



บทที่ 8 แนวทางและนโยบายของประเทศไทย ในการดำเนินงานเกี่ยวกับการกักเก็บคาร์บอน (Carbon Sink)

ในช่วงสี่ทศวรรษที่ผ่านมา การใช้ทรัพยากรธรรมชาติจำนวนมากโดยปราศจากการดูแลอย่างเหมาะสมได้ก่อให้เกิดปัญหาความเสื่อมโทรมและไม่ยั่งยืนอย่างรุนแรง ทรัพยากรดิน ป่าไม้ ป่าชายเลน ประมง และชายฝั่งนำมาใช้ประโยชน์ทางเศรษฐกิจโดยไม่มี การฟื้นฟูอย่างจริงจัง ทำให้ทรัพยากรอยู่ในสภาวะเสื่อมโทรมส่งผลกระทบต่อสมดุลของระบบนิเวศและความหลากหลายทางชีวภาพ ดังนั้น ในแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 9 ของประเทศไทย พ.ศ. 2545-2559 ได้เริ่มใช้เมื่อเดือน 1 ตุลาคม พ.ศ. 2544-30 กันยายน 2549 ได้ อนุมัติแนวปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง ตามพระราชดำรัสของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว มาเป็นปรัชญานำทางในการพัฒนาและบริหารประเทศ โดยยึดหลักเดินทางสายกลาง เพื่อให้ประเทศรอดพ้นวิกฤต สามารถดำรงอยู่ได้อย่างมั่นคง และนำไปสู่การพัฒนาที่สมดุล มีคุณภาพและยั่งยืน ภายใต้กระแสโลกาภิวัตน์และสถานการณ์เปลี่ยนแปลงต่างๆ

สาระสำคัญที่ปรากฏในแผน 9 นอกเหนือจากเป็นแผนยุทธศาสตร์ที่ชี้นำทิศทางการพัฒนาประเทศให้มีการดำเนินการต่อเนื่องจากแผนพัฒนาฯ ฉบับที่ 8 ในด้านความคิดที่ยึด “คนเป็นศูนย์กลางในการพัฒนา” นอกจากนี้ยุทธศาสตร์การบริหารจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ได้ระบุไว้ 2 ประการอย่างชัดเจน ภายใต้หัวข้อการพัฒนาและจัดทำฐานข้อมูลทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม คือ 1) พัฒนาระบบข้อมูลระดับพื้นที่ อาทิ ข้อมูลทรัพยากรดินและการใช้ประโยชน์ที่ดิน ข้อมูลความหลากหลายทางชีวภาพและพื้นที่ชุ่มน้ำให้เป็นมาตรฐานเดียวกัน โดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ เพื่อเสริมสร้างประสิทธิภาพในการติดตามตรวจสอบและจัดการทรัพยากรธรรมชาติได้อย่างทันการ รวมทั้งเป็นเครื่องมือในการป้องกันและปราบปรามการใช้ประโยชน์ทรัพยากรธรรมชาติอย่างผิดกฎหมาย และ 2) ให้มีการศึกษาวิจัยเพื่อสร้างภูมิคุ้มกันและมีการติดตามข้อมูลผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงของสภาวะแวดล้อมโลก อาทิ ภาวะเรือนกระจก เพื่อวางแผนเตรียมพร้อมรับมือปัญหาอุทกภัย ปัญหาด้านการผลิตภาคการเกษตรและปัญหาอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง

1. เป้าหมาย

เพื่อเป็นการส่งเสริมนำเอาข้อตกลงนานาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศไปสู่การปฏิบัติในเรื่องการลดปริมาณ

การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่ไม่ส่งผลกระทบต่อการพัฒนาเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม ของประเทศไทย

2. แนวทางในการดำเนินโครงการกักเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (carbon sink)

• การกักเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในสาขาป่าไม้และสาขาการเกษตร

1) บทบาทของป่าไม้กับการกักเก็บคาร์บอน

อาจกล่าวได้ว่าวิธีการที่ดีที่สุดในการกักเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (หรือคาร์บอน) คือการยึดคาร์บอนไว้ในต้นไม้และผลิตภัณฑ์ของไม้ที่มีอายุการใช้งานที่ยาวนาน ต้นไม้และป่าไม้เป็นแหล่งกักเก็บคาร์บอนที่สำคัญ ประมาณครึ่งหนึ่งของมวลชีวภาพของต้นไม้ (ในรูปของน้ำหนักแห้ง) จะเป็นคาร์บอน ดังนั้นเมื่อต้นไม้เติบโต คาร์บอนจึงถูกกักเก็บอยู่ในราก ลำต้น กิ่งก้านและใบ โดยผ่านกระบวนการสังเคราะห์แสงและดึงเอาก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากอากาศเข้าไปเก็บในมวลชีวภาพของต้นไม้ ดังนั้นคาร์บอนจึงสามารถยึดอยู่กับเนื้อเยื่อของต้นไม้และเนื้อไม้ได้อย่างเสถียรและมีระยะเวลาที่ค่อนข้างยาวนาน

อัตราในการยึดคาร์บอน (Carbon Fixing) ขึ้นอยู่กับตัวแปรหลายตัว เช่น ชนิดของต้นไม้ อัตราการเติบโต ความยืนยาวของอายุต้นไม้ พื้นที่และตำแหน่งที่ตั้ง ปริมาณฝน ความยาวของฤดูกาลที่เหมาะสมกับการเติบโตของต้นไม้ ช่วงหรือรอบเวลาดัดฟัน เป็นต้น ปริมาณการยึดคาร์บอนต่อปีของต้นไม้จะมีค่าสูงในช่วงแรกๆของการปลูก (Ciesila, 1995) สำหรับพืชผลทางการเกษตรและหญ้าต่างๆ (Crops and grasses) นั้น ส่วนใหญ่ถูกนำไปใช้เป็นอาหารของมนุษย์และสัตว์ ดังนั้น ในระยะยาวแล้วพืชผลทางการเกษตรและหญ้าจึงมีศักยภาพที่กักเก็บคาร์บอนได้ไม่เท่าไม้ยืนต้นอย่างเช่นต้นไม้และป่าไม้

การใช้ต้นไม้และป่าไม้เป็นแหล่งกักเก็บคาร์บอนในธรรมชาติต้องอาศัยพื้นที่เป็นจำนวนมากทั้งนี้เพื่อเป็นการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ปล่อยออกมาเป็นจำนวนมาก ในแต่ละปีมีพื้นที่ในหลายๆรูปแบบที่มีศักยภาพ สามารถนำมาใช้เป็นพื้นที่ปลูกต้นไม้และป่าไม้เพื่อกักเก็บคาร์บอนได้อย่างเหมาะสม เช่น พื้นที่ป่าเสื่อมโทรม¹ พื้นที่รกร้างว่างเปล่า พื้นที่ที่มีเนื้อดินไม่เหมาะสม หรือมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ เป็นต้น

การเพิ่มความสามารภในการกักเก็บคาร์บอนด้วยต้นไม้และ



ป่าไม้ด้วยการเพิ่มพื้นที่การปลูกต้นไม้และป่าไม้ รวมทั้งการเพิ่มอัตราการเติบโตของต้นไม้และป่าไม้ให้รวดเร็วขึ้นนั้น อาจมีข้อจำกัดในเชิงของการเติบโตของต้นไม้ที่ถึงจุดสูงสุดของแต่ละชนิด การอยู่รอด (Mortality) และการหายใจของต้นไม้ ซึ่งล้วนแล้วแต่จะทำให้ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในพืชลดลงได้ทั้งสิ้น

Sampson and Hamilton (1992) และ Trexler et al. (1992) เสนอแนะว่า การจะทำให้ต้นไม้มีความสามารถในการกักเก็บคาร์บอนได้เพิ่มมากขึ้นนั้น สามารถทำได้ด้วยการปรับปรุงการนำต้นไม้ไปใช้ประโยชน์และการจัดการที่เหมาะสมดังนี้

