

완결과제 최종보고서

일반과제(○), 보안과제()

(과제번호 : PJ010032)

유기농업자재에 대한 탄소원단위 산정 및 DB 활용

(Assessment of Carbon Basic Unit and DB Development with Agro-materials)

국립농업과학원

연구수행기간

2014.02 ~ 2016.12

농촌진흥청

제 출 문

농촌진흥청장 귀하

본 보고서를 “유기농업자재에 대한 탄소원단위 산정 및 DB 활용”(개발기간 : 2014.02.01.~2016.12.31.) 과제의 최종보고서로 제출합니다.

제1세부연구과제 : 유기농업자재 LCI 검증 및 DB 활용

제1협동연구과제 : 유기농업자재 탄소원단위 산정 및 LCI DB 구축

2017. 02. 27.

제1세부/협동연구기관명 : 국립농업과학원

제1세부/협동연구책임자 : 이 종 식

참 여 연 구 원 : 김건엽, 정현철, 최은정

제2세부/협동연구기관명 : (주)엔비뉴스

제2세부/협동연구책임자 : 허 진 호

참 여 연 구 원 : 김연희, 김기훈, 계형석, 이상원, 한소현, 김민준, 윤석진, 원종석,
정재우, 정순철, 황희영, 설세환, 강빛나

주관연구책임자 : 이 종 식

주관연구기관장 : 국립농업과학원



농촌진흥청 농업과학기술 연구개발사업 운영규정 제51조에 따라 보고서
열람에 동의합니다.

보고서 요약서

과제번호	PJ010032		연구기간	2014.02.01.~2016.12.31.(35개월)	
연구사업명	단위사업명	농업공동연구			
	세부사업명	농업기후변화대응체계구축			
	내역사업명	농업분야기후변화대응기술개발			
연구과제명	주관과제명	유기농업자재에 대한 탄소원단위 산정 및 DB 활용			
	세부(협동) 과제명	(1세부) 유기농업자재 LCI 검증 및 DB 활용 (1협동) 유기농업자재 탄소원단위 산정 및 LCI DB 구축			
연구책임자	구분	연구기관		소속	성명
	1세부	국립농업과학원		기후변화생태과	이종식
	1협동	(주)엔비누스		(주)엔비누스	허진호
총 연구기간 참여 연구원 수	총: 18명 내부: 4명 외부: 14명		총 연구개발비	정부: 390,000천원 민간: 천원 계: 390,000천원	
위탁연구기관명 및 연구책임자			참여기업명		
국제공동연구	상대국명:			상대국 연구기관명:	
요약				보고서 면수: 131	
본 연구는 농업에 투입되는 각종 친환경 유기농자재에 대한 탄소원 단위를 구축하여 향후 저탄소농업 시장과 다양한 정책에서 사용할 수 있는 기본 LCI DB를 구축하는 것에 그 목적을 두고 있다. 국내 농산물 및 농자재 탄소 성적에 대한 기본 데이터를 구축함으로써 농 식품 관련 제품의 저탄소 인증 및 국가 LCI DB 구축에 활용될 것이다. 이를 통해 농산물의 온실가스 배출 저감 정보를 정량적으로 제공함으로써 국내 농산물의 경쟁력 강화와 관련 산업 활성화에 응용될 것으로 기대된다. 농림축산식품부에서 추진하는 저탄소 농축산물 인증제도의 원활한 추진을 위한 기초자료로 활용될 것이다. 또한, LCI DB 구축 가이드라인 제공을 통한 국내 농업부문 LCI 연구의 일관성 확보할 수 있을 것이다.					

〈 국 문 요 약 문 〉

연구의 목적 및 내용	○ 농자재 LCI DB 구축 및 탄소원단위 산정을 통한 저탄소 농산물 인증 기반 구축				
연구개발성과	○ 농업부문 LCI DB 구축 및 전문가 검증 ○ 농업부문 LCI DB 구축을 위한 가이드라인 개발 ○ 저탄소농산물인증을 위한 기술지원				
연구개발성과의 활용계획 (기대효과)	○ 저탄소농산물인증제도 추진을 위한 기술지원 ○ 저탄소농산물 확산을 통한 농업분야 온실가스 배출량 저감 기여 ○ 저탄소 농산물에 대한 소비자 주도의 저탄소 농업 기반 구축				
중심어 (5개 이내)	저탄소	전과정평가 목록	농자재	탄소원단위	

〈 Summary 〉

Purpose& Contents	○ Technology based construction for low-carbon agricultural products with development of LCI DB of agro-materials.				
Results	○ Development and verification of LCI DB of agro-materials ○ Establishment of guideline for LCI DB development at agricultural sector ○ Technical support for the certification of low-carbon agricultural products				
Expected Contribution	○ Technical support for enforcement of the certification of low-carbon agricultural products policy ○ Contribution for the reduction of GHGs emission through the invigorating low-carbon agricultural products ○ Technology based construction for consumer-lead low-carbon agriculture products				
Keywords	Low carbon	LCI	Agro-material	Carbon basic unit	

〈 목 차 〉

제 1 장	연구개발과제의개요	6
제 2 장	국내외 기술개발 현황	9
제 3 장	연구수행 내용 및 결과	10
제 4 장	목표달성도 및 관련분야에의 기여도	21
제 5 장	연구결과의 활용계획 등	22
제 6 장	연구과정에서 수집한 해외과학기술정보	22
제 7 장	연구개발성과의 보안등급	22
제 8 장	국가과학기술종합정보시스템에 등록한 연구시설·장비현황	22
제 9 장	연구개발과제 수행에 따른 연구실 등의 안전조치 이행실적	23
제 10 장	연구개발과제의 대표적 연구실적	23
제 11 장	기타사항	23
제 12 장	참고문헌	24

제 1 장 연구 개발 과제의 개요

제1절 연구 개발 목적

2015년 12월 국제사회는 2020년 이후 적용할 새로운 기후협약으로 1997년에 채택된 교토의 정서를 대체하는 파리협정을 채택하였다. 교토의정서에서는 선진국만 온실가스 감축 의무가 있었지만 파리 협정에서는 참여하는 유엔 기후변화협약 당사국 모두가 각국이 설정한 감축 목표를 지켜야 한다. 이에 따라 우리나라도 작년 6월 국가 온실가스 감축목표를 유엔 기후변화협약 사무국에 제출하였다. 우리나라의 2030년 감축목표는 온실가스 배출전망치(BAU, 온실가스를 감축하려는 특별한 노력을 하지 않을 경우 배출될 것으로 예상되는 미래의 온실가스 양) 대비 37% 감축이다. 또한, 2020년 BAU 대비 30% 감축이라는 중기 국가 온실가스 감축 목표에 따라 각 산업부문별로 감축 이행을 추진 중이다. 농림어업 부문은 BAU 대비 5.2%가 할당되었으며 다양한 감축 전략이 추진 중에 있다.

우리나라에서는 농업 부문의 온실가스 감축 및 친환경적인 농산물을 육성하기 위해 2012년부터 ‘저탄소 농축산물 인증제도’ 시범사업을 통해 농산물의 환경영향이 적은 저탄소 농축산물의 생산을 유도하고 있다.

본 과제는 저탄소농산물 인증 제도의 원활한 추진을 위한 기반 기술을 제공하기 위하여 수립되었다. 저탄소 농산물 인증을 위해 농산물 생산과정의 탄소 배출량을 평가하기 위하여 영농 현장에서 많이 사용되고 있는 농자재를 대상으로 전과정평가(LCA)를 통한 탄소원단위를 구축하고 탄소 배출량에 대한 신뢰도 향상을 위하여 전문가 검증을 수행하였다. 또한, 본 연구를 통해 구축된 DB를 활용하여 저탄소 농산물 인증에 활용함으로써 ‘저탄소 농축산물 인증제도’ 추진을 위한 기반기술을 구축하였다.

제2절 연구 개발의 필요성

전지구적인 온실가스 배출 동향은 RCP8.5 시나리오를 따르는 것으로 보여지고 있다(Soussana 등, 2015). 이 같은 결과는 국제사회가 온실가스 저감을 위한 노력을 게을리 한다면 향후 2100년에는 산업혁명 이전에 비해 지구 평균온도가 3.2~5.4℃ 상승할 것이라는 최악의 시나리오를 따르게 될 것이라는 것을 의미한다. 이와 같이 기후변화의 영향이 심화됨에 따라 전 세계적으로 기후변화 대응을 위한 관련 규제 및 기준 강화 움직임을 보이고 있으며, 미국, 영국 등 선진국에서는 농업부문의 온실가스 배출량 감축을 위해 유기농업의 기여를 인정하고 적극적인 육성정책, 제품의 탄소 배출량을 산정하여 인증을 부여하는 탄소라벨링 제도 운영 등의 다양한 정책을 추진하고 있다.

이러한 변화에 발맞추어 농촌진흥청(2012)에서는 2009년부터 농업분야의 기후변화 대응 및 친환경 농산물 생산 육성을 위해 환경성 평가 방법론인 전과정평가(Life Cycle Assessment)¹⁾ 도입을 위해 농업분야의 전과정평가 방법론 개발 및 국가 LCI 데이터베이스 개발 연구를 통해 저탄소 농축산물 인증제도 시행을 위한 기반을 구축하였다.

1) 전과정평가(Life cycle Assessment) : 제품(서비스 포함)의 전과정 즉, 원료획득 및 가공, 제조, 수송, 유통, 사용 폐기 및 재활용 단계까지의 전과정 동안에 소모되고 배출되는 에너지 및 물질과 배출물의 양을 정량화하여 이들이 환경에 미치는 영향을 총체적으로 평가하는 방법론

‘저탄소농축산물인증제’는 농식품 분야에서의 효과적인 기후변화 대응 및 우리 농산물의 브랜드 가치 상승을 위한 제도(<http://www.smartgreenfood.org>)로써 2017년 본격적인 시행을 앞두고 2012년 이후 시범사업을 추진 중이다. 저탄소농산물 인증은 친환경 안심 농산물을 대상으로 재배과정에서 저탄소 농업기술을 적용하여 온실가스 배출이 적은 농축산물을 생산하고 탄소배출 정보를 인증·표시하는 것이다. 이를 통해 녹색기술 확산·보급 및 소비자의 저탄소 농산물 소비 활동을 자발적으로 유도하여 농식품 분야의 온실가스 감축 실현을 꾀하고 있다.

저탄소 농산물을 생산하기 위해서는 인증 평가의 기준이 되는 작물별 국가평균 탄소 배출량 산정이 필요하다. 아울러 작물별 생산과정에서 배출되는 탄소량을 계산하기 위해서는 투입 농자재별로 탄소원단위 설정이 선행되어야 한다. 따라서 본 연구에서는 주요 농자재에 대한 새로운 LCI(Life Cycle Inventory) DB를 제정하고, 개발된 DB에 대한 외부 전문가 검증을 통해 신뢰성과 공신력, 대표성을 갖춘 국가 DB 기반 구축을 하고자 한다.

제3절 연구 개발 범위

1. 농업부문 LCI DB 구축 및 전문가 검증

농산물의 온실가스 배출저감 정보를 정량적으로 평가하기 위해서는 기본적으로 농산물 생산과정에 투입되는 각종 농자재에 대한 탄소원단위 산정이 필요하다. 그러나 국내 농업분야 LCI DB는 초기단계로 관련 DB 구축이 시급하다. 기존 연구성으로 주요 농작물에 대한 표준 탄소배출량이 설정되어 있으나 농자재에 대한 배출량 산정은 부족한 상태이다. 또한, 환경부에서 시행하고 있는 탄소성적 표지제도에서도 1차 농산물을 대상에서 제외된 상태이다. 또한, 개발된 LCI DB에 대한 신뢰도 향상을 위한 전문가 검증도 필요하다. 본 과제에서는 최근 친환경농업의 확대로 그 사용 범위가 커지고 있는 각종 유기농업자재에 대한 LCI DB 구축과 개발된 DB에 대한 전문가 검증을 목표로 하였다.

2. LCI DB 구축 가이드라인 개발

국내에서는 환경부와 산업통상자원부가 LCI DB구축을 수행해왔으며, 2000년대초 국가 LCI DB의 신뢰성 확보를 위해 DB 구축 방법론을 개발한 바가 있다. 2003년 개발된 환경부의 LCI DB 표준 지침서는 LCI DB 구축을 위한 절차, LCI DB 개정을 위한 요건 등을 설명하고 있으며, 지속적으로 LCI DB를 신규 개발하고 있다. 본 지침서의 가장 큰 특징으로는 개발 완료된 DB의 개발과정을 기록하여, 향후 DB 개정시 재현성을 높일 수 있도록 작성된 것이다. 해외 자료는 LCI DB 구축을 위한 방법론이 별도로 존재하지 않으나, 전과정평가 (Life Cycle Assessment) 수행 방법론이 다양하게 존재하고 있다. 전과정평가의 가장 기본이 되는 국제 표준으로는 ISO 14040s가 있으며, EU에서는 2020년 제품 환경발자국 도입을 위한 사전 준비로 국가별 상이한 LCI DB의 세부 구축 방법을 통일하기 위해 ILCD System Network를 운영 중에 있으며, 표준화된 방법론인 ILCD handbook을 개발 완료하였다. 이를 기반으로 하여 국내 농업부문의 국가 LCI DB 구축의 일관성 및 재현성을 확보하기 위해 LCI DB구축 시 활용할 수 있는 가이드라인을 개발하였다.

3. 저탄소농산물 인증을 위한 기술 지원

농림축산식품부는 2012년 이후 ‘저탄소농축산물인증제’ 시범사업을 추진하고 있다. 본 제도

는 친환경 안심 농산물을 대상으로 재배과정에서 저탄소 농업기술을 적용하여 온실가스 배출이 적은 농축산물을 생산하고 탄소배출 정보를 인증·표시함으로써 녹색기술의 확산·보급 및 소비자의 저탄소 농산물 소비 활동을 자발적으로 유도하여 농식품 분야의 온실가스 감축을 꾀하고 있다. 주요 농산물 생산과정에 사용되는 각종 농자재의 투입량과 산정된 탄소원단위를 계산하여 대상 농산물의 탄소 발생량이 산정되고 이를 표준 탄소배출량과 비교함으로써 인증 여부를 결정하게 된다.

본 과제에서는 농작물의 국가 표준 탄소배출량을 검증·보완 하였으며, 친환경농업에서 많이 사용되고 있는 유기농업자재에 대한 탄소원단위를 산정함으로써 저탄소 농산물 인증을 위한 기초 기술을 제공하였다.

또한, 농업기술실용화재단에서 운영하고 있는 농산물 온실가스 배출량 산정 공통지침을 검토하였다. 농산물 인증 시 적용되는 온난화지수(GWP)를 타 부처에서 운영하고 있는 탄소성적표지제도 및 농업부문 국가 온실가스 배출량 산정과정에서 사용되고 있는 지표와 비교함으로써 신뢰도 향상을 위한 제안을 하였다. ‘데이터 검증 및 계산’에 적용되는 온난화지수를 국가 온실가스 배출량 산정시 사용되는 IPCC 1996 기준에 맞출 것을 제시하였다. 아래 표에 나타난 바와 같이 적용되는 기준에 따라 메탄과 아산화질소에 대한 계수가 다르게 제시되고 있다.

표. IPCC 가이드라인별 주요 온실가스 온난화지수

온실가스	온난화지수	
	IPCC 2006	IPCC 1996
이산화탄소 (CO ₂)	1	1
메탄 (CH ₄)	25	21
아산화질소 (N ₂ O)	298	310

제 2 장 국내외 기술개발 현황

선진국에서는 기후변화로 인한 이상기후가 농업부문에 미친 작물재배 가능 지역의 변화, 농산물의 품질 저하 및 생산량 감소, 품종변화 등 다양한 문제의 발생에 따라 친환경 안전한 먹거리에 대한 필요성이 대두됨에 따라 전과정평가를 활용한 농업 분야의 LCI DB 구축이 증가하고 있는 실정이다.

유럽의 경우 농축수산물과 식품, 농자재 등에 대한 LCI DB를 구축하여 건수는 약 600여건에 달하며 매년 업데이트를 통해 데이터 정확도를 높이고 있으며, 덴마크는 LCA Food Database (<http://gefionau.dk/lcafood/>)를 통해 농산물 및 식품 전반에 대한 약 250여 건의 LCI DB 및 구축 방법론 제공하며 약 300건의 농산품 관련 데이터를 보유하고 있음. 또한 LCA food 컨퍼런스 개최, DIAS report 발행 등 농식품 부문 LCA 연구를 활발히 진행 중이다. 스위스는 Swiss center for life cycle inventories는 농산물, 비료, 농약 등 농업 전반에 대한 LCI DB를 약 300건 구축을 완료하였고, 에코인벤트 (<http://www.ecoinvent.org/>)는 스위스 국가 및 EU 차원의 LCI DB를 구축, 제공하고 있다.

우리나라에서도 공산품의 경우 환경부, 산업통상자원부, 국토교통부 중심으로 국가 LCI DB를 구축하고 있다. 농업부문에서는 농촌진흥청을 중심으로 LCA 방법론을 활용하는 농식품 부문 탄소이력추적 기반 구축 연구를 2009년부터 2012년까지 총 4개년 사업으로 진행하였다. 그 결과로 주요 농산물에 대한 표준 탄소 배출량을 산정하였다(농촌진흥청, 2012). 그러나 친환경 유기농자재와 친환경농산물의 LCI DB 부족, 농업분야 탄소배출량 검증방법론 부재, 농업분야와 축산분야의 온실가스 할당 문제 등이 저탄소 농축산물 인증제도 시행을 위한 이슈 사항으로 지적되어 추가 연구가 필요한 실정이다.

표. 주요 연구개발 분야별 국내·외 기술 현황

연구 수행기관	연구개발 내용	연구개발 성과의 활용 현황
농업환경기술연구소 (일본)	<ul style="list-style-type: none"> · 주요 농산물 생산체계에 대한 발생량 정량화 방법론 개발 · NARO-LCI 구축 	<ul style="list-style-type: none"> · LCA 방법론 개발 · 생산형태별 평가 · 바이오매스 활용 전과정 평가
Swiss center for life cycle inventories	<ul style="list-style-type: none"> · 농산물, 비료, 농약, 사료, 농기계 등 LCI DB 구축 	<ul style="list-style-type: none"> · 작업 프로세스 모델링
Danish Environmental Protection Agency	<ul style="list-style-type: none"> · 농작물 및 식품 등 LCI DB 구축 	<ul style="list-style-type: none"> · 농축산 및 식품 전반에 대한 LCA
Commonwealth Science & Industrial Research Organization (호주)	<ul style="list-style-type: none"> · 농식품 및 바이오연료 원료물질 	<ul style="list-style-type: none"> · Carbon footprint 산정
농진청	<ul style="list-style-type: none"> · 주요 농작물 탄소원단위 산정 	<ul style="list-style-type: none"> · 저탄소농산물 인증 시범사업

제 3 장 연구 수행 내용 및 결과

제1절 연구범위 및 연구수행 방법

본 과제에서 수행한 주요 연구 범위별 수행 방법은 아래의 표에서 정리하였다. 농업부문 LCI DB 구축은 농자재 품목선정 후 대상 품목의 판매량 위주로 대표성 고려한 생산업체를 선정하고 각 업체를 대상으로 현장자료를 수집하였다. 탄소성적은 탄소성적 산정식을 활용하여 산출하였다. DB 검증은 농업 및 LCA 전문가를 대상으로 하여 입·출력 자료 품질 및 적용 방법론 등을 검증하였다. 검증에 따른 도출 문제점을 평가하고 이를 보완한 보고서를 작성하였다. LCI DB 구축 가이드라인 개발은 농업 부문의 국가 LCI DB 개발 시 대상 선정에서 데이터 수집, 데이터 계산 및 결과 도출까지 일관성 및 재현성을 확보하기 위해 수행하였다. 가이드라인과 별도로 농경지에서 사용되고 있는 무기질 비료의 유효성분비를 활용하여 무기질 비료 생산단계의 온실가스 배출량을 산정할 수 있는 방법론을 검토하였다. 무기질비료의 N-P-K 유효성분비 입력만으로 Cradle to Gate 탄소배출량을 자동으로 계산할 수 있는 엑셀파일 형태의 Tool을 개발하였다. 저탄소농산물인증사업 지원 부분에서는 품목별 평균 탄소 배출량 제공함으로써 저탄소 농축산물 인증을 위한 기준을 제시하였다. 또한, 개발된 LCI DB를 제공함으로써 저탄소 농축산물 인증 시범사업 추진을 위한 기술 지원을 수행하였다.

표. 주요 연구 범위별 수행 방법

연구 범위	연구수행방법	구체적인 내용
LCI DB 구축	○ LCI DB 구축 계획 수립 ○ LCA 수행	○ LCI DB 품목 선정 - 판매량 위주의 대표성 고려한 선정 ○ 조사대상 품목별 주요 생산업체 선정
DB 검증	○ 검증위원회 구성 ○ 검증결과에 따른 DB 보완	○ 농업 및 LCA 전문가 ○ 검증내용: 입·출력 자료 품질 및 적용 방법론 ○ 검증에 따른 도출 문제점 평가
LCI DB 구축 가이드라인 개발	○ 탄소배출량 산정 방법론 평가	○ 수행 단계별 원칙 및 수행 방법 수록 ○ 무기질 비료의 산정 방법론 및 Tool 개발
저탄소농산물인증 사업 지원	○ 저탄소 농축산물 인증 기술지원	○ 품목별 평균 탄소 배출량 제공 ○ 저탄소 농축산물 인증 시범사업 기술 지원

제2절 연구수행 내용 및 주요 결과

1. 제1세부과제 : 유기농업자재 LCI 검증 및 DB 활용

본 과제에서는 농업분야 LCI DB 구축 계획을 수립하여 LCI DB 품목을 선정하고 새로이 구축된 유기농업자재 LCI DB에 대한 전문가 검증을 추진하였다. 구축된 DB를 활용하여 저탄소농산물인증제도 추진을 위한 기술 지원을 수행하였다.

가. LCI DB 품목 선정

신규 구축대상 품목 선정은 농업기술실용화재단의 협조로 현장 활용도 및 생산량을 고려한

품목과 자재별 생산량(농자재산업과 협조)을 검토하여 선정하였다. LCI DB 구축을 위한 조사 대상 업체 선정은 자재별 생산량과 품질인증등재부 (농자재산업과) 및 품목별 생산업체 (식약처 협조) 자료를 활용하였다.

표. 조사대상 업체 선정을 위한 자재별 생산량 및 품질인증등재부

공시번호 (품질인증번호)	자재명칭	상품명	사업자	자재명	제품명	2013	2014	2015
공시-2-3-071 (09-유기-3-316)	혼합유기질	유기뜰애	농업회사법인 태림	혼합유기질	유기뜰애	2892.6	1015.1	1341.9
공시-2-3-079	혼합유기질	대장균플러스	(유)금강농상	혼합유기질 비료	대장균 플러스	1542	1896	0
공시-3-3-22 (09-유기-3-320)	혼합유기질	장보고	전남서부어류양식 수산업협동조합	혼합유기질	장보고	2924.6	2926.4	3636.2
				혼합유기질	명품플러스	80.9	21.3	23.7
.				.	.			
.				.	.			
.				.	.			

나. 유기농업자재 LCI DB 전문가 검증

구축된 유기농업자재 LCI DB에 대한 전문가 검증은 국가 LCI DB 및 LCA 수행 과정에 대한 데이터 검증 및 신뢰성 검토하였다. 검증 방법론은 입력 데이터 품질에 대하여 데이터 수집 방법, 데이터 완전성, 데이터 대표성 등을 평가하였다. 상/하위 데이터베이스 연결과 관련하여 적합한 데이터베이스의 연결 여부 평가하였고 적용된 방법론에 대하여 산정 방법론, 할당 등 일관성 및 타당성을 평가하였다. 그리고 출력 데이터 품질에 관하여 유사한 타 데이터와 비교하여 데이터 항목별 기입이나 계산 오류 방지 등을 평가 하였다. 이러한 과정을 통해 구축되었던 주요 농산물에 대한 국가 표준 탄소 배출량에 대한 재산정 결과는 아래 표과 같다.

표. 주요 농산물에 대한 국가 표준 탄소 배출량 재산정

품목			기존 탄소배출량 (1년 기준)	수정 탄소배출량 (5년 기준)
식량작물	노지재배	벼	1.40E+00	1.49E+00
		보리	겉보리	6.75E-01
			쌀보리	6.34E-01
			맥주보리	7.45E-01
		감자	봄감자	2.40E-01
			가을감자	3.36E-01
		고구마	1.98E-01	1.94E-01
		콩	1.44E+00	5.86E-01
		옥수수	8.52E-01	1.28E+00
채소	노지재배	노지고추(홍고추)	2.16E+00	1.73E+00
		무	노지봄무	1.03E-01
			가을무	9.94E-02
			고랭지무	1.51E-01
		배추	노지봄배추	1.15E-01
			가을배추	9.21E-02
			고랭지배추	1.48E-01
		양파	2.67E-01	1.09E-01
		노지수박	1.99E-01	1.85E-01

	시설재배	노지부추	4.06E-01	3.39E-01
		시설고추(풋고추)	3.85E+00	2.87E+00
		시설무	1.20E-01	9.06E-02
		시설배추	1.30E-01	1.12E-01
		오이	억제오이	4.93E-01
			반축성오이	6.35E-01
			축성오이	1.08E+00
		토마토	반축성토마토	6.98E-01
			축성토마토	1.09E+00
			방울토마토	1.74E+00
		딸기	반축성딸기	9.04E-01
			축성딸기	8.48E-01
		반축성수박	2.38E-01	2.19E-01
		시설부추	7.02E-01	4.38E-01
		시설가지	1.90E+00	1.75E+00
		시설상추(치마)	4.59E-01	5.01E-01
		시설참외	4.13E-01	5.32E-01
		착색단고추(파프리카)	4.34E+00	3.07E+00
과수	노지재배	사과	3.95E-01	3.89E-01
		배	4.78E-01	4.02E-01
		복숭아	4.17E-01	3.70E-01
		단감	3.40E-01	3.14E-01
		노지감귤	1.66E-01	1.41E-01
		노지포도	3.67E-01	3.34E-01
		참다래	3.09E-01	3.84E-01
	시설재배	시설감귤	5.73E+00	5.79E+00
		시설포도	4.31E+00	3.99E+00
특용작물		느타리버섯	2.34E+00	2.21E+00
		인삼(4년근)	2.66E+00	1.64E+00

주요 농산물에 대한 전문가 검증 결과에 대한 유형을 분석하여 아래 그림으로 나타내었다. 단순 편집 오류와 데이터 품질 문제가 각각 34%로 가장 높은 비율을 보였으며, 시스템 경계와 제한사항이 그 다음으로 많았다.

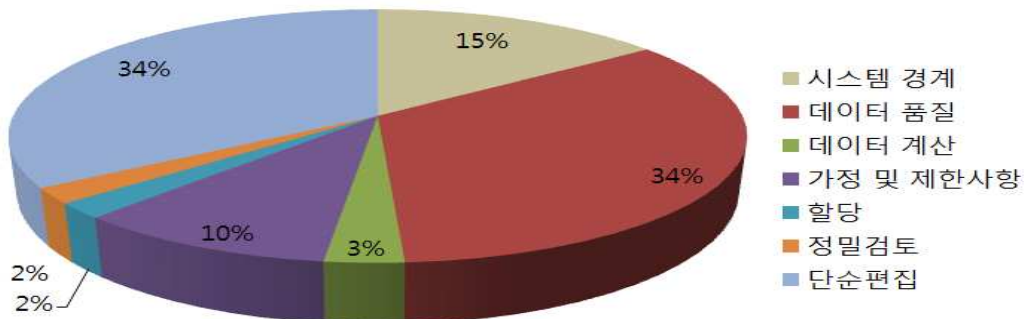


그림. LCI DB 전문가 검증 결과 유형 분석

이러한 검증 결과를 반영하여 재산정한 주요 유기농업자재에 대한 탄소원단위 값은 아래 나

타난 바와 같이 검증전에 비하여 상대적으로 높은 값을 보였다. 이러한 결과는 전문가 검증 결과에 따라 다수의 투입물이 들어간 품목의 경우에 대하여 활용 가능한 유사 DB 적용하여 재산정 하였기 때문이다.

표. 검증 결과에 따른 탄소원단위 값 비교

품목명	검증전	검증후(수정)
왕겨	8.00.E+00	8.83E+00
주정박	4.61.E-01	4.71E-01
주정	4.61.E-01	4.77E-01
퇴비	3.36E-02	9.44E-01
혼합유기질비료	1.71E-02	1.27E-01
혼합유박	1.61E-02	6.82E-02
유기복합	1.77E-02	9.30E-02
상토	1.63E-02	6.14E-01

주요 유기농업자재에 대한 검증결과 유형 분석 결과는 다음과 같다. 앞에서 설명한 주요 농산물에 대한 전문가 검증 결과와 유사하게 단순편집 오류가 34%를 차지하였으며, 그 다음으로 데이터 품질 문제가 24%로 높은 비율을 차지하였다. 아울러 데이터 대표성과 계산 오류가 각각 14%와 12%를 보였다. 농산물 검증과 달리 농자재 생산업체들의 자료 제공에 대한 제한성으로 DB 구축시 대표성의 문제가 발생한 것으로 판단된다.

