



The Faculty of Engineering

การประชุมรับฟังความคิดเห็น โครงการคาดการณ์การปล่อยและลดก๊าซเรือนกระจก ภายใต้ภาพถ่ายในอนาคตโดยใช้แบบจำลอง

ภาคเกษตร

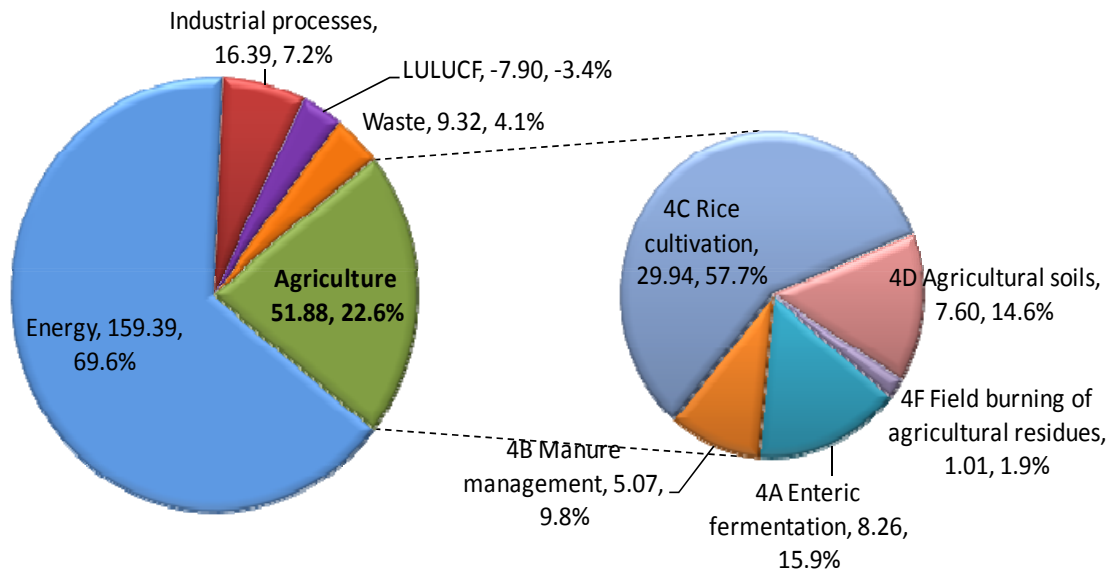
วันจันทร์ที่ 25 มิถุนายน 2555

โรงแรมมิราเคิลแกรนด์ คอนเวนชั่น กรุงเทพฯ

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคการเกษตร

- **3A) กลุ่มปศุสัตว์ (Livestock)**
 - 3A1 กลุ่มการหมักในระบบย่อยอาหารของสัตว์ (Enteric Fermentation)— CH_4
 - 3A2 กลุ่มการจัดการมูลสัตว์ (Manure Management)- CH_4 & N_2O
- **3C) กลุ่มแหล่งปล่อยอื่นๆ และ แหล่งปล่อย **Non- CO_2** จากพื้นการใช้พื้นที่ (Aggregate sources and non- CO_2 emission source on land)**
 - 3C1 GHG emission from biomass burning
 - 3C2 Liming
 - 3C3 Urea application
 - 3C4 Direct N_2O emission from managed soils
 - 3C5 Indirect N_2O emission from managed soils
 - 3C6 Indirect N_2O emission from manure management
 - 3C7 Rice cultivations
 - 3C8 Other (Soil carbon)

Emission in 2000 by 'Agriculture' (Mt CO2 eq, %)



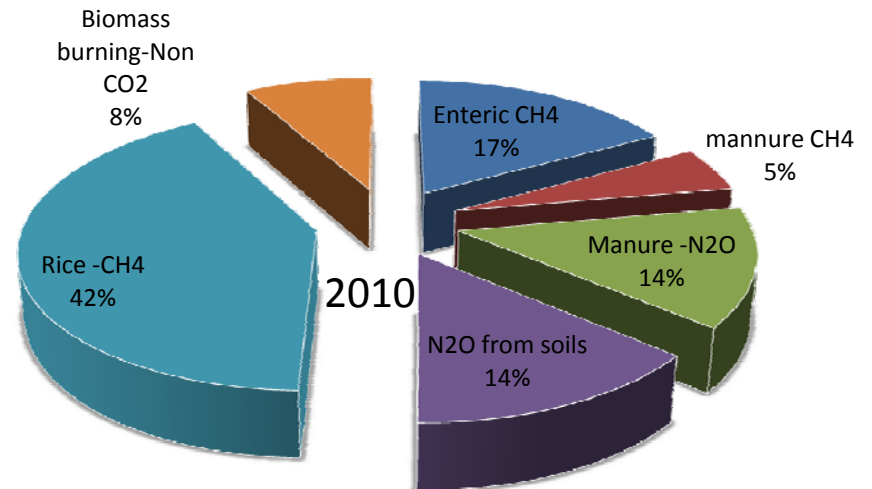
Total GHG Emission with LULUCF = 229.08 MtEq

1996 IPCC revised GL

51.88 Mt CO2e

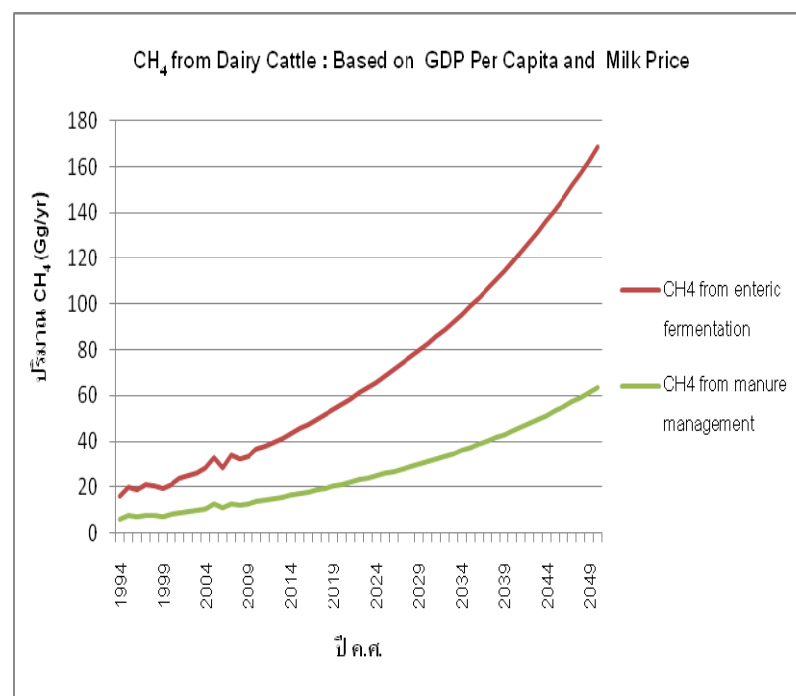
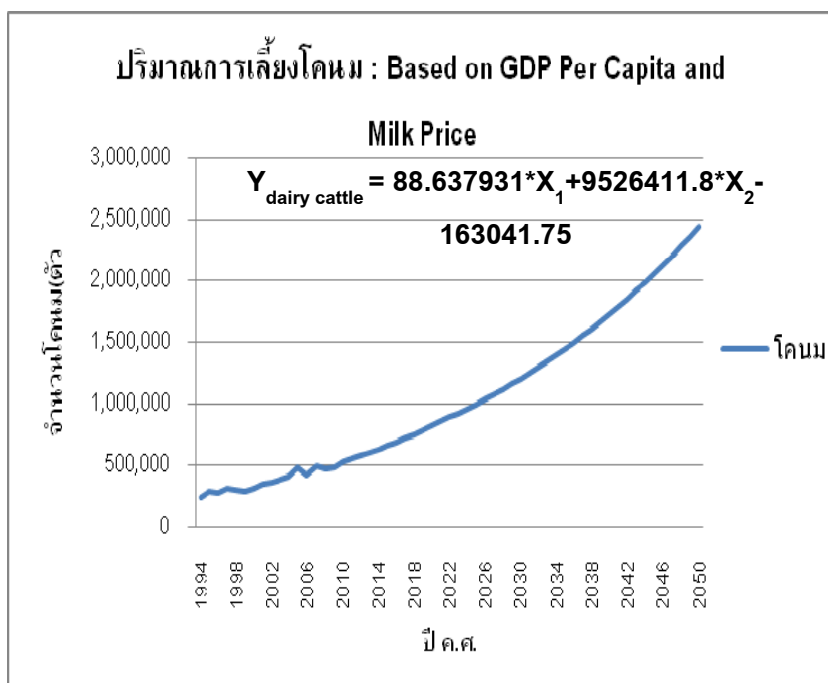
2006 IPCC GL

