเซียนมีมาตรฐานและข้อบังคับขั้นต่ำสำหรับองค์ประกอบ การติดฉลาก การจัดเก็บ การขนส่ง และการจัดการวัสดุที่อ้างว่าเป็นปุ๋ย (Fertilizers) หรือผลิตภัณฑ์ชีวภาพ (Bio-input products) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อคุ้มครองผู้บริโภคจากการซื้อส่วนประกอบที่ไม่พึงประสงค์ในปุ๋ย (เช่น สารเติมน้ำหนัก Fillers) เพื่อปกป้องสุขภาพของประชาชนจากสิ่งปนเปื้อนและสิ่งที่ทำให้เกิดโรคทางชีวภาพที่เป็นอันตราย และเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ (เช่น อายุการเก็บรักษา) ตารางที่ 18 แสดงรายชื่อหน่วยงานที่รับผิดชอบในประเทศสมาชิกอาเซียนในการขึ้นทะเบียนปุ๋ยอินทรีย์ ปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยชีวภาพ ปุ๋ยทำหน้าที่ให้ธาตุอาหารแก่พืชดังนั้นสิ่งที่สำคัญคือความเข้าใจของผู้ใช้ขั้นสุดท้ายเกี่ยวกับความสามารถในการเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารหรือประสิทธิภาพการผลิตพืชขององค์ประกอบทางชีววิทยาในปุ๋ย ความแตกต่างเรื่องความสามารถในการเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารของปุ๋ยฟอสเฟตในรูปฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ที่ละลายน้ำได้ (เป็นประโยชน์อย่างรวดเร็ว) กับฟอสฟอรัสที่ละลายในซีเตรต (ละลายช้า) เป็นเหตุผลที่เพียงพอสำหรับปุ๋ยอินทรีย์ที่จำเป็นต้องระบุปริมาณของรูปของ P ทั้งสองชนิดลงบนฉลาก

ประสิทธิภาพของวัสดุอินทรีย์ที่ใช้ในการปรับปรุงดิน เช่น ปูนที่ใช้ในการเกษตร โดโลไมต์ และยิปซัมไม่เพียงแต่ขึ้นอยู่กับปริมาณคาร์บอน (ปูนที่ใช้ในการเกษตร โดโลไมต์) แต่ยังรวมถึงปริมาณน้ำ ค่าความสามารถทำให้เป็นกลาง (ปูนที่ใช้ในการเกษตร โดโลไมต์) ขนาดของอนุภาค และความสามารถในการละลายน้ำ (ยิปซัม) ค่าความสามารถทำให้เป็นกลาง (Neutralizing value; NV) ของวัสดุปูน คือ ความสามารถในการสะเทินความเป็นกรดเมื่อเทียบกับแคลเซียมคาร์บอเนตบริสุทธิ์ที่มีความสามารถทำให้เป็นกลาง 100 เปอร์เซ็นต์ ปูนที่ใช้ในการเกษตรที่มีคุณภาพดีนั้นจะมีความสามารถทำให้เป็นกลางมากกว่า 70 เปอร์เซ็นต์ มีสัดส่วนของอนุภาคขนาดละเอียด (น้อยกว่า 0.25 มิลลิเมตร) มากกว่า 40 เปอร์เซ็นต์ และมีปริมาณความชื้นต่ำ ข้อมูลขนาดอนุภาคและความสามารถทำให้เป็นกลางของผลิตภัณฑ์ที่กำหนดเพื่อให้เป็นวัสดุปรับปรุงดินที่ระบุอยู่บนฉลากจะเป็นประโยชน์อย่างมากต่อผู้ซื้อ ปัจจุบันผลิตภัณฑ์ในภูมิภาคอาเซียนไม่จำเป็นต้องแสดงข้อมูลเหล่านี้บนฉลาก

ตารางที่ 18 หน่วยงานที่รับผิดชอบในการขึ้นทะเบียนปุ๋ยที่ผลิต, ปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยชีวภาพในประเทศสมาชิกอาเซียน

ประเทศสมาชิกในภูมิภาคอาเซียน	ปุ๋ยอินทรีย์	ปุ๋ยอินทรีย์/ ปุ๋ยชีวภาพ
บรูไนดารุสซาลาม	ปัจจุบันไม่จำเป็นต้องขึ้นทะเบียน	ปัจจุบันไม่จำเป็นต้องขึ้นทะเบียน
ราชอาณาจักรกัมพูชา	Dept. of Legislation, Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries	Dept. of Legislation, Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries
สาธารณรัฐอินโดนีเซีย	Ministry of Agriculture (Directorate General of Infrastructure and Facilities of Agriculture)	Ministry of Agriculture (Directorate General of Infrastructure and Facilities of Agriculture)
สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว	Ministry of Agriculture and Forestry	Ministry of Agriculture and Forestry

ประเทศสมาชิกในภูมิภาคอาเซียน	ปุ๋ยอินทรีย์	ปุ๋ยอินทรีย์/ ปุ๋ยชีวภาพ
ประเทศมาเลเซีย	ปัจจุบันไม่จำเป็นต้องขึ้นทะเบียน	ปัจจุบันไม่จำเป็นต้องขึ้นทะเบียน การนำเข้าและส่งออกปุ๋ยต้องตอบสนองความต้องการผู้นำเข้าหรือผู้ส่งออก
สาธารณรัฐแห่งสหภาพเมียนมาร์	Dept. of Agriculture, Ministry of Agriculture, Livestock and Irrigation	Dept. of Agriculture, Ministry of Agriculture, Livestock and Irrigation
สาธารณรัฐฟิลิปปินส์	Fertilizer and Pesticide Authority	Bureau of Agriculture and Fishery Standards
ประเทศสิงคโปร์	การนำเข้าปุ๋ยต้องตอบสนองความต้องการผู้นำเข้า	ปัจจุบันไม่จำเป็นต้องขึ้นทะเบียน
ประเทศไทย	กรมวิชาการเกษตร (Dept. of Agriculture)	กรมวิชาการเกษตร (Dept. of Agriculture)
สาธารณรัฐสังคมนิยมเวียดนาม	Ministry of Agriculture	Ministry of Agriculture

ในขณะที่มีมาตรฐานด้านคุณภาพสำหรับปริมาณอินทรีย์คาร์บอน ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมทั้งหมด และอัตราส่วนของคาร์บอนต่อไนโตรเจนของปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยหมักซึ่งได้ที่แล้ว (ตารางที่ 19) ตามที่กล่าวไว้ในข้อ 5.4 ค่าเหล่านี้ไม่สามารถบ่งชี้อัตราการปลดปล่อยธาตุอาหารในรูปของชีวประสิทธิผลได้ ปุ๋ยชีวภาพ คือ จุลินทรีย์ที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตพืชหรือทำให้พืชสามารถเจริญเติบโตได้ดี

ข้อความขั้นต่ำที่กำหนดให้มีในฉลากปุ๋ย ได้แก่

- ชื่อการค้าและเครื่องหมายการค้า ผู้ประกอบการผลิตภัณฑ์ และรายละเอียดที่สามารถติดต่อได้
- ชนิดของผลิตภัณฑ์ ชื่อวิทยาศาสตร์ และจำนวนของจุลินทรีย์ทั้งหมดที่มีประสิทธิผล (Active) ต่อหน่วยน้ำหนัก หรือปริมาณของผลิตภัณฑ์
- คำอธิบายทั่วไปของบรรจุภัณฑ์ เช่น ปริมาณบรรจุเป็นน้ำหนักสุทธิ (ในระบบเมตริก) ชื่อผู้ผลิตและสถานที่ผลิต
- อายุผลิตภัณฑ์ที่คาดหวัง (วันที่หมดอายุ)
- ระบุการเก็บรักษา และการจัดการเงื่อนไขการจัดการผลิตภัณฑ์เพื่อให้จุลินทรีย์มีอายุการใช้งานที่นานที่สุดและมีความเสี่ยงต่อสุขภาพของมนุษย์ / สัตว์ น้อยที่สุด
- คำแนะนำอัตราและวิธีการใส่ปุ๋ย
- หากมีการกล่าวอ้างว่าการใช้ผลิตภัณฑ์จะช่วยลดปริมาณความต้องการธาตุอาหารจำเป็นต้องมีข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องมาสนับสนุน หากไม่มีใบรับรองนี้ถือว่าไม่มีความถูกต้องตามหลักวิทยาศาสตร์

มาตรฐานเกี่ยวกับองค์ประกอบที่ต้องมีของปุ๋ยชีวภาพและปุ๋ยหมักซึ่งได้ที่แล้วในภูมิภาคอาเซียนแสดงไว้ในตารางที่ 19



ตารางที่ 19 มาตรฐานกำหนดคุณสมบัติของปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยหมักซึ่งได้ที่แล้วในประเทศในภูมิภาคอาเซียน

คุณลักษณะ	IDN <sup>A</sup>	LAO	MYN	MYS <sup>B</sup>	PHL <sup>C</sup>	THA (ปุ๋ยหมักซึ่งได้ที่แล้ว)	VNM <sup>D</sup>
ขนาดของปุ๋ย		≤ 12.5 x 12.5 mm		>90% ของขนาดที่ระบุ		≤ 12.5 x 12.5 mm	
ปริมาณความชื้นและสิ่งที่ย่อยได้ โดยน้ำหนัก	15-25%	<30%		<30%	30-35%	≤35%	
ปริมาณหิน และกรวด	≤2%	<2%				<5%	
พลาสติก แก้ว วัสดุเคมี และโลหะอื่น ๆ	≤2%	ต้องไม่มี				ต้องไม่มี	
ค่าความเป็นกรด - ด่าง (pH)	4.0-9.0	6.5-8.5		5.0-8.0		5.5-8.5	
อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C:N)	15-25	<20:1	<20:1	<25:1	12:1-20:1	<20:1	<12:1
ค่าการนำไฟฟ้า (EC : Electrical Conductivity)		<4 dS/m				<6 dS/m	
ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (OM)	≥26%	>30%	>20%	>50%	≥20%	>30% โดยน้ำหนัก	>20%
ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน (OC)	≥15%	>17.4%					
ไนโตรเจนทั้งหมด (Total N)	N+P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> +K <sub>2</sub> O >4%	>1.5%		>1.5%	N+P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> +K <sub>2</sub> O =5-7%	≥1.0%	>2%
ฟอสฟอรัสทั้งหมด (Total P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )		>1.0%				≥0.5%	
โพแทสเซียมทั้งหมด (Total K <sub>2</sub> O)		>1.5%				≥0.5%	
สารหนู (As)	<10 mg/kg	<10 mg/kg		<50 mg/kg	<5 mg/kg	≤ 50 mg/kg	<10 mg/kg
แคดเมียม (Cd)	<2 mg/kg	<5 mg/kg		<5 mg/kg	<5 mg/kg	≤ 5 mg/kg	<5 mg/kg
โครเมียม (Cr)		<50 mg/kg		<200 mg/kg	<150 mg/kg	≤ 300 mg/kg	
ทองแดง (Cu)		<300 mg/kg			<300 mg/kg	≤ 500 mg/kg	<200 mg/kg
สังกะสี (Zn)	<5000 mg/kg				<5 mg/kg		
ตะกั่ว (Pb)	<50 mg/kg	<500 mg/kg		<300 mg/kg	<250 mg/kg	≤ 500 mg/kg	
นิกเกิล (Ni)				<150 mg/kg	<50 mg/kg		
ปรอท (Hg)	<1 mg/kg			<2 mg/kg	<2 mg/kg	≤ 2 mg/kg	<2 mg/kg
การสลายตัวที่สมบูรณ์						≥ 80%	
Faecal Streptococci					<5x10 <sup>2</sup> CFU/g		
ปริมาณแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมด					<5x10 <sup>2</sup> CFU/g		
Salmonella spp.					0		
ปรสิตร้อยในระยะติดต่อก					0		
E. Coli	<100 MPN/g			<10 CFU/g			
Pseudomonas aeruginosa				<10 CFU/g			
Staphylococcus aureus	15-25%			<10 CFU/g			
Salmonella spp.	<100 MPN/g			ไม่มี			

<sup>A</sup>70/Perentan/SR.140/10/2011: Minimum Technical Requirements for Solid Organic Fertilizer, INDONESIA; <sup>B</sup>MS1517: 2012 Organic Fertilizers-Specification (First Revision), MALAYSIA; <sup>C</sup>ICS65.080, PNS/BAFS 183:2016, Bureau of Agriculture and Fisheries Standards, PHILIPPINES, <sup>D</sup>AnnexVIII of Circular No. 41/2014/TT-BNNPTNT dated November 13, 2014 of Minister of Agriculture and Rural Development, VIETNAM



## 7. การพิจารณาทั่วไปที่ส่งผลกระทบต่อกรอบนโยบายและแนวทางปฏิบัติ

### 7.1 การประกันและการควบคุมคุณภาพ

กรอบนโยบายและแนวทางปฏิบัติเกี่ยวกับการจัดการดินและธาตุอาหารแห่งภูมิภาคอาเซียนมีหลายองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ทางเคมี ได้แก่

- การประเมินกำกับดูแลมาตรฐานของคุณภาพปุ๋ยและปัจจัยการผลิตชีวภาพ
- การกำหนดความเข้มข้นของธาตุอาหารของดินและพืช
- การทดสอบดินและพืชอย่างรวดเร็วโดยใช้ชุดตรวจวิเคราะห์ภาคสนาม

การวิเคราะห์ทั้งหมดนี้จำเป็นต้องได้ผลการวิเคราะห์ที่ถูกต้องและสามารถทำซ้ำได้และได้ผลใกล้เคียงกันซึ่งขึ้นอยู่กับห้องปฏิบัติการ และเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์

