



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

「IDF 酪農乳業の持続可能性見通し」(DSO)の第5号では、インスピレーションに富むさまざまなプロジェクトをもう一度取り上げ、それらのプロジェクトが酪農乳業による国連の持続可能な開発目標(SDGs)の達成にどのようなインパクトを与えるかを明らかにします。本号で紹介するプロジェクトには、米国の子どもたちとその家族のための健康的で持続可能な食生活において牛乳乳製品の役割を高めるイニシアチブ、オランダにおける革新的な家畜福祉アプローチと国連SDGsとの関係、将来の農業の基礎を築くことを目的とした持続可能な食料・エネルギーシステムに対するスウェーデンの貢献、南アフリカの酪農生産が環境と経済にもたらす結果を判定するための新しいアプローチ、糞尿を天然肥料に活用するインドの取り組み、ナイジェリアで生乳を冷却するために太陽光を活用するアーラ社(Arila)のイニシアチブ、2050年までに酪農乳業のGHG排出量ネットゼロを実現するカナダ酪農家協会の取り組み、ブラジルの乳処理加工における非加熱技術の活用、およびオーストラリア酪農乳業界の持続可能性コミットメントなどがあります。五大陸にまたがるこれらのイニシアチブの地理的な多様性は、持続可能性と国連のSDGsに対する酪農乳業界のコミットメントが世界的なものであり、国境や文化的障壁がないことを証明しています。

実際、これらのイニシアチブの中には、各国間や、公的セクターと民間セクターの間の共同の取り組みの結果があり、また学界や大学による貢献もあります。こうした知識の共有とそれによるイノベーションとテクノロジーの交流は、国際酪農連盟(IDF)全般の、とりわけ本DSOの主な目的の1つです。それらが完全に達成されていると分かるのは、誇りと喜びの源泉です。

さらに、このDSOで説明されているイニシアチブは、地理的および文化的に多様であるだけでなく、その取り組む問題も、環境の持続可能性から家畜福祉、社会経済的影響まで、さまざまであることは称賛に値します。このテーマの多様性は、持続可能性を人類が現在直面する多くの課題に対処する広範で複雑な概念として捉えるIDFのアプローチと理解、およびそれらに対処するIDFと酪農乳業セクターの決意とよく一致しています。

IDFは、この決意とコミットメントの一環として、2022年11月に予定されている国連COP27サミットに向け、気候に関する特別号の作業をすでに開始しています。この特別号には、「酪農乳業ネットゼロへの道筋(Pathways to Dairy Net Zero)」イニシアチブのチャンピオンも記載する予定です。

本号に掲載されている記事の多くは、IDFのステークホルダーから上記イニシアチブ関連の議論に寄稿された極めて優れた作品です。私たちと同じように興味深く感じていただければ幸いです。ご高覧ください。

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」の第5号をお届けします。本号は、およそ10カ国の酪農乳業コミュニティの事例紹介を用いて、酪農乳業セクターがいかに持続可能な生産システムを活用して世界中の人々に安全で栄養価の高い食料を提供するよう取り組んでいるかをご紹介します。世界中の何十億もの人々が日々の栄養源として牛乳乳製品を利用しています。

酪農乳業セクターはそのダイナミックな性質と未来志向の考え方を活かし、イノベーションを続けて環境への影響を軽減し、ソリューションの一環として気候変動に対応していくことができます。他にもご紹介したい事例がありましたが、本号ではやむを得ずその一部を選び紹介させていただきました。IDFの活動をより詳しく紹介しているウェブサイト(fil-idf.org)もぜひご覧ください。

本報告書の寄稿者の方々には、洞察と分析を通し報告書の価値を高めていただきました。あらためて感謝いたします。

興味深く、有益にお読みいただければ幸いです。

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

オーストラリア
ブラジル
カナダ
インド
イタリア
ナイジェリア

ノルウェー
南アフリカ
スウェーデン
オランダ
米国

翻訳(仮訳): 一般社団法人Jミルク

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。



オーストラリア

オーストラリア酪農乳業界の持続可能性のコミットメントを行動に

寄稿者

ヘレン・ドルノム (Helen Dornom)
 デーリー・オーストラリア (Dairy Australia)、オーストラリア
 ✉ helen.dornom@dairyaustralia.com.au

SDGs との整合



持続可能性に向けた私たちの約束

オーストラリアの酪農乳業界における持続可能な開発の中心には、より健康な世界に向け栄養価の高い食品を提供するという約束があります。酪農乳業の約束は、業界が行った次のコミットメントによって支えられています。

- 経済の活力と生計を強化すること** - 酪農従事者とその家族、コミュニティ、企業、投資家に報いる活気ある業界を創出する
- 人々の幸福を向上させること** - 栄養価が高く、安全で、高品質の乳製品を提供する
- 家畜に最高のケアを提供すること** - すべての家畜に生涯を通じ健康、福祉、および最善の飼養を目指す
- 環境負荷を軽減すること** - 気候変動の課題に取り組み、天然資源をしっかりと管理する

コミットメントごとに、目標（国連のSDGsのいくつかに沿ったもの）、継続的な改善の狙いを定めるための達成目標、そして進捗状況を測定・報告するための指標と測定基準があります。

「オーストラリア酪農乳業界のサステナビリティ枠組み (ADSF)」が確立されてから10年になります。今年は、内外のステークホルダーの期待に確実に応えるため、コミットメント、目標および達成目標を見直す予定です。この枠組みは生きた、進化する戦略であり、2030年に向け、またそれ以降を見据え、世界の持続可能な栄養源であり続けるために取るべき行動に常に同調し続ける必要があります。

私たちは引き続き、生産者や乳業会社と緊密に連携して必要な慣行の変化を促し、外部のステークホルダーには彼らの将来見通しを確実に把握したうえで、変化する世界に私たちがどのように対応しているかを示していきます。

以下は、私たちのコミットメントの中でも、特に人々の幸福へのコミットメントをサポートするために私たちが取っている行動の数例です

コミットメント 2: 人々の幸福を向上させること - 栄養価が高く、安全で、高品質の乳製品の提供により、国連のSDG 目標 2 および目標 3 の達成を支援する

不健康な食生活は持続可能ではない、だが依然として人びとの食生活は不健康である、と世界の栄養に関する有数の評価「世界栄養報告」2021年版は結論しています。

ほとんどのオーストラリア人は、5つの基礎食品群で推奨されている最小の1日摂取量を摂取していません。代わりに、高カロリーで低栄養の必須食品ではないジャンクフードの過剰消費がオーストラリア人の食生活を支配しています。

健康と福祉を向上させるため栄養価の高い食品を摂るよう人々を奨励することは、責任ある生産者、企業、政策立案者および医療従事者にとっての課題です。

食品の原料が動物か植物か、あるいは実験室で作られているかどうかに関係なく、持続可能な方法で生産された栄養価の高い食品は、人々と地球の両方の幸福にプラスの影響を及ぼします。

酪農乳業界は、手頃な価格で栄養価が高く、健康的かつ持続可能な、安全で高品質の食品の生産に取り組んでいます。

「『オーストラリア酪農乳業界のサステナビリティ枠組み』が確立されてから10年になります。私たちは今、栄養価の高い健康的な乳製品が今後10年以上にわたり確実に持続可能な食事の不可欠な要素であり続けるよう、業界の慣行の継続的な改善にこれまで以上に取り組んでいます」

ヘレン・ドルノム (Helen Dornom)

私たちの行動例:

2021年、メルボルン大学とオースティンヘルスが主導した世界的な研究で、牛乳、チーズ、ヨーグルトの1日の摂取量を増やすと、高齢者介護施設入居者の骨折と転倒が減少することが示されました。米国での研究では、ヨーグルトを食べると高齢者の高血圧の改善に役立つことが分かりました。酪農乳業界が環境に責任を持てる方法で食品を生産し続けることは非常に重要ですが、乳製品マトリックス／乳製品に含まれている栄養素のメリットは、人々の幸福を向上させるためにも重要です。

新しいツールは、食品の栄養教育に役立ちます

このカテゴリーでは最初のツールである高栄養食品 (NRF) 指数を用いると、消費者は、牛乳や植物性飲料など、さまざまな食品の栄養価、値ごろ感、環境への影響を比較することができます。

このツールは、食品の栄養価を見るだけでなく、オーストラリアの成人による、さまざまな食品に含まれる栄養素の摂取が多いか少ないかも、見ることもできます。これは、食品の最終スコアがオーストラリア人の消費パターンに固有なものであることを意味します。

私たち酪農乳業界の約束

「より健康な世界に向け
栄養価の高い食品を提供すること」



経済的な活力と
生計を強化する



人々の幸福を
向上させる



家畜に最高の
ケアを提供する



環境負荷を
軽減する

酪農従事者とその家族、コミュニティ、
企業、投資家に頼る活気ある業界を
創出する



1 競争性と収益性を高めること



2 コミュニティの強靭性と
繁栄を高めること



3 すべての酪農従事者に
安全な労働環境を
提供すること



4 生産的でやりがいのある
職場を提供すること



5 乳製品の安全性を
確保すること



6 健康状態の改善に
貢献すること



7 生涯を通じ、家畜に最高の
ケアを提供すること

- 家畜福祉基準の完全な遵守
- 業界を挙げて推奨される慣行の導入
- 抗菌スチュワードシップ - 酪農乳業界は責任を持って抗生物質を使用する



8 土地管理を
改善すること



9 水利用効率を
高めること



10 温室効果ガス (GHG) 排出
原単位を低減すること



11 廃棄物を削減
すること



指数によって評価される栄養素には、タンパク質、ビタミン B1、B2、B3、B6、B12、葉酸、A および C、カルシウム、リン、亜鉛、鉄、マグネシウム、ヨウ素、セレンおよびモリブデンが含まれます。

牛乳は、オーストラリアの成人が摂取不足である栄養素を提供するうえで、植物性飲料よりも高いスコアを獲得し、最も手頃にこの栄養ギャップに対応できることがわかりました。

[デーリー・オーストラリアのウェブサイト](#)で高栄養食品 (NRF) 指数の調査結果を参照してください。

[デーリー・オーストラリアは世界初の栄養研究の結果を広めています。](#)

デーリー・オーストラリアは、詳細な科学研究の結果を受け、乳製品の摂取量の増加により高齢者介護施設入居者の骨折を 33%、転倒を 11% 減少させることができると、コミュニティに周知するキャンペーンを行っています。

[持続可能な食生活における乳製品の役割に関するレポート](#)

オーストラリアの酪農乳業界から、健康的で持続可能な食生活における乳製品の役割というタイトルの科学的根拠に基づくレポートが、栄養研究者と栄養士向けに特別に発行されました。

まとめ

オーストラリアの酪農乳業界は、引き続き持続可能性に向けた約束に取り組み、今後も目標と達成目標を改善し、毎年、コミットメントに照らして進捗状況を報告していきます。私たちは進歩を遂げていますが、まだやるべきことがたくさんあります。今年、オーストラリアの酪農乳業界は、私たちのサステナビリティ枠組みを確立してから 10 周年を迎えます。

参考文献

こちらのレポートを参照してください。
www.dairy.com.au/sustainabilityframework

ブラジル

乳処理加工における非加熱技術

寄稿者

ヒューゴ・スクディーノ (Hugo Scudino)¹、ジョナス・トレド・ギマラス (Jonas Toledo Guimarães)¹、デボラ・レモス・リノ (Débora Lemos Lino)²、ペドロ・エンリケ・カンペロ (Pedro Henrique Campelo)³、エリック・アルメイダ・エスメリーノ (Erick Almeida Esmerino)¹、モニカ・ケイロス・フレイタス (Mônica Queiroz Freitas)¹、タチアナ・コロンボ・ピメンテル (Tatiana Colombo Pimentel)⁴、マルシア・クリスティーナ・シルバ (Marcia Cristina Silva)²、アドリアーノ・ゴメス・ダ・クルス (Adriano Gomes da Cruz)²、ブラジル

¹フルミネンセ連邦大学 (UFF) 獣医学部、アマゾナス、69077-000、ブラジル、²リオデジャネイロ連邦教育科学技術研究所 (IFRJ)、食品省、リオデジャネイロ、20270-021、ブラジル、³アマゾナス連邦大学 (UFAM) 農業科学部、アマゾナス、69077-000、ブラジル、⁴パラナ連邦研究所 (IFPR)、パラナバイ、パラナ、87703-536、ブラジル

✉ Adriano.cruz@ifri.edu.br (A.G.Cruz)

SDGs との整合



要約

乳製品は通常、食品の安全性と保存期間を保証するために、従来型の加熱処理（低温殺菌と滅菌）を受けます。それ以外に非加熱処理は、エネルギーと水の消費量も削減する可能性があります。非加熱処理の技術は、非酵素的褐変、タンパク質変性、揮発性フレーバー物質の変化、ビタミンの喪失、感覚受容など、より敏感な製品の品質パラメータを維持することもできます。非加熱技術は、加工中のエネルギーと水の消費量、および貯蔵中のエネルギーへの影響を直接削減することにより、従来の乳製品加工にとって魅力的です。さらに、それらは製品の機能的、栄養的および感覚的特性を維持します。本稿は、非加熱処理技術、その原理、および酪農乳業界による導入例の概説を目的としています。

はじめに

乳製品は、さまざまな栄養素の存在によって、消費者に健康上のメリットをもたらすため (1)、積極的に受け入れられています。

乳製品は通常、低温殺菌と滅菌のような高温を使用した処理が行われます。これらの技術は食品の安全性を保証しますが、製品によっては感覚的および機能的特性が低下する可能性があります (2)。酪農乳業界は、高コストなエネルギー・水を多く消費する処理加工技術を改善し、持続可能性を高めたいと考えています (3)。食品業界は、国連食糧農業機関 (FAO) の戦略 (4) に従い、より健康的でより持続可能な製品づくりに取り組んでいます。

「非加熱技術は、加工中のエネルギーと水の消費量を削減し、製品の機能的、栄養的および感覚的特性を維持することができます」

ヒューゴ・スクディーノ (Hugo Scudino)

加工製品中の生理活性物質の濃度を維持または増加させることができる新しい技術の探索は、酪農乳業セクターが直面している課題の1つです。

非加熱処理：乳製品の酵素と微生物を不活性化化する新しい方法

非加熱処理は、一部の加熱処理 (2、5、6、9、10) よりも製品の官能特性への影響が少なくなります。微生物の食品安全基準を満たし、製品の物理的、栄養的および感覚的特性を改善し、不安定な生理活性物質を保存し、酵素活性を調節することができます (3、7、8、9)。アイデアは、最終的には高度な加熱技術と組み合わせ、新しい非加熱技術のアプリケーションを開発し、内因性細菌の最小 5 対数減少の要件を満たすことによって食品の安全性を確保することです (11)。

図 1 は、主な非加熱技術と、近年一般に研究されている乳製品の品質パラメータに対するそれらの利点を示しています。主な非加熱技術は、高圧処理、高強度の超音波、コールドプラズマ、超臨界二酸化炭素およびパルス電場です。

コールドプラズマ、乳製品の生理活性物質の濃度を維持する技術

コールドプラズマは、食品分野で広く研究されている新しい技術であり、さまざまな食品高分子と相互作用してこれらの成分の開裂または修飾を促進できる無数の高エネルギー反応種 (12) で構成されています (13~15)。コールドプラズマは、酵素と微生物の不活化に優れた効果をもたらすことに加えて (7、16)、乳製品の生理活性物質の濃度を維持します (17、18)。処理条件に応じて、脂質プロファイルを変更できます。より急激なプロセスは多価不飽和脂肪酸の増加を引き起こしますが、より穏やかな条件はより高いアテローム発生および血栓形成指数をもたらす可能性があります (17、18)。乳製品の処理にコールドプラズマを使用するには低温 (約 25°C) が必要であり、その結果、処理加工中のエネルギーと水の消費量が直接削減され、さらに水、溶剤、残留物が無いという特徴になります。