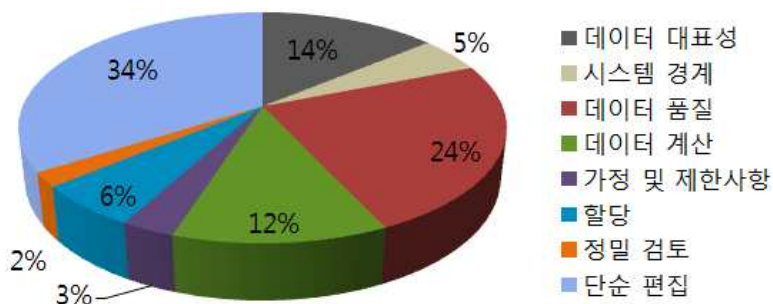


그림. 유기농업자재 LCI DB에 대한 검증결과 유형 분석

다. 저탄소 농축산물 인증 시범사업 기술 지원

2012년부터 시범사업으로 추진되고 있는 저탄소 농축산물 인증 사업은 친환경, 안심농산물을 대상으로 저탄소농업기술을 적용하여 생산된 우리농산물에 부여하는 인증 제도로써 저탄소 농축산물 인증 표시를 하여, 소비활동에서 온실가스 배출 저감 노력과 안전한 먹거리 선택의 환경을 제공하기 위한 목적을 지니고 있다. 농산물 탄소배출량은 생산과정의 농자재 종류별 투입량과 원단위를 활용하여 산정된다. 인증을 위해서는 저탄소 농업기술을 적용하여 생산된 농산물이 국가 평균값 보다 탄소배출량이 적어야 한다. 여기에 적용되는 국가 평균값이 본 연구 결과

를 통해 제공되고 있다.

한편, 농산물 온실가스 배출량 산정 공통지침 검토하였다. 데이터 검증 및 계산에 적용되는 온난화지수(GWP) 기준을 국가 온실가스 배출량 산정 시 사용되는 IPCC 1996 기준에 맞출 것을 제안 하였다.

표. IPCC 가이드라인별 주요 온실가스 온난화지수

온실가스	온난화지수	
	IPCC 2006	IPCC 1996
이산화탄소 (CO ₂)	1	1
메탄 (CH ₄)	25	21
아산화질소 (N ₂ O)	298	310

2. 제1협동과제 : 유기농업자재 탄소원단위 산정 및 LCI DB 구축

본 과제에서는 크게 2가지 범위로 구분하여 연구를 수행하였다. 하나는 친환경 유기농자재에 대한 LCI DB 구축 및 검증·보완 그리고 또 다른 하나는 LCI DB 개발 시 일관된 방법론이 적용될 수 있도록 전과정평가의 절차와 계산 방법을 담은 가이드라인 개발로 진행되었다.

가. 친환경 유기농자재 LCI DB 구축 및 탄소원단위 산정

신규 DB의 개발을 위해 농림축산식품부 소관 친환경농업 육성 및 유기식품 등의 관리·지원에 관한 법률 시행규칙 별표, 기존 농진청 연구를 통해 구축된 유기농자재 LCI DB 항목, 국내 타 부처 연구를 통해 구축된 원자재 LCI DB 항목, 해외 기관에서 개발된 유기농자재 LCI DB 항목 파악을 통해 친환경 유기농자재와 관련된 정보를 수집한 후 구축 대상 데이터를 검토하였다. 대상 품목의 선정에서 각 품목에 대한 전과정영향평가의 과정은 아래 그림과 같다.

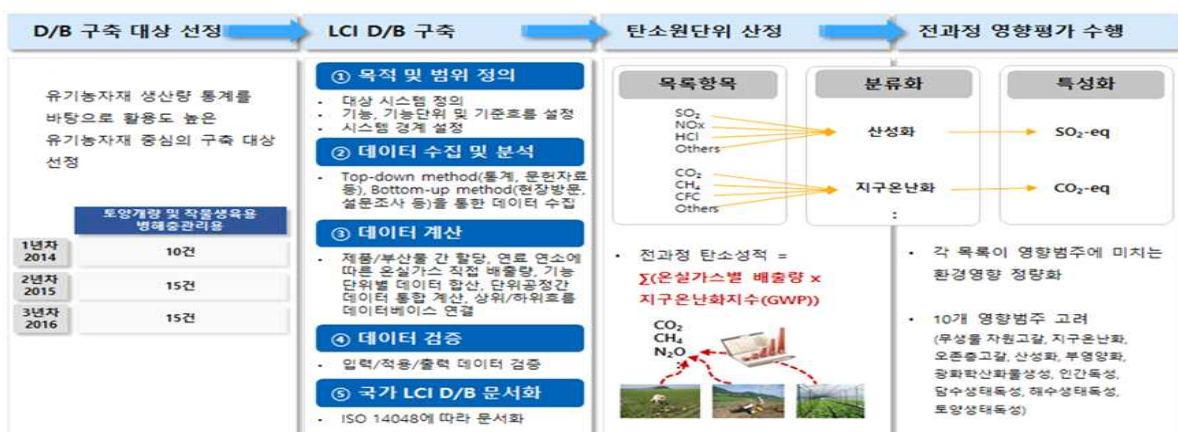


그림. 농자재 생산 현장자료 수집을 통한 전과정영향평가

구축 대상 데이터는 친환경 유기농자재 사용 현황 및 생산현황(점유율 등), 사용가능 물질 및 사용가능조건 등의 파악 한 후 데이터베이스의 사용 빈도, 구축시 파급효과 등을 기준으로 대상 DB의 우선순위를 도출하였다. 다음의 표는 우선순위에 따라 도출된 DB 항목이다.

표. 신규 DB 구축대상 항목

연차	선정 항목
1년차 (2014)	어박, 어박비료, BM 활성수, 부립토, 액비, 영양제, 계분비료, 규조토, 납석, 페르몬
2년차 (2015)	부산물퇴비, 혼합유기질비료, 혼합유박비료, 원에용유기상토, 혈분, 왕겨, 골분, 밀가루, 주정박, 포도당, 올리고당, 텍스트린, 과당, 참깨박, 대두유, 대두박, 주정, 밀기울, 참깨유
3년차 (2016)	우분비료, 어분, 당밀, 흑설탕, 부식산, 상토(수도용), 황산가리고토, 자연암석분말, 파라핀오일, 프로폴리스, 식물성오일, 님추출물, 보르도액, 키토산

도출된 우선순위 대상 품목을 토대로, 국내 생산업체 존재여부, 업체별 생산(시설) 능력, 시장점유율 등의 다양한 업체 정보를 조사하여 실제 구축 가능한 품목 및 참여업체의 선정을 진행하였다. 대상 품목 및 참여업체의 선정은 국내 누적 시장점유율 혹은 생산능력이 50% 이상이 되는 업체를 선정하고자 하였으며, 대상 품목의 생산 공정상 유사하다는 업계 전문가의 자문이 존재하는 경우, 시장점유율이 0% 미만인 업체도 선정 하였다. 참여업체의 선정은 아래 그림의 타당성 검토 절차에 따라 수행되었으며, 이 과정을 통해 선정된 업체에 우선, 이메일, 업체 방문을 통해 과제에 대한 설명을 진행하고 대상 업체의 참여 여부를 확정하였다.

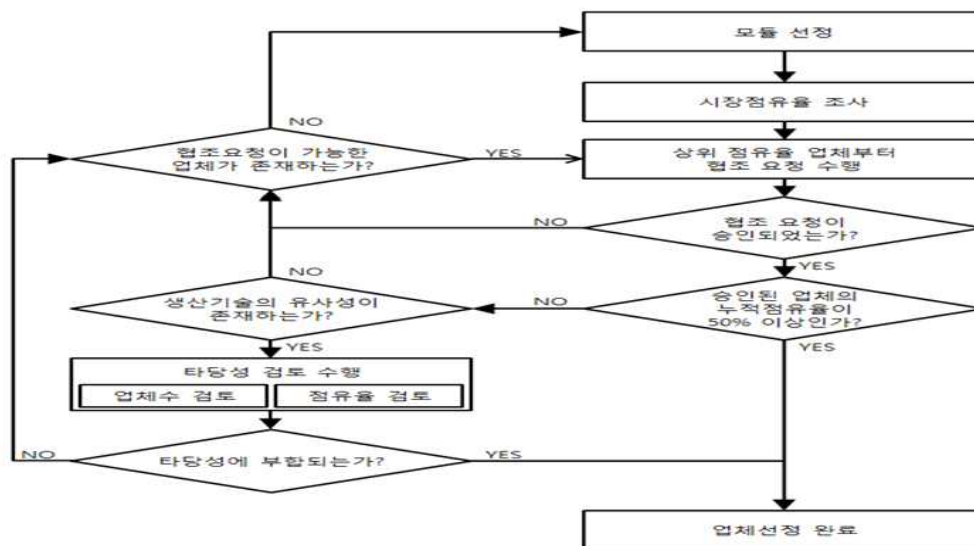


그림. 조사대상 업체 선정의 타당성 검토 절차

각 모듈별 선정된 업체로부터 수집된 데이터는 타당성을 검증하기 위해 일반원칙에 따라 물질수지, 물수지, 에너지수지를 검증하였으며, 추가적으로 데이터 수집이 필요한 경우에 대해서는 방문 및 전화를 통해 추가 자료를 수집하였으며, 현장데이터로만으로는 부족한 경우 통계 및 문헌자료 등의 추가 자료의 수집을 통해 데이터베이스 개발에 추가하였다. 그 결과를 토대로 기능단위 기준으로 데이터 전환 및 합산하였다. 합산 과정에서 참여업체별 생산량을 기반으

로 데이터를 계산하여 도출하였으며, 데이터 기밀유지를 위해 수직/수평적 합산방법 중 적절한 방법을 선택하여 수행하였다. 또한, 화석연료를 사용하는 경우, 화석연료의 연소과정에서 배출되는 직접 대기배출물의 계산을 위해 다음과 같이 IPCC의 온실가스 산정 방법론을 적용하여 누락되는 사항이 없이 탄소배출량이 산정될 수 있도록 하였다.

$$\text{온실가스 직접대기배출량(kgGHG)} = \text{화석연료 사용량(L/yr)} \times \text{저위발열량(MJ/L)} \times \text{단위전환계수}(10^{-6}) \times \text{배출계수(kgGHG)/TJ}$$

위의 과정을 거쳐 도출된 데이터를 취합하여 GtG(Gate to Gate) 데이터를 기능단위(유기농자재 1kg 생산 기준)으로 작성하였으며, LCA 전용 소프트웨어 프로그램인 PASS를 이용하여, 국내 데이터베이스를 우선 적용하여 상위/하위흐름 DB를 연결하였다. 국내 데이터베이스가 존재하지 않는 항목에 대해서는 해외 DB를 연결하였으며, Main Flow의 값을 오차 없이 입력하고, 상위흐름, 하위흐름의 단위를 통일시켜 프로세스의 오류를 방지하고자 하였다.



그림. 데이터베이스 연결 및 프로그래밍

도출된 LCI DB의 Output 항목 중 표와 같이 IPCC에서 지정한 지구온난화 유발 24개 물질만을 선택하여 다음과 같이 탄소성적 산정식을 활용하여 탄소성적을 산출하였다(BIS, 2012).

$$\text{전과정 탄소성적} = \sum(\text{온실가스 배출량} \times \text{지구온난화지수})$$

표. 온실가스별 지구온난화지수

명칭	화학식	지구온난화지수 (100년기준)	CAS번호
Carbon dioxide(CO ₂)	CO ₂	1	124-38-9
Methane	CH ₄	21	74-82-8
Nitrous oxide(N ₂ O)	N ₂ O	310	10024-97-2

HFC-23	CHF3	11700	75-46-7
HFC-32	CH2F2	650	75-10-5
HFC-41	CH3F	150	593-53-3
HFC-43-10mee	C5H2F10	1300	138495-42-8
HFC-125	C2HF5	2800	354-33-6
HFC-134	C2H2F4	1000	811-97-2
HFC-134a	CH2FCF3	1300	811-97-2(a)
HFC-152a	C2H4F2	140	75-37-6
HFC-143	C2H3F3	300	430-66-0
HFC-143a	C2H3F3	3800	420-46-2
HFC-227ea	C3HF7	2900	431-89-0
HFC-236fa	C3H2F6	6300	690-39-1
HFC-245ca	C3H3F5	560	1814-88-6
Sulphur hexafluoride(SF6)	SF6	23900	2551-62-4
Perfluoromethane(CF4)	CF4	6500	75-73-0
Perfluoroethane(C2F6)	C2F6	9200	76-16-4
Perfluoropropane(C3F8)	C3F8	7000	76-19-7
Perfluorobutane(C4F10)	C4F10	7000	355-25-9
Perfluorocyclobutane(c-C4F8)	c-C4F8	8700	115-25-3
Perfluoropentane(C5F12)	C5F12	7500	678-26-2
Perfluorohexane(C6F14)	C6F14	7400	355-42-0

이와 같이 수행하여 도출된 유기농자재에 대한 10개 부문(자원고갈, 지구온난화, 오존층파괴, 산성화, 부영양화, 광화학산화물, 인체독성, 담수생태독성, 해수생태독성, 토양생태독성)의 전과정영향평가 결과(김 등, 2016; 윤 등, 2015b)는 다음과 같다.

○ 1차년도 개발 품목의 전과정영향평가 (2014)

평가부문		어 박	어 박 비료	BM 활성수	부립토	액 비	영 양제	개 분 비료	규 조 토	납 석	페 로 몬	퇴 비	온 립 유기질 비료	온 립 유 박	유 기 복합	상 토
자 원 고갈	ARD	5.65E-03	3.37E-03	3.34E-04	7.47E-03	1.06E-04	9.89E-03	3.83E-04	3.27E-03	4.43E-04	2.86E+00	6.22E-05	1.06E-03	6.17E-04	8.07E-04	5.78E-03
지 구 온난화	GWP	7.18E-01	4.04E-01	5.27E-02	7.81E-01	2.60E-02	2.64E+00	6.36E-01	7.22E-01	1.28E-01	8.15E+02	2.11E-01	1.27E-01	6.82E-02	9.30E-02	6.14E-01
오 존층파괴	ODP	2.01E-08	1.78E-08	1.79E-08	1.17E-07	9.74E-10	3.63E-06	6.95E-09	1.20E-08	2.13E-08	2.09E-06	7.58E-10	2.37E-08	1.18E-08	1.87E-08	9.87E-08
산성화	ACP	5.22E-03	2.86E-03	6.25E-04	1.02E-02	1.71E-06	1.79E-03	2.09E-05	3.88E-04	1.08E-04	1.20E-02	1.12E-06	1.50E-03	6.83E-04	1.10E-03	7.89E-03
부영양화	EUP	9.79E-06	5.28E-06	1.19E-06	2.34E-06	3.97E-08	4.47E-04	9.08E-07	5.55E-06	4.56E-06	2.15E-03	4.16E-08	7.55E-07	3.76E-07	4.51E-07	2.84E-05
광화학산화물	POCP	3.12E-04	2.00E-04	3.34E-05	5.43E-04	2.45E-06	1.42E-04	1.94E-04	3.17E-05	9.36E-06	7.61E-03	6.17E-05	1.01E-04	5.78E-05	8.01E-05	4.24E-04
인체독성	HTP	2.88E-02	2.52E-02	1.48E-02	2.60E-01	1.36E-03	3.60E-01	2.35E-03	4.78E-03	5.19E-02	8.95E-01	1.05E-03	3.32E-02	1.65E-02	2.63E-02	2.02E-01
담수생태독성	FAETP	2.76E-03	2.44E-03	1.48E-03	2.49E-02	1.33E-04	5.51E-02	2.88E-04	4.56E-04	8.03E-04	1.69E-01	1.03E-04	3.24E-03	1.62E-03	2.57E-03	1.93E-02
해수생태독성	MAETP	1.14E-03	1.02E-03	9.84E-04	8.68E-03	5.97E-05	3.28E-01	6.45E-04	1.39E-03	2.58E-03	5.89E-01	4.50E-05	1.35E-03	6.82E-04	1.07E-03	7.52E-03
토양생태독성	TETP	9.27E-06	8.35E-06	8.29E-06	4.05E-05	4.42E-07	3.21E-03	9.56E-06	1.91E-05	3.40E-05	3.28E-03	3.63E-07	1.10E-05	5.55E-06	8.74E-06	4.24E-05

○ 2차년도 개발 품목의 전과정영향평가 (2015)

평가부문		혈분	왕겨	골분	밀가루	주정박	포도당	올리고당	텍스트린	과당	참깨박	대두유	대두박	주정	밀기울	참깨유
자원고갈	ARD	558E-04	242E-02	113E-04	819E-04	186E-04	257E-03	282E-03	226E-03	261E-03	421E-03	458E-03	144E-03	186E-04	358E-03	416E-03
지구온난화	GWP	660E-02	800E+00	305E-02	105E-01	461E-01	124E+00	131E+00	114E+00	124E+00	171E+00	752E+00	237E+00	461E-01	460E-01	169E+00
오존층파괴	ODP	205E-08	643E-08	417E-09	303E-08	684E-09	550E-08	606E-08	464E-08	503E-08	483E-08	422E-07	133E-07	684E-09	132E-07	478E-08
산성화	ACP	398E-05	426E-03	578E-06	131E-03	249E-04	538E-03	594E-03	453E-03	492E-03	255E-02	303E-02	954E-03	249E-04	571E-03	252E-02
부영양화	EUP	221E-07	567E-03	443E-08	322E-07	384E-06	104E-02	115E-02	874E-03	950E-03	283E-02	431E-02	136E-02	384E-06	141E-06	280E-02
광화학산화물	POCP	136E-05	188E-03	497E-06	706E-05	224E-05	133E-04	145E-04	115E-04	124E-04	134E-04	132E-02	605E-03	224E-05	308E-04	132E-04
인체독성	HTP	288E-02	319E-01	587E-03	426E-02	963E-03	139E-01	154E-01	117E-01	127E-01	287E-01	246E+00	774E-01	963E-03	186E-01	284E-01
담수생태독성	FAETP	281E-03	279E-02	573E-04	415E-03	939E-04	654E-01	723E-01	549E-01	597E-01	963E-03	105E-01	329E-02	939E-04	182E-02	952E-03
해수생태독성	MAETP	116E-03	193E-01	236E-04	171E-03	388E-04	125E-01	138E-01	105E-01	114E-01	392E-02	105E-01	330E-02	388E-04	747E-03	387E-02
토양생태독성	TETP	944E-06	276E-03	192E-06	140E-05	316E-06	676E-03	747E-03	567E-03	617E-03	159E-03	296E-03	930E-04	316E-06	610E-05	157E-03

○ 3차년도 개발 품목의 전과정영향평가 (2016)

평가부문		우분비료	어분	당밀	옥설탕	부식산	상토 (수도용)	황산가리 고토	자연암석 분말	파리핀 오일	프로 폴리스	식물성 오일	님 추출물	보르도액	키토산	황
자원고갈	ARD	623E-04	565E-03	334E-03	203E-03	412E-02	361E-05	334E-04	165E-03	123E-02	109E-04	232E-03	123E-03	321E-04	153E-01	234E-02
지구온난화	GWP	504E-01	891E-01	834E-01	308E+01	250E-01	152E-02	490E+00	184E-03	253E-01	210E+00	231E+00	217E-01	104E+00	173E+00	890E+00
오존층파괴	ODP	212E-07	321E-03	278E-04	508E-03	170E-04	538E-05	523E-07	778E-08	660E-06	438E-08	323E-01	420E-04	273E-07	224E-07	157E-03
산성화	ACP	323E-05	123E-05	488E-02	105E-03	632E-05	482E-05	233E-04	523E-05	633E-0	432E-03	144E-00	343E-05	633E-03	438E-04	400E-02
부영양화	EUP	523E-06	213E-02	112E-06	130E-03	384E-06	238E-04	233E-01	888E-07	333E-04	322E-06	123E-05	230E-03	278E-07	888E-07	401E-05
광화학산화물	POCP	231E-02	223E-03	123E-04	259E-03	433E-02	406E-04	144E-03	193E-04	322E-01	125E-05	123E-05	151E-06	188E-04	732E-04	138E-02
인체독성	HTP	343E-04	116E-03	668E-04	413E-03	177E-03	214E-03	339E-03	472E-03	532E-03	637E-03	532E-04	487E-04	342E-01	321E-02	439E-04
담수생태독성	FAETP	433E-03	323E-03	368E-02	323E-02	487E-03	361E-02	323E-02	191E-02	534E-03	348E-03	112E-01	316E-06	639E-04	324E-03	488E-02
해수생태독성	MAETP	183E-02	123E-03	332E-03	324E-01	403E-03	388E-04	125E-01	234E-04	483E-01	348E-04	125E-02	123E-03	743E-01	231E-02	123E-03
토양생태독성	TETP	520E-03	690E-04	430E-03	423E-02	330E-05	442E-06	676E-03	321E-03	136E-03	298E-04	343E-02	312E-04	177E-02	487E-04	348E-03

나. 농업부문 LCI DB 구축 가이드라인 개발

가이드라인은 농업 부문의 국가 LCI DB 개발 시 대상 선정에서 데이터 수집, 데이터 계산 및 결과 도출까지 일관성 및 재현성을 확보하기 위해 개발되었다. LCA는 ISO 14040's로 그 수행 절차가 표준화되어 있으며(ISO, 2006a), 그림에서 보는 바와 같이 4단계로 구성되어 있다.

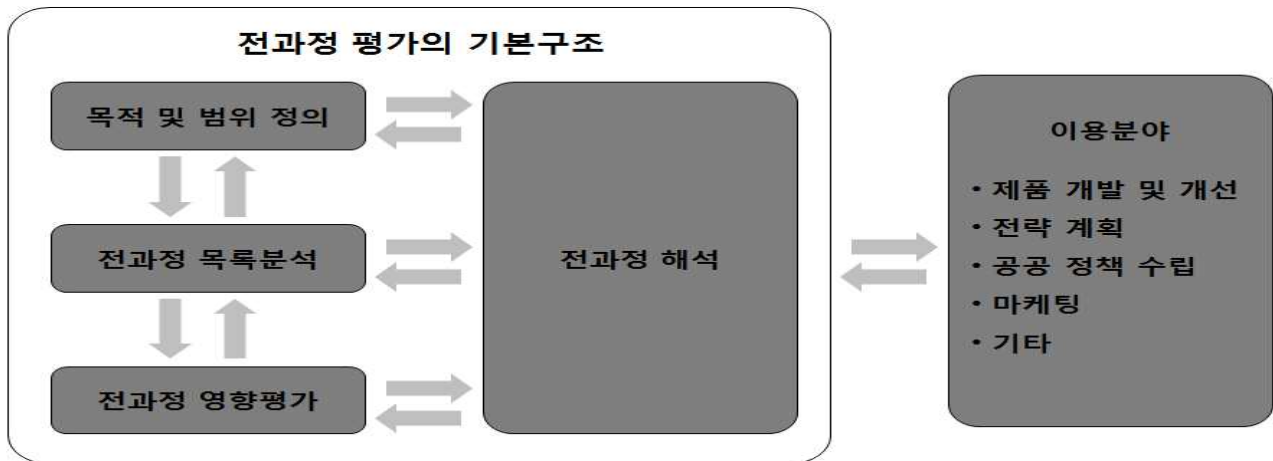


그림. 전과정평가의 기본 구조

목적 및 범위 정의(Goal and Scope Definition)는 LCA를 왜 수행하는 지에 대한 근본적인 이유와 필요성을 제시하는 단계로서 연구가 진행되고 결론도출에 이르기까지 연구의 의도된 목적을 벗어나지 않도록 방향과 연구에 포함되는 시스템과 그에 해당하는 기준들(데이터 범주, 시스템 경계, 할당 법칙 등)에 대하여 제시하고 있다. 전과정 목록분석(Life Cycle Inventory, LCI)은 연구범위에서 정의한 시스템 경계와 기준들에 의거하여 제품시스템의 전과정 투입물(원료, 에너지, 보조물질 등), 산출물(배출물, 부산물, 제품)들을 정량화 한다. 전과정 영향평가(Life Cycle Impact Assessment, LCIA)는 전과정 목록 분석에서 정량화한 투입물/산출물들을 생태건강, 인간건강 그리고 자원사용 등의 환경영향으로 정량화한다. 전과정 해석(Life Cycle Interpretation)은 전과정 영향평가 결과를 토대로 주요이슈를 규명하고 환경성개선을 위한 대안을 모색하는 단계로서 본 연구의 결과의 신뢰도를 확인하고, 다양한 시나리오 분석을 통한 개선 방안을 마련하는 과정을 통하여 결론과 권고에 도달하게 된다(ISO, 2006b).

가이드라인은 앞서 수립한 원칙을 기반으로 다음과 같이 4개의 파트로 구성하여 개발을 완료하였다. 내용은 신뢰성을 확보할 수 있도록 각 수행 단계별 원칙 및 수행 방법을 수록 하였다.

‘개요’ 부분에서는 본 가이드라인의 제작 목적 및 가이드라인의 구성을 기술하였다. ‘전과정 평가의 개요’ 부분에서는 제품의 전과정평가 동안에 제품(서비스 포함)에서 야기된 환경부하를 계산하고 환경에 미치는 잠재적 영향을 체계적으로 평가하는 도구인 전과정평가의 개념 및 절차에 대해 설명하였다. ‘농업부문의 LCI 데이터베이스 구축 일반지침’ 부분에서는 농업부문에서 LCI 데이터베이스 구축 과정에서 사용되는 용어를 정의하고 구축 방법과 절차, 데이터 수집 양식을 정의함으로써 농업부문의 국가 LCI 데이터베이스 구축 시 통일된 방법론을 적용하여 구축할 수 있도록 하였다. 그리고 마지막으로 향후 LCA 또는 LCI DB 개발 시 참고할 수 있도록 본 가이드라인 개발 시 활용한 문헌들을 정리하였다.



농업분야 LCI DB 구축 가이드라인

2016. 12



I 개요

1. 목적

본 가이드라인은 농업분야의 국가 LCI(Life Cycle Inventory : 이하 LCI) 데이터베이스 구축 시 일관된 방법을 적용하여 데이터베이스를 구축할 수 있도록 지침을 제공하고, 이를 활용하게 함으로써 데이터 품질 및 신뢰도를 향상시킬 수 있는 기반을 마련하고자 작성되었다.

2. 가이드라인의 구성

본 가이드라인은 다음과 같이 구성되어 있다.

- I. 개요

개요 부분에서는 본 가이드라인의 제작 목적 및 가이드라인의 구성을 기술하고 있다.

- II 전과정평가의 소개

본 장에서는 제품의 전과정 동안에 제품(서비스 포함)에서 야기된 환경부하를 계산하고 환경에 미치는 잠재적 영향을 체계적으로 평가하는 도구인 전과정평가의 개념 및 절차에 대해 설명하고 있다.

III 농업분야의 LCI 데이터베이스 구축 일반지침

III장에서는 농업분야에서 LCI 데이터베이스 구축 과정에서 사용되는 용어를 정의하고 구축 방법과 절차, 데이터 수집 양식을 정의함으로써, 농업분야의 국가 LCI 데이터베이스 구축 시 통일된 방법론을 적용하여 구축할 수 있도록 하였다.

- IV 참고문헌

본 가이드라인에 대한 재현성을 향상시키고자 본 가이드라인을 작성하는데 참조한 문헌들을 체계적으로 정리하였다.

그림. LCI DB 구축 가이드라인

무기질비료 탄소원단위 산정 방법론 개발(윤 등, 2015a)과 관련하여 농경지에서 사용되고 있는 무기질 비료의 유효성분비를 활용하여 무기질 비료 생산단계의 온실가스 배출량을 산정할 수 있는 방법론을 검토하였다. 농산물 재배 전과정의 온실가스 배출량 산정에 편리성을 제고하기 위한 방법론이므로 국내 대표성을 확보하여 방법론의 일관성과 신뢰성을 높이기 위하여 한국비료공업협회의 통계데이터 및 국내 무기질 비료 생산량 비중이 높은 6개 사업장의 데이터를 활용하여 방법론을 개발하고 이를 토대로 계산과정을 DB화하여 무기질비료의 N-P-K 유효성분비 입력만으로 Cradle to Gate 탄소배출량을 자동으로 계산할 수 있는 엑셀파일 형태의 Tool을 개발하였다.

무기질 비료의 N-P-K 유효성분비에 따른 탄소원단위 산정 계산기

(Ver. 20151026)

본 계산기는 국내 무기질 비료의 대표성을 반영할 수 있는 생산시스템에 관한 전과정평가를 수행하여 N-P-K의 비율에 따라 달라지는 각 무기질 비료별 전과정평가를 수행할 필요 없이 N-P-K의 유효성분 비율만으로 무기질 비료의 생산전과정 (Cradle to Gate)에서 발생하는 온실가스 배출량을 산정할 수 있도록 개발한 Tool입니다.

■ 해당 무기질비료의 N-P-K 유효성분비를 입력하세요

질소질(N) 유효성분	인산질(P) 유효성분	칼리질(K) 유효성분
10%	10%	10%

⇒ 해당 무기질 비료 1kg 생산을 위해 배출된 온실가스 배출량은?

8.53E-01 CO₂ eq./kg

※ 해당 무기질 비료 1kg의 원료채취부터 생산까지를 포함합니다.

무기질 비료의 N-P-K 유효성분비 입력만으로 해당 비료의 원료채취부터 생산단계까지(Cradle to Gate)의 탄소배출량을 계산할 수 있도록 적용

그림. N-P-K 유효성분비에 의한 탄소원단위 산정 Tool

제 4 장 목표달성도 및 관련분야 기여도

제1절 : 목표대비 달성도

구 분	목 표	달성도(%)
1차년도 (2014년)	탄소배출량 산정 방법론 평가 및 LCI DB 품목 선정 친환경 유기농자재 LCI DB 구축 및 탄소원단위 산정 (10종)	100
2차년도 (2015년)	탄소배출량 산정 방식 보완 (무기질비료 탄소원단위 산정 tool 개발) 친환경 유기농자재 LCI DB 구축 및 탄소원단위 산정 (15종) 농업분야 탄소원단위 산정 체계 보완 (검증)	100
3차년도 (2016년)	유기농업자재 탄소원단위 구축을 통한 농산물 탄소성적 산정 기반 구축 친환경 유기농자재 LCI DB 구축 및 탄소원단위 산정 (15종) 농업분야 LCI DB 구축 가이드라인 개발	100
최종	농자재 LCI DB 구축 및 탄소배출량 산정 방법론 개발을 통한 저탄소 농산물 인증 기반 구축	100

제2절 : 정량적 성과(논문게재, 특허출원, 기타)를 기술

성과지표명 \ 연도		당초 목표 (전체)	실적	달성도 (%)	가중치 (%)
논문게재	SCI	-	-	-	-
	비SCI	5	5	100	15
학술발표	국제	1	1	100	10
	국내	7	8	100	20
정책자료 기관제출		1	2*	100	10
영농기술·정보 기관제출		3	2	67	15
홍보		1	1	100	10
DB 구축		40	45	100	20
계		58	64	95	100

* 개발 성과의 특성상 영농기술 보다 정책자료로 활용

제 5 장 연구 결과의 활용 계획

본 연구는 농업에 투입되는 각종 친환경 유기농자재에 대한 탄소원단위를 구축하여 향후 저탄소농업 시장과 다양한 정책에서 사용할 수 있는 기본 LCI DB를 구축하는 것에 그 목적을 두고 있다. 각종 자재들에 대한 환경성을 LCA 프로그램을 통해 평가하고 그에 따른 탄소 배출량을 산정함으로써 유기농장의 생산-가공-판매와 연계된 유통기능 활성화로 판로 안정 및 고부가가치 창출로 농가소득 안정 및 증대정책에 활용할 수 있을 것으로 본다. 유통부분에서는 유기농산물 판로 확대를 위한 유통정책 수립의 기초 자료로 활용 가능하며 유기농산물 유통 및 가격경쟁력 제고 관련 컨설팅의 기초 자료로서의 활용도 기대해 볼 수 있다. 또한 유기농업 전환촉진정책 수립의 기초 자료로 활용하여 환경오염을 최소화하는 녹색기술·녹색산업을 위한 국가전략 수립에 효율적이고 구체적인 역할을 하게 될 것이다.

