NAC2024
19th NSTDA Annual Conference
การประชุมวิชาการประจำปี สวทช. ครั้งที่ ๑๙

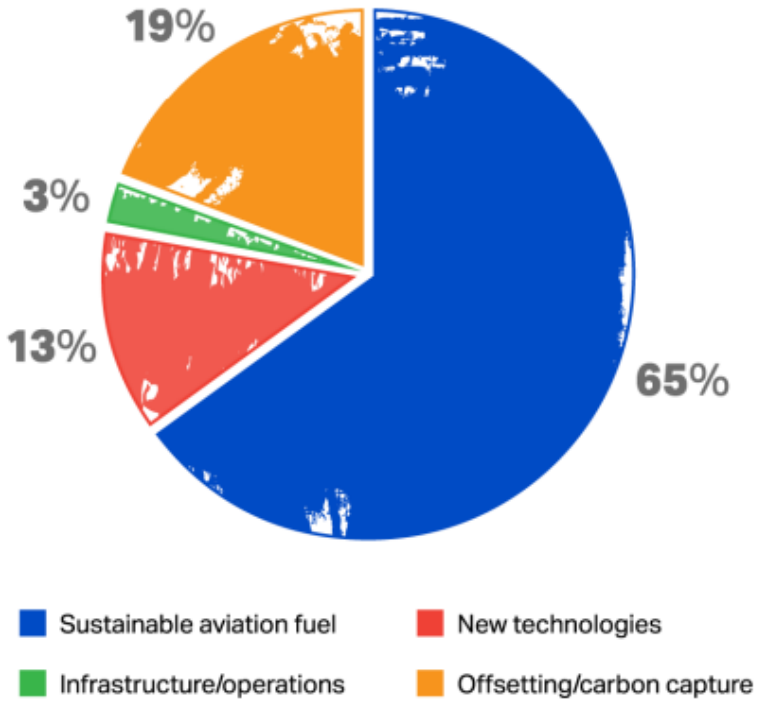
การพัฒนาเกณฑ์มาตรฐานความยั่งยืนของวัตถุดิบสำหรับการผลิตเชื้อเพลิงอากาศยานยั่งยืน

ดร.เสกสรร พาป้อง
หัวหน้าทีมวิจัยการประเมินความยั่งยืนและเศรษฐกิจและสังคม
ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ
สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

