



国際酪農連盟 (IDF) 酪農乳業の 持続可能性 見通し

研究の進捗 | グローバルインサイト | 専門家のオピニオン





はじめに

IDF 事務総長からのメッセージ

乳および乳製品の生産、加工、そして消費活動が、栄養面および社会経済面の改善目標の達成に向けて貢献していることは広く認識されています。ここ数年、持続可能な開発を目指す活動において酪農セクターが果たす主導的な役割について理解が深まってきたように思います。酪農セクターの改善に向けた私たちの継続的な取り組みの中心となるのが、環境に及ぼす影響を減らし、資源を効率的に管理し、そして生物多様性保全やバイオエコノミー実現に貢献していくための新しい手法を見つけ出すことです。

持続可能な開発は、国際機関、各国政府、民間セクター、そして私たち一人ひとりが協調し、共に取り組んで行くことで成し遂げられるものです。IDF はそれに対する課題と機会を認識しており、適切な科学的情報やグッドプラクティスの提供を通じて貢献してまいります。

「IDF 酪農乳業の持続可能性見通し」第 1 号は、酪農セクターにとって然るべき重要性を持つ持続可能な開発に関して、その展望を提示することを目的としています。本号では酪農セクターにとって重要なサステナビリティの向上や持続可能な開発目標（SDGs）達成に向けて、進行中のプロジェクトや新たな研究がどのような取り組みを行っているのかについて、酪農分野に携わる皆様にご紹介いたします。

第 1 号に寄稿していただいた方々の報告は洞察と分析に富んでおり、本号が価値の高いものとなりました。感謝いたします。

キャロライン・エモンド (Caroline Emond)
IDF 事務総長

科学担当編集長からのメッセージ

この冊子をお読みの方へ

「IDF 酪農乳業の持続可能性見通し」の初号を皆様にお届けすることができ光栄に思います。今号においては、各国で行われている持続可能な酪農事業、世界規模で行われている持続可能な酪農の試み、そして幾つかの研究報告に関する記事を掲載しました。

興味深く、役立つ情報をご一読いただければ幸いです。

ナタリー・ジョーンズ (Natalie Jones)

IDF チリ会員

✉ njones@consorciolechero.cl

および

マリア・サンチェス・マイナー博士
(Dr María Sánchez Mainar)

IDF 科学および基準 (Science and Standards)

担当マネージャー

✉ msanchezmainar@fil-idf.org

目次

IDF 加盟国の動向

世界のイニシアチブ

研究報告



© CNIEL

翻訳：国際酪農連盟日本国内委員会 (JIDF) 事務局

編者注：仮訳の正確性、完全性、有用性等についてはいかなる保証をするものではありません。参考資料として扱い、内容に疑義が生じた場合は英文の原文をご確認ください。

IDF 加盟国の動向

ドイツ：酪農家サステナビリティ評価ツール

キーワード：

持続可能な酪農、モニタリングツール、
持続可能な開発、マルチステークホルダー・
プロセス、セクター固有のコンセプト

SDGs との整合：

主要な SDGs：



背景

食品の生産、加工、マーケティングにおいて、サステナビリティの課題は国家的・国際的レベルでその重要性を増しており、これはドイツの酪農にも当てはまります。一昔前まで、サステナビリティ確保に取り組んでいたのは主として乳製品加工業者で、その対象は省エネ、節水、ミルク収集ルート最適化、梱包材の簡素化等の分野でした。今日、焦点はますますバリューチェーン全体に移りつつあります。ドイツ国内外の消費者、社会、食品小売業者、そして食品会社が、ドイツの一般酪農家が実施している持続可能なミルク生産に向けた取り組みについて知りたがっています。ただし、乳製品加工業に固有のサステナビリティについての概念に一般酪農家を含めてしまうことには問題があります。まず一方では、酪農家が沢山いて、各々個別の生産条件下で事業を営んでいることです。ドイツの農業は屋外で行われるため、外部環境の影響を考慮しなければなりません。他方では、経済的・生態学的・社会的な課題や動物福祉問題を包含する非常に広範囲なサステナビリティの様相について、酪農家レベルで記録する必要性が有ります。しかし、酪農家レベルでのサステナビリティを全体的に測定するための実用可能でコストがかからない簡単な方法は今のところほとんどありません。

酪農家のサステナビリティを測定し検証するためのモニタリングツールの開発

「『酪農家サステナビリティ評価ツール』は、酪農家レベルでのサステナビリティの様相を概観するための基本的なツールです。」

トムケ・リンデナ (Tomke Lindena)

ドイツにおける酪農生産の持続可能な開発をモニターするための基本的なツールが開発されました。幅広いレンジのサステナビリティの基準について多数の酪農家を対象に測定と評価を行い、以下を実行することを目的としました。

- サステナビリティの基準に照らした時の酪農家の強みと弱みについて、関連業者や社会に情報を提供する
- そして、得られた全ての情報を元に、酪農の持続可能な開発を支援する。

いわゆる「酪農家サステナビリティ評価ツール」は、既存の3つの研究に基づいて開発されました。(フリント (Flint) 他、2016年。ラッセン (Lassen) 他、2014年および2015年)。これらの研究では様々な学問分野に跨るアプローチを採用し、酪農ビジネスの様々なステークホルダーが参加した幾つかのワークショップを通じてサステナビリティの基準(表1)、それぞれの評価と点数付け(表2)に関して協議し、合意しました。ワークショップにステークホルダーとして参加したのは、酪農場の管理者、乳製品会社、農業団体、環境・動物福祉 NGO からの代表、農業普及事業者、食品小売業者、食品業界団体、そして科学者と言った人たちです。基準の選択に際しては、その評価も含めて次のような要件が適

用されました。つまり、基準は科学的に定義かつ検証可能であり、同時に記入式の質問票を使って妥当なコストで期間内に酪農家が測定し収集できるものであること、です。費用対効果が高く、かつ多くの酪農家に適用可能なツールとするために、主に間接的指標またはドライビングフォース指標を使用しました。サステナビリティの基準やそれぞれのレーティングについては、科学文献レビュー、国際的なフレームワーク(持続可能な農業イニシアチブ (SAI)、酪農サステナビリティフレームワーク (DSF) など)、他の測定システムで実施されたサステナビリティ基準に関するこれまでの評価結果、そして基準に関する既存の法的フレームワークに関する評価結果に基づいて特定しました。

その結果、このツールは以下の要素で構成されることになりました。(a) 60を超えるサステナビリティ基準を測るための質問票、(b) それぞれのサステナビリティ基準についての背景や現状の概要とレーティングを記載した説明資料 (c) ウェブベースの質問票、そして (d) データベース、です。

ツールの使い方

乳製品加工業者が取引のあるミルク生産者に対して「酪農家サステナビリティ評価ツール」質問票を使ってインタビューします。通常、ミルク生産者が自らウェブベースの質問票に回答する形で、セントラル・データベースに直接入力していきます。その後データは妥当性チェックを経て、チューネン・インスティテュート (Thünen Institute) により分析が行われます。各加工業者には結果に関する総合報告書が配布されます。さらに、業者を対象に結果発表の場が内部で設けられ、そこで現状に関する事実の検証および協議が行われます。広範囲のサステナビリティ基準に関して酪農家の強みと弱みを確認し、同時に改善の可能性についても特定します(酪農家個別のベンチマークも使います。表2を参照してください)。得られた全ての情報をもとに、持続可能な酪農生産をさらに推し進めるための目標が作られ、実現可能な実施策が練られます。最初の試みから判明したことは、質問票に書き込むことによって酪農家は自分の酪農場のサステナビリティについて考え始めるということです。

<p>経済的基準</p>	<p>流動性</p> <ul style="list-style-type: none"> - 流動性に関するシステマティックな計画 <p>利益率</p> <ul style="list-style-type: none"> - 選別した牛の生涯乳量（1日当たりの生産キログラム） - 過去3年間の経済状態に関する（酪）農家の満足度 <p>安定性</p> <ul style="list-style-type: none"> - 過去3年間における純資産の変化 - 酪農生産への投資 - 長期間の病気などに対応するための損失防止策／防衛手段 - 様々なリスクに対する損失防止策／防衛手段 - 管理者向けの追加的教育ないしは訓練 - 社会経済面でのコンサルティング／アドバイスの活用 - 生産に関するコンサルティング／アドバイスの活用 - 10年後の存続可能性 	<p>管理者の個別労働状況</p> <ul style="list-style-type: none"> - 仕事量 - 個人の労働状況に関する満足度 - 酪農場における個別労働状況 - 1週間の休日日数 - 休暇取得頻度および休暇日数 <p>フルタイム正規職員の個別労働状況</p> <ul style="list-style-type: none"> - 週平均労働時間 - 休暇取得日数 <p>雇用状況および社会労働上の安全性</p> <ul style="list-style-type: none"> - 正規職員が自分のアイデアを仕事に導入できる可能性 - 酪農労働者の賃金 - 残業代 - 酪農労働者が特別な訓練を受けたり追加教育を受けたりする機会 <p>社会参加</p> <ul style="list-style-type: none"> - 若者の能力開発を意図した活動（見習生、実習生） - 広報活動 - 仕事に関連した分野における市民サービス・ボランティア活動への関与 - 非農業分野における市民サービス・ボランティア活動への自発的参加
<p>生態学的基準</p>	<p>永年牧草地の活用と管理</p> <ul style="list-style-type: none"> - 過去5年間に行われた永年牧草地から耕作地への転換 - 過去5年間に牧草地を維持するために行った耕鋤作業 <p>生態学的に貴重な土地、文化的景観、景観の維持</p> <ul style="list-style-type: none"> - 大規模牧草地の割合 - 契約に基づいて実施される環境または自然保護対策への参加 - 特徴的景観、生態学的に貴重な土地、および大規模牧草地の割合（活用農地の割合） - 景観の維持：維持方法 <p>耕作地の管理</p> <ul style="list-style-type: none"> - 冬季に雪に覆われる耕作地のパーセンテージ <p>栄養管理</p> <ul style="list-style-type: none"> - 過去3年間の平均窒素残留量 - 過去6年間の平均リン残留量 - 土壌栄養のモニタリング - サイレーズの粗タンパク質の含有量分析、施肥計画における粗タンパク質の含有量の考慮 - 有機肥料の栄養素（N、P、K）分析 <p>堆肥の管理</p> <ul style="list-style-type: none"> - 液状堆肥用貯蔵庫（および残渣発酵用貯蔵庫）のタイプ - 貯蔵容量（月単位） - （耕作地および牧草地への）堆肥およびバイオガス施設からの発酵・消化残渣の施肥方法 <p>植物保護管理</p> <ul style="list-style-type: none"> - 農薬を使用していない、または一部しか使用していない牧草地の割合（1回散布） <p>エネルギーの生成およびエネルギーの消費</p> <ul style="list-style-type: none"> - 再生可能エネルギー：再生可能エネルギーを自家発電、または再生可能エネルギーの発電に参加 - 過去5年間にエネルギーチェックに参加 - ミルクの生産と冷蔵における省エネ手法 	<p>飼育方法および牛の健康的な生活</p> <ul style="list-style-type: none"> - 乳牛の移動の自由度 - 係留スペースや牛床のタイプ；牛床の管理 - 休息場所当たりの牛の頭数 - エサやり場当たりの牛の頭数 - 水飲み場へのアクセス - 水飲み桶のチェックと管理 - 分娩房の有無；分娩房の管理；牛床の素材とゴミ；清掃管理 - 病気の牛の隔離エリア - 牛が心地よく過ごすための工夫 <p>動物の健康状態</p> <ul style="list-style-type: none"> - 乳房の健康（現状）：乳中体細胞 - 乳房の乾燥方法 - 乳房健康管理：搾乳システムのメンテナンス - 牛の跛行の個別管理 - 跛行の罹患率 - 関節傷害の制御 - ひづめの手入れの頻度 - 乳牛の代謝分析：乳脂肪分／乳タンパク質比率が1.5より大きい牛と1.0未満の牛の頭数 - 1日に与える飼料の計算方法 - 乳牛の斃死率 - 子牛の斃死率 - 抗生物質：乳房炎治療における抗生物質の使用 - ホルモンの投与 - 角の取り方 <p>追加の指標</p> <ul style="list-style-type: none"> - 外部コンサルタントによる集団の世話（獣医など） - 難産の割合 - 子牛の飼育管理：初乳、水、固形飼料の供給 - 子牛の飼育管理：新生牛の休息場所

表1－モニタリングツールに含まれる生態学的、経済的、社会的および動物福祉の基準

「酪農家サステナビリティ評価ツール」は、酪農家レベルでのサステナビリティの様相を概観するための基本的なツールです。もっと持続可能な開発があるのだということについて多数の酪農家に認識してもらうためのスタート地点だということができず、また継続的学習や人材開発プロセス向けの道具であるということもできます。

パイロットプロジェクト:

「酪農家サステナビリティ評価ツール」の導入と使用可能性

パイロットプロジェクトの全体的な目的は、初めて「酪農家サステナビリティ評価ツール」を大規模導入し、バリューチェーン全ての段階における使用可能性と認知状況をチェックすることです。さらに、常に新しい科学的発見が行われ実体験も蓄積されていくため、得られた知見をベースにツールを継続的に改善していくことです。その結果、ドイツの酪農生産の持続可能な開発に向け、業界として外部に対しての透明性が高いソリューションを見出すことができるはずですし、そのようなソリューションであれば、より広範な普及にも適しているでしょう。

パイロットプロジェクトには4つの主な活動があります:

1. 「酪農家サステナビリティ評価ツール」の実施と実用性の確認: 34の乳製品加工業者が上記で説明したツールを使用しました。
2. 「酪農家サステナビリティ評価ツール」の国際的汎用性のチェック: 国際的インテリジェントタイプや選ばれた加工業者レベルで使われているサステナビリティのコンセプトを吟味します。目的は、酪農業界におけるサステナビリティ活動について全国的・国際的な調査を行うことであり、それによって「酪農家サステナビリティ評価ツール」を国内外の環境で使用すること、ひいてはツールをより良いものしていくための提案ができるようにしていくことです。

3. 「酪農家サステナビリティ評価ツール」の実用性と受容可能性の吟味: 評価に際しては、プロジェクトに参加した乳製品加工業者や彼らが取引しているミルク生産者に加え、小売業者、加工業界、科学者そしてNGOの参加を得て、この時点までに実行に移したコンセプトや関連活動に対するそれぞれの見直しについて検討します。そこで得られた結論を考慮しながらツールの修正を行います。

4. 未来にも通用するコンセプトの開発: 「酪農家サステナビリティ評価ツール」をより良いものにしていくために、外部から科学者、農業普及事業者、酪農家のバリューチェーンに含まれる企業および環境や動物福祉関連のNGOの代表などを招いて、2019年末までにワークショップをいくつか開催する予定です。これらのワークショップ並びに他の全てのプロジェクトのモジュール(構成単位)をベースとして、各モジュールを構成する様々な要素の修正を行います。

パイロットプロジェクトは2017年2月にスタートし、2020年まで継続する予定です。プロジェクトのパートナーは、チューネン農業経済インスティテュート(Thünen Institute for Farm Economics)、QM-ミルク e.V. (QM-Milch e.V.)、そしてラント・ウント・マルクト(Land und Markt)プロジェクトオフィスです。34のドイツの乳製品加工業者、並びにその各々が取引するミルク生産業者の全てないしは一部がプロジェクトに参加しました。

展望: 1年目の結果

パイロットプロジェクトの最初の1年間で10を超える乳製品加工業者が4,000以上の酪農家からデータを収集しました。乳製品加工業者は現状分析結果を処理するための内部プロセスを今始めようとしています。酪農場のサステナビリティの強みと弱みに関する議論、持続可能な酪農生産をより発展させていくための目標の設定、そして実現可能な施策の策定などです。

「常に新しい科学的発見が行われ、また実体験も蓄積されていくため、得られた知見をベースにツールを継続的に改善していきます」

トムケ・リンデナ (Tomke Lindena)