1. 추가연구의 필요성

- 농림축산식품부에서 추진하는 저탄소 농축산물 인증제도의 본격 시행에 대비한 기반 구축을 위하여 다양한 친환경 작물보호제에 대한 탄소원단위의 추가 구축이 요구되고 있음.
- 농업부문에서의 온실가스 배출량 감소를 위하여 영농 형태별 전과정평가를 수행하여 재배 단계별 탄소 배출량 산정과 함께 주요 배출요인을 분석함으로써 농업자원의 효율적 활용과 저탄소 농산물 생산에 기여함

2. 타 연구에의 응용

- 국내 농산물 및 농자재 탄소 성적에 대한 기본 데이터를 구축함으로써 농식품 관련 제품의 저탄소 인증 및 국가 LCI DB 구축에 활용될 것임.
- 농산물의 온실가스 배출 저감 정보를 정량적으로 제공함으로써 국내 농산물의 경쟁력 강화와 관련 산업 활성화에 응용될 것으로 기대됨.
- LCI DB 구축 가이드라인 제공을 통한 국내 농업부문 LCI 연구의 일관성 확보

제 6 장 연구 과정에서 수집한 해외 과학 기술 정보

- Climate-smart agriculture: Policies, practices and financing for food security, adaptation and mitigation (FAO)
- Technologies to support climate change adaptation in developing Asia (ADB)
 - Impact of climate change and adaptation technology

제 7 장 연구 개발 결과의 보안 등급

- 일반

제 8 장 국가과학기술종합정보시스템에 등록한 연구시설·장비 현황

- 해당 사항 없음

제 9 장 연구개발과제 수행에 따른 연구실 등의 안전조치 이행실적

- 본 과제의 특성상 화학물질이나 분석 장비를 취급하지 않았으나 참여 연구원들의 정기 건강검진 실시와 함께 연구실 사고 발생시 대응 및 대처요령에 대한 교육을 실시하였음.

제 10 장 연구개발과제의 대표적 연구실적

번호	구분 (논문/ 특허/ 기타)	논문명/특허명/기타	소속 기관명	역할	논문게재지/ 특허등록국가	Impact Factor	논문게재일 /특허등록일	사사여부 (단독사사 또는 중복사사)	특기사항 (SCI여부/ 인용횟수 등)
1	논문	무농약 벼 재배 온실가스 감축 잠재량 산정을 위한 전과정평가 사례 연구	농과원	주저자	한국토양 비료학회지	0.8872	2014.11.	단독사사	비SCI
2	논문	무기질 비료의 유효성분비에 따른 온실가스 원단위 산정 방법론	(주)엔비 뉴스	주저자	한국환경 기술학회지	0.1348	2015.11.	단독사사	비SCI
3	논문	국내 부속비료의 전과정 온실가스 배출량 산정	(주)엔비 뉴스	주저자	한국환경 기술학회지	0.1348	2015.11.	단독사사	비SCI
4	논문	제42차 유엔기후변화협약 과학기술자문부속기구회의 에서의 농업의제 논의	농과원	주저자	한국국제농업 개발학회지	0.2595	2016.06.	단독사사	비SCI
5	논문	포도당의 환경성평가를 위한 전과정평가 연구	(주)엔비 뉴스	주저자	한국환경기 술학회지	0.3874	2016.12.	단독사사	비SCI
6	기타	농업부문 LCI DB	(주)엔비 뉴스	주담당	-	-	-	-	-

제 11 장 기타사항

- DB 구축 항목의 경우, 저탄소 농산물 인증기관 및 농자재 시장 여건에 따라 기존 계획에
서 일부 변경되어 추진되었다. 일부 농자재에 대한 국내 생산량이 존재하지 않거나 전량
수입에 의존하는 경우와 관련 생산업체의 데이터 제공이 불가능한 경우가 존재하였다.

제 12 장 참고문헌

Agri footprint, Agri-footprint 2.0

BIS. 2012. PAS 2050

Centre for environmental strategy University of Surrey. 2007. LCA Methodology and modelling considerations for vegetable production and consumption

Ecoinvent. <http://www.ecoinvent.org/>

EPLCA, ILCD Handbook - General guide on LCA - Detailed guidance

Europe innova Eco-Innovation Biochem. 2011. A reviews of LCA Methods and tool and their suitable for SMEs

ISO. 2006a. ISO 14040 Environmental management - Life Cycle Assessment, - Principles and framework

ISO. 2006b. ISO 14044 Environmental management - Life Cycle Assessment, - requirements and guidelines

LCA Food Database. <http://gefionau.dk/lcafood/>

Soussana, Jean-François. Hervé Saint-Macary, Jean-Luc Chotte, 2015. Carbon Sequestration in Soils: The 4 per mil concept. <http://www.ag4climate.org/programme/ag4climate-session-2-3-soussana.pdf>

World Food LCA Database. 2014. Methodological Guidelines for the Life Cycle Inventory of Agricultural Products7. Pre, Introduction to LCA, 2014

김연희, 허진호, 이종식, 최은정. 2016. 포도당의 환경성평가를 위한 전과정평가 연구. 한국환경기술학회지 17(6):536~541

농촌진흥청. 2012. 농식품 부문 탄소이력추적 기반 구축 연구. pp18~43, 63~110

무역/투자위원회. 2004. Life cycle assessment ISO14040 시리즈 실무 지침

스마트 그린푸드. 저탄소농축산물인증제. <http://www.smartgreenfood.org>

윤석진, 김기훈, 이동현, 허진호, 최은정, 이종식, 정현철. 2015a. 무기질 비료의 유효성분비에 따른 온실가스 원단위 산정 방법론. 한국환경기술학회지 16(5):403~409

윤석진, 김기훈, 이동현, 허진호, 최은정, 이종식, 정현철. 2015b. 국내 부속비료의 전과정 온실가스 배출량 산정. 한국환경기술학회지 16(5):397~402

한국품질환경인증협회(KAB). 1998. 환경 전과정평가(LCA) 이론과 지침

환경부. 2003. LCI DB 표준 지침서

<붙임 1> 농업분야 LCI DB 구축 가이드라인

농업분야 LCI DB 구축 가이드라인

2016. 12

I

개요

1. 목적

본 가이드라인은 농업분야의 국가 LCI(Life Cycle Inventory : 이하 LCI) 데이터베이스 구축 시 일관된 방법을 적용하여 데이터베이스를 구축할 수 있도록 지침을 제공하고, 이를 활용하게 함으로써 데이터 품질 및 신뢰도를 향상시킬 수 있는 기반을 마련하고자 작성되었다.

2. 가이드라인의 구성

본 가이드라인은 다음과 같이 구성되어 있다.

- I. 개요

개요 부분에서는 본 가이드라인의 제작 목적 및 가이드라인의 구성을 기술하고 있다.

- II 전과정평가의 소개

본 장에서는 제품의 전과정 동안에 제품(서비스 포함)에서 야기된 환경부하를 계산하고 환경에 미치는 잠재적 영향을 체계적으로 평가하는 도구인 전과정평가의 개념 및 절차에 대해 설명하고 있다.

- III 농업부문의 LCI 데이터베이스 구축 일반지침

III장에서는 농업부문에서 LCI 데이터베이스 구축 과정에서 사용되는 용어를 정의하고 구축 방법과 절차, 데이터 수집 양식을 정의함으로써, 농업부문의 국가 LCI 데이터베이스 구축 시 통일된 방법론을 적용하여 구축할 수 있도록 하였다.

- IV 참고문헌

본 가이드라인에 대한 재현성을 향상시키고자 본 가이드라인을 작성하는데 참조한 문헌들을 체계적으로 정리하였다.

II

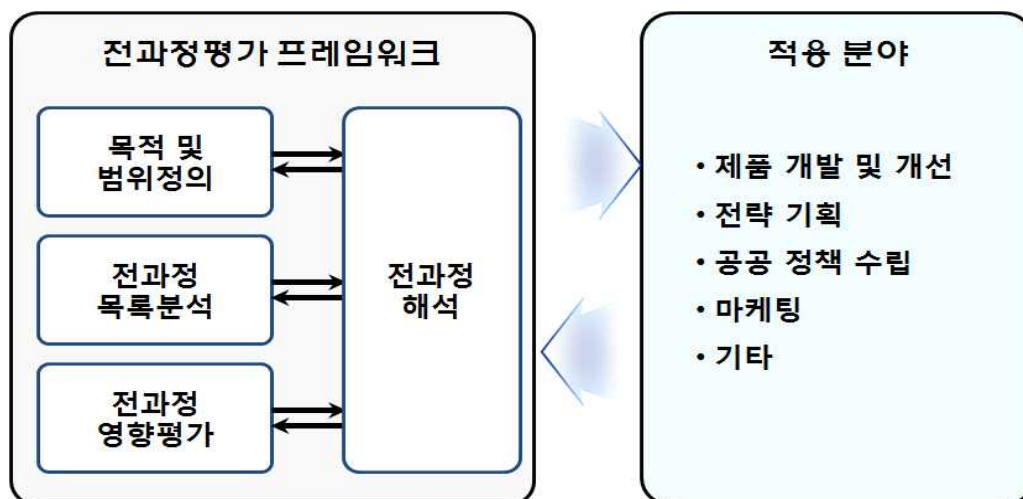
전과정평가의 소개

1. 전과정평가의 개요

전과정평가(Life Cycle Assessment)란 원료 생산, 제품 제조, 사용, 폐기 단계로 정의된 시스템 전과정에서 발생하는 환경영향 즉, 투입물에 의한 자원소모, 배출물에 의한 환경영향을 평가하기 위하여 투입물 및 산출물의 정량적인 목록표를 작성하고, 잠재적인 환경영향을 평가하는 기법이라고 할 수 있다.

전과정평가는 제품이나 서비스의 전과정을 고려한 환경영향평가를 통해 한 공정에서 다른 공정으로의 환경영향의 이동을 파악하여 방지할 수 있을 뿐만 아니라, 잠재적 환경영향을 평가함으로써 비교가 되는 제품시스템들 사이의 환경영향을 비교하여 보다 환경적으로 우수한 제품을 규명하여 장려할 수 있다. 또한 한 제품시스템 내에서도 환경영향의 잠재성이 큰 공정이나 물질의 규명을 통해 보다 환경 친화적인 방향으로의 제품개선을 가능하게 할 수 있다는 장점을 지니고 있어, 유럽 및 미국을 비롯한 많은 국가에서 연구되고 있는 방법이다.

또한 국제표준화기구에 의해 제정된 국제 표준인 ISO(International Organization for Standardization) 14040 series의 기술적 근간을 이루고 있다. 이러한 전과정평가는 [그림 1]과 같이 목적 및 범위 정의(Goal and Scope Definition), 전과정 목록분석(Life Cycle Inventory Analysis), 전과정 영향평가(Life Cycle Impact Assessment), 전과정 해석(Life Cycle Interpretation)의 4단계로 구성된다.



[그림 1] 전과정평가의 기본 구조

2. 전과정평가의 절차

가. 목적 및 범위 정의(Goal and Scope Definition)

연구의 전반적인 방향을 결정하며, 전과정평가를 왜 수행하는지에 대한 근본적인 이유와 필요성을 제시하는 단계로서 연구가 진행되고 결론 도출에 이르기까지 연구의 의도된 목적을 벗어나지 않도록 방향을 제시하고, 연구에 포함되는 시스템과 그에 해당하는 기준들에 대하여 제시하는 단계이다. 목적 및 범위 정의 단계에서는 아래 사항들을 정의한다(ISO, 2006a).

■ 목적 정의

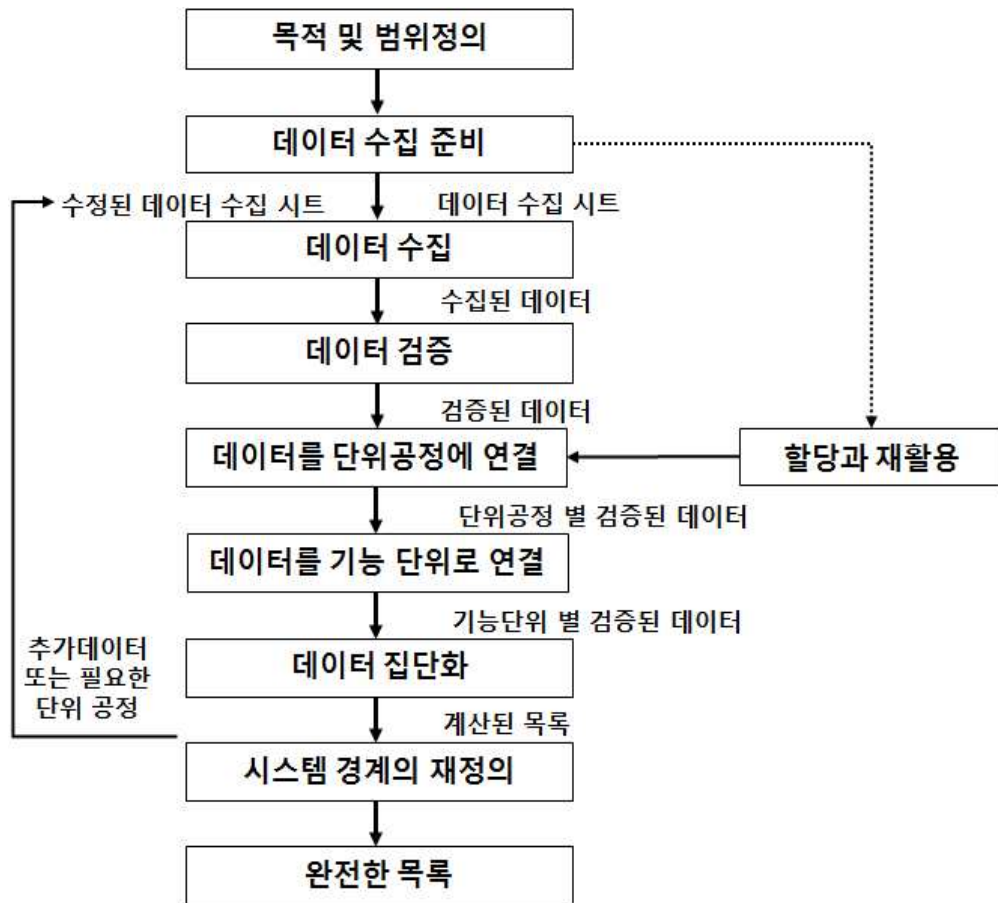
- 연구 수행 이유
- 대상 청중
- 적용 분야

■ 범위 정의

- 대상 제품/시스템
- 기능, 기능 단위 및 기준흐름
- 시스템 경계
- 데이터 품질 요건
- 데이터 범주
- 할당방법
- 영향평가 방법
- 가정 및 제한 사항
- 정밀검토 실시 여부

나. 전과정 목록분석(Life Cycle Inventory Analysis)

연구의 범위 정의에서 정의한 시스템 경계와 기준들에 의거하여 제품 시스템과 관련된 투입 산출물에 대한 데이터의 물질 및 에너지 수지, 할당 등을 적용하여 정량화하는 단계이다. 데이터 수집은 LCA 수행에 가장 많은 시간과 노력이 필요한 단계로, 연구의 목적에 따라 데이터 수집을 위해 단위공정을 설정하고 공정 흐름도를 작성하며, 데이터 계산 및 검증 등에 대한 과정이 수반된다(한국품질환경인증협회, 1998).



[그림 2] 전과정 목록분석 프로세스

다. 전과정 영향평가(Life Cycle Impact Assessment)

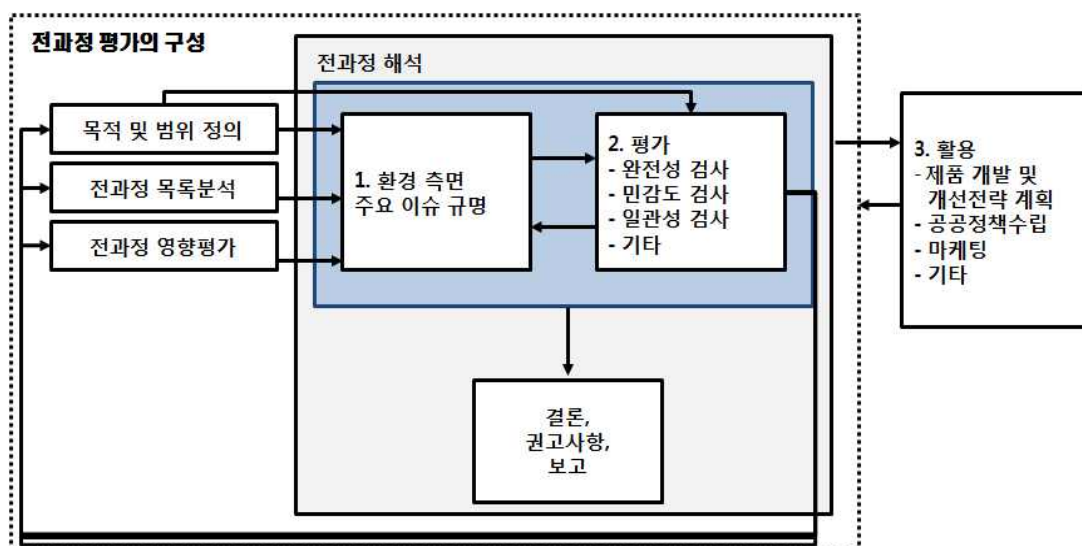
전과정 목록분석에서 정량화된 투입 및 산출물들을 생태건강, 인간건강 그리고 자원 사용 등의 환경영향으로 나타내는 단계로 목록분석 결과를 특정 환경영향과 연관시키고 이들에 대한 각각의 환경영향을 평가하는 단계이다. 이 단계는 목록분석 결과를 영향범주 별로 분류하는 분류화 단계와 영향범주 별로 분류된 목록분석 결과를 각각의 영향범주에 미치는 영향을 정량화하는 특성화 단계, 영향범주 별 환경영향을 지역적, 시간적 인자 혹은 인구수 인자 등에 각 영향범주 값들을 상대적인 중요성을 포함하여 정량화하는 단계인 정규화 단계로 구성되며 이 밖에도 영향범주에 상대적인 가중치를 부여하는 가중화 단계를 포함한다.



[그림 3] 전과정 영향평가 프로세스

라. 전과정 해석(Life Cycle Interpretation)

전과정 영향평가 결과를 토대로 주요 이슈를 규명하고 환경성 개선을 위한 대안을 모색하는 단계로서 결과의 신뢰성을 확인하고 다양한 시나리오 분석을 수행하여 개선방안을 마련하는 과정을 통하여 결과와 권고에 도달하는 단계이다. 전과정 해석의 결과는 이해가 쉬워야하고, 완전하고 일관성이 있어야 하며, 목적 및 범위 정의에 따라 수행되어야 한다.



[그림 4] 전과정 해석 단계



농업부문의 LCI 데이터베이스 구축 일반지침

1. 범위(Scope)

전과정평가(LCA) 수행과정 및 제품의 탄소발자국(Carbon Footprint) 산정 과정에서는 대상 제품과 관련된 구성요소들의 투입물 및 산출물에 대한 정보를 담고 있는 전과정목록(Life Cycle Inventory)을 필요로 하며, 전과정평가 결과 및 제품의 탄소발자국 산정 결과는 수집된 LCI 데이터의 질적 및 양적 수준에 의해 많은 영향을 받기 때문에 신뢰성 높은 LCI DB 구축은 매우 중요한 요소이다 (EPLCA).

이에, 본 가이드라인은 농업부문의 전과정평가 및 농산물 및 농자재의 탄소발자국을 산정하는데 필요한 LCI 데이터베이스를 구축하는 방법을 설명하며, 이는 국제표준인 ISO 14040 및 ISO 14044의 방법론을 적용하여 개발되었다.

2. 용어 정의

농업부문의 LCI 데이터베이스를 구축하는 과정에서 주로 사용되는 용어는 다음의 정의가 적용된다.

- 전과정(Life cycle)

원료물질 획득에서부터 최종 처분에 이르는 제품시스템 상의 연속적이고 상호 연관된 단계

- 전과정평가(Life cycle assessment, LCA)

제품의 전과정에 걸쳐 제품시스템의 투입물, 산출물 그리고 제품 시스템의 잠재적 환경 영향을 집계하고 평가하는 기법

- 전과정 목록분석(Life cycle inventory analysis, LCI)

제품 전과정에 걸쳐 투입물과 산출물을 집계하고 정량화하는 LCA의 한 단계

- 전과정 영향평가(Life cycle impact assessment, LCIA)

제품의 전과정에 걸쳐 제품시스템의 잠재적 환경 영향의 크기와 중요성을 이해하고 평가하는 것을 목적으로 하는 LCA의 한 단계

- 전과정 해석(Life cycle interpretation)

결론과 권고에 이르기 위하여 목록분석이나 영향평가 중 하나 또는 두가지에서 발견된 사항을 규정된 연구목적과 범위와 관련하여 평가하는 LCA의 한 단계

- 비교 주장(Comparative assertion)

동일한 기능을 수행하는 제품 사이의 우수성 및 동등성에 관한 환경성 주장

- **투명성(transparency)**

공개적이고 포괄적이며 이해할 수 있는 정보 제시

- **환경 측면(environmental aspect)**

환경과 상호작용할 수 있는 조직의 활동 또는 제품, 혹은 서비스 요소

- **제품(Product)**

모든 물품이나 서비스

- **부산물(co-product)**

같은 단위공정이나 제품시스템에서 나온 둘 이상의 제품

- **프로세스(process)**

투입물을 산출물로 변형시키는 일련의 상호연관되거나 상호작용하는 활동

- **기본흐름(elementary flow)**

인위적인 사전 변형 없이 환경으로부터 채취되어 제품시스템으로 들어가는 연구 대상인 물질 또는 에너지, 또한 인위적인 사후 변형 없이 환경으로 배출되어 제품시스템에서 나가는 연구 대상인 물질 또는 에너지

- **에너지 흐름(energy flow)**

에너지 단위에 의해 정량화된 단위공정이나 제품시스템으로의 투입물 또는 산출물

- **원료에너지(feedstock energy)**

제품시스템에서 에너지원으로 사용되지 않는 원료 투입물의 연소열로 고위 발열량 또는 저위발열량으로 표현된 것

- **원료(raw material)**

제품을 생산하는 데 사용되는 1차 또는 2차 물질

- **보조 투입물(ancillary input)**

제품의 일부에 포함되지 않으면서, 제품을 생산하는 단위공정에서 사용되는 투입물

- **할당(allocation)**

연구 대상인 한 제품시스템과 하나 이상의 다른 제품시스템 사이에서 하나의 공정 또는 하나의 제품시스템의 투입물과 산출물의 흐름을 분배하는 과정

- **제외기준(cut-off criteria)**

연구에서 제외되어야 할 단위공정 또는 제품시스템과 연관된 물질량 또는

에너지 흐름의 양 혹은 환경적 중대성을 명시한 것

- **데이터 품질(data quality)**

설명한 요건을 만족시키기 위한 그들의 능력과 연관한 데이터의 특성

- **기능단위(functional unit)**

기준단위(reference unit)로 사용하기 위한 제품시스템의 정량화된 성능

- **투입물(input)**

단위공정으로 들어가는 제품, 물질 또는 에너지 흐름

- **중간흐름(intermediate flow)**

연구할 제품시스템의 단위공정 사이에 일어나는 제품, 물질 또는 에너지 흐름

- **중간제품(intermediate product)**

시스템 내에서 추가 변형을 위하여 다른 단위공정의 투입물이 되는 한 단위공정에서의 산출물

- **산출물(output)**

단위공정을 나오는 제품, 소재, 또는 에너지 흐름

- **공정에너지(Process energy)**

에너지 그 자체의 생산과 유통을 위한 에너지 투입물을 제외하고, 한 단위 공정 내에서 공정 또는 장비를 가동하기 위해서 필요한 에너지 투입물

- **제품흐름(product flow)**

제품시스템으로 들어오거나 나가는 제품

- **제품시스템(product system)**

하나 또는 그 이상의 정의된 기능을 수행하는 기본 흐름 및 제품 흐름을 갖는 단위공정의 집합체로, 제품의 전과정을 나타냄

- **기준흐름(reference flow)**

주어진 제품시스템 내의 공정으로부터 나오는 산출물이 기능단위로 표현된 기능을 수행하는 데 필요한 양(measure)

- **배출물(release)**

대기, 수계, 토양으로 버려진 물질

- **민감도 분석(sensitive analysis)**

방법론과 데이터의 선택이 연구의 결과에 미치는 영향을 평가하기 위한 체계적인 절차

- **시스템 경계(system boundary)**

어떤 단위공정들이 제품시스템의 일부라는 것을 상술하는 일련의 기준

- **불확실성 분석(uncertainty analysis)**

부정확한 모델과 불확실한 투입물 및 가변적인 데이터의 누적된 효과로 인하여 전과정 목록분석의 결과에 도입된 불확실성을 정량화하기 위한 체계적인 절차

- **단위공정(unit process)**

투입물과 산출물 데이터를 정량화하기 위하여 전과정 목록분석에서 고려되는 최소 요소

- **폐기물(Waste)**

소유자가 처분하기를 의도하거나 처분을 해야하는 물질 또는 물건

- **완전성 검사(completeness check)**

LCA 단계에서 얻은 정보가 목적 및 범위 정의에 일치하는 결론에 도달하기 위해 충분한지 검증하는 프로세스

- **일관성 검사(consistency check)**

가정, 방법, 데이터가 연구를 통해서 일관되게 적용되고 결론에 도달하기 전에 수행되는 목적 및 범위 정의에 일치하는지 검증하는 프로세스

- **민감도 검사(sensitivity check)**

민감도 분석으로부터 얻은 정보가 결론에 도달하고 권고를 하는 데 적절한지 여부를 검증하는 프로세스

- **평가(evaluation)**

LCA의 결과에 신뢰도를 입증하기 위해 의도된 전 과정 해석 단계의 요소

주) 평가는 연구의 목적 및 범위 정의에 부합되는 완전성 검사, 민감도 검사, 일관성 검사 그리고 다른 타당성 확인 방법을 포함한다.

- **정밀검토(critical review)**

전과정평가와 전과정평가에 대한 표준의 원칙 및 요구사항 사이의 일관성을 검증하기 위한 프로세스

- **이해관계자(interested party)**

제품의 환경적 성과 또는 전과정평가의 결과에 의해 영향을 받거나 이들과 관련된 개인 또는 단체

3. 농업부문의 LCI 데이터베이스 구축

가. 농업부문의 LCI 데이터베이스 개발 및 관리

국가 LCI DB의 개발 및 관리를 위해서는 신규개발 데이터베이스의 선정, 기존 데이터베이스의 개정에 관한 업무, 개별 기존 데이터베이스의 사용이력 관리, 데이터베이스의 배포 및 데이터베이스의 품질 관리 방법론의 개발이 필요하다.

■ 신규 LCI 데이터베이스 구축 대상 모듈/물질 선정

신규 국가 LCI DB의 선정은 일정한 절차에 의해 이루어진다. 신규 국가 LCI DB 선정의 절차는 필요한 모듈에 대한 수요조사, 해당 모듈의 세분화 정도 결정, 업계 및 관련 전문가의 의견수렴을 거친 후 후보 모듈 중 선정해야 한다.

■ 기존 데이터베이스의 개정

기존 국가 LCI DB의 개정 역시 신규 개발과 유사하게 일정한 절차에 따라 개정 대상 DB를 선정하고 개정 작업을 수행해야 한다. 선정기준은 기본적으로 개발 후 5년 경과한 데이터베이스 또는 사용과정 중에서 품질에 문제점이 있어 DB 수정이 필요한 경우가 대상이 된다.

■ 기존 데이터베이스의 사용 이력 관리

기존 국가 LCI DB의 사용 이력 관리는 해당 DB의 활용도에 대한 정보를 관리하는 것으로, 이는 향후 유사한 DB의 신규 개발 및 개정시 활용된다.

■ 데이터베이스의 배포 및 관리

현재 국가 LCI 데이터베이스는 농촌진흥청, 산업통상자원부와 환경부, 건설기술연구원이 각각의 분야에 대한 LCI DB의 개발 및 배포를 담당하고 있으며, 산업통상자원부는 산하기관인 국가청정지원센터(https://www.kncpc.re.kr/resource/lci_pass_db.asp) 환경부는 산하기관인 한국환경산업기술원(<http://edp.or.kr>)의 홈페이지를 통해 배포하고 있다(환경부, 2003). 농촌진흥청도 LCI DB의 활용도를 높이기 위해 별도의 시스템을 통해 LCI DB 사용자의 관리 및 개별 DB의 다운로드 수를 관리하여 신규 DB의 개발 및 기존 DB의 개정 시 활용할 수 있도록 할 필요가 있다.