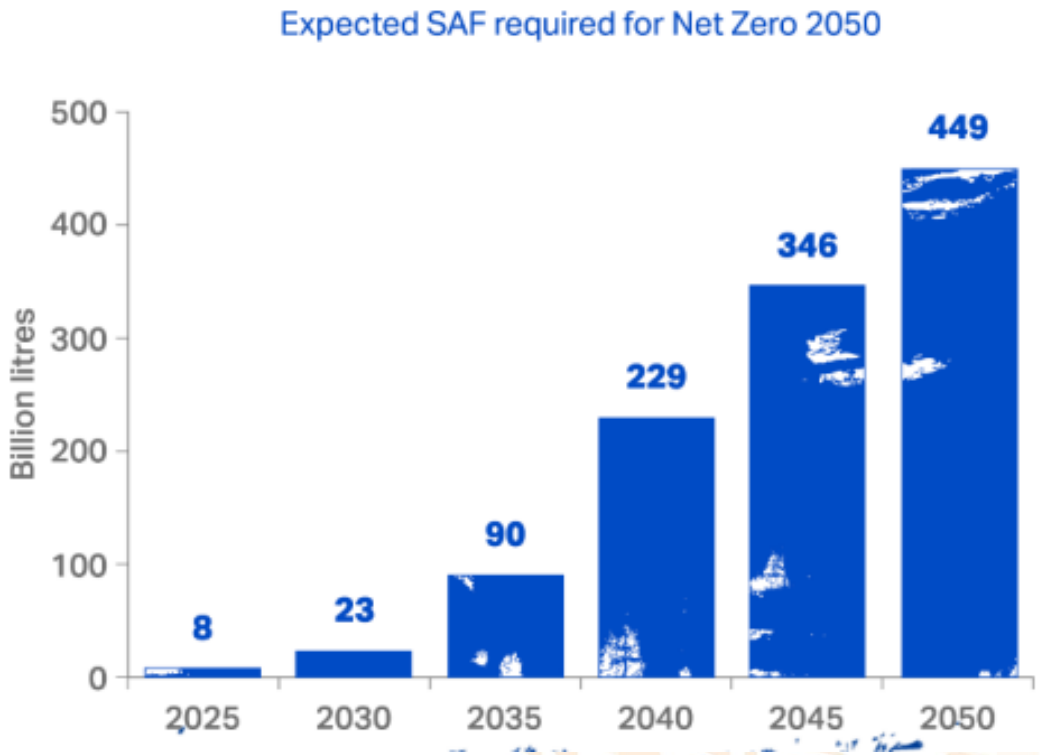
28 มีนาคม 2567

ที่มาและความสำคัญ

Sustainable Aviation – Achieving Net Zero emissions by 2050



1.8 Gigatons CO_2 to abate by 2050



Sustainable Aviation Fuel (SAF) หรือ เชื้อเพลิงอากาศยานแบบยั่งยืน

32% reduction in CO_2 emissions by 2050 through widespread use of SAF

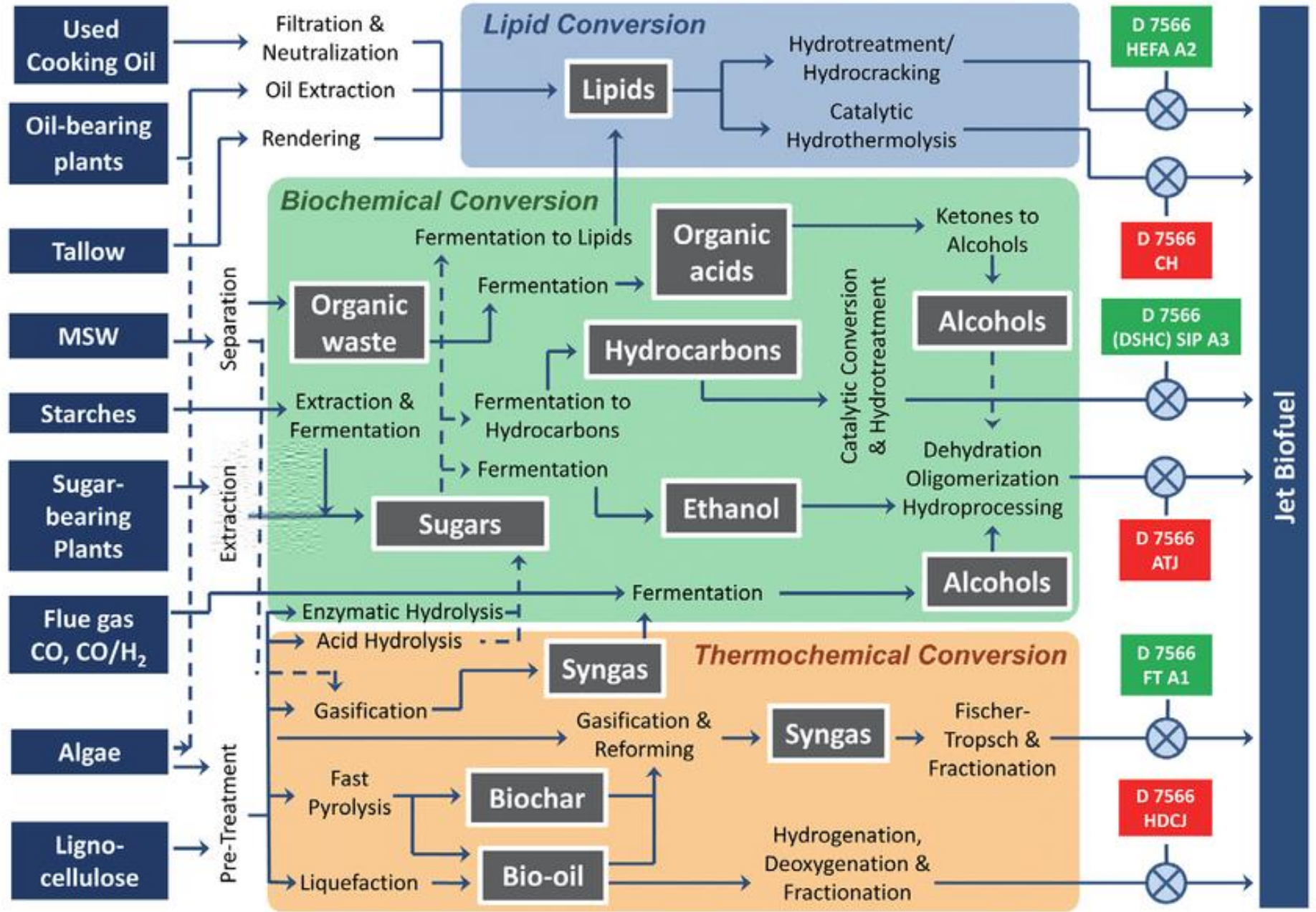
50% blend of SAF with fossil fuels are certified currently, with an industry ambition to reach 100%

70% life cycle carbon savings compared to fossil jet fuel

32% of UK demand for kerosene could be met by domestically produced SAF by 2050

Source: https://www.iata.org/en/iata-repository/pressroom/fact-sheets/fact-sheet---alternative-fuels/

ความหลากหลายของ Feedstocks และเทคโนโลยีการผลิต SAF



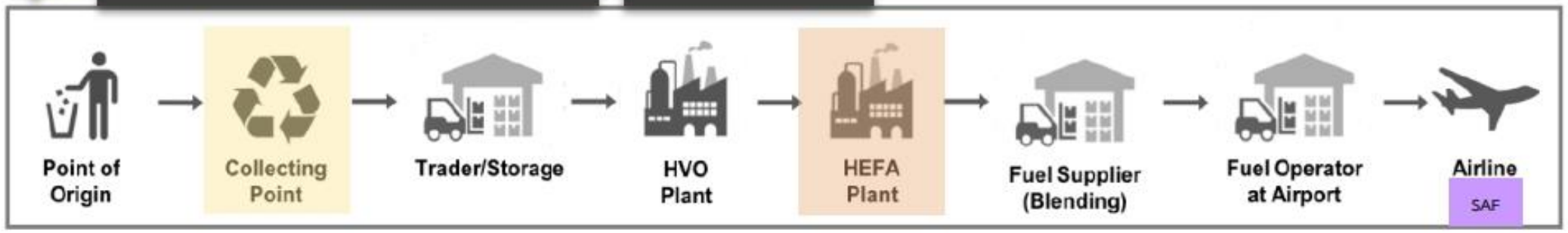
ตัวอย่างของวัตถุดิบ (Feedstocks) สำหรับการผลิต SAF

Crops	Agricultural and forestry residues	Wastes	By-products	Processing residues	Advanced non-bio feedstocks
Rapeseed	Cobs	Used cooking oil	Palm fatty acid distillate	Empty palm fruit bunches	Green hydrogen
Soybean	Bark	Municipal solid waste	Tallow	Tall oil	CO_2

Source: ICAO

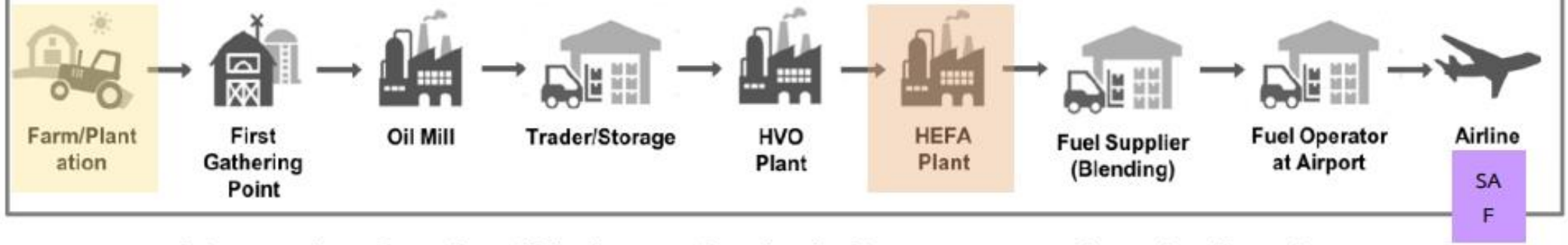
ตัวอย่างวัตถุดิบของไทยที่มีศักยภาพในการผลิต SAF

1 UCO : น้ำมันพืชใช้แล้ว กากน้ำตาล



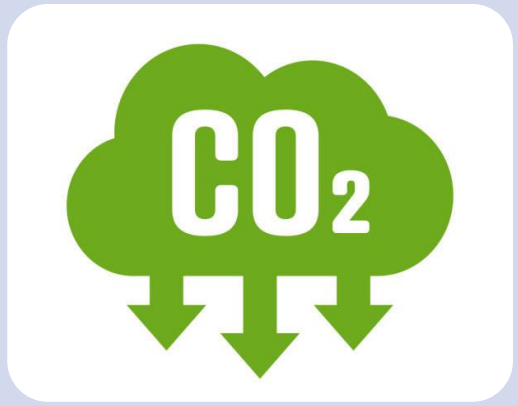
Example of a simplified supply chain for waste, residue or by-product feedstocks (non-agricultural/forestry/fishery)

