



## 遺伝子組換え技術の最新動向 2023年3月



### 植物

鉄はイネの免疫系を高める

トマトの生育と成熟におけるアクチベーター遺伝子の役割を解明

ゲノミクスでコムギ真菌の弱点が明らかになった

ブラジルが乾燥耐性小麦「HB4®」の商業化・栽培を承認

国際研究チームがソラマメのゲノムを公開

コムギの窒素利用効率と穀物タンパク質を向上させる遺伝子クラスターを解明

### 動物

遺伝子組換えブタが高繊維食の消化に優れていることが示された

遺伝子ドライブ生物の野外評価のための政策大綱に向けて

### 食品・飼料

EVER AFTER FOODS社が特許プラットフォームを使って栽培肉を生産

植物性マヨネーズが米国で発売

植物由来のHERSHEYチョコレートが新登場

GlobalDataによると食料安全保障の鍵は細胞農業である

### 健康

植物を利用した新しいCOVID-19療法

### ゲノム編集に関する特記事項

CRISPR-CAS9は稲作の救世主となる可能性がある

早魃に強いコムギは、根の長さが鍵と判明

遺伝子ノックアウトでよりおとなしいサバができる

ゲノム編集で火星での作物栽培が可能に

---

### 植物

鉄はイネの免疫系を高める

農業ゲノム研究センター（CRAG）の研究者は、鉄処理によって**イネ**いもち病菌に対する抵抗力を高め、病原菌に対する植物の免疫反応を活性化させることに成功したことを明らかにした。

CRAG の研究者である Blanca San Segundo 氏が率いる *Rice journal* に掲載された研究によると、イネに適度な高濃度の鉄分を与えることで、世界中で大きな生産損失をもたらしているイネで最も多い病気であるいもち病の原因菌である病原菌 *Magnaporthe oryzae* による感染に対する抵抗力が高まることが明らかになった。

研究チームは、RNA シークエンス法を用いて、イネを鉄で短期間処理すると、植物の防御に関連するいくつかの遺伝子が活性化することを検出した。また、鉄の存在により、*M. oryzae* の成長を抑制することができる抗真菌活性を持つ分子であるフィトアレキシンの生成に関連する遺伝子の発現が増加した。鉄で処理した植物の葉は、感染すると、病原体の侵入口に相当する感染葉の特定・局所に、活性酸素と鉄の両方が蓄積されることがわかる。これにより、植物細胞のプログラムされた細胞死であるフェロプトーシスが引き起こされ、感染組織における菌の進行が制限され、植物が自ら感染を制御することができるようになる。

詳しくは以下のサイトをご覧ください。 [CRAG News](#)

---

## トマトの生育と成熟におけるアクチベーター遺伝子の役割を解明

Ain Shams University などの研究チームは、遺伝子組換え Micro-Tom\* の特性を明らかにする研究を行い、トマトの果実の熟成に関する新しい知見を明らかにした。この研究成果は、*Transgenic Research* 誌に掲載された。

オーキシンは、いくつかの成長・発達形質を制御する植物ホルモンである。研究グループは、シロイヌナズナの特定の [DNA 配列](#) に結合する新しい転写活性化因子 *SIARRI* の特性について解明した。*SIARRI* は 2 成分応答制御因子として機能し、サイトカイニンシグナル伝達経路におけるタイプ B 応答制御因子のサブファミリーに属する。

その結果、トマトで *SIARRI* を過剰発現させると、果実の発達と成熟に関わるいくつかの関連性のない形質に影響を与えることがわかった。この発見は、本遺伝子が葉の形態と果実の発達の主要な制御因子であることを示唆するものであった。さらに、この [遺伝子](#) の過剰発現は、胚軸伸長の短縮、葉の脈管形成の拡大、頂部優勢の減少を引き起こした。

詳しくは以下のサイトをご覧ください。 [Transgenic Research](#)

\*Micro-Tom は、小型でライフサイクルが短く、蛍光灯下で高密度に生育できるなど、シロイヌナズナと共通の長所を持つトマト研究のモデル品種である。

---

## ゲノミクスでコムギ真菌の弱点が明らかになった

Rothamsted 研究所の科学者は、セプトリア葉枯病菌 (*Zymoseptoria tritici*) のヨーロッパのフィールド分離株 18 種の [パンゲノム \(pangenome\)](#) ; 分岐内の全系統の全遺伝子セット) を構築し、その「コアバイオロジー」を支える [遺伝子](#) を特定することに成功した。この菌は [コムギ](#) を侵し、世界の食料安全保障にとって最も急速に進化している脅威の一つである。