나. 전과정목록(LCI) DB구축

전과정목록의 구축은 ISO 14040의 절차에 따라 수행된다.

1) 목적 및 범위 정의

농업부문의 LCI DB 구축을 수행하기 전 연구 결과의 이용분야를 고려하여 연구의 목적을 설정하고 목적을 달성하기 위한 타당한 범위의 설정이 필요하다.

가) 목적 정의

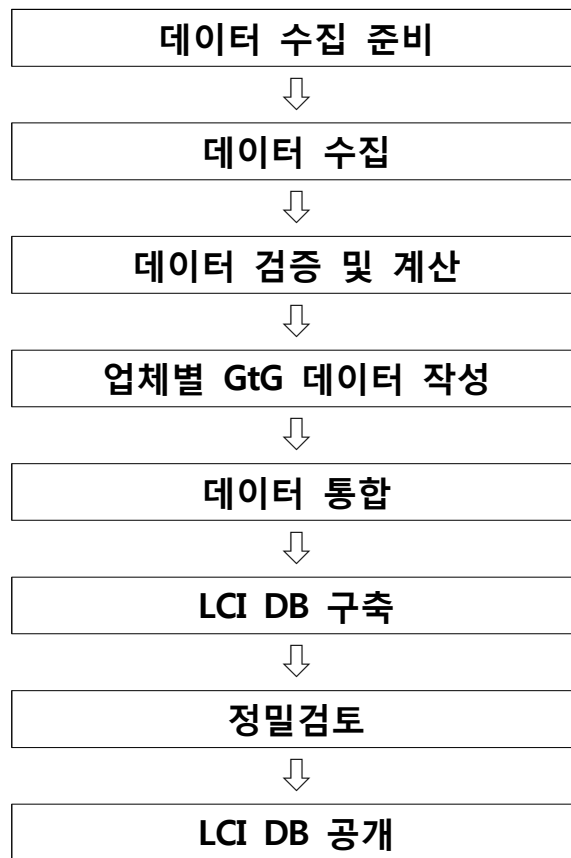
목적 정의 단계에서는 연구를 수행하는 이유, 적용분야 및 대상 청중 등을 기술해야한다.

나) 범위 정의

범위 정의 단계에서는 대상이 되는 제품의 기능, 기능단위, 기준흐름을 결정하는것 뿐만 아니라 수행방법(목록분석/영향평가, 해석) 및 가정 등과 같은 전과정목록 DB를 구축하기 위한 전반적인 사항들을 정의해야 한다. 이는 전과정목록 도출에 직접적으로 영향을 미치는 요소로 수행 목적에 부합하도록 설정해야 한다.

2) 전과정 목록분석

전과정평가의 두 번째 단계로 연구의 목적 및 범위 정의 단계에서 설정한 연구의 목적 및 범위에 따라 데이터를 수집하고 검증 및 계산하는 데이터 처리과정을 통해 전과정목록 결과를 도출하며 그 수행절차는 다음의 그림과 같다(ISO, 2006b).



[그림 5] LCI DB 구축 절차

가) 데이터 수집 준비

데이터를 수집하기에 앞서 대상 시스템(제품)을 이루고 있는 구성 요소 및 공정을 파악하고 수집될 데이터에 대해 파악하는 단계로 공정 흐름도를 작성해야 한다. 전과정목록 구축에 있어 공정도는 공정의 최소단위인 단위공정(Unit Process)의 연속으로 이루어져 있다. 단위공정은 데이터 수집의 용이성과 데이터 관리체계에 따라 결정되거나 목적에 의해서도 결정되며, 데이터 수집의 기본 단위가 된다.

국가 평균 데이터베이스의 구축이 목적인 경우에는, 대표성의 확보가 중요하기 때문에 본 단계에서 시장조사를 통하여 누적 시장점유율을 조사한 후 일정 비율 이상인 업체를 대상으로 선정하여야 한다.

나) 데이터 수집

공정 흐름도 작성이 완료되면, 단위 공정을 토대로 데이터 수집을 하여야 한다. 데이터 수집은 가장 많은 노력과 시간, 비용을 요구하는 과정으로 문헌 데이터를 이용하기도 하지만 생산 공정의 실제 데이터를 수집하기 위해서는 현장 방문을 통한 공정 담당자 인터뷰 및 설문지를 작성하는 방법이 주로 이용된다.

본 단계에서 수집할 데이터는 원부자재 및 유틸리티, 환경배출물 등의 공정데이터이며, 데이터 수집 시에는 중복 계산되거나 누락되는 것을 피하기 위해 각 단위공정별로 특이사항을 상세히 기술하도록 하며, 연구결과에 중대한 영향을 주는 문헌을 통해 수집된 데이터는 반드시 출처와 수집한 시기, 추가적인 데이터 품질 지표(실측, 계산, 추정 등)를 언급하며, 품질 지표를 만족하지 못할 경우에는 제한사항을 기록한다.

본 가이드라인에서는 공정 데이터 수집 시 활용할 수 있는 설문지 양식 및 사용 방법을 부록을 통해 제시하고 있다.

다) 데이터 검증 및 계산, GtG²⁾ 작성

데이터 수집과정은 반드시 데이터 품질에 대한 검토가 수행되어야 연구결과의 신뢰도를 향상시킬 수 있다. 이러한 데이터 검증과정은 물질수지가 가장 일반적으로 사용되며, 경우에 따라서는 에너지 수지와 물 수지 등이 수행될 수도 있다. 이와 더불어 투입물과 산출물 간의 인과관계를 고려하여 누락된 데이터 또는 이상치 등을 분석해야 한다. 이러한 누락치와 이상치를 판단하는데 있어서 대상제품 또는 소재에 대한 LCI 데이터베이스 구축에 참여한 업체별로 수집한 데이터를 비교 분석하는 것이 가장 효율적인 방법이다.

데이터 검증이 완료되면 필요에 따라 단위공정 간 할당을 수행하고, 기능단위별 환산 등의 계산 과정을 수행한다. 이러한 과정을 통해 각 참여업체별로 기능단위당 투입물과 산출물에 대한 공정 데이터(GtG)가 구축된다.⁷⁾

2) GtG(Gate to Gate) : 하나의 단위공정을 의미하며 개별 단위공정의 데이터 목록을 말함

라) 데이터 통합 및 LCI DB 구축

본 단계에서는 각 업체의 GtG 데이터를 하나의 LCI DB로 통합하는 과정으로, 참여업체별 점유율 및 생산량 등을 반영하여 수직적 합산법 또는 수평적 합산법을 활용하여 데이터를 통합한다.

이러한 통합 과정을 통해 업체에서 제공된 데이터는 기밀이 보장된다. 통합된 데이터를 통해 대상제품 또는 소재 등을 기능단위를 생산하기 위하여 원료 및 보조물질 등이 얼마나 투입되고, 각종 산출물들이 얼마나 배출되는지를 파악할 수 있다.

통합된 데이터는 전과정평가 소프트웨어를 활용하여 상/하위 흐름의 LCI 데이터베이스를 연결하여 결과를 도출하며, 이렇게 해서 구축된 것을 LCI 데이터베이스라고 부른다(World Food LCA Database, 2014).

마) 정밀검토 및 LCI DB 공개

구축한 LCI 데이터베이스의 신뢰성 확보를 위해 전과정평가 전문가 등을 대상으로 정밀검토를 수행한다. 정밀검토 단계에서는 연구의 목적 및 범위정의 단계에서 범위와 유형을 규정한 사실을 기초로 이루어진다. 정밀검토가 이루어지면, 정밀검토 시 도출된 의견은 보완한 후에 LCI 데이터베이스를 공개하도록 한다.

3) 전과정 영향평가

전과정 목록분석 결과를 활용하여 대상제품 또는 소재 등의 전과정에서 야기될 수 있는 잠재적인 환경영향을 평가하는 단계이다.

4) 전과정 해석

전과정 목록 및 전과정 영향평가 결과를 토대로, 연구의 목적 및 범위정의에 따라 수행되었는지를 종합적으로 평가하는 단계이다.

다. 전과정목록(LCI) DB 구축을 위한 고려사항

1) 기능 및 기능단위, 기준흐름

농업분야의 국가 LCI DB의 특성상 기능 및 기능단위의 정의는 큰 의미를 갖는다고 볼 수는 없으나, 보다 상세하고 명확한 정의를 위해 기능 및 기능단위, 데이터 표현단위를 설정하는 것이 좋다. 또한 기능단위 및 기준흐름을 정의할 때에는 가급적 SI 단위로 표현하는 것을 권고하며, 다음의 사항을 고려하여 설정해야 한다.

가) 기능

연구의 목적에 부합하고, 제품 또는 공정의 성능특성(기능)을 명확히 서술하도록 한다.

나) 기능단위

기능단위는 제품 시스템의 산출 기능을 정량적으로 표현할 수 있어야 한다. 기능단위의 목적은 제품 및 서비스에 의해 제공되는 기능을 정량화하고, 투입물과 산출물 데이터를 정규화 혹은 일반화시키는 기준을 제공하는 것으로 다음의 사항을 고려하여 설정해야 한다.

- 연구의 목적 및 범위 정의와의 일관성
- 명확히 정의되고 측정 가능해야 함
- 정규화되는 투입물과 산출물 데이터에 대한 기준 제공

다) 기준흐름

데이터 계산을 위해 기준이 되는 생산량으로 물질 및 소재, 폐기과정 등에 대한 데이터베이스의 경우에 기능단위에서 정의한 생산량과 기준흐름은 동일한 경우가 많으며, 일반적으로 LCI 데이터베이스 구축 시에는 SI 단위를 기본으로 한다.

2) 시스템 경계

시스템 경계는 대상 제품의 경계를 한다. 일반적인 전과정평가 연구에서는 원료물질의 채취 및 제조, 제품 제조단계, 상용단계, 폐기단계 등 전과정을 모두 포함한다. 그러나 국가 LCI DB 구축 시 시스템 경계는 연구 목적에 따라 원료물질 채취 및 제조로부터 생산품의 출하 직전까지의 공정을 포함하도록 한다.

시스템 경계는 LCA의 목적 및 범위, 제외기준, 가정 등에 의해 결정되며, 포함된 단위공정은 제품을 제조하는 주요 공정에서부터 출발하여 상위공정(자원 및 원료 취득, 물질 가공, 부품제조 등)과 하위공정(배출물의 처리 공정 등)을 연결하여 일련의 물질과 에너지 흐름을 상세하게 설명해야 한다.

또한, 시스템 경계 내로 유입되는 투입물과 시스템 경계를 벗어나는 배출물은 기본흐름(Elementary flow)이어야 하며, 생산과 직접적으로 관련이 없는 자본재(식당, 사무실 등)는 제외하도록 한다.

투입물 및 산출물의 시스템 경계 포함 여부는 다음의 원칙을 따르도록 한다.

가) 투입물과 관련된 시스템 경계 설정

- 제품의 생산에 소요되는 원료 생산 공정은 시스템 경계 내에 모두 포함한다. 단, 제품을 출하할 때 사용되는 포장재로 사용되는 투입 원료는 시스템 경계에서 제외한다.
- 각종 설비, 기계, 건물 등의 제조 및 폐기 과정은 생산과의 직접 관련 여부와 상관없이 시스템 경계에서 제외한다.
- 공정을 정상적으로 가동시키기 위해 사용되는 소모성 자재의 생산 공정은 시스템 경계 내에 포함한다.
예) 필터, 베어링, 연마구, 절삭구, 윤활유, 절삭유 등
- 공정의 청결 유지 및 수리용 자재, 작업자의 피복의 생산 공정은 시스템 경계에서 제외한다.
예) 설비 세척제, 청소용구, 방진복, 장갑 등

나) 산출물과 관련된 시스템 경계 설정

- 원부자재 생산 공정의 경우 생산품 출하 이후의 과정(제품 수송, 사용, 폐기)은 시스템 경계에서 제외한다.
단, 출하 이후 제품의 사용자(공정)까지의 수송 과정에서 손실이 발생하는 경우(예를 들어 전력, 상수, 공업용수 등)에는 손실률을 고려하여 최종 데이터를 산출해야 한다.
- 공정 중 발생하는 폐기물 중 시스템 경계에 포함된 투입물로 인해 발생하는 폐기물의 처리 공정만 시스템 경계에 포함한다.

3) 데이터 범주

데이터 범주는 투입물, 산출물, 투입물과 산출물을 받는 환경 등으로 구분할 수 있으며, 각각의 세부 내용은 다음과 같다.

가) 투입물(input)

제품 전과정에 사용되는 물질로 자원(resource), 원료물질(raw material), 에너지(energy), 보조물질(ancillary)로 구분한다(Europe innova Eco-Innovation Biochem, 2011).

- 자원 : 에너지 및 광물을 포함한 자연으로부터 오는 것을 의미
- 원료물질 : 중간재, 반제품 등을 포함하는 기술계로부터 오는 것을 의미
- 에너지 : 기술계로부터 오는 에너지 투입물(ex : 전기, 스팀 등)
- 보조물질 : 보조물질, 수송 및 다른 서비스를 포함

나) 산출물(Output)

제품(Product) 및 부산물(co-product), 배출물(emission), 잔여물(residues)로 한다.

- 제품(Product) : 모든 물품이나 서비스
- 부산물(co-product) : 같은 단위공정이나 제품시스템에서 나온 둘 이상의 제품

- 배출물(emission) : 자연으로 배출
- 잔여물(residues) : 고체, 액체, 가스 상태의 흐름

다) 환경

투입물과 산출물을 받는 환경은 대기, 수계, 토양, 기술계로 구분한다.

라) 환경

- 폐기물 : 폐기물은 매립, 소각, 재활용 폐기물로 구분한다.
- 수집 대상이 되는 투입물 및 산출물의 종류를 명시한다.
- 물질명은 IUPAC(International Union of Pure and Applied Chemistry)명 혹은 관용명으로 기재한다.

4) 데이터 품질 요건 설정

데이터 품질을 설정하는 것은 전과정평가(또는 LCI DB구축)를 수행함에 있어 데이터 또는 데이터베이스가 시간적, 지리적, 기술적으로 적절하게 사용되도록 하고 연구결과의 타당성을 확보하기 위함이다. 데이터 품질 요건은 다음의 내용을 고려하여 설정한다(무역/투자위원회, 2004).

가) 데이터 품질요건 설정 필수 사항

- 시간적 범위 : 원칙적으로는 데이터가 수집된 시간을 의미하나, 일반적으로 데이터가 구축되어 공개된 시점으로 표현한다. 이는 데이터의 최신성을 보장하기 위한 요건이다.
- 지역적 범위 : 데이터가 최초로 수집된 또는 구축된 지역을 의미하는 것으로 해당 물질 및 제품의 그 지역에서의 환경영향을 고려하기 위함이다.
- 기술적 범위 : 해당 물질 및 제품의 제조 기술에 대한 수준을 요구하는 것으로서 유사 설비일지라도 기술수준에 따라 그로 인한 환경영향이 다르기 때문에 기술수준을 반영하는 것이 필요하다.
- 위의 3가지 이외의 추가적인 품질요건에는 정밀성, 완전성, 대표성, 일관성, 재현성 등이 있다.

나) 데이터 품질요건의 원칙

- 공정 데이터는 현장데이터(측정치, 계산치 등) 사용을 원칙으로 하며, 부득이하게 현장 데이터를 반영하지 못할 경우에는 가장 유사한 제품 및 유사 공정 데이터를 사용할 수 있다.
- 현장데이터는 최근 1년간 누적데이터를 사용하는 것을 원칙으로 하며, 생산 기간이 1년 미만인 신제품의 경우에는 생산시점부터 데이터 수집 시점까지 누적 평균 데이터를 사용할 수 있다.
- 제품생산, 데이터 측정 기술 및 방법 등의 기술적 범위는 현장에서 사용되고 있는 기술수준 및 공법을 적용한다.
- 현장데이터 사용이 어려운 경우, 국가 LCI데이터베이스 등 공개된 일반데이터를 활용할 수 있다.
- 유사제품 및 유사 공정의 데이터, 일반데이터 사용, 데이터가 누락된 경우에는 그 사유 및 타당성을 검토하고 이를 명시하여야 한다.

5) 데이터 수집 및 계산

가) 데이터 수집

데이터 수집 항목은 데이터 범주에서 명시한 항목 및 다음의 내용을 포함해야 하며, 측정이 어려운 데이터 항목은 타당한 근거를 갖고 산출하고, 산출근거를 명시해야 한다.

- 데이터 출처 및 수집방법
- 데이터(누락데이터 포함) 처리과정
- 가정
- 처리방법 및 결과

나) 데이터 수집 및 계산 원칙

(1) 원료물질 채취 및 생산 공정 데이터

- 데이터베이스 구축 대상 공정으로 투입되는 물질 또는 에너지의 제조 공정 데이터는 일반적으로 아래와 같은 우선순위에 따라 데이터를 사용한다. 이 때, 데이터의 타당성을 반드시 검토해야 한다.

- 해당 국가 LCI 데이터베이스
- 해당 업계 평균 데이터(APME, IISI 등)
- 기타 일반데이터(소프트웨어 내장 데이터 등)

- 투입물 생산 공정의 현장데이터를 수집할 수 있는 경우에는 신뢰성 검토를 거쳐서 사용하도록 한다.

(2) 데이터베이스 구축 대상 공정 데이터

- 현장데이터 수집을 원칙으로 하고, 단위공정별 투입물과 산출물 값은 물질수지 또는 에너지수지를 활용하여 데이터의 타당성을 검증한다.
- 이산화탄소의 배출량이 측정되지 않는 경우에는 기후변화에 관한 정부 간 패널(Intergovernmental Panel on Climatic Change, IPCC)에서 규정한 배출계수를 적용한다.
- 소각 및 폐수 처리공정은 현장데이터 수집을 원칙으로 하되, 현장데이터 수집이 어려운 경우에는 일반데이터를 사용할 수 있다. 이 때, 폐기물을 일반폐기물과 지정폐기물로 구분하여 소각하는 경우에는 일반폐기물과 지정폐기물 데이터를 사용하고, 폐기물을 물질별로 소각하는 경우에는 물질별로 구분된 데이터를 사용해야 한다.
- 복수의 공정이 운영되고 있는 경우에는 모든 공정의 데이터 수집을 원칙으로 한다. 단, 공정 특성이 매우 유사하며, 데이터의 변화가 거의 없는 것으로 예상되는 경우에는 대표공정을 선정하여 데이터를 수집한다.
- 수송은 수송수단별 수송수량 및 수송거리의 실제 데이터를 수집하며, 수송수단이 복수인 경우, 대표 수송수단을 적용할 수 있다. 단, 대표 선정 기준의 정당성을 입증해야 하며, 회차는 고려하지 않는다.

LCI D/B 구축을 위한 참고사항

1. 단위공정 결정

데이터 수집의 기본단위인 단위공정은 다음의 원칙을 고려하여 결정한다.

- 기업의 데이터 관리 수준

데이터를 제공하는 기업의 데이터 관리 현황(통합관리, 세분화되어 관리)에 따라 단위공정을 결정해야 함

- 공정의 유사성





기업이 데이터를 세분화하여 관리하는 경우, 단위공정 결정은 세부 공정들 간의 유사성을 고려하여 결정해야 함


- 할당 회피 가능성

데이터가 세분화되어 관리되는 경우, 공정 중간에 발생하는 부산물에 대한 할당을 회피할 수 있는 수준에서 단위공정 결정

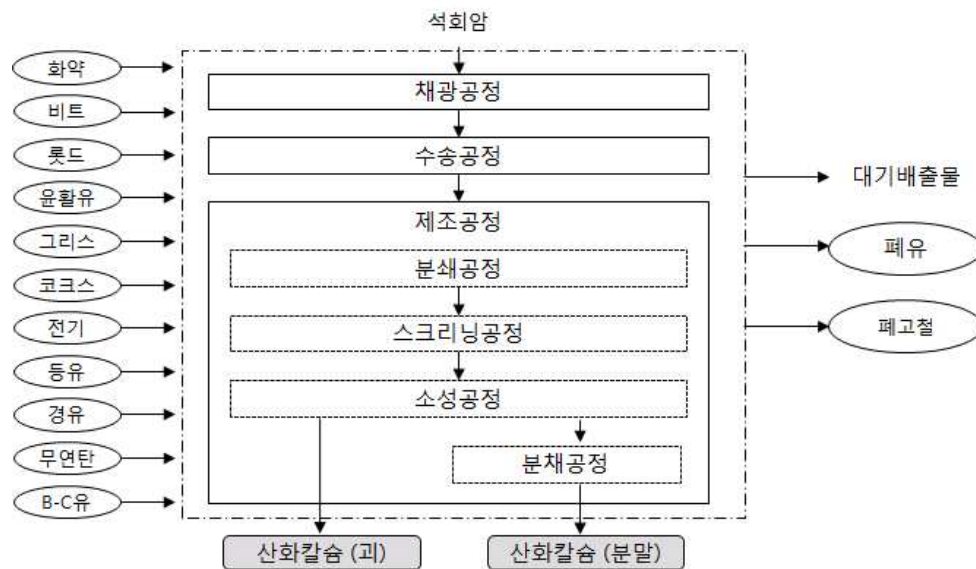
2. 공정흐름도 작성

작성된 공정흐름도에 대한 일관성과 데이터베이스 사용자의 이해를 돕기 위해 공정흐름도 작성 시에는 환경부 및 산업통상부와 동일하게 다음과 같은 기준을 적용하여 작성한다.

- 제품 흐름은 수직흐름으로 표시한다. 제품흐름에는 공정에 투입되는 원료와 중간제품, 최종제품이 포함된다.
- 보조물질과 환경배출물, 부산물의 흐름은 수평흐름으로 표시한다.
- 단위 공정은 사각형()으로 표시한다.
- 기술계에서 투입되는 물질 및 에너지와 기술계로 배출되는 흐름은 타원()으로 표시한다. 다만, 기술계 흐름 중에서 상·하위 흐름 데이터베이스를 연결시키지 않은 것은()으로 표시한다.
- 자연계에서 투입되고 자연계로 배출되는 흐름은 별도의 표시 없이 명칭만 기입한다.
- 제품과 부산물은 모서리가 둥근 사각형()으로 표시하되, 제품은 바탕색을 회색으로 표시하고 부산물은 흰색으로 표시한다.

※ 재활용 공정이나 열회수에 의한 소각공정에서 생산되는 제품 또는 부산물은 그 만큼의 환경영향을 제외시키는 환경영향 회피(avoid impact)를 고려하는데 이 경우도 부산물과 동일하게 둥근 사각형()으로 표시한다.

- 공정 내부의 물질 및 에너지 순환 흐름은 점선으로 표시한다.



공정흐름도 작성의 예

3. 데이터 수집

- 데이터 수집은 설문지를 활용하는 것을 원칙으로 하며, 추가 데이터 수집이 필요한 경우 전화 또는 우편, 이메일 등을 활용하여 데이터를 수집한다.
- 데이터 수집시에는 다음의 내용이 반드시 포함되도록 한다(Agri footprint).
 - 데이터 작성자 인적사항 및 제품정보
 - 공정데이터 특성
 - 투입물/배출물 정량적 정보

4. 데이터 검증

설문지를 활용하여 수집한 공정 데이터의 사용 적합성 여부를 판단하기 위하여 데이터 검증을 수행한다. 데이터 검증은 일반적으로 물질수지 검증방법과 에너지 수지를 활용하여 실시한다.

일반적으로 물질수지가 맞지 않을 경우에는 다음의 사항을 확인한다.

- 단위 오류를 확인한다.
- 동일 모듈의 다른 참여업체의 데이터와 비교하여 누락물질과 이상치가 있는지 체크한다.
- 공정 설명자료 등을 활용하여 누락시킨 물질 등이 있는지 확인한다.
- 체크한 항목들이 모두 맞을 경우 :
 - 투입물보다 산출물의 양이 적다면, 산출물의 일부를 손실(loss)로 간주할 수 있는지를 공정 전문가에게 문의하여 결정한다.
 - 투입물보다 산출물의 양이 많은 경우, 연보상의 제품 생산량과 동일하다면 최종제품을 중심으로 데이터를 역으로 계산하여야 한다.
 - 이상의 문제점이 없다면, 데이터 작성자와 상의하여 공정데이터의 재수집 여부를 결정한다.

물질수지가 맞을 경우에도 아래의 항목은 반드시 확인해야 한다(Centre for environmental strategy University of Surrey, 2007).

- 제품흐름(main flow)에 대한 수지(balance)를 체크한다.
 - 상위공정 (output mainflow) = 하위공정 (input mainflow)
 - 원료의 합 = 제품 + 부산물 + 일부 폐기물
- 필요에 따라 물수지를 체크한다.
 - 공정수+냉각수+제품수+기타 = 수계배출물+제품의 함수량+증기량

5. 데이터의 계산

데이터 계산은 gate to gate 데이터를 구축하기 위한 과정이다. 데이터 계산 과정에는 단위공정 내 데이터 계산과 단위공정 간 데이터 계산, 기능단위에 의한 환산, 데이터 통합 등이 포함된다. 데이터 계산이 완료되면 할당 등의 수행으로 인하여 투입물과 산출물 간에 물질수지가 맞지 않을 수도 있다 .

- 단위 공정 내 데이터 계산

• 대기배출물 산출

연료를 사용할 경우에는 대기배출물이 발생한다. 일반적으로 업체에서 측정하는 데이터를 우선적으로 수집하지만, 여의치 않을 경우에는 다음과 같은 순서에 의하여 대기배출물을 산출한다.

- ▶ 연료의 원소성분을 조사한 후, 이론연소방정식에 따라 대기배출물을 산출한다. 이 경우 연료의 황함유량 및 탈황 비율의 조사가 필요하다.
- ▶ 연료의 원소성분을 모를 경우 IPCC 연소식을 활용하여 대기배출물의 조성 및 배출량을 산정한다.

• 수계배출물 산출

수계배출물이 하천 또는 바다로 방류되는지 아니면 종말처리장으로 보내지는지에 따라 데이터 계산이 달라진다.

- ▶ 방류하는 경우 : 수계배출물 항목인 BOD, COD, SS, T-N, T-P 등에 대한 배출량을 조사해야 한다. 농도단위로 관리하는 경우, 질량단위로 환산하기 위한 연간 총 방류수와 연평균 농도를 조사하여 항목별 배출량을 계산한다. 연간 총 배출량의 관리가 이루어지지 않는 경우, 시간당 평균 유량을 추가로 조사해야 한다.
- ▶ 종말처리장으로 보내질 경우 : 자연으로 방류되지 않기 때문에 폐수에 대한 농도를 조사할 필요가 없으나, 종말처리장으로 유입되는 배출 총량은 조사한다. 그런 후 종말처리장에 대한 하위 흐름 데이터베이스를 연결함으로써 최종적으로 자연으로 배출되는 수계배출물의 양을 파악할 수 있다.

- 단위 공정 간 데이터 계산

• 공정 간 순환되는 에너지 흐름

스팀을 사용한 후에 발생하는 응축수는 버려지는 것이 아니라 일반적으로 보일러로 보내져서 다시 스팀으로 재생하는 경우가 일반적이다. 이 경우에 원하는 스팀을 생산하는 과정에서 응축수의 고유 열량에 스팀에 필요한 열량만을 보충함으로써 스팀으로 재생된다.

즉, 이러한 경우에 공정에 필요한 스팀을 생산하기 위하여 보일러에 보충되는 에너지량만 기록한다.

$$\begin{aligned} \text{스팀 보충 에너지량(MJ)} &= \\ &\text{스팀 에너지량(MJ)} - \text{응축수 에너지량(MJ)} \end{aligned}$$

- 할당

ISO 표준에 따라 다음의 사항을 순차적으로 고려하여 수행한다.

- 할당 회피 가능성

할당을 회피할 수 있는지 여부를 확인하다. 하지만, 할당을 피하기 위하여 부산물을 폐기물로 간주하는 것과 같은 다분히 주관적인 고려는 배제한다.

- 물리적인 인자에 의한 할당

할당을 피할 수 없는 경우에 우선적으로 물리적인 인자에 의하여 할당이 가능한지 여부를 고려한다. 즉 무게비에 의한 할당이 타당한지 여부를 판단한다.

- 경제적 가치에 의한 할당

물리적인 인자에 의한 할당이 타당하지 않다고 판단되는 경우에는 단가에 생산량을 곱한 매출액 비를 활용한 경제적 가치에 의한 할당을 수행한다.

- 물리적 또는 경제적 가치에 의한 할당이 타당하지 않은 경우

제품과 부산물의 용도에 에너지원으로 활용될 경우에는 발열량에 의한 할당 등 에너지에 의한 할당을 수행할 수도 있다.

할당을 수행하는 경우에는 반드시 공유공정의 여부를 고려하여야 하고, 투입물과 제품 부산물의 인과관계를 고려한 할당 여부를 반드시 고민하여야 한다.

- 기능단위 기준으로 환산

단위공정별 계산이 완료된 데이터는 기능단위인 1kg 또는 1ton 기준으로 환산한다.

- 데이터 통합

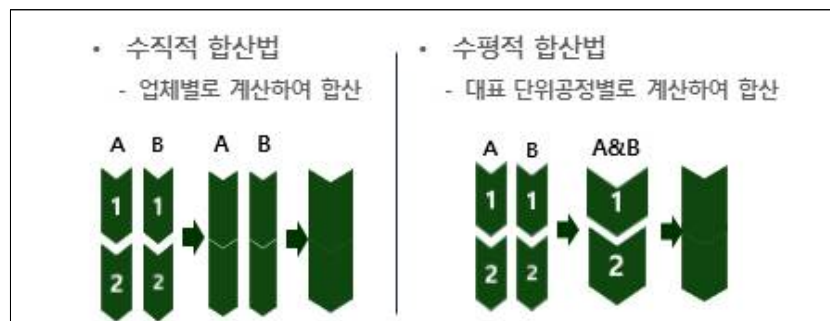
데이터 통합은 수직법(Vertical method)과 수평법(horizontal method)이 있다.