2 CSPO : น้ำมันปาล์มดิบที่ขึ้นบัญชี RSPO อ้อย & มันสำปะหลัง



Example of a simplified supply chain for crops and agricultural crop residues

ประเด็นความยั่งยืนที่ถูกนำมาพิจารณาตามมาตรฐาน CORSIA



-GHG emissions

-Carbon stock

-GHG reduction permanence

-Water

-Soil

-Air pollutions

-Conservation

-Waste & chemicals

-Human & labour rights

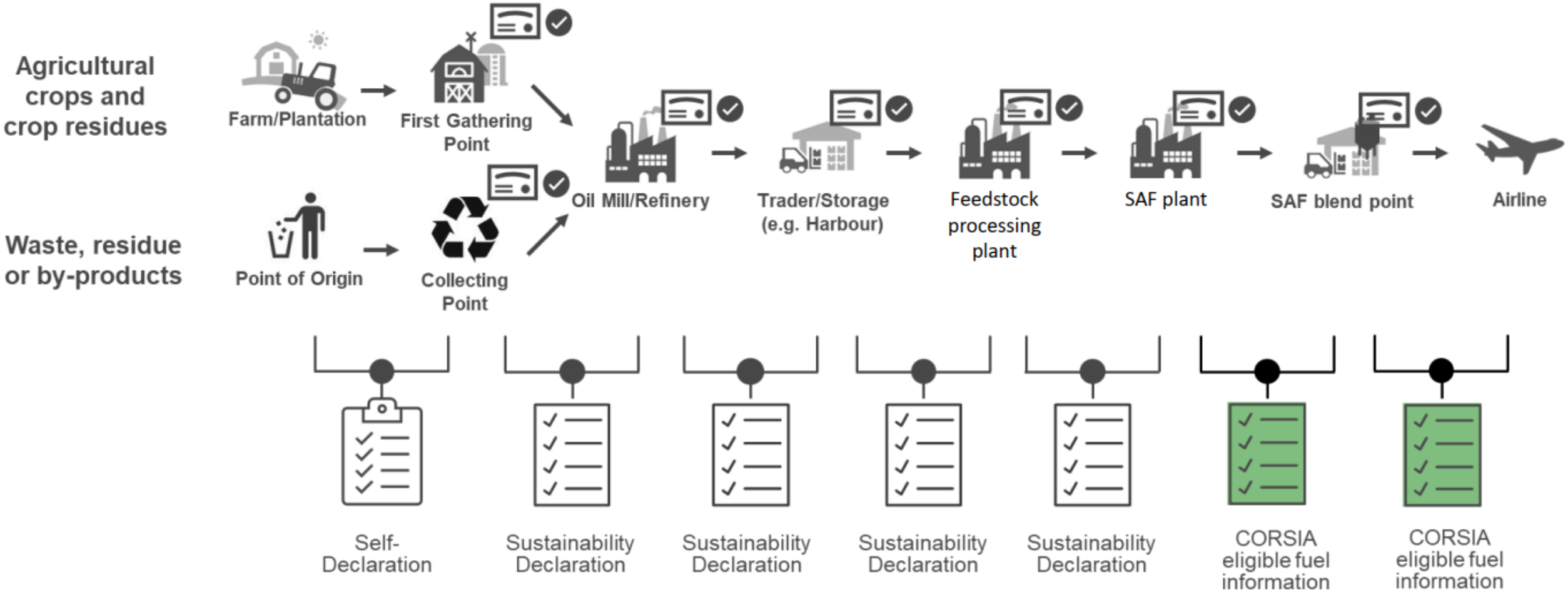
-Land use lights & land use

-Water use rights

-Local & Social development

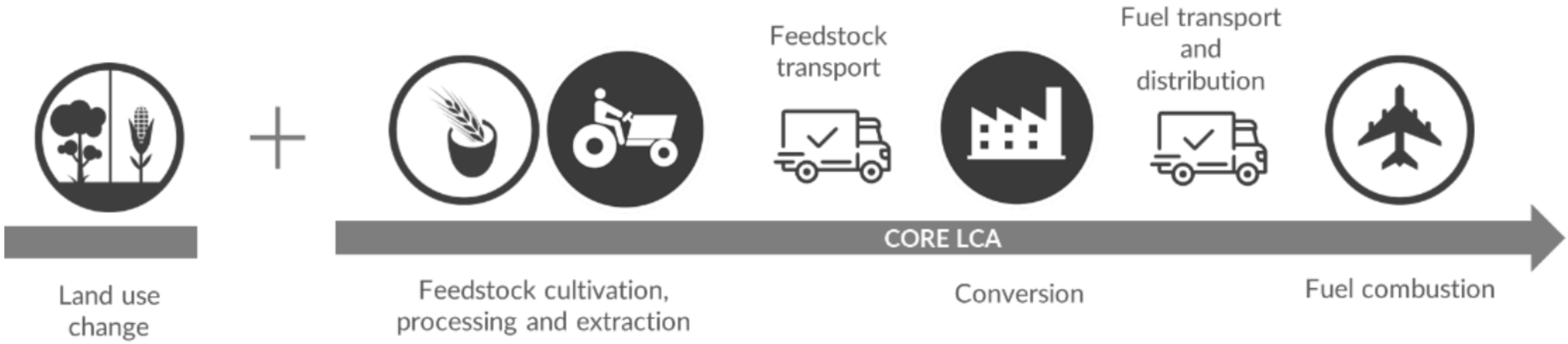
-Food security

ข้อมูลด้านความยั่งยืน (เช่น การปล่อยก๊าซเรือนกระจกตลอดวัฏจักรชีวิต) จะถูกส่งต่อผ่านห่วงโซ่อุปทานทีละขั้นตอน



