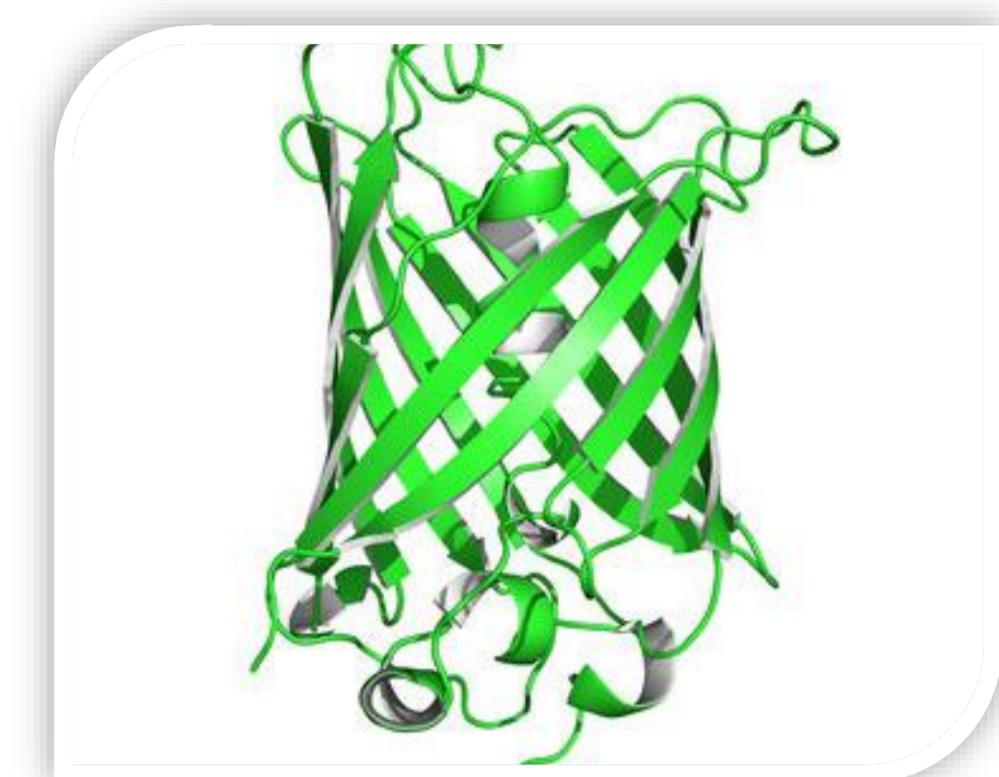


## 研究アイデアの概要

肉類の食品が腐敗するときに発生する揮発性ガスを検出し、色が変わる蛍光タンパク質由来のフィルムを制作する。  
このフィルムを食品包装の内側に付着させることで、消費者が見た目だけで鮮度を判別できるようにする。  
簡便かつ低コストで食品ロス削減に貢献することを目的とする。

## 蛍光タンパク質とは？

蛍光たんぱく質は、光を吸収して、再び光を放つ性質を持つ。また、pHや温度などの環境変化により構造が変化し、蛍光の強度や色が変わる特性を持つ種類もある。



## 研究背景

2023年の日本では、まだ食べられるが廃棄される食品の量は464万トンに達し、約4兆円の経済的損失が発生している。  
このように、消費可能であるにもかかわらず食品ロスの削減は、世界的にも重要な課題である。  
しかし、現在一般的に用いられている鮮度判別方法は、非常に高価で商品への影響があり、現場ではあまり活用されていない。