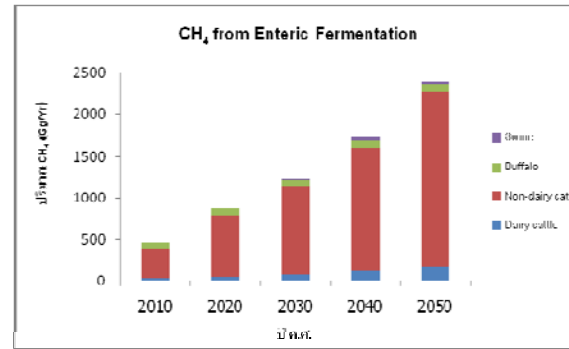
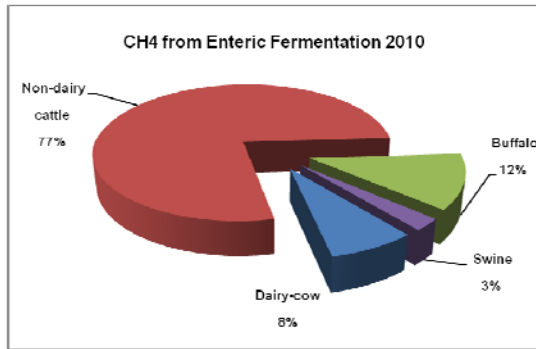
57.70 Mt CO2e



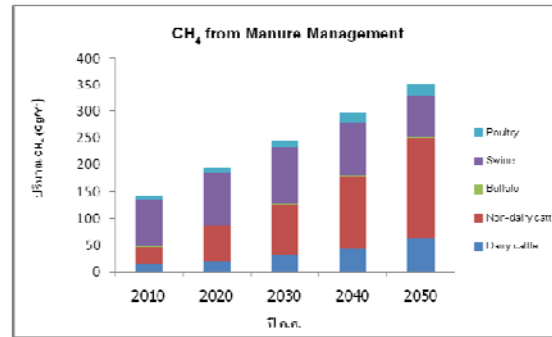
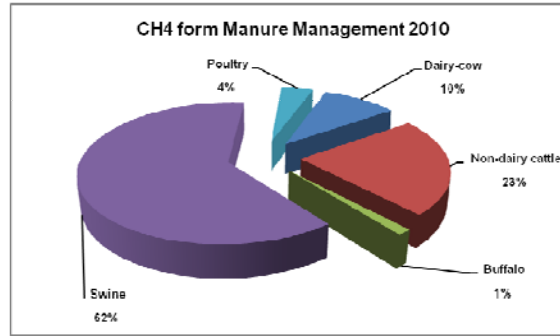
การคาดการณ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก

- คาดการณ์ได้จากความสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆ เช่น ค่า **GDP** (4% ต่อปี) ราคาขาย ปริมาณการส่งออก ปริมาณพ่อแม่พันธุ์ และราคาน้ำมันดิบ เป็นต้น

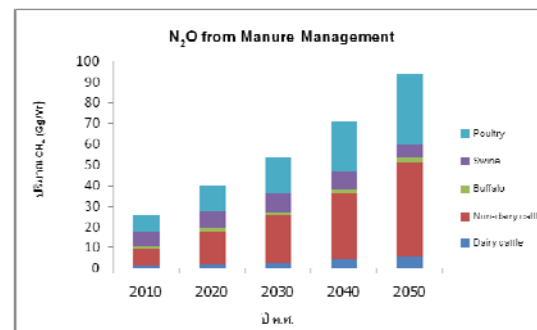
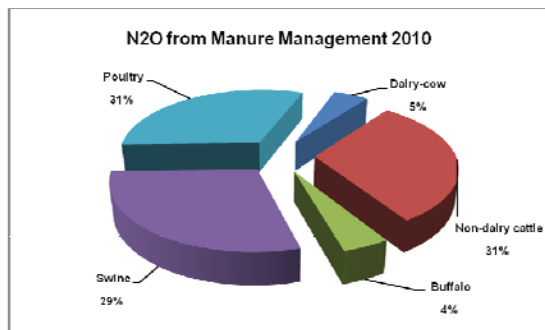




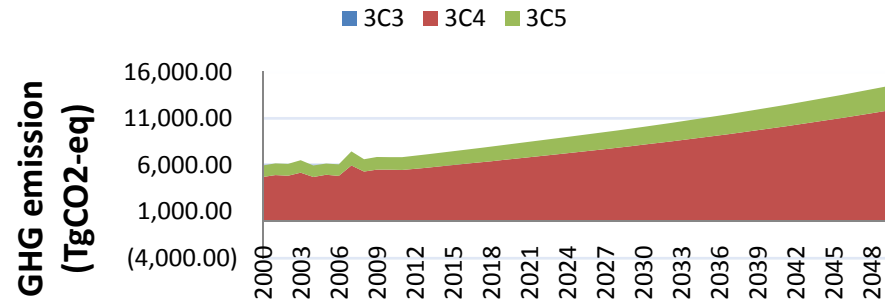
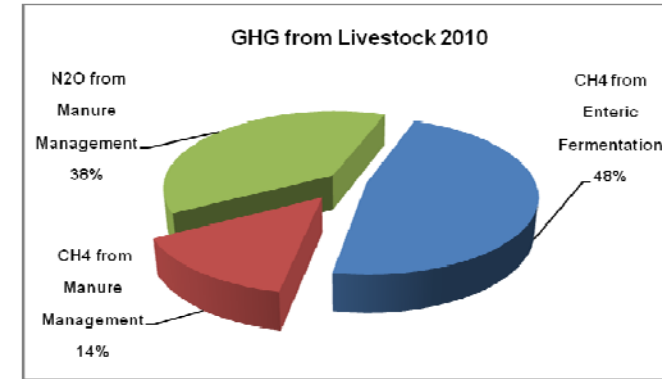
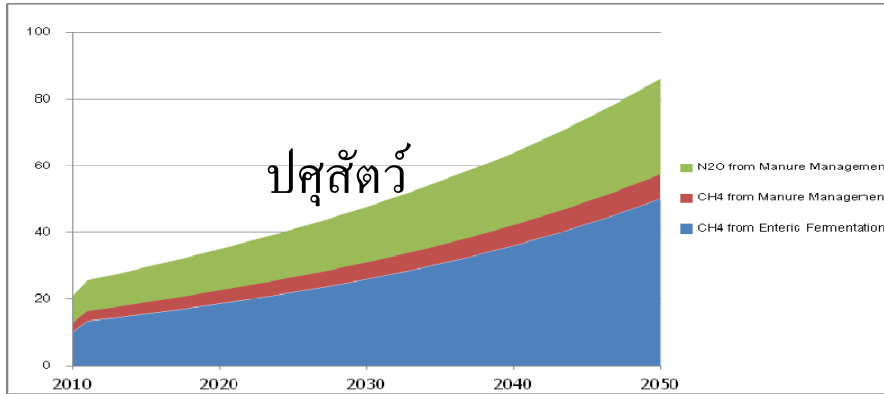
การคาดการณ์ปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนจากระบบการหมักในระบบย่อยอาหารของสัตว์



การคาดการณ์ปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนจากระบบการจัดการมูลสัตว์

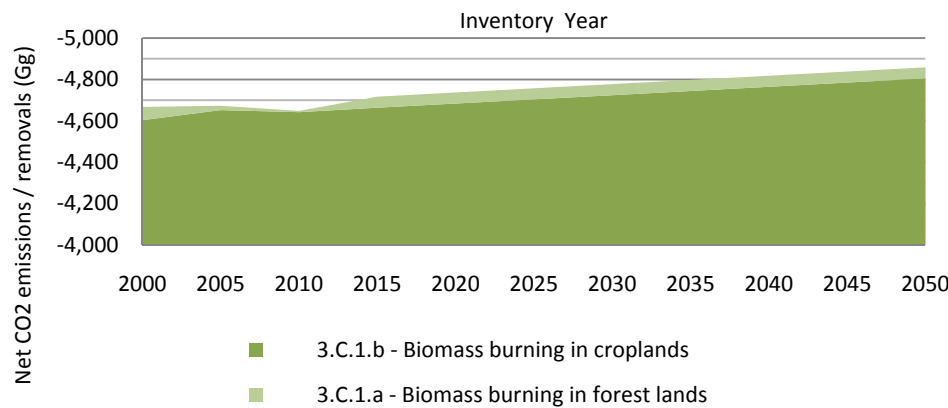


คาดการณ์ปริมาณการปล่อย N₂O จากระบบการจัดการมูลสัตว์

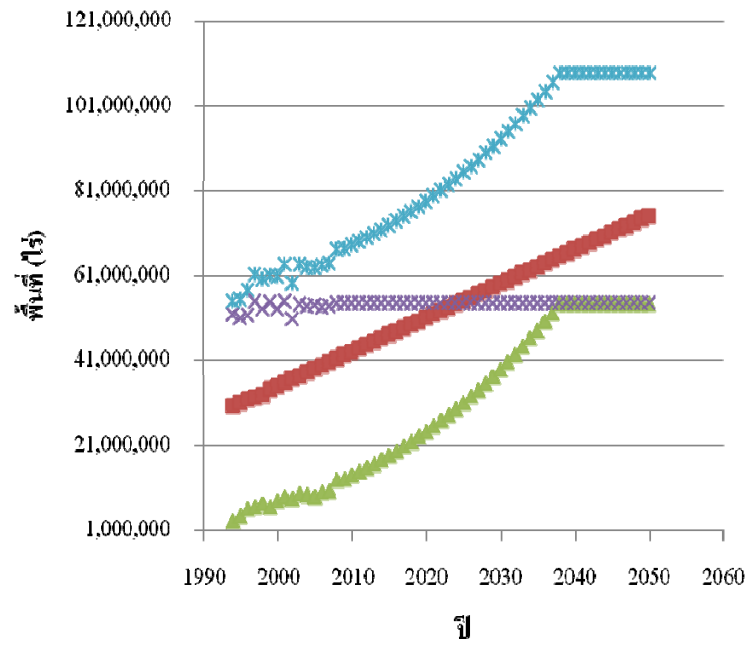


การใช้ปุ๋ยยูเรีย (3C3),
N₂O direct emission (3C4)
และ N₂O Indirect emission (3C5)

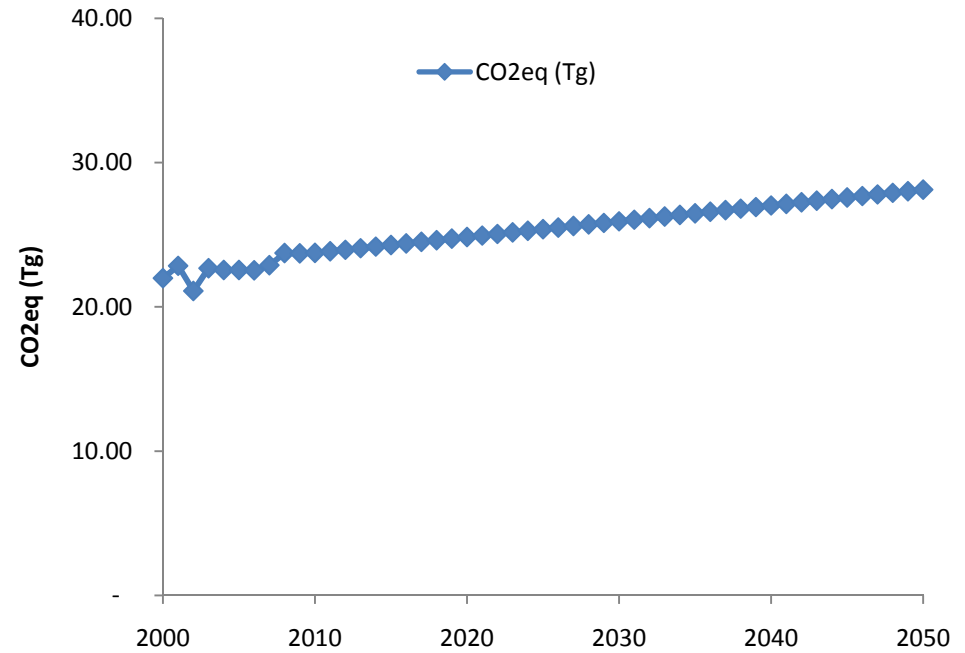
3.C.1 - Emissions from biomass burning



Biomass burning

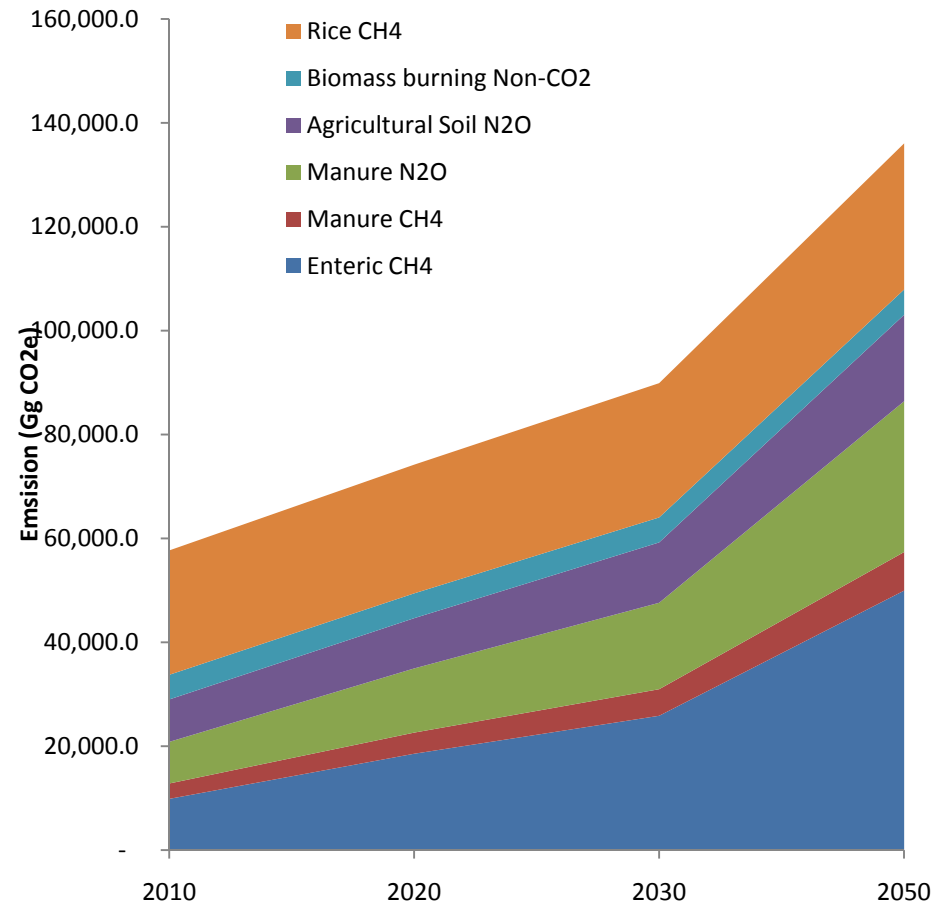


- พื้นที่ (ไร่)
- ▲ พื้นที่ป่า (ไร่)
- × พื้นที่ป่าที่ไม่ใช่ป่า (ไร่)
- × พื้นที่ป่าทั้งหมด (ไร่)



Agriculture Baseline Emission

Percent increase



| | 2020 | 2030 |
|-----------------|-------------|-------------|
| Enteric | 88.0 | 162.0 |
| mannure | 36.9 | 72.7 |
| Livestock-N2O | 54.8 | 108.0 |
| N2O from soils | 18.1 | 42.1 |
| Rice -CH4 | 3.5 | 7.9 |
| Biomass burning | 0.8 | 1.7 |
| Total | 28.6 | 55.8 |