Source: ICAO

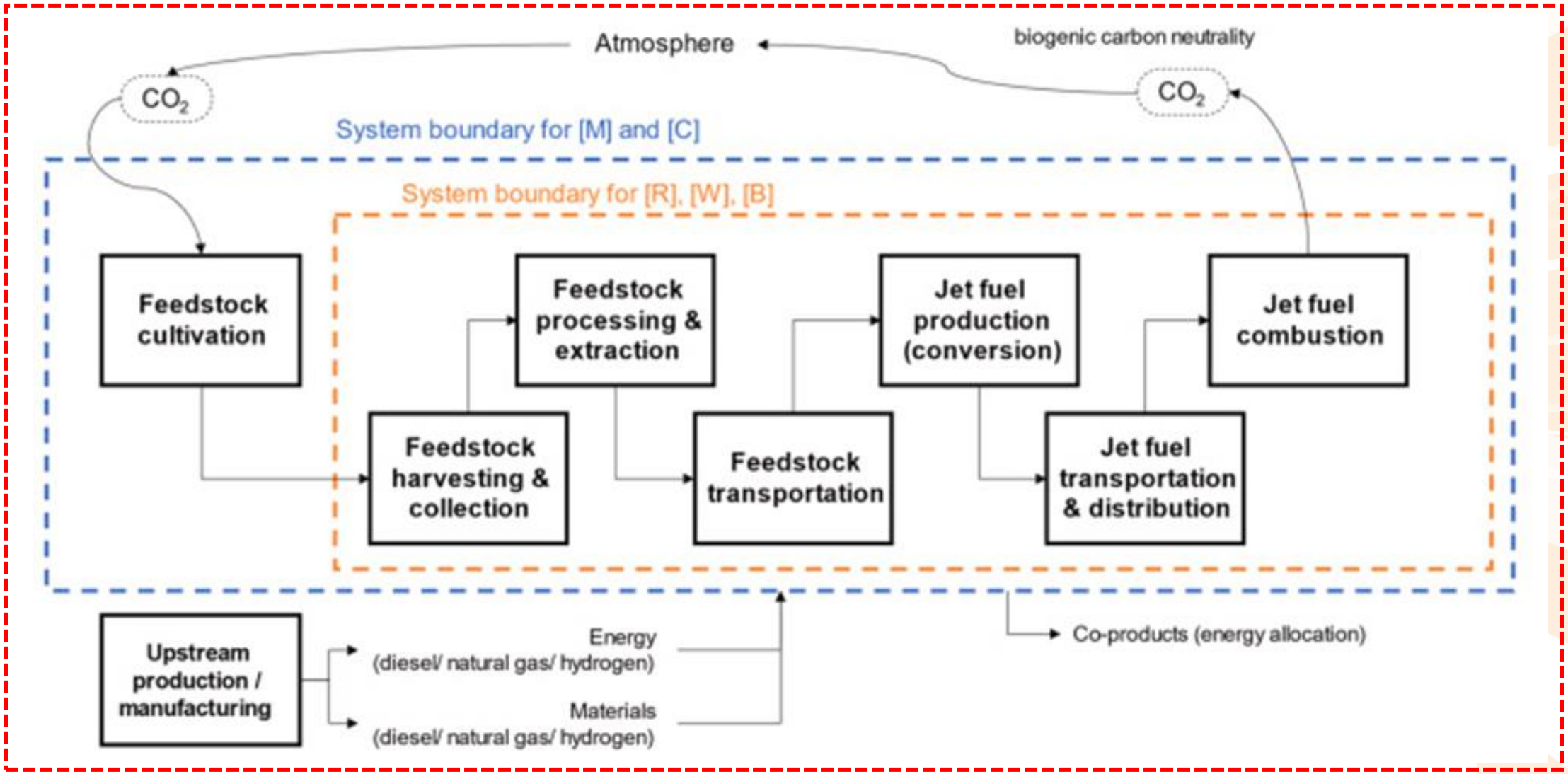
การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตลอดวัฏจักรชีวิต (Life cycle GHG emission)



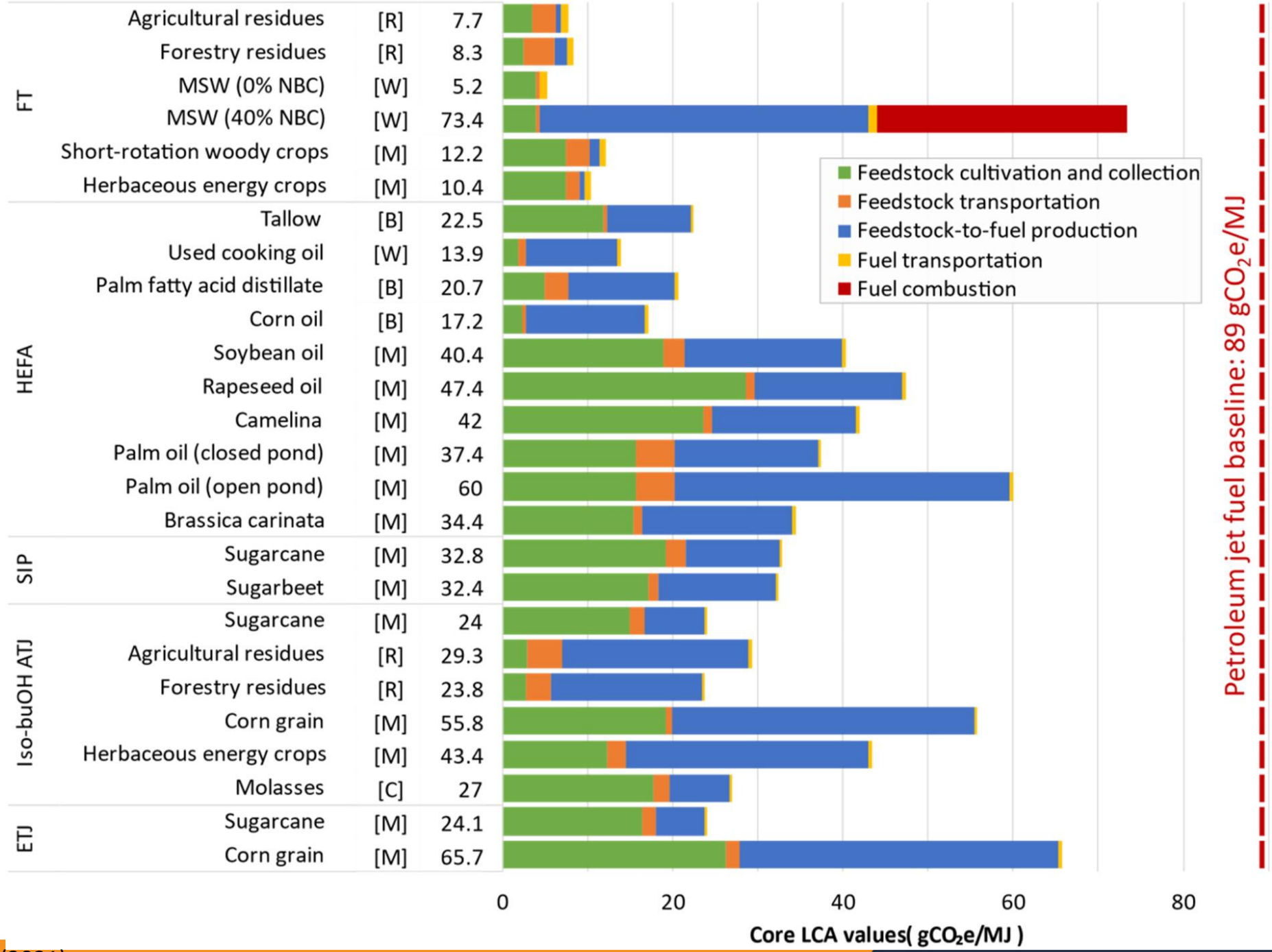
- Life cycle emissions reductions of at least 10% (ILUC + Core LCA)
- CORSIA Baseline: 89 g CO_2e/MJ (jet fuel) and 95 g CO_2e/MJ (AvGas)