- การลดหรือหยุดการทำลายป่าธรรมชาติจะช่วยกักเก็บคาร์บอนที่เก็บอยู่ในป่าไม้ไม่ให้ถูกปลดปล่อยออกสู่อากาศ
- ป่าไม้สามารถที่จะตัดฟันและนำไปใช้ประโยชน์ในรูปแบบที่จะช่วยให้เกิดการยึดคาร์บอนไว้ไม่ให้ถูกปล่อยออกมาสู่อากาศ เช่น การนำเนื้อไม้ไปทำเฟอร์นิเจอร์ กระดาษ หรือผลิตภัณฑ์อื่นๆ การใช้ไม้เพื่อทดแทนคอนกรีตหรือเหล็กยังจะช่วยลดการใช้เชื้อเพลิงในขบวนการผลิตคอนกรีตหรือเหล็กอีกด้วย
- มวลชีวภาพจากป่าไม้สามารถจะแปลงให้เป็นพลังงานที่ทดแทนได้ (Renewable energy) ซึ่งจะช่วยให้มีการใช้เชื้อเพลิงที่ได้จากฟอสซิลน้อยลง อันจะเป็นการเก็บรักษาคาร์บอนได้มากขึ้น การทดแทนพลังงานที่ได้จากฟอสซิลด้วยมวลชีวภาพตามธรรมชาติถือได้ว่าเป็นการทดแทนที่ก่อให้เกิดการใช้พลังงานที่ยั่งยืน (Sustainable energy)
- การเลือกพื้นที่และการจัดการที่เหมาะสมในการปลูกต้นไม้และป่าไม้ จะช่วยทำให้ลดปริมาณของคาร์บอนไม่ให้ถูกปลดปล่อยออกสู่อากาศทั้งทางตรงและทางอ้อม เช่น การปลูกต้นไม้เพื่อบังแสงแดดลดอุณหภูมิให้กับอาคารการปลูกป่าไม้เพื่อลดการชะล้างพังทลายของหน้าดินในพื้นที่ภูเขา การปลูกป่าเพื่อกักเก็บคาร์บอนและใช้ประโยชน์ในรูปของเนื้อไม้ เชื้อเพลิง เป็นต้น กิจกรรมลักษณะดังกล่าวนี้ ล้วนแล้วแต่เป็นการช่วยลดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และช่วยในการกักเก็บคาร์บอนได้ทั้งทางตรงและทางอ้อม

2) คาร์บอนในดินและบทบาทของดินกับการกักเก็บคาร์บอน

คาร์บอนที่สะสมในดินมี 2 ชนิดคือ ออร์แกนิกคาร์บอน (organic carbon) และอินออร์แกนิกคาร์บอน (inorganic carbon) ออร์แกนิกคาร์บอนหมายถึงคาร์บอนที่สิ่งที่มีชีวิต ฮิวมัส และสิ่งมีชีวิตขนาดเล็ก สะสมอยู่ ส่วนอินออร์แกนิกคาร์บอนมีอยู่ในส่วนประกอบของคาร์บอนเนตเช่นแคลเซียมคาร์บอเนต ดินเป็นส่วนที่มีการกักเก็บคาร์บอนแหล่งใหญ่ในพื้นที่ป่าไม้และในพื้นที่เกษตรกรรม การเปลี่ยนแปลงแอ่งกักเก็บคาร์บอนมีความสำคัญต่อการวัดผลกระทบเกี่ยวกับกิจกรรมของโครงการ ขณะที่ การปลูกป่าในพื้นที่ที่ไม่เคยเป็นป่ามาก่อน โดยทั่วไปโครงการจะเป็นการเพิ่มแอ่งคาร์บอน อย่างไรก็ตามอาจจะมีการลดลงในช่วงระยะเวลาสั้นๆ ในระหว่างที่มีการเตรียมกิจกรรม ในอีกด้านหนึ่ง การทำการเกษตรต่อเนื่องและกิจกรรมเกี่ยวกับทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์มีแนวโน้มที่จะลดปริมาณคาร์บอนในระยะยาว ดินที่ถูกทำลายในระดับที่รุนแรงร่วมกับกิจกรรมโครงการเฉพาะในบางครั้งอาจจะเป็นประโยชน์ในการชี้วัดระดับของการเปลี่ยนแปลงในระยะสั้นที่มีนัยสำคัญของคาร์บอนในดินและมีความต้องการที่จะวัดกิจกรรมและการติดตามในแอ่ง การติดตามการเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์บอนที่มีอาจมีความสำคัญที่มีการจัดทำทิศทางของการเปลี่ยนแปลงต่างๆ และข้อที่สองเพื่อที่จะจัดลำดับของความสำคัญหรือขนาดของการเปลี่ยนแปลง ที่ใดที่มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณของคาร์บอนในดินในทิศทางที่เพิ่มมากขึ้น อาจตัดสินใจได้ว่าระดับของขนาดมีความสำคัญ หากการเปลี่ยนแปลงถึงระดับที่มีนัยสำคัญที่จะวัดได้อย่างถูกต้องและเครดิตสามารถที่จะกล่าวอ้างจากปริมาณที่เพิ่มมากขึ้น

สิริรัตน์ จันทร์หเสถียร และศิริภา โปธิ์พินิจ (2544) ทำการประเมินการสะสมปริมาณคาร์บอนในดินในระบบนิเวศป่าไม้ของประเทศไทย โดยได้ทำการศึกษาในท้องที่จังหวัดกาญจนบุรี และจังหวัดเชียงใหม่ พบว่าบริเวณพื้นที่ป่าดิบเขา มีการสะสมของปริมาณคาร์บอนถึงระดับความลึกที่ 1 เมตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 237.27 ตัน/เฮกแตร์ รองลงมาคือป่าเบญจพรรณ คือ 148.50 ตัน/เฮกแตร์ และในป่าดิบแล้งและป่าสนเขา พบแนวโน้มของการ

1. ป่าเสื่อมโทรม-ตามพ.ร.บ.ป่าสงวนแห่งชาติ (ฉบับที่ 3) พ.ศ.2518 ได้ให้คำนิยามว่า “ป่าเสื่อมโทรม เป็นป่าที่ไม่มีค่าที่มีลักษณะสมบูรณ์เหลืออยู่ และป่า นั้นยากที่จะฟื้นคืนได้ตามธรรมชาติ โดยมีลูกไม้ (กล้าไม้ที่ขึ้นเองตามธรรมชาติ) ขนาดความสูงเกิน 2 เมตรขึ้นไปขึ้นกระจัดกระจายทั่วพื้นที่ไม่เกินไร่ละ 20 ต้น หรือมีลำต้นสูงตรง (วัดช่วงของลำต้น) 130 เซนติเมตร ขนาดความโตวัดรอบลำต้นตั้งแต่ 50-100 เซนติเมตร ขึ้นกระจัดกระจายทั่วพื้นที่ไม่เกินไร่ละ 8 ต้น หรือมีไม้ขนาดความโตวัดรอบลำต้นเกิน 100 เซนติเมตร ขึ้นกระจัดกระจายอยู่ทั่วพื้นที่ไม่เกินไร่ละ 20 ต้น หรือมีพื้นที่ป่าที่มีไม้เข้าหลักเกณฑ์ทั้ง 3 ลักษณะดังกล่าว รวมกันแล้วต้องมีจำนวนไม่เกินไร่ละ 16 ต้น”



สะสมปริมาณคาร์บอนมีค่าใกล้เคียงกันคือ 145.25 และ 132.05 ตัน/เฮกแตร์ ป่าเต็งรังมีการสะสมของปริมาณคาร์บอนต่ำกว่า ป่าธรรมชาติชนิดอื่นๆ คือ 76.75 ตัน/เฮกแตร์ ส่วนการสะสมของปริมาณคาร์บอนในบริเวณป่าปลูกคือ 167.9 ตัน/เฮกแตร์ ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับป่าชนิดอื่นๆ การสะสมของปริมาณคาร์บอนในดินมีความแตกต่างกันไม่ว่าจะเป็นป่าชนิดใดก็ตาม แนวโน้มของการสะสมปริมาณคาร์บอนจะมีการสะสมอยู่มากในดินชั้นบนและลดลงตามระดับความลึกของดินที่เพิ่มขึ้น นอกจากความลึกของชั้นดินแล้วยังมีผลเนื่องมาจากพืชพรรณที่ขึ้นอยู่และสภาวะของภูมิอากาศตลอดจนปัจจัยที่เกี่ยวกับลักษณะของดิน

เล็ก มอญเจริญ (2544) ได้สรุปการกระจายคาร์บอนในดินของประเทศไทย (ตารางที่ 8-1) เป็นผลสรุปมาจากการวิเคราะห์

ดินตามระบบนิเวศชนิดของป่าและการใช้ที่ดินในพื้นที่ที่เป็นภูเขาซึ่งไม่มีผลการสำรวจดินและจากแผนที่ดินส่วนใหญ่ของพื้นที่ประเทศ มีปริมาณอินทรีย์คาร์บอนอยู่ระหว่าง 4-8 กก./ตร.ม./100 ซม มีพื้นที่ถึง 40% ของพื้นที่ประเทศ รองลงมา มีปริมาณอินทรีย์คาร์บอนอยู่ระหว่าง 4.8 กก./ตร.ม./100 ซม. มีพื้นที่ 22.34% และ 20-40 กก./ตร.ม./100 ซม. มีพื้นที่ 22.34% ของพื้นที่ประเทศ นอกจากนี้จะเป็นพื้นที่ที่มีปริมาณอินทรีย์คาร์บอนไม่มากนัก มีปริมาณอินทรีย์คาร์บอนน้อยกว่า 2- มากกว่า 80 กก./ตร.ม./100 ซม.