มาตรการในกลุ่มปศุสัตว์

- **ปรับปรุงคุณภาพและประเภทของพืชอาหารสัตว์และอาหารสัตว์ :**
ลดปริมาณการปลดปล่อยก๊าซมีเทนต่อหน่วยของผลิตภัณฑ์ เพิ่มการเปลี่ยนพลังงานจากอาหารให้ไปใช้ในกิจกรรมที่เป็นประโยชน์ต่อสัตว์มากขึ้นเช่นการผลิตน้ำนม เพิ่มความสามารถในการย่อยอาหารของสัตว์ก็สามารถลดปริมาณการปลดปล่อยก๊าซมีเทนได้
- **การดำเนินการเชิงเคมีและเชิงกลของอาหาร :** ปรับปรุงให้อาหารที่ให้กับสัตว์ลดปริมาณการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากกระบวนการหมักในระบบย่อยอาหารของสัตว์(Enteric Fermentation)ได้ เช่น การห่อและการรักษาฟางข้าวและการปรับปรุงหญ้าที่มีอัตราการย่อยต่ำด้วยต่างเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการย่อย
- **การเสริมอาหารด้วยสารอาหาร :** ไนโตรเจนในรูปของยูเรีย เช่น การใส่โมลาส และ urea multi-nutrient blocks(MNBs) โดยโมลาสที่ผสมกับยูเรียและสารอาหารเสริมตัวอื่นๆ เป็นการให้พลังงานที่จำเป็นต่อการเพิ่มการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ซึ่งส่งผลมาจากการเพิ่มระดับแอมโมเนีย การใช้ MNBsเป็นการลดค่าใช้จ่ายและได้รับการพิสูจน์แล้วว่าเป็นวิธีการเสริมอาหาร MNBs ผลผลิตนมเพิ่มขึ้นร้อยละ 20-30 อัตราการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้น ร้อยละ 80-200 และเพิ่มประสิทธิภาพในการสืบพันธุ์ สำหรับในประเทศอินโดนีเซีย บังคลาเทศ พม่า และอินเดียได้มีการส่งเสริมให้ใช้มาตรการนี้โดยมีเป้าหมายที่การเพิ่มผลผลิตน้ำนมโคได้ร้อยละ 25 ลดปริมาณการปลดปล่อยก๊าซมีเทนได้ร้อยละ 27 เพิ่มผลผลิตจากสัตว์ได้ร้อยละ 60 มีต้นทุนเพิ่มประมาณ 5.3 บาท/kg

มาตรการในกลุ่มปศุสัตว์

- ปรับปรุงคุณภาพและประเภทของพืชอาหารสัตว์และอาหารสัตว์ :
- การดำเนินการเชิงเคมีและเชิงกลของอาหาร :
- การเสริมอาหารด้วยสารอาหาร :
- การเสริมอาหารด้วยไขมันและน้ำมัน :
- การเสริมอาหารด้วย **Propionate Precursors** :
- การใช้วัคซีนเพื่อยับยั้งการทำงานของ **methanogenic bacteria** :
- การเสริมอาหารด้วย **Secondary Metabolites** :

มาตรการในกลุ่มปศุสัตว์

- **การเสริมอาหารด้วยไขมันและน้ำมัน** : น้ำมันมะพร้าว น้ำมันปลา วิธีนี้ช่วยกำจัดโปรตีนตัวในสัตว์เคี้ยวเอื้องที่ทำงานร่วมกับ **Methanogenic bacteria** ได้งานวิจัยส่วนใหญ่เป็นผลระยะสั้น ยังไม่เห็นในระยะยาวผลการศึกษาของหลายประเทศในยุโรปโดยการเพิ่มอาหารที่มีไขมันสูงลงในอาหารสัตว์ เช่น **coconut oil** สามารถลดการปล่อยมีเทนได้ 4.3-40% มีค่าลงทุนเพิ่ม 137-168Eu/ton CO₂e เนื่องจาก **coconut oil** ยังมีราคาสูงอยู่
- **การเสริมอาหารด้วย Propionate Precursors** : Propionate Precursors เช่น malate, fumarate, citrate, succinate สามารถลดปริมาณการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากกระบวนการหมักในระบบย่อยอาหารของสัตว์ (Enteric Fermentation) ได้ ปัจจุบันนี้ราคาของ Propionate Precursors ยังคงสูงอยู่
- **การใช้วัคซีนเพื่อยับยั้งการทำงานของ methanogenic bacteria** : นกจะสามารถลดการปล่อยก๊าซมีเทนได้ประมาณ 8% แต่ในสัตว์ชนิดอื่นผลการศึกษายังมีความไม่แน่นอนอยู่มาก
- **การเสริมอาหารด้วย Secondary Metabolites** : เช่น saponins และ tannins ในส่วนของการเสริมอาหารด้วย Secondary Metabolites ยับยั้งการผลิตมีเทนในสัตว์เคี้ยวเอื้องในระหว่างการทดลอง)

มาตรการในกลุ่มปศุสัตว์

- **การจัดการฮอร์โมน** : การใช้ฮอร์โมนในโคสามารถเพิ่มผลผลิตนมหรือเนื้อได้โดยตรงและลดการปลดปล่อยมีเทนต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ หนึ่งในฮอร์โมนที่ใช้เพิ่มปริมาณน้ำนมและลดการปลดปล่อยก๊าซมีเทนคือ **bovine somatotrophin (bST)** หลายประเทศที่ไม่สนับสนุนให้ทำ
- **การจัดการแอนติไบโอติกส์** : ลดการปล่อยก๊าซมีเทนโดยกลุ่มของแอนติไบโอติกส์ที่มีชื่อว่า **ionophores** เปลี่ยนกรดที่ใช้ในการหมักในกระเพาะรูเมนจาก **acetate** และ **butyrate** ซึ่งเป็นตัวก่อให้เกิดมีเทนไปเป็น **propionate** การเปลี่ยนแปลง **chemical pathway**) ในหลายประเทศรวมถึงกลุ่มประเทศยุโรปทั้งหมดมีนโยบายในการห้ามใช้แอนติไบโอติกส์ในสัตว์
- **จัดการสมดุลของอุปสงค์ต่ออุปทานของฝูงสัตว์**: เป็นการจำกัดขนาดของการเลี้ยงสัตว์ไม่ให้เกินกว่าความต้องการซื้อ
- **ลดการบริโภคโปรตีนจากเนื้อสัตว์** : เป็นการลดจำนวนสัตว์ โดยเฉพาะโคซึ่งส่งผลโดยตรงต่อปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทน
- **การปรับปรุงลักษณะทางพันธุกรรม** : การปลดปล่อยมีเทนจากระบบการย่อยอาหารของสัตว์สามารถแตกต่างกันได้ถึงร้อยละ 27 ในโค สัตว์ที่มีการปล่อยก๊าซมีเทนต่ำๆ จะต้องมีการผลิตน้ำนมหรือเนื้อที่สูงกว่าสัตว์ที่มีการปล่อยมีเทนสูงๆ
- **สนับสนุนโรงผลิตก๊าซชีวภาพในประเทศ** สามารถลดการปลดปล่อยก๊าซมีเทนได้ร้อยละ 70 สำหรับระบบลากูน

มาตรการในกลุ่มการเผาชีวมวล

- **มาตรการการจัดการเศษวัสดุการเกษตร** : การเผาเศษวัสดุการเกษตร ถูกบรรจุอยู่ในเป้าหมายของแผนแม่บทแห่งชาติว่าด้วยการควบคุมการเผาในที่โล่ง โดยกำหนดเป้าหมายหลักไว้ด้วยกัน 3 ข้อ
 - 1) การจัดการไฟป่า ลดพื้นที่ไฟไหม้ป่าให้เหลือเพียงไม่เกินปีละ 300,000 ไร่
 - 2) การจัดการเศษวัสดุการเกษตร โดยการจัดการเศษวัสดุการเกษตรทดแทนการเผาในพื้นที่ อย่างน้อย 600,000 ไร่ ในปี พ.ศ. 2550 (2007) และการนำเอาเศษวัสดุการเกษตรมาใช้เป็นพลังงานชีวมวล ทดแทนการใช้พลังงานในเชิงพาณิชย์ คิดเป็นร้อยละ 21 และ 25 ของความต้องการใช้พลังงานในปี พ.ศ. 2549 (2006) และปี พ.ศ. 2554 (2011) และ
 - 3) การจัดการขยะมูลฝอย ลดการเผาขยะมูลฝอยในที่โล่งไม่น้อยกว่าร้อยละ 50 ของจังหวัดทั้งหมด
 - ต้นทุนเฉลี่ยในการลดก๊าซเรือนกระจกตลอดระยะเวลาการใช้มาตรการเท่ากับ 77 บาทต่อตัน CO₂eq หรือ 2.4 เหรียญสหรัฐต่อตัน CO₂eq
- **มาตรการการส่งเสริมการใช้เครื่องจักรในการตัดอ้อย** จัดตั้งศูนย์บริการ เครื่องจักรตัดอ้อย ปีละประมาณ 4 แห่ง จะสามารถลดการเผาเศษวัสดุจากการเก็บเกี่ยวอ้อยประมาณปีละ 40,000 ไร่และเพิ่มขึ้นเป็น 80,000 ไร่ในปีถัดไปมาตรการคิดเป็นต้นทุนประมาณ 760 ล้านบาท ต้นทุนเฉลี่ยในการลดก๊าซเรือนกระจกตลอดระยะเวลาการใช้มาตรการเท่ากับ 225 บาทต่อตัน CO₂eq หรือ 7 เหรียญสหรัฐต่อตัน CO₂eq