Source: ICAO

ขอบเขตการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตลอดวัฏจักรชีวิต



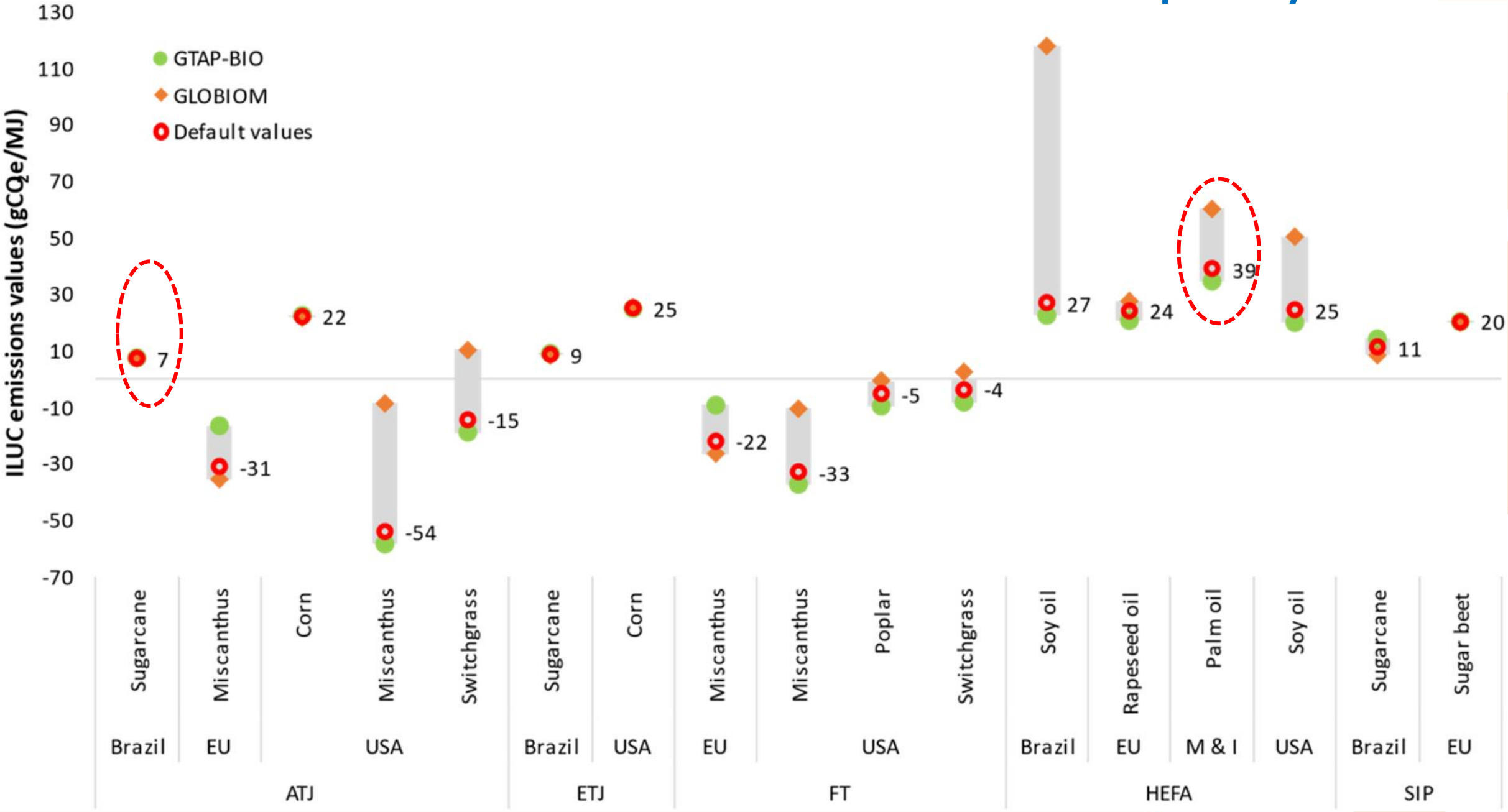
Default core LCA values of SAF production pathways approved by ICAO



M: main product
C: Co-products
R: Residues
B: by-products
W: Waste

Source: ICAO data adopted by Prussiet al. (2021)

Default ILUC emissions values for the 17 relevant SAF pathways



Source: ICAO data adopted by Prussiet al. (2021)

การคำนวณการลดคาร์บอนไดออกไซด์ จากวัตถุดิบต่างๆ

Fuel Conversion Factor, fixed value, 3.16 for Jet-A/ Jet-A1 or 3.10 for AvGas/ Jet B [kg CO_2/kg fuel]

$$ER_y = FCF \times \left[\sum_f MS_{f,y} \times \left(1 - \frac{LS_f}{LC} \right) \right]$$

Total mass of CEF claimed in the year y, by fuel type f [tonnes]

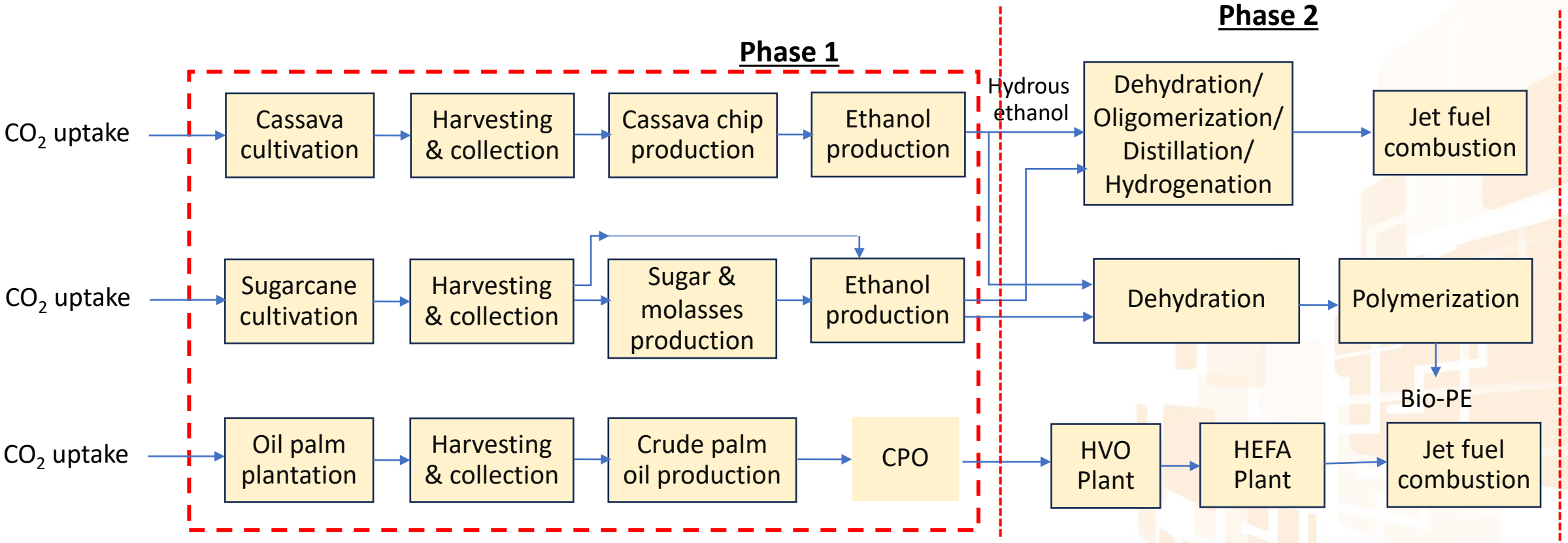
Baseline life cycle emissions, fixed value, 89 for jet fuel or 95 for AvGas [gCO_{2e}/MJ]