ปริมาณคาร์บอนรวม (carbon stock) ในดินลึก 1 เมตรจากการศึกษาเบื้องต้นนี้สามารถสรุปได้ว่าปริมาณอินทรีย์คาร์บอน

ตารางที่ 8-1 สรุปผลการกระจายพื้นที่ (ตร.กม) ของอินทรีย์คาร์บอนในดินตามความลึก (ซม)

ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน (กก/ตร.ม)	ความลึก (ซม)					
	0-25		0-50		0-100	
	ตร.กม.	%	ตร.กม.	%	ตร.กม.	%
<2	36,088	7.03	13,338	2.61	1,785	0.35
2-4	171,001	33.33	88,803	17.31	17,701	3.45
4-8	222,210	43.31	198,948	38.77	206,510	40.25
8-12	75,444	14.70	124,702	24.30	74,938	14.61
12-16	375	0.07	78,901	15.38	114,602	22.34
16-20	3,045	0.59	375	0.07	0	0
20-40	1,727	0.34	3,045	0.59	78,555	15.31
40-80	0	0.00	1,727	0.34	11,026	2.15
>80	0	0.00	0	0.00	4,771	0.93
พื้นที่น้ำ	3,201	0.62	3,201	0.62	3,201	0.62
รวม	513,090	100.00	513,090	100.00	513,090	100.00

รวมทั้งหมดของประเทศประมาณ 6,211,706 ล้านล้านกิโลกรัม หรือเท่ากับ 6,211,706 Gg หรือ 6.21 Pg คิดเป็น 0.046% ของปริมาณคาร์บอนโลก ซึ่ง Eswaran et al. (1993) ประเมินไว้มีอยู่ 1,530 Pg และอินทรีย์คาร์บอนรวมทั้งหมดของประเทศประมาณ 184,049 ล้านล้านกิโลกรัมหรือเท่ากับ 184,049 Gg หรือ .184 Pg คิดเป็น 0.01% ของปริมาณอินทรีย์คาร์บอนโลก Eswaran et al. (1993) ประเมินไว้มีอยู่ 940 Pg

3. ทางเลือกและข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย

กรอบของการวิเคราะห์ในเชิงนโยบายของการการกักเก็บคาร์บอนทางด้านสาขาป่าไม้ และสาขาการเกษตร มีประเด็นที่ต้องพิจารณาคือ



ก) ความยั่งยืนของระบบนิเวศ (Ecological sustainability)

- ความหลากหลายทางชีวภาพที่อยู่อาศัยของสัตว์ป่า
- การใช้ประโยชน์ของชุมชน ในรูปเชื้อเพลิง แหล่งอาหาร แหล่งท่องเที่ยว
- ป้องกันสิ่งแวดล้อม เช่น การพังทลายของดิน เป็นแหล่งต้นน้ำ

ข) ความเป็นไปได้ในเชิงเศรษฐศาสตร์ (Economic feasibility)

- การปลูกป่าเพื่อขายคาร์บอนอย่างเดียว (เช่น ป่าเพื่อการอนุรักษ์)
- การปลูกป่าเพื่อขายคาร์บอนและการใช้ประโยชน์ของชุมชน (ไม้ฟืน แหล่งอาหาร)
- การปลูกป่าเพื่อนำเนื้อไม้ไปใช้ประโยชน์เชิงพาณิชย์ (เช่น ไม้สัก ไม้ยูคาลิปตัส)

ค) ใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม (Appropriate technology)

เทคโนโลยีต่างๆ ที่ใช้ในโครงการตั้งแต่การเลือกพื้นที่ การเตรียมพื้นที่ การเตรียมกล้าไม้ การปลูก การจัดการ ไปจนถึงการนำเอาไม้ไปใช้ประโยชน์เพื่อยึดคาร์บอน ควรเป็นเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับท้องถิ่น ราคาถูก ใช้งานง่าย ไม่ก่อให้เกิดผลกระทบในด้านต่างๆ ตามมา

ง) สามารถปรับให้เข้ากับสภาพเศรษฐกิจ สังคม การเมือง วัฒนธรรม (Adaptability) และได้รับการยอมรับจากสังคม (Social acceptability)

โครงการควรจะมีเหมาะสมในการปรับให้เข้ากับสภาพเศรษฐกิจ สังคม การเมือง และวัฒนธรรม ทั้งนี้เพื่อสร้างการยอมรับของสังคม โดยเฉพาะอย่างยิ่งในพื้นที่ตั้งโครงการมีโครงการมากมายหลายโครงการที่เกิดความขัดแย้งกับสภาพต่างๆ ในพื้นที่ จึงทำให้ขาดการมีส่วนร่วมและไม่เป็นที่ยอมรับของชุมชน ซึ่งจะทำให้โครงการไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควรจะเป็น

สาขาป่าไม้

ตารางที่ 8-2 แสดงให้เห็นถึงแนวทางในการวิเคราะห์นโยบายการปลูกป่าเพื่อใช้กรอบของการวิเคราะห์เชิงนโยบาย โดยพิจารณาในมิติของวัตถุประสงค์ของการปลูกป่า (การปลูกป่าเพื่อการอนุรักษ์ และปลูกป่าเศรษฐกิจ) และชนิดของพันธุ์ไม้ที่จะเลือกปลูก

ประเด็นที่สามารถจะพิจารณาได้จากตาราง ก็คือ ข้อดี-ข้อเสีย ที่จะเกิดขึ้นเมื่อเลือกใช้แนวทางที่แตกต่างกัน และในบางประเด็นก็ยังไม่มีความชัดเจน ซึ่งจะต้องอาศัยการวิจัยเพิ่มเติม หารือคำถามเชิงนโยบาย

ตารางที่ 8 - 2 แสดงความเป็นไปได้ในการวิเคราะห์นโยบายการปลูกป่า (สรุปมาจากผลการคำนวณในบทที่ 5)

การวิเคราะห์นโยบายเชิงปลูกป่า	การปลูกป่าเพื่อการอนุรักษ์		การปลูกป่าเศรษฐกิจ		
	กระยาเลย	โกกนาง	สัก	ยูคาลิปตัส	โกกนาง
ความยั่งยืนของระบบนิเวศ (Ecological sustainability)					
• ความหลากหลายทางชีวภาพ	ได้	ได้	ไม่ได้	ไม่ได้	ได้
• การใช้ประโยชน์ของชุมชน ในรูปของเชื้อเพลิง แหล่งอาหาร แหล่งท่องเที่ยว	ได้ (พ.ร.บ. ป่าชุมชน)	ได้ (พ.ร.บ. ป่าชุมชน)	ไม่ได้	ไม่ได้	ไม่ได้
• ป้องกันสิ่งแวดล้อม เช่นการพังทลายของดิน เป็นแหล่งต้นน้ำ	ได้	ได้	ไม่ได้	ไม่ได้	ได้



การวิเคราะห์นโยบายเชิงปลูกป่า	การปลูกป่าเพื่อการอนุรักษ์		การปลูกป่าเศรษฐกิจ		
	กระยาเลย	โก่งกาง	สัก	ยูคาลิปตัส	โก่งกาง
ความเป็นไปได้ในเชิงเศรษฐศาสตร์ (Economical feasibility) <ul style="list-style-type: none"> การปลูกป่าเพื่อขายคาร์บอนอย่างเดียว เช่น ป่าในเขตอนุรักษ์ การปลูกป่าเพื่อขายคาร์บอนและการใช้ประโยชน์ของชุมชน (ไม้ฟืนแหล่งอาหาร) การปลูกป่าเพื่อนำไม้ไปใช้ประโยชน์เชิงพาณิชย์ (ไม้สัก-เฟอร์นิเจอร์, ยูคาลิปตัส-เยื่อกระดาษ) 	ได้	ได้	-	-	-
ใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม (Appropriate Technology) <ul style="list-style-type: none"> การเตรียมพื้นที่ การเตรียมกล้า การปลูก การจัดการ การนำไปใช้ประโยชน์ 	ได้	ได้	ได้	ได้	ได้
สามารถปรับให้เข้ากับสภาพเศรษฐกิจสังคม การเมืองวัฒนธรรม (Adaptability)	ได้	ได้	ได้	คำถามงานวิจัย	ได้
ได้รับการยอมรับจากสังคม (Social Acceptability)	ได้	ได้	ได้	คำถามงานวิจัย	ได้

