

[報文]

ベニバナ花卉への放射線照射による ベニバナ黄色素抽出効率の向上

北島葉子, 高尾奈津子, 橋本香織, 多田幹郎

中国学園大学 現代生活学部 人間栄養学科 (〒701-0197 岡山市北区庭瀬83)

Improvement in Extraction Efficiency of Carthamus Yellow Pigment from Petals of Safflower (*Carthamus tinctorius L.*) by Irradiation of Ionizing Radiations

Kitajima Yoko, Takao Natsuko, Hashimoto Kaori and Tada Mikiro

*Faculty of Contemporary Life Science Department of Human Nutrition, Chugokugakuen University,
83, Niwase Kitaku, Okayama-shi, Okayama 701-0197 Japan*

Summary

The dried petals of Safflower (*Carthamus tinctorius L.*) that the raw material for preparation of food coloring agent, Carthamus yellow pigment, were irradiated with the doses of 5, 10 and 30kGy of gamma ray and electron beam. Then, the effects on the extraction efficiency and the composition of pigments were examined. (1) It was confirmed that the efficiency of pigment extraction was increased by the irradiation of ionizing radiation to the sample. With gamma ray irradiation at 5kGy and 10kGy, the extraction efficiency increased 10% and 15% respectively, however, with irradiation dose at 30kGy, the extraction efficiency decreased 5% more than non-irradiated sample. With electron beam irradiation at 5kGy and 10kGy, extraction efficiency increased 4% and 9% respectively, however, the increase were minimal at 30kGy. (2) The absorption spectra of the solution extracted from the irradiated and non-irradiated samples were nearly identical and demonstrated that a change in the composition of pigments did not occur with irradiation. However, the chromophore in pigment molecules may be decomposed with high doses of irradiation, such as 30kGy, it can be assumed that such irradiation can cause a decrease in extraction efficiency of pigments. (3) It was confirmed that decontamination of microorganisms was practicable, with irradiation of ionizing radiation at more than 5kGy.

Key words: food coloring agent, *Carthamus tinctorius L.*, Carthamus yellow pigment, extraction efficiency, gamma ray irradiation, electron beam irradiation

はじめに

近年, 消費者の「食と健康」についての意識の向上と「天然志向」の高まりから, 天然由来の添加物(既存添加物)の需要が増加傾向にあり, 食品着色料についても, 天然由来の着色料(天然着色料)が

広く利用されている。

一般に, 天然着色料として利用される植物色素は, 熱, 光, 酸, アルカリ等に対して不安定であるため, 天然着色料の調製は穏やかな条件下で行われる。一方, その調製原材料には多数の微生物が付着しているため, 最終製品への微生物の混入が避けが

たく、有効な非加熱殺菌法が望まれている。そして、その有効性と有用性が広く国際的に認知されている放射線照射処理法に期待が寄せられている。

食品・食材に放射線を照射すると、微生物や害虫の殺滅はもとより、食材の加工適性や物性が改善されることも知られている。高原らは、予め放射線照射を施したブドウを使ってワインを醸造すると、アントシアニン色素の抽出効率が高まることを認め、放射線照射によって果皮の構造に変化が生じる結果であると報告している¹⁾。また、小竹らは²⁾、市販の天然着色料8種に *Bacillus subtilis* を摂取し、最大 10kGy の電子線照射を行い、殺菌効果を認めると共に、色素への影響は極めて少ないことを報告した。

これらの研究報告から、予め天然着色料調製原料に放射線照射を施すと、微生物汚染の低減のみならず、色素の抽出効率が增大する可能性が予想される。そこで、本研究では、食品着色料として広く利用されているベニバナ黄色素の原材料であるベニバナ花卉に放射線（ガンマー線及び電子線）を照射して、色素抽出効率ならびに色素成分への影響を検討し、併せて、放射線照射による殺菌効果を検証した。