บทบาทของกระบวนการประกันและการควบคุมคุณภาพ คือ การให้การรับรองทำให้มั่นใจได้ว่า

- ขั้นตอนการปฏิบัติงานมาตรฐานได้จัดทำเป็นเอกสารและปฏิบัติตามขั้นตอนการวิเคราะห์แต่ละวิธี
- กระบวนการในการปฏิบัติงานกับพยานหลักฐานถูกดำเนินการเพื่อความมั่นใจว่ามีผลการวิเคราะห์มีความเชื่อถือได้และเป็นความลับ
- ขั้นตอน/ กระบวนการควบคุมคุณภาพที่ใช้งานได้มีการบันทึกและดำเนินการแล้ว
- ห้องปฏิบัติการทดสอบมีส่วนร่วมในโครงการรับรองมาตรฐาน ISO / IEC 17025 เพื่อแสดงให้เห็นถึงการประกันคุณภาพห้องปฏิบัติการ
- ห้องปฏิบัติการทดสอบเข้าร่วมในโครงการทดสอบความสามารถทางห้องปฏิบัติการระหว่างห้องปฏิบัติการเพื่อแสดงให้เห็นถึงผลการทดสอบที่มีประสิทธิภาพ (ตัวอย่างเช่น SEALNet–Thailand; WEPAL–Netherlands)

### 7.2 การฝึกอบรม การเสริมสร้างศักยภาพ และการสนับสนุนการจัดการดินและธาตุอาหาร

กรอบนโยบายและแนวทางปฏิบัติเกี่ยวกับการจัดการดินและธาตุอาหารแห่งภูมิภาคอาเซียนจะยังคงอยู่บนพื้นฐานหนังสือวันแต่จะมีโปรแกรมที่ครอบคลุมเกี่ยวกับการฝึกอบรมและการสร้างขีดความสามารถที่ดำเนินการกับกลุ่มผู้ใช้ขั้นสุดท้าย และองค์กรของรัฐบาลเป็นแกนนำและสนับสนุนที่มีประสิทธิภาพการดำเนินงานของกลุ่มผู้ใช้ขั้นสุดท้าย หรือเกษตรกร

มีบทเรียนที่ต้องเรียนรู้จากความพยายามที่จะใช้เทคโนโลยีแพคเกจ เช่น การจัดการดินและธาตุอาหารเฉพาะที่ Attanandana et al. (2008) สรุปปัจจัยสำคัญที่ทำให้เทคโนโลยีแพคเกจประสบความสำเร็จดังต่อไปนี้

- การระบุและการให้อำนาจแก่ผู้ที่สนับสนุนการผลักดันเปลี่ยนแปลงให้เกิดขึ้น (ผู้นำเกษตรกร) ‘Champion advocates’
- มุ่งเน้นการพึ่งพาตนเอง การมีส่วนร่วม และการเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์
- สร้างเครือข่ายเกษตรกรเพื่อส่งเสริมให้เกิดการแบ่งปันและการเรียนรู้
- การทดสอบกิจกรรมในท้องถิ่น การใช้และการประยุกต์ใช้ซึ่งเป็นหลักการพื้นฐานของเทคโนโลยีแพคเกจ
- ทรัพยากรหลักในท้องถิ่นที่พร้อมใช้ประโยชน์
- การปรับปรุงแพคเกจอย่างต่อเนื่องผ่าน ข้อเสนอแนะ การตรวจสอบ และการประเมินผล

นอกจากนี้ยังเป็นสิ่งที่จำเป็นสำหรับการฝึกอบรม การเสริมสร้างศักยภาพ และการสนับสนุนเพื่อเสริมสร้างและตอบสนองต่อปัญญาเวียงจันทน์ว่าด้วยการยกระดับมุมมองมิติหญิงชายและความร่วมมือระหว่างสตรีในอาเซียน เพื่อความยั่งยืนทางสิ่งแวดล้อม นำโดยผู้นำอาเซียนเมื่อวันที่ 19 ตุลาคม ปี ค.ศ. 2012 ความเสมอภาคหญิงชาย จำเป็นต้องมีการรวมและส่งเสริมมุมมองเกี่ยวกับเรื่องเพศในการออกแบบและการวางแผนเทคโนโลยี และการปฏิบัติที่เกี่ยวข้อง การเข้าร่วมอภิปราย มาตรการ และนโยบายเพื่อให้มั่นใจว่าชายและหญิงมีโอกาสที่เท่าเทียมกัน ทั้งในแง่ของการมีส่วนร่วมและประโยชน์จากการนำไปปฏิบัติและการปฏิบัติตามคำแนะนำ การเข้าร่วมอภิปรายที่เหมาะสมจำเป็นต้องพิจารณาถึงความพึงพอใจและความต้องการเฉพาะ ลำดับความสำคัญและความแตกต่างกัน ระหว่างกลุ่มของชายและหญิง และนำเสนอแนวทางเหล่านี้ในการออกแบบและการใช้เทคโนโลยีและการปฏิบัติ อย่างเหมาะสม ซึ่งจะเป็นการสนับสนุน และยอมรับเทคโนโลยี ให้โอกาสที่เท่าเทียมกันสำหรับชายและหญิงที่จะ ใช้เทคโนโลยีใหม่เกี่ยวกับการรับมือกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและการปฏิบัติที่เหมาะสม เทคโนโลยี และการปฏิบัติที่เฉพาะที่ตอบสนองต่อเรื่องเพศสามารถนำไปสู่การปรับปรุงชีวิตของเกษตรกรรายย่อยรวมทั้ง ส่งผลต่อผลและผลกระทบที่ยั่งยืนมากขึ้น ทั้งนี้สิ่งสำคัญสำหรับกรอบนโยบายและแนวทางปฏิบัตินี้ควรมาร่วม กับแผนการดำเนินงานในระดับภูมิภาค

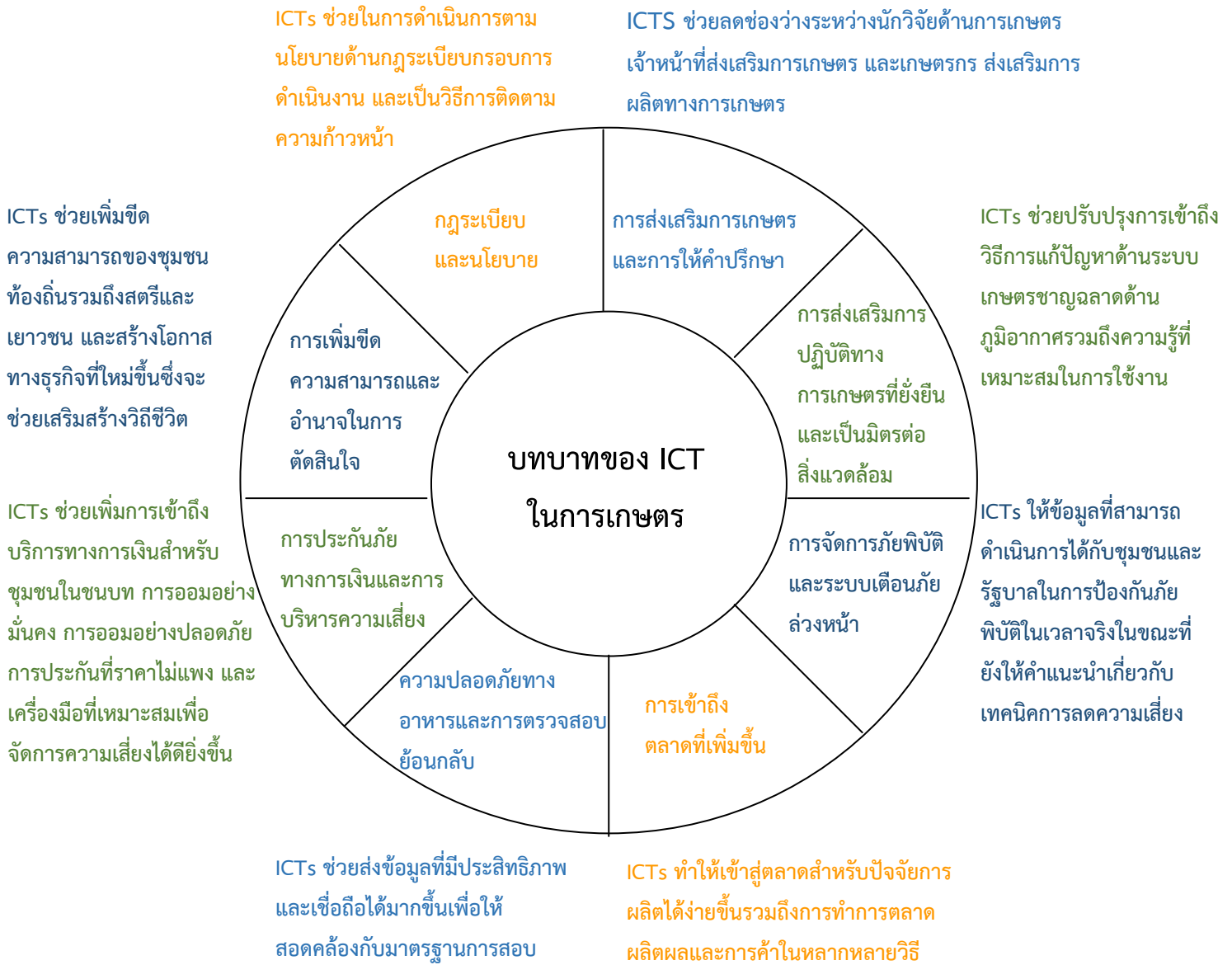
### 7.3 บทบาทของเทคโนโลยีการสื่อสารแบบบูรณาการในการจัดการดินและธาตุอาหาร

การจัดการดินและธาตุอาหารเป็นเพียงส่วนหนึ่งของ e-Agriculture approach ที่จำเป็นสำหรับระบบเกษตรชาญฉลาดด้านภูมิอากาศ (Climate-smart agricultural systems) ที่มีความยืดหยุ่นและยั่งยืน (ภาพที่ 5) การจัดการดินและธาตุอาหารมีปฏิสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับการจัดการน้ำ และศัตรูพืช และเทคโนโลยีการสื่อสารแบบบูรณาการเป็นพื้นฐานในการสนับสนุนปฏิสัมพันธ์นี้

โครงการ E-Agriculture เช่น โครงการ Direct2Farm ของศูนย์เพื่อการเกษตรและชีววิทยาศาสตร์นานาชาติ (Centre for Agriculture and Biosciences International; CABI) มีเป้าหมายเพื่อให้บริการด้านความรู้พื้นฐานที่ใช้เทคโนโลยีการสื่อสารแบบบูรณาการ (ICT) ช่วยให้เกษตรกรได้รับทักษะใหม่ ๆ เรียนรู้เทคโนโลยีใหม่ ค้นพบโอกาสทางธุรกิจใหม่ และทำให้ความเป็นอยู่ของเกษตรกรดีขึ้น (<http://direct2farm.org/>; เข้าถึง 29 ตุลาคม ปี ค.ศ. 2010)

การบริการความรู้ของเทคโนโลยีการสื่อสารแบบบูรณาการนี้ใช้แท็บเล็ต WiFi / 3G พร้อมกับแอปพลิเคชันเพื่อส่งข้อมูลและรวบรวมข้อมูลสำหรับการส่งผ่านทางไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ไปยังศูนย์ทรัพยากร (resource hub) โดยมีเครือข่ายผู้เชี่ยวชาญและผู้ทำงานร่วมกันเพื่อตอบคำถามผ่านการบริการส่งข้อความสั้น ๆ (SMSs) การสอบถามจะถูกบันทึกลงในฐานข้อมูลซึ่งจะกลายเป็นฐานทรัพยากรสำหรับการค้นหาและการส่งออกในภายหลัง

ภาพที่ 5 บทบาทของ ICT ในการเกษตร ที่มา: FAO-ITU (2016)



แหล่งที่มา FAO, ITU

การจัดการดินและธาตุอาหารที่เหมาะสมอย่างยิ่งเพื่อให้ ICT ถ่ายทอดคือ

(ก) การแก้ปัญหาโดยใช้บริการการวินิจฉัยจากระยะไกล

(ข) การเสริมสร้างศักยภาพของเกษตรกรโดยการจัดหาทรัพยากรการฝึกอบรม

(ค) อำนวยความสะดวกด้านการสื่อสารและการทำงานร่วมกันระหว่างเกษตรกร นักส่งเสริม นักวิจัย และผู้กำหนดนโยบาย

ข้อกำหนดเบื้องต้นที่สำคัญสำหรับวิธีการ ICT สำหรับการเรียนรู้ด้วยตนเองมีอยู่ เนื่องจากเว็บไซต์หลักและสมบัติของดินในตารางที่ 20 ทั้งหมดสอดคล้องกับการจับภาพระยะไกลโดย GPS กล้องถ่ายรูป และข้อความของสมาร์ทโฟน และอาจถูกส่งไปยังฮับทรัพยากรในระดับภูมิภาคของนักวิทยาศาสตร์และนักส่งเสริมสำหรับการแปลผลและคำแนะนำ

ตารางที่ 20 พื้นที่หลักและสมบัติของดินเพื่อประเมินผลผลิตของดินและข้อจำกัดของดิน (Moody and Cong, 2002) เครื่องหมายดอกจันระบุสมบัติของพื้นที่/ดินที่เหมาะสมสำหรับการตรวจเฝ้าระวัง