高圧技術はテクスチャー特性を改善することができます

高圧処理 (HPP) は食品分野で重要な技術であり、乳製品の処理加工に広く使用されています (19、20)。



図1. 最先端の非加熱技術と乳製品加工の主な利点

その作用機序は、高分子のコンフォメーション変化に関連しており、高圧によって高分子の化学的および生物学的活性を変化させます。これらの変化は、微生物の細胞壁に酵素的不活性化と損傷を引き起こす可能性があります(20、21)。高圧処理は、製品の保存期間を延ばすだけでなく、脂肪球のサイズを小さくし(22)、テクスチャー特性を改善する(23)など、乳製品の他の特性に影響を与える可能性があります。持続可能性の側面に関しては、HPPはエネルギー消費に直接影響するような、より低い温度値を必要とします。これは、後で冷却を必要とする熱プロセスよりもはるかに低くなります。しかし、特筆すべきは、使用する機器のサイズと槽の容量を増やすことで、高い投資コストが克服されてきたことです。

微生物および酵素の不活性化を与えながら、より良い微細構造変化を起こすための超音波技術

超音波の作用機序は、音響キャビテーションと音響伝達に基づいています。乳などの液体環境では、音波の通過により、圧縮と膨張、気泡の崩壊、および内破部位で圧力と温度の上昇した領域が作られます。これらの機械的衝撃はせん断力を生成し、物質移動と粒子変位の要因となります(3)。超音波処理は、乳や乳製品の微細構造の変化や微生物(24)および酵素(25)の不活性化に関連するいくつかの利点により、非加熱技術の中で際立っています。また、超音波は抗酸化物質の濃度を高め(26)、脂肪球のサイズを小さくし(25)、物理的安定性を高めることができます(27、28)。超音波は処理条件によっては、飽和脂肪酸の濃

度を増加させ(26)、ビタミンを減少させる可能性があります(26)。超音波の利点の1つは、従来の加熱処理よりも常に低い温度で使用されるため、大幅なエネルギー節約ができることです。酪農乳業界での超音波の使用は、連続フローシステム(CFS)として現れる可能性があります。

超臨界二酸化炭素利用技術は品質パラメーターに影響を与えません

超臨界二酸化炭素(SCD)は、圧力と二酸化炭素を組み合わせ、栄養成分や官能特性に影響を与えることなく微生物を不活化し、乳製品を処理加工するための有望な代替手段です(8)。二酸化炭素が酵素や微生物に及ぼす主な影響は、細胞内pHの変化に関連しており、主な生物学的経路はpHの変化に非常に敏感であるため、代謝障害を引き起こします(8、29)。ただし、乳製品の処理加工に二酸化炭素を適用しても、pH、滴定可能な酸性度、可溶性固形分、生理活性物質などの重要な特性には影響しません(30)。また、脂肪球のサイズを小さくするなど、いくつかの利点があります(30)。さらに、二酸化炭素の使用は消費者の知覚に影響を与えません(30)。産業レベルでは、SCDは、従来の多くの有機溶媒の必要性を完全に排除または大幅に削減する持続可能な代替手段であり、残留物の生成を低減します。さらに、従来の加熱処理と比較して、より低い温度で動作します。

パルス電場は機能特性を改善します

パルス電場(PEF)は、食品マトリックスの熱に敏感な成分を保存して微生物を

不活化する可能性のあるもう1つの非加熱技術です(31)。PEF技術は、絶縁体で分離された2つの電極を使用して食品を処理することを特徴としています。この方法では、高電圧パルス発生器によって短いパルスが生成されます。高電圧パルス発生器は、微生物の細胞膜の機能のおよび構造的変化を引き起こし、微生物を死に至らしめます(32)。

PEFは、操作パラメーターを達成するための高速性を備えているため、微生物/酵素の不活性化および生理活性物質の回収のための食品加工に適用できる環境に優しい技術と見なされています。ただし、PEF装置には、標準的な低温殺菌と比較して結果を達成するためのエネルギーコストを削減し、より競争力のある技術としてPETを工業レベルに移行するための追加の研究が必要です。

まとめ

非加熱技術は、加工中のエネルギーと水の消費量を削減し、製品の機能的および感覚的特性を維持することができるため、従来の乳製品加工にとって魅力的です。ただし、非加熱技術の適用については、業界レベルで理解を深める必要があります。

非加熱技術のほとんどは現在、バッチで動作します。よって、流入操作用のデバイスを開発することで、乳製品の工業生産への技術の移行が容易になります。したがって、環境への影響や食品廃棄物の削減など、注目を集めているものの、十分に文書化されておらず、各乳製品に関連するさらなる研究が必要となるいくつかの側面を明らかにするため、研究への投資と努力が推奨されます。最後に、乳製品の表示に追加する正しいメッセージを示すためには、消費者の意識を対象にした研究が不足しており、また操作パラメーターの最適化を評価するために興味深いと思われる嗜好尺度の記述的な研究が不足しています。

参考文献

- Verruck S, Balthazar CF, Rocha RS, Silva R, Esmerino EA, Pimentel TC, et al. Dairy foods and positive impact on the consumer's health. *Advances in Food and Nutrition Research*. 2019; 89: 95–164.
- Ribeiro NG, Xavier-Santos D, Campelo PH, Guimarães JT, Pimentel TC, Duarte MCKH, et al. Dairy foods and novel thermal and nonthermal processing: A bibliometric analysis. *Innov Food Sci Emerg Technol* 2022; 76:102934.
- Guimarães JT, Scudino H, Ramos GL, Oliveira GA, Margalho LP, Costa LE, et al. Current applications of high-intensity ultrasound with microbial inactivation or stimulation purposes in dairy products. *Curr Opin Food Sci*. 2021;42:140–7.
- FAO. 2020 Global Nutrition Report. 2020. p. 1–5.
- Alsaleem KA, Hammam ARA, Awasti N. Safety, Regulatory Aspects and Environmental Impacts of Using Nonthermal Processing Techniques for Dairy Industries. *Non-Thermal Process Technol Dairy Ind*. 2021;157–72.
- Selvamuthukumaran M, Maqsood S. Non-Thermal Processing Technologies for the Dairy Industry [Internet]. Boca Raton: CRC Press; 2021. Available from: <https://www.taylorfrancis.com/books/9781003138716>
- Coutinho NM, Silveira MR, Rocha RS, Moraes J, Ferreira MVS, Pimentel TC, et al. Cold plasma processing of milk and dairy products. *Trends Food Sci Technol*. 2018;74:56–68.
- Amaral G V., Silva EK, Cavalcanti RN, Cappato LP, Guimaraes JT, Alvarenga VO, et al. Dairy processing using supercritical carbon dioxide technology: Theoretical fundamentals, quality and safety aspects. *Trends Food Sci Technol*. 2017;64:94–101.
- Chacha JS, Zhang L, Ofoedu CE, Suleiman RA, Dotto JM, Roobab U, et al. Revisiting nonthermal food processing and preservation methods—action mechanisms, pros and cons: A technological update (2016–2021). *Foods*. 2021;10: 1430
- Jadhav HB, Annapure US, Deshmukh RR. Non-thermal Technologies for Food Processing. *Front Nutr*. 2021;8: 1–14.
- Režek Jambak A, Donsi F, Paniwnyk L, Djekic I. Impact of Novel Nonthermal Processing on Food Quality: Sustainability, Modelling, and Negative Aspects. *J Food Qual*. 2019;article ID 2171375, 2 pages, 2019.
- Turner M. Physics of Cold Plasma. In: *Cold Plasma in Food and Agriculture* [Internet]. Elsevier; 2016. p. 17–51. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9780128013656000020>
- de Castro DRGDRG, Mar JMJM, da Silva LSL, da Silva KAKA, Sanches EAEA, de Araújo Bezerra J, et al. Dielectric barrier atmospheric cold plasma applied on camu-camu juice processing: Effect of the excitation frequency. *Food Res Int* 2020 May;131: 109044.
- Loureiro A da C, Souza F das C do A, Sanches EA, Bezerra J de A, Lamarão CV, Rodrigues S, et al. Cold plasma technique as a pretreatment for drying fruits: Evaluation of the excitation frequency on drying process and bioactive compounds. *Food Res Int*. 2021; 147:110462.
- Carvalho APMG, Barros DR, da Silva LS, Sanches EA, da Costa Pinto C, de Souza SM, et al. Di- electric barrier atmospheric cold plasma applied to the modification of Ariá (*Goepertia allouia*) starch: Effect of plasma generation voltage. *Int J Biol Macromol* 2021;182:1618–27.
- Coutinho NM, Silveira MR, Rocha RS, Freitas MQ, Duarte MCKH, Quero RF, et al. Cold Plasma. In: *Sustainable Food Processing and Engineering Challenges* Elsevier; 2021. p. 109–35.
- Silveira MR, Coutinho NM, Esmerino EA, Moraes J, Fernandes LM, Pimentel TC, et al. Guava-flavored whey beverage processed by cold plasma technology: Bioactive compounds, fatty acid profile and volatile compounds. *Food Chem*. 2019;279:120–7.
- Coutinho NM, Silveira MR, Fernandes LM, Moraes J, Pimentel TC, Freitas MQ, et al. Processing chocolate milk drink by low-pressure cold plasma technology. *Food Chem*. 2019;278:276–83.
- López-Fandiño R. High pressure-induced changes in milk proteins and possible applications in dairy technology. *Int Dairy J*. 2006;16:1119–31.
- de Castro Leite BR, de Oliveira MM, Cristianini M. High-Pressure Technologies in Dairy Processing: Quality Maintenance and Increase in Consumption. In: *Food Processing for Increased Quality and Consumption* [Internet]. Elsevier; 2018. p. 149–77.
- da Cruz AG, Fonseca Faria J de A, Isay Saad SM, André Bolini HM, SantAna AS, Cristianini M. High pressure processing and pulsed electric fields: Potential use in probiotic dairy foods processing. *Trends Food Sci Technol*. 2010;21:483–93.
- Masbarnat O, Rizzo F, Lalanne B, Bugeat S, Berton M. Prediction of size distribution in dairy cream homogenization. *J Food Eng*. 2022;324
- Levy R, Okun Z, Shpigelman A. Utilizing high-pressure homogenization for the production of fermented plant-protein yogurt alternatives with low and high oil content using potato protein iso- late as a model. *Innov Food Sci Emerg Technol*. 2022;75(December 2021).
- Guimarães JT, Balthazar CF, Scudino H, Pimentel TC, Esmerino EA, Ashokkumar M, et al. High-intensity ultrasound: A novel technology for the development of probiotic and prebiotic dairy products. *Ultrason Sonochem* [Internet]. 2019;57(March):12–21. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2019.05.004>
- Scudino H, Silva EK, Gomes A, Guimarães JT, Cunha RL, Sant'Ana AS, et al. Ultrasound stabilization of raw milk: Microbial and enzymatic inactivation, physicochemical properties and kinetic stability. *Ultrason Sonochem* [Internet]. 2020 Oct;67(September 2019):105185. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1350417719314579>
- Guimarães JT, Silva EK, Ranadheera CS, Moraes J, Raices RSL, Silva MC, et al. Effect of high-intensity ultrasound on the nutritional profile and volatile compounds of a prebiotic soursoy whey beverage. *Ultrason Sonochem* [Internet]. 2019;55(January):157–64. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2019.02.025>
- Monteiro SHMC, Silva EK, Guimarães JT, Freitas MQ, Meireles MAA, Cruz AG. High-intensity ultrasound energy density: How different modes of application influence the quality parameters of a dairy beverage. *Ultrason Sonochem* 2020;63: 104928.
- Scudino H, Guimarães JT, Cabral L, Centurion VB, Gomes A, Orsi AS, et al. Raw milk processing by high-intensity ultrasound and conventional heat treatments: Microbial profile by amplicon sequencing and physical stability during storage. *Int J Dairy Technol*. 2022; 75:115–28.
- Perrut M. Sterilization and virus inactivation by supercritical fluids (a review). *J Supercrit Fluids*. 2012;66:359–71.
- Amaral G V., Silva EK, Costa ALR, Alvarenga VO, Cavalcanti RN, Esmerino EA, et al. Whey-grape juice drink processed by supercritical carbon dioxide technology: Physical properties and sensory acceptance. *LWT-Food Sci Technol*. 2018;92:80–6.
- Gentès M C, Caron A, Champagne C P. Potential applications of pulsed electric field in cheesemaking. *International Journal of Dairy Technology*. 2022.
- Sampedro F, Rodrigo D. Pulsed electric fields (PEF) processing of milk and dairy products. In: *Emerging dairy processing technologies: Opportunities for the dairy industry*. John Wiley & Sons. 2015; 115-148.



カナダ

カナダ酪農家協会は、2050年までに温室効果ガスのネットゼロ排出を目標としています

寄稿者

アニー・アクムーディー (Annie AcMoody)

カナダ酪農家協会 (Dairy Farmers of Canada)、カナダ・オタワ

✉ annie.acmoody@dfc-plc.ca

SDGs との整合



要約

カナダの酪農乳業セクターは、持続可能性の世界的リーダーとして国際的に認められており、生産される生乳 1 リットル当たりのカーボンフットプリントは世界で最も低いものの1つです (2016年には 0.94 kg CO₂換算)。1990年から2019年にかけて生産効率が向上したおかげで、酪農家は生乳生産 1 リットル当たりのカーボンフットプリントを 24%削減しました。気候変動は世界中の数多くの人々に影響を及ぼしており、カナダの酪農家もその影響を免れていません。カナダの酪農家は、山火事や洪水により牛の避難を余儀なくされることから、干ばつによる飼料不足に至るまで、異常気象のためにここ数カ月で多くの尋常ではない課題に耐えてきました。だからこそ、彼らは気候変動に対応するために自分たちの役割を果たすことを誇りに思っています。

2022年2月、カナダ酪農家協会 (DFC) は、2050年までに農場レベルの酪農生産からの温室効果ガス (GHG) 排出量をネットゼロにするという目標を発表しました。これは、カナダ政府と世界の酪農乳業セクターが設定した目標と一致しており、入手可能な最高の科学的根拠に基づき農家や専門家と協議して確立されました。カナダの酪農家は効率的であり、新しい基準を満たすためこれまで常に迅速に適応することができてきました。彼らの柔軟性、熱意、そして意欲は、この目標の達成を射程に入れていきます。

はじめに

カナダの酪農家は、環境の持続可能性に長年取り組んでおり、環境スチュワードであることに誇りを持っています。DFCの proAction®イニシアチブは、環境を含む6つの主要分野に重点を置いた全国的な品質保証フレームワークを提供します。このイニシアチブの重要な要素は、カナダのすべての酪農場が、農場でのリスク

評価と個別の行動計画の作成を含む環境農場計画を確実に持つことです。さらに、DFCは2011年以来、ライフサイクルアセスメント (LCA) 用いて、生乳生産の環境フットプリントを評価しています。

2021年、DFCは会員の指示に従い、持続可能性戦略の策定に着手しました。私たちの酪農家は、自分たちが使用する土地の維持と改善に打ち込んでおり、環境への影響を軽減する慣行を継続して取り入れることに尽力しています。このイニシアチブには、国連の持続可能な開発目標のうち、責任ある消費と生産 (目標12)、気候変動に対応する緊急行動 (目標13)、土地の持続可能な利用の保護と促進 (目標15) などが含まれます。

材料と方法

DFCは、より正式な国家環境目標の策定を支援し、すでに進行中の作業に基づいて構築をするために、各州の酪農家組織のスタッフメンバーを含む持続可能性ワーキンググループを結成しました。DFCはまた、地域の懸念が考慮され、計画された取り組みが国内で実行可能であることを確認するために、各州の酪農家からの意見を求めました。

DFCは、マテリアリティ分析を実施することから始めました。この評価では、ステークホルダーと消費者の両方にとって最優先課題は、GHG排出量に対処することであると分かりました。

「カナダの酪農家は、環境スチュワードシップの伝統と新しい現実に適応する自分たちの能力を誇りに思っています。気候変動は私たちの時代の決定的な問題の1つであり、私たちは健康で持続可能な未来を確保するため、これまで以上に自分たちの役割を果たすことに尽力していきます」

