

SHIZUOKA-SINGAPORE Agri-Food Forum 2025

Project Title/プロジェクト名

Nutrient Formulations to Enhance Growth and Induce Heat Tolerance in Plants

植物の生長促進と耐暑性付与のための施肥処方

Synopsis of Project

The primary objective of this project is to investigate the incorporation of silicate into nutrient solutions to induce heat tolerance in plants. Silicates can strengthen cell walls and improve water retention and transpiration efficiency. Experiments were conducted using Nai Bai, an Asian leafy green, in a rooftop greenhouse.

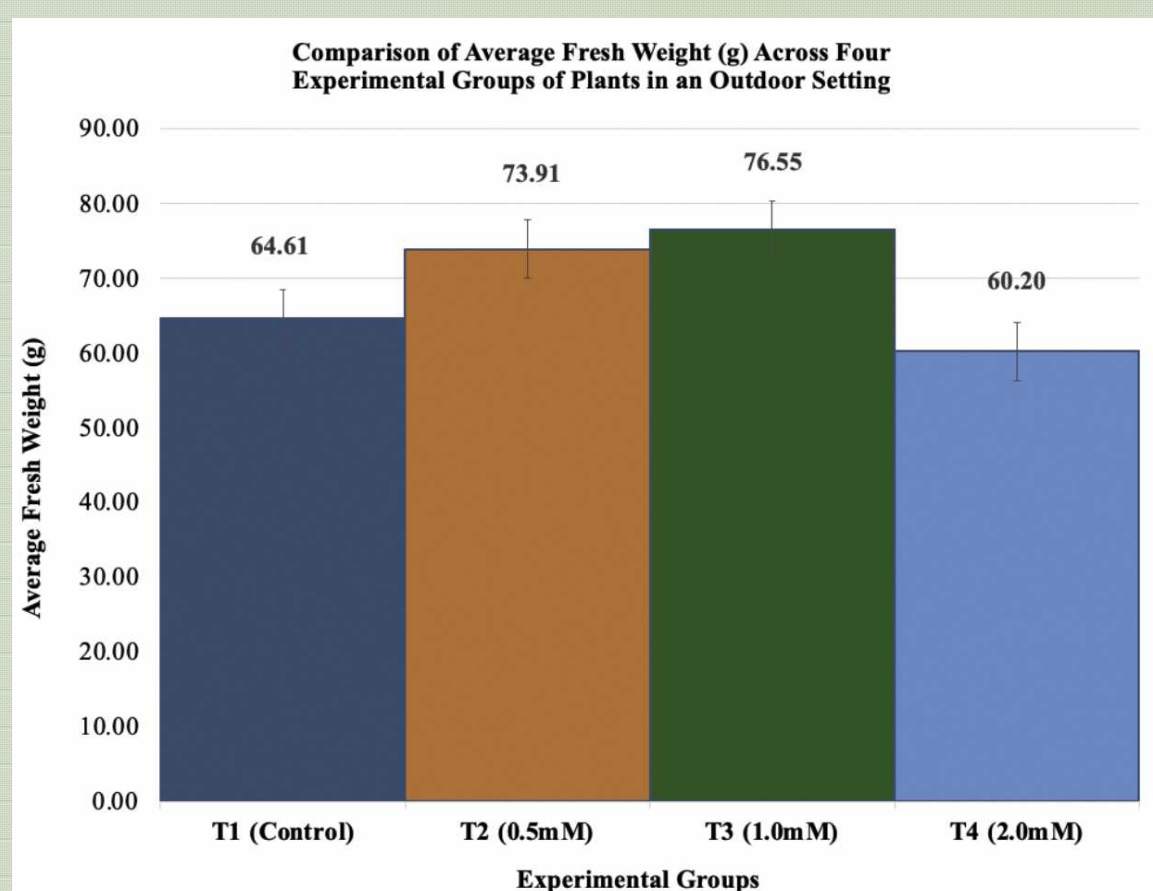


Figure 1: Comparison of average fresh weight in different treatment groups, n=32

The experiment compared control (T1) and three treatment groups (T2, T3, T4) with varying silicate concentrations (0.5 mM, 1.0 mM, and 2.0 mM). Results showed that T3 with 1.0mM silicate dosage achieved the highest fresh weight of 76.55 g.