พื้นที่	<p>ที่ตั้ง</p> <p>ระดับความสูง</p> <p>ธรณีสัณฐาน</p> <p>ตำแหน่งที่ตั้ง</p> <p>ความลาดชัน</p> <p>พืชพรรณ*</p> <p>การใช้ประโยชน์ที่ดินปัจจุบัน*</p> <p>สภาพพื้นผิว*</p> <p>หลักฐานการกร่อน*</p> <p>การเกิดและสถานะรีดอกซ์ของชั้นซัลไฟต์ในดินล่าง*</p>
ดิน	<p>เนื้อดิน</p> <p>สีดิน</p> <p>โครงสร้างดิน</p> <p>ความคงทนของเม็ดดิน (การยุ่ยตัว/ การฟุ้งกระจาย)*</p> <p>ความยึดตัวของดิน</p> <p>สีจุดประ</p> <p>การบดอัดดิน*</p> <p>ความลึกของราก*</p> <p>กรวด</p> <p>ชั้นสภาพให้ซึมน้ำได้</p> <p>ชั้นการระบายน้ำ</p> <p>การวัด pH ในสนาม*</p> <p>การวัด EC ในสนาม*</p> <p>การวัดอินทรีย์คาร์บอนในสนาม*</p>

## 8. เชื่อมโยงระหว่างกรอบนโยบายและแนวทางปฏิบัติและความต้องการของผู้ใช้

ตารางที่ 2 ระบุข้อมูลที่ต้องการโดยกลุ่มผู้ใช้ต่าง ๆ จากกรอบนโยบายและแนวทางปฏิบัติเพื่อตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ แรงจูงใจของผู้ใช้และข้อมูลที่จำเป็นจะถูกนำมาเสนออีกครั้งในตารางที่ 21 โดยเชื่อมโยงกับกรอบนโยบายและแนวทางปฏิบัติที่กำหนดไว้

ตารางที่ 20 ระบุพื้นที่หลักและคุณลักษณะของดินที่สามารถใช้เพื่อวิเคราะห์ ข้อจำกัดของดิน และคุณลักษณะที่เหมาะสมกับการตรวจสอบสภาพของดินตามเวลา

ตารางที่ 21 แรงจูงใจและข้อมูลที่ผู้ใช้ขั้นสุดท้ายต้องการจากตารางที่ 2 ซึ่งมีการเชื่อมโยงกับเอกสารกรอบนโยบายและแนวทางปฏิบัติ

แรงจูงใจ	ข้อมูลที่จำเป็น	การเชื่อมโยงกับเอกสารกรอบนโยบายและแนวทางปฏิบัติ
-ความมั่นคงทางอาหาร	ระเบียบวิธีวิจัยและแนวทางการแปลผลสำหรับจัดหมวดหมู่และตรวจสอบสมบัติดินที่สำคัญ	หัวข้อ 2.2 ระบบจำแนกสมรรถนะความอุดมสมบูรณ์ของดิน (FCC) เพื่อระบุดินข้อจำกัดจากสมบัติหลักของดินและมีทางเลือกสำหรับการบรรเทาสมบัติหลักของดินสำหรับการตรวจสอบที่ระบุในตารางที่ 20
-การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ	ความต้องการธาตุอาหารของพืชหลักในการใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพ/ระบบการปลูกพืชที่ยืดหยุ่นต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ	หัวข้อ 5.1 ความต้องการธาตุอาหารพืชเชื่อมโยงกับหัวข้อ 4.1 ระบบเกษตรชาญฉลาดด้านภูมิอากาศ
-การจำหน่ายที่ดินที่มีคุณภาพดีเพื่อเกษตรกรรม	ระเบียบวิธีวิจัยและแนวทางการแปลผลสำหรับสมบัติของดินที่ถือว่าจำเป็นสำหรับดินที่เหมาะสมแก่การเพาะปลูก	หัวข้อ 3.1 และ 3.2 สำหรับการระบุข้อจำกัดของดินและหัวข้อที่ 4 สำหรับการจัดการสมบัติหลักของดินสำหรับการประเมินข้อจำกัดแสดงในตารางที่ 20
-ภาคชนบทที่มีประสิทธิผลและยืดหยุ่น	ระเบียบวิธีวิจัยและแนวทางการแปลผลสำหรับการระบุและจัดการดินที่มีข้อจำกัด	หัวข้อ 3.1 และ 3.2 สำหรับการระบุข้อจำกัดของดินและหัวข้อที่ 4 สำหรับการจัดการสมบัติหลักของดินสำหรับการประเมินข้อจำกัดแสดงในตารางที่ 20
	การจัดการดินและธาตุอาหาร 'สำหรับการให้เกษตรกรตาม หลักการจัดการดินและธาตุอาหารเฉพาะพื้นที่	หัวข้อ 5.1 และ 5.2

## 9. ข้อเสนอแนะในการดำเนินงานและการปรับปรุงกรอบนโยบายและแนวทางปฏิบัติในภาคทัวภูมิภาคอาเซียน

### 9.1 ลักษณะเชิงพื้นที่ของทรัพยากรดินและข้อจำกัดของดิน

ระบบจำแนกสมรรถนะความอุดมสมบูรณ์ของดิน (FCC) ซึ่งใช้ประโยชน์จากข้อมูลการสำรวจดินที่มีอยู่มีประโยชน์อย่างมากในการประเมินขีดความสามารถและข้อจำกัด ของดินบริเวณที่ตอนและที่ลุ่มในหลายพื้นที่ของบรูไนดารุสซาลาม ราชอาณาจักรกัมพูชา สาธารณรัฐฟิลิปปินส์ ประเทศไทย และสาธารณรัฐสังคมนิยมเวียดนาม (หัวข้อ 2.2) เกณฑ์ระเบียบวิธีและเกณฑ์ข้อจำกัดที่เป็นมาตรฐานสามารถประยุกต์ใช้กับชุดข้อมูลการสำรวจดินทัวภูมิภาคอาเซียนเพื่อให้สามารถประเมินทรัพยากรดินได้ในระดับภูมิภาค การประเมินนี้สามารถใช้เพื่อวัตถุประสงค์ที่หลากหลาย เช่น การระบุพื้นที่ดินที่มีคุณภาพดีเพื่อเกษตรกรรมเพื่อการวางแผนที่ดิน และจัดลำดับความสำคัญการลงทุนเพื่อการปรับปรุงและฟื้นฟูสภาพดิน

- แนะนำให้มีการรวบรวมข้อมูลการสำรวจดินที่มีอยู่เพื่อสร้างความสามารถในการเชิงพื้นที่ของภูมิภาคและผลิตภัณฑ์ข้อจำกัดของดิน

ผลิตภัณฑ์เหล่านี้สามารถนำมาใช้เพื่อริเริ่มนโยบายและกิจกรรมการส่งเสริมโดยมุ่งเน้นความมั่นคงทางด้านอาหาร ระบบเกษตรชาวนฉลาดด้านภูมิภาคที่เหมาะสม และจัดลำดับความสำคัญในการป้องกันการให้บริการระบบนิเวศโดยป้องกันทรัพยากรดินจากการเสื่อมโทรม

### 9.2 แนวทางที่เป็นหนึ่งเดียวกันเพื่อการจัดการธาตุอาหารเฉพาะที่

ระเบียบวิธีการจัดการดินและธาตุอาหารเฉพาะที่ (SSNM) ได้ถูกนำมาใช้ประโยชน์ในหลายประเทศสมาชิกอาเซียนเพื่อกำหนดปริมาณปัจจัยการผลิตด้านธาตุอาหารของระบบการปลูกข้าวและข้าวโพด (หัวข้อ 5.2). ระเบียบวิธีการนี้ คือ วิธีทางวิทยาศาสตร์ที่มีประสิทธิภาพและมีวิธีการที่แม่นยำในการหาปัจจัยการผลิตด้านธาตุอาหารที่จะเพิ่มประสิทธิภาพในการดูตใช้ธาตุอาหารของพืชให้สูงสุด วิธีนี้แสดงให้เห็นว่าผลกำไรของเกษตรกรเพิ่มสูงสุดเมื่อมีการเคลื่อนย้ายธาตุอาหารออกจากพื้นที่น้อยที่สุด วิธีการ คือ การปลูกพืชเฉพาะและประเมินธาตุอาหารทั่วทั้งภูมิภาคและชนิดของดิน แนวทางความสมดุลของระบบธาตุอาหารเพื่อการจัดการดินและธาตุอาหารเฉพาะที่ (ภาพที่ 3) สามารถทำให้เป็นหนึ่งเดียวกันได้อย่างง่ายดายทั่วทั้งภูมิภาคอาเซียนด้วยการกำหนดมาตรฐานความต้องการธาตุอาหารของพืชที่มีความสำคัญ การยอมรับแนวทางการทดสอบดิน/พืชเพื่อการจัดการดินและธาตุอาหารเฉพาะที่ในภูมิภาค (ภาพที่ 4) จะเป็นเรื่องที่ทำหายมากขึ้นเนื่องจากการประเมินปริมาณธาตุอาหารเฉพาะที่เป็นประโยชน์ต่อพืชที่ได้จากดินในระหว่างรอบการเพาะปลูก เมื่อธาตุอาหารอื่น ๆ ไม่จำกัดนั้นต้องได้รับการสอบเทียบกับดัชนีของดินหรือพืช (เช่น การประเมินแผ่นเทียบสีใบ) อย่างไรก็ตาม วิธีนี้จะถูกปฏิบัติได้มากขึ้นเพราะว่าวิธีการนี้ไม่จำเป็นต้องวัดค่าการดูตใช้ธาตุอาหารของพืชในแปลงจากแหล่งธาตุอาหารเดิมจากดิน

- แนะนำ คือ (ก) แผนภูมิการปรับความต้องการธาตุอาหารพืชเข้ามาตรฐาน (กิโลกรัมธาตุอาหารในชีวมวลของพืช / หน่วยของผลผลิต) ได้รับการพัฒนาเพื่อปลูกพืชหลักในภูมิภาค (ข) พัฒนาการปรับเทียบในระดับภูมิภาคเพื่อใช้ในการ

ทดสอบดินที่เฉพาะ (เช่น Olsen-P, โพแทสเซียมที่สามารถแลกเปลี่ยนได้) และดัชนีของพืช (เช่น การประเมินแผ่นเทียบสี  
ใบสำหรับไนโตรเจน)

### 9.3 การจัดทำมาตรฐานของระเบียบวิธีชุดตรวจวิเคราะห์ดินและการแปลผล

ชุดตรวจวิเคราะห์ดินถูกใช้ในหลายประเทศสมาชิกในภูมิภาคอาเซียนเพื่อประเมินคุณภาพของสถานะของธาตุอาหารในดินในระดับต่ำ-กลาง-สูง หรือเพื่อวัดปริมาณสถานะของธาตุอาหารในดินเพื่อหาปริมาณธาตุอาหารเติมจากดิน เป็นที่ทราบกันดีว่าโดยทั่วไปชุดตรวจวิเคราะห์ดินเหล่านี้ได้รับการผลิตภายใต้ลิขสิทธิ์ที่แตกต่างกันจึงเป็นโอกาสที่ดีในการเปรียบเทียบวิธีการและผลลัพธ์ของชุดตรวจวิเคราะห์ดินจากแหล่งต่าง ๆ และทำการพัฒนาชุดมาตรฐานสำหรับการกำหนดและแปลผลสถานะธาตุอาหารในดิน

วิธีการใช้ชุดตรวจวิเคราะห์ดินสามารถผสมผสานเข้ากับโปรแกรมหมอดินอาสาซึ่งเป็นการส่งเสริมให้ข้อมูลกับเกษตรกรแบบเคลื่อนที่ เข้าถึงพื้นที่ของเกษตรกรที่ใช้อยู่ในประเทศไทย และประสบความสำเร็จอย่างสูง

- แนะนำให้มีการทบทวนและเปรียบเทียบวิธีการและผลลัพธ์ของชุดตรวจวิเคราะห์ดินต่าง ๆ เพื่อการพัฒนาโปรโตคอลที่เป็นมาตรฐานสำหรับการแปลผลผลลัพธ์ในแง่ของความต้องการธาตุอาหาร การริเริ่มให้มีความร่วมมือของภาครัฐและเอกชนเพื่อขยายตลาด จะมีส่วนสนับสนุนให้มีการยอมรับและการใช้วิธีการที่เป็นแบบเดียวกันทั่วภูมิภาคอาเซียนเพิ่มมากขึ้น
- แนะนำให้มีการศึกษาความเป็นไปได้ของวิธีการใช้ชุดตรวจวิเคราะห์ดินเข้ากับแนวทางการส่งเสริมให้ข้อมูลแบบเคลื่อนที่เข้าถึงพื้นที่ของเกษตรกร และเพื่อขับเคลื่อนกระบวนการนี้ ควรพิจารณาดำเนินการผ่านการร่วมลงทุนระหว่างภาครัฐและภาคเอกชน

### 9.4 มาตรฐานความสอดคล้องและข้อกำหนดการแสดงผลสำหรับปุ๋ยและอาหารเสริมพืช

ข้อกำหนดเกี่ยวกับมาตรฐานและข้อกำหนดการแสดงผลสำหรับปุ๋ยและอาหารเสริมพืช (เช่น ปุ๋ยหมัก) ในภูมิภาคอาเซียน ได้ถูกพัฒนาไปในแนวทางเดียวกันอยู่แล้ว (บทที่ 6) อย่างไรก็ตาม จะเป็นประโยชน์อย่างมากต่อเกษตรกรและผู้ผลิตผลิตภัณฑ์เหล่านี้หากมีการจัดทำรหัสของส่วนประกอบและฉลากของปุ๋ย/อาหารเสริมพืชเหมือนกันทั่วภูมิภาคอาเซียน

