

By Denmark

WHITE PAPERS

for solutions of tomorrow

機能性素材

持続可能な飼料・食品生産を
目指す、先導的な技術革新

この白書の概要

- 革新的な機能性素材はパートナーシップから
- 「すべての人に健康と福祉を」を実現する
- 持続可能な食料供給のための優れたソリューション



Solutions of tomorrow
By Denmark

機能性素材

先導的な技術革新～持続可能な飼料・食品生産を目指して

Version 1.0, 2020

写真(著作権)

Chr. Hansen (表紙写真)

編集長

Food Nation

技術編集者

The Danish Veterinary and Food Administration (DVFA)

- part of the Ministry of Environment and Food

編集者

Danish Agriculture & Food Council	Ole Vangsted Ellefsen, ovel@lf.dk
Danish Veterinary and Food Administration	Tanne Severin Holm, TADHO@fvst.dk
Confederation of Danish Industry	Hanne Benggaard, hanb@di.dk
The Technical University of Denmark	Egon Bech Hansen, egbh@food.dtu.dk
Arla Foods Ingredients Group	Lone Estrid Sommer, les@arlafoods.com
Chr. Hansen A/S	Esben Laulund, dkel@chr-hansen.com
Essentia Protein Solutions	Irene Plats, Irene.Plats@essentiaproteins.com
KMC	Hugo Nielsen, hun@KMC.DK
Marine Ingredients Denmark	Anne Mette Bæk, amb@maring.org
Novozymes A/S	Kasper Bruun Knudsen, kabk@novozymes.com
Palsgaard A/S	Phil Witcomb, pwi@palsgaard.dk
Vilofoss	Jacob Dall, jda@vilofoss.com

情報提供者

AAK Denmark A/S	www.aak.com
Cp Kelco A/S	www.cpkelco.com
Danish Protein Innovation	www.proteininnovation.dk
Danish Technological Institute	www.dti.dk
Dupont Nutrition & Biosciences	www.dupontnutritionandbiosciences.com
Hamlet Protein A/S	www.hamletprotein.com

本白書のダウンロード先

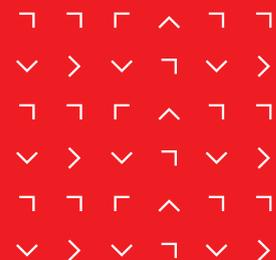
Download this white paper and other related publications at

www.foodnationdenmark.com

詳細な情報

To order copies of this white paper or request information about other related publications, please contact Food Nation at foodnation@foodnationdenmark.dk

© Copyright Food Nation 2020



要約

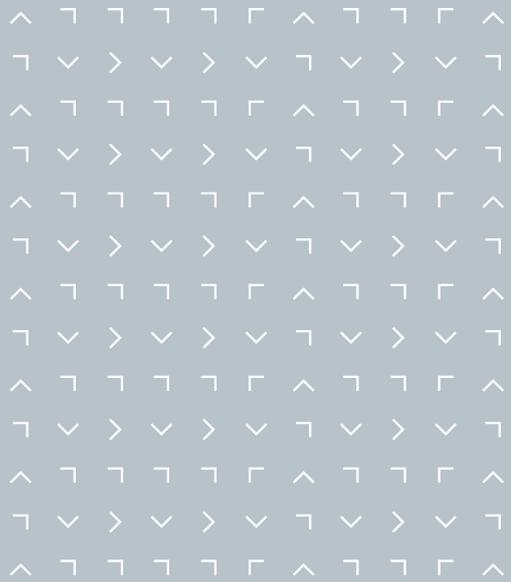
デンマークの機能性素材は、世界の飼料や食品産業が直面している課題に対し、幅広く総合的なソリューションを提供します。安全で持続可能な食料供給への需要が世界中で高まる中、デンマークの機能性素材企業のソリューションによって、飼料や食品の生産者は栄養価の高い原材料の調達やその有効利用が可能になります。また、消費者だけではなく家畜の健康を確保し、その福祉を促進できるようになります。

デンマークの機能性素材企業は、飼料や食品の世界市場で大きなシェアを占めています。これは、彼らのバイオサイエンスの技術力や業種間の協業によるものです。彼らは顧客と一緒に、世界の食料生産のための新しい目標を設定しています。本白書では、そのような最近のソリューションをいくつかの事例として紹介します。

このデンマーク的ビジネス手法によって、将来を見越した研究開発が可能になり、その結果を即座に革新的製品として商品化することができます

世界で食に関わる事件が起きるたびに、安全で高栄養価・高品質の食品の重要性、さらに、基準を満たさない場合の地球や人の健康へのリスクを思い知らされます。デンマークでは、機能性素材企業が飼料・食品生産者、大学及び政府当局と提携して、このようなリスクの防止または最小限化を可能にするソリューションを生み出しています。このデンマーク的ビジネス手法によって将来を見越した研究開発が可能になり、その結果を即座に革新的製品として商品化することができます。

デンマークでは、機能性素材産業は政府の国家優先分野です。この分野の戦略目標は既に設定・実施されており、業界としての成長や国連が掲げる持続可能な開発目標（SDGs）への貢献を支援しています。



目次

序文

第1章 革新的な機能性素材はパートナーシップで
食料供給の課題は協業によるソリューションで

第2章 飼料から食品まで、最高品質のものだけを提供する
飼料・食品の安全を保証する国際基準を牽引する

第3章 「すべての人に健康と福祉を」を推進する
革新的な機能性素材を支えるバイオサイエンス

第4章 持続可能な食料供給のための優れたソリューション
循環型経済に向けた重要なステップ

第5章 変わりゆく世界の需要、その一歩先へ
科学を応用に導く経験と実績

第6章 機能性素材への投資は国家の優先事項
次世代を育成するための戦略

SDGsを達成するための支援

デンマークはどのように貢献しているか？

国連は17の持続可能な開発目標（SDGs）を掲げ、地球規模の課題に対する共通の枠組みを構築しました。デンマークの機能性素材業界は、他の食分野の利害関係者とともにSDGsを採用しています。今では、SDGsを指針とし、飼料及び食品の生産工程を最高水準に引き上げ、研究開発に適切な優先順位を付け、さらに、持続可能な未来に向けた革新的な目標を設定することを目指しています。



食品分野の効率的で持続可能な業界であれば、17のSDGsすべてに直接的または間接的に貢献するでしょう。一方、デンマークの機能性素材産業の場合は、際立った貢献が期待できる具体的なSDGsがあります。例えば、SDG2「飢餓を終わらせ、食料安全保障及び栄養改善を実現し、持続可能な農業を促進する」、SDG3「あらゆる年齢のすべての人々の健康的な生活を確保し、福祉

を促進する」、SDG12「持続可能な生産消費形態を確保する」などです。

2030年の野心的な目標達成には、国際レベルの支援とパートナーシップが必要です。「食のバリュー・チェーン(Food value chain)」全体における協業だけではなく、産業界、学界、保健NGOs及び政府間の広範な協力体制がデンマークの機能性素材

産業の際立った特徴です。この協力体制がデンマーク国内及び国際社会における主導的な役割を高め、SDG17「実施手段を強化し、持続可能な開発のためのグローバルなパートナーシップを活性化します」に直接的に貢献します。

序文



世界の食料供給には多くの課題がある一方、新しい機会に満ちています。デンマークの機能性素材業界は、革新的で持続可能なソリューションの提案で実績を誇ります。

世界の飼料・食品業界において、デンマークは革新的な機能性素材をリードする国の1つとして知られています。現在、デンマークの機能性素材企業はその生産量の70%を輸出しており、世界市場において高いシェアを占めています。このデンマークのソリューションによって、農家、飼料生産者及び食品企業は、安全で栄養価の高い持続可能な食料を供給することができ、これは、世界の人口が増え続ける中で人々の食料確保に繋がります。

デンマークの機能性素材産業は、食品の生産効率と品質を向上させる優れたソリューションを提供します。高い専門性を生かして、酵素、カルチャー（乳酸菌）、タンパク質素材及びその他の機能性素材の開発をリードし、それらは高栄養価で美味しい食品の製造に応用されています。また、タンパク質素材、酵素及びビタミンについては、家畜飼料用にも用いられています。飼料の品質を高めることは家畜の成長や福祉（アニマルウェルフェア）の促進に繋がります、これは食肉・乳製品の生産における食品安全基準を高める第一歩になります。

機能性素材によるソリューションは、飼料や食品に機能的な付加価値を与えるだけではありません。ソリューションの多くは、廃棄量の削減や保存期間の延長によって食品原

料を最大限に有効利用することができます。また、機能性素材企業によっては、他の食品生産から排出される副産物を利用して商品を生産する場合もあります。例えば、革新的な機能性素材であるホエイプロテインは、チーズ製造から排出されるホエイを利用して生産され、また、水産加工の残渣はリサイクルされて動物飼料用の栄養豊富な魚粉になります。

協業戦略

他の業種と同様、機能性素材業界はその競争力を維持するために、関連する業界パートナー、学界、公的機関及び政府と横断的な協業を行っています。このような相互の知識共有や共同研究・開発はすべてデンマークの文化的伝統の一部であり、これは150年以上前に初めて設立された農業従事者所有の協同組合に根ざしています。