まずは国レベルでの持続可能な酪農生産の概況を知るために、収集された全てのデータ分析が2018年末までに行われる予定です。

そこで得られた一連のデータは、多数の酪農家のサステナビリティに関する詳細な情報を与えてくれるという点においてユニークなものだといえます。このため、網羅的な科学的分析を行うために多変量統計解析を行う予定です。

寄稿者

トムケ・リンデナ (Tomke Lindena)、
アナソフィー・クラウス (Anna-Sophie Claus)、
ハイケ・クーネルト (Heike Kuhnert)、
ビルテ・ラッセン (Birthe Lassen)、
およびヒルトウルト・ニーベルク (Hiltrud Nieberg)
ヨハン・ハインリッヒ・フォン・
チューネン・インスティテュート
(Johann Heinrich von Thünen Institute)
✉ tomke.lindena@thuenen.de

参考文献

Flint, L.; Kuhnert, H.; Laggner, B.; Lassen, B.; Nieberg, H.; Strohm, R. (2016). Prozess nachhaltige Milchherzeugung – Entwicklung eines Nachhaltigkeitsmoduls zur Erfassung und Bewertung von Nachhaltigkeitskriterien auf Milchviehhaltenden Betrieben. Working Paper 54, Johann Heinrich von Thünen-Institut. Braunschweig: Johann Heinrich von Thünen-Institut.
オンラインでアクセス可能: https://literatur.thuenen.de/diqbib_extern/dn056506.pdf

Lassen, B.; Nieberg, H.; Kuhnert, H.; Sanders, J.; Schleenbecker, R. (2015). Status quo-Analyse ausgewählter Nachhaltigkeitsaspekte der Milchherzeugung in Schleswig-Holstein. Working Paper 43, Johann Heinrich von Thünen-Institut. Braunschweig: Johann Heinrich von Thünen-Institut.
オンラインでアクセス可能: https://literatur.thuenen.de/diqbib_extern/dn055532.pdf

Lassen, B.; Nieberg, H.; Kuhnert, H.; Sanders, J. (2014). Status quo Analyse ausgewählter Nachhaltigkeitsaspekte der Milchherzeugung in Niedersachsen. Working Paper 28, Johann Heinrich von Thünen-Institut. Braunschweig: Johann Heinrich von Thünen-Institut.
オンラインでアクセス可能: https://literatur.thuenen.de/diqbib_extern/dn053673.pdf

	あなたの農場	とても良い	良い	充分	不十分	回答が記入された質問票の数
安定性						
過去5年間の酪農生産への投資	はい		はい 79%		いいえ 21%	220
農場管理者の個別労働状況						
農場管理者の仕事量	非常に多い状況が常態的であれば個人の上限値を超える		余裕あり、どちらかというと個人の上限値を超えることはほとんどない 13%	多いことがしばしばであるが、まだ余裕はある。個人の上限値に達したり、あるいはそれを超えることはたまにしかない 63%	非常に多い状況が常態的であれば個人の上限値を超える 24%	216
動物の健康状態						
乳中体細胞: 過去12か月の平均で1ml当たりの乳中体細胞数が100,000個未満の牛の割合	40%以上60%以下の牛において1ml当たりの乳中体細胞数が100,000個未満	75%以上の牛において1ml当たりの乳中体細胞数が100,000個未満 8%	60%以上75%以下の牛において1ml当たりの乳中体細胞数が100,000個未満 24%	40%以上60%以下の牛において1ml当たりの乳中体細胞数が100,000個未満 49%	40%未満の牛において1ml当たりの乳中体細胞数が100,000個未満、またはデータ未入手 19%	195

表2- ベンチマークの例: 基準の一部およびそれぞれのレーティング; 各カテゴリーにおける酪農家の割合

スイス：環境に優しく 資源を大切に 食料・飼料生産

キーワード：

環境、食生活、食料・飼料生産、消費、モデリング

SDGs との整合：

主要な SDGs：



サマリー

食料と飼料の生産はその前段階を含めて、すなわち生産手段の調達から作物の育成そして加工段階までを通して、環境に大きな影響を与えています。生産と消費の両方の段階において、例えば生産技術の改良や食生活の改善などを通じて、こういった影響を縮小することができます。スイス連邦農業局（FOAG）は、「グリーン・エコノミー」戦略の一環として資源を節約した食料・飼料生産の課題と可能性に取り組んでいます。この点に関し、食料生産のための耕作地および永年牧草地の持続可能な使用について注意を払っていかねばなりません。

研究課題

環境への影響を可能な限り最小化した場合にスイス国民の食生活に与える影響について、アグロスコープ（Agroscope）が FOAG に代わって調査を行いました。前提条件として「生産関連プロセスの条件を守りながら国内の農業セクターの生産力を維持すること」を定め、それに「必要性に基づいた食生活」を加えました。さらに様々なシナリオにおける枠組みを作るために一定の条件が追加されました。

以下の課題について調査が行われました。

- 「環境への影響の削減」と結び付いた「必要性に基づいた食生活」とは、スイス国民にとってどのようなものなのでしょうか？
- このことによってスイスの農業生産はどのように変化するのでしょうか？
- この変化が食料の輸入および自給に及ぼす影響はどのようなものなのでしょうか？
- 環境への影響はどの程度削減できるのでしょうか？

調査手法

この課題の調査は、スイスにおける食糧危機のシミュレーションを行うために連邦国家経済供給局が使う DSS-ESSA（Decision Support System for food Security Strategy and Supply Management、食糧安全保障戦略および供給管理に関する意思決定サポートシステム）モデルを使用して行われました。このモデルシステムによって、スイスの農業生産、食料・飼料の輸出入、調査対象生産物の加工、スイス国民の食生活などを同時に確認することができます。今回の調査の目的に合わせてこのモデルを以下の様に拡張しました。

ミルク生産と牧草地の使い方には様々なレベルがあり、それによって区別しました。

- モデル計算上生じる動物由来の堆肥量と農作物に必要な肥料の量の間の不均衡は無機質肥料に対する需要の増減によって調整しました。
- ここには消費者レベルでのフードロスも含まれており、2つの研究をベースにその量を見積もりました。
- 栄養必要量は最新の研究成果に基づき大幅に増やしました。モデルにはマメ科植物、豆腐、ピーナッツなどを追加しました。
- モデルで想定している活動、例えば生産プロセス、加工作業、または輸入などが環境に及ぼす影響については、SALCA（スイス農業ライフサイクルアセスメント、Swiss Agricultural Life Cycle Assessment）ライフサイクル評価方法を使って決定しました。



当調査においては、512のエコインベントリを使用しましたが、その大部分はDSS-ESSAモデル用に調整するか、或いは新しく作成しなければなりません。環境への影響の数値化に際しては、ReCiPeモデル、IMPACT World+、およびEnvironmental Impact Points（生態学的希少性評価）のエンドポイント法を使用しました。さらに、分析にはミッドポイントレベルにおける様々な指標（例：温暖化の可能性、富栄養化、生態毒性）または個別ガスの排出および個別資源（例：アンモニア、メタン、リン必要量）も含まれます。

すなわち、拡大されたグリーンDSS-ESSAモデルによって、一方では生産面・栄養面で必要な条件のすべてを、他方では定められた生産仕様を考慮しながら、環境への影響を最適化した状況における食料供給について調査したのです。コーヒーとタバコは栄養補給に不要なものであるためモデルには含んでいません。さらに小売りや消費者による調理に関連した環境への影響（図1）についても、今のところ考慮していません。

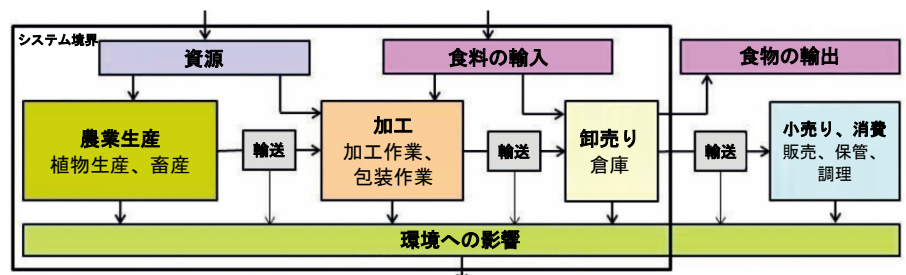


図1 - 検討中の食料供給システム

調査したシナリオ

当調査においては、「対照」シナリオを比較用シナリオとして使います。モデルが提示するソリューションと現在の生産および食生活上の慣行との乖離を目的関数を使って最小化することによって、現在の状況を説明しようとするものです。環境への影響についてはMin ReCiPe シナリオを最大限活用しました。使用するライフサイクル評価法によっては、環境への影響はスイスに出ることもあれば、輸入が関与すれば外国に出ることもあります。Min ReCiPe の目的関数をベースにした時、他の3つのシナリオのフレームワークに対して追加で守らなければならない要件が出てきました。

- 「対照」シナリオ
現在の状況
- ReCiPe 値の最小化 (Min ReCiPe)
環境への影響を測定する ReCiPe 値の最小化
- 食物ピラミッド (FP)
食物ピラミッドに基づく摂取量の構成
- 食物ピラミッドとエネルギー吸収 (FP/Cal)
食物ピラミッドに基づく摂取量の構成およびエネルギー摂取量
- 食品廃棄物抑制
消費の過程で発生が回避できる食品廃棄物の完全削減。

モデル間の一般的な相互関係性以外にも、以下のような追加条件を満たす必要がありました。

- 1人当たり1日の平均カロリー摂取量を現在レベルのままとすることによって、エネルギー供給量を不変とした時の食生活の変化が及ぼす効果について分析することができました。FP/Cal シナリオにおいてのみエネルギー摂取量を削減しましたが、これはそのシナリオにおいて推奨する食生活に沿うものになっています。
- それぞれの食物については、現在の生産過程における生産量と生産から消費までの一連の過程で発生する損失割合を想定しました。食品廃棄物抑制のシナリオにおいてのみ、消費段階での回避可能なフードロスゼロと想定することが許されており、それによって、このロス差を差し引く前と同じ量の栄養を摂取するのに必要な食料の量が削減できました。
- すべてのシナリオにおいて、平均的な摂取量と推奨する規定量の間で既に乖離がありました。それ以上乖離しないようにしました（買い物カゴに占める割合、栄養供給量）。
- 現在消費されている食品が国民の食卓から完全に消えてしまうことがないように、あらゆる食品について現在の消費量の

90%を超えて減少しないようにしました。

- 食料の輸出は一定という設定にしました。そうしないと、モデルのソリューションが輸出へと誘導され、特に環境に被害を与える食物の影響を見ることができなくなってしまうためです。
- スイス国内の農地全てを対象としました。この条件設定には二つの目的があります。一つは、この領域において生産されることによって供給面での安全が確保されること。もう一つは、どこまでも広がる景観が維持されることです。

モデルの前提条件を変更したことの影響については、感度分析によって吟味を行い、調査結果の堅牢さについて評価できるようにしました。

結果

全般的に言えば、設定した諸前提に基づくと、食生活の環境への影響を50%超削減することが可能です（図2）。ここでは、実質的に全ての環境への影響に関して大幅な改善が可能であることが分かります。森林破壊に関しては、大豆飼料やカカオのような一定の輸入製品を使用しなくなるだけで80%の削減が達成可能です。個別ガス的大幅な排出削減も可能です（二酸化炭素およびアンモニアは-50%、硫酸とリン酸は-35%）。ミルクと野菜の割合が高く砂糖の消費が少ないため、推奨する食物ピラミッドに従おうとすると（FPシナリオ）、環境への影響の削減量が小さくなってしまいます。それとは対照的に、家庭において食品廃棄物を出さないようにすることで、かなり大きな削減ができるのです。

平均的な食生活の内容も大きく変わります（図3）。このような資源節約型食生活の重要な特徴は、肉の割合が大幅に低下すること（-70%）および穀物、いも、豆類の割合が増えること（+35%）、油やナッツ類も増えること（+50%）、一方で牛乳の消費は同じレベルに留まるということです。この結果は、動物性食料と植物性食料の間に環境への影響に関して違いが大きいことによって説明できますが、いずれにせよ牛乳は肉よりはるかに良い結果を出しています。対照的に、植物性食料の間における違いは微妙なものにすぎません。このように、イモの代わりに穀物にする、またはナッツ類の代わりに野菜油か穀物油にするといったことは、環境全体への影響がほとんどありません。より徹底した資源節約型食生活の場合、現在の食生活と比べ推奨される栄養量の点で勝っていますが、これは、特に前者において肉とアルコールの消費が少なく、また動物性油の一部を植物性油脂で代替していることによります。

食生活における肉の割合が減少したことに合わせて、家畜の頭数、特に豚、肥育鶏、授乳牛、そして肥育牛の頭数もモデルの結果においては激減しました。牧草地は酪農に使用され、より産乳能力の高い乳牛の割合が増えました。全体的に動物の頭数（家畜単位で計測）はほぼ半減しました。家畜飼料の給与構成も変わりました。牛には生牧草やサイレージ、乾牧草を給与しますが、産乳能力の高い牛に対してはトウモロコシ穀粒や大麦も併せて給与します。このように牧草がタンパク質の補給源として増加する一方、環境への影響が大きい大豆は牛の飼料からは姿を消しました。多くの永年牧草地では、広範囲にわたり酪農が営まれません。

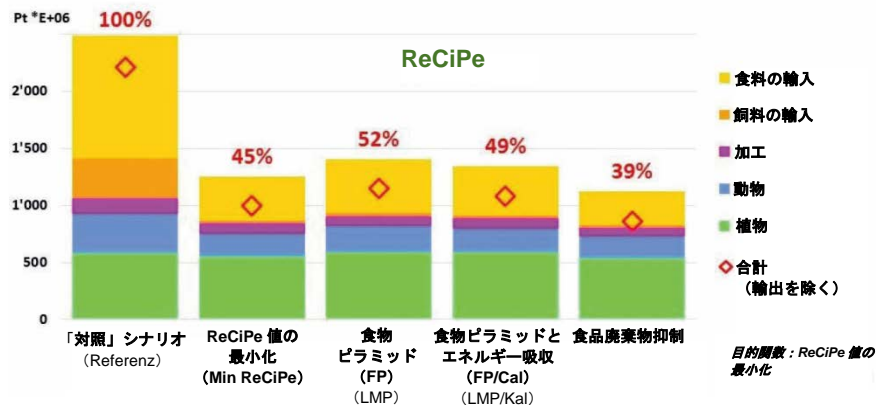
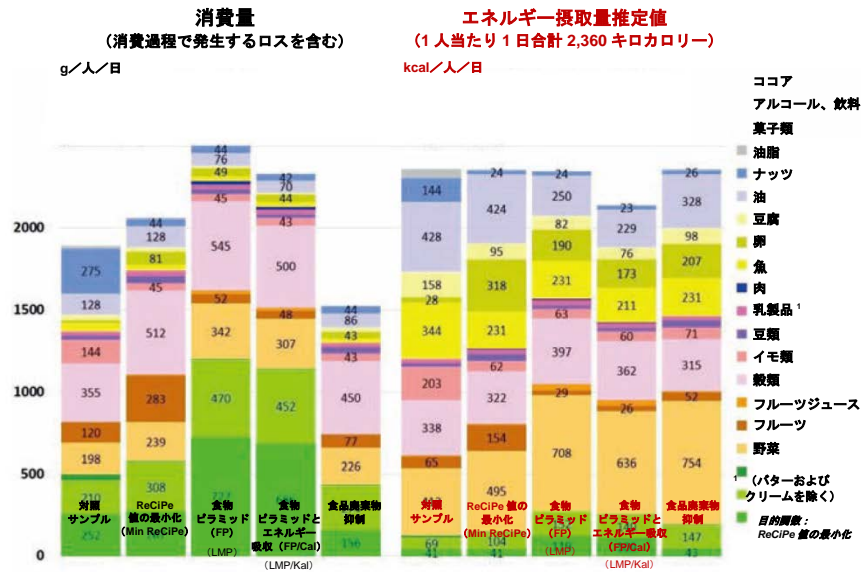


図2- ReCiPe 手法による環境への影響（対照シナリオ=100%）



けば、砂糖の消費はこれまで同様か、減少することになります。

同時に、生産プロセスを最適化する必要があり、特に牧草地からの生産物を基本的に消費する牛の飼料について、これが当てはまります。濃縮飼料の輸入はほとんどなくなり、国内で小規模に生産されるのみになるでしょう。

回避可能なフードロスをゼロにすることができれば、環境への影響においてさらに追加で顕著な削減を行うことが可能になると思われます。生産や加工の過程におけるロスはその発生をほとんど防ぐことができませんが、消費過程において回避できる可能性は大いにあります。

環境保護を最大限意識した食卓からはシナジー効果も得られるでしょう。それは、同時にここで推奨する食事内容をほぼ満たしていることです。さらに、輸入が減少することによって我が国の食料自給率が高まり、スイス国外の食料資源への依存度が減少することになります。

この分析から総合的に分かることは、生態系に優しく資源節約型の食料・飼料生産システムという理想からは現状は程遠く、しかしそれ故に改善の可能性が大いにあるということです。具体的な改善方法を引き出すためには、モデルや使用するデータソースをさらに拡張して詳細な分析を行わなければならないでしょう。さらに、調査課題によっては経済的側面も検討する必要があります。しかしながら、食事内容に関するこのような広範囲の変更は、国民および経済セクター・政策策定セクターとの協力と意欲が必要であることは疑いありません。

寄稿者

アルバート・ツィンマーマン
(Albert Zimmermann) および
トーマス・ネメセク
(Thomas Nemecek)、
スイス・アグロスコープ社 (Agroscope)
✉ albert.zimmermann@agroscope.admin.ch
✉ thomas.nemecek@agroscope.admin.ch

参考文献

Zimmermann, A., Nemecek, T., Waldvogel, T. 2017. Umwelt- und ressourcen-schonende Ernährung: De- taillierte Analyse für die Schweiz. Umwel, Agroscope Science. N 55.