- แนะนำให้มีการทบทวนมาตรฐานและระเบียบข้อบังคับฉลากของประเทศสมาชิกในอาเซียนเพื่อพัฒนารหัสของปุ๋ยและอาหารเสริมพืชให้เป็นหนึ่งเดียวกันทั่วทั้งภูมิภาค



## 9.5 การประกันคุณภาพ/การควบคุมคุณภาพในห้องปฏิบัติการทดสอบดินและพืชอย่างเป็นทางการ

การรับรองระบบคุณภาพ/รูปแบบการรับรอง (เช่น มาตรฐานไอเอสโอ) มีอยู่แล้วสำหรับการประกันคุณภาพ/การควบคุมคุณภาพในห้องปฏิบัติการวิเคราะห์และจัดโดยห้องปฏิบัติการของประเทศสมาชิกในภูมิภาคอาเซียนบางแห่ง (เช่น Bureau of Soil and Water Management, สาธารณรัฐฟิลิปปินส์; Plant Health Laboratory Department, AVA, ประเทศสิงคโปร์; Soils and Fertilizers Research Institute, สาธารณรัฐสังคมนิยมเวียดนาม) ระบบการรับรองมาตรฐาน ISO เป็นเครื่องยืนยันว่าห้องปฏิบัติการมีระบบการประเมินคุณภาพและกระบวนการควบคุมคุณภาพ อย่างไรก็ตาม ระบบการรับรองนี้ไม่ได้ประเมินความสามารถของห้องปฏิบัติการในการปฏิบัติตามขั้นตอนการปฏิบัติงานมาตรฐานของวิธีการวิเคราะห์เฉพาะ (ตัวอย่างเช่น การทดสอบดิน Bray II) และให้ผลลัพธ์ที่เทียบเท่าได้กับห้องปฏิบัติการอื่น ๆ ที่ทำแบบทดสอบเดียวกัน เนื่องจากการทดสอบในดิน (และพืชในบางกรณี) มักเป็นการทดลองผ่านการสังเกตการณ์และต้องปฏิบัติตามหลักเกณฑ์อย่างเคร่งครัด (บทที่ 6) จึงเป็นความท้าทายอย่างยิ่งที่จะทำให้มั่นใจได้ว่าห้องปฏิบัติการทั้งหมดจะได้ผลการวิเคราะห์ที่เหมือนเดิมจากวิเคราะห์ตัวอย่างเดียวกัน แต่สามารถทำให้สำเร็จได้ผ่านโครงการการรับรองจากโปรแกรมการทดสอบความชำนาญทางระหว่างห้องปฏิบัติการ (ILPT) อย่างเป็นทางการ เช่น โปรแกรม WEPAL, ประเทศเนเธอร์แลนด์; โปรแกรม ILPT the Plant Health Laboratory Department, AVA, ประเทศสิงคโปร์เข้าร่วม เช่นเดียวกับ โปรแกรม ILPT ที่ดำเนินการโดย Australasian Soil and Plant Analysis Council (ASPAC) และห้องปฏิบัติการหลาย ๆ แห่งของเครือข่ายห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ดินอย่างไม่เป็นทางการมีอยู่ในภูมิภาคอาเซียน - โครงการจัดตั้งเครือข่ายห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ดินและพืชในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (South East Asian Laboratory Network: SEALNet) ซึ่งได้รับการสนับสนุนจาก ASPAC ILPT ทั้งนี้ SEALNet สามารถจัดทำโครงการดังกล่าวให้กับห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ดินและพืชของอาเซียนได้เพื่อให้มั่นใจได้ว่าการปฏิบัติงานวิเคราะห์มีการประกันคุณภาพ/การควบคุมคุณภาพ และดำเนินการโดยห้องปฏิบัติการที่ให้บริการวิเคราะห์ดินและพืชแก่ภาคเกษตรกรรม

- แนะนำให้มีการยอมรับ และสนับสนุน SEALNet อย่างเป็นทางการว่า เป็นองค์กรระดับภูมิภาคที่มีส่วนรับผิดชอบในการประกันคุณภาพ / การควบคุมคุณภาพในห้องปฏิบัติการที่ให้บริการวิเคราะห์ดินและพืชแก่ภาคเกษตรกรรมในภูมิภาคอาเซียน

## 9.6 การพัฒนากลยุทธ์ ICT ระดับภูมิภาคเพื่อสนับสนุนนโยบาย การวางแผน และการสนับสนุนการบริการสำหรับการจัดการดินและธาตุอาหาร

เนื่องจากทรัพยากรมีอยู่อย่างจำกัด และความขาดแคลนบุคลากรที่ได้รับการฝึกฝนด้านเทคนิค บุคลากรทางวิทยาศาสตร์ และบุคลากรส่งเสริม และด้วยเหตุนี้ทำให้ปัจจุบันประเทศสมาชิกในภูมิภาคอาเซียนไม่สามารถให้คำแนะนำแก่เกษตรกรได้อย่างทันท่วงที เช่นเดียวกันผู้กำหนดนโยบายเกี่ยวกับประเด็นปัญหาการจัดการดินและที่ดินควรได้รับข้อมูลและคำแนะนำที่เกี่ยวข้องทันทีแก่เนื่องจากบ่อยครั้งข้อมูลและการติดต่อสื่อสารไม่เชื่อมโยงกันระหว่างหน่วยงานต่าง ๆ ส่งผลให้ปัญหาไม่ได้รับการแก้ไขอย่างทันท่วงที

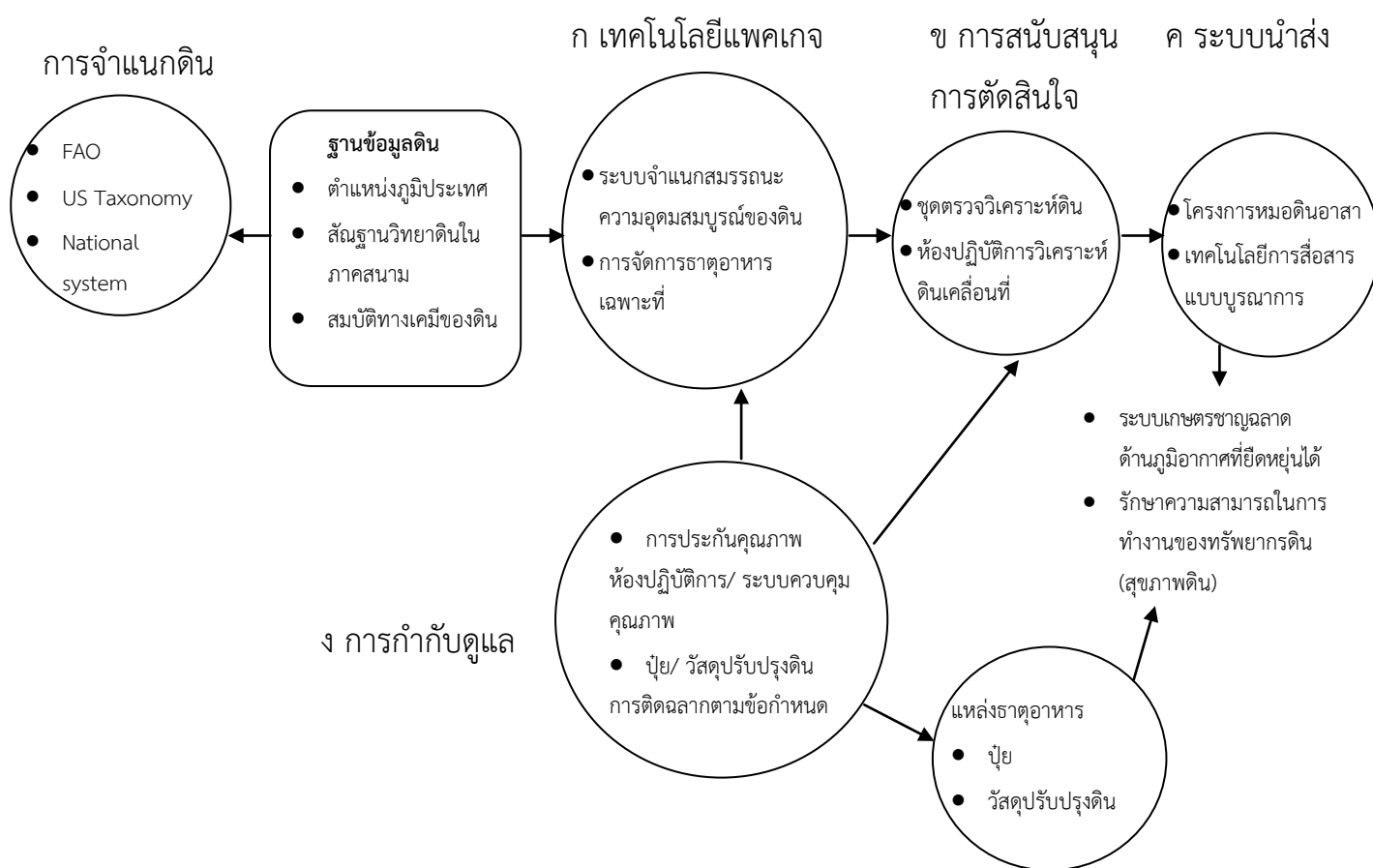
โครงการด้าน ICT ในระดับภูมิภาคที่สนับสนุน e-Agriculture ที่ประกอบด้วยหน่วยงานด้านการจัดการดินและธาตุอาหารจะช่วยให้ในการแลกเปลี่ยนข้อมูลง่ายและรวดเร็วและเป็นเวทีสำหรับการสื่อสารและการเสริมสร้างศักยภาพ

- แนะนำให้มีการจัดตั้งโครงการ e-Soil and Nutrient ในระดับภูมิภาค พร้อมทั้งให้การยอมรับและสนับสนุนอย่างเป็นทางการด้วย resource hub ที่ใช้ข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์จากที่ได้รับจากผู้ใช้ขั้นสุดท้ายและให้คำแนะนำข้อมูล และการฝึกอบรมกลับไปยังผู้ใช้ขั้นสุดท้าย แนวทางการจัดตั้งและดำเนินการโปรแกรมดังกล่าวสามารถอ้างอิงจากกลยุทธ์ของ FAO-ITU (2016)
- ขั้นตอนแรกในการประยุกต์ใช้ ICT ในการจัดการดินและธาตุอาหาร สามารถใช้เว็บไซต์ ASEAN Cooperation on Crops สำหรับการจัดการดินและธาตุอาหาร เป็นเวทีการสื่อสารระดับภูมิภาคแห่งแรกในการสนับสนุนนโยบาย การวางแผน และการสนับสนุนการให้บริการด้านการจัดการดินและธาตุอาหาร

## 9.7 กรอบการดำเนินการและกำหนดการ

กรอบนโยบายและแนวทางปฏิบัติเกี่ยวกับการจัดการดินและธาตุอาหารแห่งภูมิภาคอาเซียนที่กล่าวมาแล้วข้างต้น เป็นข้อเสนอแนวทางทางด้านเทคนิคสำหรับกรอบการดำเนินงานเพื่อการจัดการดินและธาตุอาหารในภูมิภาคอาเซียน (ภาพที่ 6)

ภาพที่ 6 กรอบการดำเนินงานเพื่อการจัดการดินและธาตุอาหารในภูมิภาคอาเซียน



กรอบการดำเนินงานสำหรับการจัดการดินและธาตุอาหารฉบับนี้ ให้ความสำคัญและตอบสนองต่อเป้าหมายตามวิสัยทัศน์และแผนยุทธศาสตร์ความร่วมมือด้านอาหาร การเกษตรและป่าไม้ ปี ค.ศ. 2016 - 2025 (Vision and Strategic Plan for ASEAN Cooperation in Food, Agriculture and Forestry (2016-2025): ได้แก่ การสร้างความมั่นคงด้านความมั่นคงทางอาหาร ความปลอดภัยของอาหาร และโภชนาการที่ดีขึ้น และการเพิ่มความยืดหยุ่น และช่วยสนับสนุนการบรรเทาและการปรับตัวเพื่อลดผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ภัยธรรมชาติ และเหตุการณ์อื่น ๆ โดยเฉพาะ กรอบการดำเนินงานตามกลยุทธ์ที่ 3 /ผลผลิตที่ 3.1 (Strategic thrust 3/action program 3.1) คือ กรอบนโยบายบูรณาการความมั่นคงด้านอาหารของอาเซียนอย่างมีประสิทธิภาพ (ASEAN Integrated Food Security; AIFS) และ กรอบนโยบายและแผนกลยุทธ์ความมั่นคงด้านอาหารของอาเซียน ปี ค.ศ. 2015 - 2020 (Strategic Plan of Action on Food Security in the ASEAN Region: SPA-FS, 2015-2020)

นอกจากนี้ยังสนับสนุนกลยุทธ์/แผนงาน/กิจกรรมอื่น ๆ ภายใต้กรอบนโยบายและแผนยุทธศาสตร์เดียวกันนี้

- กลยุทธ์ที่ 1 (Strategic thrust 1) เทคโนโลยีสีเขียวที่ยั่งยืน ระบบบริหารทรัพยากร (Sustainable 'green' technologies, resource management systems) 1.2, 1.3, 1.4, 1.5, 1.9, 1.12 and 1.13
- กลยุทธ์ที่ 2 (Strategic thrust 2) การรวมกลุ่มทางการค้าและเศรษฐกิจ (Trade and economic integration) 2.2
- กลยุทธ์ที่ 4 (Strategic thrust 4) การยืดหยุ่นต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Resilience to climate change) 4.1, 4.2, 4.3, 4.6, and 4.7