9,807 の配列から、18 の分離株すべてに存在し、不活性化多型を欠き、すべての分離株で発現しているコア遺伝子セットを特定することができた。このコア遺伝子セットは、病原性を含む必須機能に必要なタンパク質をコードしていた。また、アクセサリー [ゲノム](#) とともに、植物免疫と相互作用すると思われる多くの低分子タンパク質をコードしていた。この結果は、病理学研究にとって重要である。コア遺伝子を特定することで、急速に進化する病原体の弱点が明らかになる。この場合、[抗菌剤](#) に対して急速に耐性を獲得し、コムギの収穫量を最大 50% 減少させることが知られている真菌がその例である。

詳しくは以下のサイトをご覧ください。 [BMC Biology](#) 及び [Rothamsted Research](#)

---

## ブラジルが乾燥耐性小麦「HB4®」の商業化・栽培を承認

2023 年 3 月 3 日、Bioceres Crop Solutions Corp. は、[ブラジル](#) 科学技術イノベーション省の国立バイオセーフティ委員会である CTNBio が、[HB4 コムギ](#) の安全性評価の終了後、商業化および栽培の完全承認を与えたと発表した。

今回の承認は、ブラジルが 2021 年 11 月に行った [HB4 コムギ粉](#) の食品・飼料用途の承認に続くものである。また、今回の承認により、Bioceres 社と EMBRAPA (ブラジル農業研究公社) との協業による亜熱帯コムギ品種の開発を加速させ、同地域の現地原料の供給を増やすことが可能になる。HB4 コムギは、現在、水利に制限されている同国の地域において、コムギと夏のマメ科植物を輪作する二毛作の可能性を提供することになる。

[HB4 テクノロジー](#) は、最近旱魃に見舞われたアルゼンチンの作物の結果に基づき、厳しい水ストレス下の環境において 40% 以上の収量増加を実現することが既に証明されている。ブラジルは、[アルゼンチン](#) に次いで、HB4 コムギの栽培

を許可した世界で2番目の国であり、中南米における Bioceres 社のコムギのターゲット市場に対する承認プロセスを完了したことになる。ブラジルは、年間 200 万~300 万ヘクタールのコムギを栽培しており、アルゼンチンと共に南米のコムギ栽培面積の 90%を占めている。また、HB4 コムギは、[米国](#)、[コロンビア](#)、[ニュージーランド](#)、[オーストラリア](#)、南アフリカ、[ナイジェリア](#)で食品・飼料用として、インドネシアで飼料用として承認されている。

詳しくは以下のサイトをご覧ください。 [Bioceres](#)

---

## 国際研究チームがソラマメのゲノムを公開

University of Reading (UK)、Aarhus University (デンマーク)、University of Helsinki (フィンランド)を中心とするヨーロッパと[オーストラリア](#)の国際科学者チームが、初めてソラマメの[ゲノム](#)の塩基配列を決定したことを発表した。130 億塩基に及ぶソラマメは、ヒトゲノムの 4 倍以上の大きさである。

ソラマメゲノムの完全解読プロジェクトでは、種子の大きさに関わる[遺伝子](#)を探した。また、豆がさやから外れるときに残る傷跡であるへその色を調べ、この特徴的な特徴を決定する遺伝子を探した。University of Reading の研究チームを率いる Donal O'Sullivan 教授は、「これらの目に見える種子の特徴を制御する遺伝子を素早く特定できることが示されたので、栄養価を左右する隠れた種子の特徴を制御する遺伝子の違いを正確に特定する作業がすでに進められている」と述べている。

ソラマメは、英国や世界の多くの人々がより必要としている栄養素であるタンパク質、食物繊維、鉄分を自然に多く含んでいる。この配列決定プロジェクトは、並外れた技術的成果であり、最適な栄養成分と生産の持続性を持つ豆を育む取り組みにとって極めて重要である。詳しくは、以下の University of Reading のニュースリリースをご覧ください。 [University of Reading](#)

---

## コムギの窒素利用効率と穀粒タンパク質を向上させる遺伝子クラスターを解明

Murdoch University の研究者は、植物体内の複数のプロセスを通じて、[コムギ](#)の高い穀物タンパク質と収量に関連する 20 種類の遺伝子クラスターを特定した。