ここに生えている栄養価の低い牧草は飼育用の牛、羊、そして山羊に与えられます。家畜の頭数が激減するということは、飼料をほとんど輸入しなくてもよいということです。耕作地は引き続き飼草の栽培用に使われますが、その割合は非常に低くなります。耕作地の一部は転換牧草地として使用され、これはバランスの取れた輪作にとって重要なことである一方、人間の食用農作物栽培のための利用が大きく増加します (+70%)。また他の野菜の栽培についても、イモ (+140%)、野菜 (+100%; FP シナリオでは+350%にもなります)、そしてセイヨウアブラナ (+20%) などに使用される土地が増加します。

食料の輸入は減少し (カロリーベースで-28%)、今や少量の飼料だけが輸入されます (-85%)。その結果、国内で生産する食料の割合、すなわち食料自給率はそれまでの61%から大幅に増加し約80%となります。環境への総合的な影響は、食料輸入によるものは約70%削減され、またスイスで生産される食料によるものは、カロリー供給量は増えるにも関わらず20%削減されます (ReCiPe 指標)。

環境への影響を計算する方法の違いが調査結果に与える影響は微小でした。ReCiPe 指標と同規模の減少率 (-55%) が、Impact World+ (-52%)、Environmental Impact Points (-60%) そして温暖化の可能性 (-61%) といった指標に基づく測定値の最小化を目指す中で達成されました。ここでは食生活における食物構成について同様の傾向が見られますが、個々の食物については違いが見られます。

**「環境保護や資源節約に
対してシステムティックに
注力することによって、
輸出量を変えず、推奨する
食事内容との乖離をこれ以上
増やさないようにしながら、
スイスの農地全体を使用し
続けることによって、
スイス国民の食生活が環境に
与える影響は半分以上
削減することが出来ました」**

アルバート・ツィンマーマン
(Albert Zimmermann)

結論

環境保護や資源節約に対してシステムティックに注力することによって、輸出量を変えず、推奨する食事内容とこれ以上乖離しないようにしながら、スイスの農地全体を使用し続けることによって、スイス国民の食生活が環境に与える影響を半分以上削減することが出来ました。

これを達成するために、平均的な食事内容を大幅に変更しなければなりません。それは一方では (a) 穀類またはイモ類、(b) ナッツ類、および (c) フルーツまたは野菜類の摂取の大幅な増加、および主として加工していない乳製品摂取を維持すること、また他方では肉類とアルコール摂取の大幅な削減、そして食用油、デュラム小麦製品、米、そして加工乳製品の摂取を控えることでした。推奨される栄養量に基づ

ニュージーランド： 持続可能な酪農のための水質保全協定

キーワード：

酪農、水、持続可能な管理方法、流域管理、酪農関係者

SDGs との整合：

主要な SDGs：



背景

酪農が淡水に与えている影響に鑑み、酪農業全体の向上を図るため、2013年にニュージーランドの酪農関係者が共同で「持続可能な酪農のための水質保全協定」を結びました。この協定には、ニュージーランドの国民が淡水から享受している幾多の恩恵や体験を保全し、さらにできればよりよいものとするために責任を持って行動していきたいというニュージーランド酪農界共通の願いがこめられています。淡水は、国民に水泳、レクリエーション、食料採集の場を提供するだけでなく、水棲生物への生息地ともなります。また、私たちは水を利用することで、社会的、文化的、経済的に発展してきました。

協定の内容

協定においては、管理上のグッドプラクティスを取り入れることに重点が置かれ、年次の独立監査や進捗報告書を通じてアカウントビリティが維持されるようになっています。協定は、水質保全に関する5分野—栄養分の管理、酪農場からの流出水の管理、流域の管理、水利用の管理、酪農場への転換—に積極的に関わっていくことを表明しています。

協定の成果

進捗状況のハイライトと成果は以下の通りです。

- 乳牛が立ち入ることが出来ないよう、協定の対象水路92%に延長26,167キロメートルに及ぶフェンスが構築されました。
- 44,386箇所ある酪農場の常用渡河地点の99.4%に橋が掛けられました。
- 地域協議会と共同でデイリー・ニュージーランドが13冊の流域植栽ガイドを作成し、酪農家が水質改善のために行う流域植栽活動を支援しました。
- 5,701軒の酪農家が水量計を設置しました。
- 83%の酪農家は栄養塩収支を把握し、かつ栄養塩管理に関してベンチマークを記した情報を得ています。
- 農村部にいる133人の専門家が栄養管理アドバイザーとして認定されました。

次のステップ

グローバルに展開されている酪農のサステナビリティフレームワークに定められている「Plan, Do, Check, and Adjust（計画、実行、検証、修正）」の精神に沿う形で、ニュージーランドの酪農業界は当協定の最初の5年間で学んだことの見直しを行い、これまでに挙げた成果の上にさらなる積み上げを行っていくために必要な軌道修正を行っていきます。

寄稿者

キンバリー・クルーザー

(Kimberly Crewther)¹、

デビッド・バーガー (David Burger)²

¹ ニュージーランド乳業協会 (DCANZ)、

² デイリー・ニュージーランド

(Dairy New Zealand)

✉ Kimberly.crewther@dcanz.com

✉ david.burger@dairynz.co.nz

参考文献

Dairy New Zealand (2018). Sustainable Dairying: Water Accord <https://www.dairynz.co.nz/environment/in-your-region/sustainable-dairying-water-accord/>
最終アクセス日：2018年12月12日。



© 写真の出典はデイリー・ニュージーランド。



世界のイニシアチブ

「デーリーロッテルダム宣言」の進展

キーワード：

持続可能な酪農、モニタリングツール、持続可能な開発、マルチステークホルダー・プロセス、セクター固有のコンセプト

SDGs との整合：

主要な SDGs：



はじめに

この報告書の目的は、ミルクの生産と需要動向を調査し、「デーリーロッテルダム宣言」および国連の2030アジェンダに設定された持続可能な開発目標（SDG's）への貢献について明らかにすることにあります。このために4つの指標、すなわちミルクの総需要、1人当たりの需要、ミルクの生産（牛および水牛）、そして平均的産乳量（牛および水牛）について、7年間（2010年～2017年）にわたってモニタリングを実施しました。進展状況についてはグローバルなレベルで追跡を行いました。さらに、地域統計の例を幾つか挙げ、特定の地域におけるデータ値がグローバル中央値よりもかなり高いことを説明しました。（地域の詳細については付録をご覧ください）。

乳製品の生産と需要の増加によるSDG's への貢献

2030アジェンダに関連し、17の持続可能な開発目標（SDG's）が設定されていますが、農業ひいては酪農はこのうちのいくつかの目標達成に際し、重要な役割を果たします。2010年から2017年という時間枠において各指標の進捗状況を吟味する中で、大幅な進展が確認できた指標が幾つかあります。

目標 1：貧困をなくそう 2010年から2017年まで、全世界でミルク生産の成長率の追跡が行われました。あらゆる種類のミルクを合わせた生産量は1億2,000万トン増加したと推定され、2017年には8億4,900万トンのレベルに達しました。酪農が資本の投資先、また収入源としての役割を果たすことを考えると、ミルク生産は良好な生計手段であり、究極的には貧困の撲滅という目標の達成に役立ちます。さらに、酪農および乳製品加工業は、生産と加工を通じて直接的に、かつそれを支えるサプライチェーンにおいて仕事を創出することで、プラスの経済効果を生み出します（IDF、2014年；国連食糧農業機関（FAO）、GDPおよび世界農業比較ネットワーク（IFCN）、2018年）。

目標 2：飢餓をゼロに 既述の通り、2010年から2017年までの間にミルクおよび乳製品の消費量は1億2,000万トン増加しました。これは1人当たり7kg増加し113kgのレベルになったということです。栄養価の高い食品が手に入り易くなり多く消費されるようになっていくことが明確に見て取れます。この結果、特に開発途上地域において高い成長率を記録していることから、飢餓や栄養不足との戦いに大きな進展があったことが分かります。乳製品消費の高い増加率が示すように、乳製品が手に入りやすくなったことは、食糧安全保障の改善でもあります。

目標 3：すべての人に健康と福祉を 乳製品は栄養価の高い食品です。ミルク、チーズ、そしてヨーグルトのようにエネルギー供給量と比べて栄養価が高い食品によって、体が必要とする沢山の栄養が供給されます。健康的な食生活に不可欠な乳製品の重要性は、世界各地で推奨されている食事にそれらが含まれているという事実が反映しています。

上述の通り、1人当たりの消費量が世界で増加していることは、健康な生活の確保に向けての努力が進んでいることを明確に物語っています。乳製品は、その高い栄養価でバランスの取れた食事を補完し、栄養上の重要なニーズを満たすことができます。世界中でより多くの人々がより高レベルの動物性タンパク質を摂取するようになっていくことが十分な栄養摂取に寄与しているのです。



目標 13：気候変動に具体的な対策を

2010年から2017年の間に、世界平均でみた年間産乳量は、牛および水牛1頭当たり200kgを超える増加を見せ、牛1頭当たり年間2,500kg（水牛は2,000kg）、または牛乳の場合は+9.2%の増加、水牛のミルクの場合は+10.5%の増加となりました。産乳能力の高い牛は産出単位（すなわちミルクの重量）当たりの二酸化炭素排出量が少ないのが一般的ですが、これは計算上1頭の排出量が、産乳能力が低い牛よりも多いミルクの量によって分散されるためです。世界中でミルクの生産性が向上することによって、結果的に気候変動およびその影響と戦っていることとなります。この章では、産乳量の増加を気候変動との戦いを示す指標の一つとして選びました。しかしながら、世界中の酪農セクターは、温室効果ガスの排出削減に向けて様々な活動に取り組んでいます（IDF、2017年）。

デーリー宣言の進展

上述した持続可能な開発に関する国連の2030アジェンダに沿う形で、酪農家たちは「デーリーロッテルダム宣言」へのコミットメントを表明し、持続可能な方法で生産された食料に対する需要に対応していくという役割を積極的に受け入れ、酪農セクターの重要な役割を確認しました。

既に述べたように、ミルクの生産、およびミルクと乳製品に対する需要の増大を調べると、経済や健康に関する国連の主要アジェンダの幾つかの目標に向け大きく前進していることがわかります。2010年から2017年の間に乳製品全体の生産と需要のレベルが増大したことによって、SDG's 達成に向けて重要な貢献ができたことがはっきりしました。

「より多くの人々が より多くの乳製品を 食べられるようになり、 そのことが栄養価が高く、 かつ健康的な食生活の 実現に寄与しているのです」

キャロライン・エモンド
(Caroline Emond)

総需要および1人当たりの需要が増加したことは、より多くの人々がより多くの乳製品を食べられるようになったことを意味しており、そのことが栄養価が高く、かつ健康的な食生活の実現に寄与しているのです。また生産が拡大することによって追加の需要が発生し、それに対する供給も行われています。さらに、ミルク生産量の増大と生産性の高まりが、農家の収入、雇用、そして生計手段の確保にも大きく寄与しています。また、生産されたミルクが加工されて様々な乳製品となることを通じて、グローバルな規模でバリューチェーンにおけるさらなる雇用の創出に役立っています。そしてさらに、世界的にミルクの産出量を増やすことは、酪農セクターにとって気候変動との戦いに参加する一つの手段でもあります。

ここに挙げたことは、酪農セクターが持続可能な運営方法を推進することが世界中の人々の役に立っていることを示すわずかな例に過ぎません。これは目標を超えた「旅」です。

バリューチェーンのあらゆるレベルにおいて、世界中の酪農セクターが持続可能な運営方法を追求するための次のステップに向けて、継続的に活発な活動を行っているのです。

ミルクの需要と生産の発展

a) ミルクの総需要と1人当たりの需要

世界のミルク需要（牛、水牛、山羊、羊、そしてラクダによる全てのミルク）は2010年から2017年の間に1億2,000万トン増加しました。2010年から2017年の間に、ミルク需要は平均で年率2.2%増加し（表1）、期間中に16.5%という素晴らしい成長率を記録したのです。そして2000年以降のミルク需要の増加率は合計で46.9%となりました。この需要の拡大は、1人当たりの需要と人口の増加がほぼ同じような割合で増加したことによります。全世界の1人当たりのミルク需要は平均で年率0.9%成長し、2017年の1人当たりの需要は113キログラムに達しました。人口の平均年間増加率は1.3%で、同じような寄与度でした。

b) ミルクの生産と生産性

全世界のミルク生産（牛および水牛）は過去7年間（2010年から2017年）に年率2.2%の割合で成長し（表2）、2017年には8億4,900万トンのレベルに達しました。1頭当たりの産乳量は平均で年率1.2%増加し、年間産乳量は1頭当たり2,500kgのレベルに達しました（水牛は2,000kg）。生産量の増加は酪農動物の頭数および1頭当たり産乳量の増加によるものです（IDF、2018年）。

計算方法

ここで私たちが言っているミルクや乳製品の「需要」とは、見かけの「消費」のことです。これは、購入実績を基にした消費行動に関する全世界レベルの調査が行われていないためです。さらに、データで捕捉できない非公式の市場が全世界の乳製品市場のかなりの部分を占めています。したがって、総消費量については、生産、売買、そして入手可能であれば在庫変動の数字などを考慮した計算を行って初めて算定することができるのです。

1人当たりの需要については、ミルク需要を総人口で割ることで算出しました。

ミルク同等物に関するIDF公認の計算方法が存在しないため、この報告書ではFAOが使っている計算方法を用いています。FAOではミルク同等物の計算に際しては、以下のように固形成分含有法による変換係数を使用しています。バターは6.6、チーズは4.4、脱脂粉乳と全粉乳は7.6、脱脂加糖練乳と脱脂無糖練乳は1.9、全粉加糖練乳と全粉無糖練乳は2.1、ヨーグルトは1.0、生クリームは3.6、カゼインは7.4、無脂肪乳は0.7、液乳は1.0、そして乾燥ホエイは7.6です。

ミルクの生産データには牛および水牛のデータが含まれます。

産乳量の計算方法：牛および水牛によるミルク生産量を乳用動物の頭数で割りました。ミルクの生産データには牛および水牛のデータが含まれます。

「ミルク生産量の増大と 生産性の高まりが、 酪農家の収入、雇用、 生計手段、そして全世界の バリューチェーンにおける 追加雇用創出にも 大きく寄与しています」

キャロライン・エモンド
(Caroline Emond)