デンマーク政府は、機能性素材業界と緊密に協力し続ける必要性を認識しています。これは、この業界が飼料や食品の生産における将来の方向性の設定に重要な役割を果たしているからです。このような背景から、政府は2019年に機能性素材戦略を新たに設定しました。この戦略では、政府がこの業界の成長を支援し、健康と持続可能性の向上を可能にする革新的なソリューションである、機能性素材の利用を促進します。

強力な価値提案

何世代にも亘って、デンマークの機能性素材産業は「農場から食卓まで（farm to fork）」の食品流通における新たな課題や機会に柔軟に対応し、その適応性を示してきました。今では、これは強力な価値提案です。

革新性を掲げ続けることにより、デンマークは機能性素材によるソリューションの最前線に立ち、国連のSDGsに貢献します。その目的は、飼料・食品生産の気候への影響を軽減し、すべての人が安全で健康的な食品を手にすることができ、または、消費者が生涯に亘り必要な栄養を取得できるようにすることです。

この白書はデンマークの機能性素材産業の概要を示すとともに、機能性素材によるソリューションを紹介しています。これらのソリューションは未来の安定した持続可能な食料供給に貢献し、「グリーンへの移行（Green Transition）」において重要な役割を果たすと確信しています。この白書が、デンマークの機能性素材に対するご理解の一助になれば幸いです。

ラスムス・プレン

デンマーク食料・農業・水産大臣

Rasmus Prehn

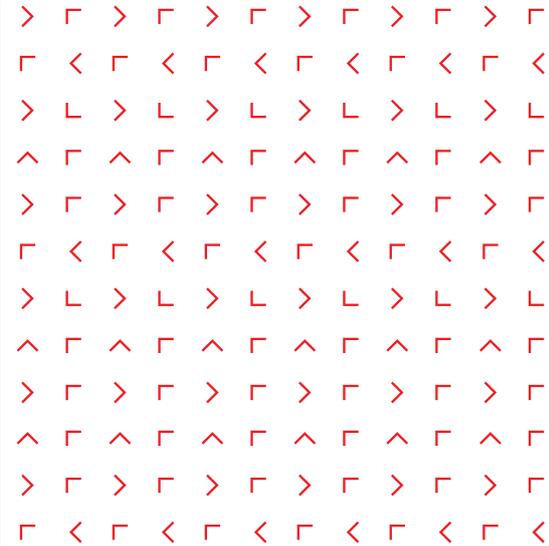
Minister for Food, Agriculture and Fisheries of Denmark



第1章

革新的な機能性素材は パートナーシップで

食料供給の課題は協業によるソリューションで



デンマークは、機能性素材によるソリューションで高い評価を得ています。そのソリューションは、畜産農業や食品生産において「少ない資源で高生産 (more with less)」を可能にし、安全で栄養価が高く、美味しい食料を消費者に届けることができます

安全で安定な食料供給に対する需要は世界的に増加しており、地球の資源を逼迫しています。農家や食品生産者の課題は、世界の人口増加に対応した十分な食料を持続可能な方法で生産することです。機能性素材は、その問題に対する多くのソリューションで中心的な役割を果たしています。

科学に基づく革新という

デンマークの伝統は、世界の文化を越えて広がっています

デンマークは、世界的に見て機能性素材企業が多く、専門性が高いことで知られています。これらの企業は、知識と革新的なソリューションのためのビジネスエコシステム（課題を解決するための業界を超えた連携）を形成し、例えば、家畜飼料の消化性や生産効率性を高め、食品では独特の味や食感の付与、または、栄養価を高めるソリューションを提供しています。

急速に進展する市場動向、法律の変更、サプライチェーンの透明性を求める消費者の要求など、飼料・食品の生産者が対応しなければならない課題は数多くあり、デンマークの機能性素材企業はそれらに対してソリューションを提供しています。また、「少ない資源で高生産」という機運が高まる中、機能性素材は食品の安全性を保ちながら廃棄量の削減を可能にしています。

長年に亘り、デンマーク企業は飼料・食品用の機能性素材の世界市場で大きなシェアを獲得してきました。それらの企業の多くは、国内及び世界の食料供給の向上に貢献することが証明されており、各々の分

野を牽引しています。彼らの持続可能性に対する取り組みも注目されています。カナダの出版社、Corporate Knights社が毎年ダボス会議で発表する「世界で最も持続可能な企業100社」において、デンマークのバイオサイエンス企業の数社は2020年、10位以内にランクインされました。

協業が主導する革新

デンマークが世界の機能性素材産業で主導的な地位を占めている最大の理由の一つは、「食のバリュー・チェーン (Food value chain)」全体で行われている緊密な協業にあります。デンマークの機能性素材業界では多くの場合、政府当局や科学研究機関などと意欲的に協業し、革新的な技術や知識を生み出しています。

例えば大学との共同研究で、地球の気候に優しい新しいタンパク質源を牧草から探索、また、NGOとの協業でエチオピアの栄養失調の子供たちのため、手頃な価格のヨーグルト生産におけるホエイプロテインの有用性の研究を行なっています。一方、新しい家畜飼料用の機能性素材を開発・試験するためには農家との強い協業が必要です。その中には、ジャガイモからデンプンを抽出した後の副産物を家畜飼

料に利用する際、その副産物の消化性を高めるために酵素を利用するという事例があります。

監督当局として、新規の食品や飼料添加物の承認はデンマーク獣医食糧庁 (DFVA, Danish Food and Veterinary Administration) が行なっています。機能性素材企業は、当局との相互信頼や組織の開放性の精神に基づく横断的な協力関係によって、新しいソリューションを提供する機能性素材が市場に導入されるまでの時間短縮等、新しい課題に対して迅速に対応できるようにしています。

多くのニーズのために

食品製造者は、地域で異なるニーズに対応するビジネスを行っています。そのようなニーズに応えるため、デンマークの機能性素材企業の多くが集まって国際イノベーションセンターを設立しました。目的は、地域のトレンドや嗜好に合った食品のための機能性素材を見つけることであり、多くの場合、地元で育まれた原材料を元にしていきます。このような地域・世界の垣根を越えた取り組みにより、科学に基づく革新というデンマークの伝統はさらに広がっています。



持続可能な開発という目標を達成するには、政府、民間企業及び市民社会の間の包括的なパートナーシップが必要です。それぞれのパートナーシップに共通しているのは、人類と地球を中心としたビジョン、価値観及び目標の共有です。このようなパートナーシップを長年に亘って推進することにより、デンマークの機能性素材産業は、次のようなターゲットに貢献します。