Fuel	LSf	CO_2 Reduction (Kg CO_2/ Kg fuel)	CO_2 Emission (Kg CO_2/ Kg fuel)	%Reduction
Jet A1			3.16	
UCO SAF	13.9	2.67	0.49	-84.4%
CSPO SAF	76.5	0.44	2.72	-14.0%
ATJ (Molasses) SAF	36.1	1.88	1.28	-59.4%

เทคโนโลยี	ภูมิภาค/ประเทศ	วัตถุดิบ	Core LCA Value	ILUC LCA Value	LSf (Core+ILUC)
HEFA	Global	Used cooking oil	13.9	0.0	13.9
	Global	Palm fatty acid distillate	20.7	0.0	20.7
	EU	Rapeseed oil	47.4	24.1	71.5
	USA	Soybean oil	40.4	24.5	64.9
	Malaysia & Indonesia	Palm oil	37.4	39.1	76.5
ATJ	Global	Sugarcane	24.0	9.1	33.1
	Global	Molasses	27.0	9.1	36.1
	Brazil	Molasses	27.0	7.3	34.3

ICAO document 06 - Default Life Cycle Emissions - June 2022

ขอบเขตและเป้าหมายของการพัฒนาเกณฑ์มาตรฐานความยั่งยืน



เป้าหมาย: ผลิตภัณฑ์เคมีชีวภาพ 2 ชนิด

-ไบโอเอทานอลจากอ้อย กากน้ำตาล และมันสำปะหลัง: พื้นที่ศึกษา ได้แก่ ภาคกลางและตะวันออก ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคเหนือ

-น้ำมันปาล์มดิบจากปาล์มน้ำมัน: พื้นที่ศึกษา ได้แก่ ตะวันออก และภาคใต้

Phase 1: Feedstock Study & Certification

เริ่มต้นโครงการ

แต่งตั้งคณะทำงานโครงการ

ประชุมคณะทำงานเพื่อวางแผนและบริหารโครงการ

องค์ประกอบของคณะทำงาน

- พพ.
- กพท.
- บพข.
- สอวช.
- MTEC/ทีมวิจัยจากมหาวิทยาลัยต่างๆ
- สมาคมการค้าผู้ผลิตเอทานอลไทย
- สมาคมเอทานอลจากมันสำปะหลัง
- สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย
- สมาคมโรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม

จัดทำ (ร่าง) มาตรฐานความยั่งยืนของวัตถุดิบ

พืช/วัตถุดิบเป้าหมาย 4 ชนิด
(มันสำปะหลัง อ้อย กากน้ำตาล และปาล์มน้ำมัน)

ศึกษาและวิจัยเพื่อจัดทำข้อกำหนดตาม CORSIA Sustainability Criteria

ร่างเกณฑ์มาตรฐานให้สอดคล้องกับบริบทของประเทศไทย

พัฒนาค่าเกณฑ์มาตรฐานของวัตถุดิบเป้าหมาย

- Cultivation
- Harvesting & collection
- Feedstock Processing
- Ethanol/Crude Palm Oil production

Baseline data
เพื่อกำหนดเกณฑ์มาตรฐาน
(core LCA, ILUC, DLUC, Food security, etc.)

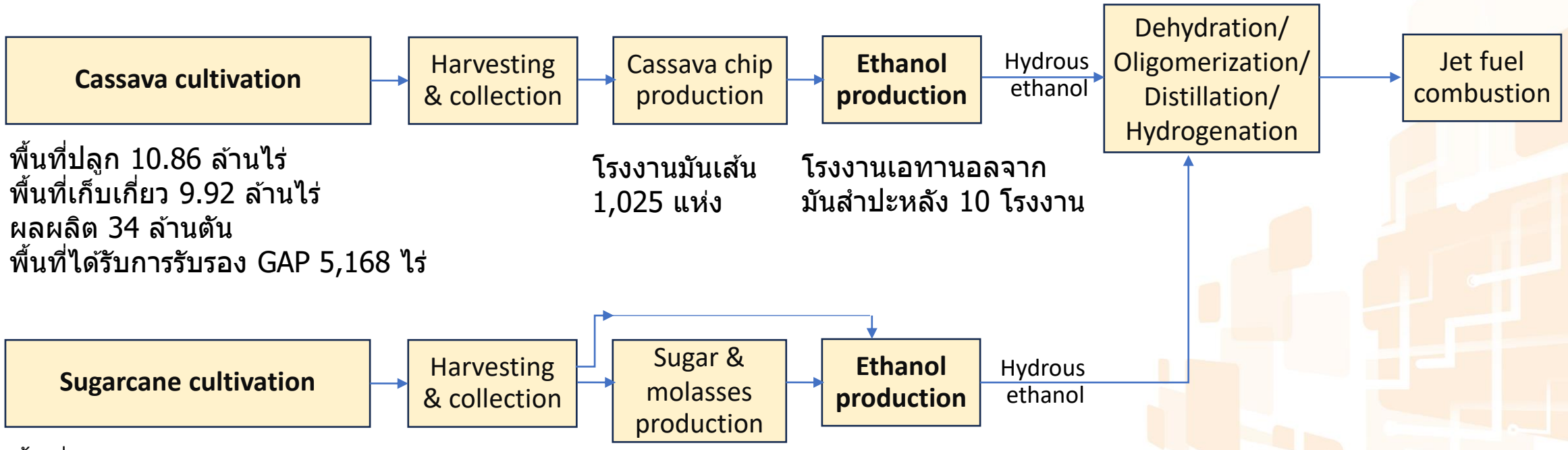
(ร่าง) มาตรฐานความยั่งยืนของวัตถุดิบ

สอดคล้องกับมาตรฐานของ ICAO

จัดทำร่างมาตรฐานการตรวจสอบและรับรองแห่งชาติ

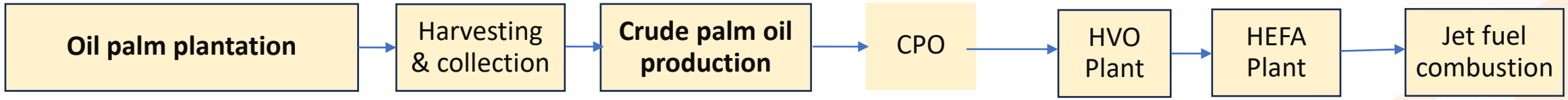
จัดทำร่างมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

การพัฒนาเกณฑ์มาตรฐานความยั่งยืน: มันสำปะหลังและอ้อย



ที่มา: สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2566) และสำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย (2566)