コムギの高収量と高穀粒タンパク質がその収益性を決定する。しかし、オーストラリアのコムギの[窒素使用効率](#)と穀粒タンパク質含有量は、土壌が悪く不規則な降雨のため、一般的に低くなっている。窒素利用効率を算出するために、

Murdoch University の研究チームは、土壌中の利用可能な窒素の割合として、コムギ粒に分配された窒素の総量（葉から粒に再固定化された窒素）を測定した。これにより、窒素利用効率は、コムギの穀粒タンパク質含有量と収量を同時に増加させる重要な指標となる。

研究チームはまず、穀粒タンパク質含有量の高い2種類のコムギ品種、オーストラリアの LRPB Spitfire とイスラエルの Bethlehem を用い、これを高収量のオーストラリア品種と交配して、育種に用いられる遺伝的に純粋な、あるいは「近交系」の6系統を作った。高収量と高穀粒タンパク質を両立させる遺伝子を特定するため、LRPB Spitfire と Bethlehem を加えた6つの交配種を、環境の異なる4つの圃場で栽培した。高穀粒タンパク質含量に関連する最大22の形質が、それぞれの場所で測定された。

その結果、収量と穀粒タンパク質含量の両方を向上させることができるクラスターが特定された。これらの遺伝子は単独で効果を発揮するだけでなく、同時に使用することで相加効果を発揮する。穀粒タンパク質と収量を同時に促進する3つの遺伝子は、オーストラリアの育種会社に提供される予定である。

詳しくは以下のサイトをご覧ください。 [Groundcover](#)

---

## 動物

### 遺伝子組換えブタが高繊維食の消化に優れていることが示された

中国華南農業大学の研究者らは、[遺伝子組換えブタ](#)による植物性飼料の消化・利用を研究した。この研究結果は、*Transgenic Research* 誌に掲載された。

唾液中に3種類の微生物酵素（ $\beta$ -グルカナーゼ、キシラナーゼ、フィターゼ）を持つ遺伝子組換えブタは、リンや窒素の排出を減らし、成長性能を向上させるために開発された。これらの遺伝子組換えブタについてより詳しく知るために、研究者らは、酵素活性の年齢による変化、模擬消化管内での酵素の残存活性、食物繊維が豊富な植物性飼料中の窒素とリン含有量の消化に及ぼす遺伝子組換えの影響について調査した。

その結果、F2世代の遺伝子組換えブタの成長期から仕上がり期にかけて、3つの酵素はいずれも安定して発現していることがわかった。さらに、3つの酵素はいずれも優れた消化管環境適応性を示した。また、糞便中の利用可能なリンと水溶性リンが著しく減少した。また、リン、カルシウム、窒素の保持率の性能が向上し、成長成績の向上につながったことが確認された。このことから、研究グループは、遺伝子組換えブタは非遺伝子組換えブタと比較して、高繊維食を効果的に

消化し、良好な成長性能を示すことができると結論付けた。本研究の詳細については、以下のサイトをご覧ください。 [Transgenic Research](#)

---

## 遺伝子ドライブ生物の野外評価のための政策大綱に向けて

国際アグリバイオ事業団（ISAAA）は、Outreach Network for Gene Drive Research と共同で、[遺伝子ドライブ](#)生物の野外評価について論じた新しい政策大綱を発表した。遺伝子ドライブ生物の野外評価と題したこの政策大綱は、遺伝子ドライブ技術に関連する問題に対処する政策オプション案と影響を提示することを目的とした政策大綱シリーズの第3弾である。

第3回目の政策大綱では、以下の課題に応じている。

- 実験的な放出を含む野外評価を提案する前に考慮すべき主な事項
- 野外放出の準備・設計
- 野外放出の承認と監督
- 政策提言

政策大綱によると、野外評価は、与えられた環境における遺伝子ドライブ生物の性能、拡散、および持続性を理解するために必要である。提案された応用の有効性を実証するためには、異なるデザインとサイズの複数の野外評価が必要となる場合がある。提案された[遺伝子ドライブ生物応用](#)についての野外評価は、多段階の研究プロセスの一部であり、安全性と影響、影響を受ける利害関係者の受容性、およびその実施のロジスティックスなど、研究者が実験公開の準備のために取り組むべきいくつかの重要な検討事項を知らせるものである。