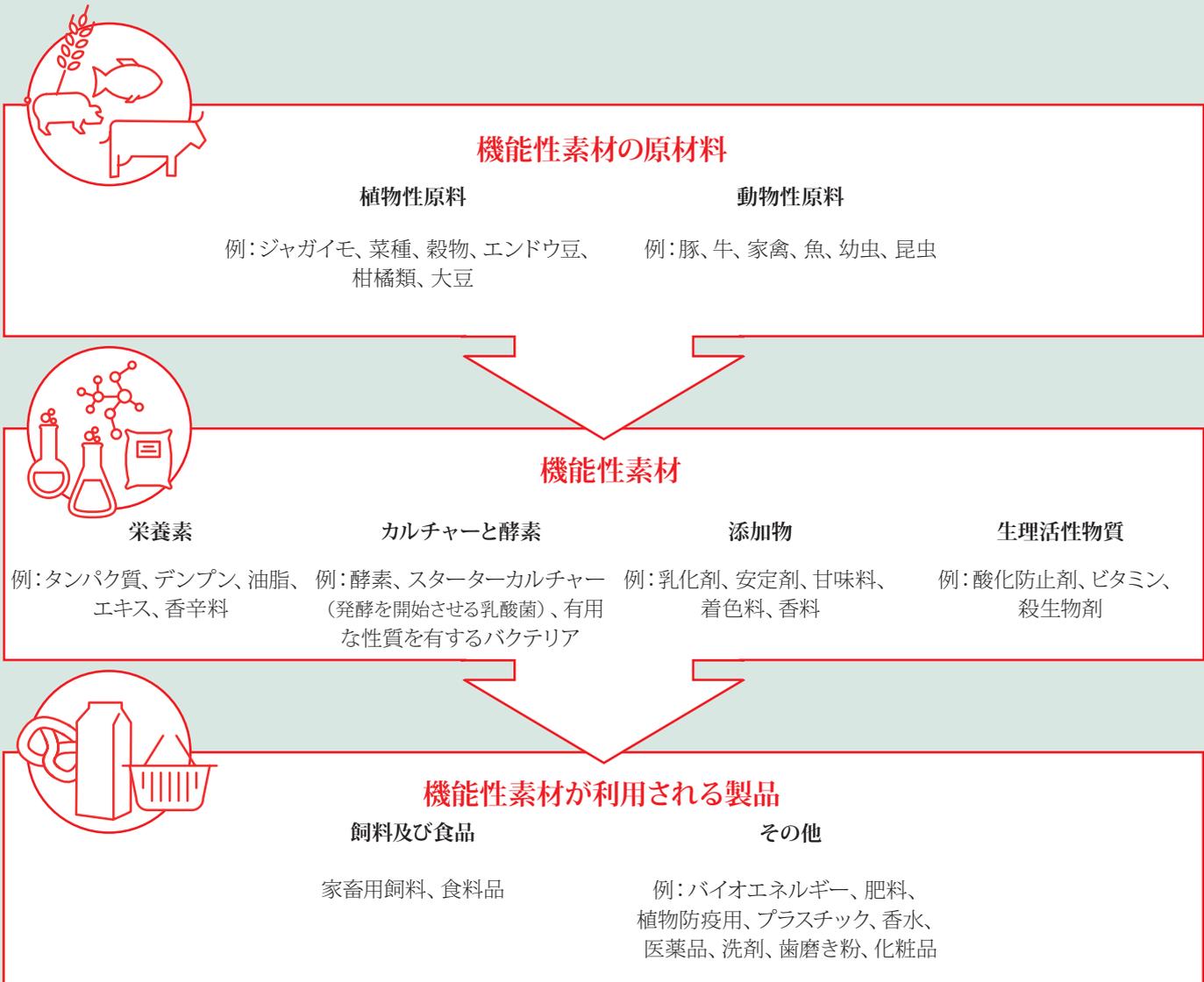
17.17 効果的な公的、官民及び市民社会のパートナーシップを奨励・推進する。

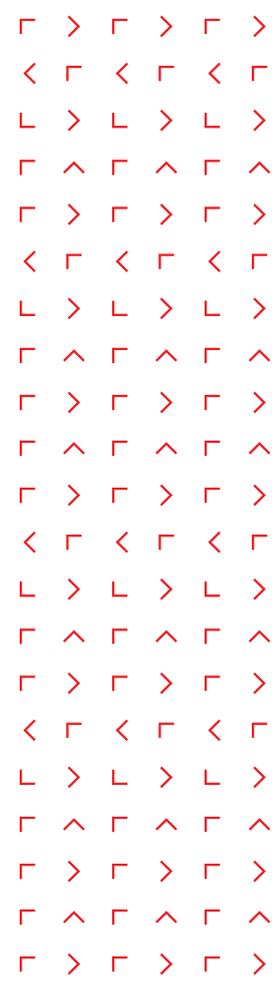
デンマークの機能性素材 ～ 原材料から製品まで

デンマークの機能性素材産業は、飼料や食品に特徴ある機能や栄養価を付加する製品を生み出しています。

食品用の機能性素材は消費者の期待に応えるために、例えば、利便性、外観、味、食感及び栄養特性などを高めるために使用されます。また、食品生産の加工助剤として使われることもあります。

飼料用の機能性素材は、家畜の栄養必要量を満たす一方、福祉と生産性を向上させ、畜産生産による環境負荷を低減させます。以下に示すとおり、機能性素材は、食品や飼料だけではなく幅広い製品に利用されています。





地元で生産できる 持続可能なタンパク質源

デンマークでは、地元で生産できる持続可能な植物性タンパク質の探索を意欲的に取り組んでいます。これは飼料や食品に利用するためであり、開発を促進するために機能性素材企業、飼料・食品企業及び大学が協力し、2018年にDanish Protein Innovationを設立しました。

現在、飼料用タンパク質源として最大の可能性を秘めているのは牧草です。豚や家禽は牧草そのものを消化することができませんが、牧草をバイオ処理（グリーンバイオ精製）した牧草のタンパク質濃縮物は、これらの家畜の飼料に適していることが実証されています。これは、オーフス大学のパイロット試験の結果です。さらに精製を加えれば、このタンパク質は人の食料になる可能性があります。

機能性素材企業、飼料・食品企業及び大学が手を組んで、地元で生産できるタンパク質源を開発します

タンパク質を抽出した後の牧草残渣は牛の飼料に適しています。また、その絞り汁はバイオガス生産に利用できるため、牧草のすべての部分が利用されることになります。



Photo: Food Nation

他の農企業の協力や公的助成金の支援を受け、農業協同組合企業であるDLG社は、デンマーク初の商業用グリーンバイオ精製所を設立しました。この企業の最優先事項は、農薬や窒素肥料なしで栽培できるクローバーやアルファルファから、家禽や牛用の有機タンパク質飼料を生産することです。まずはこれらの作物を2,000ヘクタールの土地で栽培し、年間4,000トンのタンパク質生産を目指しています。

今後、グリーンバイオ精製はトウモロコシ生産の一部を牧草に転換する可能性があります。牧草は、CO₂として吸収した炭素を土壤に戻すことによってCO₂減少させるため、環境面での大きなメリットが期待できます。さらに、無農薬で牧草を生産することによって腐植土が改善され、土壤微生物の多様性を増すことができます。

Danish Protein Innovationの事例

公平さが生む、 高品質な固形油原料



Photo: Charlotte Kropffoller

植物油脂会社であるAAK社が西アフリカでコロ・ナファソ計画を開始して以来、現地の数多くの女性たちは安定した収入を得て、子供たちを学校に通わせることができるようになりました。

女性たちは、サヘルベルトに自生するシアの木のカーネルを採集することで生計を立てています。コロ・ナファソを通じ、AAK社はこのシアカーネルを彼女たちから直接、公平な価格で買い取るようになりました。

シアカーネル(シアの木のカーネル)は、持続可能な優れた植物油脂の供給源です

この計画は売買だけのためではありません。現地に派遣されたAAK社の社員は女性たちに農業の正しい実践方法を教え、また、シアカーネルを効率的に茹でるためのロケットストーブの作り方など、有用技術の訓練も行っています。これらの活動は、AAK社が高品質な原材料を用いて製品を製造するための、重要な第一歩です。

AAK社とその顧客にとって、主要原材料のトレーサビリティと安定供給が完全に確保されていることは重要です。これらを原材料として製造されたAAK社の特選固形油は、チョコレート菓子や化粧品製造に有用なソリューションを提供しています。

シアカーネルは、土地の開墾やプランテーションを必要としないシアの木から採集されるので、持続可能性が非常に高い植物油脂の供給源と言えます。AAK社は、世界の Sheaカーネル貿易で大きな取引シェアを持ち、輸入された Sheaカーネルは彼らの大規模工場加工されています。そのうちの約10%は、コロ・ナファソ計画に参加する23万人以上の女性たちから届きます。

AAK社の事例

国境を越えたチームが 新たなケーキブランドを 創り出す

フィリピンの乾麺やビスケットの大手製造企業がソフトケーキに進出することを決めた時、大きな国際業務提携が始まりました。このフィリピン企業は、デンマークの乳化剤・安定剤製造企業である Palsgaard社の現地支社に連絡を取り、彼らに製品開発の協力を依頼したのです。

Palsgaard社は、シンガポールとデンマークにある応用研究センターの技術者に連絡し、その専門知識を結集しました。その後、この研究チームは顧客の製品開発チームと協力し、マモンケーキという新しいケーキブランドの生産ラインの開発を開始しました。Palsgaard社の研究チームはまた、生産ライン用設備の選択やパイロット生産にも協力しました。



Photo: Palsgaard

技術的な連携を密接に行うことにより、顧客の製品開発に協力します

このケーキブランドは現在、開発を依頼したフィリピン企業の製品の中で一番の人気商品となり、世界中に輸出されています。

製品開発における顧客との強いパートナーシップは、Palsgaard社が選ばれた理由の1つに過ぎません。世界で注目されているCO₂排出量を最小限にするための対応も理由として挙げられます。

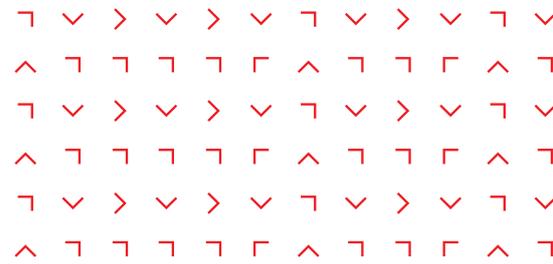
2018年から、Palsgaard社のすべての機能性素材製品のラベルに「CO₂ニュートラルな工場生産」と記載できるようになりました。この企業は数年に亘り、風力エネルギー、ソーラーパネル、バイオガスなどへの投資を続けてきた結果、計画より2年早くカーボンニュートラルな生産という目標を達成したのです。

Palsgaard社の事例

第2章

飼料から食品まで、 最高品質のものだけを 提供する

飼料・食品の安全を保証する国際基準を
牽引する



デンマークの機能性素材技術は、高い品質と安全性のための最高基準を設定し、世界中の飼料・食品生産者から信頼を得ています。

食中毒を引き起こすような食品や偽装食品は、深刻な健康被害をもたらし、貿易障壁を生じさせるといふ、計り知れない問題を引き起こします。食品偽装の報道を耳にするたびに、消費者の間では、手にした食品がどこから来て何が含まれているのか、また、ラベルに何が書かれているのかを知りたいという思いが強くなります。

デンマークの機能性素材産業の特徴は、品質と安全の基準が非常に高いことであり、この評判が世界市場への展開を可能にし、信頼を築いてきました。今日、この信頼性の高い基準によって、デンマーク企業は世界で最も厳しい食品安全当局の要求を満たす機能性素材を供給できるようになりました。