2023[令和5]年度食品ロス量

464万トン

国民1人当たり<sup>\*1</sup>

37kg/年

食品ロスによる経済損失の合計<sup>\*2</sup>

4.0兆円

国民1人当たり<sup>\*1</sup>

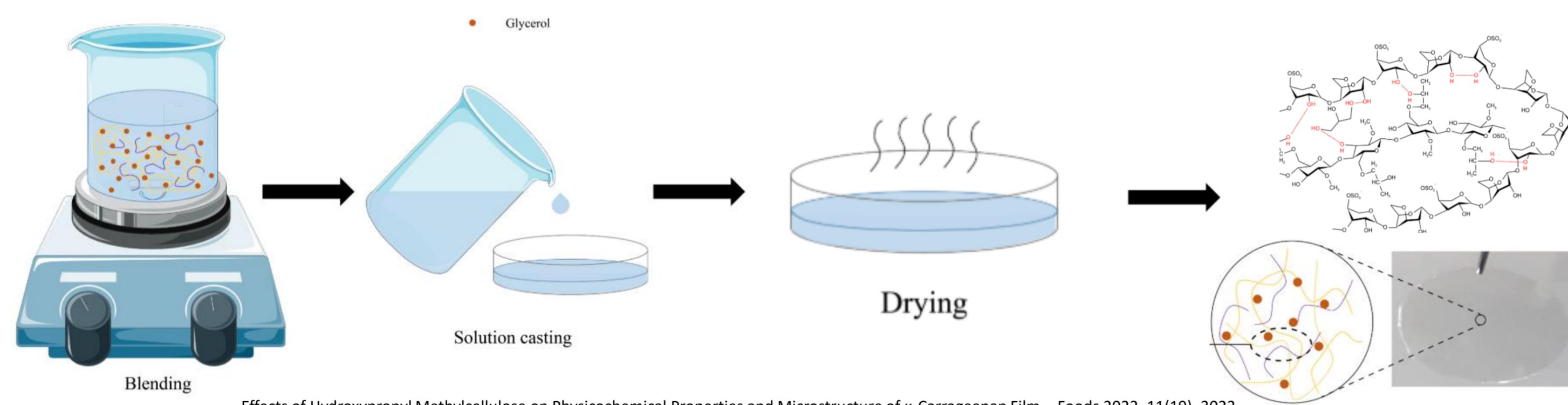
31,814円/年

(2025年06月27日、消費者庁)