ピエール・ランブロン (Pierre Lampron)、カナダ酪農家協会代表

その他の優先課題には、生物多様性、土壌の健康と土地利用、廃棄物、水利用と水質、エネルギー利用と効率が含まれていました。これらの分野に取り組む戦略を策定するため、DFCは低炭素で持続可能な農業の専門家である Viresco Solutions のコンサルタントを雇いました。Viresco Solutionsは、GHG排出量を削減するために農場で実施できる最良の管理慣行について、影響、実施しやすさおよび費用対効果を考慮し、評価を行いました。各州では、酪農家にフォーカスグループに参加し、その地域における戦略の実現可能性について意見を述べるよう協力を求めました。

Viresco Solutionsは、さまざまな慣行の現在の普及率に基づき、専門家と協議のうえ、検討のためにいくつかの削減シナリオをモデル化しました。DFCは、これまでの環境面の進歩と継続的な改善へのコミットメントに基づき、2050年までに農場レベルの酪農生産からの GHG 排出量をネットゼロにするという目標を自信を持って設定しました。



© Shutterstock

結果

ネットゼロの目標は、2022年2月のDFCの年次政策会議で発表され、酪農家、ステークホルダーおよびカナダ国民から好評を博しました。カナダのすべての酪農家は、「持続可能性に関する酪農家アドバイザーグループ」に参加し、実施計画に関する意見を述べるよう促されました。このグループは、ネットゼロへのロードマップの作成を支援しており、2022年夏に詳細にされる予定です。ネットゼロの目標は、排出量の削減とGHG除去のオフセットによって達成することが確立されました。このプロセスはまた、カナダの酪農乳業セクターが目標に近づくため、土壌、生物多様性、廃棄物、エネルギーに関連する達成目標を採用するという決定につながりました。現在、DFCはロードマップの作業中であり、5年ごとに完結するライフサイクルアセスメントに加え、すでに proAction®イニシアチブの一部であるすべての酪農家への年2回のアンケートを通じて進捗状況を監視します。これらの戦略は、科学が進歩し、新しい技術が利用可能になるにつれ、今後数十年にわたり進化し続ける計画の基礎を形成します。

まとめ

ネットゼロは、1つの目標、つまりより良い明日を目指し複数の関係者が関与し、協力して初めて達成することができます。このコミットメントは、カナダの酪農家が科学とイノベーションに基づく慣行を取り入れることにより、環境ステewardシップに関連して現在進めている取り組みの継続を表しています。DFCの目標は、カナダ政府の排出削減目標だけでなく、国際的な目標とも一致しています。例えば、パリ協定は、低炭素の未来に向けて取り組みながら、クライメート・レジリエンス（気候変動の影響への強靭性）を促進し、温室効果ガスを発生させる開発を減らすことを目的としています。さらに、昨年の秋、DFCは「酪農乳業ネットゼロへの道筋」にも参加しました。これは、グローバル・デーリー・プラットフォームが発起した、GHG排出量のネットゼロに向けた取り組みです。

これらに共通する目的は、すべての国の健康、環境、経済に対するGHG排出の直接コストを削減することで、より大きな世界的な取り組みの一部です。カナダでは、このネットゼロの目標は、酪農家

が共通の目標に向かって取り組む際の協力と連帯を促進するとともに、カナダの牛乳を選択することが持続可能な選択肢を好むカナダの消費者の選好に一致することを消費者に保証します。カナダの状況でネットゼロを達成するには、各州の酪農家組織のメンバーの協力と、対象分野の専門家の指導があり、そして最も重要なことは、酪農家との継続的な協議を通して初めて可能となります。カナダの酪農家の日々の農場での経験がかけがえのない貴重なものであることは、私たちの地球の持続可能性に関するこの野心的な目標を策定する際に彼らが示した洞察を通じて明らかにされています。

参考文献

1. Dairy Farmers of Canada. DFC Targets Net-Zero Greenhouse Gas Emissions by 2050. <https://dairyfarmersofcanada.ca/en/dairy-in-canada/dairy-excellence/dfc-targets-net-zero-greenhouse-gas-emissions-2050>
2. Dairy Farmers of Canada. AGÉCO Study Results Reveal Improved Environmental Impact and Efficiency of Canadian Milk Production. <https://dairyfarmersofcanada.ca/en/dairy-in-canada/news-releases/ageco-study-results-reveal-improved-environmental-impact-and-efficiency-canadian-milk-production>

インド

廃棄物を富に：GobarDhan

寄稿者

メーネシュ・シャール（Meenesh Shah）、全国酪農開発委員会（NDDB）会長、IDFインド国内委員会事務局長、インド

✉ meenesh@nddb.coop

SDGs との整合



要約

全国酪農開発委員会（NDDB）は、本稿に示されているアイデアを実際に実施に移すため、グジャラート州アナンド地区の2つの村を選び、堆肥バリューチェーンモデルの堅牢性を検証しました。2つの村の女性の受益者には、2立方メートルの容量のフレキシブル・バイオガスの施設が合計で450基提供されました。調達、処理、販売の全プロセスがベンチマークされ、標準的な運用手順が確立されました。ガバナンスの面では、NDDBは、事業を管理するため、インド初の女性専用堆肥協同組合の設立を支援しました。NDDBはまた、肥料製品の販売のため、その商標である「SuDhan」のブランド名を協同組合の名称に拡大しました。

有機肥料の責任ある生産と消費は、村レベルで循環型経済を促進しました。堆肥協同組合の2年間の運営期間中に、87万4千リットルのスラリーが農家から調達されました。堆肥協同組合の収入は、2020～21年の188万5千インドルピーから2021～22年には643万4千インドルピーに約350%増加しました。個々の農家レベルでは、貯蓄／追加収入は1月当たり3,500インドルピーでした。一連の活動全体から、価値の創出総額は、2,370万インドルピー（30万米ドル）でした。

「SuDhan」製品の使用により、小麦とトウモロコシの穀物収量がそれぞれ24%と32%増加し、化学肥料の使用量がほぼ25%減少しました。

「再生可能エネルギーにより乳業工場を操業するこの革新的なアプローチは、酪農乳業セクターのグリーンエネルギー消費の分野で革命を起こし、GHG排出量の削減を可能にします」

メーネシュ・シャール（Meenesh Shah）

NDDBは、小規模なバイオガスプロジェクトから学んだことをもとに、バイオガス施設を介し乳処理加工工場のエネルギー必要量全体を充足する独自のモデルにも取り組んでいます。

「2020年IDF酪農乳業の持続可能性見直し」に掲載された全国酪農開発委員会（NDDB）の記事を参照してください。その記事では、小規模農家の酪農経営システムの生計の安定を強化する強固な堆肥バリューチェーンの確立に向けた取り組みについて説明しています。

はじめに

インドの酪農乳業セクターは数十年にわたり目覚ましい変化を遂げ、インドは世界最大の生乳生産国になりました。世界の生産量の約21%を占め（FAOSTAT、2021）、2020～21年の生乳生産量は2億1,000万トン、6.2%の年平均成長率（CAGR）でした。

ただし、牛群の規模が小さく、生産性が低い小規模農家の生産システムが特徴です。NDDBは、小規模農家の酪農システムの既存の可能性を開拓し、革新的に活用することを決定しました。「糞」に特定の価値を付加することで商品としての「糞」を確立することに焦点を当てた堆肥バリューチェーンモデルが開発されました。このモデルは農家に追加の収入／貯蓄の道を提供したため、小規模農家の酪農システムに需要を創出することができました。同時に、このモデルはメタン排出量の削減に役立ちました。

全国酪農開発委員会（NDDB）の経験

堆肥バリューチェーンモデルの社会的、経済的、環境的影響を理解するため、NDDBは、グジャラート州アナンド地区のムジクワとザカリヤブラの2つの村で450人の女性受益者を対象にしたモデルの実施結果について研究を行いました。

事業を組織的に管理し、受益者の間で所有権の感覚を育むため、NDDBはインドで最初の女性専用堆肥協同組合の設立を支援しました。堆肥協同組合は2年間の事業の間に、経済的に存立可能になる大きな進歩を遂げました。協同組合の収入は2021～22年の会計年度には650万インドルピーと、前年から約350%増加しました。

協同組合の実際の事業に基づき、農家に発生する増分利益について分析が行われました。



研究パラメーター	穀物収量 (kg/ha)	わらの収量 (kg/ha)	穀物収量の増加 (kg/ha)	穀物収量向上率 (%)
コントロールグループ：100% RDF（レコード定義フィールド）	5533	7331	-	-
さまざまな SuDhan 製品の全平均（小麦・2019～20 年乾季）	6723	8471	1190	21.5
コントロールグループ：100% RDF	2731	4050	-	-
さまざまな SuDhan 製品の全平均（トウモロコシ・2020～21 年雨季）	3420	5145	689	25.2

表 1—「SuDhan」製品の有効性に関する研究結果

2021～22 年度は、平均 3 千リットルのスラリーが調達および処理され、2 つの村の農家は、スラリー 1 リットル当たり 1 インドルピーを獲得したことが分かりました。ここで、農家の 2 立方メートルの容量のバイオガス施設から生成されるスラリーの総量は約 2 千リットルであると言ってよいでしょう（給餌パターンにより異なります）。バイオガスを所有する農家で、スラリーを販売せず、全量を自分の農場で使用しているところがたくさんあります。余剰のスラリーは、少なくとも月に 1 回は協力する農家から調達されます。

スラリー販売から得られる 2021～22 年度の農家の平均月収は約 1 千インドルピーでした。残りの約 1 千インドルピーと見積もられるスラリーは、それぞれ自らの農場で利用されました。したがって、バイオスラリーは実際には、フレキシブル・バイオガスを所有するすべての農家が月額 2 千インドルピーの利益を得るのに役に立っています。

さらに、これら 2 つの村のフレキシブル・バイオガスを所有する農家は、2021～22 年度に、月に 1.5 液化石油ガス（LPG）ボンベに相当する調理用燃料を節約しました。これは、金銭的には、酪農家 1 戸当たり現在の LPG ボンベ価格 1,500 インドルピーに相当します。事実上、これら 2 つの村の合計 450 戸のフレキシブル・バイオガス所有農家は、バイオガスの使用による節約と余剰スラリーの販売から、農家 1 戸当たり月額 3,500 インドルピーに達する利益を生み出しています。

農家から調達したスラリーは加工し、有機肥料を生産しました。このようにして製造された固体および液体肥料は、化学肥料や市場で入手可能な他のタイプの高価格肥料の代替品として使用されました。

項目*	インドルピー（百万）
有機肥料の購入による農家の節約	7.6
化学肥料の使用量を減らすための政府補助金の節約	3.4
農家のために生み出された価値（ガス／スラリー販売）	18.9
直接雇用（7 人分）相当	1.0
合計	30.9

表 2—450 基のフレキシブル・バイオガス施設の受益者に関して生み出された価値総額

これらの製品は、NDDB の商標である「SuDhan」ブランドで市場販売され、国内でスラリーベースの有機肥料の普及と販売を行っています。

NDDB はまた、「SuDhan」製品の有効性について、インドで名高いアナンド農業大学と研究を実施しました。以下は、表 1 の調査結果の要約です。

「SuDhan」製品の効果

「SuDhan」製品はまた、タンパク質、微量栄養素含有量の点で穀物の品質が向上し、土壌中の微生物量の増加という点で土壌の健康改善に役立ち、化学肥料の使用が最大 25%削減されました。

これら 2 つの村でモデルの実施中に生成されたデータに基づき、このプロジェクトで 450 基のフレキシブル・バイオガス施設の受益者に関して生み出された価値の総額を、低コストの有機肥料の使用による節約、化学肥料への補助金、雇用創出などにおける政府の節約の観点から評価し、その概要を表 2 に示しています。

このように、このプロジェクトは 450 戸の農家と協力し 3,090 万インドルピーの価値を生み出すことができました。

堆肥バリューチェーンモデルは、富の創出と村レベルでの循環型経済の確立に加

え、社会（女性のエンパワーメント）、経済（収入と利益）、環境（メタン排出量の削減）に多くのプラスの影響をもたらします。以下に、このモデルの下で NDDB が焦点を当てている分野の中からいくつかを要約します。

- a) 農家によるバイオスラリーの科学的な施肥を促進するため、農家にバイオスラリー施肥サービス（BaaS）を共有ベースで提供する目的で、在来型を発展させたスラリー注入器が導入されました。これらの施肥器は、散布法を用いる代わりに、土壌にスラリーを注入するように設計されています。この施肥方式は、炭素の吸収を向上させるのに役立ちます。

b) NDDB は、こうしたプロジェクトを長期にわたり生計手段とすることができるよう、プロジェクトの炭素収入を確保する過程にあります。さらに、化学肥料の代わりに有機肥料を使用することによる排出削減量を測定する標準的な操作手順／仕組みを整備するための取り組みが行われています。

さらに、日本に本拠を置く総合地球環境学研究所が実施した全国的な調査によると、インド人 1 人当たりのカーボンフットプリント (CF) は年間平均 560 kg です。この値をインドの典型的な 5 人世帯に当てはめると、CF は約 2,800 kg/年/家族になります。フレキシブル・バイオガス施設の設置により、平均的な家庭で年間 5 トンの CO₂ 排出量を削減できるという事実を考慮すると、化学肥料の置き換えによる効果は別として、堆肥バリューチェーンモデルではその構成要素であるバイオガスのみで、排出量を大幅に削減できる可能性があると言えます。450 世帯のテストケースの場合、排出量の潜在的な削減量は、年間約 2,250 トンになります。

約 7,500 万世帯が酪農に関わっているインドのような国では、社会的、経済的、環境的影響の面で大きな可能性を秘めています。

持続可能な効果に向けた協調的アプローチ

インドの酪農経営システムでは、小規模農家の資源は非常に限られており、気候変動に関する課題を軽減するための計画的な介入は、農家の利益があがると同時に、採用しやすいものになければなりません。

NDDB は、この点に関して、インド政府との政策レベルおよび一般の酪農協同組合セクターの両方で取り組んでいます。実行可能な企業ビジネスとして堆肥バリューチェーンを広める責務は、現在、国内の酪農協同組合エコシステム全体で糞尿管理イニシアチブの拡大・実施に向けた政府および慈善団体との協力により、NDDB が先頭で担っています。現在、このモデルは国内の 8 つの州で再現されています。インド政府も「GobarDhan」スキームに基づくこのモデルを認めており、



NDDB は技術パートナーとして国内の糞尿管理モデルの実施をサポートします。

さらに、小規模なバイオガスプロジェクトから学んだことに基づき、そのコンセプトを拡大するため、NDDB は、バイオガスを介した乳処理加工工場のエネルギー要件を満たす大規模で独自のモデルを概念化しました。

NDDB は、ウツタルプラデーシュ州のパラナシ生乳組合でそのようなバイオガスベースのエネルギー生成プロジェクトの 1 つを実施しており、乳業工場の電気や熱エネルギーのニーズを満たすのに役立ちます。パラナシ乳業工場は、酪農家から調達した糞から生成されるバイオガスベースの電力で稼働するインドで最初の工場になります。

この工場で生産された固形・液体肥料は、他の投入物を提供するために使用される

サプライチェーンを通じて、リーズナブルな価格で酪農家に販売され、有機農業の新しい道を開き、農地での化学物質の堆積を減らすのに役立ちます。

再生可能エネルギーにより乳業工場を操業するこの革新的なアプローチは、酪農乳業セクターのグリーンエネルギー消費の分野で革命を起こし、GHG 排出量の削減を可能にします。

参考文献

1. Rath, D & Patel K.P, Manure Value Chain – An efficient model for doubling Farmers' Income, Indian Farmer 7(06): 493-501 (2020)
2. A report on Effect of Biogas Slurry based SuDhan Products on growth and yield of wheat (Rabi) and Maize (Kharif) crops conducted by Anand Agricultural University.
3. Study by Japan based Research Institute for Humanity and Nature, January 2021.
4. EAT-Lancet Commission: Brief for Farmers
5. FAO: Food Wastage Footprint & Climate Change