手軽で本格的な料理

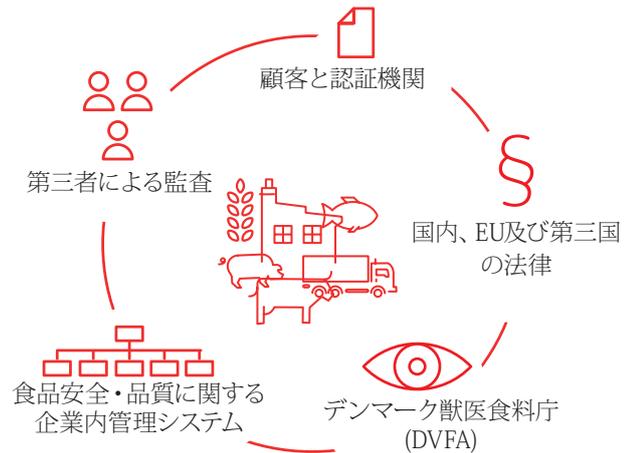
都市化によって人々が都市に多く集まるようになり、インスタントあるいは数分で調理ができる手軽な加工食品への需要が世界的に急上昇しています。消費者は同時に、可能な限り自然に近く本格的な食品を求めています。また、食品ラベルに記載されている原材料は消費者にとって身近なもので、ラベルの記載は短いものが求められます。

デンマークの機能性素材企業は、消費者が求める味と栄養価を維持しながら最小限の加工で、保存中の食品を腐敗から防ぐソリューションを生み出しています。食肉製品の酸化防止剤として機能する天然ローズマリーエキスはこの例の1つです。また、牛肉や鶏肉のスープストックから作られた天然の風味増強剤は、インスタント食品に家庭の味を再現させることができます。

効率的な自己評価システム

「農場から食卓まで」における安全性を最大限に高めるために、飼料用の機能性素材には衛生及び品質管理上の厳しい基準が課せられ、家畜の健康へのリスクを排除しています。飼料用の機能性素材に関わる企業は全て、デンマーク獣医食料庁 (DFVA) の登録または承認を受けなければなりません。

360度評価「飼料・食品のバリュー・チェーン」における品質・安全システム



監督当局、農家、飼料・食品生産者及び機能性素材生産者の協力により、「飼料・食品業界のバリュー・チェーン」全体で、これらの高い基準が維持されています。この基準には、効率的な自己評価システムが含まれており、個々の機能性素材企業はリスクを特定し、現行の法律に沿った製品の品質を保証する責任があります。このようにして、機能性素材産業は飼料・食品生産の安全レベルを押し上げ、食品の安全性、衛生及び品質の国際基準の向上に貢献しています。これは、世界190カ国以上に輸出される際に添付される「デンマーク獣医健康証明書」の高い信頼性及びその維持のために不可欠です。

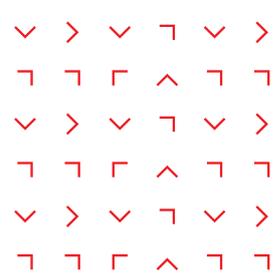
デンマークの機能性素材産業は、品質と安全の基準が非常に高いことが特徴です

デンマークの機能性素材企業は幅広い研究開発を行うことにより、現在進行中の飼料・食品の課題に対する新たなソリューションを生み出し続けています。これらの革新的な機能性素材技術によって、飼料・食品の生産者は消費者の品質に対する要求を満たし、食品安全への取り組みを強化することができます。



世界の食料や農業の仕組みには変革が必要です。これは、現在飢餓状態にある8億2,000万人以上の人々、さらに、2050年までに栄養不足に陥ると予想される20億人以上の人々のために、安全で栄養価が高い食料を十分確保するためです。食品の品質と安全性を向上させ、地元の食料の有効利用のためのソリューションを提供することにより、デンマークの機能性素材産業は、以下のようなターゲットに貢献をしています。

- 2.1 飢餓を撲滅し、すべての人々が一年中安全かつ栄養価が高い食料を十分得られるようにする。
- 2.4 持続可能な食料生産システムを確保し、生産性と生産量を向上させる強靱な農業を実施する。



海から得られる 栄養豊富な機能性素材



魚粉や魚油は、陸上養殖魚や家畜の飼料として、非常に価値のある機能性素材です。これらに含まれるアミノ酸やビタミン、ミネラルなどは、養殖魚及び家畜の成長や生理機能に欠かせないものです。そのため、これらの機能性素材の生産過程において、高い栄養価と安全性を確保することは最重要課題となっています。

デンマークは、魚粉及び魚油の生産でヨーロッパを牽引し、その総輸出額は約5億5,600万米ドルに達します。デンマークの2大生産者である TripleNine社とFF Skagen社は、これらの機能性素材を飼料用及びペットフード用として世界中に供給しています。

両社が機能性素材の原材料として用いているのは、主に、ほとんど食用にならない魚または水産加工から排出される魚の残渣です。これらの原材料は、魚粉や魚油の生産に欠かせないものです。生産された機能性素材は魚に不可欠な栄養素を含有するものとして、特に急成長を続ける世界の水産養殖業に供給されています。

「**継続的な品質管理によって、機能性素材の原材料は常に新鮮でトレーサビリティが確保されています**」

品質管理が継続的に行われているため、原材料は常に新鮮でトレーサビリティが確保されており、機能性素材の品質や安全性は常に最高基準を満たしています。さらに、海洋生態系への影響を最小限に抑えた責任ある原料調達に、この高品質を後押ししています。そのため、両社はIFFO RS (International Fishmeal and Fish Oil Organization Standard for Responsible Supply) 認証やMSC (Marine Stewardship Council、海洋管理協議会) 認証を受けた水産原料の調達に努めています。

TripleNine社とFF Skagen社の事例

食肉中の病原菌と戦う 有用なバクテリア

病原菌を排除するため、他のバクテリアと戦わせるバイオプロテクションという方法が最良である場合があります。デンマークの機能性素材企業、Chr. Hansen社は20年以上に亘り、病原菌から特にベーコンや発酵肉を守るためにこの方法の改良を行ってきました。

最初のきっかけはコペンハーゲン大学における研究でした。その後、デンマーク工科大学と食肉産業との共同研究から、抗菌活性を有する乳酸菌が食肉製品中に存在することが明らかになりました。

有用な乳酸菌は、食品中の有害な微生物の汚染を防ぎ、腐敗を阻害します

この研究はさらに、ヒト病原菌であるリステリア・モノサイトゲネス菌を排除し、他のバクテリアが生存できない環境でも生存可能な乳酸菌の発見に繋がりました。

Chr. Hansen社は現在、有害微生物汚染を防ぎ、腐敗を阻害する乳酸菌を豊富に取り揃えています。彼らの製品群の中にあるベーコン・サラミ用の乳酸菌を用いた場

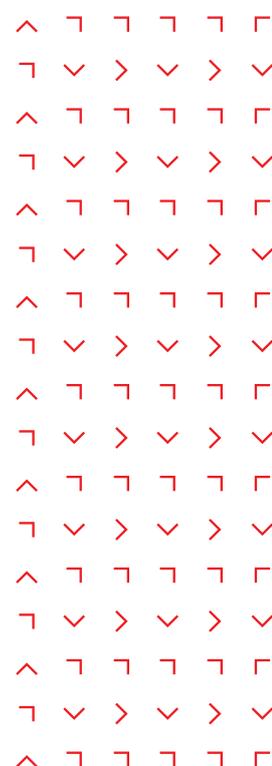
合、他の添加物を使用せずに、色、風味及び食感を向上させるという付加的な効果も得られます。

食肉生産者は、このようなソリューションを有効に活用しています。バイオプロテクションは、食品の安全性と品質を高く均一に保つ重要な手法になっています。

Chr. Hansen社の事例



Photo: Chr. Hansen



第3章

「すべての人に健康と福祉を」 を推進する

革新的な機能性素材を支える
バイオサイエンス



家畜生産における福祉の向上から、消費者のニーズに応える高栄養価で美味しい食品まで、デンマークの機能性素材産業はあらゆるソリューションを提供します

健康状態の維持や生活習慣病（肥満、心血管疾患、2型糖尿病、特定の癌など）の予防における食生活の重要性は、世界中で認識されるようになってきました。現在、小児期や老年期といった特定の年代で必要な栄養を食品から摂ることができるようになっています。栄養や健康を謳った食品が市場に出回るようになるにつれ、多くの消費者は栄養補助食品よりもそのような食品を好むようになっていきます。

食品の栄養価を向上させるには、デンマークの機能性素材産業は欠かせません。例えば、彼らのソリューションは消費者が好む味を損なうことなく減塩や低糖を可能にしました。また、近年の新しい技術によって、高品質を保ちながらグルテンフリーのパンや乳糖フリーの乳製品を生み出し、食物アレルギーや乳糖不耐症の消費者が利用できる食品の選択肢を広げています。

多くの機能性素材企業はバイオサイエンスを利用し、消費者の健康維持に直接効果をもたらすような商品の開発を行なっています。その有効性を実証するための臨床試験は主に外部の研究パートナーと協力して実施され、その結果は証拠資料として文書化されています。試験対象の例としては、世界的に市場が成長しているホエープロテイン、食物繊維及び乳酸菌などがあり、また、食品や飲料の栄養価を高める必須ビタミンやミネラルも検討されています。