Implementation/Application

Heat stress can cause significant crop yield losses and contribute to issues such as food insecurity and economic instability in the agricultural industry. Given the heightened climate temperatures, tropical countries like Singapore, this project can add value to the agriculture industry through the introduction of a novel approach to enhance heat tolerance in crops. It seeks to provide a cost-effective and environmentally friendly alternative that can be integrated into existing farming practices conveniently. With leafy greens being able to withstand heat stress conditions, the project results can enhance productivities of local farms and augment our national food security.

Future Work

The team is looking to work with farms and industry players in the following areas:

- Customisation of recipes in combatting heat stress for different leafy greens
- Quantification of enhancement in crop productivity for the tailored recipes.

プロジェクトの概要

本プロジェクトの主な目的は、植物に耐暑性を付与するために、液肥へのケイ酸塩添加について調査することである。ケイ酸塩は細胞壁を強化し、保水性と蒸散効率を向上させる。実験は、屋上温室でアジアの葉物野菜「ナイバイ」を使って行われた。

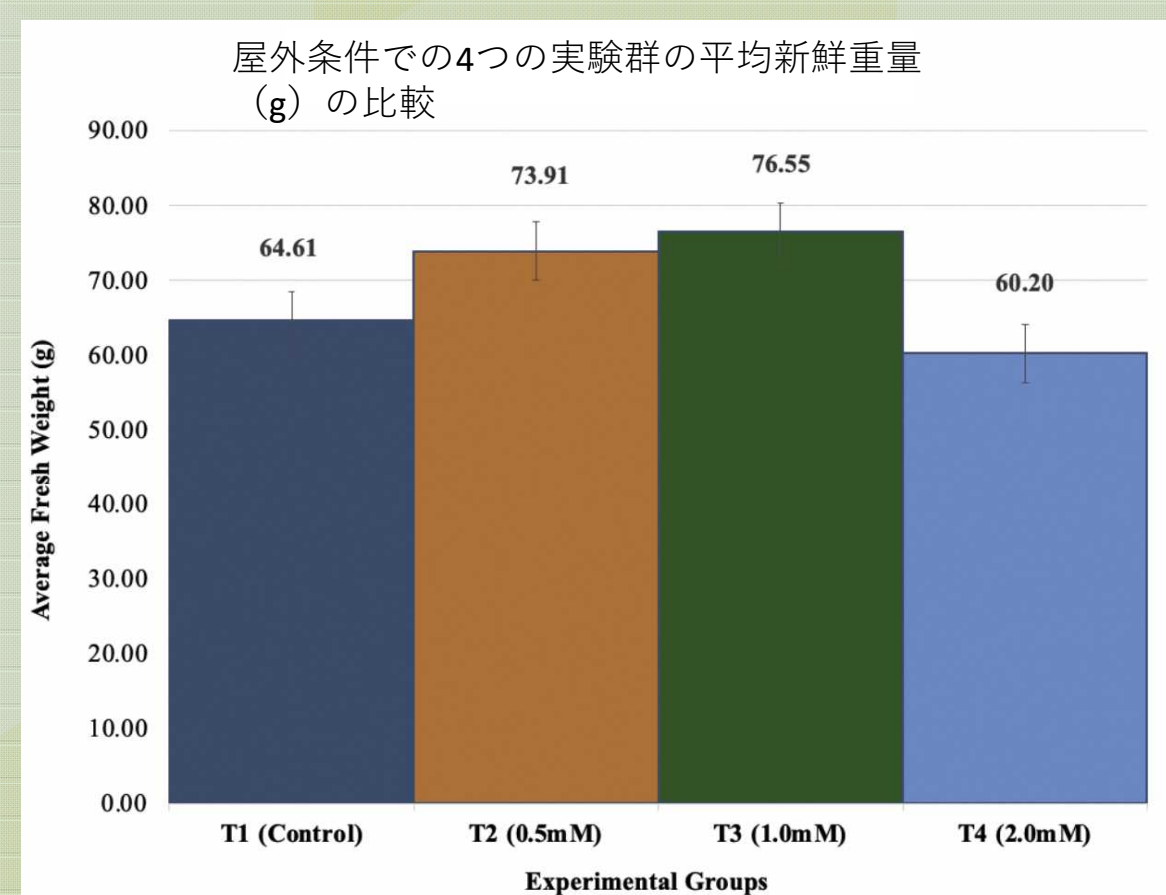


図1：処理群別 平均新鮮重量の比較 (n=32)