มาตรการในกลุ่มดินในการเกษตร

| มาตรการการลดการปล่อย N ₂ O จากการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน | ประสิทธิภาพการ ลด (%) | แหล่งอ้างอิง | เงินลงทุน (cost) | แหล่งอ้างอิง |
|---|---|---|------------------------------|-------------------------------|
| 1) มาตรการเกี่ยวกับการใช้ปุ๋ย | | | | |
| ● การใช้ตัวยับยั้ง กระบวนการ Nitrification (Nitrification inhibitor) | 38-65% | Akiyama <i>et al.</i> , 2009, Bronson <i>et al.</i> , 1992 | +10 Euro/tCO ₂ | Bates <i>et al.</i> , 2009 |
| ● การใช้ Calcium carbide (Polymer-coated fertilizers) | 33-82% | Akiyama <i>et al.</i> , 2009, Bronson <i>et al.</i> , 1992 | | |
| ● การใช้ Urease inhibitors เพื่อลดการสูญเสีย ไนโตรเจนจากการระเหยใน รูปของก๊าซแอมโมเนีย | ไม่มี ประสิทธิภาพใน การลดการปล่อย N ₂ O | Akiyama <i>et al.</i> , 2009 | | |
| ● การใช้ Dicyandiamide ในการปลูกข้าวโพด(ตัว ยับยั้งกระบวนการ Nitrification) | 30% | Hadiet <i>al.</i> , 2008 | | |

มาตรการในกลุ่มดินในการเกษตร

| มาตรการการลดการปล่อย N ₂ O จากการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน | ประสิทธิภาพการ ลด (%) | แหล่งอ้างอิง | เงินลงทุน (cost) | แหล่งอ้างอิง |
|---|---|---------------------------------------|---------------------------|-----------------------|
| 1) มาตรการเกี่ยวกับการใช้ปุ๋ย | | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> การใช้ Dicyandiamide -ใช้ในทุ่งหญ้าร่วมกับ liquid manure -ใช้ในทุ่งหญ้าร่วมกับปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต -ใช้กับการปลูกข้าวบาร์เลย์ร่วมกับยูเรีย | <p>50-88%</p> <p>40-92%</p> <p>82-95%</p> | de Kleinand Ledgard, 2005, 1994 | +10 Euro/tCO ₂ | Bates et al., 2009 |
| <ul style="list-style-type: none"> POCU (Polyolefin coated urea) ในทุ่งหญ้าร่วมกับยูเรีย | 35-71% | Delgado and Mosier, 1996 | | |
| <ul style="list-style-type: none"> DCS (N(2,5-dichlorophenyl) succinic acid monoamide) ในทุ่งหญ้าร่วมกับปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต | 65% | Skiba et al., 1993 | | |

มาตรการในกลุ่มดินในการเกษตร

| มาตรการการลดการปล่อย N ₂ O จากการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน | ประสิทธิภาพ การลด (%) | แหล่งอ้างอิง | เงินลงทุน (cost) | แหล่งอ้างอิง |
|--|--------------------------|---|--|------------------------------|
| 1) มาตรการเกี่ยวกับการใช้ปุ๋ย | | | | |
| ● ปุ๋ย Ammonium sulfate nitrate | 51% | Weiske et al., 2006 | 0% | |
| ● การเปลี่ยนจากปุ๋ยเคมีมา เป็นการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ | 20% | | ลดลงประมาณ20% จากการใส่ปุ๋ยเคมี อย่างเดียว | Expert judgment |
| ● การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ควบคู่ กับการใช้ปุ๋ยเคมี | 46% | Zhenget al., 2000 | ลดลงประมาณ20% จากการใส่ปุ๋ยเคมี อย่างเดียว | Expert judgment |
| ● Precision farming | | | -175 euro/tonCO ₂ | Bates et al., 2009 |
| 2) การจัดการการเพาะปลูก | | | | |
| ● ระบบ No-till | 30% | Lemke et al., 1999, Pattey et al., 2007, | 10 USD/ton CO ₂ | Lewandrowski et al., 2004 |
| ● การใช้วัสดุคลุมดิน | 30% | Feyereisen et al., 2006 | 10 USD/ton | |

การศึกษาในประเทศไทย

- **ผลการศึกษาผลของการใช้ Urease** ต่อการสูญเสียไนโตรเจนจากการระเหย ซึ่งพบว่าสามารถลดการสูญเสียดังกล่าวได้ประมาณ 90% (สาคร ผ่องพันธุ์และคณะ, 2544) และสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการใส่ปุ๋ยในนาข้าวได้ (สุวัฒน์ เจียรคงม่น, 2539) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการใช้สารดังกล่าวก็มีศักยภาพในการลดการระเหยของไนโตรเจนในรูปแอมโมเนียและสามารถลดการปล่อย N_2O จาก Indirect emission ได้ อย่างไรก็ตาม ยังไม่มีการวิเคราะห์ว่า สามารถลดการปล่อย N_2O ได้เป็นสัดส่วนเท่าใด
- **ปุ๋ยสั่งตัด** : ทัศนีย์ อุตตะนันท์และคณะ ได้พัฒนาเทคโนโลยีการใส่ปุ๋ยและศึกษาประสิทธิภาพการใช้เทคโนโลยีนี้ในดินหลายชุด ทั้งในดินที่ใช้ปลูกข้าวและข้าวโพด นำข้อมูลชุดดินและข้อมูลเอ็น-พี-เค ในดินมาประกอบการตัดสินใจใส่ปุ๋ยเคมีให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น ทำให้ปริมาณการใส่ปุ๋ยลดลง 34% เมื่อเทียบกับในกรณีที่เกษตรกรใช้วิธีการใส่ปุ๋ยแบบเดิม ค่าปุ๋ยจากลดลง ให้ผลผลิตเพิ่มจาก 750 กก./ไร่ เป็น 925 กก./ไร่ ซึ่งผลที่ได้คือเกษตรกรมีรายได้เพิ่มขึ้น เงินลงทุนของมาตรการนี้ลดลงจากประมาณ 446 USD/ton CO₂e เป็น -709 USD/ton USD
- **การใส่ปุ๋ยคอกและ biochar** ต่อการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในการปลูกพืชพลังงานใน จ. ราชบุรี ซึ่งผลการศึกษาเบื้องต้นพบว่าสามารถเพิ่มการกักเก็บคาร์บอนในดินได้ 14 tCO₂e/ha ส่วนค่าใช้จ่ายในการประมาณ 28 USD/tonCO₂e สำหรับการใส่ biochar และประมาณ 111 บาท/kg N สำหรับปุ๋ยคอก (ปุ๋ยคอกราคา 20 บาทต่อถุงบรรจุ 30 kg (9 kg น้ำหนักแห้ง) และมีปริมาณไนโตรเจนเฉลี่ย 2% (Seakum, 2011) เนื่องจากมีความเข้มข้นของไนโตรเจนต่ำ จึงใส่ปุ๋ยคอกปริมาณมากเพื่อทดแทนไนโตรเจน