家畜を健康に育てるための栄養素

畜産農家にとって、家畜の健康と福祉は最重要課題です。ここ数十年で抗生物質の使用が新たに規制され、また、抗生物質耐性の脅威が世界的に強く認識されるようになったことで、畜産業のあり方が大きく変化してきました。デンマークの養豚農家は、動物の健康を損なうことなく抗

生物質の使用量を過去10年間で30%以上削減してきました。これは新しい規制の実施に合わせて、段階的に使用料を削減した結果です。このような努力から、デンマークの畜産における抗生物質の消費量は現在、ヨーロッパで最も低い水準にあります。

バイオサイエンスを利用して、消費者や家畜の健康維持に直接的に効果をもたらす機能性素材の開発を活発に行っています

このような時代の変換期において、デンマークの機能性素材企業は重要な役割を果たしています。例として、若い家畜の飼料消化率を高めて成長を促し、全体的な家畜生産を向上させる飼料用の機能性素材があります。

魚粉と魚油のヨーロッパ最大輸出国として、デンマークは家畜や陸上養殖魚に不可欠な栄養素を供給する国として信頼されています。魚粉に含まれる消化性の高いアミノ酸、ミネラル等の栄養素は、特に子豚の健康維持に効果があります。また、飼料中の魚粉と魚油の栄養素は、畜産物を食することによるヒトへの移行を示唆する報告があります。

デンマークは、ヨーロッパで使用される飼料用ビタミン-ミネラル混合物の30%を供給しています



3 GOOD HEALTH AND WELL-BEING

栄養状態に即した生活習慣病への取り組み、子供の死亡率の低下、平均寿命の延伸など、世界的に健康面で改善された点はかなりあります。しかし、世界の人口が増加する中、人々の健康を向上させるためにはやるべきことは多くあります。デンマークの機能性素材産業は食品の栄養価を高めるソリューションを提供することで、以下のようなターゲットに貢献をしています。

3.2 新生児及び5歳未満児の予防可能な死亡を根絶する

3.4 予防や治療を通じて、非感染性疾患による若年死亡を3分の1に減少させる。

「デンマークの機能性素材は、 栄養の質を高めるソリューションを 提供します」



体重管理

太りすぎや肥満の人にとって、脂肪や糖分が少なくても満腹感が得られる食品は価値があります。デンマークの機能性素材企業は、味を損なうことなく、このような食品を作るソリューションを提供しています。中には、血糖値の管理をサポートする機能性素材もあります。



スポーツ栄養

アスリートたちが最高のパフォーマンスを発揮できるかどうかは、筋肉の回復や増強を促す食生活にかかっています。デンマークの機能性素材企業は、タンパク質を豊富に含むスポーツ栄養のためのソリューションを提供しています。

栄養の質を 高める ソリューション



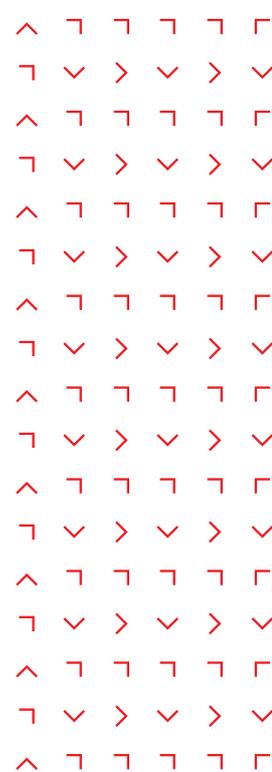
特定の医療目的に用いる食品

国によっては、栄養失調が大ききリスクになる場合があります。デンマークの機能性素材企業は、食事の栄養価を高めるためのビタミン、ミネラル及びタンパク質を供給しています。風味や食感を向上させる機能性素材も重要な役割を果たしています。



栄養不良の予防

開発途上国の子供たちの間では、衰弱や発育阻害の原因として、栄養不良が頻繁に見られます。デンマークの機能性素材産業は、栄養不良を予防するための専門知識を現地の食品生産者と共有し、体内吸収率の高いタンパク質、高カロリーな炭水化物、ビタミン及びミネラルを提供しています。



トランス脂肪のリスクを克服する画期的な酵素

トランス脂肪は以前から心血管疾患と関連がある物質とされてきました。世界保健機関 (WHO) は、日常的な食品 (マーガリン、ケーキ、揚げ物及びサラダドレッシングなど) に含まれるトランス脂肪を減らすことで、毎年推定50万人の死亡を防ぐことができるとしています。

トランス脂肪は、マーガリンやその他の植物性油脂を部分的に水素添加する工程で生成されます。この工程は油脂の融点を調整し、保存安定性を高めるために必要なものでした。しかし、今ではこの工程は必要ありません。デンマークのNovozymes社が開発した画期的な酵素を使用することにより、求められる品質のマーガリンをトランス脂肪フリーで製造できるようになりました。

さらに優れたより環境に優しい製品の開発、Novozymes社はその方法を常に探求しています。トランス脂肪フリーのマーガリン以外にも、酵素の特異性を生かした環境に優しいソリューションがあります。例えば、ある酵素は食品製造における化学品の添加や洗浄工程などを不要にし、産業汚水を発生させません。また、酵素の利用により結果的に製造工程の数が減るため、エネルギーと水の消費量を節約することができます。

このような改革的なソリューションは、食品製造者が消費者の需要や法律の変更 (トランス脂肪に対する規制など) に対応する際に役立ちます。



Photo: Novozymes

画期的な酵素は、マーガリンをトランス脂肪フリーにします

この他にも、Novozymes社はパンの品質を損なうことなく、糖質添加量を削減できる酵素を開発しました。その削減量は最大で20%に達します。

Novozymes社の事例

子豚の成長の鍵は飼料中の 微量成分

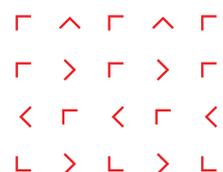
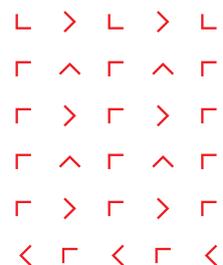


Photo: DVSA



飼料ミックスは子豚の筋肉量の増加を促します

企業です。この企業は、成長初期における子豚の飼料摂取がその後の成長に重要であるという考えに基づき、ビジネスを行っています。

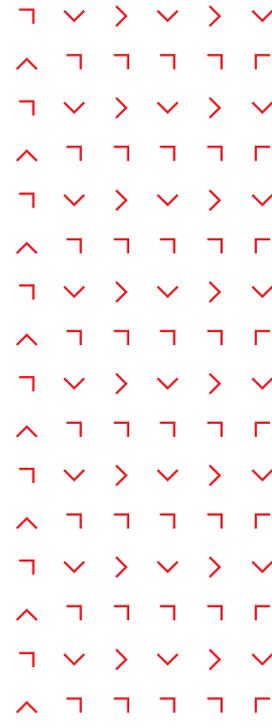
離乳後最初の週において子豚の飼料摂取量が100g増えた場合、日齢42日目の時点で体重は1キロ増えます。これは子豚が健康に生育していることを示し、また、養豚家のビジネスの健全性を示す証です。

出生後わずか数日の子豚を健康に飼育するためには、飼料ミックスを慎重に配合することが不可欠です。ビタミンやミネラルは飼料ミックスの微量成分であるにもかかわらず、子豚の代謝を活性化し、筋肉量の増加を促します。このように、これらの微量成分の効果は明らかで、養豚場の生産性に対する貢献度は80%に及びます。

デンマークのVilofoss社は、子豚用飼料のビタミンとミネラル、さらに、養豚用の特注プレミックス（顧客の要望に合わせて、ビタミン等の微量成分を複数配合した飼料添加物）の配合に特化した専門性の高い

鍵となるのは、高濃度の亜鉛（EUでは2022年6月から禁止対象）を使用せずに子豚の消化管のバランスを保たせることです。Vilofoss社が提供する離乳直後の子豚用飼料ミックスは、消化性の高い原材料をベースとし、高い風味と香りで子豚の健康的な食欲を促します。

Vilofoss社の特注配合飼料を用い、デンマークの子豚生産施設や研究機関で複数の試験を行った結果、酸化亜鉛の使用や抗生物質添加量の増加がなくても、子豚は最適な状態で生育できることが確認されています。



必須栄養素 - ホエープロテインにはそのすべてが含まれています

平均寿命は世界的に延びています。そのため、高齢者が活動的で自立した生活を少しでも長く送ることができること、また、それに対する支援がこれまで以上に重要になっています。

重要な課題は、どの年齢においても筋肉量を維持することであり、栄養素としてはタンパク質が大きな貢献をします。農業協同組合企業であるArla Foods Ingredients社は特選ホエープロテインを開発し、これが毎日の食生活に取り入れられることを目的としたビジネスを構築してきました。現在では、特選ホエープロテインの

機能性と栄養価の高さから、幼児期の栄養、スポーツ栄養、健康食品など、幅広い食品に広く利用されています。

ほんの数十年前まで、ホエーは単なるチーズ製造の副産物で、価値の低いものと考えられていました。専門技術をもつArla Foods Ingredients社はその可能性をいち早く見出し、ホエープロテインという全く新しいカテゴリーの機能性素材を開発しました。現在も、彼らはホエーのさらなる価値を見出し続けています。