งานวิจัย

จากตารางเมตริกอย่างง่าย (ตารางที่ 8-2) พบว่าคงจะเป็นเพียงยูคาลิปตัสซึ่งยังคงเป็นคำถามมาจนถึงปัจจุบันนี้ว่าสมควรที่จะปลูกที่ไหน อย่างไร เพราะถึงแม้ว่าการปลูกยูคาลิปตัสจะให้ผลตอบแทนทางด้านเศรษฐกิจ แต่หากเกิดผลกระทบต่อสังคมและระบบนิเวศควรที่จะต้องมีงานวิจัยที่ชัดเจนและจำนวนมากพอสมควรในการที่จะมาตัดสินใจ

อย่างไรก็ตามการใช้การปลูกป่าเพื่อการกักเก็บคาร์บอนก็ยังมีปัญหาในเรื่องของข้อจำกัดสำหรับการเลือกพื้นที่ขนาดใหญ่เพื่อปลูกป่า ดังนี้

- ก) ข้อจำกัดทางโครงสร้างพื้นฐาน (Infrastructure constraint)
 - ขาดหน่วยงานที่มีศักยภาพในเชิงของความรู้ กำลังคน และการจัดการที่จะมาดำเนินการ

- ขาดแคลนที่ดินที่มีพื้นที่ขนาดใหญ่
- ขาดความรู้เกี่ยวกับเทคนิคการปลูก การจัดการ ผลผลิตมวลชีวภาพ ของต้นไม้ชนิดต่างๆ
- ขาดการสนับสนุนหรือสร้างแรงจูงใจที่เหมาะสมจากรัฐบาล
- ข) ข้อจำกัดทางสังคม (Social constraint)
 - โครงการปลูกป่าไม่เป็นที่ต้องการของชุมชนในท้องถิ่น
 - ค) ข้อจำกัดทางเศรษฐศาสตร์ (Economic constraint)
 - ต้นทุนในการปลูกมีความผันแปรสูงมาก เนื่องจากมีตัวแปรค่อนข้างมาก เช่น พื้นที่ ชนิดของต้นไม้ ระยะและจำนวนที่ปลูก การจัดการ ดังนั้น จึงเป็นการยากที่จะคิดผลตอบแทนในเชิงเศรษฐกิจและสังคม และโดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับโครงการที่จะต้องมีการกู้เงินเป็นจำนวนมากหรือขายคาร์บอน
 - ง) ข้อจำกัดทางด้านนิเวศ



- การเลือกปลูกต้นไม้เพียงชนิดเดียวในพื้นที่ขนาดใหญ่จะเป็นการลดความหลากหลายทางชีวภาพ ลดความสามารถในการต้านทานต่อโรคและแมลง รวมทั้งผลกระทบต่อทรัพยากรอื่นๆ เช่น ทรัพยากรน้ำผิวดินและน้ำใต้ดิน

แนวทางการวิจัยสาขาป่าไม้ที่ต้องการ

ก) งานวิจัยและการพัฒนาความต้องการ (มวลชีวภาพที่อยู่เหนือพื้นดิน)

- การพัฒนาสายพันธุ์ (genetic) ที่จะนำมาใช้ในการปรับปรุงการปลูกสร้างสวนป่าเพื่อที่จะได้การเจริญเติบโตและความหนาแน่นที่มากที่สุด

- การพัฒนาระบบวนวัฒนวิธี (เช่นการควบคุมสายพันธุ์ การจัดการไม้ในชั้นรอง (understory) การลดการเผา) เพื่อที่จะให้มีการสะสมมวลชีวภาพมากที่สุด

- เพิ่มคุณลักษณะพิเศษในไม้และกระดาษเพราะจะเป็นการขยายระยะการกักเก็บคาร์บอน (เช่น ความแข็งแรงคงทน ความแข็งแรง-ปริมาณลิกนิน ความสามารถในการนำกลับมาใช้)

- ทำความเข้าใจเกี่ยวกับปฏิสัมพันธ์ระหว่างภัยธรรมชาติ (สภาพภูมิอากาศ ไฟ แมลงระบาด) การจัดการ และการป้องกันป่าไม้ กับความต้องการที่จะเพิ่มการกักเก็บคาร์บอน

- แก้ปัญหาเกี่ยวกับสาเหตุทางด้านสังคม เช่น การบุกรุกทำลายป่า

ข) งานวิจัยและการพัฒนาความต้องการ (มวลชีวภาพที่อยู่ใต้ดิน)

- พัฒนาววนวัฒนวิธีและ/หรือการเลือกชนิดหรือการเลือกโคโรโมโซมที่มีประสิทธิภาพในการเปลี่ยนเป็นฮิวมัส (เช่น การเพิ่มส่วนที่แตกหักของส่วนที่ตายแล้วที่จะเปลี่ยนสภาพไปเป็นฮิวมัสเมื่อมีการย่อยสลาย) ส่วนมากซากที่ร่วงหล่นลงบนผิวดินรวมทั้งเนื้อไม้ด้วยแทบจะไม่ได้ลงไปอยู่ในดินในรูปฮิวมัส ชั้นส่วนที่จะลงไปอยู่ในดินและมีประสิทธิภาพกลายเป็นฮิวมัสสูง ชั้นส่วนนั้นต้องมีลิกนินเป็นองค์ประกอบที่สูง ดังนั้น งานวิจัยมีความต้องการที่จะหาชนิดพืชหรือการจัดการที่มีผลต่อปริมาณและองค์ประกอบของเนื้อเยื่อของการสะสมคาร์บอนในดิน

- ซากและส่วนประกอบของดินมีผลมาจากปัจจัยทางกายภาพทางเคมี และทางชีว ปัจจัยทางกายภาพ ได้แก่ อุณหภูมิและความชื้น ปัจจัยทางเคมี ได้แก่ สารอาหาร และความเป็นกรด-ด่าง ปัจจัยทางด้านชีว ได้แก่ อินทรีย์สารขนาดเล็ก สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังทั้งขนาดเล็กและขนาดใหญ่ งานวิจัยที่ต้องการจะเกี่ยวกับการสร้างระบบรากที่ลึก

- ความเข้าใจเกี่ยวกับพื้นฐานทางชีววิทยา อุตสาหกรรม และขบวนการทางสังคมที่สามารถจะเพิ่มการกักเก็บคาร์บอนในสาขาป่าไม้

- การวัด การติดตาม และโมเดลของหน้าที่ของระบบนิเวศและสาขาป่าไม้ทางด้านเศรษฐกิจเพื่อที่จะทำการประเมินประสิทธิภาพของค่าเฉลี่ยการกักเก็บคาร์บอนที่เปลี่ยนแปลงไป

- การประเมินการผสมผสานของการเปลี่ยนแปลงในสาขาป่าไม้ที่มีการเพิ่มการกักเก็บคาร์บอนเปรียบเทียบกับการใช้ประโยชน์ที่ดินในรูปแบบอื่นๆ และการใช้ประโยชน์ที่ไม่ได้อยู่ในรูปเนื้อไม้ จากผู้ที่ต้องการใช้ประโยชน์ (life cycle assessment) และ

- การประเมินความเสี่ยงของการไม่ต้องการการเปลี่ยนแปลงหน้าที่ของระบบนิเวศ

สาขาการเกษตร

ในด้านการเกษตรนั้น ทางเลือกในการกักเก็บคาร์บอน-ไดออกไซด์มีประเด็นใหญ่ คือ ในเรื่องของการจัดการระบบการเกษตร

ก) การจัดการพื้นที่เกษตรกรรม

พื้นที่เกษตรกรรมของประเทศไทยประมาณ 174,858,853 ไร่ (กรมพัฒนาที่ดิน, 2542) โดยแบ่งออกเป็น นาข้าว พืชไร่ ไม้ยืนต้น ไม้ผล พืชสวน ไร่มวนเวียน ทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์ และสถานที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ โดยพื้นที่ 5 อันดับแรกที่มีมากที่สุดคือ นาข้าว พืชไร่ ไม้ยืนต้น ไร่มวนเวียน และไม้ผล