มาตรการในกลุ่มนาข้าว

- **การจัดการน้ำด้วยการปล่อยน้ำกลางฤดูการเพาะปลูก (Mid-season drainage)** ลดมีเทนลงได้ถึงร้อยละ 23-43 เมื่อเทียบกับการขังน้ำอย่างต่อเนื่อง (continuous flooding) โดยเฉลี่ยมีต้นทุนในการดำเนินการ 20 USD/ton CO₂e
- **การปล่อยน้ำแบบสลับ (Intermittent flooding) หรือ Alternate wet dry (AWD)** เป็นการจัดการน้ำที่เน้นเรื่องการประหยัดน้ำในการทำนาสามารถลดการปล่อยมีเทนและไนตรัสออกไซด์ได้ถึงร้อยละ 59 และ 61 เงินลงทุนระหว่าง 20-50 USD/ton CO₂e โดยวิธีการ AWD เริ่มจากขังน้ำในช่วงแรกของการทำนา จากนั้นระดับน้ำจะค่อย ๆ ลดลงเรื่อย ๆ จนกระทั่งระดับน้ำต่ำกว่าผิวดิน 15 ซม. จึงปล่อยน้ำเข้านาอีกครั้งหนึ่งและรักษาระดับน้ำไว้ที่ความลึก 5 ซม. หลังจากข้าวออกดอกก็ปล่อยให้ระดับน้ำลดลงเรื่อยๆอีกครั้ง ลดการปล่อยมีเทนได้ 50% แต่มีความเป็นไปได้สูงว่าอาจกระตุ้นให้ปล่อย N₂O เพิ่มขึ้น ค่าเงินลงทุนในประมาณ 20-50 USD/ton CO₂e
- **การใช้ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต** ลดการปล่อยมีเทนลงได้ประมาณร้อยละ 9- 37 การศึกษาในไต้หวันลดการปล่อยมีเทนได้ถึงประมาณร้อยละ 37-85 เมื่อเทียบกับปุ๋ยโพแทสเซียมไนเตรท (ในประเทศญี่ปุ่นพบว่าการใช้ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตเพิ่มขึ้นเท่าตัวจะสามารถลดปริมาณมีเทนลงได้ร้อยละ 26
- **การใช้ Ammonium thiosulphate** เพิ่มจำนวนของ Sulphate-reducing bacteria (SRB) ซึ่งยับยั้งการสร้างมีเทนเนื่องจาก SRB มีความสามารถในการแข่งขันสูงกว่า methanogens มีเทนลดลงร้อยละ 38 และ 60 เมื่อเติม Ammonium thiosulphate 45.6 และ 60 kg N/ha

มาตรการในกลุ่มนาข้าว

- **การพัฒนาสายพันธุ์ข้าวเพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก** สามารถลดการปล่อยมีเทนลงร้อยละ 50-70
พันธุ์ข้าวที่มีระบบรากเล็ก มีกิจกรรมที่ทำให้เกิดสภาพ oxidation จำนวนน้อย (shoots) น้อยมีแนวโน้มที่จะปล่อยมีเทนน้อยกว่าข้าวพันธุ์อื่นๆ นอกจากนี้ยังมีการพัฒนาสายพันธุ์ข้าวที่ใช้น้ำน้อย ทนทานต่อศัตรูพืช เพื่อให้ได้ผลผลิตสูงและเป็นการลดมีเทนต่อหน่วยการผลิตลงด้วย
- **การจัดการการเพาะปลูก (Cropland Management) แนวคิด Soil Carbon Sequestration** ใช้ดินในพื้นที่เกษตรให้เป็นแหล่งสะสมคาร์บอนเพื่อช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคการเกษตร สามารถทำได้โดยปรับกิจกรรมการปลูกพืชให้เอื้อต่อการสะสมคาร์บอนในดิน
 - **ลดการไถพรวนดิน (No-tillage)** ก่อในการปลูกพืชและหลังการเก็บเกี่ยว เพื่อลดปริมาณคาร์บอนที่สูญเสียออกไปจากดินในรูปของก๊าซเรือนกระจก ดินที่มีการปลูกพืชหมุนเวียนโดยไม่มีการไถพรวนจะช่วยเพิ่มปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในดินได้มากกว่าดินที่มีการไถพรวนถึง 67-512 kg C ต่อเฮกแตร์ต่อปี ทั้งนี้เนื่องจากการลดการไถพรวนจะเป็นช่วยลดการย่อยสลายอย่างรวดเร็วของซากพืชที่อยู่ในดินทำให้การปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์จากดินลดลง
 - **ใช้ปุ๋ยหมักหรือการหมักฟางข้าวก่อนใส่ลงในนา** เนื่องจากการเติมสารอินทรีย์ (carbon) ลงในนาข้าวแบบขังน้ำเป็นการเพิ่ม substrate ให้แก่จุลินทรีย์รวมถึง methanogens ทำให้เพิ่มการผลิตและการปล่อยมีเทนจากนาข้าว ดังนั้นการหมักฟางข้าวให้ย่อยสลายเป็นปุ๋ยหมักก่อนใส่ในนาข้าวจะช่วยลดสัดส่วน C/N ลงให้เหมาะสมและไม่ทำให้เกิดสภาวะการเป็นกรดในนาข้าว ฟางข้าวหมักมีการปล่อยมีเทนน้อยกว่าฟางข้าวสดร้อยละ 58
 - **ทำนาหว่าน (Direct seeding)** มีการศึกษาเปรียบเทียบการปล่อยมีเทนจากนาข้าวด้วยการหว่านและการปักดำ พบว่า การหว่านสามารถลดการปล่อยมีเทนลงได้ร้อยละ 22 ลงทุนประมาณ 35 USD/ ton CO₂e เนื่องจากระยะเวลาการทำนาที่สั้นลงและมีการรบกวนดินน้อยกว่า
 - **การปลูกข้าวด้วยระบบ System of rice intensification (SRI)** เป็นการปลูกข้าวให้ได้เต็มศักยภาพของการเจริญเติบโตเพื่อให้ได้ผลผลิตสูง โดยการจัดการน้ำในการปลูกข้าวระบบ SRI จะเน้นเรื่องการบริหารน้ำเพื่อให้รากต้นข้าวได้รับออกซิเจนจากอากาศ ทำให้รากพืชแข็งแรงและเจริญเติบโตได้ดี ให้ผลผลิตสูงลดการเกิดมีเทนในนาข้าวและการประหยัดน้ำ แต่ต้องใช้แรงงานเพิ่มขึ้นร้อยละ 25 ในการดูแลรักษาโดยเฉพาะการกำจัดวัชพืช

Animal Manure Application

Since animal manure contains 40-60% carbon, its application to land should promote soil organic C sequestration.

| Effect of manure application | Soil Organic C (Mg ha ⁻¹) | |
|---|---------------------------------------|-------------|
| | Without | With |
| 2-yr studies (n=6) | 19.8 ± 8.9 | 19.6 ± 8.4 |
| 11 ± 8-yr studies (n=8) | 30.6 ± 11.4 | 36.8 ± 10.6 |
| SOC sequestration for all (Mg ha ⁻¹ yr ⁻¹) | 0.26 ± 2.15 | |
| SOC sequestration for >2-yr studies | 0.72 ± 0.67 | |

Conversion of C in poultry litter to soil organic C was 17 ± 15%.