Arla Foods Ingredients社の事例

特選ホエープロテインは、毎日の食生活に幅広く使用されています



Photo: Arla Foods Ingredients

‘SWEET’な乳酸菌は、ヨーグルトに添加する糖분을減らします



今日の発酵乳製品市場では、乳製品、特にヨーグルトに含まれる糖분을減らすことが求められています。保健機関、政府及び小売業者は食品中の糖分含有量の削減目標を設定していますが、一方、消費者の間では、健康的で美味しい自然素材の食品が一層求められています。

デンマークのバイオ企業であるChr. Hansen社は、砂糖や人工甘味料の添加量を最大25%削減してもヨーグルトの甘みを増すことができる、世界初のヨーグルト用乳酸菌を開発しました。

この乳酸菌製品 (Sweety®) 中の乳酸菌は、乳 (ヨーグルトの原料) に含まれる糖分 (乳糖) をより糖度の高いブドウ糖に変換します。この乳酸菌の働きにより、十分な甘みを得るための糖분을添加する必要がなくなり、また、そのまろやかさや風味を保存期間中ずっと保つことができます。

この革新的な乳酸菌は国際的に注目を集めています。Sweety®は、余分なコストをかけず、味や物性を維持しながら食品の栄養価を高める最良のソリューションを提供する製品として、Food Ingredients Europe 2019においてReformulation Innovation Awardを受賞しました。

新しいヨーグルト用乳酸菌は、糖分の添加量を減らしてもヨーグルトの甘みを増すことができます

Chr. Hansen社の事例

フルーツ風味飲料の 糖분을減らす

世界の多くの国では小児の肥満が増加しており、その一因は清涼飲料水に含まれる糖分であると考えられています。

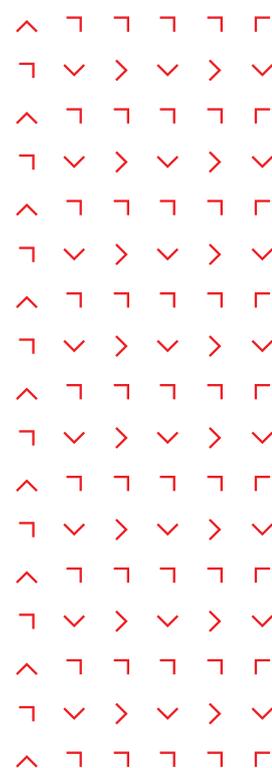
デンマークで事業を展開するグローバル企業、CP Kelco社は、持続可能な素材である柑橘類の皮から得られるペクチンにその解決策を見出しました。消費者に優しいこの天然成分を利用することによって、味と食感を変えずに糖分控えめなフルーツ風味の飲料を製造することができました。

体に良い食品に対するニーズは高まる一方ですが、味や食感に関しては、今まで慣れ親しんだものが好まれます。食品を改良する上で、このギャップが常に課題になります。

CP Kelco社は、フルーツ風味飲料の官能検査の結果を分析し、消費者が好む味覚について重要な検査項目を見つけ出しました。この分析結果が、味と質感はそのままに糖分の添加量は控えめな清涼飲料水の開発に繋がりました。

CP Kelco社の事例

消費者が好む味と食感を保ったまま、清涼飲料水の糖분을控えめにすることができます





第4章

持続可能な食料供給のための 優れたソリューション

循環型経済に向けた重要なステップ

デンマークの機能性素材産業は、農家や食品製造者の課題である「少ない資源で高生産」、 「環境への負荷の低減」及び「廃棄物の削減」の実現を可能にします。

機能性素材は、生産工程の最適化や原材料の歩留まりの最大化によって、世界の食料供給確保の取り組みに大きく貢献しています。このようなソリューションは、今後ますます重要になっていくでしょう。統計によると、世界の食品生産量の約3分の1は廃棄されています。やるべきことはまだまだたくさんあります。

デンマークの機能性素材製造企業の中には、食品廃棄物の削減を目的としたビジネスを展開しているものもあります。これらの企業は、ジュース製造の柑橘類の皮、チーズ製造のホエー、魚や食肉加工の残渣など、食品製造の副産物から重要な原材料を見つけ出しています。

食品生産の副産物を原材料にして付加価値のある機能性素材を製造し、飼料や食品の生産に利用する、これは、循環型経済における特徴ある貢献です。

飼料摂取効率の向上は、家畜あたりの環境負荷低減を意味します

デンマークの機能性素材企業は、資源効率の良い家畜飼料を製造販売することにより、食肉生産にも顕著な貢献をしています。動物由来の食品に対する需要が高まる中、畜産農家は環境への影響を最小限に抑えながら、健康的に家畜の生産量を増やすという課題に直面しています。一方、耕作農家では、干ばつ、暑さ及び病気から植物を守る自然な解決法が求められています。目的を的確に定めた機能性素材によるソリューションが、それらの課題に対処します。

より少ない飼料で健康な家畜を

家禽、魚及び豚を効率的に飼育するための機能性素材の研究開発において、デンマークは世界をリードしています。目的は、飼料中の栄養素を最大限に有効利用させ、家畜を健康に成長させることです。この目的が達成されれば、屠殺時の体重に到達するまでの家畜の飼料摂取量は少なくて済みます。

飼料摂取効率を高める機能性素材を家畜飼料に使うことにより、デンマークでは他の多くの国に比べ家畜一頭当たりの環境への負荷が少なくなりました。これは、家畜の飼育に必要なエネルギーと水の消費量、必要な土地面積及び糞尿に排出される栄養分すべてが減少したことを意味します。

この良い例として、Novozymes社がDSM社と提携して開発した飼料用酵素があります。DSM社は、科学的根拠から栄養と健康のソリューションを提供するオランダの企業です。この飼料用酵素はプロライアーの腸管機能を改善することにより、同じ量の飼料で生産量を3%増加させ、同時にCO₂排出量を削減することができます。デンマークはまた、フィターゼという飼料用酵素をいち早く導入した国です。この酵素を家畜飼料に添加することによって、家畜は飼料中のリンを効率的に利用できるようになります。その結果、飼料に添加される無機リン塩の量を通常より減らすことが

でき、環境へのリンの排出量が低減されます。

食品廃棄を最小限に

生産された食品を無駄にせず消費量を増やすことは、増大する食料需要に対処する1つの方法です。EUでは、食品廃棄物の70%が家庭や小売店、外食産業で発生しています。これらの廃棄は多くの場合、賞味期限切れのためです。

機能性素材企業は、食品の保存期間を延長するためのソリューションを提供しています。例えば、製パン用酵素はパンの老化を遅らせることにより、パンの柔らかさや新鮮な食感を最後の一切れまで保たせます。また、天然のカルチャー（乳酸菌）は、酵母やカビによる腐敗のリスクを減らすことで、ヨーグルトの保存期間を少なくとも7日長くすることができます。酸化防止剤は、食用油、マーガリン、スナック菓子などの酸敗を遅らせることができます。さらに、乳化剤はポリエチレンフィルムの防曇剤として機能し、トレーに入れたチルド食品の品質や外観を長く保つことができます。

食品製造業者が製品を輸出する際、その長い輸送時間のため、品質上の問題に直面することがあります。デンマークの機能性素材産業が提供する食品の保存期間延長のソリューションは、このような問題にも対処できます。すなわち、そのソリューションによって、食品製造業者が輸出できる範囲が広がります。



世界的な食品需要の拡大によって、天然資源や生態系の保全が困難になりつつあります。持続可能な消費と生産を可能にするには、生産者から消費者まで、サプライチェーンのすべての人を巻き込むことが必要です。飼料・食品生産において、資源利用の最適化や廃棄物削減を可能にするソリューションがあります。これらを提供するデンマークの食品用の機能性素材産業は、以下のようなターゲットに貢献しています。

12.2 天然資源の持続可能な管理及び効率的な利用を達成する。

12.3 小売及び消費者レベルにおける世界全体の一人当たりの食品の廃棄を半減させ、生産・サプライチェーンにおける食品ロスを減少させる。

目立たない資源から得られる、精製タンパク質



Photo: KMC

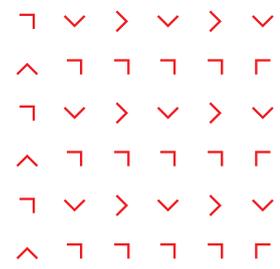
世界人口の増加に伴い、持続可能なタンパク質の供給源を新たに探索することが急務となってきました。そのような中、長い間注目されてこなかったタンパク質源があります。デンマークのジャガイモ農家が共同経営する機能性素材企業、KMC社はその可能性に着目しました。

この企業は1933年以来、ジャガイモから抽出されたデンプンを幅広い食品用の機能性素材として販売してきました。一方で、同社はデンプン抽出後に得られるタンパク質含有副産物も製品化し、主に飼料用として販売してきました。

その後、KMC社は集中的な製品開発及び加工技術への大規模投資により、この副産物を食品用初のポテトプロテインとして製品化し、市場に投入しました。この製品開発によって収穫されたジャガイモの利用価値は最大限になり、また、食品製造者は増え続けるタンパク質需要に対応できるようになりました。

現在、KMC社の最終生産工程にはミネラルを含むジャガイモジュースが残るのみです。このジュースは畑に戻され、次シーズンの作物の栄養源になります。これで、廃棄物を排出しない循環型サプライチェーンは完成します。