## フィルム設計の流れ

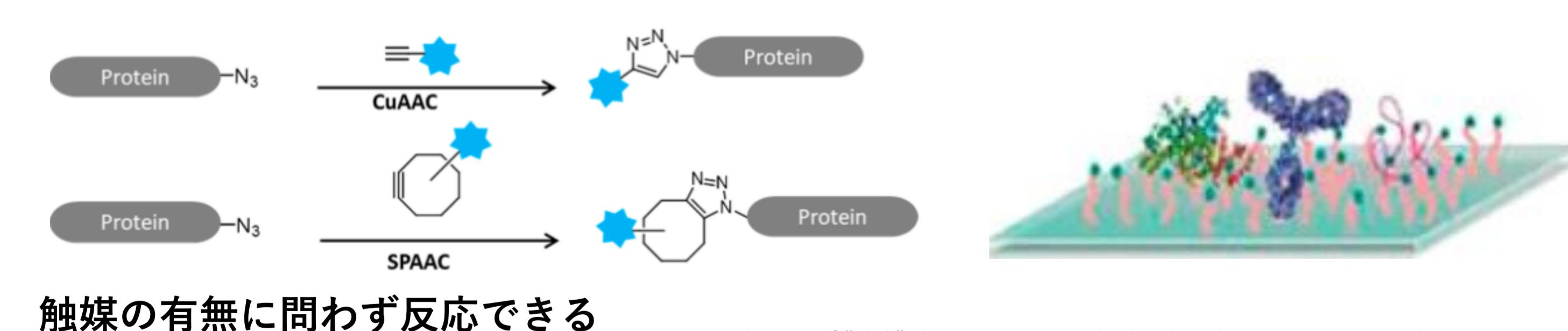
### フィルム樹脂の設計

HPMCと $\kappa$ -カラギーナンを基材とし、高含水率（約90 wt %）を持つ生分解性フィルム樹脂を作製。



### タンパク質の付着

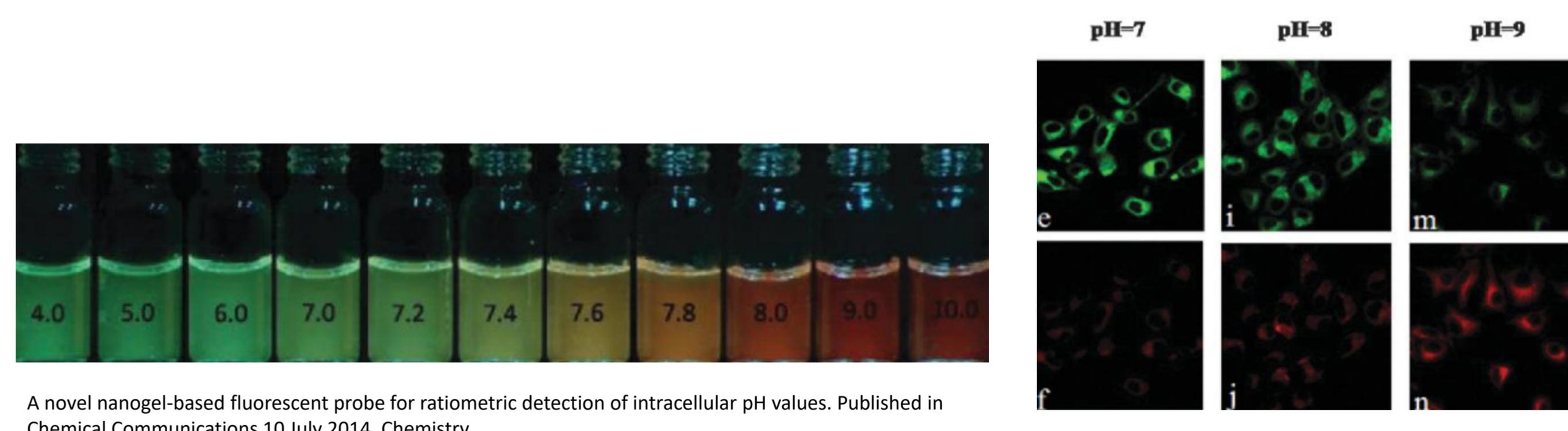
フィルム樹脂の表面にアルキン基を導入し、蛍光タンパク質のN末端アジド基と反応させて結合させる。



触媒の有無に問わず反応できる

### 蛍光タンパク質の発現

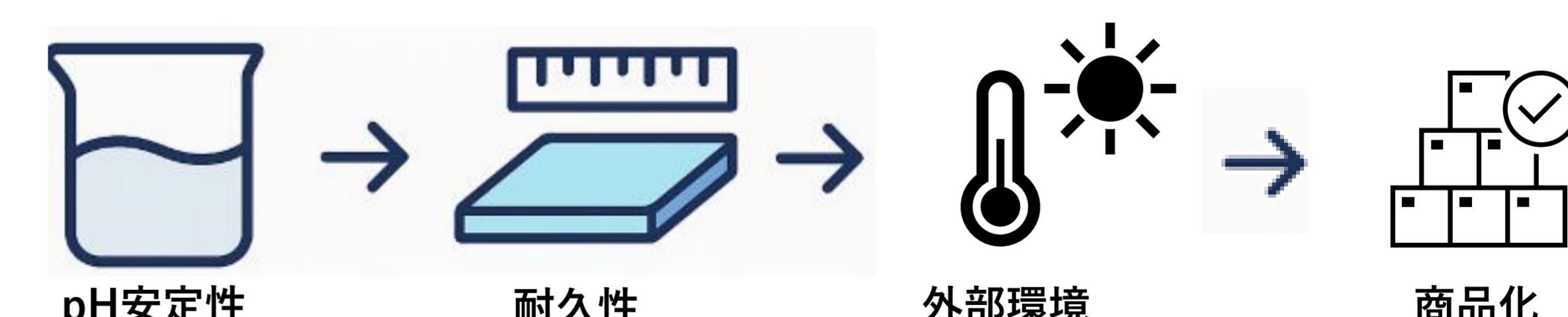
pH7~9の変化に応じて蛍光強度が変化する蛍光タンパク質を選定または変異させて使用する。



A novel nanogel-based fluorescent probe for ratiometric detection of intracellular pH values. Published in Chemical Communications 10 July 2014, Chemistry.

### プロトタイプ制作

厚さ5~50 $\mu$ mのフィルムを試作し、pH安定性・耐久性・外部環境（紫外線・温度）への耐性を評価する。  
量産時の試算コストは約10~20円/枚（1cm × 1cm × 50 $\mu$ m）であり、実用化の可能性が高い。



## この研究のオリジナリティ

食品の鮮度を判別するガス検出型アミンセンサフィルムは既に多く研究されているが、タンパク質の構造変化を利用した生体分子型フィルムはほとんど例がない。  
本研究で用いた蛍光タンパク質変異体の発現技術を応用することで、果物など異なるpH環境を持つ食品にも適用できる可能性がある。



詳しい値段の計算表はこれら  
(Google spread sheet)

### 参考文献

2023[令和5]年度食品ロス量推計値の公表について、2025年06月27日、消費者庁  
Effects of Hydroxypropyl Methylcellulose on Physicochemical Properties and Microstructure of  $\kappa$ -Carrageenan Film, Foods 2022, 11(19), 3023  
Recent Advances about the Applications of Click Reaction in Chemical Proteomics, Molecules 2021, 26(17), 5368  
Application of "Click" Chemistry in Biomedical Hydrogels, ACS Omega, October 12, 2022