イタリア

25万個のチーズホイールをロボットが管理する施設

寄稿者

ピエルクリスチアーノ・ブラザーレ
(Piercristiano Brazzale)、ブラザーレ株式会社 (Brazzale S.p.A)、イタリア

✉ p.brazzale@brazzale.it

要約

持続可能性とは、適した場所で適したことを行うことです。最高のテクノロジーを使用してプロセスを最適化する前でも、より持続可能な結果を得るには、各処理段階を配置するべき場所を選択する必要があります。こうした原則に従い、ブラザーレ社はイタリア本社から数キロ離れたコゴッロ・デル・チェンジョにあるサンタガータに新しい熟成庫を建設しました。この地域は、山から隣接する谷を通り抜ける自然換気のおかげで、最高の状態が保証されています。ブラザーレ社では、データを検証し、倉庫を監視し、また環境への影響の観点からも熟成現象を研究するため、同社の「ブラザーレ栄養・食品科学研究センター (Brazzale Science Nutrition & Food Research Center)」をミラノ大学とのコラボレーションに活用しています。革新的なロボット熟成庫の設計と建設の各段階では、構造と処理過程の持続可能性が選択の指針となりました。立地の選択に加え、シャトルと擬人化ロボットの統合システムがあり、8千平方メートル超の広さで熟成する25万個のグランモラヴィアホイールに注意を払っています。二重の革命：従来の熟成庫では建物全体の約50%を占めていた廊下を排除することでスペースの最適化を図り、これにより、温度と湿度を最大限に安定させることができます。同時に、ホイールの積み降ろし、ブラッシングおよび反転のすべての作業をシャトルと擬人化ロボットに依存することで、処理過程の最適な管理、および労働者の福祉と安全の最大限の尊重が保証されます。屋根の太陽光発電パネルと消費量の削減のおかげで、新しい構造は、一種の「永久運動」において、エネルギーの観点からも完全に自給自足です。

SDGs との整合



25万個のチーズホイールをロボットが管理する施設

この施設は、約5万立方メートルの容積の空調された貯蔵庫と、ロボットを収納しているパビリオンで構成されており、パビリオンは2つのユニットに分割され、第1のユニットではホイールの積み降ろし、第2のユニットでは反転とブラッシングを行います。貯蔵庫には約8,000台のスチールラックが置かれており、各ラックには4段の棚が配置され、認定された持続可能な森林のみから供給された積層モミ板8枚の上に32ホイールが載っています。2つの処理ユニットには、4機の擬人化ロボットが装備されており、ホイールを選択して操作し、一時的にラックから取り外して、チーズのブラッシングやチーズと板の反転を可能にします。貯蔵庫から擬人化ロボットまでの移動は、自動シャトルが操作します。バッテリーではなく、光電セルに導かれ、床から誘導電力が供給されるので、消費電力は少なくすみます。2台の自動シャトルは、高精度エレベーターが目的の高さに引き上げ、ホイールの積み降ろしを行ってから、仕事に戻ります。

このシステムの革命は二重の意味で先鋭的です

一方では、前の世代の倉庫で全体の約50%を占めていた通路で構成された器材重量の排除。これにより、温度と湿度を最大限に安定させることができ、自然で複雑な熟成処理の過程にプラスとなるとともに、エネルギー消費と建造物を大幅に削減します。他方では、ホイールの積み降ろし、ブラッシングおよび反転のすべての作業を、中央コンピューターシステムによって制御される自動シャトルと擬人化ロボットに委ねることから、正確な精度による最適な熟成が保証されます。

「熟成庫の自動化により、パフォーマンスと生産効率を向上させることができます。ロボットによる作業サイクルは、エネルギーコストの削減、従業員の生活の質の向上、および製品の熟成に関連するすべての活動の効率の向上に役立ちます」

ピエルクリスチアーノ・ブラザーレ
(Piercristiano Brazzale)

ハンドリングシステムに加え、施設は換気システムも統合しています。温度と湿度を制御するための換気・空調システムの140kmのダクトのおかげで、優れた熟成が保証されています。熟成庫は環境にも優しいです。屋根に設置された太陽光発電パネルは、施設の総エネルギーの自給自足を保証します。

大幅なエネルギー節約、スペースの最適化、改善された労働環境、そして熟成チーズが休む一層均一な微気候が直感的に理解できます。

施設は効率とエネルギー使用を改善します

完全に自動化されたシステムの創出により、次のことが可能になりました。

1. **スペースと時間を最適化します。**廊下の器材重量を排除したことにより、倉庫面積が50%削減されました。



高い保管量を備えたこのソリューションは、移動と寸法の最適化を可能にし、従来のシステムでは約12万5千個のホイールの保管が可能であった工場に25万個のホイール（1万トンの製品に相当）の保管能力を持つ倉庫を生み出しました。

2. 労働環境を改善します。ホイールのブラッシング、反転、およびハンドリングの段階（反復行動と重負荷）は4機の擬人化ロボットによって実行され、これにより、従来の倉庫の手動ハンドリングから生じる作業担当者の危険とリスクを排除することができます。さらに、自動システムの実装により、作業担当者をより付加価値の高い他の活動に配置転換することができます。

3. 倉庫の屋上に設置された7千平方メートルの太陽光発電パネルから得られる総エネルギーで自給自足（総システム電力：747 Kw）（「IDF 酪農乳業の持続可能性見通し」第5号の表紙画像）。

4. スマートテクノロジーの活用により、次のことが可能になります。

- **各単一作業の条件を完全に制御します。**すべてのステージは、チーズが倉庫に入るとすぐに識別および追跡

する中央コンピューターシステムによって制御されます。さらに、**X線スキャナー**（低強度）はチーズのホイールを継続的に分析し、品質によって分類します。

- 湿度と温度の理想的な条件を維持することにより、チーズの**最適な熟成を保証**します。**140 kmのキャピラリーダクト**によって管理される最適な換気と、廊下に器材重量がないことにより、自然な熟成プロセスが促進され、エネルギー消費が削減されます。
- さまざまな時間スケールで情報を記録するように設計されたコンピューター化されたシステムによるチーズの重量損失の**継続的な監視**が、最適な貯蔵条件の採用を可能にし、製品の生理的損失を最小限に抑えることができます。

5. ロジスティック効率。中央集中管理と最適な位置決めのおかげで、年間約20万kmのロードトリップが節約されます。

熟成処理過程の研究が、構造の位置決め、ラックの位置、反転／ブラッシングの回数、および空気交換回数に関して進行中です。その目的は、こうした事項がタン

パク質分解および脂肪分解の酵素メカニズムに影響を与えるかどうかを評価することで、評価の結果によって、良好な再現性を特徴とする感覚効果を生み出すことができます。

業界に広範に適用される可能性

使用されている自動化システムは、幅広い乳製品に適用することができ、プロセスのすべての段階（処理加工、製造、パッケージング）で改善を保証し、ハンドリング管理、製品の品質とトレーサビリティ、廃棄物の削減、作業担当者の安全の尊重にメリットをもたらします。

自動化は酪農乳業セクターに対するエンゲージメント強化に寄与します

チーズ熟成庫の自動化は（自動化されたロボット、技術的に高度な機器とソフトウェアの使用により）、パフォーマンス、労働環境、および利用可能なスペースの活用の改善という点で酪農乳業界に真のメリットをもたらし、エネルギー消費の大幅な削減に貢献します。これらはすべて、持続可能性に焦点を当て、SDGの持続可能な開発プログラムの目標に沿ったものです。

オランダ

家畜福祉：オランダの酪農経営における家畜主体アプローチのイノベーション

寄稿者

J・M・M・ヤンセン (J.M.M. Jansen) (オランダ酪農乳業チェーン協会 [ZuivelNL] / 持続可能な酪農乳業チェーンプログラム [DZK])、H・ヴァン・ウィッヘン (H. van Wichen) (オランダ持続可能な酪農乳業チェーンプログラム [DZK])、オランダ

✉ jansen@zuivelnl.org

国連の持続可能な開発目標 (SDGs)



国連の持続可能な開発目標と家畜の健康・福祉

動物福祉それ自体は国連の SDGs で明確には言及されていませんが、Keeling ら (2019 年) は、SDGs を達成するための取り組みは動物福祉の向上への取り組みと共生できると結論付けました。このつながりは 2 つの方向で働きます。この相互作用を分析すると、SDGs の達成に対する動物福祉の向上の影響は、平均して、その逆よりもわずかに少ないように見えました。その例外は **SDG 目標 2** (「飢餓をゼロに」) でした。これにより、ベラミーとボグダン (Bellamy and Bogdan) (ラボバンク、2016 年) による分析が確認されました。ベラミーとボグダンは、牛の健康状態の改善が牛の生産性の向上に役立ち、結果として生乳のより効率的な生産に貢献するため、そもそも優れた家畜のケアと福祉は **SDG 目標 2** に大きく貢献するとすでに結論付けていました。さらに、家畜のケアと福祉と、乳牛の効率的な機能との直接的なつながりは、飼料効率にも関係しており、排出量の削減に貢献し、結果として **SDG 目標 7** (「エネルギーをみんなに、そしてクリーンに」) を実現します。最後に、家畜のケアと福祉は、**SDG 目標 12** (「つくる責任、つかう責任」) と **SDG 目標 13** (「気候変動に具体的な対策を」) に広く対処する一連の幅広い環境基準 (生物多様性、水、土壌養分、廃棄物を含む) の一部です。これに加え、「OIE 動物福祉グローバルフォーラム」(ナイロビ、2020 年 4 月) の場で、オティエノ (UNEP 市民社会ユニット) が説明したように、動物福祉に関連性があるものとして 13 もの国連の SDGs (**SDG 目標 1~6、8、10~15**) を獲得しました。国連の SDGs の文脈で家畜福祉の重要性を広めるため簡単にできることは、より多くの議論を起こすことです。

要約

家畜は自らは話さないため、酪農場の福祉レベルを決定するのは複雑な仕事です。そして、正確で頻繁な福祉評価のための実用的で客観的な方法が不足しています。「欧州福祉品質 (European Welfare Quality®) プロトコル」は最も広範なプロトコルですが、実行には約 1 日かかります。持続可能な農場管理の文脈で家畜福祉が重要なテーマと見なされているオランダでは、酪農乳業セクターのステークホルダーが過去 10 年間にわたり協力し、実用的かつ実践的で信頼性も高い酪農家向けソリューションの開発に成功しました。これにより、European Welfare Quality® プロトコルの実用的な実装である「福祉モニター」が作成されました。この福祉モニターは、100 頭の牛がいる農場でわずか 1.5 時間で実行することができます。2020 年までに、オランダの酪農家の 96% が、現在は Cow Compass に組み込まれている福祉モニターを利用しています。Cow Compass は、家畜の健康・福祉に関する農場でのリスク分析であり、技術管理で何がうまくいっていて、何が改善できるかを示しています。

将来の家畜福祉の評価に向けたより優れた客観的なモニタリング方法の開発に関して、オランダの酪農乳業セクターは現在、バイオマーカーに基づく方法にも投資しています。これはまた、周囲の環境に焦点を合わせるのではなく、家畜自体を測定することが将来のあるべき姿であるという原則に基づいています。さらに、これは家畜の健全性を暗黙のうちに認識しているため、欧州委員会のビジョンとも一致しています。

状況説明：紹介と背景

オランダの酪農乳業セクターは、酪農場での良好なレベルの家畜福祉が持続可能な酪農経営の鍵であると考えています。「幸せな牛は経済的に健全な農場と幸せな農家に貢献する」はよく聞かれるスローガンです。さらに、乳牛は酪農ビジネスの中心であるため、酪農経営セクターは乳牛と子牛に特に重点を置いており、家畜志向のアプローチを用い、運営されています。これは、持続可能性に総合的にアプローチする「持続可能な酪農乳業チェーンプログラム (DZK)」にも反映されています。

DZK は、オランダの酪農乳業セクターの持続可能な酪農乳業チェーンプログラムで、農家と処理加工業者が共同で持続可能性の目標の達成に取り組み、オランダの酪農乳業チェーンの持続可能な生産をさらに改善します。DZK は、オランダの酪農乳業セクターの組織である「オランダ酪農乳業チェーン協会」(ZuivelNL) の傘下で運営されており、酪農家組織と処理加工業者組織の両方がメンバーです。DZK のメンバーは広範囲に及ぶため、実際にはオランダの酪農乳業セクター全体を代表しています。

乳牛と子牛の健康・福祉の継続的な改善に努めることは、気候変動の緩和、生物多様性の維持、経済的持続可能性、農場の安全性のような他のいくつかの目標に加え、DZK の主要な目標の 1 つです。DZK が示している家畜の健康・福祉に対する酪農乳業セクターのアプローチは、2021 年にオランダ動物問題評議会 (RDA) によって提示されたように、動物の観察と治療の方法にも当てはまります。

RDA は、政府および関連ステークホルダーに対する筆頭諮問機関であり、その見解はオランダ社会のステークホルダーに広く受け入れられています。このように、酪農乳業セクターは、良好な家畜福祉が生産許可を強化することもよく承知しています。

ただし、家畜福祉を客観的に測定するのは複雑な作業です。牛自身に彼らの気分や彼らがどのように感じているかを尋ねるのは全く不可能です。さらに、農場で乳牛の健康状態を監視するために現在使用されている方法には、「プラス」の健康状態に関する客観的な観察基準がありません。そして何よりも、これらの測定手段は労働集約的であることが多く、したがって比較的高価です。それでも、信頼できる適切な牛のデータに基づき、家畜福祉の状態が低下したことを早期に知らせられれば、乳牛の福祉状態をより直接的かつ効率的に管理することができるため、酪農家にとって最も重要であることに変わりありません。このため、適切で客観的な方法で家畜福祉を測定する方法論を開発することも、酪農乳業セクターの希望リストの最優先事項になっています。

福祉モニターの開発

このような背景から、オランダの酪農乳業セクターは、乳牛の家畜福祉の状況を監視および改善するため、過去数年にわたりさまざまなイニシアチブを始動させました。

これは、4つの既存の福祉測定方法を比較する研究から始まりました。最終的な目標は、「欧州福祉品質（European Welfare Quality®）プロトコル」に沿った1つの実用的な測定方法を編み出すことです。この研究は、旧経済農業イノベーション省と ZuivelNL から資金提供され、酪農家団体の LTO、オランダ酪農協会（NZO）、オランダ王立獣医学会（Royal Dutch Society for Veterinary Medicine）、オランダ動物保護協会（Dutch Society for the Protection of



Cow Compass - G・A・Hooijer 作図：Cow Compass システムから作成された七角形の例。赤い線は中程度のリスクレベルを表しています。青い部分が多いほど、生乳生産プロセスにおけるリスク判定は低くなります。

Animals) が監督しました。研究は、酪農家と獣医師が広範に関与し、実施されました。その結果、既存の実用的なツールである Cow Compass に福祉モニターが追加されました。

Cow Compass は、訓練を受けた獣医師が農家と一緒にいきます。この管理システムは、家畜の健康・福祉の状況、および個々の酪農場での潜在的なリスクの概要を示します。このシステムを用いることにより、酪農家は農場健康計画を立てるための法的要件にも準拠します。Cow Compass は、どの側面がうまくいか、どの領域で潜在的なリスクが発生する可能性があるか、農場の技術的運用管理のどの側面が改善の余地を残しているかを明確に示します。

Cow Compass に組み込まれた福祉モニターは、European Welfare Quality®プロトコルと密接に関連していますが、評価ごとにかかる時間ははるかに短くなっています。Welfare Quality®と同様、オランダの福祉モニターは、栄養、健康状態、牛舎、習慣行動の4つの側面でスコアを付けます。これらの側面の一部として、乳牛の体調、移動および衛生状態スコア、人間と家畜の関係、および除角慣行の適用に注意が払われます。この方法の中核は、牛を（臨床的および行動的に）観察し、牛の（飼育）環境（利用可能なスペース、利用可能な水の清浄度など）を測定することと組み合わせることで評価することです。Cow Compass 内に福祉モニターを実装することの利点は、農家が現在の牛群の福祉レベルを測定するだけでなく、福祉レベルをさらに上げるために何を改善することができるかについてのアドバイスを得られることです。

