

**バイテク情報普及会 第9回 高校生科学教育大賞 最優秀賞**  
**山形県立置賜農業高等学校 活動計画概要**

**活動の名称**

**山形県の花「最上紅花」の遺伝子解析およびゲノム編集による新品種開発に関する研究  
 ～植物バイオテクノロジーを学ぶ高校生の挑戦～**

**1. 活動の概要**

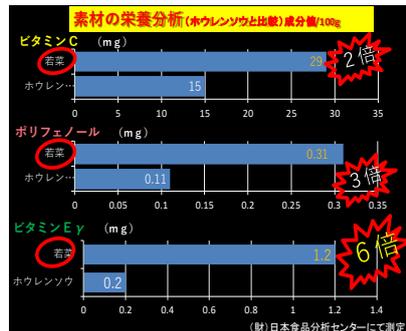
最上紅花(図1)は初夏を彩る山形県の花であり栽培面積は日本一(R4年, 1位:山形県 4ha, 2位:埼玉県 2ha)、日本農業遺産に登録されています。用途は幅広く、染料・生薬・油料・化粧品・食用などです。赤(紅)色素はカルタミンであり0.4%~0.6%程度しか含有していないことを学びました。紅花栽培は病害虫対策や花摘みに労力を要することや栽培者の高齢化も大きな課題です。そこで、植物バイオテクノロジーの授業で学んでいる遺伝子解析とゲノム編集の基礎知識と技術から有用遺伝子を解明し、ゲノム編集によりカルタミン含有量が高く病害虫の耐性に優れた新品種を開発します。持続可能な最上紅花の栽培と植物バイオテクノロジーの理解を深める活動です。

**2. 活動の背景 (活動計画の背景、課題、着想に至った経緯等)**

最上紅花(*Carthamus tinctorius* L.)は、キク科の2年植物で7月中旬にアザミ状の鮮黄色を開花させます。この花弁を摘み取り、乾燥(乱花)、あるいはすりつぶして発酵させたもの(紅餅)は鮮やかな紅色を呈し、紅花(コウカ)として古くから漢方薬や高級染料として用いられました(単価 33,000 円/1Kg)。花弁中に含まれているカルタミンは難水溶性であり抗酸化力に優れます。最上紅花の栄養価をホウレン草と比較。ビタミンCは2倍、ポリフェノールは3倍、ビタミンEは6倍と高いことが分かりました(図2)。抗酸化力測定の結果、生薬は8倍、粉末は6倍と高く、優れた抗酸化力を確認しました(図3)。



(図1)



(図2)



(図3)

ゲノム編集により最上紅花のカルタミン含有量を多く含む新品種を開発し、生産と用途の拡大に貢献することが期待できます。ゲノム編集の利点は、特定の遺伝子に突然変異を起こさせて目的の性質を持つ品種を効率的に作ることができることです。大幅に時間を短縮できます。気候変動や病害虫耐性等、短期間で新品種を開発できます。課題は実験手法の習得です。大学、農業研究センター等から指導していただきます。これまで最上紅花の無菌播種および茎頂培養による無菌培養植物体の育成に成功しています。

**3. 活動の具体的内容**

(1)最上紅花のゲノム編集による研究目的：①カルタミン含有量の増加(この色素を産生する遺伝子を特定し編集することで含有量の大幅な向上を図る)②花色の改良(鮮やかな色調をめざす)③栽培環境への適応性向上(耐病害虫性、耐暑性、耐寒性などの環境適応性を向上させる遺伝子を編集し安定性を図ります)④栽培効率の向上(生育促進の向上と収穫量の増加を図ります。ゲノム編集技術は遺伝子組換え技術に比べ正確に遺伝子を編集できるため安全かつ効率的な新品種を開発をめざして基礎実験から実施します)ゲノム編集研究において広く利用されているCRISPR-Cas9技術により特定の遺伝子を編集し安全性評価を適宜実施します。

(2)遺伝子解析用「最上紅花」無農薬栽培の確立：最上紅花無農薬栽培に挑戦。土壌分析と施肥設計を行い、堆肥を投入して土壌改良、うねたてから播種、中耕除草を実施しました。無農薬栽培の最大の課題は病害虫防除です。そこ

で、温湯防除に着目し、葉に50℃の温湯を散布して熱ショックにより植物体の病害虫を防除する方法を確立しました。「炭そ病」「うどんこ病」「アブラムシ」への効果試験を実施。その結果、農薬散布と同じ効果を得ました(図4)。温湯防除を実施(図5)。大型ボイラーにより100℃を散布した場合、直後の葉温は50.8℃でした。炭そ病、うどんこ病、アブラムシの発生は見られませんでした。無農薬栽培を証明する残留農薬および放射性物質の検査は山形県衛生研究所より技術指導を受け、残留農薬99項目のリストすべて不検出、放射性物質も検出されませんでした(図6)。

**試験1 温湯防除効果 50℃**

	炭そ病 罹病率	うどんこ病 罹病率	アブラムシ 生存率
温湯処理区	0%	0%	0頭
水処理区	100%	0%	9頭
薬剤処理区	0%	0%	0頭
無処理区	100%	5%	10頭

炭そ病：葉5枚 うどんこ病3枚 アブラムシ：10頭 1週間後調査

(図4)



(図5)

**残留農薬、放射性物質不検出**

検査報告書

(図6)

(3) **遺伝子解析とゲノム編集の手法**：無農薬栽培から得た最上紅花をメリクロン技術により無菌培養し遺伝子解析の個体を確保します。ゲノム編集の実験はカルタヘナ法(遺伝子組換え生物等規制法)を遵守し、実験の安全性を確保します。先行研究から植物バイオテクノロジーによる遺伝子解析とゲノム編集実験を実施、新品種を開発めざします。高校生が科学的な手法でより最上紅花の新品種を開発する研究は学会や探究発表会等で発表して研究内容の深化を図ります。

(4) **遺伝子組解析から植物バイオテクノロジーの社会的な受容を推進する情報発信**：遺伝子組解析とゲノム編集の研究をととして植物バイオテクノロジーに対する理解を促進するため、実験の様子は本校 YouTube チャンネルやHPで情報発信して活動内容を「見える化」します。また、SDGs(持続可能な開発目標)の取組として、本校のMPS(花き産業総合認証)の国際認証を最大限生かし環境に配慮して栽培した安全で安心な最上紅花の遺伝子解析とゲノム編集による研究であることも発信します。具体的には (1)活動の見える化(YouTube、HP) (2)理解増進に向けた関係者との協力強化(農家、農業研究所、大学、農林水産省、文部科学省) (3)小中学生向け楽しい実験講座(DNA抽出、無菌操作) (4)ハイレベルバイテク実験講座(ゲノム編集) (5)マスメディアを通じた正確な情報発信(高校生のバイテク学習成果) (6)高校生バイオサミットやサイエンスフォーラム、探究学習発表会等での発表 (7)SDGsへのアプローチ講座の開催。

## 4. スケジュール

2025年4月：研究活動開始(無農薬栽培、組織培養(メリクロン)実験)、5月：無農薬栽培、組織培養、7月：遺伝子組換え実験に関する諸手続きと遺伝子解析・ゲノム編集準備(有用遺伝子探索)、8月：大学、農業研究所にて遺伝子解析実験のための事前学習、9月～10月：遺伝子解析実験、11月～2026年1月：データの再現性確認、2月：研究のまとめと発表、3月：バイテク情報普及会様へ活動報告書提出。継続研究とします。