การเปลี่ยนแปลงจากระบบธรรมชาติมาทำการเกษตรกรรมนั้นส่งผลทำให้สูญเสียคาร์บอนในดินสูงมากในปีแรกๆ และจะลดลงเมื่อเวลาผ่านไป อย่างไรก็ตามการเพิ่มผลผลิตและการปรับปรุงการจัดการอาจช่วยให้ปริมาณคาร์บอนคงที่ การสูญเสียคาร์บอนในดินจะเกิดได้ง่าย เมื่อมีการไถพรวนอย่างหนักเพราะจะทำให้คาร์บอนที่เป็นองค์ประกอบในเม็ดดินมีการสูญเสียไปในบรรยากาศ และหากมีการปล่อยให้ดินขาดความชุ่มชื้นก็ทำให้อินทรีย์คาร์บอนในดินสูญเสียไปในบรรยากาศได้ง่ายเช่นกัน ดังนั้น หากมีการจัดการระบบความชุ่มชื้นให้แก่ดินจะเพิ่มประสิทธิภาพในการดูดซับคาร์บอนของดินการเกษตรเพิ่มขึ้น ดังนั้นแนวทางการปรับปรุงคุณภาพดินและการเพิ่มปริมาณคาร์บอนในดินอาจจำแนกเป็น 4 กลุ่ม ใหญ่คือ

- ความเข้มข้นทางการเกษตร ความต้องการเพิ่มผลผลิตควรมีการปรับปรุงพันธุ์ และการเพิ่มการจัดการ เช่น (ปุ๋ย ยาฆ่าแมลง การชลประทาน) การปลูกพืชหมุนเวียน (เช่น การลดการไถพรวนในฤดูร้อน) และบริเวณรอบๆพื้นที่เกษตรควรที่จะปลูกพืชที่มีอายุหลายปี การจัดการดินที่เป็นกรด การใช้ปุ๋ยคอก การกำจัดแมลงอย่างผสมผสาน การปลูกพืชหมุนเวียน เหล่านี้



ล้วนเป็นแนวทางในการเพิ่มผลผลิต ซึ่งนำไปสู่ปริมาณคาร์บอนสะสมในรูปมวลชีวภาพ ชากพืชที่เพิ่มขึ้นมีผลต่อปริมาณคาร์บอนที่สะสมในดิน

- การไถพรวนแบบอนุรักษ์ การไถพรวนแบบอนุรักษ์ซึ่งรวมทั้งการไม่ไถพรวน เป็นการเตรียมดินเพื่อการเพาะปลูกในพื้นที่ที่มีปัญหาในเรื่องการชะล้างดินโดยลมหรือน้ำ

- การลดการชะล้างหน้าดิน การควบคุมการชะล้างหน้าดินมีความสำคัญทั้งในแง่การเพิ่มผลผลิตและเพิ่มการกักเก็บคาร์บอน

- การจัดการนาข้าว นาข้าวเป็นพื้นที่ที่ถูกน้ำท่วมเกือบตลอดช่วงฤดูการเพาะปลูก มีสภาพการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน และช่วงที่ถูกน้ำท่วมจะทำให้การย่อยสลายช้าลงจึงทำให้มีการสะสมคาร์บอนมากขึ้นตลอดเวลา การทำนาข้าวมีผลกระทบต่อ การปลดปล่อยคาร์บอนและมีเทน ดังนั้น การจัดการนาข้าวสำหรับผลกระทบเชิงบวกจะต้องพิจารณาถึงผลกระทบทั้ง 2 อย่าง คือการสะสมคาร์บอนและการปลดปล่อยมีเทนและก๊าซไนตรัสออกไซด์

ข) การจัดการทุ่งหญ้า

การจัดการทุ่งหญ้าเป็นอีกแนวทางหนึ่งที่จะช่วยเพิ่มแอ่งคาร์บอนได้หากมีการจัดการแบบยั่งยืน คือไม่มีการปล่อยสัตว์เลี้ยงมากเกินไปจนกว่าขนาดของทุ่งหญ้าจะรองรับได้ การป้องกันการเสื่อมโทรมของทุ่งหญ้า การจัดการในเรื่องการใส่ปุ๋ย การให้น้ำ การแนะนำพืชที่เป็นประโยชน์และการป้องกันไฟป่าจะทำให้ทุ่งหญ้าเหล่านี้เพิ่มมวลชีวภาพเหนือพื้นดินและมวลชีวภาพในดิน และปริมาณคาร์บอนในดินด้วย

ค) วนเกษตร

เป็นระบบการจัดการปลูกป่าในพื้นที่เกษตรกรรม นำไปสู่ความหลากหลายและการผลิตที่ยั่งยืนกว่าการทำเกษตรเพียงอย่างเดียว มีผลต่อการเพิ่มปริมาณคาร์บอน ระบบวนเกษตรน่าจะดีกว่าการใช้ที่ดินแบบอื่นเพราะเป็นการคำนึงถึงไม่ว่าจะเป็นเรื่องการผลิตอาหาร ลดความยากจน และรักษาสภาพแวดล้อม ดังนั้นในการแก้ปัญหาการทำไร่เลื่อนลอย วนเกษตรอาจเป็นทางเลือกทางหนึ่งที่จะให้ประชาชนอยู่กับพื้นที่และสามารถที่จะช่วยกักเก็บคาร์บอนได้สูงกว่าการทำเกษตรในรูปแบบอื่น โดยเลือกชนิดพืชที่เหมาะสม และมีตลาดในการรองรับ

การปรับปรุงพื้นที่เสื่อมสภาพ ไม่ว่าจะเป็นการเสื่อมสภาพด้วยสาเหตุใดๆก็ตาม เช่น ดินเป็นกรด ดินเค็มภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ดินเค็มชายทะเล ดินเปรี้ยว ดินที่มีการชะล้างพังทลายสูง เหล่านี้ หากนำมาจัดการโดยใช้วิธีการอนุรักษ์ดินและ

น้ำเข้าไปดำเนินการให้เหมาะสมกับชนิดดินและสภาพภูมิประเทศ จะเพิ่มทั้งศักยภาพในการใช้ประโยชน์ของดินเพื่อการทำการเกษตรในรูปแบบต่างๆ และยังสามารถช่วยในการเพิ่มแอ่งคาร์บอน

แนวทางการวิจัยสาขาการเกษตรที่ต้องการ

- งานวิจัยที่ต้องการเกี่ยวกับความเข้าใจปัจจัยที่สำคัญ (keys) กระบวนการของดิน เพื่อที่จะเข้าใจถึงวิธีการอย่างไรและอะไรที่เป็นกระบวนการในการช่วยกักเก็บคาร์บอน ซึ่งอาจจัดเป็นงานวิจัย R&D ซึ่งเกี่ยวข้องกับการประมาณการณ์ปริมาณคาร์บอนทั้งในปัจจุบันและในอนาคตที่คงอยู่เพื่อทำหน้าที่เป็นปัจจัยหนึ่งทางสิ่งแวดล้อมในการจัดการ และในอนาคตต้องการที่จะทราบปริมาณคาร์บอนในทุกระบบนิเวศ

- งานวิจัยที่เป็นพื้นฐานเกี่ยวกับขบวนการดินและการควบคุม เช่น การเพิ่มความลึกของคาร์บอนในดิน การเพิ่มมวลชีวภาพของราก

- งานวิจัยในการสำรวจปริมาณคาร์บอนในทางเกษตรและระบบนิเวศทุ่งหญ้า เช่น การสำรวจแบบพลวัตของพืชที่ปกคลุมดินและการกระจายของระบบการจัดการการเพิ่มความละเอียดในการสำรวจ, การปรับปรุงพืชหลายชนิดและทุ่งหญ้า, การใช้ remote sensing, การสำรวจข้อมูลระดับโลกการทำให้ข้อมูลได้มาตรฐาน และการวิเคราะห์

- ความต้องการเกี่ยวกับปริมาณและการคาดการณ์การกักเก็บคาร์บอน เช่น พัฒนาโมเดล, การทดสอบ และการแยกส่วน เช่น พื้นที่ที่ถูกน้ำท่วม พื้นที่ที่มีการระบายน้ำเร็ว พื้นที่ที่มีการพังทลายสูง การสร้างเครือข่ายติดตามความชัดเจนของอินทรีย์คาร์บอน (Soil organic material)