全世界の乳製品需要の年平均成長率 (CAGR)	2010年~2017年
乳製品需要*	+2.2%
人口**	+1.3%
1人当たりの乳製品需要	+0.9%

表1 - 全世界の乳製品需要の年間増加率を年平均成長率 (CAGR) で表しました (IDF、2018年；人口調査局、2018年)

全世界のミルク生産の年平均成長率 (CAGR)	2010年~2017年
ミルク生産	+2.2%
乳用動物	+0.8%
平均生産高	+1.3%

表2 - 全世界のミルク生産の年間増加率を年平均成長率 (CAGR) で表しました (IDF、2018年)

乳製品需要

主な調査結果は以下の通りです。

- ミルクおよび乳製品の世界需要は、絶対量で1億2,000万トン増加し（2017年対2010年）、2017年には8億5,100万トンのレベルに達しました。
- 地域によって発展の仕方に大きな差があります（図1）。例えば、開発途上国において乳製品は加工せずに消費されるケースが大部分であるのに対し、先進国では消費者はチーズのような加工品を好む傾向があります（OECD-FAO 農業見通し 2018～2027年 [OECD-FAO Agricultural Outlook 2018-2027]）。
- 7年間で（2010年から2017年まで）ミルクの総需要は16.5%増加しました。年平均成長率では2.2%になります。
- 総需要の増加分16.5%は、人口の増加（9%）および1人当たり需要の増加（7%）の組み合わせによるものです。

1人当たりの需要

主な調査結果は以下の通りです。

- 全世界の1人当たりのミルクおよび乳製品に対する需要は年間7kg増加し（2017年対2010年）、1人当たり年間113kgのレベルに達しました。
 - 7年間で（2010年から2017年まで）全世界の1人当たり需要は合計で7%増加しました。年平均成長率では0.9%になります。
- 「OECD-FAO 農業見通し 2018～2027年」によって結論付けることができると思われるのは以下の通りです（図2）。
- 2008年から2017年の間、ほとんどすべての製品カテゴリーに関して、1人当たり消費の年間増加率は、開発途上国の方が低いレベルからスタートしたにもかかわらず先進国よりもはるかに高くなっています。
 - 開発途上国において最も大きな成長を見せているのは、脱脂粉乳（年率+3.90%）および加工していない乳製品（同+2.09%）です。

- 脱脂粉乳は先進国においても好調ですが（年率+2.84%）、これとは対照的に、加工していない乳製品は先進国においてはマイナス成長（年率-0.73%）になっています。
- 7年間で（2010年から2017年まで）全世界の1人当たり需要は合計で7%増加しました。年平均成長率では0.9%になります。

牛および水牛のミルク生産

主な調査結果は以下の通りです。

- 全ての種類のミルクの世界生産量は2010年から2017年に1億2,000万トン増加し、2017年には8億4,900万トンのレベルに達しました。
- 全世界におけるミルク生産（牛および水牛）増加分の3分の2にあたる7,500万トンはアジアによるものです。
- 全世界におけるミルク生産（牛および水牛）増加分の13%にあたる1,600万トンはEUによるものです。
- 7年間（2010年～2017年）でミルク生産総量（牛および水牛）は16%増加しました。年平均成長率では2.2%になります。アジアのミルク生産成長率は全世界平均と比べて突出しており、3.8%となっています。
- ミルク生産量の増加（9%）そして牛および水牛の頭数の増加（7%）が相俟ってミルク生産の全体成長率を16%に押し上げました。

牛と水牛の平均産乳量

主な調査結果は以下の通りです（IDF、2018年；OEDE および FAO、2018年）。

- 全世界において牛および水牛1頭当たりの産乳量は0.2トン増加し（2017年対2010年）、水牛は1頭当たり2トン、牛は同2.5トンのレベルに達しました。
- 産乳量の増加が最も大きかったのは北米でした（1頭当たり898kg/年）。
- アフリカでは産乳量の若干の減少が見られました（1頭当たり-30kg/年）。
- 2010年から2017年までの7年間で、全世界の牛の産乳量は合計で8.5%増加しました。年平均成長率では1.3%になります。

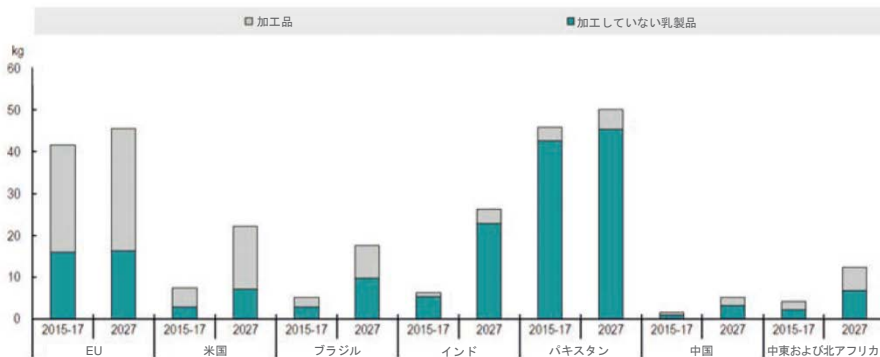


図1—1人当たりの加工品および加工していない乳製品の消費を乳固形分で表しています（乳固形分は各製品において脂固形分と無脂固形分の合計で計算します。加工品にはバター、チーズ、脱脂粉乳、全粉乳を含みます）。（OECD および FAO、2018年）

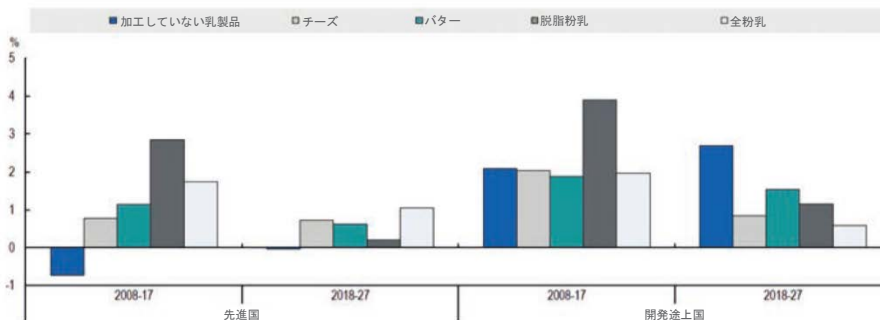


図2—乳製品の1人当たり消費量の年間成長率（OECD および FAO、2018年）

付録

地域	乳製品消費量 (ミルク同等物 ¹ 換算。単位 100 万トン)			
	2010 年	2017 年	2010 年～2017 年	
			増減	増減率 (年平均成長率)
アジア	277	360	82	3,8%
欧州	205	204	0	0,0%
EU	144	146	2	0,2%
EU 以外	61	58	-3	-0,6%
北米	93	98	5	0,8%
南米	61	63	3	0,6%
アフリカ	45	54	9	2,7%
中央アメリカ	19	22	3	2,0%
オセアニア	10	11	1	0,8%

¹ ミルク同等物は IDF プリテン 390 (2004 年 3 月) に記載されている乳固形分含有法をベースとした変換係数を使って計算しました (バターは 6.6、チーズは 4.4、脱脂粉乳と全粉乳は 7.6、脱脂加糖練乳と脱脂無糖練乳は 1.9、全粉加糖練乳と全粉無糖練乳は 2.1、ヨーグルトは 1.0、クリームは 3.6、カゼインは 7.4、無脂肪乳は 0.7、液乳は 1.0、そして乾燥ホエーは 7.6)。年平均成長率 (CAGR)

表 3 - 地域別乳製品消費量 (ミルク同等物換算。単位 100 万トン)。FAO 予測 (2011 年 6 月および 2018 年 6 月) に基づき IDF が計算しました。この見かけの消費量の計算には地域ごとの在庫変動は考慮していません。

地域	乳製品消費量 (ミルク同等物 ¹ 換算。単位 100 万トン)			
	2010 年	2017 年	2010 年～2017 年	
			増減	増減率 (年平均成長率)
アジア	67	80	13	2,6%
欧州	277	274	-3	-0,1%
EU	288	287	-1	-0,1%
EU 以外	254	248	-6	-0,4%
北米	270	271	1	0,1%
南米	156	150	-6	-0,5%
アフリカ	43	43	0	-0,1%
中央アメリカ	99	101	2	0,2%
オセアニア	270	253	-18	-1,0%

¹ ミルク同等物は IDF プリテン 390 (2004 年 3 月) に記載されている乳固形分含有法をベースとした変換係数を使って計算しました (バターは 6.6、チーズは 4.4、脱脂粉乳と全粉乳は 7.6、脱脂加糖練乳と脱脂無糖練乳は 1.9、全粉加糖練乳と全粉無糖練乳は 2.1、ヨーグルトは 1.0、クリームは 3.6、カゼインは 7.4、無脂肪乳は 0.7、液乳は 1.0、そして乾燥ホエーは 7.6)。年平均成長率 (CAGR)

表 4 - 地域別乳製品消費量 (ミルク同等物の一人当たりの年間消費量。単位 kg)。FAO 予測 (2011 年 6 月および 2018 年 6 月) に基づき IDF が計算しました。この見かけの消費量の計算には地域ごとの在庫変動は考慮していません。

地域	牛乳生産量 (単位 100 万トン)			
	2010 年	2017 年	2010 年～2017 年	
			増減	増減率 (年平均成長率)
アジア	164	212	48	3,7%
欧州	208	224	15	1,0%
EU	149	165	16	1,5%
EU 以外	59	58	-1	-0,2%
北米	96	108	12	1,7%
南米	61	65	5	1,0%
アフリカ	35	39	4	1,5%
中央アメリカ	16	18	2	1,3%
オセアニア	27	31	4	2,2%

表 5 - 地域別牛乳生産量 (単位 100 万トン) (IDF、2018 年)

地域	平均産乳量 (牛 1 頭当たり。単位トン)			
	2010 年	2017 年	2010 年～2017 年	
			増減	増減率 (年平均成長率)
アジア	1,6	1,9	0,3	2,1%
欧州	5,4	6,0	0,6	1,6%
EU	6,4	7,1	0,7	1,5%
EU 以外	3,9	4,2	0,3	1,2%
北米	9,5	10,4	0,91	1,3%
南米	1,9	2,3	0,40	3,1%
アフリカ	0,6	0,5	0,00	-0,2%
中央アメリカ	2,4	2,6	0,30	1,6%
オセアニア	4,4	4,8	0,40	1,2%

表 6 - 地域別平均産乳量 (牛 1 頭当たり。単位トン) (IDF、2018 年)

寄稿者

ヤン・マルテン・フライ (Jan Maarten Vrij)、ショーナ・モリス (Shawna Morris)、ジレ・フロマン (Gilles Froment)、ユルゲン・ヤンセン (Jurgen Janssen)、ジェニファー・ヒュイット (Jennifer Huet)、メラニー・リチャード (Melanie Richard)、ヴェロニク・ピレ (Veronique Pilet)、およびキャロライン・エモンド (Caroline Emond)、[IFA](http://www.ifa.org) 国際酪農連盟
✉ cemond@fil-idf.org

謝辞

寄稿者一同、当寄稿文に対する IFCN の協力に感謝いたします。

参考文献

IDF (2013). The Economic Importance of Dairying. <https://www.fil-idf.org/publication/economic-importance-of-dairying/>. Accessed 13 December 2018.
FAO, GDP and IFCN. 2018. Dairy Development's Impact on Poverty Reduction. Chicago, Illinois, USA
IDF (2017). Bulletin 486/2017 Guide to Water Footprint methodology
IDF (2005). Bulletin 398/2005 Guide on Life Cycle Assessment towards sustainability in the Dairy chain

IDF (2018). The World Dairy Situation Report 2018

Population Reference Bureau (2018). <https://www.prb.org/work-with-us/> Accessed 13 December 2018.

OECD and FAO (2018). OECD-FAO Agricultural Outlook, OECD Agriculture statistics (database), <http://dx.doi.org/10.1787/agr-outl-data-en>.

畜産環境アセスメントと 生産力（LEAP）パートナーシップを通じた 酪農セクターの強化

キーワード：

畜産、環境アセスメント、技術ガイドライン、
ライフサイクルアセスメント、資源

背景

酪農セクターは他の畜産セクターと共に食糧安全保障に大いに寄与し、人々に生計手段を提供しています。人口および収入の増加に伴い、動物性食品に対する需要は他の多くの食品に比べ大きな伸びを示しています。全世界で生産されるミルクの量は5億8,000万トンから10億4,300万トンに増加することが予測されています。ミルク生産の成長の大部分が開発途上国によるものです。しかしながら、酪農セクターは様々なエコシステムに負荷をかけており、世界的な環境問題から無縁ではありません（温室効果ガス、水、生物多様性等）。畜産に使える天然資源の基盤は有限であることから、全世界における畜産セクターの拡大継続には、効率性の大幅な向上を伴う必要があります。

しかし、環境パフォーマンスをモニタリングする指標や方法を含め幅広く認知されたフレームワークが欠如していることが、効果的なアクションを起こす際のボトルネックになっています。

環境に与える重要な影響に関する定量的情報を畜産サプライチェーンに沿った形で収集することが求められています。そしてその情報を使って、(a) フードシステムを分析し、生産・加工レベルに対して判断を伝達して環境パフォーマンスを改善し、

(b) それに対応した政策判断を実行・評価し（政府および非政府レベル）、そして
(c) 関係するステークホルダーに伝達します。

LEAP パートナーシップはどのようなもので、どんな活動を行うのか？

LEAP パートナーシップは、畜産サプライチェーンの経済的・社会的な活力を維持しつつ、環境パフォーマンスの改善にコミットしていくマルチステークホルダー事業として、2012年7月に設立されました。LEAPの運営委員会は3つのステークホルダーグループ、すなわち政府、民間セクター、及び市民団体と非政府組織によって

SDGs との整合：

主要な SDGs：



構成されています。国際酪農連盟（IDF）は、民間セクター・グループにおいて酪農セクターの代表として参加しています。当委員会が活動プログラムの承認を行うとともに、全体を統括しています。議長は1年ごとに3グループ間の持ち回りで選出され、パートナーシップ内での議題設定に際し平等性が確保されるようになっています。

国連食糧農業機関（FAO）の家畜生産・衛生部内に LEAP の事務局を置くことによって、LEAP の活動が世界のベストプラクティスに基づいて行われるようになっています。

LEAP の活動

LEAP パートナーシップの活動を支える基本的なコンセプトは、「ライフサイクルで考える」ということです。このアプローチにおいては、ライフサイクルの全てのステージにおけるインプットとアウトプットを考慮します。

LEAP の技術的な活動の大部分は、複数の技術顧問グループ（TAG）が行っています。これは学界、民間セクター、そして市民団体や非政府組織の専門家からなる専門グループです。その目的は最新の科学的発見や既存の提言に基づいて、共同で指針や方法論を策定していくことです。LEAP の技術文書案が出来た段階で、外部の専門家や事務局に提出し審査を受けます。その後 LEAP の運営委員会での討議を通じてステークホルダー間の合意形成が図られます。内部での改訂が終了した段階で、LEAP の技術提案書は一般からの意見を広く募るために、4~5 か月に亘って公開されます。

これまでの LEAP 1 および LEAP 2 の実績

LEAP 1 では、畜産サプライチェーンから排出される温室効果ガスの排出量を数値化する際の計算方法の整備が主に実施されました（飼料、小型反芻動物、大型反芻動物、鶏、豚）。しかしながら、温室効果ガスの計測は指標の一部に過ぎません。畜産と環境の幅広い関係における適切なコンテキストの中に置かないと、誤った結果を導きかねません。一つだけの基準（すなわち気候変動）に基づいて選択された環境改善方法では、環境負荷を一つのカテゴリから別のカテゴリに移譲しただけで、有効な政策も立てられないという結果になりがちです。そのため、生物の多様性に関する見解やガイドラインも発表されています。飼料については、5種類の飼料用農作物（大麦、キャッサバ、トウモロコシ、大豆および小麦）に関連した温室効果ガス排出についての世界規模のデータベース作成まで活動の幅を広げました。