実験では、対照群 (T1) と、ケイ酸濃度を変えた3つの処理群 (T2 : 0.5 mM、T3 : 1.0 mM、T4 : 2.0 mM) を比較した。その結果、1.0mMのケイ酸塩を投与したT3が、最も新鮮重量が高かった (76.55g)。

実装/応用

高温ストレスは作物の収穫量に大きな損失をもたらし、食糧不安や農業の経済的不安定性といった問題の一因となる。シンガポールのような熱帯の国々では気温が高いことから、本プロジェクトを通じて、作物の耐暑性を高める新たなアプローチを導入することにより、農業に付加価値をもたらすことができる。本プロジェクトは、既存農法に容易に導入可能な、費用対効果が高く、環境に優しい代替策を提供することを目指している。高温ストレス耐性のある葉物野菜の生産が可能になれば、本プロジェクトの成果は、地場農家の生産性を向上させ、国家の食料安全保障を強化することができる。

今後の作業

プロジェクトチームは、次のような分野で農家や業界関係者との協働を検討している。

- さまざまな葉菜の高温ストレス対策の処方の調整
- 調整処方による作物生産性向上の定量化

Agri-Food Forum 2025

Project Title/プロジェクト名

Innovative Photoperiod Management in Controlled Environment Agriculture (CEA):

Maximizing Yield While Minimizing Energy Consumption

環境制御型農業（CEA）における革新的日長管理：

最小限のエネルギー消費で収穫量を最大化

Synopsis of Project

This research targets the challenges from the COVID-19 pandemic and high energy costs of Singapore's indoor farming sector through the study of three distinct photoperiod treatments (12, 14, and 16-hours) applied to 11 Asian Leafy Vegetable (ALV) varieties under controlled conditions. As photoperiod optimisation directly affects the light and dark reactions within the plant, it has the potential to

maximise specific plant growth and quality through tailored recipes.

Yield increased with longer photoperiods, with most vegetables achieving peak biomass at 16 h. Lettuce, Pak Choi, and You Mai Cai showed strong positive responses, while Nai Bai peaked at 14 h.

Crop selection and photoperiod optimisation is crucial for maximising energy - to - biomass conversion. Compact crops with broad, thick leaves (Lettuce, Pak Choi) were more efficient in converting light energy and accumulating biomass. Hollow-stem species (Kang Kong, Red Green Leaf Bayam) produced lighter yields despite similar light exposure.

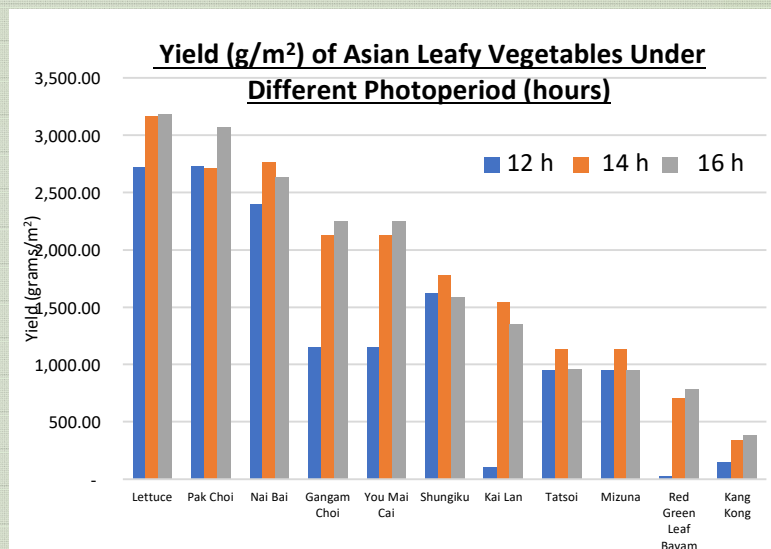


Figure 1 (above): Yield (g/m²) of ALVs Under Different Photoperiod (hours)