การดำเนินงานของการจัดการดินและธาตุอาหารในระดับภูมิภาคประกอบไปด้วย 4 องค์ประกอบหลัก ดังนี้ (ก) เทคโนโลยีแพคเกจ (Technology packages) (ข) การสนับสนุนการตัดสินใจ (Decision support systems) (ค) ระบบนำส่ง (Delivery systems) และ (ง) การกำกับดูแล (Regulatory functions) (ภาพ A) ในระหว่างการพัฒนากรอบนโยบายและแนวทางปฏิบัติเกี่ยวกับการจัดการดินและธาตุอาหารแห่งภูมิภาคอาเซียนนี้ มีการนำเอาตัวอย่างของแพคเกจและระบบในระดับภูมิภาคนี้มารวบรวมและจัดทำเพื่อใช้เป็นต้นแบบของการดำเนินงาน เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของระบบเกษตรชาญฉลาดด้านภูมิอากาศ ระบบเกษตรที่มีความยืดหยุ่น (Climate-smart and resilient agricultural systems) และมีการดำเนินงานที่สามารถรักษาและปรับปรุงสุขภาพของดินได้

**(ก) การจำแนกสมรรถนะความอุดมสมบูรณ์ของดิน (Fertility capability classification; FCC)** วิธีการนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับฐานข้อมูลดินระดับภูมิภาค โดยข้อมูลดังกล่าวนี้ใช้ในการประเมินข้อจำกัดของดินที่มีต่อระบบการผลิตพืชอย่างมีประสิทธิภาพ และความเสถียรต่อความเสื่อมโทรมของที่ดิน อีกทั้งยังเป็นข้อมูลในการตัดสินใจเกี่ยวกับทางเลือกในการปรับปรุง และบรรเทาปัญหาของดินในด้านต่าง ๆ **การจัดการธาตุอาหารเฉพาะที่ (Site specific nutrient management; SSNM)** เป็นวิธีการดำเนินงานใส่ปุ๋ยและการปฏิบัติทางการเกษตรอย่างถูกต้องเหมาะสม เพื่อให้พืชดูดใช้ธาตุอาหารได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด (การใส่ปุ๋ยเท่าที่จำเป็น ตามความสามารถในการดูดใช้ และความต้องการของพืช) เพื่อให้เกษตรกรได้รับผลกำไรสูงสุด และส่งผลดีต่อสิ่งแวดล้อม

(ข) ข้อมูลที่ใช้ในการสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับ SSNM ได้มากจากข้อมูลการวิเคราะห์ดินจากชุดตรวจวิเคราะห์ดิน (Soil test kits) และห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ดินเคลื่อนที่ (Mobile Labs) ซึ่งให้ข้อมูลการประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดินเฉพาะพื้นที่ เพื่อให้ทราบถึงปริมาณธาตุอาหารที่มีอยู่ในดิน แล้วนำมาเปรียบเทียบกับปริมาณความต้องการธาตุอาหารของพืชที่ปลูก เพื่อคำนวณปริมาณธาตุอาหารหลักที่ต้องเพิ่มตามคำแนะนำการใช้ปุ๋ย

(ค) คำแนะนำด้านเทคนิค การฝึกอบรม และการสร้างขีดความสามารถ รูปแบบการเสนอและถ่ายทอดความรู้ในระดับภูมิภาค สามารถทำได้ด้วย เทคโนโลยีการสื่อสารแบบบูรณาการ (Integrated communication technology; ICT) และ จากโครงการต่างๆ เช่น โครงการหมอดินอาสา (Soils doctor program) ในประเทศไทย การพัฒนาต่อไปในอนาคต ICT จะเป็นเทคโนโลยีหลักในการถ่ายทอด เชื่อมต่อ ให้คำปรึกษาด้านเทคนิค และเผยแพร่คำแนะนำสู่เกษตรกรในภูมิภาคนี้ได้โดยตรง

(ง) ข้อมูลมีความแม่นยำ (Reliable) และได้ผลใกล้เคียงกัน (Reproducible) เช่น องค์ประกอบทางเคมีของปุ๋ย และวัสดุปรับปรุงดิน เพื่อให้เป็นไปตามข้อกำหนดฉลากที่มีการควบคุม และระบบการสนับสนุนการตัดสินใจต้องทำภายใต้ระบบการประกันคุณภาพของห้องปฏิบัติการ (Laboratory quality assurance systems) การได้รับการรับรองของห้องปฏิบัติการ ชี้ให้เห็นถึงว่า ห้องปฏิบัติการนั้นมีความสามารถในการวิเคราะห์ ทำให้ผลการวิเคราะห์มีความแม่นยำ และได้ผลใกล้เคียงกัน เช่นเดียวกันกับผลจากห้องปฏิบัติการอื่นๆ ในภูมิภาค การได้รับการรับรองของห้องปฏิบัติการมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อความมั่นคงของโครงการต่าง ๆ ในภูมิภาคนี้

กระบวนการ ผลที่ได้รับ ผลลัพธ์ และระยะเวลาสำหรับการดำเนินการจัดการดินและธาตุอาหารแห่งภูมิภาคอาเซียน แสดงในตารางที่ 22

เนื่องจากลักษณะทางเทคนิคของผลลัพธ์และผลลัพธ์ที่คาดว่าจะได้รับ ขั้นตอนการดำเนินการจะต้องดำเนินการโดยทีมผู้เชี่ยวชาญสองทีมซึ่งประกอบด้วย (1) นักวิทยาศาสตร์ และ (2) นักส่งเสริมจากประเทศสมาชิกอาเซียน

- (1) กลุ่มผู้เชี่ยวชาญด้านการปฏิบัติงานด้านเทคนิคจะต้องใช้นักวิทยาศาสตร์ทางดินที่มีความรู้และประสบการณ์ โดยมีเข้าใจอย่างละเอียดเกี่ยวกับระบบการผลิตทางการเกษตร
- (2) กลุ่มผู้เชี่ยวชาญด้านการส่งเสริมจะต้องมีผู้เชี่ยวชาญด้านการส่งเสริมการเกษตรที่มีความรู้และประสบการณ์ โดยมีความเข้าใจอย่างละเอียดเกี่ยวกับเศรษฐศาสตร์และสังคมของชุมชนของชุมชนชนบทและเชื่อมโยงกับธุรกิจเกษตร

กลุ่มผู้เชี่ยวชาญทั้งสองกลุ่มนี้จำเป็นต้องทำงานร่วมกันอย่างใกล้ชิดเพื่อทบทวนข้อมูลที่มีอยู่ และเพื่ออำนวยความสะดวก/ให้ความช่วยเหลือ/ เริ่มต้นกิจกรรมใหม่เพื่อให้บรรลุผลลัพธ์ กระบวนการเพื่อให้นโยบายของอาเซียน และการวางแผนปัจจัยการผลิต เข้าสู่กิจกรรมและผลการดำเนินงานใหม่เป็นสิ่งที่จำเป็นสำหรับการเพิ่มผลกระทบของผลลัพธ์สูงสุด

ตารางที่ 22 ตารางการดำเนินงานสำหรับการจัดการดินและธาตุอาหารแห่งภูมิภาคเอเชีย

ส่วนประกอบ	กระบวนการดำเนินงาน	ผลที่ได้รับ	ผลลัพธ์	กรอบเวลา/ลำดับความสำคัญ
ก เทคโนโลยีแพคเกจการจำแนกสมรรถนะความอุดมสมบูรณ์ของดิน (Fertility capability classification: FCC) (กรอบนโยบายและแนวทางปฏิบัติเกี่ยวกับการจัดการดินและธาตุอาหารแห่งภูมิภาคอาเซียน SNM หัวข้อ 2.2)	กลุ่มการดำเนินงานของผู้เชี่ยวชาญด้านเทคนิคแห่งภูมิภาคอาเซียน	ความเป็นหนึ่งเดียวกันของการจำแนกสมรรถนะความอุดมสมบูรณ์ของดิน การปรับปรุงและข้อจำกัดในภูมิภาคอาเซียน	รายการของภูมิภาค/แผนที่ของ 1) พื้นที่เกษตรกรรมที่มีดินที่มีคุณภาพเหมาะสมในการเพาะปลูกพืช 2) ดินที่มีความเสี่ยงต่อความเสื่อมโทรมของดิน 3) ดินที่มีปัญหา (กรอบนโยบายฯ SNM หัวข้อ 3.1) 4) ข้อจำกัดของดิน (กรอบนโยบายฯ SNM หัวข้อ 3.2) ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการจัดการที่เป็นมาตรฐานสากล (Global Standards Management Process:GSMP) (SNM หัวข้อ 4.1-4.4)	ระยะเวลาสั้น ความสำคัญสูง
การจัดการธาตุอาหารเฉพาะที่ (Site specific nutrient management: SSNM) (กรอบนโยบายฯ SNM หัวข้อ 5.2)	กลุ่มการดำเนินงานของผู้เชี่ยวชาญด้านเทคนิคและด้านการส่งเสริมแห่งภูมิภาคอาเซียน	หลักปฏิบัติของการจัดการธาตุอาหารเฉพาะที่ และคำแนะนำด้านธาตุอาหารของข้าว และข้าวโพดทั่วภูมิภาคอาเซียน	หลักปฏิบัติและขั้นตอนของการจัดการธาตุอาหารเฉพาะที่สามารถประยุกต์ใช้กับพืชชนิดอื่นทั่วภูมิภาคอาเซียน	ระยะเวลาปานกลาง ความสำคัญสูง
ข การสนับสนุนการตัดสินใจชุดตรวจวิเคราะห์ดิน (Soil test kits) (กรอบนโยบายฯ SNM หัวข้อ 5.2)	กลุ่มการดำเนินงานของผู้เชี่ยวชาญด้านเทคนิคแห่งภูมิภาคอาเซียน	ตรวจสอบประเภทความอุดมสมบูรณ์ดินและคู่มือการแปลผลของชุดตรวจวิเคราะห์ดินที่ใช้ในภูมิภาคอาเซียน (กรอบนโยบายฯSNM หัวข้อ 5.2.1)	ความเป็นหนึ่งเดียวกันของประเภทความอุดมสมบูรณ์ดินและคู่มือการแปลผลของชุดตรวจวิเคราะห์ดินที่ใช้ในภูมิภาคอาเซียน	ระยะเวลาปานกลาง ความสำคัญปานกลาง โอกาสในการส่งเสริมความร่วมมือของภาครัฐและเอกชน
ห้องปฏิบัติการหมอดินเคลื่อนที่ (กรอบนโยบายฯ SNM หัวข้อ 5.2)	กลุ่มการดำเนินงานของผู้เชี่ยวชาญด้านเทคนิคและด้านการส่งเสริมแห่งภูมิภาคอาเซียน	หลักปฏิบัติของห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ดินเคลื่อนที่ และคำแนะนำด้านธาตุอาหารให้ได้มาตรฐาน ซึ่งสอดคล้องกับผลที่ได้รับจากชุดตรวจวิเคราะห์ดินทั่วภูมิภาคอาเซียน	หลักปฏิบัติและขั้นตอนของการวิเคราะห์ดินสามารถนำมาประยุกต์ใช้กับการประเมินความอุดมสมบูรณ์ดินทั่วภูมิภาคอาเซียน	ระยะเวลาปานกลาง ความสำคัญปานกลาง โอกาสในการส่งเสริมความร่วมมือของภาครัฐและเอกชน

ส่วนประกอบ	กระบวนการดำเนินงาน	ผลที่ได้รับ	ผลลัพธ์	กรอบเวลา/ลำดับความสำคัญ
ค ระบบการนำส่งโครงการหมอดินอาสา	กลุ่มการดำเนินงานของผู้เชี่ยวชาญด้านเทคนิคและด้านการส่งเสริมแห่งภูมิภาคอาเซียน	ทบทวนหลักการที่ใช้ในโครงการหมอดินอาสาสำหรับการเผยแพร่ข้อมูลทางเทคนิคของการจัดการดินและธาตุอาหารสู่เกษตรกร	หลักการและคู่มือที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้สำหรับการเผยแพร่ข้อมูลทางเทคนิคของการจัดการดินและธาตุอาหารสู่เกษตรกรในภูมิภาคอาเซียน (สอดคล้องกับคำแนะนำเกี่ยวกับการจัดการและการปฏิบัติดินและธาตุอาหารที่กำหนดไว้ในหัวข้อ 4 และ 5)	ระยะเวลาสั้น ความสำคัญสูง
เทคโนโลยีการสื่อสารแบบบูรณาการ (กรอบนโยบายฯSNM หัวข้อ 7.3)	กลุ่มการดำเนินงานของผู้เชี่ยวชาญด้านเทคนิคและด้านการส่งเสริมแห่งภูมิภาคอาเซียน	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ดำเนินการจัดทำจัดการจัดการดินและธาตุอาหารไว้บนหน้าเว็บไซต์ของความร่วมมือด้านพืชแห่งภูมิภาคอาเซียน (ASEAN Cooperation on crops' website)</li> <li>- พัฒนาแผนเทคโนโลยีการสื่อสารแบบบูรณาการเกี่ยวกับการจัดการดินและธาตุอาหารสำหรับนำเสนอต่อการประชุมรัฐมนตรีด้านการเกษตรและป่าไม้แห่งอาเซียน (AMAF) เพื่อขอการสนับสนุน</li> </ul>	ข้อมูลเชิงโต้ตอบบนพจนานุกรมระหว่างเกษตรกรและผู้เชี่ยวชาญทางเทคนิค/ ทางการส่งเสริม เพื่อสนับสนุนการตัดสินใจผ่านทางเทคโนโลยีสมาร์ตโฟน	ระยะยาว ความสำคัญปานกลาง
ง การกำกับดูแลการประกันคุณภาพห้องปฏิบัติการ และการควบคุมคุณภาพภายในห้องปฏิบัติการ Lab QA/QC (กรอบนโยบายฯ SNM หัวข้อ 7.1)	เครือข่ายห้องปฏิบัติการเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (South East Asian Laboratory Network: SEALNet)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ขั้นตอนการดำเนินงานที่มีมาตรฐานเดียวสำหรับห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ดินในภูมิภาคอาเซียน</li> <li>- โครงการการรับรอง QA/QC ของห้องปฏิบัติการในภูมิภาคอาเซียน</li> </ul>	การได้รับการรับรองว่าห้องปฏิบัติการนั้นมีความสามารถในการวิเคราะห์ทำให้ผลการวิเคราะห์มีความแม่นยำ และได้ผลใกล้เคียงกันเช่นเดียวกันกับผลจากห้องปฏิบัติการอื่น ๆ ในภูมิภาค	ระยะเวลาปานกลาง ความสำคัญสูง
การติดตามผลตามข้อกำหนด (SNM หัวข้อ 6)	กลุ่มการดำเนินงานของผู้เชี่ยวชาญด้านเทคนิคแห่งภูมิภาคอาเซียน	มาตรฐานขั้นต่ำที่ตกลงร่วมกันสำหรับการติดตามผล และอาหารเสริมในภูมิภาคอาเซียน	การควบคุมการติดตามผลปุ๋ยและอาหารเสริมพืชที่สอดคล้องกันในภูมิภาคอาเซียน	ระยะเวลาสั้น ความสำคัญปานกลาง

## 10. เอกสารอ้างอิง

Abdul Jamil MA (1993) Some Issues on Land Utilization and Management for Agriculture. Keynote Address presented at the 'Symposium on Management of Land Resources for Agriculture Development'. University of Agriculture, Serdang, Malaysia.