遺伝子ドライブ生物のフィールド評価についての詳細は、以下の ISAAA の WEB サイトから政策大綱（policy brief）をダウンロードしてご覧ください。 [download and read the policy brief](#)

---

## 食料・飼料

### EVER AFTER FOODS社が特許プラットフォームを使って栽培肉を生産

イスラエルのスタートアップ企業Ever After Foods（旧社名：Plurinuva）は、培養肉を生産するための特許取得済みのバイオリアクタープラットフォームを正式に発表した。同社は、この特許技術により、施設にかかる費用を削減し、組織の生産量を増やすことで、培養肉の単位経済性を変革できると主張している。

Ever After Foods社は、大型の攪拌槽型バイオリアクターで細胞を培養するのでは



なく、小型のパックドベッド容器で2段階のアプローチを採用しており、2024年にイスラエルでパイロット施設を計画している。まず、非食用担体上で細胞を増殖させ、特許取得済みの振動技術を使って細胞を切り離し、その後、生産用バイオリアクターに移され、食用の足場に種をまき、分化・成熟して肉質の組織になる。

Ever After Foods社のCEOであるEyal Rosenthal氏によると、Ever After社の生産工場は、他の培養肉技術プラットフォームと比較して生産性を700%向上させ、より低い生産コストで大幅に低い資本支出を必要とするとのことである。「EVER AFTER FOODSの1,400Lのバイオリアクターで400キロの培養肉を生産することができるが、競合技術を使用すると、同等の量を生産するために1万Lを超えるバイオリアクターが必要になります。私たちはコスト面で大きなアドバンテージを持っている。」と付け加えた。

詳しくは以下のサイトをご覧ください。 [article](#) 及び [Ever After Foods](#)

---

## 植物性マヨネーズが米国で発売

Kraft Heinz社とNotCo社は、ひよこ豆の粉から作られた植物性マヨネーズを発売した。「NotMayo」と名付けられたこの製品は、Kraft Heinz社が6ヶ月の間に発売した植物性食品に加わることになる。他の製品は、NotCheeseとPhiladelphia Plant-based spreadで、同社のクリームチーズブランドのビーガン向け製品である。

NotMayoは、従来の卵ベースのマヨネーズと同じように、滑らかでクリーミーな味わいである。NotCo Chileによると、NotMayoの製造は、通常のマヨネーズ製造に比べ、エネルギー使用量が32.5%、水使用量が83%、二酸化炭素発生量が37%少なくなっている。NotMayoに先立ち、Kraft Heinz社とNotCo社は、2022年10月にNotCheeseスライスを発売した。スライスにはアメリカンチェダー味とプロボローネ味がある。

詳しくは、以下のサイトをご覧ください。 [NotCo](#) 及び [Food Dive](#)

---

## 植物由来のHERSHEYチョコレートが新登場

Hershey社は、乳製品を使用しないチョコレートバー；ビーガン向けチョコレートバー「ハーシーズ プラントベース エクストラクリーミーアーモンド&シーズルト」と「Reese プラントベース ピーナッツバターカップ」を発売することを発表した。

消費者は、通常のチョコレート菓子の食感を期待することができるが、牛乳は含まれていない。これにより、ビーガンの方や健康上の理由で牛乳の摂取を制限する必要がある方にも、より利用しやすい商品となっている。同社は、消費者の嗜好の変化に対応するため、2021年に発売した製品から、乳製品の代わりにオーツミルクを使用することを選択した。現在のラインには、他にもポーションコントロールのおやつ、砂糖ゼロ、砂糖無添加、高タンパクといった製品があり、さまざまなタイプの消費者にさまざまな選択肢を提供している。

植物由来のピーナッツバターカップは今年3月に、植物由来のアーモンド入り塩味のチョコレートバーは4月に店頭に並ぶ予定である。

詳しくは、以下にあるThe Hershey Companyのプレスリリース、VegNewsのレポートをご覧ください。 [The Hershey Company](#) 及び [VegNews](#)

---

## GlobalData によると食料安全保障の鍵は細胞農業である

世界人口の増加が続く中、2050年には約100億人に達すると推定されている。持続可能な食料システムの必要性は、より緊急性を増している。細胞農業は、食肉用動物の飼育や作物の栽培を必要とせず、細胞から直接製品を生産することで、タンパク質生産システムを脱炭素化する重要な技術の一つとして浮上していると、大手データ・分析会社 GlobalData は述べている。