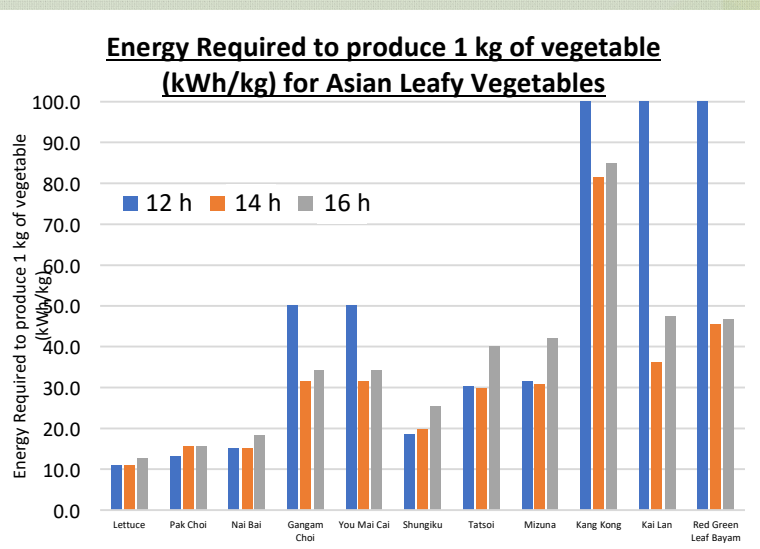


Figure 2 (above): Graph of energy use efficiency (EUE) based on calculating the total energy consumed (kWh) per unit of fresh weight (kg) of ALV.

Implementation/Application

The research demonstrates that a “one-size-fits-all” lighting model is inefficient and an optimal photoperiod of 14 hours can maintain high yields while significantly reducing energy. **Tailoring photoperiods to specific crops is essential for maximising energy-to-biomass conversion**, reducing operational costs, and achieving sustainable production in indoor agriculture. This can support environmental sustainability while also enhancing the economic resilience of CEA systems.

Future Work:

The team is looking to work with farms and industry players in the following areas:

- Optimization of light efficiency via intermittent lighting
- Identification of plant density for specific crops to improve indoor farming efficiency
- Provision of tailored recipes for different crops

プロジェクトの概要

本研究は、新型コロナウイルスの大流行とシンガポールの屋内農業部門におけるエネルギーコストの高さという課題に対応するため、管理条件下でアジアの葉物野菜（ALV）11種に3種類の日長処理（12時間、14時間、16時間）を適用したものである。日長の最適化は、植物内の明暗反応に直接影響するため、処方の調整によって個々の品種の成長と品質を最大限に高められる可能性がある。