実験方法

1. 試料

試料に用いたキク科ベニバナの乾燥花卉(中国産)は、三栄源エフ・エフ・アイ株式会社から供与を受けた。なお、試料の水分含量率は 16.0%、付着生菌

数は 8.5×10^3 コ/g であった。

2. 照射処理

ガンマー線照射は、独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構食品総合研究所に設置されている照射装置（線源： ^{60}Co ）を用いて、5, 10, 30kGy の線量を照射した。また、電子線照射は、原子燃料工業株式会社において、高エネルギー電子線発生装置を線源として、5, 10, 30kGy の線量を照射した。

3. 色素抽出方法

色素抽出は、食品添加物注解書に記載されている製造基準³⁾に則って、ベニバナ花卉 1g に対して 100ml の脱イオン水を加え、室温 ($20 \pm 3^\circ\text{C}$)、暗所で 12 時間浸漬抽出を行った。色素抽出量は、1 時間毎に分取した色素抽出液をクエン酸緩衝液 (pH5.0) で 40 ~ 50 倍希釈して、400nm での吸光度を測定して求めた。

4. 色素抽出効率の測定方法

色素抽出効率は、非照射試料から得られた色素抽出液の吸光度（原液濃度）を 100 とし、照射試料との吸光度比 (%) で表した。

5. 色素組成への影響

ベニバナ黄色素は、2種の色素分子(サフロミンA, サフロミンB)を主成分とし、それらは比較的不安定であることが知られている (Fig. 1)。従って、放

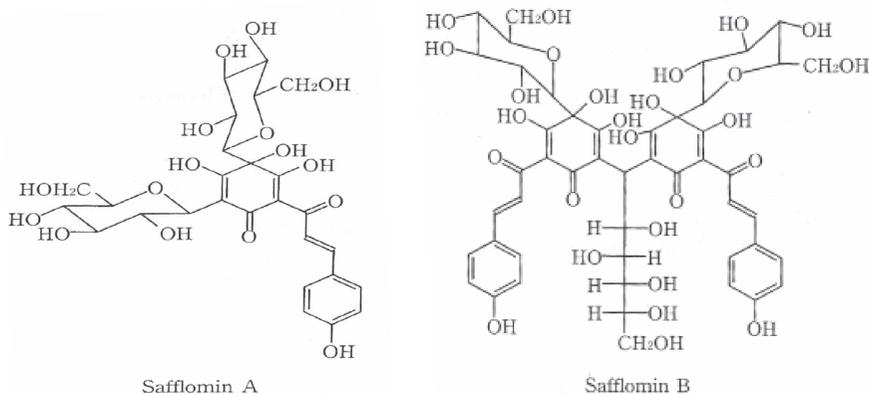


Fig. 1 ベニバナ黄色素（サフロミン類）の構造

射線照射あるいは浸漬時間の影響によって、色素分子の構造が分解され、組成比に変化が生じることが予想される。色素組成が変化した場合、その吸収スペクトルに変化が生じるので、非照射および放射線照射（10kGy, 30kGy）試料から抽出した抽出液の吸収スペクトルのパターンを比較した。

6. 生菌数の測定

コロニー計測法に基づいて試料 1g 当りの生菌数を求めた。即ち、非照射および照射試料を 0.3g 採取し、滅菌生理食塩水 27ml と Tween20 の 100 倍希釈溶液 3ml を加え、スタマッカーで 120 秒間処理

した液を段階希釈し、この希釈溶液 0.5ml を標準寒天培地上に接種し、36℃で 24 時間培養後に生じたコロニー数を求めた。

実験結果および考察

1. ベニバナ黄色素抽出効率

非照射、ガンマー線および電子線を 5, 10, 30kGy 照射したキク科ベニバナの乾燥花弁に、100 倍量の脱イオン水を加えて、暗所で 12 時間浸漬抽出を行い、1 時間毎に浸漬液の吸光度を測定した (Fig. 2・Fig. 3)。