Arjunan R, Varughese P (2010) Soil and Leaf Nutrient Status of Three Leafy Vegetables Grown in Singapore. Agri-Food and Veterinary Authority of Singapore, Singapore.

Armada AB, Correa Jr. TQ (2003) The ASIALAND Network on Sloping Land Management: Evolution from plot-scale experiments to a community-based development program, p55-66 (International Water Management Institute: Colombo, Sri Lanka).

Attanandana T, Vacharotayan S (1986) Acid sulfate soils: their characteristics, genesis, amelioration and utilization. SE Asian Studies 24, 154-180.

Attanandana T, Yost RS (2003) A site-specific nutrient management approach for maize. Better Crops International 17, 3-7.

Attanandana T, Verapattananirund P, Yost R (2008) Refining and disseminating site-specific nutrient management technology in Thailand. Agronomy for Sustainable Development 28, 291-297.

Aung M, Yi MM (2006) ASEAN-MAFF-JAPAN Project on Social, Environment and Economic Development of Inle Lake in Myanmar.

Aweng ER, Karimah M, Suhaimi O (2011) Heavy metals concentration of irrigation water, soils and fruit vegetables in Kota Bharu Area, Kelantan, Malaysia. Journal of Applied Sciences in Environmental Sanitation 6, 463-470.

[BSWM] Bureau of Soils and Water Management (2014) Guide to Fertilizer Recommendation for Rice and Corn, Dept. of Agriculture, Bureau of Soils and Water Management, June 2014.

Burkitt LL, Moody PW, Gourley CJP, Hannah ML (2002) A simple phosphorus sorption index for Australian soils. Australian Journal of Soil Research 40, 497-513.

Carating RR, Galanta R, Bacatio C (2014) The Soils of the Philippines. (Springer Science + Business Media: Dordrecht, The Netherlands).

Carucci VFP (2001) Guidelines on soil and water conservation for the Myanmar Dry Zone. Environmentally sustainable food security and micro income opportunities in the Dry Zone MYA/99/006.

Chan YK (1990) The mining land-an overview of the current situation in Peninsular Malaysia. Paper presented at the seminar on Ex-Mining Land and BRIS Soils: Prospects and Proft. 15-16 October 1990. Kuala Lumpur, 17 pp.

Chinabut N (2005) The “Dr Soils” program of the Land Development Department, Thailand. Proceedings of Management of Tropical Sandy Soils for Sustainable Agriculture, 27 Nov-2 Dec 2005, Khon Kaen, Thailand. p. 404 (FAO: Bangkok, Thailand).

Dierolf TS, Fairhurst TH, Mutert EW (2001) Soil Fertility Kit: A Toolkit for Acid Upland Soil Fertility Management in Southeast Asia-Handbook Series. Pp 149 (Potash and Phosphate Institute: Singapore).

Dobermann A, Witt C, Dawe D, Abdulrachman S, Gines HC, Nagarajan R, Satawathananont S, Son TT, Tan PS, Wang GH, Chien NV, Thoa YTK, Phung CV, Stalin P, Muthukrishnan P, Ravi V, Babu M, Chatuporn S, Sookthongsa J, Sun Q, Fu R, Simbahan GC, Adviento MAA (2002) Site-specific nutrient management for intensive rice cropping systems in Asia. *Field Crops Research* 74, 37-66.

Driessen P, Deckers J, Spaargaren O, Nachtergaele F (2001) Lecture Notes on the Major Soils of the World. (Food and Agriculture Organization: Rome).

Eviati, Sulaeman Y (2012) Technical instruction of soil chemistry, plant, water, and fertilizer analyses. 2nd edition. (Indonesian Agency for Agricultural Research and Development: Jakarta, Indonesia).

Fairhurst TH, Witt C, Buresh RJ, Dobermann A (2007) Rice: A Practical Guide to Nutrient Management, 2nd edition (International Rice Research Institute, International Plant Nutrition Institute, International Potash Institute: Los Banos, Philippines).

[FAO] Food and Agriculture Organization (1974) FAO-UNESCO Soil map of the world. 1:5,000,000. Vol. I Legend. (UNESCO: Paris).

[FAO] Food and Agriculture Organization (1979) FAO-UNESCO Soil map of the world. 1:5,000,000. Vol. IX Southeast Asia. (UNESCO: Paris).

[FAO] Food and Agriculture Organization (2003) FAO Committee on Agriculture (COAG), Seventeenth Session, Rome, 13 March-4 April 2003.

[FAO-ITU] Food and Agriculture Organization, International Telecommunication Union (2016) E-agriculture strategy guide. Piloted in Asia-Pacific Countries (FAO: Bangkok).



- Fitzpatrick RW, Hicks WS, Grealish GJ, Ringrose-Voase AJ (2008) Soil Fertility Evaluation/Advisory Service in Negara Brunei Darussalam Report P2-3-Acid Sulfate Soils. CSIRO Land and Water Science Report 06/08 (CSIRO: Canberra, Australia).
- Ghosh PK, Manna MC, Bandyopadhyay KK, Ajay, Tripathi AK, Wanjari RH, Hati KM, Misra AK, Acharya CL, Subba Rao A (2006) Interspecific interaction and nutrient use in soybean/sorghum intercropping system. *Agronomy Journal* 98, 1097-1108.
- Golueke CG (1982) Composting: A review of rational, principles and public health. In 'Composting: Theory and Practice for City, Industry and Farm'. (Ed. Biocycle) Pp 19-25. (The JG Press: Emmaus, PA).
- Ha PQ, Hien BH, Hoa HTT, Tu PK, Ninh HT, Loan BTP, Quynh VD, Dufey JE (2005) Overview of sandy soils management in Vietnam. *Proceedings of Management of Tropical Sandy Soils for Sustainable Agriculture*, 27 Nov-2 Dec 2005, Khon Kaen, Thailand. Pp 348-352. (FAO: Bangkok, Thailand).
- Ismail A B, Ong H K, Hanif MJ, Kalsom U (2007) 'Impact of land clearing on peat ecosystems. A case study at MARDI peat research station, Sessang, Sarawak, Malaysia'. 108 pp. (MARDI: Malaysia).
- Kanapathy K (1976) Guide to Fertilizer Use in Peninsular Malaysia. Soils and Analytical Services Branch, Division of Agriculture, Ministry of Agriculture and Rural Development, Malaysia pp. 22-25.
- Khim W, Appanah S (2015) Vertical farming: An innovative agriculture system for producing food in urban areas. *Proceedings of 'Climate-Smart Agriculture: A call for action'*. Synthesis of the Asia-(Regional Workshop, Bangkok, Thailand 18-20 June 2015 pp94-103. (FAO: Rome).
- Lal R, Stewart BA (2015) Soil-Specific Farming: Precision Agriculture. Pp 188 (CRC Press).
- Land Development Department (1990) Problem soils in Thailand. Ministry of Agriculture and Cooperatives (in Thai).
- Land Development Department (2006) Acid Sulfate Soil Distribution Map of Thailand 1:2,500,000. Land Development Department, Bangkok.
- Land Development Department (2015) State of Soil and Land Resources of Thailand. Land Development Department, Bangkok. ISBN 978-616-358-105-1.
- Lantin RS, Quijano CC, Reyes RY, Neue HU (1990) *Philippines Journal of Crop Science* 15, 41-47.
- Lim KH, Maene L, Maesschalck G, Wan Sulaiman WH (1981) Reclamation of Tin Tailings for Agriculture in Malaysia. *Tech. Bull. Fac. of Agric. University Putra Malaysia*, 61 pp.

- Linquist B, Sengxua P (2001) Nutrient Management in Rainfed Lowland Rice in the Lao PDR. Los Banos (Philippines): International Rice Research Institute. 88p.
- Lithourgidis AS, Dordas CA, Damalas CA, Vlachostergios DN (2011) Annual intercrops: an alternative pathway for sustainable agriculture. *Australian Journal of Crop Science* 4, 396-410.
- Meunchang S, Panichsakpatana S, Weaver RW (2005) 'Organic Fertilizers: Guidelines for the Agricultural Scientist'. ISBN: 974-436-536-6 (Department of Agriculture and Cooperatives: Bangkok, Thailand).
- Moody PW, Aitken RL (1997) Soil acidification under some tropical agricultural systems. 1. Rates of acidification and contributing factors. *Australian Journal of Soil Research* 35, 163-173.
- Moody PW, Cong PT (2008) Soil Constraints and Management Package (SCAMP): guidelines for sustainable management of tropical upland soils. ACIAR Monograph No. 130, 86pp. (Australian Centre for International Agricultural Research: Canberra, Australia).
- Mutalib AA, Lim JS, Wong M H, Koonvai L (1991) Characterization, distribution and utilization of peat in Malaysia. Proceedings of the International Symposium on Tropical Peatland, 6-10 May 1991, Malaysia.
- National Institute for Soils and Fertilizers (2002) The basic information of main soil units of Vietnam. (The Gioi Publishers: Hanoi, Vietnam).
- Paustian K, Lehmasnn J, Ogle S, Reay D, Robertson GP, Smith P (2016) Climate-smart soils. *Nature* 532, 49-57.
- Recel M (1989) Problem soils in the Philippines. *Soils and Water Technical Bulletin* 6(1). (Bureau of Soil and Water Management: Diliman, Quezon City, The Philippines).
- Ringrose-Voase AJ, Grealish GJ, Wong MTF, Winston EC (2008) 'Soil Fertility Evaluation/Advisory Service in Negara Brunei Darussalalm Report P2-1-Suitability of Major Soil Types for Cropping'. Science Report 04/08, CSIRO Land and Water, Australia.
- Ritung S, Husein E, Agus F, Nursyamsi D (2015) Indonesian agriculture land resources: area, distribution, and potential availability. Indonesian Agency for Agricultural Research and Development (IAARD)
- Sanchez PA, Couto W, Buol SW (1982) The fertility capability classification system: interpretation, applicability, and modification. *Geoderma* 27, 283-309.
- Soil Survey Staff (2003) Keys to Soil Taxonomy 9th edition. (United States Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service: Washington DC).

- Thomas P (1966) Stranded Beach Soils-A Problem in Sabah. Proceedings of 2nd Malaysian Soil Science Society Conference, Kuala Lumpur, Malaysia.
- Truong Hong (2015) Project report: 'Studying the direct and remaining efficiencies of inorganic fertilizer for rice, maize, coffee as a basis for balancing the supply-demand fertilizer in Vietnam in the period of 2011-2015'. (Western Highland Agricultural and Forestry Science Institute: Vietnam).
- Vietnam Soil Science Society (2000). Soils of Vietnam. Agriculture Publishing House, Ha Noi, 172pp.
- Wetlands International (2010) A quick scan of peatlands in Malaysia. Wetlands International Malaysia: Petaling Jaya, Malaysia. 74 pp.
- White PF, Oberthur T, Sovuthuy P (1997) The soils used for rice production in Cambodia. A manual for their identification and management. International Rice Research Institute, PO Box 933, Manila, Philippines.
- Willer H, Lernoud J (2016) The world organic agriculture: statistics and emerging trends 2016. [Research Institute of Organic Agriculture (FiBL), Frick, and International Federation of Organic Agriculture Movements (IFOAM): Bonn, Germany].
- Zhang F, Li L (2006) Using competitive and facilitative interactions in intercropping systems enhances crop productivity and nutrient-use efficiency. Plant and Soil 248, 305-312.