การพัฒนาเกณฑ์มาตรฐานความยั่งยืน: ปาล์มน้ำมัน



พื้นที่ให้ผล 6.13 ล้านไร่
ผลผลิต 18.59 ล้านตัน
พื้นที่ได้รับการรับรอง GAP 13,575 ไร่
เกษตรกรที่ได้รับ GAP 1,102 ราย
พื้นที่ได้รับการรับรอง RSPO 279,406.81 ไร่
เกษตรกรที่ได้รับ RSPO 9,769 ราย

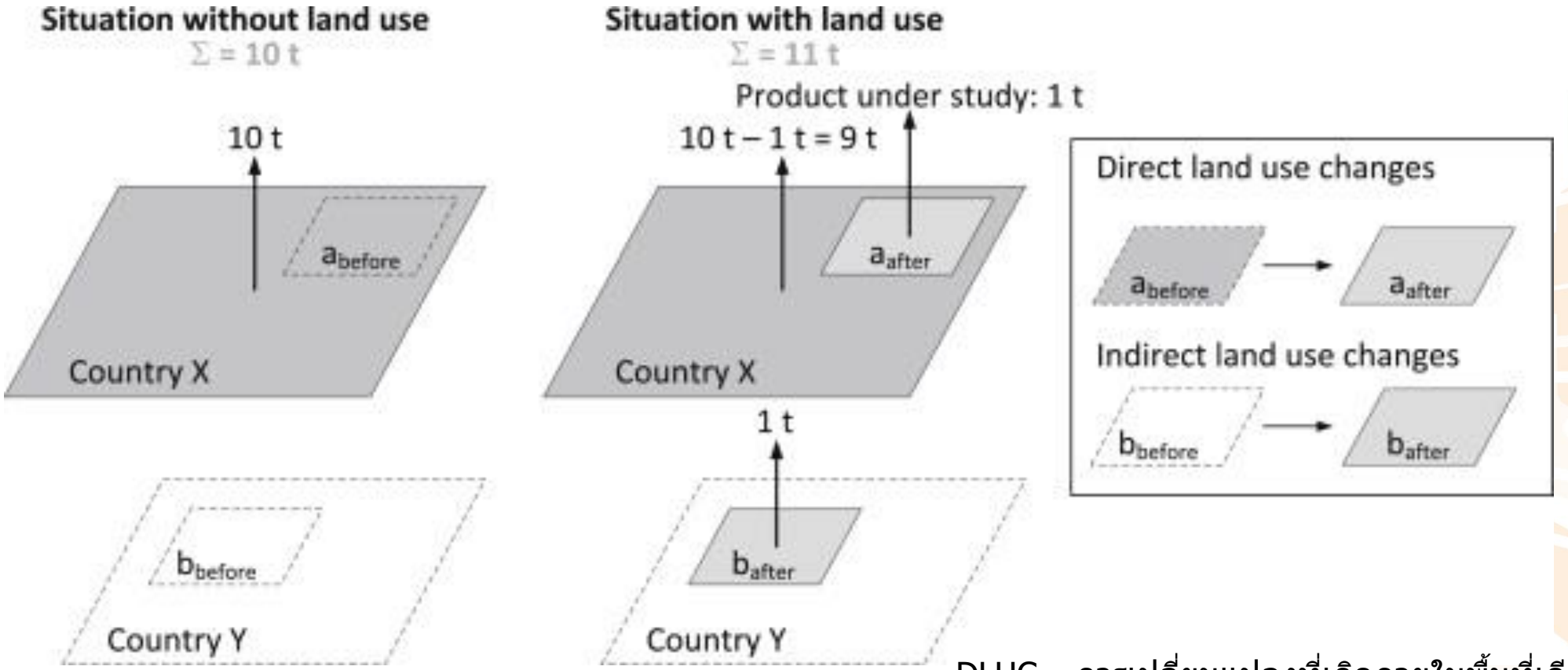
โรงงานสกัดน้ำมันปาล์มดิบ
132 โรงงาน

ที่มา: สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรและกรมการค้าภายใน (2566)

ประเด็นท้าทายด้านความยั่งยืน (1)

- **Carbon reduction themes (CORSIA Pilot Phase 2021-2023)**
  - GHG Emissions
    - Net GHG emissions ต้องน้อยกว่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของเชื้อเพลิงอากาศยานแบบดั้งเดิม อย่างน้อย 10% (พิจารณารวม core LCA & ILUC)
  - Carbon Stock
    - SAF จะต้องไม่ผลิตจากชีวมวลที่มาจากที่ดินที่ถูกเปลี่ยนแปลงหลังวันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2551 ที่เป็นพื้นที่ high carbon stock
    - ในกรณีที่มีการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินหลังวันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2551 จะต้องคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจาก Direct Land Use Change (DLUC)
      - DLUC ของมันสำปะหลังระหว่างปี 2549/2550 เปรียบเทียบกับปี 2557 มาจากพื้นที่ป่า 470,000 ไร่
      - DLUC ของอ้อยระหว่างปี 2549/2550 เปรียบเทียบกับปี 2557 มาจากพื้นที่ป่า 197,981 ไร่

การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินทางตรง (Direct land use change, DLUC) และ การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินทางอ้อม (Indirect land use changes, ILUC)



DLUC – การเปลี่ยนแปลงที่เกิดภายในพื้นที่เดียวกับการใช้ที่ดิน
ILUC – ผลกระทบที่เกิดขึ้นไม่จำเป็นจะต้องอยู่ภายใต้พื้นที่เดียวกับการใช้ที่ดินนั้นๆ