「デンプン生産の副産物が
持続可能なタンパク質源に
なります」



外観保持による 肉の廃棄削減

新鮮な肉を買いに来た消費者にとって、商品の見た目は全てです。そのため、肉の色が落ちたり、パッケージに水分が染み込んでいたりすると、消費者は品質が悪いか腐っていると思い込み、購入することはありません。

デンマークを拠点とする世界的な機能性素材企業であるEssentia Protein Solutions社は、この問題に対するソリューションを提供しています。この企業が開発した天然の機能性素材は、保存期間を通じ、食品の外観を最も良い状態に保つことができます。

例えば、この企業の機能性ミートプロテインは液だれを最小限に抑え、パテやミートボールのような成型食品の形状を維持します。この機能性素材中の微粒子状の食肉色素は、添加物なしで食肉製品の色を安定化します。

過去において、食肉処理場では豚の皮や脂身などの食肉副産物の処理に苦労していました。現在、これらの副産物はEssentia Protein Solutions社が生産する機能性素材の原料になっています。すなわち、かつての廃棄物が今では店に並ぶ肉製品の廃棄削減に利用されているということです。



機能性素材が食肉製品の賞味
期限を延ばします

ミートプロテインは複数の機能を持ち、利点は他にもあります。例えば、肉の物性や構造の改善、乾燥肉や発酵肉の製造における乾燥工程の短縮化などです。

Essentia Protein Solutions社の事例

植物性ヨーグルトを美味しく するには — そして、保存期間 を延長するためには



植物性ヨーグルトは世界中で注目されています。以前は少数派のビーガンターゲットにしていたが、持続可能な食品をもっと食べたいという消費者の欲求から、この乳製品代替品は市場の主流製品になりつつあります。

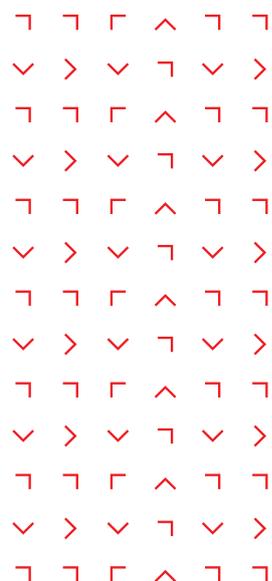
DuPont Nutrition & Biosciences社は、革新的なソリューションで食品製造者のニーズに幅広く応えています。例えば、個々の植物性ヨーグルトに適したスターターカルチャー（発酵を開始させる乳酸菌）の選択、最適化された発酵方法、新製品開発の際に製品消費者が好む食感や味の保証などを提供しています。

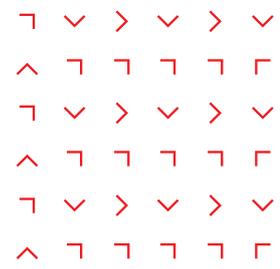
この企業は、ヨーグルト用カルチャーと植物性タンパク質における長年の実績を活かしたカルチャー製品、HOLDBAC® YM VEGEを市場に投入しました。この製品は、植物性ヨーグルトの酵母やカビによる腐敗を防ぎ、保存期間を最大10日延長することができます。

EUの調査結果によると、ヨーグルトの15～17%は廃棄されています。腐敗を防ぐことができるカルチャー製品は、植物性ヨーグルトの保存期間を延ばすことによって、廃棄によるCO₂排出量を年間120万トン削減する可能性があります。

植物性ヨーグルトの発酵、味及び食感を最適化するカルチャー製品があります

DuPont Nutrition & Biosciences社の事例





革新的な工程（バイオ変換） は長期的な利益につながる

子豚などの若い家畜の腸は未発達で、栄養分を吸収する力も限られています。そのため、消化しにくい飼料を与えた場合、健康や成長及び飼料の利用効率に深刻な影響を与えることがあります。これは、少ない資源で高収量の家畜生産や動物福祉への十分な配慮が求められる畜産農家にとって、深刻なリスクとなります。

デンマークの特選飼料用プロテインを製造販売するHamlet Protein社は、30年前にこの問題に取り組み始めました。同社の最初の革新的ソリューションは、子豚の離乳飼料、易消化性プレミアム大豆プロテインであり、これは家畜飼料製品のカテゴリーにはないものでした。そのため、この製品はこの新しいカテゴリーの基準製品になりました。

Hamlet Protein社は、飼料製造に用いる「バイオ変換」の工程を顧客の要望に合わせて設計することにより、実績を上げています。この「バイオ変換」は、アミノ酸組成を変えずに、若い家畜にとって大豆タンパク質が難消化性になる抗栄養因子を最小限に抑えます。

各国で行われている特選プロテインを用いた飼養試験では、動物福祉、家畜の成長及び収量の面で効果がみられ、その効果は少なくとも動物由来のタンパク質と同等であることが示されています。また、飼料の利用効率の観点から、この特選プロテインは畜産農家に最適な投資収益率をもたらします。

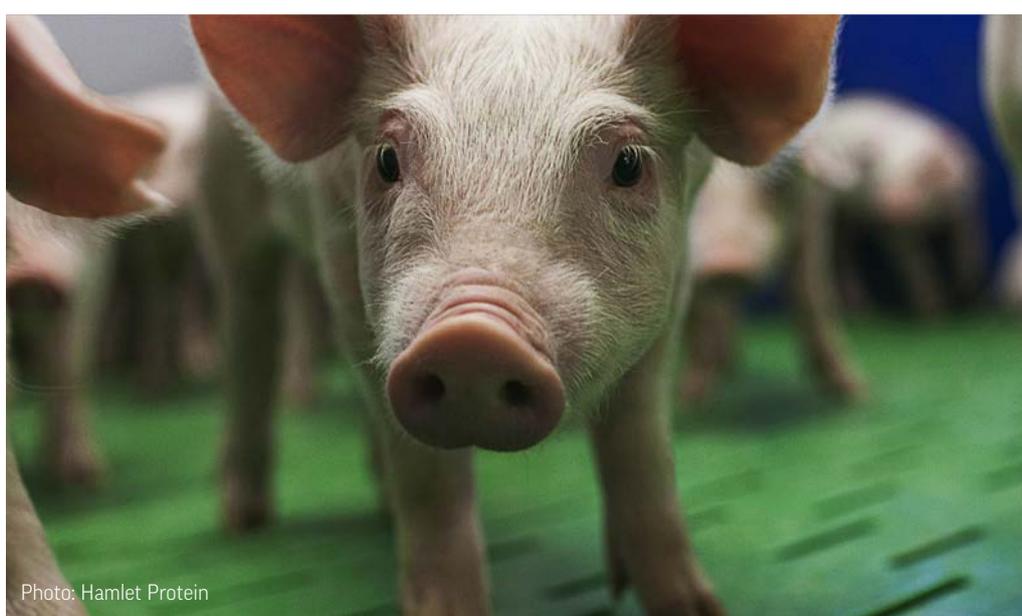


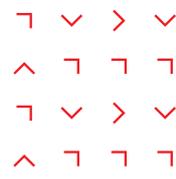
Photo: Hamlet Protein

「特選プロテインは、農家に最適な投資収益率を提供します」

第5章

変わりゆく世界の需要、
その一歩先へ

科学を応用に導く経験と実績



デンマークの機能性素材企業は、その柔軟性と先見性で市場のニーズに迅速に対応しています。また、科学的な研究や調査によって市場動向を常に把握しています。

デンマークの機能性素材産業は顧客に対して柔軟に対応しています。より健康的で自然な食品を望む声や持続可能性が向上した食品生産（動物福祉促進を含む）への需要が高まる中、この分野の技術は長年に亘り様々な革新的ソリューションを生み出し、これらの需要に対応してきました。

この革新的ソリューションを生み出すためには、企業、政府、規制当局、大学及びその他の研究機関の間の協力が不可欠です。デンマークの機能性素材産業では、雇用者の4%近くが博士号を取得しており、これは他の業種の約10倍に相当します。このように、機能性素材産業では専門性の高い人材を活用しています。

デンマークの機能性素材産業ではその専門性を生かし、新しい市場のトレンドや課題に迅速に対応しています。急成長を遂げている「植物由来」というカテゴリーはその一例です。ここで力を入れている研究開発は、食品生産用の新たな地産の植物

性タンパク質源の探索です。その結果、ジャガイモ、海藻類、藻類、牧草など、地球の気候に優しいタンパク質源が食品生産に利用されるようになりつつあります。これらは近い将来、世界的に問題となりつつある栄養不足を解消するソリューションになるでしょう。キヌアやその他の古代作物の試験栽培も進行中です。