9. เอกสารอ้างอิง

- Acocella, N. (2000) : The Foundations of Economic Policy : Values and Techniques. Cambridge : Cambridge University Press.
- ADB, (1998) : Asian-Least-Cost Greenhouse Gas abatement Strategy, THAILAND. Manila, Philippines, October .
- Aksornkoae, S (1975) : Structure, Regeneration, and Productivity of mangrove in Thailand. Michigan : Ph.D. Desertation, Michigan State University.
- Anderson, J.M. and J.S.I. Ingram, (1993) : Tropical Soil Biology and Fertility : A Handbook of Methods. CAB International, Wallingford, United Kingdom, 221 pp.
- Baldock , J.A. and P.N. Nelson , (1999) : Soil organic matter. In : Handbook of Soil Science [Summer, M.E. (ed.)]. CRC press, Washington D.C., USA, pp. B25-B84.
- Batjes , N.H., (1999): Management Options for Reducing CO₂ Concentrations in the Atmosphere by Increasing Carbon Sequestration in the Soil. International Soil Reference and Information Centre, Wageningen, The Netherlands, 114 pp.
- Bayer, C., L. Martin-Neto, J. Mielniczuk, and C.A. Cerrata, (2000): Effect of no-till cropping systems on soil organic matter in a sandy clay loam Acrisol from Southern Brazil monitored by electron spin resonance and nuclear magnetic resonance. Soil and Tillage Research, 53, 95-104.
- Boonpragob, K. (1996): Land Use Change and Forestry. Draft Final Report: Thailand's National Greenhouse Gas Inventory, 1990. Office of Environmental Policy and Planning. 7-1-7-19.
- Brown, S., M. Burnham, M. Delany, R. Vaca, M. Powell, and A. Moreno (2000): Issues and challenges for forest-based carbon-offset Projects: A case study of the Noel Kempff Climate Action Project in Bolivia. Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change, (in press).
- Calvo and Miguez (2000) (eds.): Afforestation, Reforestation, and Deforestation (ARD) Activities. In Land Use, Land-Use Change, And Forestry. A Special Report of the IPCC. Cambridge University Press.
- Ciesla, William (1995) : Climate Change, Forests and Forest Management. FAO Forestry Paper. Food and Agriculture Organization.
- Department of Environment (1992): Policy Evaluation : The Role of Social Research. London, UK.: Her Majesty's Stationery Office (HMSO).
- Dhammanon, D. (1994) : The forest growth cycle in various forest type. Thailand Journal of Forestry. 13 : 68-80.
- Drake, F. (2000) : Global Warming : the Science of Climate Change. New York : Oxford University Press.
- Dunn, W-N. (1994) : Public Policy Analysis (2nd edition). New Jersey : Prentice-Hall.
- Dye, T-R., (1984) : Understanding Public Policy (5th edition). New Jersey : Prentice-Hall.
- Dyer, J.S. and Lorber, H.W. (1982): "The Multiattribute Evaluation Program Planning Contractors," Omega (the International Journal of Management Science), Vol. 10, No. 6, p.673-678.
- Dyer, J.S. and et.al. (1992) : "Multiple Criteria Decision Making, Multiattribute Utility Theory: The Next Ten Year," Management Science, Vol. 38, No. 5, May 1992.
- Edwards, W and Newman, J. R. (1982) : Multiattribute Evaluation. London : Sage Publication, Inc.
- Eswaran, H.E. Van den Berg and P.Reich (1993) : Organic Carbon in soil of the World. Soil Sci. Amer. J. 57 : 192-194.
- European Commission (1997). Study on European Forestry Information and Communication System. Office for Official Publications the European Communities. Luxembourg.
- FAO (1992, 1995b) : Forest Resource Assessment 1990. Global Synthesis. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy.
- FAO (1995c) : Programme for the World Census of Agriculture 2000. FAO Statistical Development Series 5. Food and Agriculture



- Organization, Rome, Italy, 79pp.
- FAO (1997): Agenda 21 Progress Report on Chapter 14. Prepared for the Special Session of The United Nations general Assembly from 23 to 27 June. Available at : <http://www.fao.org/WAICENT/FAOINFO/SUSTDEV/Epdirect/Epre0033.htm>
- FAO/ISRIC (1990): Guidelines for Soil Description. Food and Agriculture Organization, Rome, Italy.
- FAO/UNEP (1999) : Terminology for Integrated Resources Planning and Management. Food and Agriculture Organization/United Nations Environmental Programme, Rome, Italy and Nairobi, Kenya.
- Feller, C. and M.H. Beare, (1997) : Physical control of soil organic matter dynamics in the tropics. *Geoderma*, 79(1-4), 69-116.
- Ghosh, P. (eds). (2000). Implementation of the Kyoto Protocol. Opportunities and Pitfalls for Developing Countries ADB.
- Goldemberg, J. (eds). 1993. The Clean Development Mechanism. UNDP.
- Helm, D. (2000). Environmental Policy : Objectives, Instruments, and Implementation. London : Oxford University Press.
- Houghton, J.Y., Jenkins, G.T. and Ephraums J.J. (eds). 1990. Climate Change : the IPCC Scientific Assessment, WHO-UNEP, Cambridge University Press.
- IPCC (1995). Technical Summary. Intergovernment Panel on Climate Change. WOM, Geneva, Switzerland, 44p.
- IPCC, (1997): Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories [J.T. Houghton, G. Meira Filho, B. Lim, K.I. Mamaty, Y. Bonduki, D.J. Griggs, and B.A. Callander (eds.)]. Intergovernmental Panel on Climate Change, Meteorological Office, Bracknell, United Kingdom.
- IPCC (2000) : IPCC Special Report on Land Use, Land-use Change, and Forestry. A Special Report of Intergovernmental Panel on Climate Change (summary for policymakers), 2000.
- Kamp, D.D., (1994) : Global Environmental Issue. London new York.
- Khanna, P.K., Snowdon P., and Bauhus, J. (2000) : "Carbon Pools in Forest Ecosystems of Australia and Oceania," in Global Climate Change and Tropical Ecosystems. Edited by R. Lal, J.M. Kimble, and B.A. Stewart. Washington D.C. : CRC Press.
- Kogel, I., (1997) : ¹³C and ¹⁵N NMR Spectroscopy as a technique in soil organic matter studies. *Geoderma*, 80(3+4) (Special), 243-270.
- Kunihiko Kathoh, Prapai Chairroj, Wisit Cholitkul, Haruo Tsuruta and Kazuyuki Tagi, (1995) : Mechanism of methane formation and development of method to decrease methane emission in humid tropical paddy fields. Under the cooperation research program between Thailand and Japan
- Lal, R., J.M. Kimble and R. Follett. (1998) : Pedospheric Processes and the carbon cycle. pp.1-8 In Lal. R., J.M. Kimble., F.F. Ronald and A. Bobby. *Advances in Soil Science*. CRC Press. Boca Raton, Boston, New York, Washington and London.
- Lund, H.G., (1999): Definitions of Forest, Deforestation, Afforestation and Reforestation. Forest Information Services, Manassas, VA, USA, Information Services.
- Mahlman, J. D., (1997). Dynamics of Transpot processes in the upper Troposphere. *Science*, 276 (5315), 1079-1083.
- Mendis, M.S., (1999) : Defining Baseline for CDM Energy Sector Project. Alternative Energy Development, Inc.
- Ministry of Science, Technology and Environment Thailand. (2000): Thailand's National Greenhouse Gas Inventory 1994. Integrated Promotion Technology Co.Ltd.
- Nabuurs, G.J. et al (1999) : Resolving Issues on Terrestrial Biospheric Sinks in the Kyoto Protocol. Dutch National Research Programme on Global Air Pollution and Climate Change, report no. 410200030.
- OECD (1999) : Status of Research on Project Baseline Under The UNFCCC and The Kyoto Protocol. ENV/EPOC (99) 19/Final.
- Ogawa, H., K. Yoda and T. Kira. (1961) : A preliminary survey on the vegetation of Thailand. *Nature and Life in SE Asia* 1 : 21-157.
- Ogawa, H., K. Yoda, T. Kira, K. Ogino, T. Shidei, D. Ratanavongse and C. Apasutaya. (1965) : Comparative ecological studies on three main types of forest vegetation in Thailand. I. Structure and floristic composition. *Nature and life in SE Asia* 4 : 13-48.