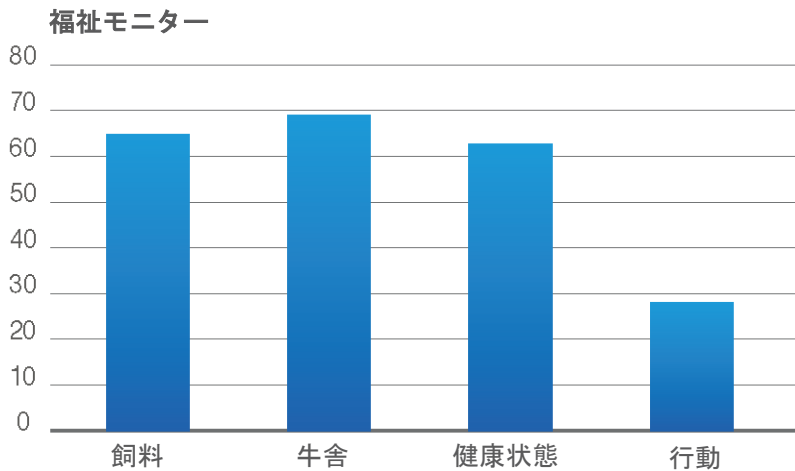


図1. 単一農場の福祉スコアの例 - 出典：牛モニター／ZuivelNL（改変）

これは、酪農家、かかりつけの獣医、および農場を訪れる他の専門家の間で話し合うために入力することができます。

実装段階はここまで進んでいます

福祉モニターの開発後、同ツールは Cow Compass 管理システムの一部として、2016～2017年の間に実装が完了しました。実用的なモニタリングレベルへの転換は、政府とオランダ動物保護協会の合意に基づき行われました。2016年には、必要な ICT インフラが整備され、獣医師のトレーニングが行われました。2017年に、最初の実践的な現場経験が得られ、評価されました。2018年までに、約3千のオランダの酪農場（±18%）が福祉モニターを導入しました。この数は、励みになります。ベースライン測定の演習を組織するのに適した代表的なグループを作成するにはまだ低すぎました。数年の後、アプローチの成功を反映して、酪農家の参加レベルは徐々に増加しました。2019年までに、オランダの酪農場の参加率はすでに88%に上昇していました。2022年に、福祉モニターは、96%の参加レベルで、酪農家の間で広く受け入れられ、高く評価されているツールになりました。この状況により、酪農乳業セクターレベルで代表的なベースライン測定を組織化することができます。こうしたことから、近い将来、持続可能な酪農乳業チェーンプログラム（DZK）は、福祉モニターのツールをベースに、家畜福祉に関する将来の国家目標を設定する実現可能性の調査を行うものと見込まれます。

これにより、家畜福祉の側面は、家畜の健康・福祉の分野で継続的に改善を求めるといふより広範な政策の構造的側面として、一層確実なものになります。

考察

福祉モニターを農場に構造的に適用した結果、よく報告されるプラスの影響の1つは、それを用いることによって、一般に農家がより家畜志向の見方を発達させることです。同モニターを適用することで、農家は牛の家畜福祉の状況についてより良い洞察が得られることが観察されています。さらに、農家はまた、家畜のより良い健康状態に貢献することによる、家畜福祉への投資に経済的利益を見い出しており、それにより仕事の満足度も増しています。これらはすべて肯定的な結果と見なされます。したがって、現在の家畜の福祉モニターは、European Welfare Quality®プロトコルに触発された非常に役立つツールであることが分かっており、特定の牛群の家畜福祉状況に関する適切な情報を取得するための実用的で時間のかからない方法となっています。

観察を行うすべての獣医はその目的のために訓練されていますが、スコアリングと観察では常に主観的な要素が残ります。さらに、現在使用されている測定手段には、家畜の「プラス」の健康状態を把握するための客観的な観察基準が欠けています。オランダの酪農乳業セクターが、より客観的な方法で家畜主体の測定を行う家畜福祉の測定方法論を開発したいと考えたのはこのためです。

オランダの酪農乳業セクターはこのことを念頭において、オランダ政府の奨励を受け、乳牛の福祉を測定するためのバイオマーカー（生体指標）に関する研究プロジェクトを開始しました。別の研究から、人々の「心の状態」は、特定のバイオマーカーの存在の変化に反映されることが知られています。したがって、この研究プロジェクトの主な目的は、特定のバイオマーカーのレベルを測定することにより、牛の健康状態をプラスであろうとマイナスであろうと測定できるかどうかを調べることです。この研究アプローチは、次のような科学研究における最近の3つの進展に基づいています。1.健康と心の状態およびバイオマーカーの存在との関係、2.行動テストによる家畜の心の状態の測定、3.バイオマーカーによる家畜の非侵襲的測定です。有用なバイオマーカーを探した結果、特定の心の状態にあると予想される牛のグループで行動テストを実行すると同時に、血液（参照用）と血液以外の生物学的材料（例えば、乳）の両方で潜在的なバイオマーカーを測定することになりました。これに加えて、農場レベルでの福祉測定のための既存の方法は、客観的な家畜福祉評価のための有用なバイオマーカーを特定しようとするために、特定のバイオマーカーのランダム測定と組み合わせられています。研究は2022年末までに完了すると予想され、その後、可能なフォローアップを見極めることができます。

しかし残念なことに、Welfare Quality®のような家畜主体の測定方法への投資や、EUの「農場から食卓まで（Farm to Fork）」戦略で策定された家畜福祉に関するEUのビジョンにもかかわらず、政策の重点は依然として牛舎の状態のような資源ベースの測定にあるのが現実です。牛舎の状態のイノベーションにより、過去数十年間で牛の福祉が大幅に向上したことは確かに明らかです。また、家畜主体の測定手段を用いる場合、これは牛舎をさらに改善するためのイノベーションの余地を生み出すことも事実です。ただし、良好な環境は、家畜にふさわしい家畜管理の前提条件としてオランダ動物問題評議会（RDA）が提示した次の6つの指針のうちの1つにすぎません。これらは、1.動物の本質的な価値と健全性の認識、2.良い栄養、3.良い環境、4.良い健康状態、5.自然な行動、6.前向きな心の状態です。

RDA は、6 つの指針に基づいて設計された畜産システムは、健康を目指した家畜福祉を可能にする家畜にふさわしい畜産経営システムであると述べています。家畜主体の測定により、家畜福祉の全体像が示されます。これには、家畜福祉の重要な側面としての農場管理も含まれます。

重要ではあるがソリューションの一部にすぎずコストがかさむこともしばしばあるため、二次的な側面に焦点を当ててではなく、常に家畜を出発点とした福祉の測定を用いることについて、政策立案者が認識することの重要性を強調しています。

まとめ

オランダの酪農乳業セクターのステーキホルダーは、過去 10 年間にわたり協力して、European Welfare Quality® プロトコルに基づく福祉モニターの開発に成功しました。このツールは、酪農家にとってより速く、より実用的です。このツールは現在、酪農家が使用している家畜の健康・福祉の管理システム (Cow Compass) の不可欠な要素となっています。2022 年には、全国的なベースライン測定が見込まれています。これは、将来の家畜福祉の一層の向上に向けセクターの目標を設定するための出発点になるでしょう。オランダの福祉モニターは、家畜志向のアプローチに基づいています。

さらに一歩進んで、福祉モニターの実装慣行と並行して、牛の福祉状況をより客観的に測定することを目的として、牛のバイオマーカーに関する研究が行われています。これは、European Welfare Quality® プロトコルで説明されているように、家畜を中心に置くという EU のビジョンと完全に一致しています。家畜福祉では、農場の現場管理システムと農家の働き方が重要な側面です。このことを考慮すると、依然として環境や環境要因の測定に焦点を当てた政策措置が多いことは、的外れで、酪農家に不必要な (経済的) 圧力をかけるリスクをもたらします。したがって、信頼できる家畜主体のデータに基づく最適な家畜管理は、将来の福祉の質の礎となるはずであると結論付けられます。

「オランダの農家では、Cow Compass が家畜の健康・福祉を管理するシステムの不可欠な要素になりました」

J・M・M・ヤンセン (J.M.M. Jansen)

参考文献

1. Keeling, L. et al. Animal Welfare and the United Nations Sustainability Goals. *Front. Vet. Sci.* (10 October 2016).
2. Bellamy, K. & Bogdan, E. Dairy and the Sustainability Goals. *Rabobank Industry Note #574* (October 2016).
3. Otieno, I. (UNEP). Animal Welfare in the Context of the Sustainable Development Goals (SDGs). Presentation at the OIE Global Forum on Animal Welfare (Nairobi, April 2020).
4. Koemonitor.nl/koekompas. KoeKompas: insight into animal health, animal welfare and possible risks (2021).
5. RDA – Raad voor Dieraangelegenheden. RDA-Zienswijze Dierwaardige veehouderij. RDA 2021.076 (2021).
6. Van Cappellen. Jorieke, Meten met Europese maat. *Veeteelt*, pp.36-37 (February 1, 2014).
7. Nowadays known as: 'Ministry of Agriculture, Nature and Food Quality'
8. Eerdenburg, van F. J. C. M., Di Giacinto, A.M., Hulsen, J., Snel, B. & Stegeman, J.A. A New, Practical Animal Welfare Assessment for Dairy Farmers. *Animals* 2021, 11, 881 (19 March 2021).
9. DZK (Sustainable Dairy Chain Programme). Praktijkproject welzijnsmonitor nuttige tool voor bevordering dierenwelzijn. *DZK Nieuwsbericht*. (22 February 2016).
10. Doornwaard, G.J., Hoogeveen, M.W., Jager, J.H., Reijs, J.W. & Beltman, A.C.G. Sectorrapportage Duurzame Zuivelketen 2019 [Sector Report Sustainable Dairy Chain]. Wageningen University & Research, 212 pp. (i.e. page 38 & 119). WUR Report 2020-120. (December 2020).
11. DZK (Sustainable Dairy Chain Programme). Onderzoek: het meten van welzijn van melkvee aan de hand van biomarkers. Research presentation poster (in Dutch). (2019).
12. Gavinelli, A (Unit Sante G3, EU Commission). Animal Welfare within the Farm to Fork Strategy. Presentation on behalf on EU Commission (June 2020).



ナイジェリア

生乳を冷却するために太陽を活用する

寄稿者

スノッリ・シングルツソン (Snorri Sigurdsson)、生乳の供給と生産シニアプロジェクトマネージャー (Senior Project Manager Raw milk supply and production) ナイジェリア・アーラ社 (Arla-Nigeria)、ナイジェリア

✉ snsiq@arlafoods.com

SDGs との整合



要約

世界中の多くの国では、搾乳後に速やかに冷却できないために、生乳が腐敗します。原材料の品質を可能な限り維持するため、酪農協同組合のアーラフーズ社 (Arla Foods) は、最初の 2 時間以内に冷却を行うことを推奨しています。ただし、インフラの欠如、冷水へのアクセスの欠如、電気へのアクセスの悪さなどにより、多くの農家が搾乳直後に生乳を冷却する能力の制約を受けています。これらの制約により、世界中で毎年数千万リットル (数億リットルではないにしても) の生乳が腐っていると推定されています。生乳の腐敗を大幅に減らすことができる 1 つの方法は、冷却ユニットを使用することです。冷却ユニットには、送電網による電力を利用せずに、ソーラーパネルを使用して太陽光から電力が供給されます。

ナイジェリアでは、アーラフーズ社がこの問題を解決するため、太陽を活用して生乳を冷却するさまざまなシステムを追跡しています。より多くの生乳が販売可能な品質になるため農家の収入が増えるだけでなく、牛乳の消費される割合が増えるので、生乳の腐敗と食品廃棄物の量が削減されます。

ナイジェリアの酪農生産

ナイジェリアで生産される生乳の約 95% は、気象条件やアクセス可能な植生に応じて牛と一緒にあちこちを移動する遊牧民の飼育者によるものです。こうした飼育者は、ナイジェリアだけでなく、チャド、ガーナ、ニジェール、トーゴでも主要品種であるホワイトフラニ牛の品種を主に使用しています。この牛の品種は非常に強靱で、サハラ砂漠の南のサヘル地帯は過酷な環境で飼育者にとって干ばつと高温が大きな問題となり得ますが、そうした環境によく適応しています。

「太陽光発電は、遊牧民の飼育者が設置された集乳所に冷却した生乳を届けるのに役立ちます」

スノッリ・シングルツソン (Snorri Sigurdsson)

ただし、この牛の欠点は、この品種の乳量が非常に低いことです。牛は 1 日当たり 1.5~2.5 リットルの乳量しかなく、各飼育者は 1 日当たり 5~10 リットルの生乳しか販売していません。

生乳収集の課題

遊牧民の飼育者は牛と一緒にあちこちを移動するため、設置された集乳所 (MCC) に生乳を届けることができない場合があります。これは、生乳の生産地域内の移動距離が長く、適切なインフラが不足しているためです。このため、少量の生乳がいくつかの場所に集められ、さまざまな飼育者からの生乳を他の生乳と混合する集乳システムが生まれました。その後、この生乳は、品質測定、計量、冷却のため、最寄りの MCC に、多くの場合バイクで輸送されます。この集乳システムには、生乳の急速な冷却の欠如という 1 つの大きな問題があります。各飼育者からの配達量が少なく、牛群から最寄りの MCC までの距離が長いので、搾乳後何時間も生乳が冷やされないことがよくあります。これにより、腐敗した生乳、つまりバクテリアに汚染されているため、牛乳乳製品の処理加工に使用することができない生乳の割合が高くなっています。

送電網を利用しない酪農経営

世界中の多くの定住農家にとって、生乳の品質に関するこの問題は、農場当たりの乳量が多く、ほとんどの農家にとって送電網による電力へのアクセスが良好であるため、考慮すべき主要な要因ではありません。しかし、ナイジェリアの飼育者にとって、これは主要な要因であり、農家が乳を冷やしたいと思っても、送電網による電力へのアクセスがないため、ほとんどの場所でそれは不可能です。ナイジェリア・アーラ社はこれを補うため、ナイジェリアが赤道から北にわずか 1,500 km に位置し、年間を通じて 1 日の日照時間が多いことを活かし、太陽光発電に基づくソリューションを検討しています。求められているソリューションは、飼育者が定期的に移動しているため、持ち運び可能な必要があると同時に、農家を追跡できるシステムである必要があります。

3つのソリューションの試行

太陽からのエネルギーで生乳を冷やす方法はたくさんあります。写真 1、2、3 はその例です。こうしたソリューションは、完成品のユニットとして見つけることもできますし、既知の冷却ソリューションがソーラーパネルの発電により動く複合テクノロジーとして用いることもできます。どの方法を利用する場合でも、解決すべき主な問題は、搾乳後可能な限り速やかに生乳を冷却し、生乳を安定させ、低温殺菌前に生乳内のバクテリアの増殖速度を遅くする方法を見つけることです。

有望な結果

現在までに、写真の 3 つの方法の 1 つはナイジェリア・アーラ社がテストを終え、1 回目の結果は、生乳の品質が期待どおりに向上したことを示しています。この方法は、太陽を電源とする通常の冷凍庫を使用します。



ナイジェリアで生産される生乳の約95%は、主にホワイトフラニ牛を飼っている遊牧民の飼育者からのものです。



写真3：ミルク缶用に特別に設計された太陽電池式冷却ユニット。© Galactea.



