2023 年度杉山産業化学研究所助成報告書

「不溶性抗酸化剤による抗酸化剤再生機構を利用した食用油の持続的酸化防止システム」

東北大学大学院工学研究科　　高橋　厚

1. Introduction

最近注目されているオメガ 3 系食用植物油は、二重結合を複数持つ多価不飽和脂肪酸含有量が多く、油中に含まれるビタミン E(V_EH)などの脂溶性抗酸化剤だけでは酸化抑制効果がほとんどなく、消費期限は数か月と短いものとなっている。そのため、これら多価不飽和脂肪酸含有油の消費期限を延長できる効率的な酸化抑制法が切望されている。

このような酸化が速い油に関して抗酸化剤の効果が現れない主な要因は、抗酸化剤自身が油由来のラジカルと高頻度で反応し、その結果、反応性の高いラジカルへと変化することによると考えられる。我々は、自身が反応しても油酸化に影響を与えない材料として、油とは相を隔てた材料が有効であるとの仮説のもと、油に不溶で 2 級アミン基を多く持つポリマーであるポリエチレンイミン（PEI）に着目した。本研究では、PEI を用いた新たな酸化保護システムの確立を目指し、PEI 存在時の食用油酸化抑制効果について多価不飽和脂肪酸含有油のモデル系と実用系で検討した。

2. Experimental procedures

モデル油には V_EH を所定量添加したリノレン酸(二重結合数 3)のメチル体を、実用油には市販のアマ二油を用いた。アマ二油の脂肪酸組成は、オレイン酸　18.9%、リノール酸　15.2%　、リノレン酸 56.1%である [1)]。酸化実験は、ランシマット装置を用い、油 3 g を入れた反応管を 120˚C で加熱し、空気を供給する促進条件で行った。その際、PEI は所定量を反応管の底部に塗布する形で添加した。分析では、発生した揮発性酸化生成物を超純水で捕集し、その導電率変化を測定することで酸化進行度を評価した。また、油中の V_EH 濃度を HPLC により測定した。

3. Results and discussion

Fig.1 に V_EH (7 μmol)含有リノレン酸メチルに PEI (3 mg)を添加した場合の酸化進行度と V_EH 濃度の経時変化を示す。PEI を添加しない場合、酸化は速やかに進行し、V_EH 濃度も直線的に減少していることがわかる。このことから、多価不飽和脂肪酸を持つリノレン酸メチルの酸化に対して V_EH は抗酸化剤としての機能を果たすことができていないと考えられる。一方、V_EH と PEI が共存する場合、酸化の進行は著しく遅延した。同時に V_EH 濃度は、この酸化が緩やかな進行期間で初期濃度を保っており、V_EH が PEI の働きによって減少することなくリノレン酸メチルの酸化進行を抑制したと考えられる。なお、図では示していないが、PEI のみの添加では効果が見られないことから、PEI は V_EH の抑制効果を増強するシネルギストとして働いていると考えられる。

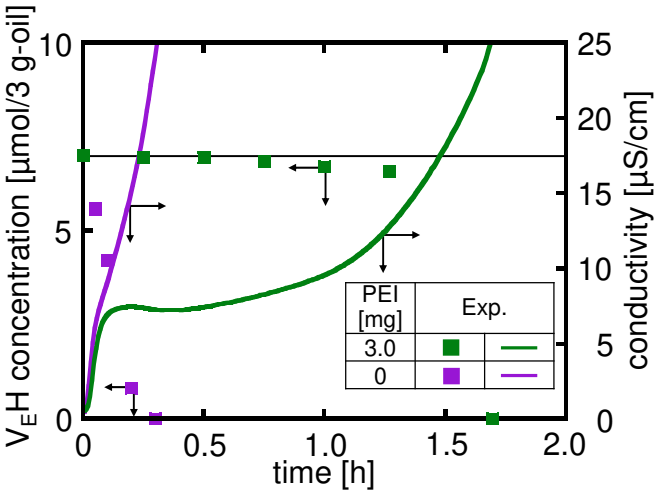


Fig.1 Time course of model oil oxidation under PEI addition

次に、アマニ油においては VEH が天然含有量として 3 μmol 含まれることから、PEI（10mg）のみを添加し、その効果を検討した。Fig.2 より、PEI 存在下での酸化進行度は、PEI なしより著しく遅延し、PEI により実用油でも酸化抑制が可能であることが示された。

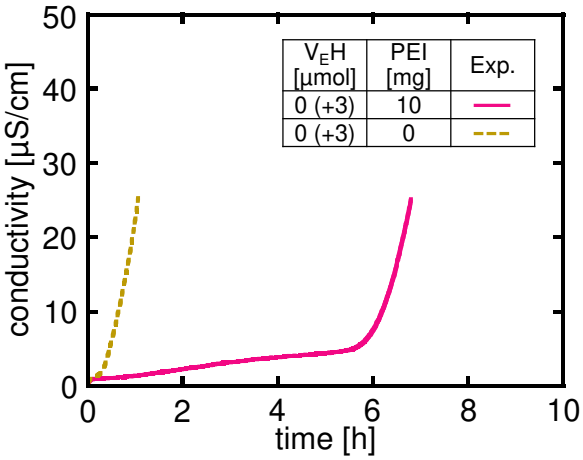


Fig.2 Effect of PEI addition on flaxseed oil oxidation

4. Conclusion

油に不溶な抗酸化材 PEI による酸化抑制システムは、オメガ 3 系食用植物油においても機能することが示された。

References

1)日本食品標準成分表 2020 年版（八訂）(2020)

成果報告

＜論文発表＞

1. 高橋厚,香取卓,廣森浩祐,北川尚美：ビタミン E 再生を利用した不溶性抗酸化材による食用油の新規酸化防止法，ビタミン, 98(7)，347-352 (2024)
2. Yuta Yoshida, Kousuke Hiromori, Naomi Shibasaki-Kitakawa, Atsushi Takahashi, ACS Food Sci. Technol. 3, 2125−2131 (2023)

＜学会発表＞

1. 高橋厚：食用油の酸化安定性評価のための新たな方法論-化学発光と多変量解析を組み合わせたアプローチ-，マテリアルライフ学会第 16 回ケミルミネッセンス研究会，2024 年 3 月 6 日，東京
2. 高橋厚,香取卓,廣森浩祐,北川尚美：ビタミン E 再生を利用した不溶性抗酸化材による食用油の新規酸化防止法，日本ビタミン学会第 75 回大会，2-Ⅳ-18，2023 年 6 月 18 日，仙台

謝辞

本研究助成により、食用油の持続的酸化防止法について新たな切り口での提案を行うことができました。多大なるご支援に心より感謝申し上げます。