GlobalData のビジネスファンダメンタルズアナリストである Misa Singh 氏によると、細胞農業は代替タンパク質の新たな解決策であり、政府や企業はこの分野への投資を促進している。Singh 氏は、オランダ政府がこの分野への6000万ユーロの投資を発表し、米国食品医薬品局は UPSIDE Foods の培養鶏肉製品の安全性について初の「問題なし；No Questions」文書を発行したと付け加えた。

GlobalData の Company Filings Analytics Database によると、企業は細胞農業製品の生産と商業化に投資し、手頃な価格の培養肉の創出を加速させるために提携していることが明らかになった。詳細については、以下の GlobalData のニュースリリースをお読みください。 [GlobalData](#)

---

## 健康

### 植物を利用した新しい COVID-19 療法

Arizona State University 免疫療法・ワクチン・ウイルス療法バイオデザインセンターおよび生命科学部の研究者である Shawn Chen 氏が率いる新しい研究では、タバコ植物での一過性の発現を利用してモノクローナル抗体 (mAb) を開発・生



産し、[COVID-19](#)に対する革新的治療法を開発した。この治療法は、ウイルスが変異によって免疫の検出を逃れようとしても、COVID-19から身を守ることができるかもしれません。

モノクローナル抗体は、ウイルスがヒトの細胞に侵入するのを阻止し、ウイルス量を減らし、免疫系が感染を撃退するきっかけを作ることで、COVID-19の重症度を下げるのに役立つ。COVID-19に対して現在一般的に使用されているクラス1およびクラス2のmAbsは非常に強力で、[SARS-CoV-2](#)スパイクタンパク質の受容体結合ドメインを標的とすることにより、ウイルスの特定の変種を中和できる。しかし、ウイルスは時としてこのような治療法を出し抜くことがある。今回の研究では、ACE2受容体結合ドメインに結合するのではなく、ACE2結合ドメインから離れた部位を標的とする新規クラス4 mAbを用いることで、Omicron変異体を含む懸念される複数の変異体を効果的に中和することができた。

この治療法は、SARS-CoV-2やその出現した亜種に対して非常に脆弱な、免疫力の低下した人々や高齢の患者さんに特に有用であると考えられる。また、この新しい治療法は、COVID-19の既存の治療法に追加することで、その防御力を著しく高めることができる。

植物を用いたCOVID-19免疫療法は、植物が比較的短時間で大量の治療用タンパク質を生産できるため、いくつかの利点がある。植物は栽培や維持が安価で、ヒトの病原体を宿さないため、その使用により感染性物質による汚染のリスクを軽減することができる。さらに、植物ベースの発現系は、SARS-CoV-2のような新しい病原体に対応した新しい治療薬を生産するために迅速に再プログラムすることができ、パンデミック対応に魅力的な選択肢となる。

詳しくは、以下のサイトをご覧ください。[ASU News](#)

---

## ゲノム編集に関する特記事項

### CRISPR-CAS9は稲作の救世主となる可能性がある

*CABI Reviews*に掲載された研究は、[ゲノム編集技術](#)を取り上げ、[CRISPR-Cas](#)法が[気候変動](#)と高い食料需要によって脅かされる[稲作](#)にとって「救世主」となり得ることを示唆している。

このレビューでは、コメは世界で最も消費される穀物の1つであり、約30億人を養っている一方で、気候によって引き起こされた生物学のおよび生物学的ストレスが稲作の生産と品質に影響を及ぼしていることを強調している。ブラジルのFederal University of PelotasのAntonio Costa de Oliveira博士と共同研究者チームは、

収量、生物的・生物的ストレスに対する耐性、米粒の品質に関連する研究において、CRISPR-Cas ツールがゲノム編集に効率的であることを発見した。

また、Costa de Oliveira 博士は、遺伝子組換えや[ゲノム編集](#)などのバイオテクノロジーツールは、将来の需要を満たすのに役立つと述べ、ゲノム編集された植物は、外来遺伝子がないためより受け入れられやすいと付け加えた。

詳しくは以下のサイトをご覧ください。 [Digital Library](#)

---

### 旱魃に強いコムギは、根の長さが鍵と判明

国際的な科学者グループは、特定の[遺伝子](#)グループの適切なコピー数によって、より長い根の成長が促され、[コムギ](#)がより深い供給源から水を引き出せるようになり、その結果、より多くのバイオマスと高い穀物収量を生み出す植物が得られることを発見した。