LEAP 2 においては、土壌炭素賦存量変化に関する指針、栄養サイクルに関する指針、ウォーターフットプリントに関する指針、生物多様性に関する指針、そして飼料添加物または変化中心アプローチに関する指針などの開発に主眼が置かれました。技術面でのアウトプットと並んで、LEAP はブローシュア、一般向けウェブサイトを、パートナーシップのビジュアルアイデンティティなどのコミュニケーションツールの開発も行いました。LEAP 作成の資料等はすべてウェブサイトで入手可能です。

<http://www.fao.org/partnerships/leap/en/>

酪農セクター関連の

LEAP 1 および LEAP 2 によるアウトプットについて以下に幾つか挙げました。

動物飼料サプライチェーンの環境パフォーマンス： 評価ガイドライン



技術ガイダンスに関する文書
環境アセスメントのフレームワーク：ライフサイクルアセスメント (LCA)
スコープ - 環境会計：温室効果ガス排出量、化石燃料使用量
スコープ - 環境への影響/資源の利用：
気候変動、化石資源の枯渇、酸性化、富栄養化、土地の占有

畜産サプライチェーンにおける栄養素の流れと関連する環境負荷： 評価ガイドライン



技術ガイダンスに関する文書
環境アセスメントのフレームワーク：
ライフサイクルアセスメント (LCA)、
資源の効率的利用、窒素フットプリント、
環境フットプリント
スコープ：農作物および家畜
スコープ - 生産システム：すべて。

小型反芻動物のサプライチェーンによる温室効果ガスの排出と化石燃料の 使用：評価ガイドライン



技術ガイダンスに関する文書
環境アセスメントのフレームワーク：ライフサイクルアセスメント (LCA)
スコープ：家畜類；山羊と羊
スコープ - 環境会計：温室効果ガス排出量、化石燃料使用量
スコープ - 環境への影響/資源の利用：気候変動、化石資源の
枯渇

畜産システムとそのサプライチェーンによる水の利用：評価ガイドライン



技術ガイダンスに関する文書
環境アセスメントのフレームワーク：
水のフットプリント、ライフサイクルアセスメント
(LCA)、資源利用の効率性、水の生産性
スコープ：農作物および家畜
スコープ - 生産システム：すべて。

飼料用農作物に関する LEAP のデータベース

技術ガイダンスに関する文書
環境アセスメントのフレームワーク：
ライフサイクルアセスメント (LCA)
スコープ：飼料用農作物：大麦、キャッサバ、
トウモロコシ、大豆および小麦
スコープ - 環境会計：温室効果ガス排出

畜産システムにおける土壌炭素賦存量およびその変化の計測とモデリング： 評価ガイドライン



技術ガイダンスに関する文書
環境アセスメントのフレームワーク：
カーボンフットプリント、ライフサイクルアセスメント
(LCA)、土地管理
スコープ - 家畜類：大部分は反芻動物
スコープ - 生産システム：この手引書は牧草地および
放牧地を念頭に開発されましたが、あらゆる種類の
農作物の栽培にも適用することができます。

生物多様性評価指標および手法に関するレビュー： 世界規模での畜産への適用



技術ガイダンスに関する文書
環境アセスメントのフレームワーク：
ライフサイクルアセスメント (LCA)、
PSR (負荷・状態・反応)

大型反芻動物のサプライチェーンの環境パフォーマンス： 評価ガイドライン



技術ガイダンスに関する文書
スコープ：家畜類：畜牛および水牛
環境アセスメントのフレームワーク：
ライフサイクルアセスメント (LCA)
スコープ - 環境会計：温室効果ガス排出量、
化石燃料使用量
スコープ - 環境への影響：気候変動、化石資源の枯渇、
ウォーターフットプリント、酸性化、富栄養化、
土地の占有、生物多様性

畜産が生物多様性に与える影響を評価する際の原則



技術ガイダンスに関する文書
環境アセスメントのフレームワーク：
ライフサイクルアセスメント (LCA)、
PSR (負荷・状態・反応)

生物多様性と畜産サプライチェーン：定量評価用ガイドライン

技術手引書 (外部によるレビューを前に改訂中)
環境アセスメントのフレームワーク：
ライフサイクルアセスメント (LCA) および
PSR (負荷 [Pressure]・状態 [State]・反応 [Response])
スコープ：農作物および家畜
スコープ - 生産システム：すべて。

飼料添加物サプライチェーンの環境パフォーマンス： 評価ガイドライン

技術手引書 (外部によるレビューを前に改訂中)
環境アセスメントのフレームワーク：
ライフサイクルアセスメント (LCA)
スコープ - 環境会計：温室効果ガス排出量、化石燃料使用量
スコープ - 環境への影響/資源の利用：気候変動、
化石資源の枯渇、酸性化、富栄養化、水の利用、土地の占有。

「これまでに
環境アセスメント手法が
幅広く編み出されて
きましたが、ステーク
ホルダーとの対話内容を
『手法をどうするか』から
『どう改善するか』へと
転換していくためには、
比較可能で標準化された
指標が必要です。」

マリア・サンチェス・マイナー
(María Sánchez Mainar)

今後に向けて：LEAP3 プロジェクト

LEAP の 2019 年～2021 年活動プログラムは、以下のような 2 つの大きな題目で構成されています。

>LEAP ガイドラインの試行：この試行は、様々な国において、そして様々な生産システムに対して実施される予定で、異なるコンテキストの下でも LEAP ガイドラインが適用可能であることを以下のように確認していきます。

- 如何なる状況においても（異なる地理的条件、生産システム、評価のスケールや目的など）ガイドラインが簡単に適用できることを確認します。
- LEAP ガイドライン全般で提言の一貫性を確認します。
- 適用を阻害している手法上のギャップを特定します。
- すべての LEAP のパートナーおよびステークホルダーによる採用を促進します。
- 各プロジェクトや既存の環境影響数値の算出において LEAP ガイドラインを主流化します。
- 様々な適用環境の中で LEAP ガイドラインについての啓発とその利用促進を図ります。

>LEAP ガイドラインの開発、修正、そして展開：LEAP 1 および LEAP 2 で開発されたガイドラインは、試行によって判明したことに基づいてアップデートが必要な場合があります。さらに、既存の LEAP ガイドラインが環境のあらゆる側面を網羅しているわけではありません。さらなるコンセンサス構築や提案が必要となる可能性がある領域としてこれまでに分かっているのは、エコシステム・サービス、生態毒性、バイオマスの炭素賦存量とその変化、技術、飼料成分および残渣物の回収がもたらす利益、そして環境追跡報告のガイドライン構築などです。LEAP は、例えば気候スマート畜産のような地域特有のガイドラインを作成することを目的として、地域毎の事業に対して技術上のサポートを行うこともできるでしょう。

寄稿者

マリア・サンチェス・マイナー
(María Sánchez Mainar)

国際酪農連盟

✉ msanchezmainer@fil-idf.org

参考文献

FAO (2018). Livestock Environmental Assessment and Performance Partnership
<http://www.fao.org/partnerships/leap/en/>.
最終アクセス日：2018 年 12 月 13 日



乳製品の環境フットプリント： 成果、課題そして機会

キーワード：

乳製品、ライフサイクル、
環境フットプリント、サステナビリティ、
インパクトカテゴリー

SDGs との整合：

主要な SDGs：



背景

乳製品環境フットプリント（PEF）のパイロットプロジェクトは、欧州酪農協会（EDA）が協会の主要プロジェクトとして主導しているもので、気候変動（温室効果ガスの排出）のような広範な環境問題だけでなく、水利用、土地利用変化、分配問題等も取り上げながら、異なる乳製品が環境全体に及ぼす影響を探っています。

乳製品環境フットプリントのパイロットプロジェクトのフレームワークは、欧州委員会環境総局の「グリーン製品の単一市場を築く」という構想をもとに計画されました。そして2013年に、非食品分野において3年間の試行フェーズが開始され、2014年には11の食品・飲料にまで拡大されました。より具体的に言うと、欧州委員会が2014年5月に酪農セクターにおける製品の環境フットプリントカテゴリー規則（PEFCR）の策定に向けたパイロットプロジェクトを承認したのです。欧州委員会は、この「グリーン製品の単一市場構築」のための事業を通して、製品の環境パフォーマンスに関する生産者向けと消費者向けの情報を調和させることを目指したのです。加盟国と民間セクターに対しては、欧州委員会の共同研究センターが製品ライフサイクル全体の環境パフォーマンスを測定するために開発したライフサイクルアセスメント（LCA）をベースとした手法を試行するよう奨励しました。

このようにして、欧州酪農協会と酪農セクター・環境セクターからの参加者が力を合わせ、欧州とその域外において使用するための乳製品を対象とした製品カテゴリー規則を開発したのです。製品ライフサイクル全般にわたる環境への影響に関する包括的評価に基づいて企業や組織が製品の環境パフォーマンスの評価・表示・ベンチマーキングを行うことを可能にするために、多様な酪農・乳製品加工システムに対する検討が確実に行われるよう出来る限りの努力が払われました。このことは現在の文脈においては特に重要なことです。それは、食品産業が気候変動に及ぼす影響の削減が推進される中で、食事パターンが変化し持続可能な食生活のコンセプトが重要性を増して

いるからです。酪農セクターの製品環境フットプリント（PEF）プロジェクトへの参加が示しているのは、欧州の酪農セクターが健康に有用な栄養を供給しながら独自の循環性やサステナビリティの改善や環境資源の保護に向けた継続的な努力を行っている事です。天然の栄養素を持つ乳製品の摂取は、資源や炭素の利用を効率的に行いながらバランスの取れた食事を取る究極の方法であるといえるでしょう。

プロジェクトは、酪農セクターにおける既存のフットプリント追跡手法の評価に始まり、続けて5つの二次カテゴリーおよびインパクトカテゴリーの範囲を定め、その後酪農セクターにおける詳細な製品環境フットプリントカテゴリー規則を作成しました。商品のテスト研究は参加企業が行いました。パイロットプロジェクトではコミュニケーションツールは直接的に扱いませんが、過程でテストしたものもありました。乳製品環境フットプリントパイロットプロジェクトは、LCAの専門家、業界、NGOなどを含む世界中の4人の専門家によ

るレビューを2回受けました。そして2018年4月19日、PEF運営委員会において欧州委員会および加盟各国から最終的に全面的な支持を得たのです。現在プロジェクトは立法に反映させるフェーズに入っており、欧州委員会が2020年までに何らかの移行措置の導入を検討中です。

PEFCR をかいつまんで説明すると

ここで取り上げているPEFCRは、欧州市場および欧州自由貿易協定（EFTA）市場で販売される乳製品のライフサイクル全体（「ゆりかごから墓場まで」）を網羅しています。より具体的には、PEFCRでは7つのライフサイクルステージ（1）原乳、（2）乳加工、（3）乳製品以外の添加物材料、（4）包装、（5）配送、（6）消費、および（7）期限切れを設定しています。そして、一次データおよび二次データの使用、データのクオリティ要件、配分ルール、対処すべきインパクトカテゴリー、および乳製品のPEFを評価する際に得られる追加の環境情報などについて、詳細な手引きを提供しています。

乳製品向けの製品環境フットプリント カテゴリー規則（PEFCR）



液乳、乾燥ホエー製品、チーズ、発酵乳製品、そしてバター脂肪製品のような二次カテゴリーについても検討しています。これらの二次カテゴリーは、消費者、生産者、小売業者、加工業者、そして規制当局などすべてのステークホルダーに対して酪農セクターの複雑さを分かりやすく説明することを目的として定義されたものです。またこのPEFCRでは二次カテゴリーのそれぞれを代表する5つの製品について検討を行っています。代表的製品は全てバーチャルな製品で、現在EU内で生産されているものではなく、欧州市場で売れる可能性がある製品的特点を備えたものです。この微妙な違いは、EUから大量に輸出或いは輸入される製品にとって大きな意味があるかもしれません。乳製品に添加される原料の中には乳成分を含まないものがあり、このうちある特定の原料は製品環境フットプリントの対象ですが、このPEFCRにはそれについての詳細な手引書は含まれていません。乳製品のPEFCRに含まれる二次カテゴリーのそれぞれについて、スクリーニング調査が一度、そして補助調査が少なくとも一度行われ、実際の製品にPEFCRが適用できるかどうかをテストし、ホットスポットおよび気候変動、水資源の枯渇、淡水の富栄養化、海水の富栄養化、淡水における生態毒性、土地利用、酸性化など関連性の有るインパクトカテゴリーを特定します。ここで分かるように、乳製品に関するPEF手法においては、炭素ガスや気候変動だけでなく、より多くの環境指標についても調査しています。このために現状に関してより広くより完璧な状況を描くことができると共に、サプライチェーンの中で行われている改善活動を強調することができるのです。

これをベースに、各カテゴリーについてベンチマークを計算します。EUレベルで乳製品に関する詳細な市場調査が行われていないことから、ベンチマークはスクリーニング調査によって定められた代表的製品に照応していることを前提としています。最終消費者が市場にある製品の環境フットプリントを評価するツールとしてのベンチマークアプローチの利点は原則的に否定しませんが、それでも限界はあります。PEF手法の開発状況について、現段階において厳格なベンチマークアプローチの適用を義務付けるのは時期尚早で、実施を拙速に行ってしまうと、少なくとも幾つかの二次カテゴリーについては、消費者に対しては不正確

なイメージを、また業界にとっては誤ったインセンティブを与えてしまうかもしれません。

IDFガイドラインとの関連性

乳製品のPEFCRは、国際酪農連盟（IDF）による酪農セクター向けの標準的なライフサイクルアセスメント手法に関するガイドである「酪農における一般的なカーボンフットプリントアプローチ」に沿って作られています。しかしながら、IDFのガイドは全てがPEFCRと一致しているわけではありません。それというのも、IDFガイドは欧州委員会が設定した義務要件を全部満たしているわけではないからです（例えば製品ライフサイクルから抜けているステージがあったり、デフォルトで含まれていないものがある等）。IDFガイドはカーボンフットプリントだけに焦点を当てていますが、乳製品のPEFCRは幅広い範囲の環境指標をカバーし、EUにおける乳製品の多様性を反映しています。

次のステップ

乳製品のPEFのパイロットプロジェクトの成功は、経済的業績を改善するだけでなく、サステナビリティを長期にわたって向上させようという欧州の酪農セクターによる継続的な努力を示すものです。その点において、国連の持続可能な開発目標（SDGs）に関する議論およびより持続可能な消費と生産を促進しようという世界的な取り組みを通じて、酪農セクターの将来に関する乳製品のPEFの妥当性が確認されたのです。世界の酪農セクターは、持続可能な酪農業を確立するために必要なパートナーシップを強化してきました。そして「アクションを起こすべき世界の酪農の課題」の旗印の下、より強固なサステナビリティを構築し、世界中で共同歩調を取って事業を行っていくためのロードマップとしての「酪農サステナビリティフレームワーク」を一致団結して創設しました。

既に大きな成果が出てはいるものの、乳製品のPEFにはまだ改善の余地があります。まず最初に、PEFCRが全ての乳製品を網羅しているわけではありません。さらに、EU外から輸入される商品や素材に、規定値をそのまま適用できるわけではありません。また屠殺場に対する経済的配分についても不確定要素が残っています。さらに、畜産

は生物多様性について果たすべき役割が重要であるにもかかわらず、LCAのインパクトカテゴリーでは、酪農システムによる生物多様性への影響についてその全てを網羅してはなりません。将来、生物多様性に関して国際的に科学的コンセンサスが得られた時に、私たちの生物多様性に対するアプローチがさらに改善されていることを望みます。最後に、今後のPEFCRのガバナンスについては依然としてある程度の不確実性があるということを重要事項として指摘しておきます。EUレベルでの将来の政策オプションは不明確で、PEFCRの手法がEUの「エコラベル」および「グリーンな公共調達」に統合されるかもしれないし、「グリーン」を唱道する新しい方法が開発されるかもしれません。