- 수직적 합산법

각 업체의 데이터를 통합한 후에 각 업체의 생산량 비를 적용하여 통합하는 방식으로 데이터 계산이 수평법보다 상대적으로 쉽고 각 업체별로 합산할 경우, 해당 업체의 고유한 데이터 특성을 살릴 수 있다는 장점은 있지만, 수평적 합산법에 비해 데이터의 기밀 누출이 쉽다는 단점이 있다. 이에 따라, 수평적 합산법을 사용할 경우 일반적으로 3개사 이상이 참여하는 것을 권고하고 있다.

- 수평적 합산법

각 업체의 동일한 단위공정 데이터를 합산한 후에 합산된 단위공정 데이터를 합산하는 방식이다. 이는 데이터의 기밀 누출이 상대적으로 어렵다는 장점은 있지만 데이터 계산이 복잡하고 해당 업체의 고유한 데이터의 특성을 살릴 수 없다는 단점이 있다.



데이터 합산법

IV 참고문헌

1. ISO, ISO 14040 Environmental management – Life Cycle Assessment, - Principles and framework, 2006
2. ISO, ISO 14044 Environmental management – Life Cycle Assessment, - requirements and guidelines, 2006
3. EPLCA, ILCD Handbook – General guide on LCA – Detailed guidance
4. BIS, PAS 2050, 2012
5. Agri footprint, Agri-footprint 2.0
6. World Food LCA Database, Methodological Guidelines for the Life Cycle Inventory of Agricultural Products, 2014
7. Pre, Introduction to LCA, 2014
8. Europe innova Eco-Innovation Biochem, A reviews of LCA Methods and tool and their suitable for SMEs, 2011
9. Centre for environmental strategy University of surrey, LCA Methodology and modelling considerations for vegetable production and consumption, 2007
10. 환경부, LCI D/B 표준 지침서, 2003
11. 무역/투자위원회, Life cycle assessment ISO14040 시리즈 실무 지침, 2004
12. 한국품질환경인증협회(KAB), 환경 전과정평가(LCA) 이론과 지침, 1988

<붙임 2> 유기농자재 품목 해외 DB 검토 (자료: Ecoinvent emd)

품목	DB명
계분	poultry manure, dried, at regional storehouse_Switzerland_2004
고령토	kaolin, at plant_EU_2007
고토	magnesium plant_EU_2007
	magnesium, at plant_EU_2007
규산	fluosilicic acid, 22% in H2O, at plant_EU_2007
	fluosilicic acid, 22% in H2O, at plant_Morocco_2004
	fluosilicic acid, 22% in H2O, at plant_United States_2004
당밀	molasses, from sugar beet, at sugar refinery_Switzerland_2007
대두	soy beans IP, at farm_Switzerland_2007
	soy beans organic, at farm_Switzerland_2007
대두박	soybean meal, soybean meal, at oil mill_United States_2007
	soybean meal, at oil mill_Brazil_2007
대두유	soybean oil, at oil mill_United States_2007
	soybean oil, at oil mill_Brazil_2007
모래	fluosilicic acid, 22% in H2O, at plant_EU_2007
	sand, at mine_Switzerland_2004
	silica sand, at plant_Germany_2007
백운석	dolomite, at plant_EU_2007
벤 토나이트	bentonite, at processing_germany_2004
	bentonite, at mine_germany_2007
	mine, bentonite_germany_2007
	recultivation, bentonite mine_germany_2007
비누	soap, at plant_EU_2007
산화칼슘	quicklime, in pieces, loose, at plant_Switzerland_2004
	quicklime, milled, loose, at plant_Switzerland_2007
	quicklime, milled, packed, at plant_Switzerland_2007
석고	gypsum, mineral, at mine_Norway_2007
설탕	sugar refinery_Global_2007
	sugar, from sugar beet, at sugar refinery_Switzerland_2007
	sugar, from sugarcane, at sugar refinery_Brazil_2007

소금	sodium chlorate, powder, at plant_EU_2007
	sodium chloride, brine solution, at plant_EU_2007
	sodium chloride, powder, at plant_EU_2007
소나무	sawn timber, paraná pine (SFM), kiln dried, u=15%, at sawmill_Brazil_2007
	industrial residual wood, paraná pine (SFM), u=15%, at sawmill_Brazil_2007
	sawn timber, paraná pine (SFM), u=15%, BR, at maritime harbour_EU_2007
소맥분	wheat organic, at feed mill_Switzerland_2007
	wheat grains organic, at farm_Switzerland_2007
수피	bark chips, softwood, u=140%, at forest road_EU_2007
	bark chips, softwood, u=140%, at plant_EU_2007
우분	compost plant, open_Switzerland_2007
	compost, at plant_Switzerland_2007
운모	chemicals inorganic, at plant_Global_2007
	chemicals organic, at plant_Global_2007
인광석	phosphate rock mine_United States_2007
	phosphate rock mine_Morocco_2007
	phosphate rock, as P2O5, beneficiated, dry, at plant_Morocco_2007
	phosphate rock, as P2O5, beneficiated, wet, at plant_United stated_2007
일라이트	aluminium hydroxide, at plant_EU_2007
자철석	magnetite, at plant_Global_2007
장석	feldspar, at plant_EU_2007
전분	maize starch, at plant_germany_2007
	potato starch, at plant_germany_2007
질석	vermiculite, at mine_South Africa_2004
	mine, vermiculite_South Africa_2004
탄산나트륨	sodium carbonate from ammonium chloride production, at plant_Global_2007
톱밥	sawdust, Scandinavian softwood (plant-debarked), u=70%, at plant_EU_2007
폴리에스테르수지	polyester resin, unsaturated, at plant_EU_2007
	glass fibre reinforced plastic, polyester resin, hand lay-up, at plant_EU_2007
황산가리고토	magnesium oxide, at plant_EU_2007
황산칼륨	potassium sulphate, as K2O, at regional storehouse_EU_2007
	potassium sulphate, as K2O, from rape oil, at esterification plant_EU_2007
효모	yeast paste, from whey, at fermentation_Switzerland_2007

1. 계분

Reference function	information
Name	poultry manure, dried, at regional storehouse
Unit	kg
Category	agricultural means of production
Subcategory	organic fertiliser
Amount	1
Included processes	The inventory contains the energy demand required for further-processing of poultry manure to obtain a commercial fertiliser (i.e. drying and granulation). Process emissions were taken into account as well as waste production (including waste production related to packaging of the final product at the plant). Transports to poultry farms to the plant and from the plant to the regional storehouse were included. Infrastructure and land use were taken into account by means of proxy data.
General comment	Values originate from a single producer of dried poultry manure, which, however, can be considered as typical for the Swiss market.
Formula	0
Infrastructure included	Yes
Dataset relates to product	Yes
Geography	The values refer to the market situation in Switzerland.
Technology	Values refer to a commonly used technology for this product.
Start year	2001
End year	2002

구분	내용
DB명	건조 계분
단위	kg
카테고리	농자재
보조카테고리	유기비료
양	1
포함된 과정	비료산업을 목적으로 한 계분의 프로세스로 에너지 수요가 포함돼 있음. 프로세스에는 폐기물 배출도 포함돼 있음(포장 포함). 수송범위는 농장에서 공장까지, 공장에서 지역창고까지이며, 기반시설 및 땅의 사용에 의한 발생량도 포함하고 있음.
일반적 논평	건조 계분비료를 생산하는 생산자에게 얻어낸 자료임. 스위스 시장을 감안하기 위해 사용을 고려할만 함.
Formula	0
기반시설 포함	포함
데이터시트와 제품의 연관성	있음
지역	스위스의 시장 상황을 참고함
기술	상품 생산에 일반적으로 사용하는 기술
시간연도	2001
마지막연도	2002
탄소원단위	1.071E-01 kgCO ₂ -eq/kg

2. 고령토

Reference function	information
Name	kaolin, at plant
Unit	kg
Category	chemicals
Subcategory	inorganics
Amount	1
Included processes	Raw materials and auxillaries used for production, energy consumption in production as well as emissions to air and water from production, estimation of infrastructure of the site (approximation based on limestone mine). No waste reported to external sites.
General comment	The functional unit represent 1 kg of kaolin. Quite a large uncertainty of the process data due to weak data on the production process.
Infrastructure included	Yes
Dataset relates to product	Yes
Geography	Data used are from one single company in Europe. They are used here for an average dataset for RER (Europe).
Technology	Data based on the information from one European producer. Inventory bases on filled in questionnaire.
Start year	2000
End year	2000

구분	내용
DB명	카오린(고령토)
단위	kg
카테고리	화학물질
보조카테고리	무기물
양	1
포함된 과정	제품을 위한 원자재와 제품생산의 근사치, 에너지 사용과 대기 및 수계배출물, 기반시설의 평가치를 포함함(석회석 광산을 기반으로 한 근사치).
일반적 논평	기능단위는 카오린 1kg. 생산프로세스 데이터가 빈약하기 때문에 상당히 불확실성이 큰 데이터임.
기반시설 포함	포함
데이터시트와 제품의 연관성	있음
지역	유럽의 단일 기업 데이터를 이용함. 유럽의 표준 데이터를 이용.
기술	유럽의 단일 생산자의 데이터를 기반함. 설문지를 통해 인벤토리를 구축.
시간연도	2000
마지막연도	2000
탄소원단위	2.079E-01 kgCO ₂ -eq/kg

3. 고토

(1) magnesium plant

Reference function	information
Name	magnesium plant
Unit	unit
Category	metals
Subcategory	extraction
Amount	1
Included processes	Building infrastructure and land use, no machinery.
General comment	Production plant for magnesium with an annual capacity of 100'000t and a life time of 50 years.
Infrastructure included	Yes
Data set relates to product	Yes
Geography	Data for 1 producer
Technology	Infrastructure (land use and buildings) for the production of magnesium not including equipment.
Start year	1998
End year	1998

구분	내용
DB명	고토(산화마그네슘)
단위	unit
카테고리	금속물
보조카테고리	추출물
양	1
포함된 과정	기반시설 건설과 대지 사용, 기계사용 제외
일반적 논평	기능단위는 카오린 1kg. 생산프로세스 데이터가 빈약하기 때문에 상당히 불확실성이 큰 데이터임.
기반시설 포함	포함
데이터시트와 제품의 연관성	있음
지역	유럽의 한 곳의 기업 데이터를 이용. 유럽의 표준 데이터를 이용.
기술	유럽의 한 곳의 생산자의 데이터를 기반함. 설문지를 통해 인벤토리를 구축.
시간연도	1998
마지막연도	1998
탄소원단위	1.451E+ 08 kgCO ₂ -eq/kg

(2) magnesium, at plant

Reference function	information
Name	magnesium, at plant
Unit	kg
Category	metals
Subcategory	extraction
Amount	1
Include d processes	Resource extraction until gate of the factory including infrastructure.
General comment	Large uncertainties exist for data on energy use and SF6 emissions during magnesium production. This inventory describes an assumption for the average production.
Infrastructure included	Yes
Data set relates to product	Yes
Geography	Data from literature and for 1 producer
Technology	Production of magnesium from seawater and dolomite in a modern production plant based on data from a Norwegian producer.
Start year	1998
End year	1998

구분	내용
DB명	고토(산화마그네슘)
단위	unit
카테고리	금속물
보조카테고리	추출물
양	1
포함된 과정	기반시설에서 원자재로부터 추출하는 공정을 포함
일반적 논평	에너지 사용량과 육불화황의 배출량의 불확실성이 상당히 큼. 이 인벤토리는 제품 평균 추정치로 표현함
기반시설 포함	포함
데이터 시트와 제품의 연관성	있음
지역	데이터는 문헌과 한 곳의 기업 데이터를 이용
기술	제품을 해수와 돌로마이트로부터 생산하는 노르웨이 시설의 데이터를 기반
시간연도	1998
마지막연도	1998
탄소원단위	7.681E+01 kgCO2-eq/kg

4. 규산

(1) fluosilicic acid, 22% in H₂O, at plant

Reference function	information
Name	fluosilicic acid, 22% in H ₂ O, at plant
Unit	kg
Category	chemicals
Subcategory	inorganics
Amount	1
Included processes	Fluosilic acid production as by-product from wet phosphate rock with the dihydrate process in the United States (Florida) and from dry phosphate rock with the dihydrate process in Morocco.
General comment	Only fluosilic acid production as by-product of phosphoric acid dihydrate process considered. Share of production accounted for RER mix approximated with production share in North America (main production in Florida) and Africa (main production in Morocco). No data of other countries considered. No data of other production processes as e.g. from hydrofluoric acid considered.
Infrastructure included	Yes
Data set relates to product	Yes
Geography	No data available. Data estimated. Only data of fluosilic acid production as by-product in phosphoric acid production in the United States. (Florida) and Morocco considered. Data from processes in Florida and Morocco applied for the production mix for Europe. Therefore high uncertainty.
Technology	Data refers only on production of fluosilic acid by-product from the phosphoric acid production by the dihydrate process in Florida and Morocco. No further technologies included.
Start year	1998
End year	1999

구분	내용
DB명	규산
단위	unit
카테고리	화학물질
보조카테고리	무기물
양	1
포함된 과정	규산 생산은 젖은 인회암(인광)으로부터 생산하는 미국공정과 건조 인회암으로부터 생산하는 모로코 공정의 부산물이다.
일반적 논평	수산화인산을 규산으로 만드는 공정. 유럽의 총량을 근사치에 가깝게 하였고, 플로리다와 모로코를 참고함. 다른 나라의 데이터는 고려하지 않음.
기반시설 포함	포함
데이터시트와 제품의 연관성	있음
지역	데이터는 문헌과 한 곳의 기업 데이터를 이용
기술	미국 플로리다와 모로코에서 생산하는 규산생산 공정만 참고
시간연도	1998
마지막연도	1998
탄소원단위	9.291E-01 kgCO ₂ -eq/kg

(2) fluosilicic acid, 22% in H₂O, at plant

Reference function	information
Name	fluosilicic acid, 22% in H ₂ O, at plant
Unit	kg
Category	chemicals
Subcategory	inorganics
Amount	1
Included processes	Raw materials, processing chemicals and processing energy, direct emissions to air from process, emissions to air and water from phosphogypsum disposal, emission of radioactive substances from gypsum to air and water, transport of raw materials to the plant, estimation for process infrastructure. The process includes data on emissions from phosphogypsum disposal to the ocean.
General comment	The process describes the production of phosphoric acid from dry phosphate rock with the dihydrate process in Morocco. As products of the multi output process fertiliser grade phosphoric acid (impure with 51% P ₂ O ₅) and dilute fluosilic acid (22% in H ₂ O) was considered.
Infrastructure included	Yes
Data set relates to product	Yes
Geography	Data for amount of phosphoric acid production from statisites of IFA (International Fertiliser Agency). Data on phosphoric acid process from a report concerning one production in Morocco and from different literature sources and studies concerning also other locations other than Morocco (mainly U.S., Florida). Most data asessed for processes used in the Safi-plant were extrapolated for the whole Moroccan production. Only production from dry rock considered as in the majority of the sites in Morocco used. Data for production of fluosilic acid from one european study (EFMA). This data was used for the whole Moroccan production.
Technology	Data refers to wet-phosphoric acid production from dry phosphate rock by the dihydrate process. Technology with sea water once-through cooling and gypsum disposal to the ocean considered.
Start year	1986
End year	2001

구분	내용
DB명	규산
단위	kg
카테고리	화학물질
보조카테고리	무기물
양	1
포함된 과정	화학물질 공정과 에너지 공정, 공정 중 대기 및 수계 직접배출물, 인산석고 처리 중 대기 및 수계 배출, 석고의 방사성 물질에 의한 대기 및 수계 배출, 원료를 공장으로 수송하는 과정, 기반시설의 공정 평가치, 인산석고의 해양배출까지 포함함
일반적 논평	모로코에서 건조인회암을 인산을 생산하는 공정을 표현함. 인산을 여러 비료를 생산하는 공정이며 인산(51% P2O5와 불순물 함유)와 희석플루오규산(22% 물)을 고려하였음.
기반시설 포함	포함
데이터 시트와 제품의 연관성	있음
지역	IFA 인산생산의 총량 데이터임. 모로코의 한 업체의 보고서를 고려한 규산생산 프로세스 데이터이며, 문헌을 근거로 연구한 다른 지역 데이터를 고려함. 전체 모로코 생산량을 산정하여 데이터를 평가하였음. 모든 생산품은 모로코의 주요 지역에서 사용되는 건조 암석일 때로 고려함. 규산에 대한 한 유럽의 연구를 기반으로 하였고, 이 데이터는 전체 모로코 생산품에 사용함.
기술	젖은 인산을 마른 인회암으로부터 만드는 프로세스를 참고함. 기술은 해수를 한번 통과시켜 냉각시키고, 석고배출은 해양에 하는 것으로 고려함.
시간연도	1996
마지막연도	2001
탄소원단위	9.683E-01 kgCO2-eq/kg

(3) fluosilicic acid, 22% in H₂O, at plant

Reference function	information
Name	fluosilicic acid, 22% in H ₂ O, at plant
Unit	kg
Category	chemicals
Subcategory	inorganics
Amount	1
Included processes	Raw materials, processing chemicals and processing energy, direct emissions to air from process, emissions to air and water from phosphogypsum disposal, emission of radioactive substances from gypsum to air and water, transport of raw materials to the plant, estimation for process infrastructure. The process includes data on emissions from phosphogypsum disposal to the ocean.
General comment	The process describes the production of phosphoric acid from dry phosphate rock with the dihydrate process in Morocco. As products of the multi output process fertiliser grade phosphoric acid (impure with 51% P ₂ O ₅) and dilute fluosilic acid (22% in H ₂ O) was considered.
Infrastructure included	Yes
Data set relates to product	Yes
Geography	Data for amount of phosphoric acid production from statisites of IFA (International Fertiliser Agency). Data on phosphoric acid process from a report concerning one production in Morocco and from different literature sources and studies concerning also other locations other than Morocco (mainly U.S., Florida). Most data asessed for processes used in the Safi-plant were extrapolated for the whole Moroccan production. Only production from dry rock considered as in the majority of the sites in Morocco used. Data for production of fluosilic acid from one european study (EFMA). This data was used for the whole Moroccan production.
Technology	Data refers to wet-phosphoric acid production from dry phosphate rock by the dihydrate process. Technology with sea water once-through cooling and gypsum disposal to the ocean considered.
Start year	1986
End year	2001

구분	내용
DB명	규산
단위	unit
카테고리	화학물질
보조카테고리	무기물
양	1
포함된 과정	화학물질 공정과 에너지 공정, 공정 중 대기 및 수계 직접배출물, 인산석고 처리 중 대기 및 수계 배출, 석고의 방사성 물질에 의한 대기 및 수계 배출, 원료를 공장으로 수송하는 과정, 기반시설의 공정 평가치, 인산석고의 해양배출까지 포함함
일반적 논평	모로코에서 건조인회암을 인산을 생산하는 공정을 표현함. 인산을 여러 비료를 생산하는 공정이며 인산(51% P2O5와 불순물 함유)와 희석플루오규산(22% 물)을 고려하였음.
기반시설 포함	포함
데이터 시트와 제품의 연관성	있음
지역	IFA 인산생산의 총량 데이터임. 모로코의 한 업체의 보고서를 고려한 규산생산 프로세스 데이터이며, 문헌을 근거로 연구한 다른 지역 데이터를 고려함. 전체 모로코 생산량을 산정하여 데이터를 평가하였음. 모든 생산품은 모로코의 주요 지역에서 사용되는 건조 암석일 때로 고려함. 규산에 대한 한 유럽의 연구를 기반으로 하였고, 이 데이터는 전체 모로코 생산품에 사용함.
기술	젖은 인산을 마른 인회암으로부터 만드는 프로세스를 참고함. 기술은 해수를 한번 통과시켜 냉각시키고, 석고배출은 해양에 하는 것으로 고려함.
시간연도	1998
마지막연도	1998
탄소원단위	9.075E-01 kgCO2-eq/kg

5. 당밀

Reference function	information
Name	molasses, from sugar beet, at sugar refinery
Unit	kg
Category	biomass
Subcategory	others
Amount	1
Included processes	This dataset includes the transport of sugar beets to the sugar refinery, and the processing of sugar beets to sugar, molasses (72% dry matter) and pulps (25.6% dry matter). System boundary is at the sugar refinery. Treatment of waste effluents is included. Packaging of the sugar is not included.
General comment	Inventory refers to the production of 1 kg sugar, respectively 1 kg of molasses (72% dry matter) and 1 kg of pulps (25.6% dry matter). The multioutput-process 'sugar beet, in sugar refinery' delivers the co-products 'sugar, from sugar beet, at sugar refinery' and 'molasses, from sugar beet, at sugar refinery' and 'pulps, from sugar beet, at sugar refinery. Economic allocation with allocation factor for common stages of 91.7% to sugar, 4.5% to molasses and 3.8% to pulps. Allocation is done according to carbon balance for CO2 emissions.
Infrastructure included	Yes
Dataset relates to product	Yes
Geography	Data is from sugar producer in CH, industrial data
Technology	Sweet juice is extracted from the sugar beets by diffusion. The juice is then purified and crystallized to sugar. Molasses come as a by-product of the crystallization process.
Start year	1998
End year	2006

구분	내용
DB명	당밀, 설탕정제소
단위	kg
카테고리	바이오매스
보조카테고리	기타
양	1
포함된 과정	데이터에는 사탕수수를 설탕 정제소까지 수송을 포함, 사탕수수를 설탕, 당밀, 과육화하는 공정을 포함함. 시스템 경계는 설탕 정제소에 한함. 폐기물 처리를 포함함. 설탕을 포장하는 과정은 미포함.
일반적 논평	인벤토리는 각각의 설탕, 당밀과 과육 1kg 생산할 때를 참고하였음. 설탕 제련소에서 사탕수수를 이용하여 3가지 제품이 생산되며, 경제성 할당은 보통 사탕이 91.7%, 당밀이 4.5%, 과육이 3.8%임. 따라서 CO2 배출에 대한 균형도 위와 같음.
기반시설 포함	포함
데이터 시트와 제품의 연관성	있음
지역	스위스의 설탕 생산자의 산업 데이터임
기술	사탕수수로부터 과즙을 추출, 이 과즙을 정제하여 결정화하여 설탕으로 만듦. 결정화되고 난 후 부산물이 당밀임.
시간연도	1998
마지막연도	2006
탄소원단위	1.091E-01 kgCO ₂ -eq/kg

6. 대두

(1) soy beans IP, at farm

Reference function	information
Name	soy beans IP, at farm
Unit	kg
Category	agricultural production
Subcategory	plant production
Amount	1
Included processes	The inventory includes the processes of soil cultivation, sowing, weed control, fertilisation, pest and pathogen control, harvest and drying of the grains. Machine infrastructure and a shed for machine sheltering is included. Inputs of fertilisers, pesticides and seed as well as their transports to the regional processing center (10km) are considered. The direct emissions on the field are also included.
General comment	Inventory refers to the production of 1 kg soy beans IP, at farm with a moisture content of 11%. Fresh matter yield/ha at 11% moisture is 2933kg.
Infrastructure included	Yes
Dataset relates to product	Yes
Geography	Refers to an average production in the Swiss lowlands.
Technology	Integrated production
Start year	1996
End year	2003

구분	내용
DB명	대두
단위	kg
카테고리	농업생산
보조카테고리	식물생산
양	1
포함된 과정	인벤토리에는 토양 개간, 파종, 잡초 제거, 비료시비, 병해충 제거, 수확 및 못을 건조 과정을 포함함. 기반시설과 작업장을 포함함. 투입하는 비료, 농약, 씨앗 더불어 이를 수송(10km)하는 것을 포함함. 토양 직접배출물도 포함함.
일반적 논평	인벤토리는 1kg의 대두를 생산할 때, 수분을 11% 함유함.
기반시설 포함	포함
데이터시트와 제품의 연관성	있음
지역	스위스 지역의 평균 생산을 참고함
기술	종합생산
시간연도	1996
마지막연도	2003
탄소원단위	1.355E+ 00 kgCO ₂ -eq/kg

(2) soy beans organic, at farm

Reference function	information
Name	soy beans organic, at farm
Unit	kg
Category	agricultural production
Subcategory	plant production
Amount	1
Included processes	The inventory includes the processes of soil cultivation, sowing, weed control, fertilisation, pest and pathogen control, harvest and drying of the grains. Machine infrastructure and a shed for machine sheltering is included. Inputs of fertilisers and seed as well as their transports to the regional processing center (10km) are considered. The direct emissions on the field are also included.
General comment	Inventory refers to the production of 1 kg soy beans organic, at farm with a moisture content of 11%. Fresh matter yield/ha at 11% moisture is 2806kg.
Infrastructure included	Yes
Dataset relates to product	Yes
Geography	Refers to an average production in the Swiss lowlands.
Technology	Organic production
Start year	1996
End year	2003

구분	내용
DB명	유기농 대두
단위	kg
카테고리	농업생산
보조카테고리	식물생산
양	1
포함된 과정	인벤토리에는 토양 개간, 파종, 잡초 제거, 비료시비, 병해충 제거, 수확 및 못을 건조 과정을 포함함. 기반시설과 작업장을 포함함. 투입하는 비료, 농약, 씨앗 더불어 이를 수송(10km)하는 것을 포함함. 토양 직접배출물도 포함함.
일반적 논평	인벤토리는 1kg의 유기농 대두를 생산할 때, 수분을 11% 함유함.
기반시설 포함	포함
데이터시트와 제품의 연관성	있음
지역	스위스 지역의 평균 생산을 참고함
기술	유기농생산
시간연도	1996
마지막연도	2003
탄소원단위	1.188E+ 00 kgCO ₂ -eq/kg

7. 대두박

(1) soybean meal, at oil mill

Reference function	information
Name	soybean meal, at oil mill
Unit	kg
Category	biomass
Subcategory	others
Amount	1
Included processes	This process includes the transport of soybeans to the mill, and the processing of soybeans to soybean oil and meal. System boundary is at the oil mill.
General comment	Inventory refers to the production of 1 kg soybean oil, respectively soybean meal (incl. hulls). The multioutput-process 'soybeans, in oil mill' delivers the co-products 'soybean oil, at oil mill' and 'soybean meal, at oil mill'. Economic allocation with allocation factor of 34.5% to oil and 65.5 to meal. Allocation is done according to carbon balance for CO2 emissions.
Infrastructure included	Yes
Dataset relates to product	Yes
Geography	Data from an industrial oil mill in the US, described in US study
Technology	Typical oil mill designed for soybean oil solvent extraction (incl. pre-cracking of soybeans, dehulling, oil extraction, meal processing and oil purification), US context.
Start year	1998
End year	2006

구분	내용
DB명	대두박
단위	kg
카테고리	바이오매스
보조카테고리	기타
양	1
포함된 과정	공장으로의 수송, 대두를 기름과 박으로 만드는 공정을 포함하였으며, 시스템경계는 공장에 한함.
일반적 논평	인벤토리는 1kg의 대두기름을 생산할 때 각각의 대두박(외피 포함)을 참고함. 여러 제품을 생산하는 공정으로써 대두박을 이용한 기름과 대두박이 같이 생산됨. 경제성할당은 대두기름이 34.5%, 대두박이 65.5%이며, CO2 배출량도 위와 같음.
기반시설 포함	포함
데이터시트와 제품의 연관성	있음
지역	미국에서 연구한 수치를 이용, 미국내 대두기름 생산사업의 데이터임
기술	대표적인 대두기름 용출 생산 설비
시간연도	1998
마지막연도	2006
탄소원단위	4.637E-01 kgCO2-eq/kg

(2) soybean meal, at oil mill

Reference function	information
Name	soybean meal, at oil mill
Unit	kg
Category	biomass
Subcategory	others
Amount	1
Include processes	This process includes the transport of soybeans to the mill, and the processing of soybeans to soybean oil and meal. System boundary is at the oil mill.
General comment	Inventory refers to the production of 1 kg soybean oil, respectively soybean meal (incl. hulls). The multioutput-process 'soybeans, in oil mill' delivers the co-products 'soybean oil, at oil mill' and 'soybean meal, at oil mill'. Economic allocation with allocation factor of 40.7% to oil and 59.3 to meal. Allocation is done according to carbon balance for CO2 emissions.
Infrastructure included	Yes
Dataset relates to product	Yes
Geography	Data from an industrial oil mill in the US, based mostly on one literature source
Technology	Typical oil mill designed for soybean oil solvent extraction (incl. pre-cracking of soybeans, dehulling, oil extraction, meal processing and oil purification), US context.
Start year	1998
End year	2006

구분	내용
DB명	대두박
단위	kg
카테고리	바이오매스
보조카테고리	기타
양	1
포함된 과정	공장으로의 수송, 대두를 기름과 박으로 만드는 공정을 포함하였으며, 시스템경계는 공장에 한함.
일반적 논평	인벤토리는 1kg의 대두기름을 생산할 때 각각의 대두박(외피 포함)을 참고함. 여러 제품을 생산하는 공정으로써 대두박을 이용한 기름과 대두박이 같이 생산됨. 경제성할당은 대두기름이 40.7%, 대두박이 59.3%이며, CO2 배출량도 위와 같음.
기반시설 포함	포함
데이터시트와 제품의 연관성	있음
지역	하나의 문헌을 기반으로 한 미국내 대두기름 생산사업의 데이터임
기술	대표적인 대두기름 용출 생산 설비
시간연도	1998
마지막연도	2006
탄소원단위	1.299E+ 00 kgCO2-eq/kg

8. 대두유

(1) soybean oil, at oil mill

Reference function	information
Name	soybean oil, at oil mill
Unit	kg
Category	biomass
Subcategory	fuels
Amount	1
Included processes	This process includes the transport of soybeans to the mill, and the processing of soybeans to soybean oil and meal. System boundary is at the oil mill.
General comment	Inventory refers to the production of 1 kg soybean oil, respectively soybean meal (incl. hulls). The multioutput-process 'soybeans, in oil mill' delivers the co-products 'soybean oil, at oil mill' and 'soybean meal, at oil mill'. Economic allocation with allocation factor of 34.5% to oil and 65.5 to meal. Allocation is done according to carbon balance for CO2 emissions.
Infrastructure included	Yes
Dataset relates to product	Yes
Geography	Data from an industrial oil mill in the US, described in US study
Technology	Typical oil mill designed for soybean oil solvent extraction (incl. pre-cracking of soybeans, dehulling, oil extraction, meal processing and oil purification), US context.
Start year	1998
End year	2006