UC Davis 植物科学部の博士研究員で論文の筆頭著者である Gilad Gabay 氏は、「*Nature Communications* 誌に掲載されたこの研究は、コムギの根の構造を改変し、植物が低水分条件に耐えるための新しいツールを提供した。」と述べている。コムギの根の構造に影響を与える遺伝子については、これまでほとんど知られていなかった。OPRIII 遺伝子ファミリーが発見され、これらの遺伝子のコピーの違いが根の長さに影響するという事は、重要なステップであると、Gabay が所属する研究室のプロジェクトリーダーである Jorge Dubcovsky 特任教授は述べている。

より長い根を得るために、研究者らは [CRISPR ゲノム編集技術](#) を用いて、根の短い小麦の系統で重複しているいくつかの OPRIII 遺伝子を除去した。これらの遺伝子のコピーを増やすと、根が短く枝分かれしてしまうが、ライ麦の染色体を挿入すると、OPRIII 小麦遺伝子が減少し、より長い根ができるようになった。遺伝子の組み合わせを微調整することで、研究者は自然な変異を持つコムギ品種を探し、低水環境で栽培する生産者にリリースするために品種改良することができる。

詳しくは以下のサイトをご覧ください。 [University of California Davis News & Events](#)

---

### 遺伝子ノックアウトでよりおとなしいサバができる

日本の科学者グループは、系統的な採卵と[ゲノム編集](#)を組み合わせた手法により、攻撃性を抑えたチャブサバの品種開発に挑戦している。よりおとなしいサバを品種改良することで、魚の家畜化や生産効率の向上が期待できる。

魚のゲノム編集を成功させるためには、受精直後の受精卵を採取することが重要である。そこで、研究者たちは、産卵時のサバの飼育環境を注意深くコントロールした。ゴナドトロピン放出ホルモンをメスの魚の背中の筋肉に注射し、卵子の成熟を促進させた。サバは34~36時間、産卵水槽に放置される。水温を23℃まで上げると産卵は終了する。ゲノム編集試薬としてサバのアルギニン・バソトシン受容体 V1a2 株をノックアウトした。この試薬は、産卵後のサバの受精卵にマイクロインジェクションされた。

研究の結果、V1a2 株をノックアウトすることで、稚魚期のサバの共食い行動が46%減少したことが分かった。また、魚の壁への衝突頻度や酸素消費量も減少した。魚の攻撃的な行動が少なくなることは、家畜化や生産に有利に働く。科学者たちは、このことが魚の生存の可能性を高めるかどうかを調べるつもりである。

詳細は [Nature](#) に掲載されている。

---

## ゲノム編集で火星での作物栽培が可能に

最近の探査ミッションにより、火星は食糧生産に必要なバイオマスの導入が可能であるという証拠が得られている。しかし、火星の地表のストレスに対抗するためには、作物の[ゲノム編集](#)による支援が必要かもしれません。

火星には、植物の生育に必要な要素が揃っていることが判明した。火星には水、レゴリス（岩盤の上にある惑星の岩肌）、光、そして二酸化炭素がある。レゴリスは、より難しい要素ではあるが、シミュレーションの結果、植物の生育をサポートできることがわかった。そこで、[米国](#)の Arkansas 州の研究者は、火星の表面に[イネ](#)を植えることを提案した。

その結果、火星のレゴリスでイネが発芽・成長したことから、レゴリスの保水力、ミネラル成分、土壌の PH 値、粒径、必須ミネラルなどの物理・化学的特性が、イネの生育をサポートできることが示唆された。しかし、土壌に含まれる塩化マグネシウムのレベルが、イネの発芽に悪影響を及ぼすことが判明した。そこで研究チームは、イネの [SnRK1A 遺伝子](#) を編集して、ストレス関連メカニズムのカスケードを引き起こすことを提案した。これにより、火星の土壌に対する植物の塩化マグネシウムに対する反応が、もしかしたら変化し改善される。

この取り組みは、高価な補給ミッションとは対照的に、宇宙探査プログラムの食糧供給を維持するために惑星体の資源を利用する、より実用的で手頃な方法である。

詳しくは以下のサイトをご覧ください。 [54th Lunar and Planetary Science Conference 2023](#).

---