New and Stringent Policy Technology

| Technology | Effectiveness | Implementability | Reliability | Maturity |
|------------|---------------------------|------------------|-------------|-------------|
| NP | ปานกลาง-สูง | ปานกลาง-สูง | ปานกลาง-สูง | ปานกลาง-สูง |
| SP | เป็นไปได้ทั้งสูง-กลาง-ต่ำ | ต่ำ | ต่ำ | ต่ำ |

NP Technology

| เทคโนโลยีและมาตรการ | ศักยภาพการลดก๊าซเรือนกระจก | เงื่อนไข/assumption ที่ใช้ประกอบการคำนวณศักยภาพการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก |
|---|--|--|
| การเสริมไนโตรเจนในรูปของ Molasse -ยูเรียในอาหารโคเนื้อและโคนม | 12-30% | 12% ของ baseline emission ในปี 2020 และ 2030 และ 30% ในปี 2050 โดยสามารถดำเนินการได้ 10%, 20% และ 30% ของจำนวนรวมในปีดังกล่าว |
| การส่งเสริมการผลิต Biogas เพิ่มขึ้นจากฟาร์มสุกร โคเนื้อ เนื้อ | 65% สำหรับมีเทน | ดำเนินการสำเร็จได้ 50, 60 และ 80% ในปี 2020, 2030 และ 2050 |
| การส่งเสริมการผลิต Biogas เพิ่มขึ้นจากฟาร์มสุกร โคเนื้อ เนื้อ | 33% สำหรับมีเทน | |
| การจัดการของเสียสัตว์ โดยทำการปรับให้เป็นระบบบ่อบผลิตก๊าซชีวภาพของฟาร์มสุกร | 85% สำหรับมีเทนและ 61% สำหรับ N2O | |

NP Technology

| เทคโนโลยีและมาตรการ | ศักยภาพการลดก๊าซเรือนกระจก | เงื่อนไข/assumption ที่ใช้ประกอบการคำนวณศักยภาพการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก |
|---|----------------------------|---|
| การจัดการน้ำในนาข้าวด้วยการปล่อยน้ำกลางฤดูการเพาะปลูก | 30% | ดำเนินการได้ 50% ในพื้นที่ชลประทานทั่วประเทศภายในปี 2020, 60% ในปี 2030 และ 80% ในปี 2050 |
| การลดการใช้ปุ๋ย โดยใส่ปุ๋ยตามค่าการวิเคราะห์ดิน หรือเทคโนโลยีการจัดการธาตุอาหารเฉพาะที่ (Site-specific nutrient management) | ลดการใช้ปุ๋ยลง 34% | ดำเนินการได้ 20% ในพื้นที่เกษตรทั่วประเทศภายในปี 2020, 30% ในปี 2030 และ 50% ในปี 2050 |
| การใช้ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตหรือ Ammonium thiosulphate ในการลดมีเทนจากนาข้าว | 36% | ดำเนินการได้ 50% ในพื้นที่ปลูกข้าวทั่วประเทศภายในปี 2020, 60% ในปี 2030 และ 80% ในปี 2050 |

NPTechnology

| เทคโนโลยีและมาตรการ | ศักยภาพการลดก๊าซเรือนกระจก | เงื่อนไข/assumption ที่ใช้ประกอบการคำนวณศักยภาพการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก |
|---|---|---|
| การใช้ Biochar | 14 tCO ₂ e/ha | 10% ของพื้นที่ปลูกพืชในปี 2020, 15% ในปี 2030 และ 25% ในปี 2050 ใส่ในอัตรา 10 ton/ha |
| การใช้ปุ๋ยคอกแทนปุ๋ยเคมีในโตรเจน | 15% | ลดการใช้ปุ๋ยเคมีได้ 20% ภายในปี 2020, 20% ในปี 2030 และ 30% ในปี 2050 |
| ใช้ปุ๋ยหมักหรือการหมักฟางข้าวก่อนใส่ลงในนาเพื่อลดมีเทน | 58% | ดำเนินการได้ 10% ในพื้นที่ปลูกข้าวทั่วประเทศภายในปี 2020, 20% ในปี 2030 และ 25% ในปี 2050 |
| ทำนาหว่าน (Direct seeding) แทนการทำนาดำ (Transplanting) | 22% | ดำเนินการได้ 100% ในพื้นที่ชลประทานทั่วประเทศภายในปี 2020, 30% ของพื้นที่เพาะปลูกข้าวทั้งหมดในปี 2030 และ 60% ในปี 2050 |
| การปลูกข้าวด้วยระบบ System of rice intensification (SRI) | 10% | ดำเนินการได้ 50% ในพื้นที่ชลประทานทั่วประเทศภายในปี 2020, 60% ในปี 2030 และ 80% ในปี 2050 |
| การใช้มาตรการลดการเผา | 12-30% | 12% ของ baseline emission ในปี 2020 และ 2030 และ 30% ในปี 2050 |
| การนำเครื่องจักรมาใช้ในการเก็บเกี่ยวอ้อยเพื่อลดการเผาใบและยอดอ้อย | 1-4% | 1% ของ baseline emission ในปี 2020, 2% ในปี 2030 และ 4% ในปี 2050 |
| การใส่ปุ๋ยคอกเพื่อเพิ่มการกักเก็บคาร์บอนในดิน | 3.77 ton CO₂e/ha/year | 20% ของพื้นที่ปลูกพืชในปี 2020, 30% ในปี 2030 และ 50% ในปี 2050 |

SP Technology

| เทคโนโลยีและมาตรการ | ศักยภาพการลดก๊าซเรือนกระจก | เงื่อนไข/assumption ที่ใช้ประกอบการคำนวณศักยภาพการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก |
|---|----------------------------|--|
| การเสริมอาหารด้วยไขมันและน้ำมันในโคนมและโคเนื้อ | 21.5% (range 4.3-40%) | มีการใช้ 5, 10, 20% ของโคนมและโคเนื้อในปี 2020, 2030, 2050 ตามลำดับ |
| การปรับปรุงทางพันธุกรรมของโคนมและโคเนื้อ | 10% | มีการใช้ 1, 5, 15% ของโคนมและโคเนื้อในปี 2020, 2030, 2050 ตามลำดับ |
| การใช้วัคซีนเพื่อยับยั้งการทำงานของ methanogenic bacteria ในโคนมและโคเนื้อ | 8% | มีการใช้ 1, 5, 15% ของโคนมและโคเนื้อในปี 2020, 2030, 2050 ตามลำดับ |

SP Technology

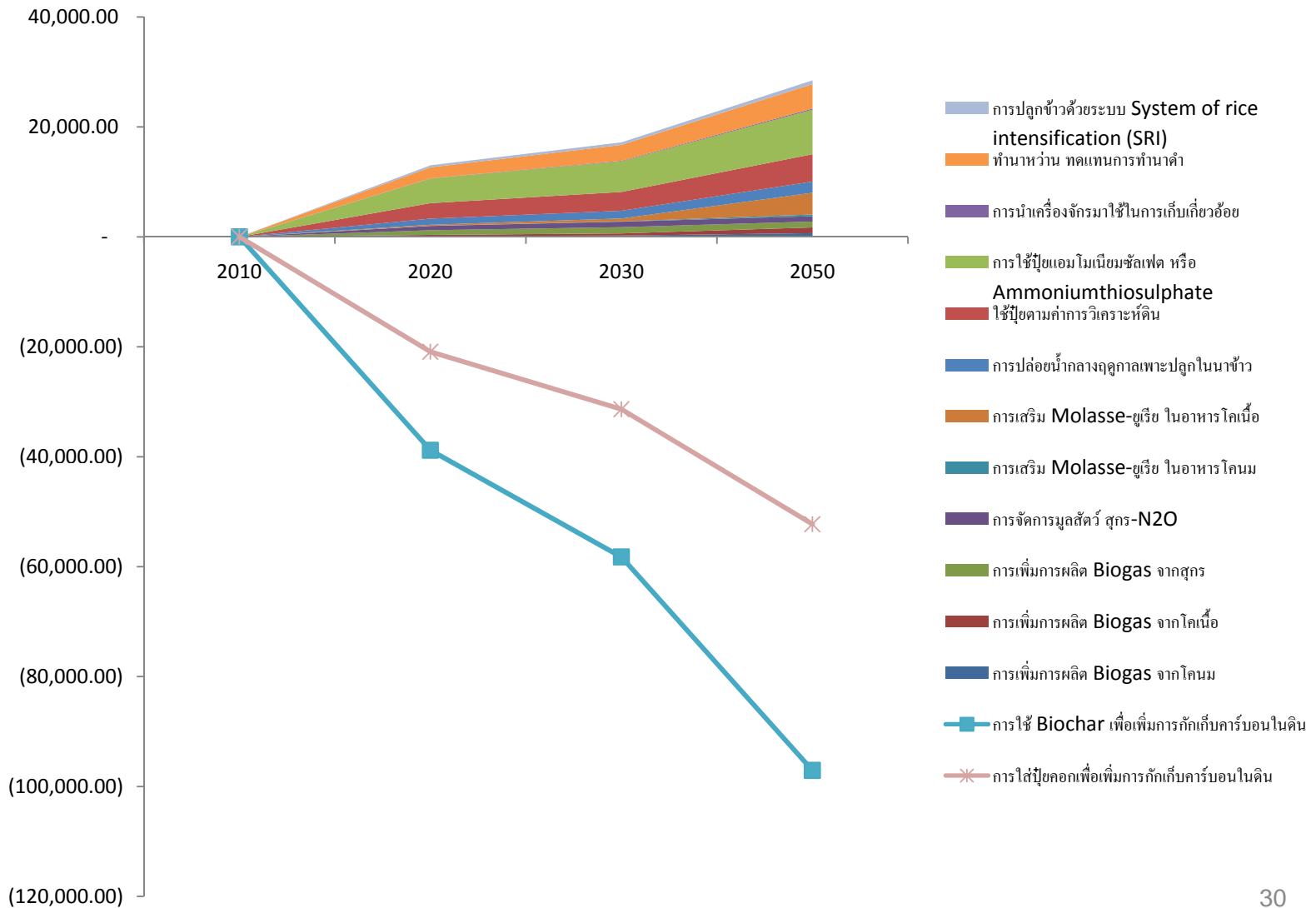
| เทคโนโลยีและมาตรการ | ศักยภาพการลดก๊าซเรือนกระจก | เงื่อนไข/assumption ที่ใช้ประกอบการคำนวณศักยภาพการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก |
|---|----------------------------|---|
| การพัฒนาสายพันธุ์ข้าวที่ลดความสามารถในการขนส่งก๊าซมีเทน | 60% | ดำเนินการ 1, 5, 10% ของพื้นที่การปลูกข้าวในปี 2020, 2030, 2050 |
| การใช้ Nitrification inhibitor เพื่อลดการสูญเสียไนโตรเจน | 30% | ดำเนินการมีผลทำให้การใช้ปุ๋ยลดลง 5%, 7, และ 10% ของการใช้รวมในปี 2020, 2030, 2050 |
| การปล่อยน้ำแบบสลับ (Intermittent flooding) หรือ Alternate wet dry (AWD) | ลดก๊าซมีเทนได้ 50% | ดำเนินการ 10%, 15, และ 20% ของพื้นที่นาชลประทานในปี 2020, 2030, 2050 |
| การไม่ไถพรวนดิน (No-tillage) | 2 ton CO2e/ha/year | ดำเนินการ 5%, 7, และ 10% ของพื้นที่เพาะปลูกในปี 2020, 2030, 2050 |