구분	내용
DB명	대두유
단위	kg
카테고리	바이오매스
보조카테고리	연료
양	1
포함된 과정	공장으로 대두를 운송, 대두를 대두유와 대두박으로 만드는 공정, 대두유 공장 내의 시스템경계를 포함함.
일반적 논평	1kg의 대두유와 대두박을 만들 때를 참조함. 대두로 대두유와 대두박이 생산됨. 경제성을 기준으로 대두유에는 34.5%, 대두박에는 65.5%를 할당함. CO2배출량은 할당을 따름.
기반시설 포함	포함
데이터시트와 제품의 연관성	있음
지역	미국의 연구자료이며, 기름추출 산업 데이터임
기술	전형적인 기름공장이며, 용제를 이용하여 추출함.
시간연도	1998
마지막연도	2006
탄소원단위	9.377E-01 kgCO2-eq/kg

(2) soybean oil, at oil mill

Reference function	information
Name	soybean oil, at oil mill
Unit	kg
Category	biomass
Subcategory	others
Amount	1
Included processes	This process includes the transport of soybeans to the mill, and the processing of soybeans to soybean oil and meal. System boundary is at the oil mill.
General comment	Inventory refers to the production of 1 kg soybean oil, respectively soybean meal (incl. hulls). The multioutput-process 'soybeans, in oil mill' delivers the co-products 'soybean oil, at oil mill' and 'soybean meal, at oil mill'. Economic allocation with allocation factor of 40.7% to oil and 59.3 to meal. Allocation is done according to carbon balance for CO2 emissions.
Infrastructure included	Yes
Dataset relates to product	Yes
Geography	Data from an industrial oil mill in the US, based mostly on one literature source
Technology	Typical oil mill designed for soybean oil solvent extraction (incl. pre-cracking of soybeans, dehulling, oil extraction, meal processing and oil purification), US context.
Start year	1998
End year	2006

구분	내용
DB명	대두유
단위	kg
카테고리	바이오매스
보조카테고리	기타
양	1
포함된 과정	공장으로 대두를 운송, 대두를 대두유와 대두박으로 만드는 공정, 대두유 공장 내의 시스템경계를 포함함.
일반적 논평	1kg의 대두유와 대두박을 만들 때를 참조함. 대두로 대두유와 대두박이 생산됨. 경제성을 기준으로 대두유에는 40.7%, 대두박에는 59.3%를 할당함. CO2배출량은 할당을 따름.
기반시설 포함	포함
데이터시트와 제품의 연관성	있음
지역	미국의 기름추출 산업 데이터이며, 대부분 하나의 문헌을 기반으로 함
기술	전형적인 기름공장이며, 용제를 이용하여 추출함.
시간연도	1998
마지막연도	2006
탄소원단위	3.596E+ 00 kgCO2-eq/kg

9. 모래

(1) fluosilicic acid, 22% in H₂O, at plant

Reference function	information
Name	fluosilicic acid, 22% in H ₂ O, at plant
Unit	kg
Category	chemicals
Subcategory	inorganics
Amount	1
Included processes	Fluosilic acid production as by-product from wet phosphate rock with the dihydrate process in the United States (Florida) and from dry phosphate rock with the dihydrate process in Morocco.
General comment	Only fluosilic acid production as by-product of phosphoric acid dihydrate process considered. Share of production accounted for RER mix approximated with production share in North America (main production in Florida) and Africa (main production in Morocco). No data of other countries considered. No data of other production processes as e.g. from hydrofluoric acid considered.
Infrastructure included	Yes
Dataset relates to product	Yes
Geography	No data available. Data estimated. Only data of fluosilic acid production as by-product in phosphoric acid production in the United States. (Florida) and Morocco considered. Data from processes in Florida and Morocco applied for the production mix for Europe. Therefore high uncertainty.
Technology	Data refers only on production of fluosilic acid by-product from the phosphoric acid production by the dihydrate process in Florida and Morocco. No further technologies included.
Start year	1998
End year	1999

구분	내용
DB명	규산
단위	unit
카테고리	화학물질
보조카테고리	무기물
양	1
포함된 과정	규산 생산은 젖은 인회암(인광)으로부터 생산하는 미국 공정과 건조 인회암으로부터 생산하는 모로코 공정
일반적 논평	수산화인산을 규산으로 만드는 공정. 유럽의 총량을 근사치에 가깝게 하였고, 플로리다와 모로코를 참고. 다른 나라의 데이터는 고려하지 않음.
기반시설 포함	포함
데이터시트와 제품의 연관성	있음
지역	데이터는 문헌과 한 곳의 기업 데이터를 이용
기술	미국 플로리다와 모로코에서 생산하는 규산생산 공정만 참고
시간연도	1998
마지막연도	1998
탄소원단위	9.304E-01 kgCO ₂ -eq/kg

(2) sand, at mine

Reference function	information
Name	sand, at mine
Unit	kg
Category	construction materials
Subcategory	additives
Amount	1
Included processes	Includes the whole manufacturing process for digging of gravel round and sand (no crushed gravel), internal processes (transport, etc.), and infrastructure for the operation (machinery). The land-use of the mine (incl. unpaved roads) is included directly, while the land-use of the paved roads and buildings are included in the module "mine, gravel/sand". Recultivation of closed mines is taken into account. No environmental burdens from administration are included. No dust included because it is mostly a "wet" process and no wastewater included because process water is not polluted (only sand and gravel) and therefore directly seeped.
General comment	The multioutput-process 'mining, gravel / sand' delivers the co-products 'sand, at mine' and 'gravel, round, at mine'. The typical production mix in Switzerland is: sand 35% and round gravel 65%. From the total sectoral production volume (100%) of mined gravel round, crushed and sand, about 85% is gravel round and sand.
Infrastructure included	Yes
Dataset relates to product	Yes
Geography	For some exchanges RER-modules have been used as proxy
Technology	typical technology for Swiss production
Start year	1997
End year	2001

구분	내용
DB명	모래
단위	kg
카테고리	건축재료
보조카테고리	첨가물
양	1
포함된 과정	전체 제조 프로세스에 채굴, 내부 프로세스(운송, 기타 등), 기반시설의 운전(기계)을 포함함. 광산 이용에 따른 직접배출이 포함되며, 일정기간동안 도로를 포장하는 과정도 포함함. 운반과 분진에 따른 환경부하는 없으며, 그 이유는 대부분 젖은 상태이기 때문임. 수계배출물도 없으며, 그 이유는 공정 중 물을 오염시키지 않고 스며나오기 때문임.
일반적 논평	대표적인 혼합 생산물임. 모래를 35%, 자갈을 65% 비율로 채광됨
기반시설 포함	포함
데이터시트와 제품의 연관성	있음
지역	몇 개 사항은 프록시를 이용하여 유럽 단위로 바꿈
기술	스위스의 대표적인 생산기술
시간연도	1997
마지막연도	2001
탄소원단위	2.383E-03 kgCO ₂ -eq/kg

(3) silica sand, at plant

Reference function	information
Name	silica sand, at plant
Unit	kg
Category	construction materials
Subcategory	additives
Amount	1
Include d processes	includes the raw material "sand, at plant", a certain additional amount of conveyor belt and the energy for drying the sand. No requirements for administration are included.
General comment	There is almost no difference from the module "sand, at mine". Some more transportation and energy for drying is added. For the calculation of the additional requirement of conveyor belt the total yearly production of a German company (450'000 tons) and a lifespan of 20 years are used.
Infrastructure included	Yes
Dataset relates to product	Yes
Geography	The amount of energy used for drying sand is a Swiss data.
Technology	typical technology for Swiss production
Start year	1998
End year	2001

구분	내용
DB명	규사
단위	kg
카테고리	건축재료
보조카테고리	첨가물
양	1
포함된 과정	컨베이너 벨트와 건조시 사용한 에너지를 추가함. 더 추가할 것 없음.
일반적 논평	대부분의 모래와 다르지 않음. 다만, 운송과 에너지 사용이 추가됨. 추가된 컨베이너 벨트는 1년에 45만톤은 운송할 수 있고, 수명은 20년임.
기반시설 포함	포함
데이터시트와 제품의 연관성	있음
지역	스위스 데이터로써 모래 건조에 사용된 총 에너지의 양
기술	대표적인 스위스의 생산기술
시간연도	1998
마지막연도	2001
탄소원단위	2.094E-02 kgCO ₂ -eq/kg

10. 백운석

Reference function	information
Name	dolomite, at plant
Unit	kg
Category	construction materials
Subcategory	others
Amount	1
Included processes	Raw materials, machineries and energy consumption for production, estimated emissions to air from production and infrastructure of the site (approximation). No water emissions.
General comment	The functional unit represent 1 kg of milled dolomite. Large uncertainty of the process data due to weak data on the production process.
Infrastructure included	Yes
Dataset relates to product	Yes
Geography	Data are used here as European average.
Technology	Data approximated with data from lime mining, crushing and milling.
Start year	2000
End year	2000

구분	내용
DB명	돌로마이트
단위	kg
카테고리	건설재료
보조카테고리	기타
양	1
포함된 과정	원자재의 생산을 위한 기계가동과 에너지 소비를 포함함. 기반시설에서 대기 중으로 배출하는 양은 어림잡음. 수계배출물은 없음.
일반적 논평	기능 단위는 1kg의 가루 백운석임. 생산공정의 데이터가 빈약하여 크게 불확실한 데이터임.
기반시설 포함	포함
데이터시트와 제품의 연관성	있음
지역	유럽의 평균 데이터를 사용
기술	가루로 만드는 과정의 데이터는 추측으로 만듦
시간연도	2000
마지막연도	2000
탄소원단위	2.795E-02 kgCO ₂ -eq/kg

11. 벤토나이트

(1) bentonite, at processing

Reference function	information
Name	bentonite, at processing
Unit	kg
Category	construction materials
Subcategory	additives
Amount	1
Include processes	"bentonite, at processing" is a virtual product, put together from the production processes of alkaline activated bentonite (38%), acid activated bentonite (61%) and catalytic converter (1%). The production process of acid activated bentonite includes the raw materials, milling, activation, filtration/washing, milling, drying and storage. The production process of alkaline activated bentonite includes the raw materials, mixing, activation, grinding-drying, mixing/milling/granulation and storage. The total production amount for all products for 1997 is 316'000t and for 1999 is 345'743t.
General comment	The emissions to water are direct emissions as they are released into the river after treatment. Emissions to air are from processes. The emissions from combustion of fuels are imported via the requirements of fossil energy.
Infrastructure included	Yes
Dataset relates to product	Yes
Geography	For the exchanges, RER, UCTE, GLO and CH modules have been used as proxy. For Isopropanol the proxy "NMVOC to water" is used. The salt in the waste water is assumed to be made of 50% sodium chloride and 50% sodium sulphate. Sodium chloride is divided into "sodium ion" and "chloride ion" and sodium sulphate into "sodium ion" and "sulphate ion". For unspecified metals to water, aluminium is used as proxy
Technology	Mix of different production processes for different products in one German plant: 61% acid activated bentonite, 38% alkaline activated bentonite and 1% catalytic converter
Start year	1997
End year	2000

구분	내용
DB명	벤토나이트
단위	kg
카테고리	건축재료
보조카테고리	첨가물
양	1
포함된 과정	실제 생산데이터임, 알칼리성 벤토나이트(38%), 산성 벤토나이트(61%), 촉매 1% 생산의 공정. 생산 프로세스는 산성 벤토나이트는 원자재, 파쇄, 활성화, 여과/세척, 파쇄, 건조 및 저장. 알칼리성 벤토나이트는 원자재, 혼합, 활성화, 건조, 혼합, 파쇄, 과립화 및 저장. 총 생산량은 1997년 316천톤, 1999년 345천톤임.
일반적 논평	수계직접배출물은 처리 후 강으로 배출. 직접대기배출물은
기반시설 포함	포함
데이터시트와 제품의 연관성	있음
지역	프록시를 이용한 단위 변경이 있었음. 낭비된 양은 프록시를 이용함. 폐수 중 염류는 염화나트륨과 황산염을 생산할 때의 50%로 가정하였음. 염화나트륨은 염화이온과 나트륨이온으로 나누고, 염화황은 염화이온과 황이온으로 나옴. 물 속 특이하지 않은 금속은 알루미늄 프록시를 이용함
기술	여러 다른 공정을 섞었음. 독일의 61% 산성 벤토나이트, 38% 알칼리성 벤토나이트, 1% 촉매
시간연도	1997
마지막연도	2000
탄소원단위	4.881E-01 kgCO ₂ -eq/kg

(2) bentonite, at mine

Reference function	information
Name	bentonite, at mine
Unit	kg
Category	construction materials
Subcategory	additives
Amount	1
Included processes	includes excavation by digger, transportation to first grinding machine, the land-use of the mine and the recultivation
General comment	Assumed thickness of bentonite layer: 3 m. Thickness of overburden material: 30 m. Digging and transportation is made by heavy diesel machines.
Infrastructure included	Yes
Dataset relates to product	Yes
Geography	"operation, passenger car" has been used as proxy for the petrol consumption. For the exchanges, RER, UCTE, GLO and CH modules have been used as proxy
Technology	The technology used in the modelled German mine is probably state-of-art (first mining company in Europe taking part at an eco-audit based on EG-eco-audit requirements
Start year	1997
End year	2000

구분	내용
DB명	벤토나이트
단위	kg
카테고리	건축재료
보조카테고리	첨가물
양	1
포함된 과정	채굴기를 이용한 굴착, 첫 번째 파쇄기로 가기위한 수송, 토지사용과 개간을 포함함.
일반적 논평	벤토나이트층이 두껍다고 가정(3m), 채굴과 수송에 쓰이는 기계는 중유를 사용.
기반시설 포함	포함
데이터시트와 제품의 연관성	있음
지역	승용차는 가솔린을 이용한다고 프록시를 통하여 계산함. 또, 프록시를 이용하여 단위를 수정함.
기술	독일의 대부분 광산에서 이용하는 모델의 기술을 사용
시간연도	1997
마지막연도	2000
탄소원단위	2.639E-02 kgCO2-eq/kg

(3) mine, bentonite

Reference function	information
Name	mine, bentonite
Unit	unit
Category	construction materials
Subcategory	additives
Amount	1
Included processes	includes the area of the "built" infrastructure (buildings, roads, etc.) as well as the buildings, machines, and conveyor belts used for bentonite production. It does not include the area disturbed during mining operation.
General comment	The total land occupation is 16.4 ha and consists of 6 ha buildings (3 ha multi-storey and 3 ha hall), 7.8 ha paved roads, 1.5 ha vegetation and 1.1 ha vessels and containers. The yearly production of the factory used as basis for the module □mine, bentonite□ is for data concerning 1999, 345'743 tons (for data concerning 1997, 316'000 t). The lifetime taken into account is generally 50 years for stationary (e.g. buildings, concrete foundations, etc.) and 25 years for mobile equipment. The amount of equipment has been extrapolated from the equipment used at the module "aluminium hydroxide, at plant"
Infrastructure included	Yes
Geography	For the exchanges, RER and CH modules have been used as proxy
Technology	The data of the infrastructure corresponds to a high level of technology
Data valid for entire period	Yes
Start year	1997
End year	2000

구분	내용
DB명	벤토나이트
단위	unit
카테고리	건축재료
보조카테고리	첨가물
양	1
포함된 과정	대지에 기반시설을 설치하기 위한 부하, 설치하는 부하, 기계와 컨베이너 벨트 사용을 포함함. 단, 불완전한 채굴은 포함하지 않음.
일반적 논평	총 토지사용은 16.4ha, 6ha는 건축물, 7.8ha 도로포장, 1.5ha는 녹지, 1.1ha 주차 및 컨테이너 보관으로 사용. 1년간 설비에서 생산하는 벤토나이트는 1999년 345천톤, 1997년 316천톤임. 일반적인 채굴가능기간은 50년(한 장소), 추가로 25년 채굴가능기간(이동 후)으로 함. 총 기기 사용기간은 추정하였음.
기반시설 포함	포함
데이터시트와 제품의 연관성	있음
지역	프록시를 이용하여 유럽과 스위스 단위로 바꿈
기술	기반시설은 높은 수준의 기술에 상응함
시간연도	1997
마지막연도	2000
탄소원단위	7.519E+ 07 kgCO2-eq/kg

(4) recultivation, bentonite mine

Reference function	information
Name	recultivation, bentonite mine
Unit	m2
Category	construction materials
Subcategory	additives
Amount	1
Included processes	includes only transformation from mineral extraction site to unknown and the diesel consumption for refilling of overburden material (thickness of layer 30m) and of additional material (thickness layer 3m). The additional material and its transport to the mine is not included.
General comment	May only be used as Input for the module "bentonite, at mine". It is assumed that the total of mined material is immediately refilled (from one side to the other...). Therefore half of the total amount of diesel is allocated to this recultivation module.
Infrastructure included	Yes
Dataset relates to product	Yes
Geography	data are only from one company in Germany (Süd-Chemie AG); reclamation practices may differ with the sites and the country, hence prudence should be taken to use this module for different mines.
Technology	Recultivated soil thickness 33 m (30 m overburden material and 3 m additional material)
Start year	1997
End year	2000

구분	내용
DB명	벤토나이트
단위	unit
카테고리	건축재료
보조카테고리	첨가물
양	1
포함된 과정	광물을 추출하는 곳까지 운반(위치는 모름), 짐 운반에 소비되는 경유와 추가자재를 포함함. 광산으로 수송하는 추가자재와 운반은 포함되지 않음.
일반적 논평	벤토나이트 모듈에만 이용할 수 있음. 모든 광산의 즉각 보충물을 추정된 값임. 그럼에도 불구하고 총 사용한 경유의 절반은 프로세스에서 할당한 값임
기반시설 포함	포함
데이터 시트와 제품의 연관성	있음
지역	데이터는 독일의 한 회사로부터 얻어짐.
기술	토양 두께 33m
시간연도	1997
마지막연도	2000
탄소원단위	4.759E+ 02 kgCO2-eq/kg

12. 비누

Reference function	information
Name	soap, at plant
Unit	kg
Category	washing agents
Subcategory	tensides
Amount	1
Included processes	This module contains material and energy input, production of waste and emissions for the production of soap out of fatty acids from palm and coconut oil. Transports and infrastructure have been estimated. No water consumption included.
General comment	data based on the ECOSOL study of the European surfactant industry. Allocations in multioutput processes were made, using the relative mass outputs of products.
Infrastructure included	Yes
Dataset relates to product	Yes
Geography	Data based on the European fatty alcohol sulfonate production
Technology	Average technology for the production of soap out of a blend of fatty acids from palm and coconut oil, representing typical European production mix in the mid 90s. The ratio of short to long fatty acid chains is 20:80, the moisture 13%.
Start year	1992
End year	1995

구분	내용
DB명	비누
단위	kg
카테고리	세척제
보조카테고리	계면활성제
양	1
포함된 과정	재료와 에너지의 사용, 생산 중 폐기물과 배출물, 팜과 코코넛오일의 지방산 감소 등을 포함함. 수송 및 기반시설은 추정함. 물 사용은 고려하지 않음.
일반적 논평	ECOSOL 유럽 계면활성제 연구를 기반으로 하였음. 여러 제품을 생산하는데 각 제품의 질량단위로 할당함.
기반시설 포함	포함
데이터시트와 제품의 연관성	있음
지역	유럽 지방알콜술포나이트 생산을 기반으로 함
기술	평균 기술은 팜과 코코넛오일이 혼합하는 과정에서 지방산이 손실됨. 90년 중반의 대표적 유럽생산을 따르며, 짧고 긴 지방산의 비율이 20:80이며, 수분이 13%임.
시간연도	1992
마지막연도	1995
탄소원단위	1.666E+ 00 kgCO ₂ -eq/kg

13. 산화칼슘

(1) quicklime, in pieces, loose, at plant

Reference function	information
Name	quicklime, in pieces, loose, at plant
Unit	kg
Category	construction materials
Subcategory	additives
Amount	1
Included processes	Includes the calcination process. Also included is the electricity consumption for preheating of the heavy fuel oil and one part of the total heating energy for "production" and "administration". Equipment included in the infrastructure: 2 vertical kilns; not included is the use of fireproof bricks since no data are available. Only the measured emissions are included.
General comment	Infrastructure data are estimated based on a tour and sketches of the process. The value of the infrastructure is normalized with a annual production capacity of about 75'000tons of product per year. The estimated lifespan of the machines is 25 years. Only measured emissions are taken into account. The distribution of the dust emissions to the different categories of sizes are made based on the information of the CEPMEIP-Database and adapted. This Module describes a pre-product for the milling process, and therefore for module "quicklime, milled, loose, at plant".
Infrastructure included	Yes
Dataset relates to product	Yes
Geography	data are from only one company in Switzerland (KFN), for some exchanges RER-modules have been used as proxy
Technology	The company KFN works on a technically high level. Two vertical kilns are in use. The fuel for the calcination process is heavy fuel oil.
Start year	2000
End year	2002

구분	내용
DB명	생석회(조각), 미포장
단위	kg
카테고리	건축재료
보조카테고리	첨가물
양	1
포함된 과정	소성 공정, 증유 예열에 필요한 전기 사용량, 제품 생산과 시설 운영에 필요한 전체 난방을 포함함. 기반시설 설비운영이 포함(2개의 가열기), 내화성 벽돌에 대한 데이터는 포함되지 않았음. 측정된 데이터만 포함함.
일반적 논평	기반시설에 대한 데이터는 설계도와 투어에 의한 추측값임. 기반시설에 대한 값은 1년간 평균 75천톤의 제품을 생산했을 때를 표준으로 함. 기계수명은 25년으로 어림잡음. 총량은 측정된 배출량만 고려함. 배출되는 분진의 분포는 크기별로 카테고리를 나눠 CEPMEIP DB를 적용한 것을 기반으로 만들. 이 모듈은 앞으로 만들어 질 분쇄공정과 "quicklime, milled, loose, at plant"을 나타냄.
기반시설 포함	포함
데이터 시트와 제품의 연관성	있음
지역	데이터는 스위스의 한 기업을 기반. 포록시를 이용하여 몇가지를 유럽형 모듈로 바꿈.
기술	본 기업은 KFN을 통하여 수준높은 기술을 적용하고 있음. 두 개의 수직식 배조실을 이용. 고성공정에선 증유를 사용함.
시간연도	2000
마지막연도	2002
탄소원단위	9.737E-01 kgCO2-eq/kg

(2) quicklime, milled, loose, at plant

Reference function	information
Name	quicklime, milled, loose, at plant
Unit	kg
Category	construction materials
Subcategory	additives
Amount	1
Included processes	Includes the processes: crushing, milling, filtering (cyclone), dedusting, transportation, and storing. One part of the total heating energy for "production" and "administration" is included. Equipment included in the infrastructure: 1 crusher, 1 roller mill, 1 plant for dedusting, 1 cyclone, and 1 small silo.
General comment	Infrastructure data are estimated based on a tour and sketches of the process. The value of the infrastructure is normalized with a annual production capacity of about 23'000 tons of product per year. The estimated lifespan of the machines is 25 years. There are no significant dust emissions as a dust control system is installed. This product exists also packed.
Infrastructure included	Yes
Dataset relates to product	Yes
Geography	data are from only one company in Switzerland (KFN), for some exchanges RER-modules have been used as proxy
Technology	The company KFN works on a technically high level. Effective dust control systems are installed.
Start year	2000
End year	2002

구분	내용
DB명	생석회(가루), 미포장
단위	kg
카테고리	건축재료
보조카테고리	첨가물
양	1
포함된 과정	파쇄, 분쇄, 싸이클론을 이용한 필터링, 탈진, 수송, 저장공정을 포함함. 생산과 운영상의 가열 에너지를 포함함. 기반시설의 장비(파쇄기1, 분쇄기1, 탈진장비, 싸이클론, 저장고)운용을 포함함.
일반적 논평	기반시설의 데이터는 프로세스의 도면과 투어를 통해 추정함. 기반시설의 값은 연간 생산량을 23천톤을 기준으로 규격화된 시설로 함. 기계의 평균수명은 25명으로 추정함. 분진제어시스템이 있으므로 분진배출에 대한 특별한 값은 없음. 포장공정이 존재함.
기반시설 포함	포함
데이터시트와 제품의 연관성	있음
지역	데이터는 스위스의 한 기업을 기반. 포록시를 이용하여 몇가지를 유럽형 모듈로 바꿈.
기술	본 기업은 KFN을 통하여 수준높은 기술을 적용하고 있음. 효과적인 분진제어 시스템을 설치했음.
시간연도	2000
마지막연도	2002
탄소원단위	9.760E-01 kgCO ₂ -eq/kg

(3) quicklime, milled, packed, at plant

Reference function	information
Name	quicklime, milled, packed, at plant
Unit	kg
Category	construction materials
Subcategory	additives
Amount	1
Included processes	includes the packing and one part of the total heating energy for "production" and "administration"
General comment	Packed lime products do all use the module "packing, lime products"
Infrastructure included	Yes
Dataset relates to product	Yes
Geography	data are from only one company in Switzerland (KFN)
Technology	The company KFN works on a technically high level.
Start year	2000
End year	2002

구분	내용
DB명	생석회(가루), 포장된 상태
단위	kg
카테고리	건축재료
보조카테고리	첨가물
양	1
포함된 과정	포장을 포함하며, 생산과 운영을 위한 가열 에너지를 포함함.
일반적 논평	석회 제품의 모든 공정을 포함하였음.(포장까지)
기반시설 포함	포함
데이터시트와 제품의 연관성	있음
지역	데이터는 스위스의 한 기업을 기반.
기술	본 기업은 KFN을 통하여 수준높은 기술을 적용하고 있음.
시간연도	2000
마지막연도	2002
탄소원단위	9.820E-01 kgCO ₂ -eq/kg

14. 석고

Reference function	information
Name	gypsum, mineral, at mine
Unit	kg
Category	construction materials
Subcategory	others
Amount	1
Included processes	mining and crushing of gypsum and anhydrite
General comment	The multi-output-process 'mining, gypsum' delivers the co-products 'gypsum, mineral, at mine' and 'anhydrite rock, at mine'. Allocation is done by weight. In some mines anhydrite is not exploited but left in the mine. Since the electricity consumption has a relevant share on the total energy consumption, the choice of the energy mix is important. For gypsum mined in countries with high fossil share in the electricity mix this module has to be adopted accordingly.
Infrastructure included	Yes
Dataset relates to product	Yes
Geography	data for Switzerland
Technology	open pit mining; composition of products: 65% gypsum, 34% anhydrite, 1% others.
Start year	1997
End year	2003

구분	내용
DB명	석고
단위	kg
카테고리	건축재료
보조카테고리	기타
양	1
포함된 과정	석고와 경석고의 채굴, 파쇄 포함.
일반적 논평	제조하는 과정에서 'gypsum, mineral, at mine'(석고)와 'anhydrite rock'(경석고, 무수석고)가 생산됨. 두 제품의 무게로 할당함. 어떤 채굴장에선 경석고가, 전기를 사용할 때부터 전체 에너지 사용량을 관련 사항에 부과, 이는 혼합에너지를 선택하는 것이 중요함. 여러 나라의 석고 채굴장에서는 여러 에너지를 공유하며 사용하기 때문임.
기반시설 포함	포함
데이터시트와 제품의 연관성	있음
지역	스위스 데이터
기술	석고 65%, 경석고 34%, 기타 1%의 채굴장을 만듦
시간연도	1997
마지막연도	2003
탄소원단위	2.026E-03 kgCO ₂ -eq/kg

15. 설탕

(1) sugar refinery

Reference function	information
Name	sugar refinery
Unit	unit
Category	food industry
Subcategory	processing
Amount	1
Included processes	This process includes land use and occupation, buildings and facilities of a typical sugar refinery in the global context. Energy use for construction and related emissions and/or waste effluents are not included.
General comment	Sugar refinery with a production capacity of 200 kt sugar per year (production period of 100-180 days/year, depending on the feedstock). Life time is taken as 50 years. Equivalent feed capacities vary from 1300 kt/yr for sugar beets to 1650 kt/yr for sugarcane.
Infrastructure included	Yes
Dataset relates to product	Yes
Geography	Global context. Applicable to any sugar refinery in the world.
Technology	Technology is of a standard sugar refinery, including washing of the feedstock, juice extraction, purification and crystallisation. Juice extraction is performed by diffusion.
Start year	2004
End year	2008

구분	내용
DB명	정제설탕
단위	unit
카테고리	식품공업
보조카테고리	공정
양	1
포함된 과정	대지의 사용과 점령, 건축에 따른 값을 포함함. 설비는 국제 흐름상 대표적인 설탕 정제의 시설로 함. 에너지사용은 건축과 배출물, 침출수 배출에 관련한 사항은 포함하지 않음.
일반적 논평	설탕 정제소는 보통 연간 200kt 생산함. 정제소는 보통 50년 사용함. 연간 1300kt의 사탕무나 연간 1650kt 사탕수수를 수용하는 것이 다르지만 같은 수준의 시설로 봄.
기반시설 포함	포함
데이터시트와 제품의 연관성	있음
지역	국제적 흐름, 적용할 수 있는 세계의 설탕 정제소.
기술	표준 설탕 정제소의 기술. 공급원료의 세척, 즙 추출물, 정제, 결정화 등이 포함됨. 즙 추출은 성능이 애매함.
시간연도	2004
마지막연도	2008
탄소원단위	5.374E+ 06 kgCO2-eq/kg