消費者向け情報について言えば、現在の乳製品のPEFCRで可能なのは、同じ二次カテゴリー内の乳製品同士を比較してどうなのかと言った程度のことに過ぎません。現段階でのPEFCRの役割は、まずは企業が環境改善を長期間モニタリングし、該当する製品が及ぼす影響を管理するための内部ツールであることです。異なる二次カテゴリー間で乳製品を比較するものでもなく、また乳製品と非乳製品を比較するためのものでもありません。さらに、製品に関して懸念される側面、例えば健康、品質、栄養価などに関するものがスコープに含まれていません。

上述のような制約はあるものの、承認された乳製品のPEFは酪農業界の将来を形作り、かつ生物多様性や森林破壊等、幅広い環境問題に取り組んでいく責務を明らかにした大きな第一歩なのです。PEFCRは今や参照に足る手法であり、PEFCRを用いることで、酪農業界とそのパートナーが積極的に携わってきた健康的で持続可能な食品グループとして乳製品を位置づけるため取り組みは新たな段階を迎える事が出来ました。

寄稿者

アレクサンダー・アントン
 (Alexander Anton)¹、エレヌ・シモナン＝ローゼンハイマー
 (Hélène Simonin-Rosenheimer)²

欧州酪農協会

✉ 1aanton@euromilk.org

✉ 2hsimonin@euromilk.org







研究報告

チリ南部の永年牧草地の表土に 液状堆肥および尿素を散布した後の アンモニアの揮散について

キーワード：

アンモニアの放出、ガス排出、窒素、
液状堆肥、尿素

SDGs との整合：

主要な SDGs：



図1 - 永年牧草地に液状堆肥と尿素を散布した後のアンモニアの放出を調べるために使われる小規模の風洞技術

背景

アンモニア (NH₃) は主要な大気汚染物質の一つであり、大部分が農業から発生します。ガス発生源の一つは家畜、それも乳牛や肉牛の飼育過程においてですが、特に液状堆肥や肥料を土地に散布した際に発生します。NH₃ の揮散に関する研究発表はラテンアメリカ諸国ではわずかしきありませんが、国内の NH₃ インベントリー作りや緩和措置策定の際の重要な情報になっています (ラゴス (Lagos) その他、2010 年)。さらに、NH₃ は酪農システムにおける窒素の放出の最重要経路であるため、このガスの管理を間違えると窒素の効率性が低下し、より広範な環境汚染を引き起こす可能性があります。

NH₃ は変換、拡散、沈着を経て、土壌の酸性化、水系の富栄養化、酸性雨、樹木の栄養バランスの攪乱、多様性の喪失、悪臭、人間の健康への悪影響など、幅広く環境に対して影響を及ぼします (アスマン (Asman) その他、1998 年。ソマー (Sommer) およびハッチングス (Hutchings)、2001 年)。このために、国連の長距離越境大気汚染条約の下で、欧州各国では NH₃ の排出削減目標を設定しています。

研究の目的

当研究の目的は、チリ南部の火山灰地にある永年牧草地の表土に液状堆肥、または尿素を散布した後の NH₃ の揮散による散逸について調べることです。屋外条件下での NH₃ の放出量を計測するために、風洞技術 (ロッキヤー (Lockyer)、1984 年) を使って小規模な実験場において一連の実験を行いました (図 1)。

「アンモニアガス (NH₃) 排出に際しては N (窒素) 成分の影響が大きいことがこの実験から分かりました。NH₃-N (アンモニア態窒素) の総放出量は、液状堆肥と比べて尿素施肥後の方が高かったのです。」

フランシスコ・サラザール
(Francisco Salazar)

結果

NH₃ 排出に際しては N (窒素) 成分の影響が大きいことがこの実験から分かりました。NH₃-N (アンモニア態窒素) の総放出量は、液状堆肥と比べて尿素施肥後の方が高かったのです。春に実施した実験においては、N の放出総量は 1 ヘクタール当たり 25.3kg および 9.4kg で、それぞれ尿素および液状堆肥を施肥した際の総窒素量の 25%と 22%に相当します。秋に実施した実験においては、尿素施肥後の N の放出総量は 1 ヘクタール当たり約 20kg から 30kg (施肥した窒素総量のおよそ 20%~30%)、そして液状堆肥の施肥後は 1 ヘクタール当たり約 6~8kg (施肥した窒素総量のおよそ 7~9%) でした。それぞれの施肥方法について注意深く比較するためには、施肥した TAN (総アンモニア態窒素) の割合を比較する必要があります (N-NH₄ の放出分 ÷ 施肥した N-NH₄ × 100)。このパラメーターに基づき、今回の調査ではガス排出量は液状堆肥 (22%~55%) の方が尿素 (20%~30%) よりも多いことが分かりました。これらの数値は別の実験で得られた数値と同じような範囲内にあります (フイスマンス (Huijsmans) およびシルス (Schils)、2009 年)。

NH₃ 排出の最大値は液状堆肥を施肥した区画で観察されました。施肥 6 時間以内にピークに達し、時間が経つに従い徐々に減少し施肥 24 時間後には低くなりました。全ての実験において、NH₃-N の大部分が最初の 24 時間で放出されたことになり、その量は液状堆肥による実験期間中の総放出量の約 53%~67%に相当します。尿素においても計測期間中にピークが観察されましたが、液状堆肥で観察されたものよりは低いものでした。実験期間中 N の総放出量の 49%~59%は 96 時間の観察期間内で揮散してはいますが、おそらくは肥料が土に溶けて行くプロセスと関連性があると思われます。

これらの結果から分かることは、液状堆肥および尿素から排出されるアンモニアは、チリ南部の酸性の火山灰地に施肥された場合、窒素放出の最も重要な経路の一つに成り得るということです (サラザール (Salazar) その他、2012 年、2014 年)。NH₃ の揮散は窒素肥料の効果を低減し、牧草地での乾燥飼料の生産に影響が及んで農家にとっても管理コストが増大するものと思われます。したがって、これらの牧草地においては揮散による窒素放出を抑えることに狙いを定めて適切な管理を行っていくことが重要です。低排出の液状堆肥施肥機が入手可能ですが (例えばミッセルブルック (Misselbrook) その他、2002 年)、これらの環境に優しい技術については、農家がどんどん取り入れていく必要があります。さらに、こういった機器を使うことが農家にとっては導入費用の増加につながるということを考慮しなければなりません。優れた経営手法 (例えばより効率的な機器の導入) を取り入れることによって NH₃ の揮散による N の放出を削減でき、また乾燥飼料の生産量も増加し、経済的にもまた環境面においても利益がもたらされるのです。

謝辞

当調査では科学技術研究協議会（FONDECYT）から資金を提供していただきました（プロジェクト 1080368 および 1151078）。

寄稿者

フランシスコ・サラザール・S.

(Francisco Salazar S.)¹、

マルタ・アルファロ・V. (Marta Alfaro V.)¹、

ホスエ・ラゴス・M. (Josué Lagos

M.)¹、トム・ミッセルブルック

(Tom Misselbrook)²

¹ Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación INIA-Remehue, Chile; ² Rothamsted Research, Devon, UK.

✉ fsalazar@inia.cl

参考文献

FAO (2018). Livestock Environmental Asman, W., M. Sutton, and J. Schjorring. (1998). Ammonia: Emission atmospheric transport and deposition. *New Phytol.* 139, 27-48.

Huijsmans, J. and Schils, R. (2009). Ammonia and nitrous oxide emissions following field-application of manure: state of the art measurement in the Netherlands. *International Fertiliser Society Proceedings N° 655 (United Kingdom)*. 37p.

Lockyer, D. (1984). A system for the measurement in the field of losses of ammonia through volatilization. *J. Sci. Food Agric.*, 35(8), 837-848.

Lagos, J., Salazar, F., Alfaro, M., Misselbrook, T. (2010). Inventory of ammonia emissions from the live-stock production in Los Lagos and Los Ríos Regions, Chile. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 70, 95-103

Misselbrook, T., Smith, K., Johnson, R. and Pain, B. (2002). Slurry application techniques to reduce ammonia emissions: Results of some UK field-scale experiments. *Biosystems Engineering*, 81, 313-321.

Salazar, F., Martínez-Lagos, J., Alfaro, M. and Misselbrook, T. (2012). Ammonia emissions from urea application to permanent pasture on a volcanic soil. *Atmospheric Environment*, 61:395-399

Salazar, F., Martínez-Lagos, J., Alfaro, M. and Misselbrook, T. (2014). Ammonia emission from a permanent grassland on volcanic soil after the treatment with dairy slurry and urea. *Atmospheric Environment*, 95:591-597

Sommer, S. and N. Hutchings. (2001). Ammonia emissions from field applied manure and its reduction. *Eur. J. Agron.*, 15, 1-15.

酪農から発生する残余脂肪分を加圧浮上装置（DAF）で分離し他の廃棄物と共同堆肥化

キーワード：

酪農産業、排水、加圧浮上装置、バイオソリッド、堆肥

SDGs との整合：

主要な SDGs：



はじめに

酪農産業のバリューチェーンは、アルゼンチンにおける最も重要でダイナミックな農業と食品産業の複合体であり、長年にわたって大きな成長を遂げてきましたが、その一方で大量の排出物やバイオソリッドを発生させてきました。ミルク生産の工業化に伴い様々な製品が生まれましたが、それに伴って汚染の形態も多様化してきました（カルバーリョ（Carvalho）その他、2013年）。

酪農に関して最も深刻な環境問題は廃水が発生することであり、その排出量およびそこに含まれている主に有機系の汚染物質が大きな問題になっています。こういった排出物が適切に処理されないと、排出先の土壌や自然界の水に汚染問題を引き起こします。

酪農からの廃水の特徴としては、生物学的酸素要求量（BOD）と科学的酸素要求量（COD）の濃度が高いことであり、通常脂肪、その他の栄養分、乳糖、洗剤、殺菌剤などが含まれています。

酪農廃水は生分解性が高く、嫌気性反応、好気性反応、そして通性反応を組み合わせた生物学的プロセスによって効果的に処理することが可能です。排出物処理システムの種類の如何に関わらず、排出物中に含まれる FOG（脂肪、油、グリース）の存在によって生物学的処理システムに様々な問題が生じます。したがって、処理の前にこれらの要素を削減するか完璧に除去することが重要になってきます（ブリッツ（Britz）およびモスタート（Mostert）、1977年）。

酪農廃水処理の一般的な技術には、グリーストラップ、油水分離器、流量調整、浄化器による固形分の除去などがあります。ここ 10 年の間に、加圧浮上装置（Dissolved Air Flotation equipments、または DAF）を使って、生物学的処理システムから固形分を浄化する方法への関心が高まっています。DAF は比較的簡単な技術で、微細な気泡を使って廃水から液体粒子や軽量の浮遊固形物（大部分が脂肪）を分離するものです。これらの粒子や固形物は気泡によって浮遊槽の水面に浮上させられ、その後廃水流から除去されます。

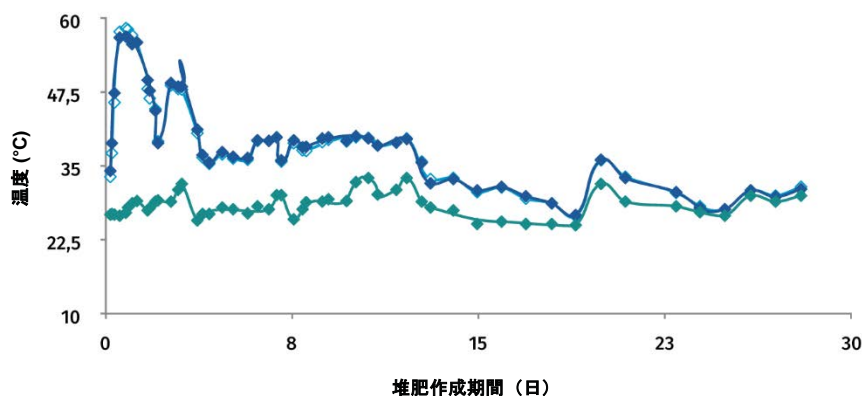


図 1 - DAFw 混合物 20%を混ぜた堆肥の発熱期間中における温度変化（青）と室温（黒）



図1－試験工場にある堆肥化用に混合された廃棄物が入ったリアクター

こういったバイオソリッド（DAFw）の管理は複雑です。この種の廃棄物はグリーストラップで捕捉するスラッジと成分が似ているので、充填剤や炭素／窒素源（すなわち木の削りカス、木片、青草など）のような何種類かの補助基質を使って、嫌気性リアクターを使った処理や好気性堆肥化などの生物学的処理を行うのに適していると思われる。

このバイオソリッドを丁寧に処理すると通常コストが高くなります。そこで、信頼性があり、法的に問題なく、経済的にも採算が取れ、実装が簡単な代替方法を探ることが大切になってきます。このように、バイオソリッド変換システムを開発し、成分の活用を通じてバイオソリッドを最大限再利用し、再び土の一部として自然に戻し、地球生物生態サイクルに組み込み直す必要があるのです。

多くの研究グループが、長鎖脂肪酸によるメタン生成細菌の抑制活動に主に焦点を当てながら、脂肪の嫌気性処理の限界について研究を行ってきました（デービッドソン（Davidsson）その他、2008年）。一方、幾つかの研究グループが脂質残渣と他の廃棄物との共同堆肥化において好結果を出しています（ルッジェリ（Ruggieri）その他、2008年）。DAF から得られたこの残渣については、共同堆肥化プロセスにおいて効率的な処理が可能だと思われる。

基質	水分 (%, 含水重量)	pH	揮発性固形物 (g/100 g 乾燥重量)	固形物総量 (g/100 g)	EESS (g/kg)	窒素総量 (%, 乾燥重量)
DAF 廃棄物	85.95	5.91	83.40	14.05	41.81	2.21

表1－DAF 廃棄物の特性【含水重量（w.w）；乾燥重量（d.w.）；バイオソリッド廃棄物（DAFw）】

基質	水分 (%, 含水重量)	pH	酸性硫酸塩 土壌 (%, 乾燥重量)	有機炭素 (%, 乾燥重量)	有機窒素 (%, 乾燥重量)	炭素窒素比
木片	9,7	6,9	6,0	52,2	0,09	580,0
青草	70,5	7,7	14,8	47,3	3,6	13,1

表2－木片および青草の特性【含水重量（w.w）；乾燥重量（d.w.）；バイオソリッド廃棄物（DAFw）】

このように、堆肥化の場合と同様に、好気性分解プロセスは脂質残渣の処理の際により効果的と考えられます。堆肥化は有機基質の分解および生物学的安定化を伴います。堆肥化は微生物学的プロセスで、ここではまず様々な微生物コミュニティが有機物を単純な成分の栄養素に分解し、その後、第二段階として、腐植酸のような複雑な有機高分子が生成されます（シュー（Hsu）およびロ（Lo）、1999年）。これは好気プロセスであり、微生物による生物分解を最適に行うための酸素、水分および多孔質の材料を必要とします。この変換プロセスにより、コントロールされた実施条件下で廃棄物に含まれている有機物が生物学的に分解され、ガス（CO₂ 及び NH₃）を発生する好気的物質と安定化した固形物（堆肥）を生成します。その固形物は多方面に使うことが出来、品質次第では土壤肥料としても使用できます（カユエラ（Cayuella）その他、2009年）。

当実験の主目的は、様々な補助基質を使って DAFw を堆肥化することの実現性を調査し、異なる DAFw の配分量が堆肥化の効率性および最終的な堆肥の品質に及ぼす効果を測定することです。

使用した材料と実験方法

ある地方の酪農場から得られた DAFw を異なる量に分け（重量パーセント（w/w）で 70、60、50、30、0）充填剤および炭素窒素源である木片と青草の混合物に追加しました。堆肥化のプロセスとしては、屋外に地干し列（およそ 100 列）を作り、定期的に裏返しました。残渣の物理的および科学的な特性評価は標準的な手順を踏んで行いました。