- Ogino, K., D. Ratanawongse, T. Tsutsumi and T. Shidei. (1967): The primary production of tropical forests in Thailand. *Southeast Asian Studies*. Kyoto. 5 : 121-154. (in Japanese).
- Owens, P. and Owens, S (1991) : *The Environment, Resources, and Conservation*. Cambridge : Cambridge University Press.
- Parton, W.J., D.S. Schimel, C.V. Cole, and D.S. Ojima, (1987): Analysis of factors controlling soil organic matter levels in great plain grasslands. *Journal of the Soil Science Society of America*, 51, 1173-1179.
- Paustian, K., A.L. Agren, and E. Bosatta, (1997): Modelling litter effects on decomposition and soil organic matter dynamics. In: *Driven by Nature. Plant Litter Quality and Decomposition* [Cadisch G. and K.E. Giller (eds.)]. CABI, Wallingford, United Kingdom, pp. 315-334.
- Poeyry, J. (Consulting) (2001): *Workbook on Land Use, Land Use Change and Forestry (LULUCF) Projects*. Prepared for International Greenhouse Partnerships Office. (March 2001).
- Sahunalu, P. (1970): " The Estimation of Site Quality of Mixed Deciduous Forest with Teak at Mae-Huad, Lampang as Determined by Organic Matter and Nitrogen Contents of Soils, "Forest Resource Bulletin, Faculty of Forestry, Kasetsart University, issue 11, 1970.
- Sampson, R. Neil and Hamilton, Thomas E. (1992) : "in *Forestry Opportunity in the United States to Mitigate the Effects of Global Warming*" *Forests and Global Change*. Volume 1: Opportunities for increasing forest cover edited by R. Neil Sampson and Dwight Hair. Washington DC : American Forest.
- Sass, R.L. (1994): Short summary chapter on Methane. CH₄ and NO₂ Global Emission and Control from Rice Fields and Other Agricultural and Industrial Sources. In: *Proceeding of an International Workshop, Methane and Nitrous Oxide Emission from Natural and Anthropogenic Sources and Their Reduction Plan*. Tsukuba, Japan, 1992, NIAES, 2.
- Schlesinger, W.H., (1986): Changes in soil carbon storage and associated properties with disturbance and recovery. In : *The Changing Carbon Cycle : a Global Analysis*. [Trabalka, J.R. and D.E. Reichle (eds.)]. Springer-Verlag, New York, pp. 175-193.
- Schlesinger, W.H., (1991): *Biochemistry : An Analysis of Global Change*. Academic Press. New York. 443p.
- Selman, Paul (2000) : *Environmental Planning* (2 nd edition). London : Sage Publication Ltd.
- Smith, P., D.S. Powlson, M.J. Glendining, and J.U. Smith, (1997a): Potential for carbon sequestration in European soils : preliminary estimates for five scenarios using results from long-term experiments. *Global Change Biology*, 3, 67-79.
- Sombroek, W.G., P.M. Fearnside, and M. Cravo,(1999) : Geographic assessment of carbon stored in Amazonian terrestrial ecosystems and their soils in particular. In : *Global Climate Change and Tropical Ecosystems* [R. Lal, J.M. Kimble and B.A. Stewart (eds.)]. CRC Lewis, Boca Raton, FL, USA, pp. 375-389.
- SSS (1999) : *Soil Taxonomy* (2 nd edition). USDA/NRCS Soil Survey Staff, Agricultural Handbook 436, Washington DC, USA, 869 pp.
- Tate, K.R. and B.K.G. Theng, (1980): Organic matter and its interactions with inorganic soil constituents. In : *Soil With Variable Change* [Theng, B.K.G. (ed.)]. New Zealand Society of Soil Science, Lower Hutt, New Zealand.
- Trexler, Mark et al. (1992) : " , *Global Warming Mitigation Through Forestry Options in the Tropics*" in *Forests and Global Change*. Volume 1 : Opportunities for increasing forest cover edited by R. Neil Sampson and Dwight Hair. Washington DC : American Forest.
- Tsutsumi , T., K. Yoda, P. Sahunalu, P. Dhanmanonda and B. Prachaiyo. (1983) : Forest: felling, burning and regeneration. In : K. Kyuma and C. Pairintra (eds.). *Shifting Cultivation : An Experiment at Nam Phrom, Northeast Thailand and Its Implications for Upland Farming in the Monsoon Tropics*. Japan.
- UN (1994): *Convention on Desertification*. Information Program on Sustainable Development, United Nations, New York, NY, USA.
- UNEP (1998) : *The Kyoto Protocol to The Convention on Climate Change*. Climate Change Secretariat with the support UNEP's Information for the Convention, UNEP/IUC/98/2.

- UN-ECE/FAO (2000) : Temperate and Boreal Forest Resource Assessment 2000. United Nations-Economic Commission for Europe/Food and Agriculture Organization, Geneva, Switzerland.
- UNFCC (2000) : Review of the Implementation of Commitments and of Other Provisions of the Convention. FCCC/CP/1999/7, 16 February 2000.
- Watson R.T., Noble I.R., Bolin B., Ravindranath N.K., Verardo D.J., & Dokken D.J. (eds.). (2000) : Land Use, Land-Use Change, and Forestry .A Special Report of the IPCC. Cambridge University Press
- World Resources (1998-99) : A Guide to Global Environment Washington D.C., World Resources Institute.
- WRB, (1998) : World Reference Base for Soil Resources. International Society of Soil Science/International Soil Reference and Information Centre/Food and Agriculture Organization, Rome, Italy.
- กิตติพงษ์ อภิชาติเมธี (2539) : การศึกษามวลชีวภาพของไม้พื้นล่างและซากพืชในป่าผสมผลัดใบ ที่สถานีวิจัยเพื่อรักษาต้นน้ำแม่กลอง จังหวัดกาญจนบุรี ปรินญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (วนศาสตร์) สาขาวิชาชีววิทยาป่าไม้ ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ กรมป่าไม้ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ (2539) : รายงานสรุปกิจการของกรมป่าไม้.
- กรมป่าไม้ (2544) โครงการร่วมลงทุนปลูกป่าและตั้งโรงงานผลิตเยื่อกระดาษไทย-จีน
- กรมป่าไม้ (2545) ภูมิหลังและความก้าวหน้าของการจัดทำข้อตกลงระหว่างรัฐบาลไทยและรัฐบาลสหรัฐอเมริกาเกี่ยวกับการจัดตั้งกองทุนอนุรักษ์ป่าไม้เขตร้อนและคณะกรรมการอนุรักษ์ป่าไม้เขตร้อน
- กรมพัฒนาที่ดิน (2535) : สถานะทรัพยากรดินและปัญหาการใช้ประโยชน์ กรุงเทพฯ ฝ่ายเผยแพร่และประชาสัมพันธ์สำนักงานเลขานุการกรม
- กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ (2537) : คู่มือการดำเนินงานเกี่ยวกับหญ้าแฝก เอกสารอัดสำเนา
- กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ (2539) : รายงานการจัดการดินเหมืองแร่ร้าง เอกสารอัดสำเนา
- คณะอนุกรรมการเพื่อจัดทำคู่มือ “การจัดทำแนวทางจัดทำทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมระดับจังหวัดและอำเภอ ไม่ระบุปี พ.ศ.”
- จักรพล จักรพลวรฤทธิ์ (2528) : ผลของความหนาแน่นต่อผลผลิตของสวนป่าไม้ยูคาลิปตัส. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วนศาสตร์), สาขาวนวัฒนวิทยา, คณะวนศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- จิต คงแสงไชย และคณะ (2523) : ผลผลิตของสวนป่าชายเลนในประเทศไทย. กองจัดการป่าไม้ กรมป่าไม้.
- ชนาธิป กุลดิลก (2526). การเปลี่ยนแปลงมวลชีวภาพ และอัตราการผลิตขั้นปฐมภูมิของหญ้าเพ็ดในป่าเต็งรังบริเวณสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกกราช วิทยานิพนธ์ปริญญาโท บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- ทิพย์รัตน์ พงศ์ธนาพานิชย์ (2538). การวิเคราะห์การใช้ประโยชน์เชิงเศรษฐกิจของพื้นที่ป่าชายเลนในจังหวัดตรัง : วิธีการแบบจำลองเชิงเส้น. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เศรษฐศาสตร์เกษตร), บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ธงชัย จารุพัฒน์ (2541) : สถานการณ์ป่าไม้ของประเทศไทย กรมป่าไม้ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์
- ธนากร อ้วนอ่อน คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล (2531) : การใช้ประโยชน์ที่ดินเหมืองแร่ร้างในภาคใต้และภาคตะวันออก เสนอต่อกรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์
- นิพนธ์ ตั้งธรรม (2514) : ลักษณะโครงสร้างและการเจริญเติบโตของป่าสักที่ผ่านการทำไม้มาแล้ว วิทยาศาสตร์บัณฑิต (วนศาสตร์) บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- บริษัทไม้อัดไทย (2544) : ข้อมูลพื้นที่สวนป่าของบริษัทไม้อัดไทยและการส่งเสริมปลูกป่ายูคาลิปตัส กองปลูกสร้างสวนป่า สำนักงานบางนา
- ประไพ ชัยโรจน์, วิศิษฐ์ ไชลิตกุลม Katho, K. Tsuruta, H., Yagi, K. และ Minami, K., (2536). การปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าววารสารดินและปุ๋ย ปีที่ 19 หน้า 85-94
- พงษ์ศักดิ์ สหุณาฬุ และคณะ (2536) : ผลของการปลูกป่า พื้นที่รกร้าง และป่าธรรมชาติต่อสภาพแวดล้อมของสะแกกราช. รายงานการวิจัยเสนอต่อสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ. ภาควิชาวนวัฒนวิทยา, คณะวนศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, มิถุนายน 2536.
- พงษ์ศักดิ์ สหุณาฬุ (2538) : ผลผลิตและการหมุนเวียนของธาตุอาหารในระบบนิเวศป่าไม้ (ฉบับพิมพ์ครั้งที่ 2). คณะวนศาสตร์, มหาวิทยาลัย