写真1：ミルク缶を冷却するための簡単なソリューションの例。生乳を急速に冷却するためのソーラーパネルの発電による冷凍庫。

夜間、電気が生成されていないときは、冷凍庫の氷がユニットを冷たく保ち、翌日生乳を受け入れる準備をします。生乳が配達されて冷却されると、それは乳業工場に運ばれ、その後、日中のうちに、冷凍庫の内側に新しい凍結水の層が形成され、翌日の分の生乳を冷却する準備が整えられます。生乳を冷やすために特別に設計・製造された他の2つの方法は写真2と3で、2022年後半と2023年初頭にテストする予定です。



写真2：太陽光を電源とするミルク缶専用の冷却ユニット。

ノルウェー

ノルウェーの家畜福祉指標

寄稿者

オーラヴ・エステロース (Olav Østerås)
ティーネ社 (TINE SA)、ノルウェー

✉ tone.roalkvam@tine.no

要約

持続可能な酪農生産には、家畜福祉が重要です。家畜福祉を評価する方法は数多く、またさまざまな基準があります。1つの基準は、牛の「福祉品質®評価 (Welfare Quality® Assessment)」プロトコルです

(http://www.welfarequalitynetwork.net/media/1088/cattle_protocol_without_veal_calves.pdf)。

その他の基準には、「動物福祉および乳牛システムの OIE 基準第 7.11 章」

(https://www.oie.int/fileadmin/Home/eng/Health_standards/tahc/current/chapitre_aw_dairy_cattle.pdf) と ISO 規格「ISO/TS 34700:2016 動物福祉管理—食品サプライチェーンの組織に対する一般的な要件とガイダンス」(<https://www.iso.org/standard/64749.html>) があります。

Welfare Quality®評価は科学の黄金律と見なされていますが、その欠点は適切な評価に必要な時間です。OIE 基準は、動物福祉の評価で考慮すべき変数について説明しており、ISO 規格は、業界が独自の目標を設定できる OIE 基準に基づき構築された規格です。ノルウェーでは、家畜記録について長い伝統があり、乳牛の家畜記録にも、病気の治療のほか、と畜重量、成長率、体細胞数などのパラメータの継続的な記録があります。OIE 基準に記載されている変数のほぼ半分が、ノルウェーの乳牛記録システムに含まれていることが認められました。このため、既存の家畜記録システムからこれらの変数を抽出することにより、家畜福祉指標を継続的に評価する機会が与えられ、各農場での家畜福祉の継続的な指標が得られました。ノルウェーの家畜福祉指標が誕生しました。

「ノルウェーの家畜福祉指標

は、家畜福祉全般を改善するための優れたツールであるように思われ、このツールは酪農家の間で好評を博しているようです」

オーラヴ・エステロース (Olav Østerås)

この新しい指標は毎月更新され、過去 12カ月のデータが含まれている、月例回転の 12カ月の評価です。すべての指標のデータは、農家がデータへのアクセスを許可した場合、農家、ティーネ社のアドバイザー、および農場の獣医に提示されます。

技術開発

「ノルウェーの家畜福祉指標 (NAWI : Norwegian Animal Welfare Indicator)」の技術開発は 2016 年に始動、統計プログラム SAS でプロトタイプを作成し、それがどのように機能するかを評価しました。ベースラインは、2015 年の年次データでした。これは、2015 年が基準年と見なされることを意味します。したがって、すべての牛群は 2015 年の国内平均値と比較されます。国の平均と標準分布 (STD) に基づくこれらの国の数値から、正規化された標準偏差 (NSD) が推定されました。NSD は、牛群の平均から国の平均を引いたものを国の STD で割ったものとして計算されました。正規分布またはポアソン分布の 2 つの分布が使用されました。例として、牛の全国的なと畜重量は 269 kg、STD は 30.5 kg で、特定の牛群の平均とと畜重量を 200 kg とすると、NSD の推定値は $(200 - 269) / 30.5 = -2.26$ になります。この数字が、2015 年の国内平均との差の NSD の数値になります。乳房炎治療のようなポアソン分布がある場合、計算は次のようになります。2015 年の乳牛の国内年間発生率は 0.22

SDGs との整合



でした。40 頭の牛群がある場合、国内平均から予想される治療件数は $40 \times 0.22 = 8.8$ になります。この牛群に 4 件の治療があった場合、NSD は $(8.8 - 4) / (8.8 \text{ の平方根}) = 4.8 / 2.97 = 1.62$ になります。これらの NSD は、-3.0 から +3.0 の間の数値になります。計算がこの領域の外にある場合、数値は -3.0 または +3.0 に切り捨てられます。

指標に含まれる変数は、本稿末の別表に示されています。子牛、除角などのような各要素指標について、NSD が合計され、2015 年のこの合計が 0.0 になるように調整されます。これは、基準年がゼロになるようにすべての要素指標が調整されることを意味します (図 1 の上の行を参照)。最後に、2015 年のベースラインが 100.0 になるよう、すべての要素指標の合計に 100 を加えたものが、家畜福祉総合指標になります。各要素指標に加重による差をつけていないため、指標は真の家畜福祉を反映していませんが、各牛群レベルでの生産の各要素の数値が 2015 年の国の平均よりも高いか低いを確認するためのツールとして作成されています。また、2015 年の分布に従い、上位 25% に入る数値の牛群は薄い緑色でマークされ、上位 10% の場合は濃い緑色でマークされるといふ表示もあります。同様に、低い数値は、2015 年の分布と比較し、下位 25% または下位 10% の範囲内にある場合、薄い赤色または濃い赤色でマークされます。指標のデザインが図 1 に示されています。

導入期

プロトタイプが完成した後、福祉指標に含まれていなかった家畜福祉のさまざまな評価を含めた質問票を用い、ティーネ社のアドバイザーが 30~40 の牛群を対象に指標をテストしました。

Produsent*	Dyrevelferds-indikator †	Kalver †	Avhorning †	Ungdyr †	Frugtbarhet †	Avdrått †	Jurhelse †	Stoffskifte †	Klauv †	Livslengde †	Dede kyr †	Ant. årskyr †	Datakvalitet †
Landet	107,20	-0,40	2,06	0,22	0,21	-0,11	1,30	1,24	2,26	0,45	-0,04		8,60
Distrikt	107,50	-0,66	2,34	0,02	0,61	0,02	1,16	0,89	2,55	0,62	-0,03		8,60
Produsentlag	109,20	0,06	2,63	0,69	0,29	-0,08	1,11	1,76	2,40	0,56	-0,25		9,00
1	114,6	2,0	4,3	0,7	1,2	1,7	2,0	-0,2	5,1	0,6	10,7	10,0	
2	106,5	-0,9	1,5	0,0	-1,2	0,5	8,0	0,6	4,0	-0,3	-3,7	10,4	8,0
3	116,7	2,2	2,0	0,9	2,4	-1,2	-3,5	3,1	5,9	1,8	0,7	41,0	9,4
4	116,5	-4,5	4,1	-1,4	4,9	0,6	0,1	1,2	5,0	5,0	1,4	52,2	10,0
5	118,2	2,0	3,7	-1,8	1,6	1,4	2,7	-0,5	7,1	1,2	0,7	12,6	10,0
6	101,2	2,0	-1,6	-1,7	-3,4	0,0	0,1	0,0	5,6	-0,6	0,6	10,1	9,5
7	105,2	2,9	-2,2	-1,9	-2,0	-1,2	-2,3	1,0	8,1	1,7	1,0	25,6	7,8
8	105,9	1,4	0,0	-0,6	0,7	0,9	5,0	-1,5	-3,0	2,1	1,0	23,6	9,0
9	117,7	1,9	4,9	4,6	-4,1	0,3	0,2	2,5	7,1	1,9	-1,8	54,1	10,0
10	91,7	-0,6	-0,8	0,2	-4,5	-1,0	1,6	2,8	-6,0	-0,8	0,8	16,2	6,9

Produsent*	Dyrevelferds-indikator †	Kalver †	Avhorning †	Ungdyr †	Frugtbarhet †	Avdrått †	Jurhelse †	Stoffskifte †	Klauv †	Livslengde †	Dede kyr †	Ant. årskyr †	Datakvalitet †
Landet	107,20	-0,40	2,06	0,22	0,21	-0,11	1,30	1,24	2,26	0,45	-0,04		8,60
Distrikt	105,80	-0,58	1,13	0,50	0	-0,14	0,93	1,54	2,19	0,39	-0,15		8,50
Produsentlag	107,60	-0,88	1,83	0,49	-0,37	-0,06	0,44	2,32	3,61	0,33	-0,07		8,50
11	128,9	-2,6	10,4	-0,8	0,1	0,6	2,8	9,7	5,3	2,2	1,0	136,6	9,6

図1. NAWI ツール - 農家（およびアドバイザー）向けウェブサイト上の表示例。要素指標の列は、指標のレベルを示すためにさまざまな色で示されています。

アドバイザーには指標の値は知らされていませんでした。NAWI とこれらの評価の間に有意な相関関係があることを確認した後、NAWI は、IT 担当者によって、ティーネ社の農家向けの組合員ウェブサイトプログラムされました。同時に、生産者向けに、生産システムにおける家畜福祉の重要性に関する複数の学習コースが開発されました。2019 年には、4,058 人の生産者が参加した 173 回のコースと、4,643 人の生産者が参加した 838 グループのコースがあり、家畜福祉がその議題となりました。これらのコースでは、NAWI の考え方についても紹介されました。このおかげで、2020 年の NAWI の立ち上げは生産者に好意的に受け入れられました。2020 年春に生産者向けインターネットホームページの開発が終了すると、ティーネ社のアドバイザー向けに、生産者へのアドバイザー業務における NAWI の活用方法に関するコースが開発されました。すべてのアドバイザーは、このコースに参加した後、単独およびグループで 1 日のトレーニングを行いました。

その後、ヘッドアドバイザーとの 1 日かけた話し合いが続き、数字と計算を理解するとともに、決断し、生産者としてしっかりした対話を行うのに役立てられました。こうしたコースは、新しいツールを開発する際の鍵となるもので、特に、家畜福祉の評価は非常に慎重に扱うべき分野であるため重要です。コース実施中には、NAWI を改善できる分野について経験豊富なアドバイザーから多くの意見が寄せられ、改善は 2021 年春には完了しました。2020 年のコース終了後、2020 年の夏に生産者向け NAWI が立ち上げられました。

経験と結果

生産者の NAWI に対する期待は概して良いものでした。生産者の中には、指標の改善提案を思いつく者もいました。このように、NAWI は立ち上げ後、2020 年から 2021 年の間に建設的なフィードバックと調整が行われることにより、非常に動的なプロセスになりました。図 2 は、総合指標の推移を示しています。

プロトタイプが作成された最初の年、指標の数値は 2016 年 4 月/5 月に 100 から 99.5 まで低下しました。その後、上昇し、2018 年後半から 2019 年にかけて、生産者向けの家畜福祉コースが実施されていたときに、数値はさらに上昇しました。それでも、各生産者の指標の数値は公表されていませんでした。2020 年夏にアドバイザーと生産者向けに指標を公表した後、指標の値はさらに上昇し、2021 年 5 月には 103 前後から 107 までになりました。興味深いことに、2020 年の 3 月とクリスマス頃に低下が見られますが、これはおそらくノルウェーの新型コロナウイルス感染症による封鎖が原因と思われます。これは、中でも爪の手入れの作業が減ることによる影響でしょう。さまざまな要素指標を見ると、爪の手入れと子牛の除角が最善の改善であることがわかります。生産者がこのことを知っていれば、是正するのが非常に簡単なルーチンであるため、これは自然なことです。死亡した牛や成長速度などの要素指標を改善することははるかに困難であり、管理の向上には多くの時間が必要です。

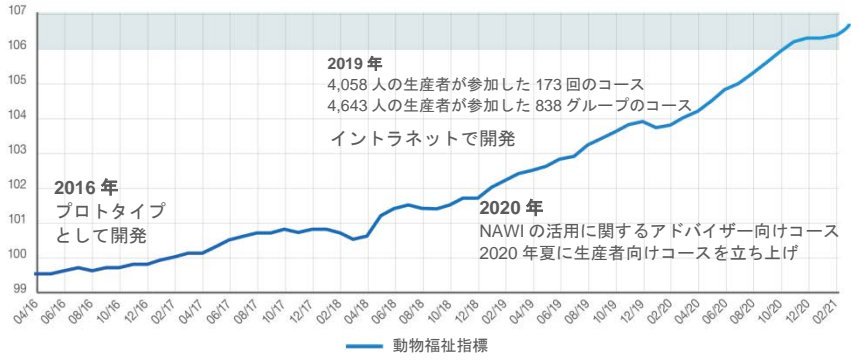


図2. ノルウェーの動物福祉指標は2015年の100から2021年5月の107に上昇。注：国内平均は現在、2015年の上位25%生産者の域に達しています（薄緑色の領域で示されています）。



© Olav Østerås

オーラヴ・エステロース（Olav Østerås）とノルウェーの乳牛

また、子牛の健康状態は改善されていませんが、数値は低くなっていることが分かりました。これはおそらく、牛群サイズの拡大とフリーストールの増加によるもので、子牛の感染症予防にもっと注意を払う必要があります。NAWI は家畜福祉全般を改善するための優れたツールであるように思われ、このツールは生産者間で好評を博しているようです。導入コースは、そのようなツールを活用する準備をして、良い向き合い方をするには非常に重要です。農家の良好な福祉と家畜の良好な福祉の間には有意の関係があることを認識することも重要です。これは、ハンセンとエステロース（Hansen and Østerås）の論文（2019年）でも示されており、この論文では、プロトタイプのデータを用いてこの関係を評価しました。将来的には、NAWI と Welfare Quality® 評価プロトコルの関係を評価するための研究が行われる予定です。これが肯定的であることが判明した場合、NAWI はノルウェーの酪農生産における家畜福祉を評価するための強力なツールになるでしょう。農家にとって良いのは、この指標をすべての牛群について作成すれば、家畜記録の一要素であるだけで、それ以上何もなくても毎月更新できることです。すべてが家畜記録システムから自動化されています。このツールは、家畜福祉の継続的な改善に助言および貢献するために作成されており、規制目的

には使用されません。規制の目的のためには、農場を訪れ、実際に何が起きているかを確認する必要があります。しかし、このツールは農家と一緒にアドバイザー業務に活用することができ、生産の上手くいっている領域とそうでない領域を特定するのが非常に簡単です。

まとめ

ノルウェーの家畜福祉指標は、OIE/ISO規格に基づいて開発されており、家畜記録にすでに存在するデータを使用しています。これは主に、生産システムを改善するための情報管理とツール用です。そのため、これは家畜福祉に直接関わるものであると述べるよう気を付ける必要がありますが、これは家畜福祉の強力な指標です。このツールは、農場レベルでのアドバイザー業務を容易にするために作成されています。これまでのところ、この指標は、ティーネ社の生産システムの家畜福祉が、2015年の100から2021年の107まで、概して改善されており、依然として上昇傾向にあることを示しています。

参考文献

Hansen BG, Østerås O. Farmer welfare and animal welfare-Exploring the relationship between farmer's occupational well-being and stress, farm expansion and animal welfare. Preventive veterinary medicine. 2019 Oct 1;170:104741.