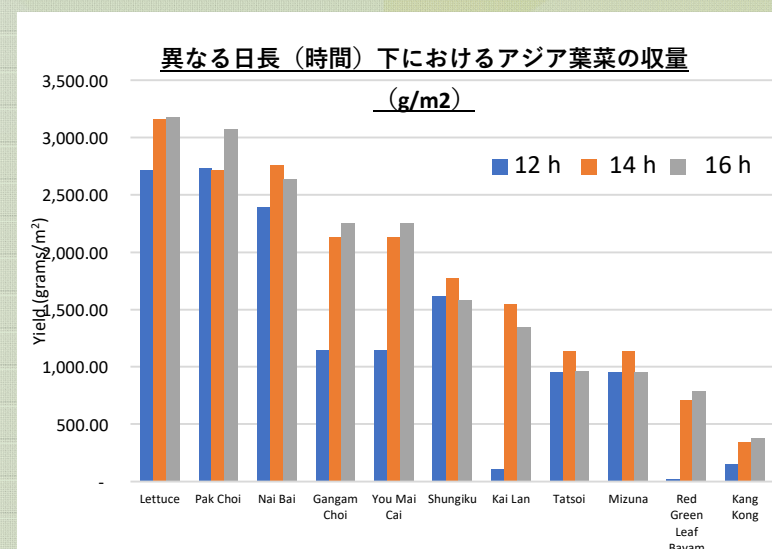


図1（上）：異なる日長（時間）下におけるALVの収量（g/m²）

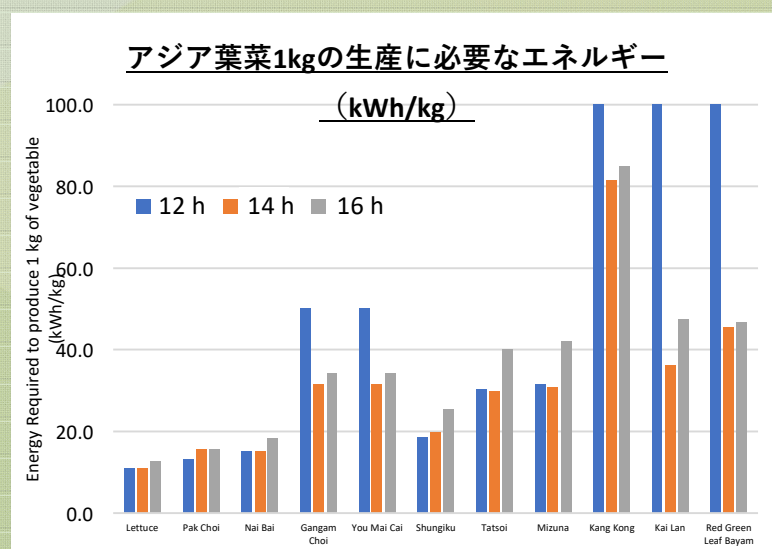


図2（上）：ALVの新鮮重量（kg）あたりの総消費エネルギー（kWh）に基づくエネルギー利用効率（EUE）のグラフ

実装/応用

この研究により、「画一的な」照明モデルは非効率的であること、またエネルギーを大幅に削減しつつ高い収穫量を維持するためには、日長時間は14時間が最適であることが実証された。屋内農業においてエネルギーからバイオマスへの変換率を最大化し、運営コストを削減し、持続可能な生産を実現するには、個々の作物に合わせた日長時間の調整が不可欠である。これにより、CEAシステムの経済的柔軟性を高めるとともに、環境の持続可能性を下支えすることができる。

今後の作業：

プロジェクトチームは、次のような分野で農家や業界関係者との協働を検討している。

- 間欠照明による光効率の最適化
- 個々の作物に適した栽培密度の特定による屋内農業効率の向上
- さまざまな作物に合わせた処方の提供

Agri-Food Forum 2025

Project Title/プロジェクト名

Probiotic-enriched Growth Recipes to Improve Stress Tolerance for Leafy Greens in Greenhouse Environment

温室環境における葉菜類のストレス耐性を向上させるプロバイオティクス強化型の栽培処方

Synopsis of Project

The aim of this study was to develop a customised recipe to support optimized growth of leafy greens in vertical towers under outdoor environments. Lettuce treated with a probiotic mixture containing *Bacillus subtilis* exhibited a notable increase in plant height throughout the vegetative growth period (weeks 1-4) compared to the control plants (fertiliser only). This suggests that probiotic microbes aid in the active absorption of nutrients and significantly enhance plant health compared to fertilization alone (Figure 1).