特性評価に基づきリアクターを組み立てました。その際に、実験の対象となる各材料に応じた望ましい特性の基質をまず得るために、RSO（生分解性有機物）の適切な組み合わせを計算しました。

「加圧浮上装置によって分離された廃棄物は、好気性の同時分解プロセスでの使用が可能であり、それによって酪農業における環境管理およびサステナビリティが改善されるでしょう」

エリカ・シュミット（Erica Schmidt）

プロセス評価のために、含有水分、温度、粒子のサイズ、導電性、pH、窒素（ケルダール法）、灰、有機物、およびグリースなどについて様々な分析が研究所で行われました。さらに、堆肥の植物毒性について発芽テスト（相対的種子発芽）を使って調べました。

一次結果

温度変化について慎重に測定しました。混合物に DAFw を加えたものと加えていないものを比較すると、加えた方では好熱性細菌の繁殖温度に達しました（図1）。これによって、堆肥化のプロセスを利用して DAFw 評価を行い、最終生成物の質を改善することが可能であると結論付けることができますと考えられます。表1と表2は、実験した廃棄物の特性評価の結果を表したものです。

結論

様々な実験から得られたパラメーターの分析から、プロセスの効率性に関して最も優れた成果が得られたのは DAFw を 40%～60% 含んだリアクターで生成されたものでした。この結果、他の有機廃棄物との共同分解による堆肥化のプロセスを経ることによって酪農から得られる残余バイオソリッドにも価値が生じるという仮説が認められたと言ってもよいと思います。

実験の条件如何に関わらず、DAFw を追加したリアクターの 100%において、温度変化に関しては効率性の向上が観察されました。この現象は特にプロセス開始後 24 時間から 72 時間の間に顕著に見られました。

これらの研究結果に沿うように、これまで DAFw はエネルギー含有量の低い他の有機残渣に混ぜる補助基質として使われてきました。堆肥中の病原体は摂氏 55 度で少なくとも 72 時間経つと死滅すると考えられていますが、DAFw によって堆肥の殺菌が行われる範囲まで温度が上昇します。

堆肥中に含まれる DAF 廃棄物の割合によって、最終製品の品質は直接的な影響を受けます。物理的にも化学的にも優れた最終製品が得られることによって、植物生理学にも好ましい効果がもたらされることになるのです。

ここ得られた結果に基づけば、加圧浮上装置によって分離された廃棄物を好気条件下の共同分解プロセスで使うことが可能であり、それによって酪農業の環境管理およびサステナビリティが改善されるということができると言えます。

寄稿者

カルロス・マルティン (Carlos Martin)¹、
エリカ・シュミット (Erica Schmidt)²

¹ Instituto de Desarrollo Tecnológico para la Industria Química (INTEC), Universidad Nacional del Litoral y CONICET, Santa Fe, Argentina; ² INTI Lácteos, Rafaela, Santa Fe, Argentina.

✉ eschmidt@inti.gob.ar

参考文献

Britz, T., Mostert, J.(1977).Two – phase anaerobic digestion of three different dairy effluents using a hybrid bioreactor.Water S.A, 23, 151 – 156.

Carvalho F., Prazeres A & Rivas J.(2013).Cheese whey wastewater:Characterization and treatment.Sci.Total Environ.445–446 385–396.

Cayuela M.L.; Mondini C.; Insam H.; Sinicco T. y Franke-Whittle I. Plant and animal waste composting: effects of the N source on process performance.Bioresouruce Technol.100 (2009) 3097-3106.

Davidsson C., Lovstedt J., la Cour Jansen C.(2008).Co-digestion of grease trap sludge and sewage sludge.WM&R 28 986–992.

Hsu, J., Lo, S. Chemical and spectroscopic analysis of organic matter transformations during composting of pig manure.(1999).Environ Sci Pollut R104, 189–196.

Ruggieri, L., Artola A., Gea T.(2008).Biodegradation of animal fats in a co-composting process with waste- water sludge.Biotechnol.Bioeng.62 297–303.



© カナダ酪農家協会

夏期に補助飼料としてカブとセイヨウアブラナを乳牛に供給する。 ミルクとチーズに含まれる 脂肪酸プロファイルへの影響

キーワード：

アブラナ属の蔬菜、ミルクの生産、
長鎖脂肪酸、多価不飽和脂肪酸。

SDGs との整合：

主要な SDGs：



背景

チリでは、時が経つにつれ放牧の相対的重要性が着実に高まってきました。チリ南部の牧草地の特徴の一つとして、春と秋に比較的草が良く伸び、冬と夏はあまり伸びないために牛が食べる草が少ない、ということが挙げられます。チリ南部の酪農場における牛の出産は秋（3月～5月）と春（8月～10月）に多く、例年泌乳期間の早期および中期が草の少ない時期に当たってしまうため、過放牧によって放牧地が劣化してしまうことも珍しくありません。夏の永年草原地帯では、牧草の成長が影響を受けることに加えて、草の栄養の質も低下してしまいます。そのため、酪農家が冬と夏に濃縮補助飼料を使うことが当たり前になりましたが、濃縮飼料の価格が上昇しているため、必ず利益が出せるとは限りません。酪農家が自分の農場で農作物を栽培することで補助飼料の購買量を減らし、それによってミルクの生産コストを削減して利益率を上げればよいということが言われてきました。しかしながら、チリの放牧酪農システムにおける補助飼料としての農作物の利用度は依然として低く、年間の平均的な飼料消費量の5%にも満たないのです。

夏に産するアブラナ属の蔬菜であれば、乾燥飼料としての収量が高く相対的に栄養価も高いため、放牧地の草の補助飼料になるものと思われます。カブおよびセイヨウアブラナはアブラナ属の蔬菜で、夏期の飼料需要に対して供給が行われます。研究文献には、アブラナ属農作物による補助飼料を与えられた牛の産乳についてはバラつきが見られると書かれています。さらに、ミルクおよびその派生製品に含まれる脂肪酸のプロファイルを説明するような研究はほとんど行われていません。これらのことから、本研究の目的は、夏期にカブ（学名 *Brassica rapa* spp. *rapa* L.）およびセイヨウアブラナ（学名 *Brassica napus* spp. *biennis* L.）を補助飼料として乳牛に与えることによる乾物摂取（DMI）、産乳およびミルクの組成、そしてミルクとチーズの脂肪酸プロファイルへの影響を評価することを目的としました。



使用した材料と実験方法

実験はチリのアウストラル大学にあるアウストラル農業試験場（Experimental Agricultural Austral Station, EEAA）で行われました。試験動物は直前の泌乳期における産乳量によって選びました。12頭の泌乳期の経産牛（1日当たり産乳量25kg、泌乳日数90日）を一定の期間中に計測された産乳量に応じて3つの食餌療法に無作為に割り振り、3x3のラテン方格法を擬したやり方で28日間の実験を3回にわたって行いました。各実験期間には、飼料に慣れる期間として14日、実験計測を行う期間として7日が組み込まれています。牛たちはタイストール牛舎で1頭ずつなぎ飼いました。最初のグループ（コントロールグループ）には乾地農場で飼われている牛と同じようなタイプと量の飼料を与えました（乾燥牧草を6kg、乾燥サイレージを6kg、そして乾燥濃縮飼料を4kgで合計16kgの乾燥飼料）。他の2つのグループにも同じレベルの飼料を与えましたが、これに加えて6kgのカブないしはセイヨウアブラナの乾燥飼料を与えることにしました。これによって、アブラナ属蔬菜の補助飼料が代替となるかを判断しました。またサイレージと共に200gのミネラル混合飼料も与えました。給餌の前に全ての飼料の重さを量り、牛の食餌療法に合わせて1匹ずつ給餌しました。

7日間の計測期間中、産乳量と乾物摂取量（DMI）が記録され、飼料の材料のサンプルを取って乾物、粗タンパク質、代謝エネルギーおよび中性デタージェント繊維の分析を行いました。さらに、血液とミルクのサンプルを採り、ガスクロマトグラフ分析法を使って脂肪酸の分析をしました。各実験期間の最終日にはそれぞれの食餌療法を受けた牛から15リットルのミルクを搾ってチーズを作りました。

実験結果および結論

乾物摂取（DMI）と牛乳の生産については表1を見て下さい。アブラナ属蔬菜を供給した食餌療法ではDMIが約1kgほど少なかったにも関わらず、産乳量とミルクの組

成については違いがありませんでした。つまりカブとセイヨウアブラナを与えた牛の方が少ないDMIで同じような生産量であったことから、より効率的であったということが出来ます。

ミルクとチーズの脂肪酸プロファイルについては表2を見て下さい。この結果から全般的に分かることは、カブとセイヨウアブラナを補助飼料として与えることによって血漿および乳中に含まれる脂肪酸（AG）のプロファイルが大きく変わり、コントロールグループと比較すると飽和分率が増加し単価不飽和脂肪酸および多価不飽和脂肪酸が減少したということです。カブやセイヨウアブラナを補助飼料として与えられた乳牛から得られるチーズの感覚刺激性の特徴としては、味、匂い、搔痒感、苦みなどが強くなっていました。

私たちの研究が示しているのは、カブおよびセイヨウアブラナは夏期の補助飼料である濃厚飼料の代用に成り得るものとして注目に値するということです。少ないDMIでもミルクへの悪影響が無く、濃厚飼料とDMIの費用が減ることによってミルク生産費用が削減されるのです。

内容	食餌療法		
	コントロールグループ	カブ	セイヨウアブラナ
乾物摂取 (DMI) (KG)	19,00	17,88	18,02
未補正乳の生産 (L)	24,16	24,11	24,31
4%脂肪補正乳 (L)	25,19	25,17	25,76
エネルギー補正乳 (L)	26,78	26,96	27,37
効率性 (伝統的搾乳システム (CMS))	1,27	1,35	1,35
ミルクの組成 (%)			
ラクトース	4,87	4,84	4,88
脂肪分	4,28	4,28	4,41
タンパク質	3,31	3,42	3,36

表1-乾物摂取 (DMI) とミルクの生産

内容	食餌療法		
	コントロールグループ	カブ	セイヨウアブラナ
ミルク			
Σ 飽和脂肪酸	72,45	75,99	77,13
Σ 単価不飽和脂肪酸	25,53	22,60	21,42
Σ 多価不飽和脂肪酸	2,01	1,41	1,45
Σ n-3 系脂肪酸	0,47	0,21	0,16
Σ n-6 系脂肪酸	0,81	0,73	0,8
チーズ			
Σ 飽和脂肪酸	73,99	76,32	77,88
Σ 単価不飽和脂肪酸	24,28	21,93	20,73
Σ 多価不飽和脂肪酸	1,73	1,75	1,39
Σ n-3 系脂肪酸	0,40	0,36	0,21
Σ n-6 系脂肪酸	0,90	0,98	0,73

表2-ミルク及びチーズの脂肪酸プロファイル

寄稿者

クリスチャン・アルバラード

(Christian Alvarado) ¹、*

ファン・パブロ・ケイム (Juan Pablo Keim)

¹、ギジェルモ・セグエル (Guillermo

Seguel) ¹、エイナル・バルガス＝ペロ＝ペ

レス

(Einar Vargas-Bello-Pérez) ²

¹ Instituto de Producción Animal, Facultad

de Ciencias Agrarias, Universidad Austral

de Chile, Valdivia, Chile. ² Departamento de

Ciencias Animales, Facultad de Agronomía

e Ingeniería Forestal, Pontificia Universidad

Católica de Chile, Santiago, Chile.

✉ calvarado@uach.cl

謝辞

この研究はチリ国立科学技術基金 (Chilean National Fund for Science and Technology : FONDECYT) 第11150538号「牧草を主食とする泌乳期の乳牛に対して冬期と夏期にアブラナ属蔬菜を給与することによるミルク生産の最適化」による援助を受けています。

乳製品をベースとした インスタント食品の開発

キーワード:

アブラナ属の野菜、ミルクの生産、
長鎖脂肪酸、多価不飽和脂肪酸。

SDGs との整合:

主要な SDGs :



製造工程は商業生産用に標準化されました。
以下に各ステップを説明します。

1. カッテージチーズを用意します

(チェダーまたはパニール) : 製造に際しては、インドの伝統的な製造法によっても良いですし、手作業、機械化/半機械化作業、酵素処理、メンブレン工程技术および類似技術などを単独または組み合わせて使ってもよいでしょう。伝統的な製造法の手順は以下の通りです。

a) **ミルクの標準化と下準備** : ミルクは、出来れば乳脂肪分 4.5%、無脂乳固形分 8.5%に標準化しておきますが、必ずしもこの限りではありません。ミルク由来のクリームや脱脂粉乳/全粉乳を標準化のために使用しても構いません。標準化されたミルクを摂氏 85 度~95 度に加温しそのまま 10 分間温め続けます。ただし、ホエータンパク質の変性および商品の微生物学的安全性の確保のために、異なる温度と時間の適切な組み合わせで進めることもできます。

背景

インスタント食品 (Ready-to-eat foods または RTE) はコンビニエンスフードとも呼ばれていますが、便利で食べやすいようにあらかじめ調理され売られている食食品です。ライフスタイルの都市化、通勤の長距離化、女性の就労の増加、家族形態の変化など全てが調理済みの RTE 食品の需要が増大する要因となっています。このために RTE 食品製造関連ビジネスにおける食品加工業が状況を呈しています。発表されているレポートによれば、世界の RTE 食品市場は予測の対象となっている 2018 年から 2023 年にかけて 21.8%の年平均成長率 (CAGR) で拡大していくということです (モルドル・インテリジェンス (Mordor Intelligence)、2017 年)。

しかし現在市場で販売されている RTE 食品については、健康に良いというイメージがありません。健康的で栄養豊富で美味しく一人で食べられる RTE 食品が欲しいという人々の願いを考慮しつつ、インド酪農開発委員会 (National Dairy Development Board または NDDDB) は現在市場で販売されているファストフードの欠点を克服した RTE 食品の開発に乗り出しました。

開発のプロセス

商品開発段階においては、コーンフレークスに混ぜるドライミックス、乳製品食材と非乳製品食材の層が交互に重なっている食品、穀類と乳製品食材が混ざったケーキのような食品など、いくつかのコンセプトを試行しました。こういったコンセプトをいくつも検討し味や健康に関する消費者の志向についても十分な検討を重ね、最終的にミルク由来のタンパク質、穀類、豆類、野菜、そしてスパイスなどを混ぜて加工するというコンセプトが固まったのです。そしてこの最終コンセプトをベースに商品開発が行われました。NDDDB 内で実施された官能評価において、この商品は高い評価スコアを獲得しました。商品の加工に際しては、原材料に含まれている栄養素のロスを最小限に留めるような方法が設計されました。また、動物性タンパク質 (今回の場合はミルク) と植物性タンパク質を同時に摂取す

ることで、異なる種類の必須アミノ酸を補い合うことができるという効果が有ることが知られています。

今回の商品開発は以下のような目的を念頭に行われました。

人体が必要とするのとほぼ同じ割合の微量栄養素を含んだ以下のような RTE 食品の開発を目指す。

- 1 食分で人間が 1 日に必要な脂肪、タンパク質および炭水化物の最低限 25%を摂取できること。
- 人体に微量栄養素 (ビタミンおよびミネラル) を供給できる食品であること。
- 洪水、旱魃、戦争、飢饉などの災害時に救援食として使用できること。
- 移動しながらの消費が可能なこと。
- 現在市場に出回っているジャンクフードを代替する栄養食品であり、かつ味も良いこと。
- 最低限 6 か月保存が可能なこと。
- 保存料や合成食材などが添加されていないこと。
- 既存の加工技術を使った製造が可能なこと。
- 複数の食材から得たタンパク質を使うことによって、バイオアベイラビリティ (生物学的利用能) やタンパク質の消化性が向上しますが、その利点を活用すること。