要素指標	含まれる変数	使用した分布	調整
子牛（生後 180 日まで）	中絶の件数	P	
	死産の件数	P	
	死亡した子牛の頭数	P	
	安楽死させた子牛の頭数	P	½重量
	治療件数	P	死亡した子牛の頭数との調整
除角	鬱血した子牛の頭数	P	
	42 日齢後の除角頭数	P	
	70 日齢後の除角頭数	P	2 倍重量
若齢畜（生後 180 日から 出産まで）	死亡した若齢畜の頭数	P	
	安楽死させた若齢畜の頭数	P	
	緊急屠殺された若齢畜の頭数	P	
	若齢畜の治療件数	P	
	未經産牛のと畜重量	N	
	未經産牛の成長速度	N	
	若い雄牛のと畜重量	N	
	若い雄牛の成長速度	N	
	最初の出産月齢	N	
	品種調整	離散	
	受胎能力	牛群の未經産牛の 1 頭目から最終頭までの平均人工授精期間	N
牛群の人工授精牛の 1 頭目から最終頭までの平均		N	
受胎能力により廃牛された頭数		P	
牛群の平均出産間隔		N	
乳量	経産回数が 1 回と 2 回の牛の平均乳量の違い	N	
	経産回数が 2 回と 3 回以上の牛の平均乳量の違い	N	
	経産回数が 1 回と 2 回以上の牛の平均乳量の違い	N	
乳房の健康状態	細胞数（CC）が 200,000 細胞/ml を超える頭数	P	
	乳房炎の治療件数	P	経産回数との調整
	乳房の健康状態のために廃牛された頭数	P	
代謝	乳熱の治療件数	P	経産回数との調整
	ケトーシスの治療件数	P	
	体調スコア数（BCS）	1	10 を超える場合
	痩せた牛（< 2.75）の頭数（10 BCS を超える場合）	P	½重量
	太った牛（> 3.75）の頭数	P	½重量
	BCS の変動	N	½重量
	牛のと畜重量	N	
	牛の脂肪区分	離散	
	牛の EUROP クラス	離散	
	若い牛のと畜重量	N	
	若い牛の脂肪区分	離散	
	若い牛の EUROP クラス	離散	
	品種調整	離散	
爪	痛みの完全な診断の件数	P	
	爪の手入れの回数	P	
	プロの爪トリマーの活用	離散	
	獣医による治療件数	P	
寿命	泌乳期 15 日経過前に廃牛された頭数	P	
	妊娠期 84 日から 290 日の間に廃牛された頭数	P	
	直近の人工受精後、妊娠検査を受けずに 84 日から 290 日の間に廃牛された頭数	P	½重量
	廃牛された頭数（生体牛で販売されていないもの）	P	
	2 回目の出産後の平均廃牛月齢	N	
死亡した牛	死亡した牛の頭数	P	
	安楽死させた牛の頭数	P	½重量
	緊急屠殺された牛の頭数	P	½重量

別表—2021 年のノルウェー家畜福祉指標に含まれる変数。（P=ポアソン分布、N=正規分布）

南アフリカ

南アフリカの酪農生産システムの決定が環境と経済に成果をもたらす： システムダイナミクスアプローチ

寄稿者

リアナ・ライネッケ (Riana Reinecke)、ジェームズ・ブリグノート (James Blignaut)

Asset Research、南アフリカ・プレトリア

✉ colin.ohlhoff@fruitique.co.za

SDGs との整合



要約

酪農乳業セクターは、科学に裏付けられた、証拠に基づく情報を共有することにより、持続可能な生産に向けた積極的な貢献を実証する必要があります。それは、農場で環境への影響を減らすため、酪農生産者を支援することと併せてしなければならないことです。これは、より堅牢で、収益性が高く、強靱性のある農場に導く方法で実行する必要があります。

ミルク SA (South Africa) は、農場管理の改善と、酪農乳業セクターとその生産者を保護するだけでなく、長期的な環境と財政の持続可能性も高める情報のタイムリーな普及が二重で必要となった緊急性を認識しました。そのため、ミルク SA は、ASSET Research と共同でプロジェクトに着手し、生乳生産者が農場でのカーボンフットプリントを計算し、評価するのを支援するウェブベースのシステムダイナミクスツールを開発しました。このツールにより、生産者は適切な情報に基づいた行動を取り、排出量の削減に向け貢献する是正変更を実施することができます。このツールは、南アフリカの7つの酪農場でテストされ、調整された結果、実用的かつ適用可能であり、必要なデータがすぐに利用できることが証明されました。

計算結果の中でも、生産された脂肪・タンパク質補正乳 (FPCM) の計算は、kg CO₂e/kg FPCM で表されました。CH₄ の温暖化係数として 8 という GWP* を用いた結果、0.49~1.14 kg CO₂e/kg FPCM の間で変動し、国際的な標準と比べて遜色ありませんでした。

「このオンラインシステムダイナミクスツールは、生産者が排出量を推定し、時間の経過に伴う変化を追跡するのに役立ち、排出量の削減をもたらすことができるいくつかの方法を示します」

リアナ・ライネッケ (Riana Reinecke)

はじめに

酪農家は、日々の生産のさまざまな現実 (バイオセキュリティの懸念、家畜福祉、管理の問題など)、外部投入のコストの急激な増加、また不安定な気候条件がもたらす影響に直面していますが、生産者は酪農乳業そのものに関する消費者の否定的な認識の増加も克服する必要があります。これらの認識は、特にソーシャルメディアプラットフォームで非常に浸透し、酪農乳業セクターが排出している温室効果ガス (GHG) などについて、乳製品に関する否定的な感情を生み出しています。ネガティブな、そしてしばしば虚偽の宣伝は打ち消さねばなりません。酪農乳業セクターが環境フットプリントを減らすため管理を改善する責任を免れる訳ではありません。生産者と業界の両方が緊急に行動する必要があります。それは、科学的な情報と証拠に基づいた方法により、それが機能する複合的かつ動的な環境を知ったうえで、行わなければならない。

材料と方法

ウェブベースのツールは無料で利用することができ、利用者は利用手引書でサポートされているオンラインアンケートに回答する必要があります。このツールは、相互に依存して機能する5つのサブモデルに分割されており、牛群の管理、牛群のエネルギー使用と流れ、排出量など、農場のさまざまな側面を分析するために適用することができます。次に、初期評価が作成され、個別の農場のベースラインフットプリントとして報告されます。これは、後続の管理シナリオで、または時間の経過に伴う改訂によって拡張することができます。さまざまなサブモデルの相互依存性を考えると、消化管内発酵プロセスと糞尿管理から生成されるメタン (CH₄) 排出量、土壌と糞尿管理から排出される亜酸化窒素 (N₂O) 量、および直接発生源からの二酸化炭素 (CO₂) 排出量など、すべての情報がこのモデルの出力に反映されます。したがって、農場で行われている管理慣行に基づき、さまざまな GHG 排出量の軌跡が計算されます。さらに、経済サブモデルにより、管理慣行の変更による潜在的なメリットまたは影響について、追加の洞察が提供されます。このモデルでは、こうした利点を実現するため、利用者がさまざまなシナリオを作成し、特定の変更が排出量に与える効果とそれに関連する経済的影響を予測することができます。これにより、生産者は効果的な緩和戦略を開発し、意思決定の影響を評価し、環境への実際の影響について消費者などのステークホルダーの理解を得ることができます。

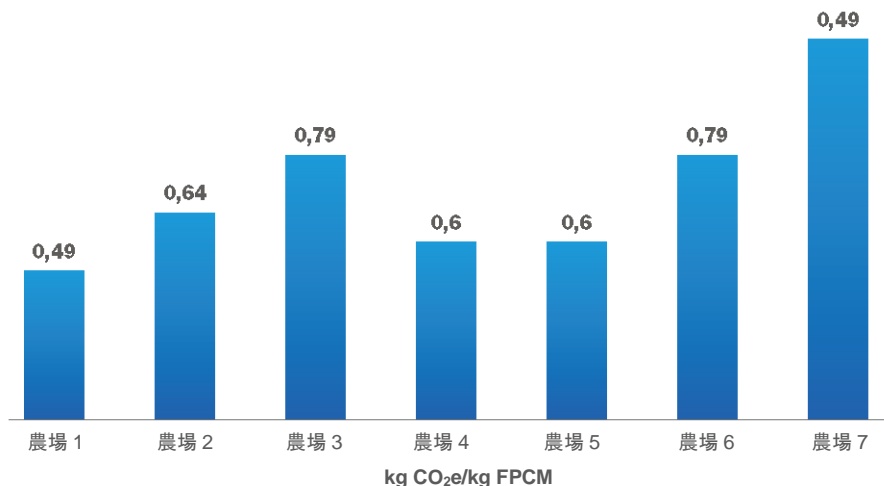


図 1. 化学合成および有機源双方の窒素肥料の使用の結果を、生産された脂肪・タンパク質補正乳 (FPCM) の kg CO₂e/kg FPCM で表したものの。

結果

モデルは南アフリカの 7 つの農場でテストされました。これらの農場では、生産性の高い牛の頭数が 260 から 2,460 まで、平均乳量は 4,500 から 8,150 kg/牛/年までの範囲でした。化学合成および有機源双方の窒素肥料の使用は、27～600 kg N/ha/年の範囲でした。評価結果の中でも、生産された脂肪・タンパク質補正乳 (FPCM) の評価は、kg CO₂e/kg FPCM で表されました。結果は、0.49～1.14 kg CO₂e/kg FPCM の間で変動しました (図 1 を参照)。CH₄ の地球温暖化係数には 8 を用いました。これは、ブリグノート (Blignaut) ら (2022 年) により、GWP* とも呼ばれています。結果は、国際的な標準と比べて遜色のないものです。

研究はまた、酪農場の環境の持続可能性とその収益性が相反する目的ではないことを示しました。FPCM 1 kg 当たりの排出量が最も少ない農場である農場 1 はまた、FPCM 1 kg 当たりの利益が最も高い農場でもありました。これらの結果は、農場経営者がプロジェクトの開始前に、効率を改善するためのさまざまな対策を実施していることを確認した現場訪問と農場調査によって、確かめられました。農場管理には、環境への影響を継続的に減らすための戦略を実施するという方針があります。

考察

カーボンフットプリントの評価と、排出量の削減に向けた手引きの提供により生産者を支援するため、無料で利用できるウェブベースのツールが開発されました。その削減の機会には、飼料効率の改善、牛群管理戦略の改善、生産性の向上が含まれます。これは、同様に、農場の収益性にも影響を与えます。例えば、このツールは、調達した飼料と農場で生産された飼料の両方からタンパク質摂取量を計算します。飼料の種類に応じて、タンパク質含有量がモデル中で計算されます。農場評価では、タンパク質摂取量が最も多い農場は、窒素排泄率と同じ結果を反映していないことを示しました。これは、総タンパク質摂取量と生乳中のタンパク質比率の結果である可能性があります。タンパク質比率の農場平均が低い場合には逆のことも見られましたが、これは乳タンパク質が少なく、飼料摂取量が多いため、窒素排泄率は比較してわずかに高くなっていました。この結果は、飼料効率を高めて農場の排出量を減らし、それにより、農場の経済生産に影響を与える可能性を示唆しています。同じことが肥料の使用にも当てはまります。最高のパフォーマンスを示したのは、窒素肥料率が最も高い農場ではなく、計算された提案に従って適用され、精度の高い管理に重点が置かれた農場でした。

まとめ

この研究は、オンラインツールには、生産者が酪農場からの排出量を計算し、重要な環境指標を特定し、シナリオをシミュレートして最良かつ最も収益性の高い緩和戦略を決定するのに役立つ可能性があることを示しました。生産者は、時間の経過に伴い進行状況を追跡し、それを利用して現状データをレポートすることもできます。ただし、このツールは静的なものではなく、利用者からのフィードバックに基づき、また新しい改良された科学を取り込むことにより、継続的に開発されています。そのような開発の一例では、ツールが拡張され、農場に存在する炭素の回収と貯蔵の機会を取り込むこととなります。

結論として、酪農乳業業界は、同セクターに関する誤った情報と戦うことと、酪農場の環境フットプリントの削減を推進することの両方において重要な役割を果たしています。このオンラインシステムダイナミクスツールは、排出量を推定し、時間の経過に伴う変化を追跡する生産者を支援すると同時に、排出量の削減をもたらすことのできるいくつかの方法を示しています。環境に配慮することには、経済的なメリットもあります。このツールは、測定することが知ることであり、という格言を取り入れています。知識は力であり、変化を助け、そのような変化をますます情報に通じた一般の視聴者に伝える力です。

参考文献

Blignaut, J.N., Meissner, H.H., Smith, H., Du Toit, L. An integrative bio-physical approach to determine the greenhouse gas emissions and carbon sinks of a cow and her offspring in a beef cattle operation.

スウェーデン

未来の農業 - スウェーデンの牛肉と酪農の営農が、どのように気候目標を達成し、2050年に向け持続可能な食料・エネルギーシステムに貢献できるか

寄稿者

ビクトリア・チュイリエ (Victoria

Thuillier)

LRF デーリー・スウェーデン (LRF Dairy

Sweden)、スウェーデン・ストックホルム

✉ Victoria.Thuillier@lrf.se

SDGs との整合



要約

2020年の初めに、スウェーデンの牛肉・酪農セクターのステーキホルダーは、2050年までにスウェーデンの牛肉・酪農生産システムの気候への影響を削減する可能性を特定して定量化するプロジェクトを立ち上げました。このプロジェクトは、スウェーデンの牛肉・酪農生産がパリ協定に沿って気候への影響を削減することができ、2050年までに気候中立 (climate neutral) な農場経営を達成できることを示しました。これは、生物多様性、家畜の健康・福祉を損なうことなく、食料とバイオエネルギーの生産を増やしながら行うことができます。報告書とコラボレーションは、スウェーデンの将来に向けた持続可能な食料・エネルギー生産システムにおいて牛の果たす役割を説明するという大きな貢献をしており、今後の成長の機会を示しています。

はじめに

2020年の初めに、スウェーデンの牛肉・酪農セクターのステーキホルダーは、2050年までにスウェーデンの牛肉・酪農生産システムの気候への影響を削減する可能性を特定して定量化するプロジェクトを立ち上げました。このコラボレーションは、この種の最初のコラボレーションの1つであり、牛肉と酪農の生産を全体のシステムの一部として同時に扱う総合的なアプローチが欠落していた知識のギャップを埋めるものでした。削減の可能性は気候の観点から特定されましたが、他の持続可能性の側面も考慮されました。結果は2021年10月に報告書で発表され、農家、政治家、研究機関、大学、および食料サプライチェーンの他のステーキホルダーとの対話に非常に役立ちました。この報告書とコラボレーションは、スウェーデンの将来に向けた持続可能な食料・エネルギー生産システムにおいて牛の果たす役割を説明するという大きな貢献をしています。

材料と方法

この報告書で用いている方法には、文献研究、調査、予測計算、研究者・専門家・ステーキホルダーへの聞き取り、およびワークショップが含まれていました。調査の範囲は、農地から農家庭先まででした。

温室効果ガスはそれぞれのガスの特性と気候への影響が異なるため、3種のガスの温暖化係数を別々に定量化しました。国連の気候変動に関する政府間パネル (IPCC) は、2020年から2050年の間に、二酸化炭素排出量をネットゼロまで削減し、メタン排出量を約65%削減し、亜酸化窒素排出量を約40%削減する必要があると述べています。また、GWP-100を用いてメタン排出量をCO₂換算で表すと、向こう20年間で地球の表面温度に対する一定のメタン排出量の影響が3~4倍過大評価されることも説明されています (Lynch ら、2020年)。スウェーデンの反芻動物の頭数は着実に減少し、同時に生産性は時間とともに増加したため、生物由来メタンの目標として20年間で10%の削減が採用されました (Allen ら、2018年)。

適用可能な気候目標を採用することに加え、将来の持続可能な牛肉と酪農の生産を定義する4つの原則が設定されました。家畜の健康・福祉、地球環境、生産性、および農場の利益です。倫理的に健全で、消費者の間で広く受け入れられる生産システムで自然に行動できる健康な牛が鍵となります。畜産経営は、資源効率を高く、生物多様性と生態系の機能を循環型として維持する必要があります。長期的に持続可能な生産には、農場の収益性と、新しい投資、イニシアチブ、人材参入の機会が含まれます。



持続可能な生産は、スウェーデンおよび世界市場で競争力のある手頃な価格の製品を生み出すため、費用対効果が高くなければなりません。

シミュレーションモデルは、温暖化係数の理論を説明するために開発されました。4つの農場例 (小規模酪農場、大規模酪農場、子牛育成牧場、雄牛肉牛牧場) は、統計に基づいて定義され、スウェーデンの牛肉・酪農セクターを可能な限り代表するものでした。特定の地域を定量化することは困難であり、複雑さを回避するため、2015年~2030年~2050年まで、農場区域はそのまま維持され、農場当たりの飼育頭数も維持されました。

結果

酪農場の例：

- 林業と農業が混在する地域の小規模酪農場：85ヘクタール、飼育中の乳牛60頭、9,900kg ECM (エネルギー調整乳)/年の乳量
- 低地にある大規模酪農場：256ヘクタール、飼育中の乳牛240頭、10,400kg ECM/年の乳量



温暖化係数 (kg ガス/kg ECM)	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	GWP
家畜の健康状態、生涯生産および繁殖	8%	31%	21%	25%
化石燃料を使わない農業	25%	0%	4%	5%
飼料の生産、戦略および成分	57%	0%	31%	18%
メタン削減対策	0%	10%	0%	6%
糞尿管理とバイオガス	-4%	10%	15%	9%
合計	86%	51%	71%	63%
炭素隔離	40%	-	-	8%