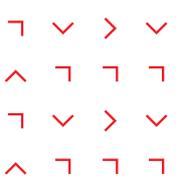
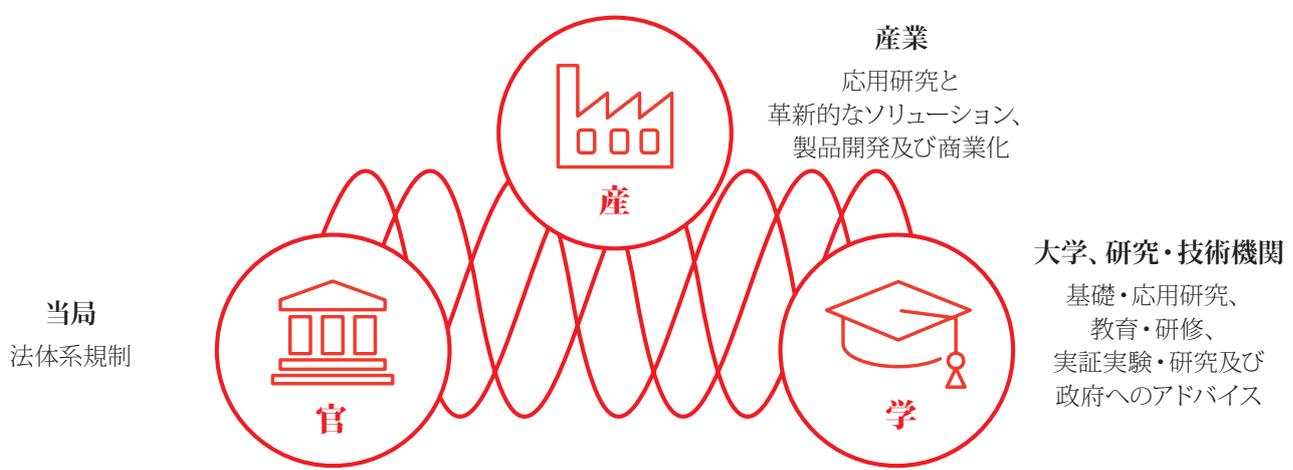
農業の世界では、地元の家畜飼料のために持続可能なタンパク質源を生産するというビジネスチャンスが注目を集めています。デンマークの研究機関が機能性素材の起業家と一緒に進んでいる、栄養源としての昆虫のプロジェクトが1つの例です。

革新的なソリューションを生み出すためには、大学や他の研究機関との協力が不可欠です

個別化栄養に向けた取り組み

ニュートリゲノミクスは非常に活発な科学分野の1つであり、この分野の研究により、個々の消費者は年齢と共にどのような栄養素が必要になるかという知見が得られています。この研究分野は、人間の腸内細菌と健全な免疫システム、さらに認知能力との関連性に関する研究成果が集積されると共に発展してきました。デンマークの機能性素材企業は、個別化栄養のための新しいソリューションの道を切り開くため、この分野の研究に積極的に参加しています。機能性素材に関する臨床試験は盛んに行われ、その結果（健康上の有効性）は証拠資料として文書化されています。

革新的な機能性素材は常に科学から始まります。農家、飼料・食品製造者との協力により、デンマークの機能性素材企業は科学を実践に活用しています。



副産物をビジネスチャンスにする新しい手法



Photo: DTU

タンパク質の抽出物は原材料の有効利用というだけでなく、優れたビジネスに繋がります

ジャガイモからデンプン、海藻からアルギン酸やカラギーナンなど、機能性素材の原材料として食品を使う場合、必ず無駄になるものが発生します。最近まで、これらのいわゆる副産物は動物の飼料として安く売られるか、農業用肥料として使用されていました。

このような中、デンマーク工科大学とオールボー大学はデンマーク企業5社と共同で、これらの副産物中のタンパク質に価値

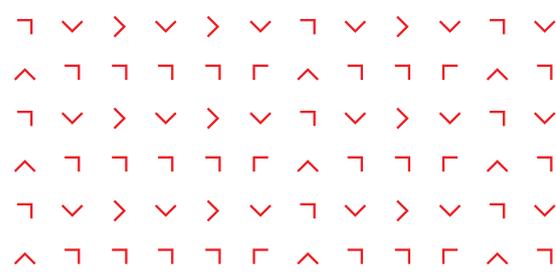
を見出し、これを機能性ペプチドに変換する新しい手法を開発しました。

この手法及び最新のバイオインフォマティクスに基づき、ジャガイモのタンパク質からは既に有用なペプチド乳化剤が見出されています。彼らの研究によると、これらのペプチドは特に酸化されやすい魚油のカプセル化に適しており、魚油の保存期間を延長する効果があります。このような例は、タンパク質を含む廃棄物から香料や保存料を得るなど、他にも多くあります。

タンパク質抽出物の利用は副産物の有効利用というだけではなく、その副産物自身の価値を大いに高め、1,000倍に高める場合もあります。機能性を有する天然由来の機能性素材に対する関心が高まる中、数世紀に亘って流通してきた食品から抽出されるタンパク質を新しい添加物として利用することは、その天然志向に応えるものとして捉えられます。

このタンパク質を機能性ペプチドに変換する手法は、ジャガイモや海藻の副産物だけではなく、他の作物や水産加工の廃水など、タンパク質を含む他の副産物にも応用可能です。

デンマーク工科大学と
オールボー大学の事例



植物栽培による天然由来の 添加物

植物には様々な機能性成分や香料が含まれていますが、含量は非常に低く、抽出して商業化するのはかなり困難です。デンマークの革新的なプロジェクト、BioFactoryでは、最新のバイオ技術を利用し、植物中の貴重な天然成分の濃度を高める植物栽培を行っています。

植物中の有用機能性成分の
濃度を、最大で3倍増加させま
した

デンマーク技術研究所が主導したこのプロジェクトには、機能性素材企業のChr. Hansen社、コペンハーゲン大学、南デンマーク大学など、「食のバリュー・チェーン」の多くの代表者が参加しました。

このプロジェクトが始まったきっかけは、消費者は人工的な添加物が使われた食品を避けているという事実でした。一方、ニンジンやビーツに含まれる色素など、着色料になり得るものは自然界に数多く存在しています。しかし、残念ながらその含有量は低過ぎて商業化することはできません。

BioFactoryのプロジェクトでは、特定の機能性成分を多く含む植物品種の特定方法、また、その含量をさらに増加させるための栽培方法が新たに開発されました。後者で注目した点の1つは、成長中の植物が受ける過度の光や乾燥などによるスト



Photo: Chr. Hansen

レスです。これらのストレスは植物の自然の防御システムを刺激し、それに対する植物の防御反応により目的の機能性成分の生産量が増加します。

この育種・栽培実験において、目的の機能性成分の含有量は3倍に増加することが示されました。

このプロジェクトでは、カロチンやアントシアニンを豊富に含むニンジンの品種改良に加えて、レッドクローバー、ローゼルナッツ、ヘンプなど、食用になり得る他の植物の品種改良についても検討しています。

デンマーク技術研究所の事例

第6章

機能性素材への投資は 国家の優先事項

次世代を育成するための戦略



デンマークの機能性素材産業は、国連のSDGsに 貢献できることを自負しています。

機能性素材産業は、次世代の
世界的な食料供給を確保する
ため、新しい事業を広げていき
ます

機能性素材産業はデンマークの国家優先分野であり、デンマーク政府は2019年に機能性素材戦略に着手しました。この戦略に基づき、政府はこの業界の成長を支援する一方、国連のSDGsに貢献する可能性が高い分野に投資を行なっています。この戦略の実施には、デンマーク産業連盟、デンマーク農業食糧委員会及び業界の代表者が密接に関わっています。この戦略は今後数年間、機能性素材による革新的なソリューションの利用を促進し、健康的で持続可能な飼料・食品生産の実現への道筋になると考えられます。

機能性素材産業は持続可能なソリューションの最前線に立ち、次世代の世界的な食料供給を確保する新しい事業を広げていきます。機能性素材は、美味しさを保ったまま食品の保存期間を延ばし、原材料の使用量を最適化することで、既に持続可能な「食のバリュー・チェーン」に貢献して来ました。今後も継続的な研究開発により、食品や飼料の安全性、効率性及び栄養価を向上させるためのソリューションを提供し続けていくことでしょう。



Food Nation

Food Nationは、デンマーク政府と主要民間団体及び企業により設立された、非営利のパートナーシップです。「デンマーク・フード・クラスター (Danish food cluster)」に関する情報を発信し、優れたソリューション、革新的な製品及び信頼できる協力関係を通じて、ビジネスを国際的に成長させるためのノウハウを提供しています。

「デンマーク・フード・クラスター」は、農業や水産業などの第一次産業から消費者が店頭で購入する最終食品まで、すべてを網羅しています。企業、大学、研究機関、地方自治体や国の当局、その他の民間・公的機関などの広範な協力ネットワークがこのクラスターに属しています。彼らは海外のパートナーと協力して、業界のバリュー・チェーンに沿った食品の品質と安全性の維持・向上に努めています。

対話式ツアーに参加する

Food Nation事務局の中にあるビジターセンターでは、海外からの訪問者にデンマークの食と農業を紹介しています。センターの設備は対話式で、訪問者の興味に基づき、デンマークにおける「食のバリュー・チェーン」の概要について最新の情報が

入手できます。デンマークの食品生産者やその生産施設を訪問する前に、まずこのツアーに参加することをお勧めします。

Food Nationでは、デンマークが協業によってどのように持続可能な開発を支援できるか、また、「デンマーク・フード・クラスター」からどのような恩恵が得られるか、といった知見が得られます。

Food Nationのサービスの詳細やビジターセンター訪問の手配などについては、以下のURLをご参照ください。
foodnationdenmark.com

機能性素材産業
(本白書)

酵素、カルチャー及びその他
の機能性素材の生産者



READ MORE
FOODNATIONDENMARK.COM