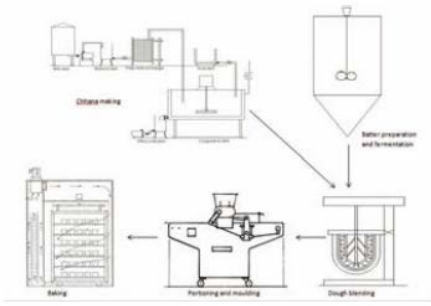


図1- 乳製品ベースの RTE 食品の製造工程レイアウト

「インドが栄養豊かで美味しいミルクをベースにしたインスタント食品の開発に成功しました」

ハレンドラ・プラタップ・シン
(Harendra Pratap Singh)

b) **凝固**：加熱処理したミルクを摂氏 70 度～90 度まで冷まします。その場で用意した 1～2%のクエン酸／乳酸溶液ないしは使用可能な凝固剤を加えこの温度で凝固させます（実際に必要なクエン酸／乳酸のミルクに対する量は約 0.2%です）。ミルクが凝固し、ホエーの pH が 5.0～5.5 に達するまで凝固剤を継続的にゆっくりとミルクに追加します。凝固したミルクはそのまま静かに 5～10 分間置いておきます。

c) **水分（ホエー）を切る**：凝固が完了したら凝乳が沈むので、水分（ホエー）を切り、かたまりを清潔なモスリン布で包みます。かたまりを包んだモスリン布を 10～15 分間フックにぶら下げ、さらに水分（ホエー）を切ります。その後冷やした飲料水につけて、次の作業を待ちます。

2. 穀類と豆類を混ぜた練り粉を作る：

粗く挽いた米または麦またはトウモロコシの粉、キマメの粉、ヒヨコマメの粉、ケツルアズキの粉をそれぞれ 50 対 25 対 12.5 対 12.5 の割合もしくは他の適切な割合で混ぜます。ムング豆の粉およびその他レンズ豆や穀類を加えても良いでしょう。同量のホエーまたは水と混合粉を混ぜ合わせ、4～6 時間水を吸わせませます。その代わりに、食材（米または麦またはトウモロコシ、割ったキマメ、ヒヨコマメおよびケツルアズキ）を一晩飲料水に付けた後で挽いてペーストを作ることができます。練り粉を発酵させることによって風味が増し消化性も良くなります。練り粉が発酵したら、適当な培養菌（バクテリア、イーストをベースにしたもの、或いはその混合物）をそこに加えても良いでしょう。そうしたら練り粉を摂氏 30～40 度で 4～8 時間保温し、その後摂氏 10 度未満で冷蔵保存し、次のステップを待ちます。練り粉にはもともと微生物が含まれているので、培養菌を加えずに発酵させることもできます。

3. **生地を作る**：吸水させた穀類と豆類を混ぜた練り粉とチェナーまたはパニールと一緒にプラネタリーミキサーに入れます。ヒョウタンまたはキュウリまたはニンジンですりおろしたもの、アオトウガラシのペースト、ガーリックペースト、ジンジャーペースト、塩、砂糖、ターメリック、ベーキングパウダー、クエン酸または乳酸の必要量を、組み合わせを考えて好みで添加しても良いでしょう。その他のスパイス、調味料、ハーブ、フルーツ果肉、カットフルーツ、野菜などをこの段階で加えることもできます。混合物をプラネタリーミキサーを使って柔らかいペースト感が出てくるまで混ぜ合わせます。

4. **型作り**：食品用で焦げ付き防止コーティングがされたステンレススチール、アルミニウムないしはシリコンの型で適切なサイズのものを選び、用意した生地を流し込みます。焦げ付き防止コーティング付きの型が無い場合は、型の内側表面にベーキングペーパーないしはバナナリーフを内張りしてもよいでしょう。クッキーやビスケットにする場合には型は使わなくても良いでしょう。型作りの工程は手作業でもよいですし、自動化も出来ます。

5. **焼き上げおよび冷却**：時間と温度が調節できるパン焼きオーブンをあらかじめ摂氏 200 度～250 度に温めておき、型を入れます。その代わりにトンネル式連続焼成器を使うこともできます。外側が良い具合に茶色くなるまで焼きます。産業用のオーブンをを使う場合通常 20～40 分かかります。焼くことによって独特の香りを放つようになります。焼き終わったら室温で冷まします。冷却時間を短くしたい場合は、除湿強制送風サーキュレーターを使うとよいでしょう。

6. **トッピングをする**：トッピングはしなくても構いません。トッピングの材料としては、ベジタリアン（インドの食料法の定義によります）向けの素材、例えばチーズ、トウガラシ類、トマト、オレガノ、チリフレーク、パニール等、または非ベジタリアン素材、例えば骨なしチキン、マトン、ペパロニなどがあります。トッピングは単品でも複数の素材の組み合わせでも構いません。トッピングは好みで変えられます。

7. 包装：

a) **トッピングが有る商品**：商品に見合った食品用包装材で一つ一つ包装します。解凍する時や食べる時に他の容器に移さなくてもいいように、電子レンジまたはオーブンで使用可能な容器を包装に使うのもよいでしょう。

b) **トッピングが無い商品（本体のみ）**：商品に見合う包装材で一つ一つ包装するのでも良いし、複数の商品をまとめて一つのパッケージとするのも良いでしょう。後者の場合は、各商品は適当な仕切りできちんと分け、冷凍時に商品同士がくっついてしまわないようにしておきます。

8. **保存**：賞味期限を長くするために冷凍してもよいでしょう。冷凍保存の場合は通常摂氏マイナス 18 度より低い温度で保存します。トンネルフリーザーを使う場合もあります。賞味期限が 7~10 日の場合、冷蔵保存とします（摂氏 8 度以下）。常温下での保存期間は、ポリエチレンやポリプロピレンのカップにきちんと詰めた状態で 2~3 日です。

9. **食べる前の解凍**：冷凍した商品は食べる前に解凍しなければなりません。電子レンジまたは蒸し器を使って解凍します。電子レンジで解凍する場合、商品が入った容器を中に入れ、「解凍」に設定して 2~3 分運転します。それから 2 分間そのままにしておき、商品に均等に熱が行き渡るのを待ちます。そして再度「電子レンジ+コンベクション」モードで 1~2 分間運転します。これをする代わりに、冷凍した商品を冷蔵庫の冷凍室から冷蔵室に移し、24 時間解凍した後で電子レンジ、オーブントースターグリル、蒸し器、またはタワ（フライパン）で適当に加熱することもできます。

主な成果

開発の成果として、健康的で栄養豊かな商品、「乳製品ベースのインスタント食品」が出来ました。この商品は、カッテージチーズ（チェナーまたはパニール）、穀類、豆類、野菜、スパイスなどを独自に調合したもので、これ一つでタンパク質、炭水化物、脂肪および食物繊維が摂取できます。1 食当たり脂肪、タンパク質および炭水化物の 1 日の必要量の 25% が摂取出来ることと併せて、バイオアベイラビリティ（生物学

的利用能）やタンパク質の消化性が向上するという利点があります。そのまま食べても良いし、電子レンジや蒸し器で温めてから食べることもできます。また冷凍、冷蔵、常温のどの方法でも保存が可能です。

栄養分の配分については、健康増進を意識したものになっており、これを食べる人々が必要とする栄養分に応じて調整することができます。合成食材や保存料は含まれていません。タンパク質供給源はミルクと豆類だけのベジタリアン向け食材（インドの食料法の定義によります）です。タンパク質を複数の食材から得た方が、アミノ酸のプロファイルおよびバイオアベイラビリティに関してより栄養価が高くなることが知られています。トッピングは食べる人の好みに合わせ、ベジタリアンにも非ベジタリアンにもできます。

この食品と酪農セクターの今後との関連性

この商品が目指しているのは、美味しく栄養補給することです。官能評価の結果によれば、一般市民の間でこの商品に対する好感度は高くなっています。

独身者、共働き夫婦、移動することが多い人、朝早く会社に行く人などの役に立つのではないかと考えられます。それとは別に、この食品を洪水、旱魃、戦争、飢饉などの災害時の救援食糧として使ったり、遠く離れた国境地帯（新鮮な食料の入手は難しいが気温が低いために冷蔵庫が無くても食料の長期保存が可能な場所）に派遣されている軍隊用の包括的食料パッケージとして使ったりする可能性もあります。

寄稿者

ハレンドラ・プラタップ・シン
(Harendra Pratap Singh) *、
ヴィシャル・トリヴェディ
(Vishal Trivedi)、ラリタ・オラオン
(Lalita Oraon)、ケタン・ダヴェ
(Ketan Dave)、アディチャ・ジャイン
(Aditya Jain)、DK・シャルマ
(D K Sharma)
インド酪農開発委員会 (NDDB) 商品
およびプロセス開発担当、
インド国グジャラート州アナンド市 388001
✉ *hpsingh@nddb.coop

参考文献

Mordor Intelligence (2017) Ready to Eat Food Market Size, Analysis – Growth, Trends, and Forecasts (2018-2023)
<https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/ready-to-eat-food-market>
最終アクセス日：2018 年 12 月 16 日



ダヒをベースにしたスプレッド

キーワード：
ダヒ、発酵、健康、タンパク質、
スプレッド。

SDGs との整合：

主要な SDGs：



背景

ここ数年の健康への意識の高まりが、人々を日々のエクササイズ、メディテーションやヨガ、健康で栄養のある食物に向かわせています。現代人は、健康を促進し病気のリスクを低減してくれるような食べ物を選ぶようになりました。さらに、ライフスタイルの変化、働く女性の増加、食生活の変化、忙しくて時間が無い生活などに伴い、健康で便利な食品が求められています。

ダヒをベースにしたスプレッドには発酵食品であることと何にでも塗れるという利点があり、また従来からあるスプレッド食品と比べて高タンパク低脂肪が特徴です。また使いやすく様々な食べ物と一緒に食べることができます。

開発のプロセス

商品開発の過程で何種類かのレシピによる試作とプロセスパラメータの試行が行われました。最初のステップは、発酵した後でホエーが分離しないような、または最小限の分離しか起こさないような培養菌を選ぶことでした。通常濃縮された凝乳を作る時には、発酵後にホエーを捨てる（水分を切る）必要があります。しかしこのダヒスプレッドの場合は、ホエーを切る必要が無いように工程を標準化しました。その次の課題は望ましいレベルまで粘度を高めることでした。また賞味期限を延ばすための方策も幾つか試行しました。

最後に、複数のステップを含む製造工程を商業生産用に標準化しました。以下に各ステップを説明します。

a. **ミルクの標準化：**ミルクを乳脂肪分 8.5%無脂乳固形分 18%に標準化します。ミルク由来のクリームや脱脂粉乳を標準化のために使用します。ミルクの温度が摂氏 40 度に達した時に生クリームを加え、摂氏約 55 度に達した時には再結合を促進するために脱脂粉乳を加えます。

b. **予熱および砂糖と安定剤の追加：**それから標準化したミルクを摂氏 60~65 度まで予熱し、砂糖と指定された安定剤を加えます。ミルクと添加物はよく混ぜ合わせます。

c. **漉す：**ステンレススチールの水切りを使って中身をしっかりと漉します。

d. **加熱：**中身を摂氏 85 度で 10 分間加熱します。ただし異なる温度と時間の適切な組み合わせでも構いません。

e. **冷却：**培養菌の注入が可能な温度まで中身を冷めます。培養菌の繁殖に適した温度でなければなりません。

f. **注入：**ここでは 1~2%の MD 培養菌を使います（インド酪農開発委員会が開発したもの）。砂糖のような固形分を全体的に多く含んでいるために起こる強い浸透プロセスに耐えられるようにこの培養菌を特に選んでいます。

g. **保温：**望ましい pH 値である 4.6 になるまで保温します。保温の温度は培養菌に適した温度でなければなりません。保温の後でホエーを切る必要はありません。

h. **調味料または香料の添加と混ぜ合わせ：**刻んだにんじん、ミント、トマトパウダー、塩、酢およびソルビン酸カリウムを防黴剤として追加します（賞味期限を延ばすための保存料を追加しても構いません）。プラネタリーミキサーを使って中身を均等によく混ぜ合わせます。他にもフルーツ、野菜、スパイス、チョコレート、フルーツ果肉、フルーツジャムなども使えます。

i. **容器詰めおよび保存：**清潔な状態を保ちながら商品をポリプロピレンのカップに詰めて冷蔵保存します（摂氏 4 度未満）。他にも適切な容器があれば使っても構いません。

商品	ダヒスプレッド	バター	マーガリン	ファットスプレッド	マヨネーズ	チーズスプレッド
脂肪含有率 (%)	7.5-8.0	80-83	80-83	40-80	20-80	18-30
タンパク質含有率 (%)	6.5-7.0	0.5-0.9	0-0.5	1-2	0-4	6-12
炭水化物含有率 (%)	10-11	-	-	-	8-22	0-5
固形分合計 (%)	30-34	84-85	84-88	44-84	30-90	40-60
100g 当たりのエネルギー	120-140	720-750	720-750	360-720	250-700	200-300

* おおよその組成については入手可能な情報から取りました。

表 1 – 一般的に販売されている他製品との比較*

主な成果：

ダヒの製造過程に変更を加えることで新しい商品が出来ました。この商品は、他に一般的に販売されているスプレッド（チーズスプレッドを除く）と比べてミルク由来のタンパク質をより多く含んでいます。また、脂肪分は一般的に販売されているスプレッドよりも低くなっています。細かい比較については表 1 をご覧ください。この商品はミルク由来の栄養素を主とするベジタリアン向け食材（インドの食料法の定義によります）です。他の調味料、フルーツそして香料などを使うことで色々な種類のスプレッドを作ることが出来ます。パン、パラター、チャパティ、トースト、クラッカーなどとよく合います。官能評価の結果によれば、一般市民の間でこの商品に対する好感度は高くなっています。ポリプロピレンのカップに詰め冷蔵保存（摂氏 4 度以下）すれば賞味期限は 15 日です。冷蔵保存の場合でも保存料を添加すれば賞味期限は 2 か月まで伸ばせます。

この食品と酪農セクターの今後との関連性

現在市場では様々な種類のスプレッド食品が売られていますが、その大部分は乳固形分をベースにしたものか、野菜油を基にしています。このようなカテゴリーの商品としては、バター、マーガリン、ファットスプレッド、マヨネーズ、チーズスプレッド、及びその他の類似品があります。

一般的にスプレッドは食事、おやつ、朝食に欠かせないものとして、これまでも販売は安定的に成長してきました。世界のスプレッド食品市場の 2017 年～2022 年の年平均成長率（CAGR）は 3.5%と予想されています。（モルドル・インテリジェンス（Mordor Intelligence）、2018 年）。世界のスプレッド食品市場の規模は 2015 年末までに 156 億米ドルに達するでしょう（ビジネスワイヤ（Business Wire）、2018 年）。消費者の間で健康に対する意識が高まったことによって、低カロリーで高タンパク質のスプレッド食品にとって道が開けたのです。

寄稿者

ヴィシャル・トリヴェディ
 (Vishal Trivedi)、
 ハレンドラ・プラタプ・シン
 (Harendra Pratap Singh)、
 ラリタ・オラオン (Lalita Oraon)、
 ケタン・ダヴェ (Ketan Dave)、
 アディチャ・ジャイン (Aditya Jain)、
 DK・シャルマ (D K Sharma)
 インド酪農開発委員会・商品および
 プロセス開発担当、
 インド国グジャラート州アナンド市。
 ✉ vbtrivedi@nddb.coop

参考文献

Business Wire (2018). Research and Markets: Global Food Spreads Market Worth USD 15.6 Billion by 2020 – Analysis, Technologies & Forecasts 2015-2020. <https://www.businesswire.com/news/home/20151221005677/en/Research-Markets-Global-Food-Spreads-Market-Worth>
 最終アクセス日：2018 年 12 月 13 日

Mordor Intelligence (2018). Global Food Spread Market – Growth, Trends and Forecasts (2018 – 2023) <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/global-food-spreads-market-industry>
 最終アクセス日：2018 年 12 月 13 日







國際酪農聯盟

70/B, Boulevard Auguste Reyers

1030 Brussels - Belgium

Tel : +32 2 325 67 40

Fax : +32 2 325 67 41

Email : info@fil-idf.org



[@fil-idf](https://twitter.com/fil-idf)



www.fil-idf.org