表 1—小規模酪農場：すべての温室効果ガスの製品 1 kg 当たりの相対的な加重改善温暖化係数

温暖化係数 (kg ガス/kg ECM)	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	GWP
家畜の健康状態、生涯生産および繁殖	2%	31%	15%	25%
化石燃料を使わない農業	40%	0%	8%	5%
飼料の生産、戦略および成分	47%	0%	30%	18%
メタン削減対策	0%	10%	0%	6%
糞尿管理とバイオガス	0%	9%	15%	9%
合計	88%	50%	67%	63%
炭素隔離	65%	-	-	8%

表 2—大規模酪農場：すべての温室効果ガスの製品 1 kg 当たりの相対的な加重改善温暖化係数

4 つの農場例で定量化された温暖化係数と特定されたイノベーションギャップ。開発の主な分野は次のとおりです。

- 家畜の健康状態と生涯生産
- 健康な牛のための繁殖
- 給餌戦略
- 粗飼料生産
- 飼料成分と飼料添加物
- 化石燃料を使わない農業
- 炭素隔離
- デジタル化、自動化、新技術
- 生物多様性
- 糞尿管理とバイオガス
- 空気や水への養分損失

私たちの結果は、二酸化炭素排出量がゼロに達し、炭素隔離が増加する可能性があることを示しました。メタンの排出量は減少するため、気候への追加の影響は発生しませんが、亜酸化窒素の排出量は IPCC が提唱するよりも早く減少する可能性があります。

考察

パリ協定に沿って排出量を削減し、スウェーデンで 2050 年までに気候中立な農場経営を実現する絶好の機会があります。温室効果ガスを個別に分析することにより、牛の生産からの排出を含むシステムで、よりバランスの取れた結論を引き出すことができます。

「私たちの専門知識を集約し仮定を駆使して得た結果は、将来の事業開発のロードマップとしてだけでなく、政治家や当局への継続的なコラボレーションや知識移転のためのプラットフォームとして活用することができます」

ビクトリア・チュイリエ (Victoria Thuillier)

私たちの専門知識を集約し仮定を駆使して得た結果は、将来の事業開発のロードマップとしてだけでなく、政治家や当局への継続的なコラボレーションや知識移転のためのプラットフォームとして活用することができます。

特定された可能性を実現するには、バリューチェーン全体でのコラボレーションが必要です。将来の持続可能な食料システムと農場の収益性向上には、農場での管理も重要であり、より包括的なアプローチになります。必要な知識や技術の多くはすでに利用可能ですが、今後はさらなるイノベーションと開発が必要です。気候への影響と食料の持続可能性を計算するためのより正確な方法が必要です。牧畜やレイ輪作法（穀物と牧草を交互に栽培する農法）の精密農業を含むデジタル化とセンサーの新技術、そして牛と植物の育種の新開発が必要です。メタン削減方法を含む飼料成分と添加物の分野にも大きなチャンスがあります。粗飼料生産の分野は、いくつかの持続可能性の側面から大きな可能性を秘めています。家畜の健康と生涯生産は引き続き焦点となるでしょう。

農場投資に必要な費用は、サプライチェーンのステークホルダー間で分担しなければなりません。消費者価格のわずかな上昇は、一次生産に直結し、技術の飛躍と酪農乳業セクターのさらなる発展を可能にすることができます。

まとめ

スウェーデンの酪農生産は、将来の持続可能な食料システムを中心です。パリ協定に沿って気候への影響を削減し、生物多様性、家畜の健康・福祉を損なうことなく、食料とバイオエネルギーの生産を増やししながら、2050年までに気候中立な酪農経営を達成することができます。

「世界のメタン収支」の枠組みの中で、最も適切で持続可能な条件の場所により多くの牛を飼育することが重要であり、全体として、これは将来のスウェーデンの酪農生産の成長機会と見なすことができます。

参考文献

<https://www.lantmannen.com/farming-of-the-future/farming-of-the-future-the-report/>

Allen et al. (2018), Climate metrics for ruminant live- stock

<https://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/publications/climate-metrics-for-ruminant-livestock/>

Lynch J, Cain M, Pierrehumbert R, Allen M, 2020, Demonstrating GWP*: A means of reporting warming equivalent emissions that captures the contrasting impacts of short and long-lived climate pollutants, Environmental Research Letters, 15(4)





© LRF Dairy Sweden



米国

学校などでの Let's Eat Healthy イニシアチブの活性化：子どもたちと家族の持続可能で健康的な食事パターンにおける牛乳乳製品の重要な役割

寄稿者

アシュリー・ロサレス (Ashley Rosales)、クリスタル・シェルダン (Kristal Shelden)、メーガン・ホルダウェイ (Megan Holdaway)、シャナン・ヤング (Shannan Young)、トレイシー・メンデス (Tracy Mendez)

カリフォルニア酪農評議会 (Dairy Council of California)、米国・サクラメント

✉ arosales@dairycouncilofca.org

SDGs との整合



要約

国連の持続可能な開発目標を達成するには、持続可能で強靱性のある食料システムを構築するための、協動的で多部門にわたるアプローチが必要です。食料不足と栄養不良の発生率が高まる中、持続可能性の目標を達成しながら、食事の質を高め、栄養の安定供給を確保するための解決策が必要です。持続可能な栄養は、健康的で栄養価の高い食品を入手しやすく、手頃な価格で、文化的に適切なものにすることに重点を置きながら、環境資源の保護と、地域社会の支援もしています。新型コロナウイルス感染症のパンデミックによって引き起こされた公衆衛生危機は、サービスの行き届かない人々の格差を拡大し、特に子どもたちの栄養の安定供給を支援するための課題と機会を提示しています。幼年期の栄養は、学校や人生で成功するための能力に影響を与え、将来の健康状態が決まります。学校はコミュニティの中心であり、子どもたちや家族にサービスと重要なセーフティネットを提供しています。カリフォルニア酪農評議会は、学校環境での栄養を改善する共同ソリューションを見つけるため、Let's Eat Healthy イニシアチブを活性化させました。パンデミックが始まった最中に学校給食へのアクセスを増やす支援を行い、長期の学校閉鎖中に栄養教育をより利用しやすくするために革新し、そして栄養教育と食品へのアクセスをパートナーシップを通じて統合しました。急速に変化する環境で難題のかじ取りをするには、人々と組織が分野を超えて協力し、知識、経験、リソース、専門知識、創造的思考を活用する必要があります。

「栄養価が高く文化的に適切な食品へのアクセスは、持続可能な栄養の核心であり、栄養の安定供給を達成するために不可欠です」

リアナ・ライネッケ (Riana Reinecke)

牛乳乳製品のような栄養価の高い食品、および栄養教育へのアクセスを改善することは、コラボレーションを通じて行うのが最も効果的です。組織は、革新的なソリューションを発見して拡大することにより、子どもたちが健康に成長し、潜在能力を最大限に発揮できるよう支援することができます。

はじめに

カリフォルニア酪農評議会は、生涯にわたる健康的な食習慣の追求を通じて子どもたちや家族の健康を高めるため、他の地方、州、国内および国際組織・機関と協力する栄養団体です。同団体の科学に基づく栄養教育のリソース、「農場から学校へ (Farm to School)」の集会、専門能力開発プログラム、およびオンラインリソースは、カリフォルニアおよび米国全体で数多くの子どもたちと家族を教育し、地域の健康と持続可能な栄養に対する酪農乳業業界の貢献を実際に行っています。

2020年6月、カリフォルニア酪農評議会は、Let's Eat Healthy を立ち上げました。これは、教育者、医療専門家、変革者、コミュニティリーダーを集めて子どもたちと家族の健康を高めるイニシアチブです。Let's Eat Healthy は、健康的な食習慣を教え、動機付けをし、健康的で好ましい食品をカリフォルニアのすべての多様なコミュニティが手頃な価格で入手できるようにすることで、コミュニティの健康を擁護するための多くの専門分野にわたる調整、協力、共創を呼びかけています。

材料と方法

新型コロナウイルス感染症のパンデミックが始まった時に学校が突然閉鎖されたため、数多くの子どもたちの食事サービスが中断されました。カリフォルニア酪農評議会は、家族や学校のコミュニティを支援するため、カリフォルニア乳処理業者委員会 (California Milk Processor Board) と提携して、給食の場所や州全体の啓発キャンペーンに関する情報サイトのランディングページを作成しました。このサイトは、州全体の学校給食の場所に関する情報を提供し、最終的にはフードバンクの場所や遠隔学習の栄養リソースを含むように拡張されました。

カリフォルニア酪農評議会は、教育者とのパートナーシップを通じて、Let's Eat Healthy の幼稚園から高校までの K-12 カリキュラムとリソースを改良し、パンデミック期間中に子どもたちと家族が栄養教育のサポートを確実に受けられるようにしました。改良には、共同制作されたデジタル文書、短くて有益な動画、学年に適したクイズやゲームなど特色あるさまざまなオンラインリソースが含まれ、オンライン学習プラットフォームに簡単に組み込まれました。

Let's Eat Healthy

質の高いリソース



教育者が賛同しました！

教師からのフィードバック：



- 貴重な情報
- 教育基準に適合



「すべてがあります—オンライン (PowerPoints+動画) コンポーネントと学生用ワークブック。」

「すべてのリソースは実用的で、活動と授業計画はオンラインでの使用に適応させることができました。」

教師がプログラムの報告をします



生徒を
引き込む



適切な量の
コンテンツ



発達に応じた授業

教育者ガイドはニーズ
に合っていました

www.HealthyEating.org にアクセスして、無料のリソースを注文してください！

Let's Eat Healthy K-12 教育者調査の結果 (2021年6月)

新しい個別指導テクノロジーガイドでは、教育者がリソースをすばやく簡単に実装できるように、ダウンロードしてオンライン学習プラットフォームやアプリに埋め込むプロセスについて段階的に説明しました。

遠隔学習への移行は、カリフォルニア酪農評議会の Farm to School プログラムである酪農移動教室 (Mobile Dairy Classroom: MDC) にも適用されました。MDC は、生きた乳牛を含む農場体験を生徒に提供し、牛乳乳製品が農場から食卓にどのように届き、それらが健康的な食事パターンにどのように貢献するかを生徒に教える集会です。2020~21 学年度中に、MDC は協力して革新的な仮想フィールドトリップを開始し、集会の従来の経験と仮想農場ツアーを組み合わせました。

結果

食事場所に関する情報のキャンペーンとランディングページは、カリフォルニアの学区とコミュニティにとって貴重なリソースとなり、ウェブサイトへの 467,823 のユニーク訪問者を含む 528,797 アクセスをサポートしました。視聴者の約 40% がスペイン語で情報を求めていました。最もニーズの高い生徒が牛乳乳製品を含む健康的な食事を確実に受け取れるようにするこの取り組みは、個人や組織の協力的で革新的な取り組みのおかげで効果的でした。おそらく一つにはこのような取り組みが功を奏し、2020 年の全国学校給食プログラムへの参加は、カリフォルニア州では国内平均よりも減少していませんでした。

遠隔教育モデルへの移行により、教師は栄養価が高く高品質の食品を含む健康的な食事パターンについて子どもたちや家族に指導し続けることができました。直接会えないという難しい状況にもかかわらず、オンライン学習にリソースを適応させ、栄養について教え続ける教育者の共同の取り組みにより、2020~21 学年度中に 440 万人のカリフォルニアの生徒と

家族が Let's Eat Healthy の栄養リソースを利用することができるようになりました。22 万 5,000 人を超える生徒、家族、教室が、農場からのライブストリームの視聴を通して、酪農家や農業インストラクターと関わりました。

考察

人々が支援を受け、栄養価が高く文化的に適切な食品に確実にアクセスできるようにすることは、持続可能な栄養の核心であり、栄養の安定供給を達成するために不可欠です。学校は、特に社会経済的に恵まれない地域や食料不足の家庭に住む人々に栄養のある食事を提供することにより、子どもの全体的な健康と福祉を支援しています。学校給食プログラムへの生徒の参加は、牛乳乳製品、果物、野菜、および全粒穀物の摂取量の増加に関連しています。これらの食物グループは、日常的に不足している重要な栄養素の摂取をサポートしており、学校給食を多くの子どもたちにとって重要な栄養源にしています。

栄養教養を教えることも、持続可能な栄養に取り組むためのソリューションの一部です。教師は子どもの知識と食習慣に重要な貢献をすることができ、子どもたちが学んだスキルと積極的な健康行動は、身体的、社会的および情緒的健康、そして学業の成功をサポートします。今後は、従来の学習環境と新しい学習環境の両方、および学校環境の外にいる子どもたちが仮想リソースにアクセスできるようにすることが重要です。

仮想フィールドトリップは、パンデミックが過ぎても、それ以外の方法では参加できない可能性のある学生の教育機会へのアクセスを増やすための重要なツールであり続けます。Farm to School プログラムを通じて持続可能な栄養を教えることは、農業と生徒が食べる食品との間の知識のギャップを埋めるのに役立つ、健康的な食事で農業が果たす役割についての認識を高める一方で、仮想形式のおかげで、より多くの生徒と家族、そして世界中のコミュニティが体験学習にアクセスすることができるようになります。

まとめ

Let's Eat Healthy イニシアチブは、新型コロナウイルス感染症のパンデミック期間中に現れたような適応することが難しい問題に対処するための創造的な解決策を見つけるために、人々を集める手段の 1 つです。

カリフォルニア酪農評議会は、学校の環境で栄養、および牛乳乳製品へのアクセスを改善するソリューションを見つけるため、Let's Eat Healthy イニシアチブを活性化させました。パンデミックが始まった最中に学校給食へのアクセスを改善する取り組みを行い、長期の学校閉鎖中に栄養教育をより利用しやすくするための革新をし、そして栄養教育と食品へのアクセスを創造的なパートナーシップを通じて統合しました。

多くの専門分野の整合の取れた戦略により、適応が難しい問題を克服することに焦点を当てたコラボレーションの成功は、子どもたちと家族の教育、健康、ウェルネスの成果にプラスの影響を与える機会を生み出し、学校環境内外の栄養ニーズをサポートします。急速に変化する環境で難題のかじ取りをするには、人々と組織が分野を超えて協力し、知識、経験、リソース、専門知識、創造的思考を活用する必要があります。健康的な食品と栄養教育へのアクセスを改善することは、コラボレーションを通じて行うのが最も効果的です。子どもたちが確実に支援を受けて必要な栄養価の高い食品を入手できるよう、革新的なソリューションを発見し状況に応じた対応ができるのは、組織ならではのことで

参考文献

1. United States Department of Agriculture; Food and Nutrition Service. Child Nutrition Tables. Available online: <https://www.fns.usda.gov/pd/child-nutrition-tables> (accessed 9 March 2022).
2. Au L.E.; Gurzo K.; Gosliner W.; Webb K.L.; Crawford P.B.; Ritchie L.D. Eating School Meals Is Associated with Healthier Dietary Intakes: The Healthy Communities Study. *J. Acad. Nutr. Diet.* 118:1474-1481 (2018).
3. Cotton W; Dudley D; Peralta L; Werkhoven T. The Effect of Teacher-Delivered Nutrition Education Programs on Elementary-Aged Students: An Updated Systemic Review and Meta-Analysis. *Prev. Med.* 20:101178 (2020).
4. Centers for Disease Control and Prevention; CDC Health Schools. School Nutrition and the Social and Emotional Climate and Learning. Available online: https://www.cdc.gov/healthyschools/nutrition/school_nutrition_sec.htm (accessed on 9 March 2022).





安全で持続可能な酪農乳業で世界に栄養を供給する支援を行っています

IDF は、酪農乳業チェーンのすべてのステークホルダーのための科学的・技術的専門知識の優れた情報源です。1903 年以来、IDF は、安全で持続可能な乳製品でどのように世界に食料供給を支援するかについて、全世界の総意に到達するための仕組みを酪農乳業セクターに提供してきました。

IDF は、酪農乳業セクターのために科学に基づく規格開発を行う国際機関として認められており、世界の乳製品が安全で持続可能であることを確保するため、適正な政策、規格、慣行、および規制の確実な実施において果たすべき重要な役割があります。



国際酪農連盟

70/B, Boulevard Auguste Reyers
1030 Brussels - Belgium
Tel : +32 2 325 67 40
Email : info@fil-idf.org

 @FIL_IDF

 International-dairy-federation

 @international dairy federation

 www.fil-idf.org