(2) sugar, from sugar beet, at sugar refinery

Reference function	information
Name	sugar, from sugar beet, at sugar refinery
Unit	unit
Category	food industry
Subcategory	processing
Amount	1
Included processes	This dataset includes the transport of sugar beets to the sugar refinery, and the processing of sugar beets to sugar, molasses (72% dry matter) and pulps (25.6% dry matter). System boundary is at the sugar refinery. Treatment of waste effluents is included. Packaging of the sugar is not included.
General comment	Inventory refers to the production of 1 kg sugar, respectively 1 kg of molasses (72% dry matter) and 1 kg of pulps (25.6% dry matter). The multioutput-process 'sugar beet, in sugar refinery' delivers the co-products 'sugar, from sugar beet, at sugar refinery' and 'molasses, from sugar beet, at sugar refinery' and 'pulps, from sugar beet, at sugar refinery. Economic allocation with allocation factor for common stages of 91.7% to sugar, 4.5% to molasses and 3.8% to pulps. Allocation is done according to carbon balance for CO2 emissions.
Infrastructure included	Yes
Dataset relates to product	Yes
Geography	Data is from sugar producer in CH, industrial data
Technology	Sweet juice is extracted from the sugar beets by diffusion. The juice is then purified and crystallized to sugar. Molasses come as a by-product of the crystallization process.
Start year	1998
End year	2006

구분	내용
DB명	설탕, 사탕무로부터
단위	unit
카테고리	식품공업
보조카테고리	공정
양	1
포함된 과정	설탕정제소로의 사탕무 수송을 포함함. 사탕무를 설탕으로 만드는 공정을 포함. 당밀(72%)와 과육(25.6%)이 생산. 시스템경계는 설탕정제소까지임. 폐기물 침출수를 처리하는 것을 포함함. 제품포장은 포함하지 않음.
일반적 논평	설탕 1kg을 생산할 때(당밀, 과육 포함)의 인벤토리를 참고함. 사탕무를 생산할 때 당밀과 과육이 같이 생산됨. 경제적 할당을 통해서 설탕(91.7%), 당밀(4.5), 과육(3.8%)로 할당함. 따라서 CO2 발생량에 따라서 할당됨.
기반시설 포함	포함
데이터시트와 제품의 연관성	있음
지역	스위스의 사탕제조시설의 데이터
기술	사탕무로부터 단물을 추출하는 것. 단물은 정제되고 결정화돼 설탕이 됨. 결정화 공정을 거치면 부산물로 당밀이 생산됨.
시간연도	1998
마지막연도	2006
탄소원단위	5.115E-01 kgCO ₂ -eq/kg

(3) sugar, from sugarcane, at sugar refinery

Reference function	information
Name	sugar, from sugarcane, at sugar refinery
Unit	kg
Category	food industry
Subcategory	processing
Amount	1
Included processes	This dataset includes the transport of sugarcane to the sugar refinery and the processing of sugarcane to sugar, ethanol (95% w/w), bagasse (79% dry matter, excess), excess electricity and vinasse from ethanol production. System boundary is at the sugar refinery. Treatment of waste effluents is not included (most wastewater is spread over the fields nearby). Packaging is not included.
General comment	Inventory refers to the production of 1 kg sugar, respectively 1 kg of ethanol (95% w/w dry basis, i.e. 1.05 kg hydrated ethanol 95% wet basis), 1 kg of excess bagasse (wet basis, 79% dry matter), 1 kWh of electricity and 1 kg of vinasse. The multioutput-process 'sugarcane, in sugar refinery' delivers the co-products 'sugar, from sugarcane, at sugar refinery' and 'ethanol, 95% in H ₂ O, from sugarcane molasses, at sugar refinery', 'bagasse, from sugarcane, at sugar refinery', 'electricity, bagasse, sugarcane, at sugar refinery' and 'vinasse, from sugarcane molasses, at sugar refinery'. Economic allocation with allocation factor for common sugar production stages of 80-85% to sugar, 10-11% to ethanol. Allocation according to carbon balance for CO ₂ .
Infrastructure included	Yes
Dataset relates to product	Yes
Geography	Data is from various sugar and ethanol producers in Brazil; some data is adapted from sugar producer in CH
Technology	Juice extraction is performed through milling (not diffusion). The juice is then purified and crystallized to sugar according to standard processes. Ethanol is produced by standard fermentation and distillation techniques. Energy supply is done by combustion of the bagasse resulting from the extraction stage. The two main products are sugar and ethanol.
Start year	1994
End year	2006

구분	내용
DB명	설탕, 사탕수수로부터
단위	kg
카테고리	식품공업
보조카테고리	공정
양	1
포함된 과정	설탕정제소로의 사탕수수 수송을 포함함. 사탕수수를 설탕과 에탄올, 찌꺼기, 전기와 으로 만드는 공정을 포함. 시스템경계는 설탕정제소까지임. 폐기물 침출수 처리는 포함하지 않음. 제품포장은 포함하지 않음.
일반적 논평	설탕 1kg을 생산할 때(에탄올, 추가 찌꺼기 포함), 1kWh의 전기와 1kg의 찌꺼기 발생 인벤토리를 참고함. 사탕수수로 설탕을 생산할 때 에탄올과 찌꺼기, 전기와 당밀 등이 생산됨. 경제적 할당을 통해서 설탕(80~85%), 에탄올에(10~11%)로 할당함. 따라서 CO2 발생량에 따라서 할당됨.
기반시설 포함	포함
데이터시트와 제품의 연관성	있음
지역	브라질의 다양한 에탄올 생산업자의 데이터임. 어떤 데이터는 스위스의 설탕업자 데이터를 이용함.
기술	단물추출은 밀링기를 통과시켜 짜내는 것임. 단물은 후 정제되고 결정화돼 설탕이 되는 게 일반적인 공정임. 에탄올은 발효와 증류를 함.에너지 공급은 추출과정에서 얻어진 찌꺼기를 연소시켜서 넣어냄. 설탕과 에탄올, 두 가지 주요생산품임.
시간연도	1994
마지막연도	2006
탄소원단위	1.969E-01 kgCO2-eq/kg

16. 소금

(1) sodium chlorate, powder, at plant

Reference function	information
Name	sodium chlorate, powder, at plant
Unit	kg
Category	chemicals
Subcategory	inorganics
Amount	1
Included processes	Manufacturing process by means of electrolysis of a sodium chloride solution is considered, starting with this raw material and including brine purification. Final drying of the sodium chlorate crystals is also included, as well as the production of hydrogen gas.
General comment	Manufacturing process includes raw materials, auxiliaries, energy, transportation, infrastructure and land use, as well as emissions into air and water and wastes. Transport of the raw materials, auxiliaries and wastes is included, transport and storage of the final product are not included. No byproducts or coproducts are considered. Hydrogen is not considered a byproduct from the process, but an air emission. Transient or unstable operations are not considered, but the production during stable operation conditions. Emissions to air are considered as emanating in a high population density area. Emissions into water are assumed to be emitted into rivers. Solid wastes are considered to be sent to landfill. The values in the report are literature average values, based on Fawer 2002, a personal communication on the background information from Bowstead and Fawer 1996, regarding confidential data of European manufacturing plants. This information allows to disclose the data from Bowsted and Fawer1996 in a suitable manner for the present study. Inventory refers to 1 kg 100% sodium chlorate, powder, at plant.
Infrastructure included	Yes
Dataset relates to product	Yes
Geography	Average values of six European manufacturing plants
Technology	period correspond to the early ninethies, therefore estimated 1990 to 1995
Start year	1990
End year	1995

구분	내용
DB명	염화 나트륨 (가루)
단위	kg
카테고리	화학물질
보조카테고리	무기물
양	1
포함된 과정	전기분해에 의한 염화나트륨 제조공정임. 원료와 소금물 정제를 포함함. 건조과정 또한 포함(결정화)함. 마찬가지로 수소가스 생산도 포함함.
일반적 논평	제조공정은 원료, 보조, 에너지, 수송, 인프라 및 토지이용뿐만 아니라 배출되는 대기, 수계, 고체폐기물을 포함함. 원료, 보조설비 및 폐기물의 수송은 포함되지 않음. 또한, 제품의 운송과 저장은 포함되지 않음. 부산물 발생도 포함하지 않음. 수소발생은 공정 부산물로 간주되지 않고, 대기방출로 간주함. 불안정한 작업은 포함하지 않음(일반적이지 못 한 상황). 그러나 안정된 조건에서 생산된 대기배출물은 높은 인구밀도 영역에서 배출되는 것으로 간주함. 수계폐기물은 하천으로 방출되는 것으로 가정함. 고체폐기물은 매립하는 것으로 간주함. 보고서의 값은 서적의 평균값이며, Fawer 2002년 유럽 제조공장의 기밀데이터를 기반으로 만든 값과 bowstead와 fawer 1996년 유럽 제조공장의 기밀데이터를 기반으로 만든 값임. 인벤토리는 1kg의 100% 염화나트륨 분말을 만들 때임.
기반시설 포함	포함
데이터시트와 제품의 연관성	있음
지역	유럽의 6개 공장의 평균값
기술	초기 19가지 해당 기술의 90~95년 추정값
시간연도	1990
마지막연도	1995
탄소원단위	3.175E+ 00 kgCO2-eq/kg

(2) sodium chloride, brine solution, at plant

Reference function	information
Name	sodium chloride, brine solution, at plant
Unit	kg
Category	chemicals
Subcategory	inorganics
Amount	1
Included processes	this module includes the solution mining process of sodium chloride for the preparation of a brine for industrial use. No cleaning or drying step are therefore included.
General comment	
Infrastructure included	Yes
Dataset relates to product	Yes
Geography	estimation, based on one European literature source - valuable for European situation
Technology	modern solution mining technique (mix)
Start year	1994
End year	1994

구분	내용
DB명	염화 나트륨
단위	kg
카테고리	화학물질
보조카테고리	무기물
양	1
포함된 과정	솔루션마이닝 프로세스를 이용한 소금물을 산업용으로 사용하기 위한 염화나트륨 공정. 세척과 건조단계는 포함하지 않음.
일반적 논평	
기반시설 포함	포함
데이터시트와 제품의 연관성	있음
지역	유럽의 한 서적을 기반으로 추정함, 유럽상황에 적합
기술	현재 솔루션마이닝 기술
시간연도	1994
마지막연도	1994
탄소원단위	1.122E-01 kgCO ₂ -eq/kg

(3) sodium chloride, powder, at plant

Reference function	information
Name	sodium chloride, powder, at plant
Unit	kg
Category	chemicals
Subcategory	inorganics
Amount	1
Included processes	this module includes the solution mining process of sodium chloride, its cleaning form impurities, and the drying step. It is sold as bulk and therefore no packaging materials are included.
General comment	
Infrastructure included	Yes
Dataset relates to product	Yes
Geography	data from one European solution mining site - used to represent the European mix of 41% solution mining and 59% rock salt
Technology	modern solution mining technology (thermo compressing technology)
Start year	2000
End year	2000

구분	내용
DB명	염화 나트륨
단위	kg
카테고리	화학물질
보조카테고리	무기물
양	1
포함된 과정	솔루션마이닝 프로세스를 이용한 염화나트륨과 세정, 건조단계를 포함함. 이는 포장하지 않고 벌크로 판매됨. (포장과정은 포함되지 않음)
일반적 논평	
기반시설 포함	포함
데이터시트와 제품의 연관성	있음
지역	유럽의 한 솔루션마이닝 위치의 데이터 - 유럽 대표 값 41% 솔루션마이닝과 59% 섞은 것으로 씀
기술	현재 솔루션마이닝 기술 (열 압축 기술)
시간연도	2000
마지막연도	2000
탄소원단위	1.789E-01 kgCO ₂ -eq/kg

17. 소나무

(1) sawn timber, paraná pine (SFM), kiln dried, u=15%, at sawmill

Reference function	information
Name	sawn timber, paraná pine (SFM), kiln dried, u=15%, at sawmill
Unit	m3
Category	wooden materials
Subcategory	processing
Amount	1
Included processes	includes transportation to sawmill by lorry; sawing into timber; technical drying is assumed; 45% of log input (including sapwood) is generated as co-product that is partly used for technical drying and partly sold or is used for energy recovery used outside this process.
General comment	the multi-output process "sawing and planing, timber, paraná pine, kiln dried, u=15%" delivers the two coproducts "sawn timber, paraná pine (SFM), kiln dried, u=15%, at sawmill" and "industrial residue wood, paraná pine (SFM), u=15%, at sawmill". Allocation is based on the over-all proceeds of the process; resource use of natural wood growth is corrected via a mass-based "allocation correction". Data stems from one well-documented, large, vertically integrated sawmill
Infrastructure included	Yes
Dataset relates to product	Yes
Geography	wood consumption for technical drying is estimated based on European data
Technology	average European data. depending on sawing and drying technology, specific wood density of a particular log and type of sawn timber produced, data may vary
Start year	2000
End year	2005

구분	내용
DB명	파라나 소나무 (톱질, 가마건조)
단위	m3
카테고리	목자재
보조카테고리	공정
양	1
포함된 과정	제재소까지 운송을 포함함. 목재 절단, 기술적 건조로 가정함. 통나무의 45%는 일반적으로 부산물이 생산되는데, 이를 일부분 건조기술에서 사용하고 일부분은 판매하거나 다른공정에서 에너지원으로 사용함.
일반적 논평	2가지가 생산됨. 하나는 소나무, 다른 하나는 산업용 나무 잔류물(펠검). 할당은 프로세스의 모든 과정에 따라 진행함. 자연적 나무성장으로 인한 자원사용은 무게를 기반으로 할당보정함. 데이터는 하나의 잘 쓰여진 문서에 의해 큰 제재소에서 통합된 자료를 이용함
기반시설 포함	포함
데이터시트와 제품의 연관성	있음
지역	건조목재소비의 유럽데이터로 추측함
기술	유럽 평균 데이터. 톱질과 건조에 따라 특정 통나무는 종류에 따라 나무 생산과 밀도 등의 데이터 차이는 있을 수 있음
시간연도	2000
마지막연도	2005
탄소원단위	6.343E+ 02 kgCO2-eq/kg

(2) industrial residual wood, paraná pine (SFM), u=15%, at sawmill

Reference function	information
Name	industrial residual wood, paraná pine (SFM), u=15%, at sawmill
Unit	m3
Category	wooden materials
Subcategory	processing
Amount	1
Included processes	includes transportation to sawmill by lorry; sawing into timber; technical drying is assumed; 45% of log input (including sapwood) is generated as co-product that is partly used for technical drying and partly sold or is used for energy recovery used outside this process.
General comment	the multi-output process "sawing and planing, timber, paraná pine, kiln dried, u=15%" delivers the two coproducts "sawn timber, paraná pine (SFM), kiln dried, u=15%, at sawmill" and "industrial residue wood, paraná pine (SFM), u=15%, at sawmill". Allocation is based on the over-all proceeds of the process; resource use of natural wood growth is corrected via a mass-based "allocation correction". Data stems from one well-documented, large, vertically integrated sawmill
Infrastructure included	Yes
Dataset relates to product	Yes
Geography	wood consumption for technical drying is estimated based on European data
Technology	average European data. depending on sawing and drying technology, specific wood density of a particular log and type of sawn timber produced, data may vary
Start year	2000
End year	2005

구분	내용
DB명	산업용 나무 잔류물(뿔감)
단위	m3
카테고리	목자재
보조카테고리	공정
양	1
포함된 과정	제재소까지 운송을 포함함. 목재 절단, 기술적 건조로 가정함. 통나무의 45%는 일반적으로 부산물이 생산되는데, 이를 일부분 건조기술에서 사용하고 일부분은 판매하거나 다른공정에서 에너지원으로 사용함.
일반적 논평	2가지가 생산됨. 하나는 소나무, 다른 하나는 산업용 나무 잔류물(뿔감). 할당은 프로세스의 모든 과정에 따라 진행함. 자연적 나무성장으로 인한 자원사용은 무게를 기반으로 할당보정함. 데이터는 하나의 잘 쓰여진 문서에 의해 큰 제재소에서 통합된 자료를 이용함
기반시설 포함	포함
데이터시트와 제품의 연관성	있음
지역	건조목재소비의 유럽데이터로 추측함
기술	유럽 평균 데이터. 톱질과 건조에 따라 특정 통나무는 종류에 따라 나무 생산과 밀도 등의 데이터 차이는 있을 수 있음
시간연도	2000
마지막연도	2005
탄소원단위	1.864E+ 01 kgCO2-eq/kg

(3) sawn timber, paraná pine (SFM), u=15%, BR, at maritime harbour

Reference function	information
Name	sawn timber, paraná pine (SFM), u=15%, BR, at maritime harbour
Unit	m3
Category	wooden materials
Subcategory	processing
Amount	1
Included processes	includes transportation of the sawn timber from the sawmill to a main harbour in Europe by truck and freight ship.
General comment	data refers to wood from Brazil, used in Europe. main ports in Europe include Rotterdam, Hamburg, Bremerhafen or Antwerpen. Currently, there is an export ban in place for Brazilian Paraná pine; products might come from Argentina with slightly longer transport distances
Infrastructure included	Yes
Dataset relates to product	Yes
Geography	
Technology	average processes for transportation to Europe; transport distance however can vary
Start year	2000
End year	2005

구분	내용
DB명	파라나 소나무 채목 (톱질된)
단위	m3
카테고리	목자재
보조카테고리	공정
양	1
포함된 과정	제재소에서 항구까지 유럽 안에서 트럭과 화물선을 통한 수송이 포함됨.
일반적 논평	목재에 대한 데이터는 브라질의 데이터, 사용은 유럽의 데이터를 참고함. 항구는 유럽의 주요항구인 Rotterdam, Hamburg, Bremerhafen or Antwerpen. 현재, 브라질산 파라나 소나무는 수입금지임. 약간 더 멀지만 아르헨티나에서 옴.
기반시설 포함	포함
데이터시트와 제품의 연관성	있음
지역	
기술	유럽으로 오는 평균 수송값, 그러나 거리는 달라질 수 있음.
시간연도	2000
마지막연도	2005
탄소원단위	7.239E+ 02 kgCO2-eq/kg

18. 소맥분

(1) wheat organic, at feed mill

Reference function	information
Name	wheat organic, at feed mill
Unit	kg
Category	agricultural means of production
Subcategory	feed
Amount	1
Included processes	The inventory includes the transport of the raw materials to the feed processing centre, processing feedstuff (crushing or milling, heat treatment, dosing, mixing squeezing and pelleting) and the storage of the feed mixes. It also includes water use and wastewater treatment, the transformation and use of land related to the storage buildings. No process emissions were included except heat waste from the use of electricity. Packaging is not included.
General comment	The inventory refers to 1 kg processed feedstuff (fresh weight).
Infrastructure included	Yes
Dataset relates to product	Yes
Geography	Values refer to feedstuff delivered in Switzerland.
Technology	Refers to expanded feedstuff.
Start year	1996
End year	1999

구분	내용
DB명	유기농 소맥분 (밀)
단위	kg
카테고리	농자재
보조카테고리	식량(사료)
양	1
포함된 과정	인벤토리에는 사료가공과 원자재 가공장소로의 수송이 포함됨(파쇄, 분쇄, 가열, 투약, 혼합 및 펠렛화). 물의 사용과 폐수 처리 등과 저장건물에 관한 토지사용을 포함함. 공정에서 전기를 사용하고 배출되는 열폐기물은 포함되지 않음. 더불어, 포장 공정도 포함되지 않음.
일반적 논평	1kg의 사료 생산 시 발생값을 참조함
기반시설 포함	포함
데이터시트와 제품의 연관성	있음
지역	스위스의 사료 생산 값을 참조
기술	보편적인 사료 생산공정 참조
시간연도	1996
마지막연도	1996
탄소원단위	5.601E-01 kgCO ₂ -eq/kg

(2) wheat grains organic, at farm

Reference function	information
Name	wheat grains organic, at farm
Unit	kg
Category	agricultural means of production
Subcategory	plant production
Amount	1
Included processes	The inventory includes the processes of soil cultivation, sowing, weed control, fertilisation, harvest and grain drying. Machine infrastructure and a shed for machine sheltering is included. Inputs of fertilisers and seed as well as grain transports to the regional processing center (10km) are considered. The direct emissions on the field are also included.
General comment	Inventory refers to the production of 1 kg wheat grains organic, at farm respectively wheat straw organic, at farm , both with a moisture content of 15%. The multioutput-process wheat organic delivers the co-products wheat grains organic, at farm (4069kg yield/ha) and wheat straw organic, at farm (3306kg yield/ha). Economic allocation with allocation factor of 93.1% to grains (exceptions see report).
Infrastructure included	Yes
Dataset relates to product	Yes
Geography	Refers to an average production in the Swiss lowlands.
Technology	Organic production
Start year	1996
End year	2003

구분	내용
DB명	유기농 곡물 (밀)
단위	kg
카테고리	농자재
보조카테고리	플랜트 생산
양	1
포함된 과정	토양재배, 파종, 잡초제거, 시비, 수확 및 곡물건조를 포함함. 시설 중 기계와 창고 사용이 포함. 파종과 비료투입, 곡물의 처리센터 운송을 고려함(10km). 토양의 직접 배출량도 포함함.
일반적 논평	1kg의 유기농 곡물 생산 시 발생값을 참조함. 각 유기농 곡물농장에서의 수분함량은 15%, 여러제품이 생산되는 공정에서 유기농 곡물(4069kg)과 밀짚(3306kg)이 생산됨. 경제성 할당으로 93.1%를 곡물이 갖음.
기반시설 포함	포함
데이터 시트와 제품의 연관성	있음
지역	스위스의 평균 생산량을 참조함
기술	유기농 생산
시간연도	1996
마지막연도	2003
탄소원단위	5.074E-01 kgCO ₂ -eq/kg

19. 수산화칼륨

Reference function	information
Name	potassium hydroxide, at regional storage
Unit	kg
Category	chemicals
Subcategory	inorganics
Amount	1
Included processes	cradle-to-gate, including all precursors, ancillary materials and transports
General comment	Potassium hydroxide is manufactured by the electrolysis of potassium chloride brine in electrolytical cells
Infrastructure included	Yes
Dataset relates to product	Yes
Geography	
Technology	based on industry data in the US
Start year	1998
End year	2004

구분	내용
DB명	수산화칼륨
단위	kg
카테고리	화학물질
보조카테고리	무기물
양	1
포함된 과정	발생지에서 문까지, 보조물질과 수송까지 모든 과정 포함함.
일반적 논평	수산화칼륨은 전해조에서 염화칼륨과 염수의 전기분해에 의해 제조됨
기반시설 포함	포함
데이터시트와 제품의 연관성	있음
지역	
기술	미국의 산업 DB 기반
시간연도	1998
마지막연도	2004
탄소원단위	1.889E+ 00 kgCO ₂ -eq/kg

20. 수피

Reference function	information
Name	bark chips, softwood, u=140%, at forest road
Unit	m3
Category	wooden materials
Subcategory	extraction
Amount	1
Include d processes	Tractor driven debarking; allocation based on proceeds
General comment	The volume refers to the wood not including the bark. The multi-output process "debarking, softwood, in forest" delivers the two coproducts "round wood, softwood, debarked, u=70% at forest road" and "bark chips, softwood, u=140%, at forest road". Allocation is based on the over-all proceeds of the process.
Infrastructure included	Yes
Dataset relates to product	Yes
Geography	Data for Germany used for central Europe
Technology	Refers to a tractor driven process.
Start year	1994
End year	2001

구분	내용
DB명	침엽수 수피
단위	m3
카테고리	목자재
보조카테고리	추출물
양	1
포함된 과정	껍질을 벗겨내는 트랙터 사용. 진행을 기반으로 할당함
일반적 논평	나무의 부피는 수피를 포함하지 않음. debarking과 round wood, bark chips 의 여러 제품이 생산됨. 공정의 진행을 기반으로 할당함.
기반시설 포함	포함
데이터시트와 제품의 연관성	있음
지역	중부유럽에서 사용되는 독일 데이터
기술	트랙터를 필요로 하는 공정을 참조함
시간연도	1994
마지막연도	2001
탄소원단위	1.868E+ 00 kgCO2-eq/kg

21. 우분

(1) compost plant, open

Reference function	information
Name	compost plant, open
Unit	unit
Category	agricultural means of production
Subcategory	buildings
Amount	1
Included processes	Building materials required for a compost plant and its construction as well as the disposal of these materials were included. Land use during construction and use is considered. The lifetime of the plant was assumed as 25 years. Transport of the building materials to the construction site were included.
General comment	The inventory refers to a compost plant over the lifetime of 25 years. The compost plant is constructed for a treating capacity of 10□000 tons biogenic waste per year. The total turnover of the plant over the entire lifetime of 25 years amounts thus 250□000 tons biogenic waste.
Infrastructure included	Yes
Dataset relates to product	Yes
Geography	Values refer to the situation in Switzerland.
Technology	Refer to open plant composting.
Start year	1999
End year	1999

구분	내용
DB명	우분비료 공장
단위	unit
카테고리	농자재
보조카테고리	건물
양	1
포함된 과정	건축재료는 퇴비 공장에 필요한 것 뿐 아니라 폐기처리 또한 포함함. 건축 중 대지 사용과 대지 이용도 포함함. 공장의 수명은 25년으로 가정함. 건축자재는 현장으로 수송하는 것을 포함함.
일반적 논평	25년 이상의 수명을 갖은 비료공장을 참조함. 비료공장은 1년에 바이오제닉을 10,000톤 처리하도록 건설됨. 총 처리용량은 전체 수명 25년 동안 25,000톤의 바이오제닉을 처리함.
기반시설 포함	포함
데이터시트와 제품의 연관성	있음
지역	스위스의 경우를 참조함
기술	개방된 비료공장을 참조함
시간연도	1999
마지막연도	1999
탄소원단위	7.140E+ 05 kgCO ₂ -eq/kg

(2) compost, at plant

Reference function	information
Name	compost, at plant
Unit	kg
Category	agricultural means of production
Subcategory	organic fertiliser
Amount	1
Included processes	Energy demand for operating a compost plant was included as well as process emissions, infrastructure of the compost plant and transports related to the collection of the biogenic waste. Values refer to compost with a water content of 50 % by weight.
General comment	Compost inventory refers 1 kg fresh weight of compost.
Infrastructure included	Yes
Dataset relates to product	Yes
Geography	Values refer to the situation in Switzerland.
Technology	Compost inventory refers to open plant compost production.
Start year	1999
End year	1999

구분	내용
DB명	우분
단위	kg
카테고리	농자재
보조카테고리	유기비료
양	1
포함된 과정	공장에서 비료를 생산하기 위한 에너지 사용, 공정 배출물, 생물 폐기물 수집으로 인한 시설과 수송을 포함. 퇴비의 중량 중 50%는 수분함량임을 참조함.
일반적 논평	우분비료 1kg을 생산할 때를 참조함
기반시설 포함	포함
데이터시트와 제품의 연관성	있음
지역	스위스의 경우를 참조함
기술	비료공장이 비료를 생산할 때를 참조함
시간연도	1999
마지막연도	1999
탄소원단위	3.246E-01 kgCO ₂ -eq/kg

22. 운모

(1) chemicals inorganic, at plant

Reference function	information
Name	chemicals inorganic, at plant
Unit	kg
Category	chemicals
Subcategory	inorganics
Amount	1
Included processes	A general module for inorganic chemicals is established, based on the modules of several inorganic substances from the ecoinvent database
General comment	An unweighted average of the first 20 inorganic substances, being part of the top100 chemicals and included into this database, is established.
Infrastructure included	Yes
Dataset relates to product	Yes
Geography	General module, based on chemicals from Europe, Switzerland and Global level, used as a global average.
Technology	Present technology for the production of the different included chemicals (for details, see datasets of the respective chemical substance)
Start year	2000
End year	2000

구분	내용
DB명	운모
단위	kg
카테고리	화학물질
보조카테고리	무기물
양	1
포함된 과정	무기화학은 에코인벤트에 확립된 여러 무기물질의 프로세스를 근거로 하여 일반적인 프로세스를 만듦.
일반적 논평	무게를 뺀 평균은 첫 20여개 무기물질, top100의 화학물질 중 일부와 설립된 DB를 포함함.
기반시설 포함	포함
데이터시트와 제품의 연관성	있음
지역	프로세스는 유럽과 스위스, 전세계의 화학물질을 기반으로 함. 전세계 평균을 사용함.
기술	다른 화학물질을 생산할 수 있는 현재의 기술
시간연도	2000
마지막연도	2000
탄소원단위	1.862E+ 00 kgCO ₂ -eq/kg

(2) chemicals organic, at plant

Reference function	information
Name	chemicals organic, at plant
Unit	kg
Category	chemicals
Subcategory	organics
Amount	1
Included processes	A general module for organic chemicals is established, based on the modules of several organic substances from the ecoinvent database
General comment	An unweighted average of the first 20 organic substances, being part of the top100 chemicals and included into this database, is established.
Infrastructure included	Yes
Dataset relates to product	Yes
Geography	General module, based on chemicals from Europe, Switzerland and Global level, used as a global average.
Technology	Present technology for the production of the different included chemicals (for details, see datasets of the respective chemical substance)
Start year	2000
End year	2000

구분	내용
DB명	운모
단위	kg
카테고리	화학물질
보조카테고리	유기물
양	1
포함된 과정	무기화학은 에코인벤트에 확립된 여러 무기물질의 프로세스를 근거로 하여 일반적인 프로세스를 만듦.
일반적 논평	무게를 뺀 평균은 첫 20여개 무기물질, top100의 화학물질 중 일부와 설립된 DB를 포함함.
기반시설 포함	포함
데이터시트와 제품의 연관성	있음
지역	프로세스는 유럽과 스위스, 전세계의 화학물질을 기반으로 함. 전세계 평균을 사용함.
기술	다른 화학물질을 생산할 수 있는 현재의 기술
시간연도	2000
마지막연도	2000
탄소원단위	1.852E+ 00 kgCO ₂ -eq/kg

23. 인광석

(1) phosphate rock mine

Reference function	information
Name	phosphate rock mine
Unit	unit
Category	chemicals
Subcategory	inorganics
Amount	1
Included processes	Mining equipment, equipment for beneficiation, buildings for beneficiation plant, land use of processing plant.
General comment	Large uncertainties for equipment used due to weak data from only 2 mines and various assumptions.
Infrastructure included	Yes
Dataset relates to product	Yes
Geography	Assumption for infrastructure in U.S. based on weak data of 2 U.S. mines.
Technology	No specific technology modelled
Start year	1994
End year	2001