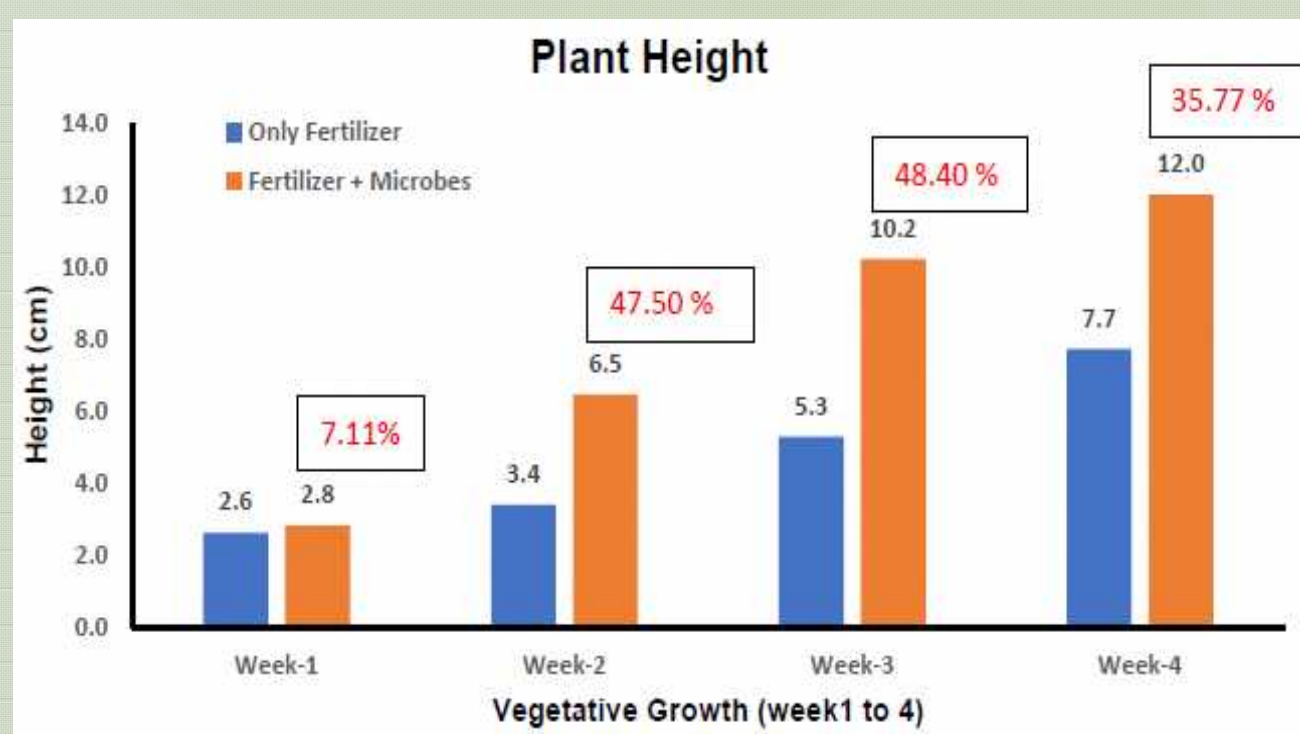


Figure 1: Lettuce treated with a *Bacillus subtilis* increase in plant height during the vegetative growth period compared to the control group.

B. subtilis is an effective bacterium used in agriculture, including hydroponic systems. It enhances plant growth and health through various mechanisms, such as improving nutrient uptake and promoting stress tolerance, particularly against heat stress, resulting in better overall plant growth.

Implementation/Application

Rapid changes in weather patterns and rising annual temperatures can negatively affect crop health and harvest quality. By enhancing crop resilience through probiotic amendments, growers can improve root nutrient absorption, reduce fertilizer requirements, maintain stable production under variable climatic conditions, and ultimately achieve higher yields. In this study, lettuce treated with *B. subtilis* showed improved vegetative growth, indicating enhanced nutrient uptake and plant health. This can lead to vegetables with improved quality and nutrition, texture, flavour, while supporting sustainable agriculture.

Future Works:

The team is looking to work with farms and industry players in the following area:

- Customisation of probiotic recipes for different crops

プロジェクトの概要

本研究の目的は、屋外環境下で垂直タワーを使った葉物野菜の栽培を最適化するための専用処方を開発することである。枯草菌を含むプロバイオティクス混合物で処理したレタスは、対照株（肥料のみ）と比較して、生育期間（1～4週目）を通して草丈が顕著に伸長した。これは、プロバイオティクス微生物が養分の積極的な吸収を助け、肥料のみの場合に比べて植物の健全性を著しく向上させることを示唆している（図1）。