## 11. เอกสารแนบที่ 1: METADATA สำหรับแผนที่ดินระดับชาติ

### 11.1 บรูไนดารุสซาลาม

Information	Data description
Project name	(Hunting Soil Map)Land Capability Study for Brunei Darussalam, Hunting Technical Service LTD
Custodian	Department of Agriculture and Agrifood Brunei Darussalam
Format	Raster File (ecw, ers)
Scale	1:100,000
Content	- Soil Characteristics , Land Form, Forest Type, Land Slope and Land Use
Project reference documents	- Hunting Technical Services LTD - Land Capability Study Volume II Physical Resources and development Priorities, February 1969

Information	Data description
Project name	Soil Fertility Evaluation/Advisory Service In Brunei Darussalam 2007
Custodian	Department of Agriculture and Agrifood, Brunei Darussalam
Format	Raster File (ecw, ers), Shapefile, points, Line, satellite imagery
Scale	-
Content	Soil Classification, Sampling Locations, Field and Laboratory data, Land suitability, Soil and Acid Sulphate Soil Hazard Maps
Project reference documents	- Report P1-1.1-Laboratory Analysis of Soil Chemical and Physical Properties. - Report P2-3-Acid Sulfate Soils. - FAO (1976) 'A Framework for Land Evaluation.' Soils Bulletin 32, FAO, Rome. - Report P1-2-Soil Properties and Soil Identification Key for Major Soil Types. - Hunting Technical Services (1969) 'Land Capability Study'. Hunting Technical Services Ltd., Herts, UK. - Report P2-1-Suitability of Major Soil Types for Cropping. - Soil Survey Staff (2003) 'Keys to Soil Taxonomy'. 9th Edition. - United States Department of Agriculture-Natural Resources Conservation Service - ULG Consultants (1982) 'Brunei Agricultural and Forestry Development Study'. ULG Consultants Ltd through Brunei Shell Petroleum Co. Ltd, Bandar Seri Begawan, Brunei Darussalam. - ULG Consultants (1983) 'The Temburong Renewable Resources Study'. ULG Consultants Ltd through Brunei Shell Petroleum Co. Ltd, Bandar Seri Begawan, Brunei Darussalam. - Darussalam Report P1-3/4-Fertility and Limitations to Cultivation of Major Soil Types.

Information	Data description
Project name	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Brunei Agriculture And Forestry Development Study, Inter-Riverine Zone Map (10A, 10B, 14A, 14B, 20A, 20B, 20C, 20D, 21A, 21B, 21C, 21D) Soils.</li> <li>- Brunei Agriculture And Forestry Development Study, Inter-Riverine Zone Map 11A &amp; 11B Soil observation network.</li> <li>- Brunei Agriculture And Forestry Development Study, Inter-Riverine Zone Map 12A &amp; 12B Land use.</li> <li>- Brunei Agriculture And Forestry Development Study, Inter-Riverine Zone Map 13A &amp; 13B Land-Forms.</li> <li>- Brunei Agriculture And Forestry Development Study, Inter-Riverine Zone Map 14A, 14B, 21a, 21b, 21c, 21d Land Units.</li> <li>- Brunei Agriculture And Forestry Development Study, Inter-Riverine Zone Map 20a, 20b, 20c, 20d Soils &amp; Land-Forms.</li> <li>- Brunei Agriculture And Forestry Development Study, Labi Study Area Map 1(North) &amp; 2(south) Soils</li> <li>- Brunei Agriculture And Forestry Development Study, Labi Study Area Map 3(North) &amp; 4(south) Land Use.</li> <li>- Brunei Agriculture And Forestry Development Study, Labi Study Area Map 5(North) &amp; 6(south) Land-Forms.</li> <li>- Brunei Agriculture And Forestry Development Study, Labi Study Area Map 7(North) &amp; 8(south) Land Units.</li> <li>- Brunei Agriculture And Forestry Development Study, Labi Hills &amp; Ladan Hills Forest Reserves And Inter-Riverine Zone Forest Type Map Sheet F4,F5,F6 &amp; F7.</li> <li>- Temburong Renewable Resources Study, Labu Study Area Map 1E &amp; 1W and soil observation.</li> <li>- Temburong Renewable Resources Study, Labu Study Area Map 2E &amp; 2W Land-Forms.</li> <li>- Temburong Renewable Resources Study, Labu Study Area Map 3E &amp; 3W Land Use.</li> <li>- Temburong Renewable Resources Study, Labu Study Area Map 4E &amp; 4W Land Units.</li> <li>- Temburong Renewable Resources Study, Labu Study Area Map 5W Land Use Plan.</li> <li>- Temburong Renewable Resources Study, Labu Study Area Map 6N &amp; 6S Soils &amp; Slopes.</li> <li>- Temburong Renewable Resources Study, Labu Study Area Map 7N &amp; 7S Land Use.</li> <li>- Temburong Renewable Resources Study, Labu Study Area Map 8N &amp; 8S Land Units.</li> <li>- Temburong Renewable Resources Study, Labu Study Area Map F2, F8 &amp; F9 Forest Type.</li> <li>- Temburong Renewable Resources Study, Labu Study Area Map 9 Soils Observations Network.</li> </ul>
Custodian	Department of Agriculture and Agrifood Brunei Darussalam
Format	Raster File (ecw, ers)
Scale	1:50,000 , 1:25,000 , 1:12,500 , 1:10,000
Content	- Soil Profiles, soil classification, soil type, Land use, forest type, Land units, land forms, contour, land slopes
Project reference documents	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ULG Consultants (1982) 'Brunei Agricultural and Forestry Development Study'. ULG Consultants Ltd through Brunei Shell Petroleum Co. Ltd, Bandar Seri Begawan, Brunei Darussalam.</li> <li>- ULG Consultants (1983) 'The Temburong Renewable Resources Study'. ULG Consultants Ltd through Brunei Shell Petroleum Co.Ltd, Bandar Seri Begawan, Brunei Darussalam.</li> </ul>

## 11.2 ราชอาณาจักรกัมพูชา

Information	Data description
Project name	General Soil Map of Cambodia 1963
Custodian	Surveyed and drafted by Mr. Charles D. Crocker, U.S.A.I.D with collaboration of the National Commission of Land Use. Drawn and printed by the SERVICE GEOGRAPHIQUE DES F.A.R.K., PHNOM PENH, 1963. Edited by MINISTRY OF AGRICULTURE
Format	Arcinfo
Scale	1:1,000,000
Content	USDA classification System
Project reference documents	U.S.A.M.S. NC 48-ND 48

Information	Data description
Project name	Soil Map of Cambodia, LMB-1998-2001
Custodian	Agricultural Soil Unit, Department of Planning, Statistic and International Cooperation (MAFF)
Format	Arcinfo
Scale	1:500,000
Content	FAO/UNESCO 1989

## 11.3 สาธารณรัฐอินโดนีเซีย

Information	Data description
Project name	Land Resources Evaluation and Planning Project (LREPP) 1988
Custodian	Surveyed and drafted by Agus B. Siswanto, Yayat A. Hidayat, Arief Syarifuddin, Bambang Kaslan, Yayat H. Sopandi, Sunaryo, Sambas, Wawan G., Sucianto T., and Mujiono. Edited by Nata Suharta, M. Soekardi, and H. Suhardjo (Java Island); H. Suhardjo and Subagyo H. (Sumatra Island); Agus B. Siswanto and Nata Suharta (Kalimantan Island); Marsoedi Ds, Sawiyo, and Sofyan Ritung (Sulawesi and Moluccas Islands); D. Djaenudin and M. Soekardi (Bali, Nusatenggara, and Papua Islands). Steering Committee: Dr. Joko Budianto, Dr. Abdurachman Adimiharja, and Dr. A. Hidayat. DEPARTMENT OF AGRICULTURE
Format	Shapefile
Scale	1:1,000,000
Content	USDA classification System

#### 11.4 สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว

Information	Data description
Project name	Soil survey of Laos: 1990-1995
Custodian	Soil Survey and Land Classification Center/Department of Agriculture/ Director: Dr Ty Phommasak Nongviengkham village, Xaythany district, Vientiane, Lao PDR
Format	ESRI (ARVIEW 3.2; ARGIS 10X.)
Scale	Country scale: 1:1,000,000
Content	- FAO system (UNESCO 1989) - Paper map published in 2000 - 2405 Soil profiles with detail description and properties
Project reference documents	The basic information of main soil units of Laos (Agriculture Land Use Planning Center)

#### 11.5 ประเทศมาเลเซีย

Information	Data description
Project name	Soil Map of Peninsular Malaysia
Custodian	Soil Survey Section, Soil Resource Management & Conservation Division, Department of Agriculture, Malaysia
Format	ArcGIS ArcView 10.3.1
Scale	1:3,000,000
Content	- Peninsular Malaysia Classification System - FAO Classification System
Project reference documents	FAO-UNESCO, 2001

## 11.6 สาธารณรัฐแห่งสหภาพเมียนมาร์

Information	Data description
Project name	Soil map of Myanmar-1955-57
Custodian	Land Use Bureau Russian Expert: Dr. B.G Rosanov
Format	Mapinfo ver. 11.5
Scale	1:253,000
Content	- Russian Method - Paper map published in 1976 - Digitized in 1999 - 63 Aerial Photo interpretation and Photo mosaics
Project reference documents	N/A

Information	Data description
Project name	Soil Map of Myanmar-1970
Custodian	Land Use Division (MAS) Director: U Ba Than
Format	Mapinfo. 11.5
Scale	1:253,000
Content	Russian classification system - Paper map published in 1970 - Base on the Taxonomy, Nomenclature
Project reference documents	Report of soil map of Myanmar-1981

Information	Data description
Project name	Soil Map of Myanmar-1980
Custodian	Land Use Division Director: Dr. NyanHtun
Format	Mapinfo. 7.5
Scale	1:253,000
Content	- FAO/UNESCO classification - Paper map published in 1969 - Reedited and Digitized in 1998
Project reference documents	N/A



Information	Data description
Project name	Soil map 2004-States Divisions of Myanmar
Custodian	Land Use Division Department of Agriculture Director: Dr. Nyi Nyi
Format	Mapinfo. 11.5 Digitized
Scale	1:63360
Content	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 500 main soil profiles with analyzed samples, soil depth 0-50 cm.</li> <li>- 150 main soil profiles without analyzed samples, soil depth 0-90 cm.</li> <li>- Soil classified by FAO Classification system</li> <li>- Analyzed soil properties: Physical: Soil texture Chemical: pH:H<sub>2</sub>O and EC; exchangeable acidity; Total OC; Total N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O, available; H<sup>+</sup>, Fe<sup>3+</sup>, Al<sup>3+</sup>; Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, K<sup>+</sup>, Na<sup>+</sup> exchangeable; CEC in soil and clay Additional properties: 5/Soil chemical and physical analyses according to Analysis Standards of FAO.</li> </ul>
Project reference documents	Soil Types & Characteristics of Myanmar, 2004. LUD, MOAI

Information	Data description
Project name	2014-15 Districts & Townships of Myanmar
Custodian	Land Use Division, DOA Director: Soe Win, LUD, DOA, Nay Pyi TAW
Format	Arc GIS
Scale	Regional: 1:1,500,000; District: 1:750,000; Township: 1:500,000
Information	Data description
Content	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 100 main soil profiles with analyzed samples, soil depth 0-120 cm.</li> <li>- 500 main soil profiles without analyzed samples, soil depth 0-120 cm.</li> <li>- Soil classified to FAO soil Unit (FAO-UNESCO,2006)</li> <li>- Soil chemical and physical analyses according to Analyses Standards of FAO</li> </ul>
Project reference documents	Final report of soil map of Myanmar

Note: Not published yet

## 11.7 สาธารณรัฐฟิลิปปินส์

Information	Data description
Project name	Classification and Mapping of Philippine Soils
Custodian	Bureau of Soils and Water Management (BSWM)
Format	Book Type
Scale	1:1,600,000
Content	Soil Mapping at Higher Levels of Soil Classification
Project reference documents	Carating, R.B., R.G. Galanta and C.D. Bacatio. 2014. The Soils of the Philippines. Bureau of Soils and Water Management, Diliman, Quezon City, Philippines

## 11.8 ประเทศไทย

Information	Data description
Project name	Soil Survey in Provincial Level Project (1967-1984)
Custodian	Soil Survey Division, Land Development Department, Ministry of Agriculture and Cooperatives
Format	Shapefiles (.shp)
Scale	1:100,000
Content	- Data: Soil Series Map (Soil Taxonomy, USDA) and soil properties data - Coordinate System: UTM Indian 1975 Zone 47N and 48N
Project reference documents	- Soil Survey Reports (by province) - Detailed Reconnaissance Soil Maps (by province)

Information	Data description
Project name	Land Utilization for Cash Cropping Project (1987-1991)
Custodian	Soil Survey and Classification Division, Land Development Department, Ministry of Agriculture and Cooperatives
Format	Shapefiles (.shp)
Scale	1:50,000
Content	- Data: Soil Series Groupings Maps, Soil Properties and Management - Coordinate system: UTM Indian 1975 Zone 47N and 48N
Project reference documents	- Land Utilization for Cash Crops Reports (by province) - Groups of Soil Series for Cash Cropping Manual

Information	Data description
Project name	The Soil Resources of Thailand
Custodian	Soil Survey and classification Division, Department of Land Development, Ministry of Agriculture and Cooperatives
Format	Shapefiles (.shp) created a digital soil map from a printed version
Scale	1:1,200,000
Content	- Data: Great group of Soil Taxonomy, using particle size classes as modifiers - Coordinate system: UTM WGS 1984 Zone 47N
Project reference documents	Pisoot Vijarnsorn and Hari Eswaran. 2002. The Soil Resources of Thailand. 17th WCSS in Bangkok, Thailand