구분	내용
DB명	인광석 광산
단위	unit
카테고리	화학물질
보조카테고리	무기물
양	1
포함된 과정	채광 장비, 선광 장비, 선광시설 건축, 기반시설의 토지 사용
일반적 논평	2개의 광산을 데이터로 하였기 때문에 적은 DB로 인해 큰 불확실성을 가짐.
기반시설 포함	포함
데이터시트와 제품의 연관성	있음
지역	미국의 2개 광산을 기반으로 한 가정
기술	특별한 기술적 선택은 없음
시간연도	1994
마지막연도	2001
탄소원단위	1.918E+08 kgCO ₂ -eq/kg

(2) phosphate rock mine

Reference function	information
Name	phosphate rock mine
Unit	unit
Category	chemicals
Subcategory	inorganics
Amount	1
Include d processes	Mining equipment, equipment for beneficiation, buildings for beneficiation plant, land use of processing pant.
General comment	Large uncertainties for equipment used due to weak data from only 2 mines and various assumptions.
Infrastructure included	Yes
Dataset relates to product	Yes
Geography	Assumption for infrastructure based on weak data of 1 Moroccan and 1 U.S. mine.
Technology	No specific technology modelled
Start year	1994
End year	2001

구분	내용
DB명	인광석 광산
단위	unit
카테고리	화학물질
보조카테고리	무기물
양	1
포함된 과정	채광 장비, 선광 장비, 선광시설 건축, 기반시설의 토지 사용
일반적 논평	2개의 광산을 데이터로 하였기 때문에 적은 DB로 인해 큰 불확실성을 갖음.
기반시설 포함	포함
데이터시트와 제품의 연관성	있음
지역	1개의 모로코, 다른 1개의 미국 광산을 기반으로 한 가정
기술	특별한 기술적 선택은 없음
시간연도	1994
마지막연도	2001
탄소원단위	9.431E+ 07 kgCO ₂ -eq/kg

(3) phosphate rock, as P2O5, beneficiated, dry, at plant

Reference function	information
Name	phosphate rock, as P2O5, beneficiated, dry, at plant
Unit	kg
Category	chemicals
Subcategory	inorganics
Amount	1
Included processes	Mining process, transport to beneficiation plant, dry processing including crushing, screening or washing and flotation. Drying or calcination of washed rock included. Land use for mining and reclamation.
General comment	Large uncertainties exist for data on particle emissions from transfer and storage. Also data of emissions to water and soil are uncertain due to missing data of uncontrolled run off and water use which were estimated. Energy consumption data related to mass of rock moved.
Infrastructure included	Yes
Dataset relates to product	Yes
Geography	Assumption for production in Morocco based mainly on data from Florida. Some data from Moroccan mines. Various processes with location RER used.
Technology	U.S. technology for dry rock or dried wet rock processing. Average technology mix modelled. No specific age of technology modelled
Start year	1986
End year	2001

구분	내용
DB명	인회암 (선광, 건조)
단위	kg
카테고리	화학물질
보조카테고리	무기물
양	1
포함된 과정	채광 공정, 시설로의 수송, 건조 공정, 파쇄, 스크리닝, 세척, 부유선광 등을 포함함. 광산과 개간 등 토지 사용 포함함.
일반적 논평	수송과 저장에서 분진배출에 대한 큰 불확실성이 존재함. 또한 물 사용량은 추정된 것이며, 토양유실에 대한 데이터는 가동을 중단하였을 때의 양을 관리하지 않아서 토양과 수계 배출물에 대한 불확실성을 가지고 있음. 에너지 소비에 대한 데이터는 암석의 이동과 관련됨.
기반시설 포함	포함
데이터시트와 제품의 연관성	있음
지역	플로리다의 데이터를 모로코 데이터를 이용하여 추정함. 어떤 데이터는 모로코의 광산의 데이터임. 다양한 공정은 유럽의 공정을 이용함.
기술	미국의 기술은 건조 암석 또는 건조된 젖은 암석의 공정이며, 평균 기술은 섞여있는 암석임. 특별한 시대적 기술은 없음.
시간연도	1986
마지막연도	2001
탄소원단위	2.250E-01 kgCO2-eq/kg

(4) phosphate rock, as P2O5, beneficiated, wet, at plant

Reference function	information
Name	phosphate rock, as P2O5, beneficiated, wet, at plant
Unit	kg
Category	chemicals
Subcategory	inorganics
Amount	1
Included processes	Mining process, transport to beneficiation plant, wet processing including screening, washing and flotation. No drying or calcination included. Land use for mining and reclamation.
General comment	Large uncertainties exist for data on particle emissions from transfer and storage. Also data of emissions to water and soil are uncertain due to missing data of uncontrolled run off which was estimated. Energy consumption data related to mass of rock moved.
Infrastructure included	Yes
Dataset relates to product	Yes
Geography	Assumption for production in U.S. based mainly on data from Florida. Various processes with location RER used.
Technology	U.S. technology for wet rock processing. No specific age of technology modelled
Start year	1986
End year	2001

구분	내용
DB명	인회암 (선광, 건조)
단위	kg
카테고리	화학물질
보조카테고리	무기물
양	1
포함된 과정	채광 공정, 시설로의 수송, 젖은 프로세스, 스크리닝, 세척, 부유선광, 건조하지 않은 등을 포함함. 광산과 개간 등 토지 사용 포함함.
일반적 논평	수송과 저장에서 분진배출에 대한 큰 불확실성이 존재함. . 에너지 소비에 대한 데이터는 암석의 이동과 관련됨.
기반시설 포함	포함
데이터시트와 제품의 연관성	있음
지역	플로리다의 데이터를 미국 데이터를 이용하여 추정함. 다양한 공정은 유럽의 공정을 이용함.
기술	미국 기술은 젖은 인회석을 가공함. 특별한 시대적 기술은 없음.
시간연도	1986
마지막연도	2001
탄소원단위	2.114E-01 kgCO2-eq/kg

24. 일라이트

Reference function	information
Name	aluminium hydroxide, at plant
Unit	kg
Category	chemicals
Subcategory	inorganics
Amount	1
Included processes	Includes bauxite and ancillary materials with their transports to the calcination plant, the extraction of $\text{Al}(\text{OH})_3$ (grinding, digestion and percipitation) and the disposal of the wastes.
General comment	$\text{Al}(\text{OH})_3$ extraction and calcination to Al_2O_3 is done in the same plant in line. Only cumulated data for the whole process are available. In- and outputs of $\text{Al}(\text{OH})_3$ are calculated according to the stoichiometry ($1.530 \text{ kg Al}(\text{OH})_3 \rightarrow 1.000 \text{ kg Al}_2\text{O}_3 + 0.530 \text{ kg H}_2\text{O}$). Weak data for the energy consumption fractions of the two process parts were available. It is however not known if they relate to wet or dry aluminium hydroxide.
Infrastructure included	Yes
Dataset relates to product	Yes
Geography	Some Swiss datasets are used for European processes.
Technology	Average technology for the aluminium consumed in Europe
Start year	1995
End year	2002

구분	내용
DB명	일라이트
단위	kg
카테고리	화학물질
보조카테고리	무기물
양	1
포함된 과정	보크사이트와 보조물질을 소성공정으로 보내는 운송을 포함함. 알미늄을 추출하고, 폐기물을 처리함.
일반적 논평	알미늄 추출물과 Al_2O_3 의 소성은 같은 공장라인에서 함. 전체 프로세스의 누적데이터를 사용함. $\text{Al}(\text{OH})_3$ 의 투입물 및 산출물은 화학식에 따라 계산함($1.530 \text{ kg Al}(\text{OH})_3 \rightarrow 1.000 \text{ kg Al}_2\text{O}_3 + 0.530 \text{ kg H}_2\text{O}$). 두 프로세스 에너지 사용을 분할한 데이터는 빈약하지만 사용하였음. 그것은 젖었을 때와 건조됐을 때의 수산화알미늄에 관계를 알려지지 않았기 때문임.
기반시설 포함	포함
데이터시트와 제품의 연관성	있음
지역	스위스의 일부 데이터셋과 유럽의 공정을 이용함
기술	평균적인 유럽의 알미늄 생산기술
시간연도	1995
마지막연도	2002
탄소원단위	$6.588\text{E}-01 \text{ kgCO}_2\text{-eq/kg}$

25. 자철석

Reference function	information
Name	magnetite, at plant
Unit	kg
Category	chemicals
Subcategory	inorganics
Amount	1
Included processes	Includes the basic raw materials consumed and energy for precipitation reaction, filtration and drying. No direct emissions and no specific infrastructure are included.
General comment	This dataset is established for the use as magnetic carrier in toner for printer applications. It is based on rough stoichiometric assumptions. This dataset is established on estimations and shall not be used in cases, where magnetite contributes significantly to the total mass of an inventory.
Infrastructure included	Yes
Dataset relates to product	Yes
Geography	
Technology	Relates to the most common production process
Start year	1994
End year	1996

구분	내용
DB명	자철석
단위	kg
카테고리	화학물질
보조카테고리	무기물
양	1
포함된 과정	기본적 원자재 소비와 침전반응의 에너지, 여과 및 건조를 포함함. 직접배출은 없으며, 특별한 기반시설을 포함하지 않음.
일반적 논평	이 데이터셋은 프린터 토너의 마그네틱 캐리어에 사용하기 위해서 만듦. 개략적인 화학식을 기반으로 작성함. 데이터셋은 추정에 의해 작성했고, 마그네틱이 전체 질량에 크게 기여하는 경우엔 경우에 사용할 수 없음.
기반시설 포함	포함
데이터시트와 제품의 연관성	있음
지역	
기술	보편적인 생산공정 수준
시간연도	1994
마지막연도	1996
탄소원단위	7.836E-01 kgCO ₂ -eq/kg

26. 장석

Reference function	information
Name	feldspar, at plant
Unit	kg
Category	construction materials
Subcategory	others
Amount	1
Include d processes	Included are raw material, the use of energy and auxillaries as well as emissions to air and water from the separation (by floating) and sorting steps. Infrastructure and transport are estimated values.
General comment	The functional unit represent 1 kg of feldspat. Large uncertainty of the process data due to weak data on the production process.
Infrastructure included	Yes
Dataset relates to product	Yes
Geography	Data used are from one single company in Europe. They are used here for an average dataset for RER (Europe).
Technology	Data based on the information from one European producer using the floating technology for the separation step. Inventory bases on filled in questionnaire. Water is in a used in a closed circle. The emissions to air were estimated based on bauxite mining.
Start year	1993
End year	1995

구분	내용
DB명	장석
단위	kg
카테고리	건축재료
보조카테고리	기타
양	1
포함된 과정	원자재, 에너지 사용, 보조물질, 분리와 정렬 단계에서 수계 및 대기 배출물을 포함함. 기반시설과 수송도 포함.
일반적 논평	기능단위 1kg의 장석을 기준으로 함. 부실한 생산공정 데이터로 인해 불확실성이 큼.
기반시설 포함	포함
데이터시트와 제품의 연관성	있음
지역	사용된 데이터는 유럽의 한 회사의 것임. 그 회사는 유럽의 평균 데이터셋을 사용함.
기술	유럽의 한 생산자가 사용하는 분리공정 중 부동기술의 정보를 기반으로 함. 인벤토리는 설문조사를 기반으로 작성함. 물은 폐쇄 순환식으로 사용함. 대기배출물은 보크사이트 광산의 값을 기반으로 추정함.
시간연도	1993
마지막연도	1995
탄소원단위	3.372E-02 kgCO ₂ -eq/kg

27. 전분

(1) maize starch, at plant

Reference function	information
Name	maize starch, at plant
Unit	kg
Category	agricultural production
Subcategory	plant production
Amount	1
Included processes	The production steps required to obtain maize starch from maize corns were taken into account, including mechanical separation steps, swelling in process water, milling of the swelled corns, desiccation and drying of the extracted starch. Processing of process water was included. Infrastructure use is included.
General comment	The mais corns used as input refer to IP production. In the reference the inventory is based on, by-products evolving during starch production were allocated on an economic basis. The inventory refers to maize starch with a water content of 14% by weight.
Infrastructure included	Yes
Dataset relates to product	Yes
Geography	Values refer to the situation in Germany.
Technology	Refers to typical maize starch production in Germany.
Start year	2002
End year	2002

구분	내용
DB명	옥수수 전분
단위	kg
카테고리	농업생산
보조카테고리	식물생산
양	1
포함된 과정	옥수수에서 전분을 수득하는데 필요한 생산단계가 고려됨. 기계적 분리단계를 포함함. 공정수 및 부존 옥수수의 제분하는 공정, 수득한 전분의 탈수 및 건조공정을 포함함. 기반시설 이용 포함함.
일반적 논평	옥수수 투입에 대한 IP production을 참고하여 작성함. 인벤토리의 참조는 여러 생산물 중 전분의 생산에 의한 경제적 할당을 기반함. 전분의 무게 중 14%는 수분을 함유한다는 것을 참고함.
기반시설 포함	포함
데이터시트와 제품의 연관성	있음
지역	독일의 경우를 참조함
기술	독일의 전형적 옥수수 전분 생산업체를 참조함
시간연도	2002
마지막연도	2002
탄소원단위	1.217E+ 00 kgCO ₂ -eq/kg

(2) potato starch, at plant

Reference function	information
Name	potato starch, at plant
Unit	kg
Category	agricultural production
Subcategory	plant production
Amount	1
Included processes	The production steps required to obtain potato starch from potato tubers were taken into account, including washing of the potatoes, chopping, separation of the potato fruit water, washing, refining and finally drying of the starch. Processing of process water was included. Infrastructure use is consideration.
General comment	The potatoes used as input refer to IP production. In the reference the inventory is based on, by-products evolving during starch production were allocated on an economic basis. The inventory refers to potato starch with a water content of 20% by weight.
Infrastructure included	Yes
Dataset relates to product	Yes
Geography	Values refer to the situation in Germany.
Technology	Refers to typical potato starch production in Germany.
Start year	2002
End year	2002

구분	내용
DB명	감자 전분
단위	kg
카테고리	농업생산
보조카테고리	식물생산
양	1
포함된 과정	감자에서 전분을 수득하는데 필요한 생산단계가 고려됨. 감자의 세척, 절단, 육즙의 분리, 정제 및 전분의 건조 공정을 포함함. 공정수와 기반시설 이용을 포함함.
일반적 논평	옥수수 투입에 대한 IP production을 참고하여 작성함. 인벤토리의 참조는 여러 생산물 중 전분의 생산에 의한 경제적 할당을 기반함. 전분의 무게 중 14%는 수분을 함유한다는 것을 참고함.
기반시설 포함	포함
데이터시트와 제품의 연관성	있음
지역	독일의 경우를 참조함
기술	독일의 전형적 옥수수 전분 생산업체를 참조함
시간연도	2002
마지막연도	2002
탄소원단위	7.220E-01 kgCO ₂ -eq/kg

28. 질석

(1) vermiculite, at mine

Reference function	information
Name	vermiculite, at mine
Unit	kg
Category	construction materials
Subcategory	additives
Amount	1
Included processes	includes excavation by digger, blasting, transportation within mine, the land-use for quarrying, the recultivation
General comment	For a lack of data the dust emissions for bauxite mining are used as proxy. No recultivation is assumed. To account for the phosphate mined together with the vermiculite, the resource "phosphorus, 18% in apatite, 12% in crude ore, in ground" is inventoried. Since the apatite is dumped but afterwards used by other companies it is neither considered co-product nor waste. The paraffin fueled heating system is approximated with "light fuel oil, burned in industrial furnace 1 MW, non-modulating". For the electricity mix the UCPTE-mix has been used.
Infrastructure included	Yes
Dataset relates to product	Yes
Geography	For the exchanges, RER, GLO and CH modules have been used as proxy.
Technology	High level of technology used in one of the biggest vermiculite mines in the world, in South-Africa.
Start year	2000
End year	2000

구분	내용
DB명	질석
단위	kg
카테고리	건축재료
보조카테고리	첨가물
양	1
포함된 과정	광산 내의 굴착, 발파, 운송, 광산의 토지 이용, 채굴을 포함함.
일반적 논평	광산의 비산먼지에 대한 데이터 부족은 프록시를 사용함. recultivation는 없다고 가정함. 인회석 광산에서 질석이 함께 채굴됨. 채석된 흙은 인회석이 18%, 기타 광석이 12%를 차지함. 인회석은 사용하지 않지만 다른 회사에서 이를 사용하므로 부산물이나 폐기물로 보지 않음. 파라핀 연료의 가열 시스템은 다른 군사 연료로 사용함. 전기의 경우 혼합 사용됨.
기반시설 포함	포함
데이터시트와 제품의 연관성	있음
지역	유럽과 세계, 스위스 모듈을 섞어 사용함
기술	한 큰 질석 광산에서 사용하는 높은 수준의 기술수준
시간연도	2000
마지막연도	2000
탄소원단위	1.658E-03 kgCO ₂ -eq/kg

(2) mine, vermiculite

Reference function	information
Name	mine, vermiculite
Unit	unit
Category	construction materials
Subcategory	additives
Amount	1
Included processes	includes land-use (occupation, transformation) for infrastructure, buildings, roads and green areas. The quarried area is not included here, but in the module describing mining activities
General comment	The mine studied is the Palabora mine in South Africa
Infrastructure included	Yes
Dataset relates to product	Yes
Geography	data are only from one company in South-Africa (Palabora Mining Company ltd.);
Technology	infrastructure from one of the biggest mines in the world, which is in South-Africa, has been used.
Start year	2000
End year	2000

구분	내용
DB명	질석 광산
단위	unit
카테고리	건축재료
보조카테고리	첨가물
양	1
포함된 과정	기반시설과 건축, 도로와 녹지에 따른 토지 이용을 포함함. 채석장은 포함되지 않음. 그러나 광산활동을 하고 있을 때를 가정함.
일반적 논평	팔라보라 회사의 남아프리카 광산을 기반함
기반시설 포함	포함
데이터시트와 제품의 연관성	있음
지역	남아프리카의 한 광산의 데이터
기술	기반시설은 남아프리카의 큰 광산 한 곳을 기반함
시간연도	2000
마지막연도	2000
탄소원단위	4.358E+ 05 kgCO ₂ -eq/kg

29. 탄산나트륨

Reference function	information
Name	sodium carbonate from ammonium chloride production, at plant
Unit	kg
Category	chemicals
Subcategory	inorganics
Amount	1
Included processes	Modified Solvay process including materials, energy uses, infrastructure and emissions.
General comment	The multioutput-process "modified Solvay process" delivers the co-products ammonium chloride and sodium carbonate. The allocation is based on stoichiometric calculation.
Infrastructure included	Yes
Dataset relates to product	Yes
Geography	The inventory is modelled for the world..
Technology	Chlorination of ammonium
Start year	2000
End year	2006

구분	내용
DB명	탄산나트륨
단위	kg
카테고리	화학물질
보조카테고리	무기물
양	1
포함된 과정	수정된 솔베이 공정의 자재, 에너지 사용, 기반시설 및 배출량을 포함함
일반적 논평	여러 제품이 생산되는 솔베이 공정은 부산물로 암모늄클로라이드와 탄산나트륨을 얻음. 화학적 계산에 의해 할당함.
기반시설 포함	포함
데이터시트와 제품의 연관성	있음
지역	세계 기준
기술	암모늄의 염소화
시간연도	2000
마지막연도	2006
탄소원단위	1.036E+ 00 kgCO ₂ -eq/kg

30. 톱밥

Reference function	information
Name	sawdust, Scandinavian softwood (plant-debarked), u=70%, at plant
Unit	m3
Category	construction materials
Subcategory	additives
Amount	1
Include processes	This module includes the debarking and the further production of sawn timber, wood chips and sawdust in a Scandinavian sawmill. The transport of the wood from the forest road to the sawmill is included.
General comment	The multi-output process "sawing / debarking, scandinavian softwood, at plant" delivers the coproducts "sawn timber, scandinavian softwood, raw, plant-debarked, u=70%,at plant", "chips, scandinavian softwood (plant-debarked), u=70%, at plant" and "sawdust, scandinavian softwood (plant-debarked), u=70%, at plant". The allocation is based on the prices of the different outputs.
Infrastructure included	Yes
Dataset relates to product	Yes
Geography	Average data from nine different sawmills, located in Sweden and Finnland, belonging to the Stora Enso group.
Technology	Modern technology used nowadays in Sweden and Finnland
Start year	2000
End year	2000

구분	내용
DB명	침엽수 톱밥
단위	m3
카테고리	건축재료
보조카테고리	첨가물
양	1
포함된 과정	스칸디나비아 제재소에서 껍질을 벗겨내고 톱질, 목재칩과 톱밥을 얻어내는 공정을 포함함. 숲에서 제재소까지의 나무 운송을 포함함.
일반적 논평	제재(나무판지), 침엽수 목재, 나무칩, 톱밥 등의 여러제품이 생산됨. 이는 가격에 따라 할당함.
기반시설 포함	포함
데이터시트와 제품의 연관성	있음
지역	평균 데이터는 9개의 제재소에서 얻어냄. Stora Enso그룹에 속한 공장은 스웨덴과 핀란드에 위치함.
기술	요즘의 스웨덴과 핀란드의 현대 기술
시간연도	2000
마지막연도	2000
탄소원단위	2.413E+ 00 kgCO ₂ -eq/kg

31. 폴리에스테르수지

(1) polyester resin, unsaturated, at plant

Reference function	information
Name	polyester resin, unsaturated, at plant
Unit	kg
Category	paintings
Subcategory	production
Amount	1
Included processes	Estimated raw material input. Energy input and emissions to water by analogy to other process. Transports and Infrastructure estimated. Further inputs and solid wastes omitted.
General comment	The functional unit represent 1 kg of polyester resin, unsaturated.
Infrastructure included	Yes
Dataset relates to product	Yes
Geography	Data used has no specific geographical origin (general information about composition). Data are used as European average data.
Technology	data represents a mix of most often used substances for the production of polyester resin
Start year	1995
End year	2002

구분	내용
DB명	불포화 폴리에스테르 수지
단위	kg
카테고리	페인트
보조카테고리	생산물
양	1
포함된 과정	투입된 원자재는 추정함. 에너지 투입 및 수계배출물은 다른 프로세스와 유사함. 수송과 기반시설은 추정함. 그 이상의 입력 및 고형폐기물은 생략함.
일반적 논평	기능단위 1kg 의 불포화 폴리에스테르 수지
기반시설 포함	포함
데이터시트와 제품의 연관성	있음
지역	데이터는 지리적 특성이 없음. 유럽의 평균데이터를 사용함.
기술	데이터는 현재 폴리에스테르 수지의 생산에 보편적으로 사용되는 물질의 혼합
시간연도	1995
마지막연도	2002
탄소원단위	7.493E+ 00 kgCO2-eq/kg

(2) glass fibre reinforced plastic, polyester resin, hand lay-up, at plant

Reference function	information
Name	glass fibre reinforced plastic, polyester resin, hand lay-up, at plant
Unit	kg
Category	plastics
Subcategory	others
Amount	1
Included processes	Estimated raw material input. Energy input and emissions to water by analogy to other process. Transports and Infrastructure estimated. Further inputs and solid wastes omitted.
General comment	Gate to gate inventory for the hand lay-up moulding of glass fibre with polyester resin.
Infrastructure included	Yes
Dataset relates to product	Yes
Geography	Information from one manufacturer.
Technology	Hand lay-up moulding of glass fibre.
Start year	2000
End year	2000

구분	내용
DB명	폴리에스테르 수지
단위	kg
카테고리	플라스틱
보조카테고리	기타
양	1
포함된 과정	원자재 투입은 추정함. 에너지 투입 및 수계 배출물은 다른 프로세스와 유사함. 수송과 기반시설은 추정함. 그 이상의 입력 및 고형폐기물은 생략함.
일반적 논평	GTG 인벤토리로 폴리에스테르 수지와 유리섬유 성형에 관함
기반시설 포함	포함
데이터시트와 제품의 연관성	있음
지역	한 시설에서 얻은 정보를 기반함
기술	유리섬유의 성형
시간연도	2000
마지막연도	2000
탄소원단위	4.875E+ 00 kgCO2-eq/kg

32. 황산가리고토

Reference function	information
Name	magnesium oxide, at plant
Unit	kg
Category	chemicals
Subcategory	inorganics
Amount	1
Included processes	Raw materials, machineries and energy consumption for production, estimated emissions to air from production and infrastructure of the site (approximation). No water emissions.
General comment	The functional unit represent 1 kg of magnesium oxide. Large uncertainty of the process data due to weak data on the production process.
Infrastructure included	Yes
Dataset relates to product	Yes
Geography	Data are used here as European average.
Technology	Data approximated with data from iron mining and beneficiation as well as lime crushing and milling.
Start year	2000
End year	2000

구분	내용
DB명	황산가리고토
단위	kg
카테고리	화학물질
보조카테고리	무기물
양	1
포함된 과정	원자재, 생산 중 기계와 에너지 사용, 대기배출물 추정, 시설 등을 포함함. 수계배출물은 없음.
일반적 논평	기능단위는 1kg 의 황산가리고토. 생산공정의 데이터가 빈약하여 불확실성이 큼.
기반시설 포함	포함
데이터 시트와 제품의 연관성	있음
지역	유럽의 평균 데이터를 기반함.
기술	철광산과 데이터가 유사하며, 선광은 석회의 분쇄와 제분이 유사함.
시간연도	2000
마지막연도	2000
탄소원단위	1.051E+ 00 kgCO ₂ -eq/kg

33. 황산칼륨

(1) potassium sulphate, as K₂O, at regional storehouse

Reference function	information
Name	potassium sulphate, as K ₂ O, at regional storehouse
Unit	kg
Category	agricultural means of production
Subcategory	mineral fertiliser
Amount	1
Included processes	The unit process inventory takes into account the production of potassium sulphate from potassium chloride and sulphuric acid. Transports of raw materials and intermediate products to the fertiliser plant as well as the transport of the fertiliser product from the factory to the regional department store were included. Production and waste treatment of catalysts, coating and packaging of the final fertiliser products were not included. Infrastructure was included by means of a proxy module.
General comment	Refers to 1 kg K ₂ O, resp. 2.00 kg potassium sulphate with a K ₂ O-content of 50.0%
Infrastructure included	Yes
Dataset relates to product	Yes
Geography	According to the reference used for this inventory, the European average is derived from mean values of several fertiliser plants within Europe. The production of raw materials and/or intermediates outside Europe was taken into account by considering the production technology in the respective country and the relative import shares.
Technology	Production inventory was derived from detailed literature studies and specifications from the manufacturer, relevant for the European production. Transport specifications of the fertiliser product to the regional department store, which were not included in the reference used for this inventory, were complemented by data given in Patyk & Reinhardt (1997).
Start year	1999
End year	1999

구분	내용
DB명	황산칼륨
단위	kg
카테고리	농자재
보조카테고리	광물질비료
양	1
포함된 과정	염화칼륨 및 황산으로부터 황산칼륨을 생산하는 공정임. 원자재의 수송과 중간제품이 비료공장으로 수송되는 것, 비료를 지역 상점에 출하하는 수송을 포함함. 생산과 촉매 폐기물처리, 비료의 코팅과 포장에 포함하지 않음. 기반시설은 프록시를 근거로 포함시킴.
일반적 논평	1kg K ₂ O, 제품 2.00 kg 황산칼륨에 50% 함유할 때를 참조함
기반시설 포함	포함
데이터시트와 제품의 연관성	있음
지역	유럽의 여러 비료공장의 평균 값을 참조함. 원자재의 생산과 중간자재는 유럽의 각 국가에 있는 생산기술과 각 나라의 상대적 수입비율을 참고하였음.
기술	생산 인벤토리는 업체의 문헌을 참고함. 수송은 공장으로부터 지역 판매점까지의 수송을 포함하지 않음. Patyk & Reinhardt의 데이터에 의해 보완됨.
시간연도	1999
마지막연도	1999
탄소원단위	1.425E+ 00 kgCO ₂ -eq/kg

(2) potassium sulphate, as K₂O, from rape oil, at esterification plant

Reference function	information
Name	potassium sulphate, as K ₂ O, from rape oil, at esterification plant
Unit	kg
Category	chemicals
Subcategory	inorganics
Amount	1
Included processes	This process includes the esterification process of oil to methyl ester, glycerine and potassium sulphate, intermediate storage of the oil and products, treatment of specific wastewater effluents. System boundary is at the esterification plant.
General comment	Inventory refers to the production of 1 kg rape rape methyl ester, respectively glycerine and potassium sulphate, from rape oil. The multioutput-process 'rape oil, in esterification plant' delivers the co-products 'rape methyl ester, at esterification plant', 'glycerine, from rape oil, at esterification plant', 'potassium sulphate, as K ₂ O, from rape oil, at esterification plant'. Economic allocation with allocation factor of 86.9% to rape oil, 12.9% to glycerine and 0.2% to potassium sulphate. Allocation of CO ₂ emissions is done according to carbon balance.
Infrastructure included	Yes
Dataset relates to product	Yes
Geography	Data from different plants worldwide (incl. literature data)
Technology	Typical vegetable oil esterification plant designed for the production of methyl ester (for use in the vehicle fuels market), global context. Base-catalyzed transesterification.
Start year	1996
End year	2006

구분	내용
DB명	에스테르 반응 공장에서의 유채기름으로 생산된 황산칼륨(K ₂ O)
단위	kg
카테고리	화학
보조카테고리	무기물
양	1
포함된 과정	해당 프로세스는 메틸 에스테르, 글리세린과 황산칼륨, 및 석유 제품의 중간 저장, 특정 배수 폐수 처리에 대한 오일의 에스테르 반응 공정을 포함함. 시스템 경계는 에스테르 반응 공장임.
일반적 논평	
기반시설 포함	포함
데이터 시트와 제품의 연관성	있음
지역	세계의 다양한 공장의 데이터 (문헌데이터 포함)
기술	전형적인 에스테르화 식물성 기름공장에서 메틸 에스테르를 제조하기 위해 설계됨. 염기-촉매화된 에스테르 교환반응.
시간연도	1996
마지막연도	2006
탄소원단위	3.998E-01 kgCO ₂ -eq/kg

주 의

1. 이 보고서는 농촌진흥청에서 시행한 「농업기후변화대응체계구축사업」의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 농촌진흥청에서 시행한 「농업기후변화대응체계구축사업」의 연구 결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니 됩니다.