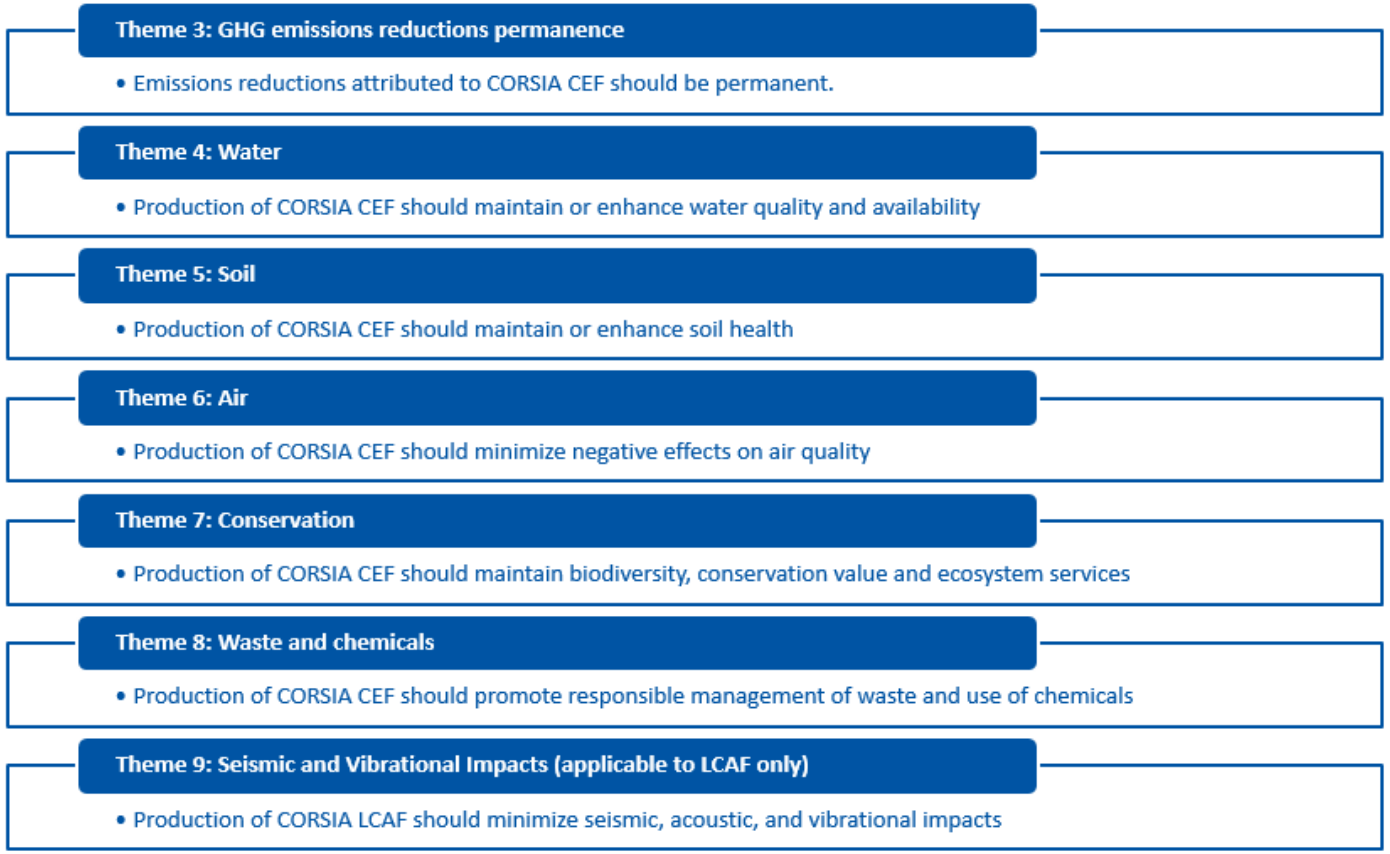
ตัวอย่างเกณฑ์การพิจารณาการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตลอดวัฏจักรชีวิต

	Option 1	Option 2
Core LCA	25	45
CORSIA ILUC value	39.1	39.1
Total life cycle emissions (Core LCA+ILUC value)	**64.1**	**84.1**
CORSIA baseline	**89**	**89**
Total saving **Core LCA only (baseline - Core LCA)**	64	44
Total saving **Core LCA + ILUC (baseline - total life cycle emissions)**	24.9	4,9
% emissions reductions **Core LCA only**	**72%**	**49.4%**
% emissions reductions **Core LCA + ILUC**	**28%**	**5.5%**
CORSIA eligible? >10%		

Source: ICAO

ประเด็นท้าทายด้านความยั่งยืน (2)

- **Additional CORSIA Sustainability Criteria (after the CORSIA Pilot Phase)**



ประเด็นท้าทายสำคัญ: การรวบรวมข้อมูลความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อมจากภาคเกษตร ข้อมูลความยั่งยืนตลอด Supply chain การตรวจสอบย้อนกลับ (Traceability)

Source: ICAO

ประเด็นท้าทายด้านความยั่งยืน (3)

- **Additional CORSIA Sustainability Criteria (after the CORSIA Pilot Phase)**

Theme 10: Human and labour rights

- Production of CORSIA CEF should respect human and labour rights

Theme 11: Land use rights and land use

- Production of CORSIA CEF should respect land and land use rights including indigenous and/or customary rights

Theme 12: Water use rights

- Production of CORSIA CEF should respect prior formal or customary water use rights

Theme 13: Local and social development

- Production of CORSIA CEF should contribute to social and economic development in regions of poverty

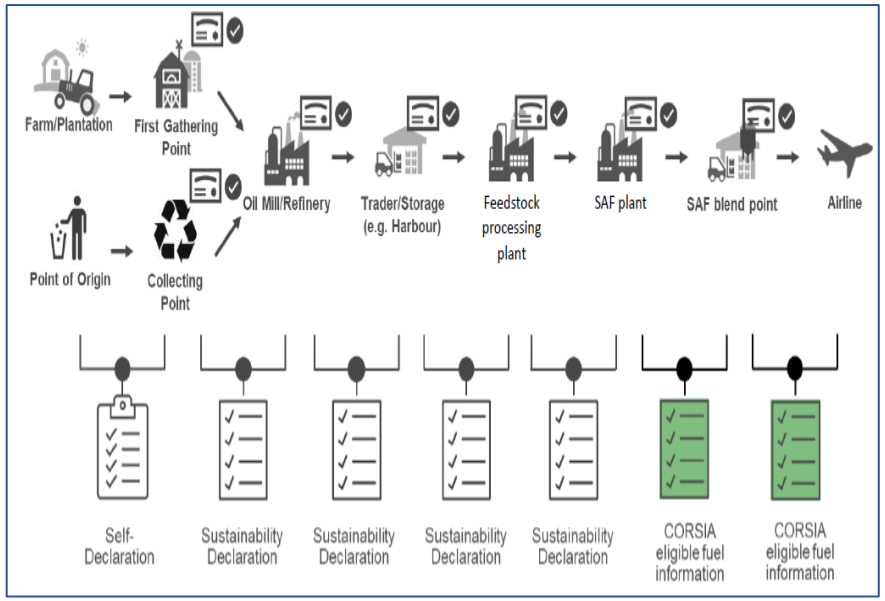
Theme 14: Food security

- Production of CORSIA CEF should promote food security in food insecure regions

Source: ICAO

ระบบการรับรองความยั่งยืน

Sustainability in feedstock production



Traceability of sustainable materials through the supply chain

Verified reduction of life cycle emissions

มาตรฐานที่มีอยู่แล้ว: GAP, RSPO

Source: ICAO

การขับเคลื่อนการพัฒนามาตรฐานความยั่งยืนของวัตถุดิบ สำหรับการผลิตเชื้อเพลิงอากาศยานยั่งยืน

ขอบคุณครับ

ดร.เสกสรร พาป้อง

สถาบันเทคโนโลยีและสารสนเทศเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน

National Metal and Materials Technology Center (MTEC)

National Science and Technology Development Agency (NSTDA)

114 Thailand Science Park, Phaholyothin Rd., Klong 1, Klong Luang, Phathumthani

Thailand 12120

Tel: 086-409-2834

Fax: (662) 564-6338

E-mail: seksanp@mtec.or.th