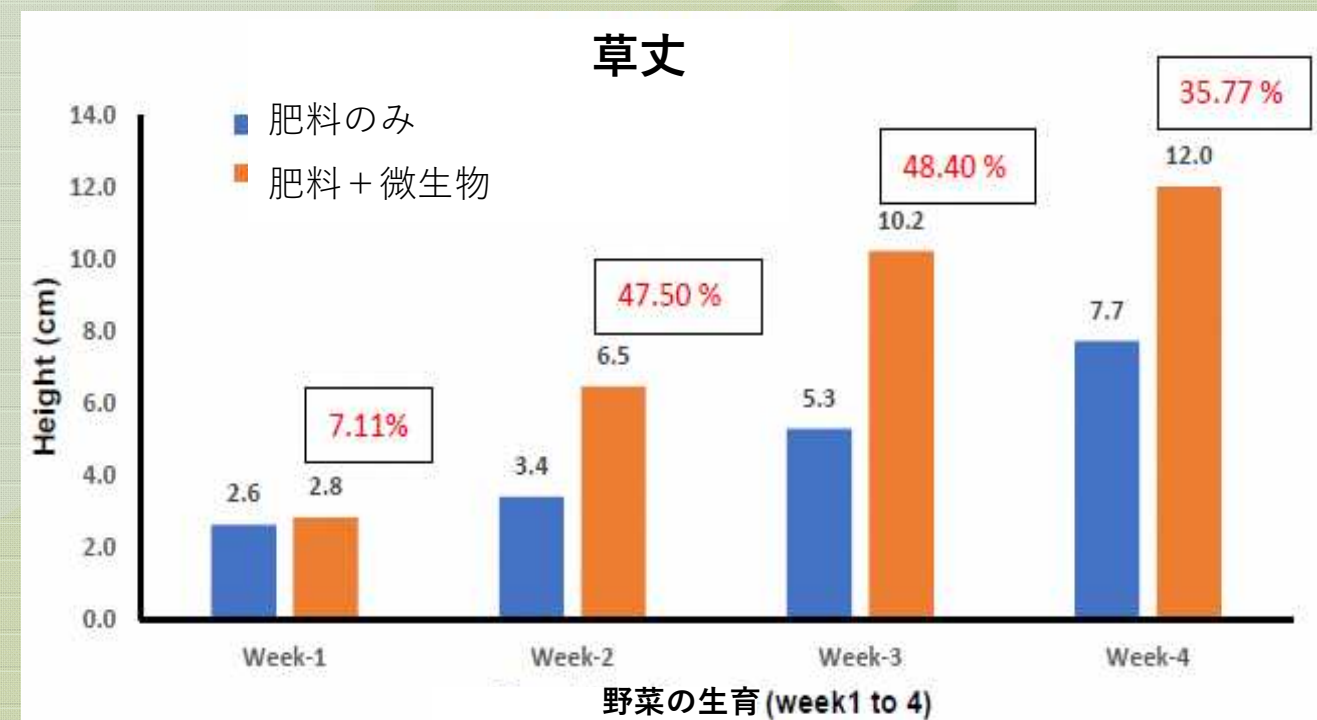


図1：枯草菌で処理したレタスは、対照株に比べて生長期の草丈がより高く伸長した。

枯草菌は、水耕栽培その他の農業で使用される有用細菌である。養分の吸収率を高め、ストレス耐性、特に高温ストレス耐性を強化するなど、さまざまなメカニズムを通じて植物の生育と健全性を向上させ、結果的に全体的な成長を促進する。

実装/応用

気象パターンの急激な変化や年間気温の上昇は、作物の健全性や収穫物の品質に悪影響を及ぼしかねない。生産者は、プロバイオティクスを添加した改良剤によって作物の強靱性を高めることにより、根からの養分吸収を向上させ、肥料の必要量を減らし、変動する気候条件下で安定した生産を維持し、最終的に高い収穫量を得ることができる。本研究では、枯草菌で処理したレタスは、栄養の吸収と株の健全性が増進したことにより、生育が向上したことが判明した。これにより、持続可能な農業を支えつつ、野菜の品質や栄養価、食感、風味を向上させることができる。

今後の作業：

同チームは、次のような分野で農家や業界関係者との協働を検討している。

- さまざまな作物に適したプロバイオティクス処方の開発