เกษตรศาสตร์

- พจนีย์ มอญเจริญ และทวีศักดิ์ เวียรศิลป์ (2544) : คาร์บอนในดินของประเทศไทย กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์
- พิทยา เพชรมาก และพงษ์ศักดิ์ สหุณาฬุ (2521) : ผลผลิตขั้นปฐมภูมิของสวนป่าไม้สัก. รายงานวนศาสตร์วิจัยเล่มที่ 53, คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, มิถุนายน 2521.
- พิทยา เพชรมาก และพงษ์ศักดิ์ สหุณาฬุ (2523) : ผลผลิตขั้นปฐมภูมิของสวนป่าไม้สัก. รายงานวนศาสตร์วิจัยเล่มที่ 70, คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรกฎาคม 2523.
- พระพรณองสุขสันติกุล และคณะ (2539) : “การกระจายของมวลชีวภาพและธาตุอาหารพืชในสวนป่ายูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส”, รายงานการประชุมการป่าไม้แห่งชาติ ประจำปี 2538. วันที่ 20-24 พฤศจิกายน 2538, หอประชุมใหญ่ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรมป่าไม้, มิถุนายน 2539.
- พระราชบัญญัติพัฒนาที่ดิน มาตรา 3 พ.ศ. 2506
- มณฑิ โพรทัย (2536) : การปลูกสร้างสวนป่า (Reforestation). พิมพ์ครั้งที่ 4. ส่วนประชาสัมพันธ์และการประชุม, ฝ่ายบริหารทั่วไป, องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้.
- มูลนิธิโลกสีเขียว (2538) : สถานการณ์สิ่งแวดล้อมไทย 2538 บริษัทอมรินทร์พริ้นติ้งพับลิชชิ่ง จำกัด (มหาชน)
- มูลนิธิโลกสีเขียว (2540) : สถานการณ์สิ่งแวดล้อมไทย 2540 บริษัทอมรินทร์พริ้นติ้งพับลิชชิ่ง จำกัด (มหาชน)
- รายงานผลการปฏิบัติการประจำปี (2537) : สำนักงานส่งเสริมการปลูกป่า. 2537 กรมป่าไม้ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์
- เล็ก มอญเจริญ (2544) : การนำมาตร Additional Human Induce มาใช้ในการเก็บกักคาร์บอนในดินของประเทศไทย ในการประชุมทางวิชาการประจำปี 2544 วิกฤติสิ่งแวดล้อม: งานวิจัยและทิศทางของประเทศไทย คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล 26 กันยายน 2544 ณ โรงแรมรอยัลซิติ้ กรุงเทพฯ
- วิทยา เจตติกล. (2521) : มวลชีวภาพและปริมาณธาตุอาหารของพืชชั้นล่างในป่าดิบเขา ดอยปู่ เชียงใหม่. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- วัลลภ สุคนธ์ (2512) : การศึกษาปริมาณการสะสมและธาตุอาหารของอินทรีย์วัตถุ ในป่าดิบลุ่มแม่น้ำห้วยคอกม้า วิทยานิพนธ์ปริญญาตรี มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ
- ศูนย์ข้อมูลกลาง สำนักสารนิเทศ กรมป่าไม้ (2542)
- ศูนย์สถิติการเกษตร สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร
- ศิริวัฒน์ ผ่างวงศา (2519) การร่อนหล่นและปริมาณธาตุอาหารของซากพืชในป่าเต็งรัง วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ
- สุนทร มณี (2541). การศึกษาในการลงทุนปลูกป่าของภาครัฐ. ส่วนปลูกป่าภาครัฐ, สำนักส่งเสริมการปลูกป่า, กรมป่าไม้, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- สนธิ อักษรแก้ว (2541) ป่าชายเลน...นิเวศวิทยาและการจัดการสำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- สมศักดิ์ วนัสสกุล (2532) : การเปลี่ยนแปลงมวลชีวภาพ ปริมาณธาตุอาหารและพลวัตของพืชชั้นล่างในป่าเต็งรัง ที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง อุทัยธานี วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- สมศักดิ์ สุขวงศ์ และเพิ่มศักดิ์ มกรภิรมย์ (2543) รวมบทความป่าชุมชน ศูนย์ฝึกอบรมวนศาสตร์ชุมชนแห่งภูมิภาคเอเชียแปซิฟิก มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ พิมพ์ที่ บี.เอส. การพิมพ์
- ส่วนปลูกป่าภาคเอกชน สำนักงานส่งเสริมการปลูกป่า กรมป่าไม้ (2542)
- สอาด บุญเกิด (2529) หลักรวมเกษตร คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- สำนักส่งเสริมการปลูกป่า กรมป่าไม้ (2541) ข้อมูลการปลูกป่า เอกสารอัดสำเนา
- สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม (2540) “รายงานการสัมมนาสถานการณ์พื้นที่ชุ่มน้ำของประเทศไทย พ.ศ. 2540”
- สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม (2542) “รายงานสถานการณ์สิ่งแวดล้อม 2543” กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม ศึกษาและรวบรวมโดย TDRI
- สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม (2543) “รายงานสถานการณ์คุณภาพสิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2542” กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี

และสิ่งแวดล้อม ศึกษาและรวบรวมโดยคณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล
สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม (2543) “รายงานการสำรวจปริมาณการ
ปลดปล่อยและกักเก็บ GHGs ของประเทศไทย ในปี พ.ศ. 2537”
สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม (2543) รายงานสถานการณ์คุณภาพสิ่งแวดล้อม
พ.ศ. 2542 พิมพ์ที่ บริษัท พี พีрінดิ้ง กรุ๊ป จำกัด
สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม กระทรวงวิทยาศาสตร์และสิ่งแวดล้อม (2544) : รายงานสถานการณ์คุณภาพสิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2544
พิมพ์ที่โรงพิมพ์วิบูลย์การปก
สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2542) โครงการปลูกป่าถาวรเฉลิมพระเกียรติ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์
สิริรัตน์ จันทรมหเสถียร และศิริภา ไพธิ์พินิจ (2544) การประเมินการสะสมของปริมาณคาร์บอนในดินในระบบนิเวศป่าไม้ของ
ประเทศไทย ในการประชุมทางวิชาการประจำปี 2544 วิกฤติสิ่งแวดล้อม: งานวิจัยและทิศทางของประเทศไทย คณะสิ่งแวดล้อม
และทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล 26 กันยายน 2544 ณ โรงแรมรอยัลซิติ้ กรุงเทพฯ
อภิชัย พันธเสน สมบูรณ์ ศิริประชัย และชัยยุทธ์ ปัญญาสวัสดิ์สุทธิ (2534) วิเคราะห์นโยบายยุคอาลิปตัส จากแง่มุมผลประโยชน์
ทางเศรษฐกิจและการเมือง คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
อภิชาติ ชาวสะอาด และคณะ (2536), “ไม้สัก” ในเอกสารส่งเสริมการปลูกไม้ป่า, ฝ่ายวนวัฒนวิจัย กองบำรุง กรมป่าไม้,
กระทรวงเกษตร และสหกรณ์.
อรวรรณ ศิริรัตน์พิริยะ (2541) ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศและสิ่งแวดล้อมโลกจากก๊าซเรือนกระจกในการทำนาข้าว
รายงานการวิจัย สถาบันวิจัยสิ่งแวดล้อม