| มาตรการ/เทคโนโลยี | Cost (USD/ton CO ₂ e) | 2020 | 2030 | 2050 |
|--|-------------------------------------|---------|---------|---------|
| การเพิ่มการผลิต Biogas จากโคนม | 1.04 | 144.95 | 255.06 | 692.64 |
| การเพิ่มการผลิต Biogas จากโคเนื้อ | 1.04 | 225.72 | 386.89 | 1024.32 |
| การเพิ่มการผลิต Biogas จากสุกร | 1.04 | 855.10 | 1123.02 | 1075.76 |
| การจัดการมูลสัตว์ สุกร-N ₂ O | 1.04 | 772.57 | 1014.55 | 971.61 |
| การเสริมไนโตรเจนในรูปของ Molasse-ยูเรีย ในอาหารโคนม | 10 | 14.21 | 41.64 | 318.24 |
| การเสริมไนโตรเจนในรูปของ Molasse-ยูเรีย ในอาหารโคเนื้อ | 10 | 185.74 | 530.59 | 3951.09 |
| การจัดการน้ำในนาข้าวด้วยการปล่อยน้ำกลางฤดูการเพาะปลูก | 57 | 1115.10 | 1394.82 | 2026.28 |
| การลดการใช้ปุ๋ย โดยใช้ปุ๋ยตามค่าการวิเคราะห์ดิน หรือเทคโนโลยีการจัดการธาตุอาหารเฉพาะที่ (Site-specific nutrient management) | -709 | 2828.80 | 3430.6 | 4984.40 |

| มาตรการ/เทคโนโลยี | Cost (USD/ton CO ₂ e) | 2020 | 2030 | 2050 |
|---|-------------------------------------|-----------|------------|------------|
| การใช้ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต หรือ Ammoniumthiosulphate | 10.58 | 4460.40 | 5579.28 | |
| การใช้มาตรการลดการเผา | 2.4 | 562.10 | 566.9 | 1441.53 |
| การนำเครื่องจักรมาใช้ในการเก็บเกี่ยว อ้อยเพื่อลดการเผาใบและยอดอ้อย | 7 | 46.84 | 94.49 | 192.20 |
| การใช้ Biochar เพื่อเพิ่มการกักเก็บ คาร์บอนในดิน | 28 | 38,828.86 | 58,243.29 | 97,072.15 |
| ทำนาหว่าน (Direct seeding) ทดแทนการทำนาดำ | 35 | 2017.09 | 2898.13 | 4457.376 |
| การปลูกข้าวด้วยระบบ System of rice intensification (SRI) | 57 | 371.70 | 464.94 | 675.36 |
| การใส่ปุ๋ยคอกเพื่อเพิ่มการกักเก็บ คาร์บอนในดิน | 83 | 20,912.11 | 31,368.17 | 52,280.29 |
| รวม | | 73,341.28 | 107,392.40 | 179,267.60 |

| เทคโนโลยีและมาตรการ | Cost | ปี 2020 | ปี 2030 | ปี 2050 |
|---|--------------|-----------------|-----------------|------------------|
| การเสริมอาหารด้วยไขมันและน้ำมัน | 201 | 179.1165 | 512.6245 | 2039.791 |
| การปรับปรุงทางพันธุกรรมของโคนมและโคเนื้อ | ไม่มีข้อมูล | 16.662 | 119.215 | 711.555 |
| การใช้วัคซีนเพื่อยับยั้งการทำงานของ methanogenic bacteria ในโคนมและโคเนื้อ | ไม่มีข้อมูล | 13.329 | 95.372 | 569.244 |
| การพัฒนาสายพันธุ์ข้าวที่ลดความสามารถในการขนส่งก๊าซมีเทน | ไม่มีข้อมูล | 148.68 | 774.9 | 1688.4 |
| การใช้ Nitrification inhibitor เพื่อลดการสูญเสียไนโตรเจน | ไม่มีข้อมูล | 124.80 | 151.35 | 219.90 |
| การปล่อยน้ำแบบสลับ (Intermittent flooding) หรือ Alternate wet dry (AWD) | 50 | 743.4 | 1162.35 | 1688.4 |
| การไม่ไถพรวนดิน (No-tillage) | ไม่มีข้อมูล | 2,773.49 | 3,882.89 | 5,546.98 |
| การใช้ปุ๋ยคอกแทนปุ๋ยเคมีในโตรเจนเพื่อลดก๊าซ N₂O | 32458 | 1218.31 | 1150.12 | 1033.30 |
| ใช้ปุ๋ยหมักหรือการหมักฟางข้าวก่อนใส่ลงในนาเพื่อลดมีเทน | ไม่มีข้อมูล | 495.6 | 516.6 | 562.8 |
| รวม | | 5,713.39 | 8,365.42 | 14,060.37 |

Mitigation potentials



ทีมงาน

- **กลุ่มการหมักในระบบย่อยอาหารของสัตว์และการจัดการมูลสัตว์(Enteric Fermentation Manure Management)**

- ดร.อรรณพ นพรัตน์ นักวิจัย
- นางสาวอรอมล เหล่าปิตินันท์
- ผู้ช่วยนักวิจัย

- **กลุ่มนาข้าว (Rice Field)**

- รศ.ดร.สิรินทรเทพ เต่าประยูร นักวิจัย
- นางสาวทัศนีย์ เจียรพสุอนันต์ ผู้ช่วยนักวิจัย

- **กลุ่มดินที่ใช้ในการทำการเกษตร (Agriculture Soil)**

- ผศ.ดร.อำนาจ ชิดไธสง นักวิจัย
- นายพงษ์เทพ หาญพัฒนากิจ ผู้ช่วยนักวิจัย

- **กลุ่มการเผาเศษวัสดุการเกษตรในที่โล่ง (Field Burning of Agricultural Residues)**

- รศ.ดร.สาวิตรี การีเวทย์ นักวิจัย
- นายเอกพล จันทรพิชญ์ ผู้ช่วยนักวิจัย

For more information :

www.jgsee.kmutt.ac.th
sirin@jgsee.kmutt.ac.th