Information	Data description
Project name	Soil Mapping and Soil Survey Report for Agriculture in Provincial Level at Scale 1:25,000 Project (2005-2010)
Custodian	Office of Soil Survey and Land use planning, Land Development Department, Ministry of Agriculture and Cooperatives
Format	Shapefile (.shp)
Scale	1:25,000
Content	- Data: Soil Groups Maps and Soil Properties - Coordinate system: UTM WGS 1984 Zone 47N and 48N
Project reference documents	- Soil Survey of Agriculture Reports (by province)

Information	Data description
Project name	The revision of national WRB soil map of Thailand
Custodian	Soil Resources Survey and Research Division, Land Development Department, Thailand
Format	Shapefiles (.shp)
Scale	1:1,000,000
Content	- Data: Reference Soil Groups combined with principal qualifiers (WRB, 2014) with particle size classes as modifiers or phase - Coordinate system: UTM WGS 1984 Zone 47N
Project reference documents	The World Reference Base for Soil Resources Map of Thailand Report

## 11.9 สารสนเทศรัฐสังคมนิยมเวียดนาม

Information	Data description
Project name	Soil map of Vietnam-1976
Custodian	Soil genesis and classification Division/Soils and Fertilizers Research Institute/Director: Nguyen Xuan Lai Le Van Hien street-Duc Thang ward-Bac Tu Liem dist.-Ha Noi, Vietnam
Format	Mapinfo ver. 11.5
Scale	1:1,000,000
Content	- Vietnamese classification system - Paper map published in 1976 - Digitized in 1999 - 63 soil profiles with detail description and properties
Project reference documents	The basic information of main soil units of Vietnam” (Soils and Fertilizers Research Institute, 2002)

Information	Data description
Project name	Soil map of the North of Vietnam-1979
Custodian	Soil genesis and classification Division/Soils and Fertilizers Research Institute/Director: Nguyen Xuan Lai Le Van Hien street-Duc Thang ward-Bac Tu Liem dist.-Ha Noi, Vietnam
Format	Mapinfo 11.5
Scale	1:500,000
Content	- Vietnamese classification system - Paper map published in 1979 - Digitized in 2005
Project reference documents	Report of soil map of the North of Vietnam-1981

Information	Data description
Project name	Soil map of the Red River Delta
Custodian	Soil genesis and classification Division/Soils and Fertilizers Research Institute/Director: Nguyen Xuan Lai Le Van Hien street-Duc Thang ward-Bac Tu Liem dist.-Ha Noi, Vietnam
Format	Mapinfo 7.5
Scale	1:250,000
Content	- Vietnamese classification system - Paper map published in 1969 - Reedited and Digitized in 1998
Project reference documents	N/A

Information	Data description
Project name	Researching on the changes of saline and acid sulphate soils in Red River Delta (RRD) and Mekong River Delta (MRD) after 30 years of use (1975-2005)
Custodian	Soil genesis and classification Division/Soils and Fertilizers Research Institute/ Director: Nguyen Xuan Lai Le Van Hien street-Duc Thang ward-Bac Tu Liem dist.-Ha Noi, Vietnam
Format	Mapinfo 11.5
Scale	Map of Red River Delta 1:100,000 ; Mekong River Delta 1:250,000
Content	<p>1/RRD:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 100 main soil profiles with analyzed samples, soil depth 0-120 cm.</li> <li>- 940 main soil profiles without analyzed samples, soil depth 0-120 cm</li> </ul> <p>2/MRD:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 397 main soil profiles with analyzed samples, soil depth 0-120 cm.</li> <li>- 4.540 main soil profiles without analyzed samples, soil depth 0-120 cm</li> </ul> <p>3/Soil classified by Vietnamese Classification system</p> <p>4/Analyzed soil properties:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Physical: Soil texture, bulk density, particle density, porosity, moisture</li> <li>- Chemical: pH<sub>H<sub>2</sub>O</sub> and pH<sub>KCl</sub>; EC; exchangeable acidity &amp; Potential acidity; Total OC; Total N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O available; H<sub>+</sub>, Fe<sup>3+</sup>, Al<sup>3+</sup>; Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, K<sup>+</sup>, Na<sup>+</sup> exchangeable; CEC in soil and clay; BS.</li> <li>- Additional properties: <ul style="list-style-type: none"> <li>+ Acid sulphate soil: SO<sub>3</sub><sup>2-</sup> total, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> mobile, Fe total, Fe<sup>3+</sup> soluble.</li> <li>+ Saline soil: EC, Cl-and total soluble salts.</li> </ul> </li> </ul> <p>5/Soil chemical and physical analyses according to Analysis Standards of Vietnam and Analysis Manual of Soils &amp; Fertilizers Research Institute, 1998</p>
Project reference documents	Final Report: Researching on the changes of saline and acid sulphate soils in Red River Delta (RRD) and Mekong River Delta (MRD) after 30 years of use (1975-2005)

Information	Data description
Project name	Studying on improvement the effectiveness of agricultural land resources in the Northwest of Vietnam, 2014
Custodian	Soil genesis and classification Division/Soils and Fertilizers Research Institute/ Director: Nguyen Xuan Lai Le Van Hien street-Duc Thang ward-Bac Tu Liem dist.-Ha Noi, Vietnam
Format	Mapinfo 11.5
Scale	Provincial level 1:100,000 ; regional level 1:250,000
Content	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 350 main soil profiles with analyzed samples, soil depth 0-120 cm</li> <li>- 3.150 main soil profiles without analyzed samples, soil depth 0-120 cm.</li> <li>- 3.000 top soil samples, 0-20 cm.</li> <li>- Soil classified to FAO soil Unit (FAO-UNESCO-WRB, 2006)</li> <li>- Soil chemical and physical analyses according to Analysis Standards of Vietnam and Analysis Manual of Soils &amp; Fertilizers Research Institute, 1998</li> </ul>
Project reference documents	Final report: Studying on improvement the effectiveness of agricultural land resources in the Northwest of Vietnam, 2014

Information	Data description
Project name	Evaluation of agricultural soil resource for sustainable land use planning of Bac Ninh province
Custodian	Soil genesis and classification Division/Soils and Fertilizers Research Institute/ Director: Nguyen Xuan Lai Le Van Hien street-Duc Thang ward-Bac Tu Liem dist.-Ha Noi, Vietnam
Format	Mapinfo 11.5
Scale	Provincial level 1:25,000 ; district level 1:10,000
Content	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 239 main soil profiles with analyzed samples, soil depth 0-120 cm.</li> <li>- 2.151 main soil profiles without analyzed samples, 0-120 cm.</li> <li>- 717 top soil samples, 0-20 cm.</li> <li>- Soil classified to FAO soil sub-Unit (FAO-UNESCO-WRB, 1998 &amp; 2001)</li> <li>- Soil chemical and physical analyses according to Analysis Standards of Vietnam and Analysis Manual of Soils &amp; Fertilizers Research Institute, 1998</li> </ul>
Project reference documents	Final report for districts and province, 2008

Information	Data description
Project name	Soil surveying and land evaluation for agricultural land resource of Hung Yen district (2012-2014)
Custodian	Soil genesis and classification Division/Soils and Fertilizers Research Institute/ Director: Nguyen Xuan Lai Le Van Hien street-Duc Thang ward-Bac Tu Liem dist.-Ha Noi, Vietnam
Format	Mapinfo 11.5
Scale	Provincial level 1:50,000 ; district level 1:25,000
Content	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 82 main soil profiles with analyzed samples, soil depth 0-120 cm.</li> <li>- 580 main soil profiles without analyzed samples, soil depth 0-120 cm.</li> <li>- 340 top soil samples, 0-20 cm</li> <li>- Soil classified to FAO soil sub-Unit (FAO-UNESCO-WRB, 2006)</li> <li>- Soil chemical and physical analyses according to Analysis Standards of Vietnam and Analysis Manual of Soils &amp; Fertilizers Research Institute, 1998</li> </ul>
Project reference documents	Final report for districts and province, 2014

Information	Data description
Project name	Assessing the agricultural land resource of Thai Binh province, (2011-2013)
Custodian	Soil genesis and classification Division/Soils and Fertilizers Research Institute/ Director: Nguyen Xuan Lai Le Van Hien street-Duc Thang ward-Bac Tu Liem dist.-Ha Noi, Vietnam
Format	Mapinfo 11.5
Scale	Provincial level 1:50,000 ; district level 1:25,000
Content	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 80 main soil profiles with analyzed samples, soil depth 0-120 cm</li> <li>- 670 main soil profiles without analyzed samples, soil depth 0-120 cm</li> <li>- 750 top soil samples, 0-20 cm.</li> <li>- Soil classified to FAO soil sub-Unit (FAO-UNESCO-WRB, 2006)</li> <li>- Soil chemical and physical analyses according to Analysis Standards of Vietnam and Analysis Manual of Soils &amp; Fertilizers Research Institute, 1998</li> </ul>
Project reference documents	Final report for districts and province, 2013

Information	Data description
Project name	Assessing the agricultural land resource of Nam Dinh province, (2015-2016)
Custodian	Soil genesis and classification Division/Soils and Fertilizers Research Institute/ Director: Nguyen Xuan Lai Le Van Hien street-Duc Thang ward-Bac Tu Liem dist.-Ha Noi, Vietnam
Format	Mapinfo 11.5
Scale	Provincial level 1:50,000
Content	- 55 main soil profiles with analyzed samples, soil depth 0-120 cm - 450 main soil profiles without analyzed samples, soil depth 0-120 cm - Soil classified to FAO soil sub-Unit (FAO-UNESCO-WRB, 2006) - Soil chemical and physical analyses according to Analysis Standards of Vietnam and Analysis Manual of Soils & Fertilizers Research Institute, 1998
Project reference documents	Final report for Nam Dinh province, 2016

Information	Data description
Project name	Studying on the soil fertility constraints for rice-based areas of RRD & MRD (2011-2014)
Custodian	Soil genesis and classification Division/Soils and Fertilizers Research Institute/ Director: Nguyen Xuan Lai Le Van Hien street-Duc Thang ward-Bac Tu Liem dist.-Ha Noi, Vietnam
Format	Word 2010
Scale	No
Content	- 720 top soil samples, 0-20 cm. - Soil chemical and physical analyses according to Analysis Standards of Vietnam and Analysis Manual of Soils & Fertilizers Research Institute, 1998 - Soil classified: NA
Project reference documents	Studying on the soil fertility constraints for rice-based areas of RRD & MRD (2011-2014)



Information	Data description
Project name	Studying and identifying the quality and quantity of grey degraded soils in the North Vietnam
Custodian	Soil genesis and classification Division/Soils and Fertilizers Research Institute/ Director: Nguyen Xuan Lai Le Van Hien street-Duc Thang ward-Bac Tu Liem dist.-Ha Noi, Vietnam
Format	Mapinfo 11.5
Scale	- 1:50,000 for area grey degraded soils of 13 provinces (Thua Thien Hue, Quang Binh, Ha Tinh, Nghe An, Thanh Hoa, Hai Duong, Ha Noi, Bac Ninh, Quang Ninh, Bac Giang, Thai Nguyen, Vinh phuc, Phu Tho) - 1:250.000 for area grey degraded soils in the North of Vietnam Content
Content	- 120 soil profiles described to 120 cm, - 500 top soils samples (0-20 cm) - Soil chemical and physical analyses according to Analysis Standards of Vietnam - Soils classified according Vietnam classification system
Project reference documents	Soil survey 2010-2013 - Database of grey degraded soils in northern of Vietnam. - Database about plant and crop on grey degraded soils in northern of Vietnam - Final Report: 2013 - Published articles: + Investigate area and top soil properties of grey degraded soils in the North of Vietnam (Science and technology journal of agriculture and rural development, No. 24/2012, pg 19-25); + Phosphorus content in the grey degraded soils in northern of Vietnam (Science and technology journal of agriculture and rural development, No. 3 + 4/2013, pg 24-30).

Information	Data description
Project name	Soil maps of many other provinces and districts (e.g. Ha Noi, Ha Nam, Phu Tho, Ha Giang, Bac Giang, Nghe An, Yen Bai, Phu Yen, Lam Dong, Dong Nai, Dien Bien, Son La, Lai Chau, Lao Cai, Hoa Binh)
Custodian	Soil genesis and classification Division/Soils and Fertilizers Research Institute/ Director: Nguyen Xuan Lai Le Van Hien street-Duc Thang ward-Bac Tu Liem dist.-Ha Noi, Vietnam
Format	Mapinfo 11.5
Scale	- Provincial level: 1:50,000 to 1:100.000 - District level: 1:10000 to 1:25:000
Content	- No. of soil profiles described to 120 cm depending on each district/province - Soil chemical and physical analyses according to Analysis Standards of Vietnam or Analysis Manual of Soils & Fertilizers Research Institute, 1998 - Soils classified according Vietnam classification system or FAO system
Project reference documents	Final report, different years

Note: Analysis Standards of Vietnam for Soil Analysis Methods: Soil texture: TCVN 8567-2010; bulk density: TCVN 6860:2001; porosity: picnometer; pH H<sub>2</sub>O and pH KCl: TCVN 5979-2007; exchangeable acidity and potential acidity: TCVN 4403-2011; Total Organic Carbon: TCVN 8941-2011-Walkley-Black; total N: TCVN 6498-1999-Kjeldahl; total P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>: TCVN 8940-2011; total K<sub>2</sub>O: TCVN 8660-2011; Available P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>: TCVN 8942-2011-Bray II; available K<sub>2</sub>O: TCVN 8662-2011; Exchangeable cation: TCVN 8569-2010; CEC: TCVN 8568-2010



ASEAN Sustainable Agrifood Systems (ASEAN SAS)

ISBN (e-book) 978-616-445-746-1