非照射試料と照射試料からの色素抽出液の吸光

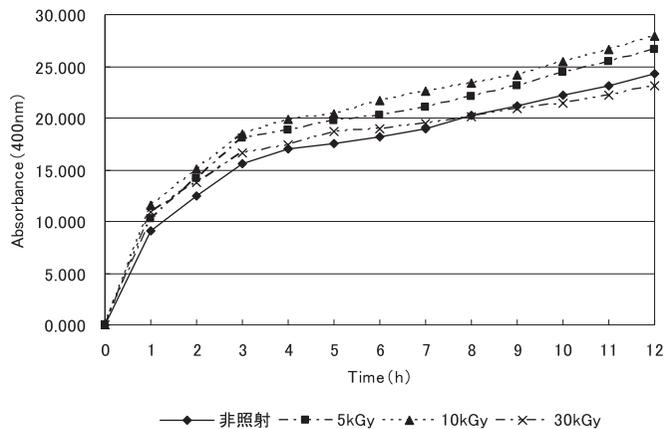


Fig. 2 ガンマー線照射試料からのベニバナ黄色素抽出量と抽出時間との関係

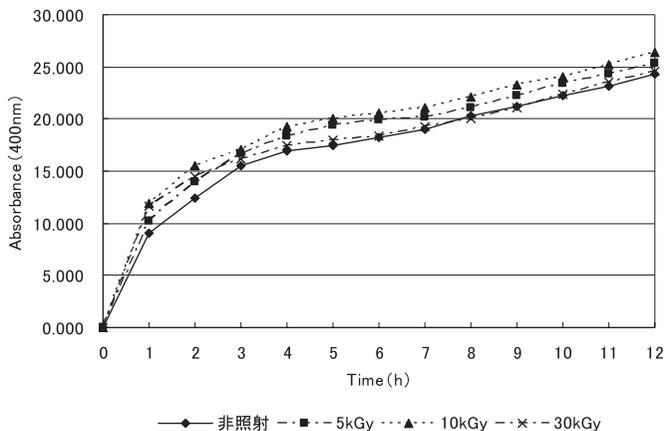


Fig. 3 電子線照射試料からのベニバナ黄色素抽出量と抽出時間との関係

度は、開始時から3～4時間後までは急激な吸光度の上昇が見られ、この間の上昇勾配は照射したガンマー線および電子線の線量によって異なった。4時間後の非照射試料からの浸出液の吸光度 16.96 (100) に対して、ガンマー線照射試料では、10kGy で 19.92 (117), 5kGy で 18.80 (111), 30kGy では 17.44 (103) であり、電子線照射では、10kGy で 19.23 (113), 5kGy で 18.36 (108), 30kGy では 17.51 (103) であった。一方、抽出開始後4時間以降の吸光度の上昇勾配は比較的穏やかで、非照射試料と5kGy, 10kGy 照射試料の間に大差は見られないが、30kGy 照射試料では、その浸出速度が低下して、非照射試料と同等かより低くなった。

そして、製造基準に定められている12時間後の色素抽出効率は、ガンマー線照射試料の場合、5kGy および10kGy の線量で、非照射に比べて、それぞれ、10%、15%の増大が見られたが、30kGy の照射では非照射試料より5%の減少が認められた。また、電子線照射試料についても、ガンマー線照射試料と同様の傾向を示し、5kGy, 10kGy 照射で、それぞれ、4%、9%の増大が認められたが、30kGy の照射では1%の増加であった。

ペニバナ花卉に放射線を照射するとペニバナ黄色素の抽出効率が上がる理由として、放射線照射によってペニバナ花卉の組織に変化が生じ、組織内か

らの色素の溶出が容易になることが推察される。また、10kGy 以下の照射では、その組織の変化は線量に依存するが、より高線量の照射の場合には色素分解が同時に起こり、組織内の色素量が低減するため溶出速度が遅れることが予想される。また、ガンマー線と電子線の影響の差異については、線質効果あるいは線量率効果が考えられるが、今後の研究を待たねばならない。

2. 色素組成および色素構造への影響

本研究に先立ち、ペニバナ黄色素の安定性について検討し、ペニバナ黄色素は光安定性に乏しく、光照明によって組成変化が起こることを吸収スペクトル測定によって認めた。そのため、一連の実験は遮光下で実施した。一方、小竹らは²⁾、市販のペニバナ黄色素粉末に10kGyの電子線を照射しても吸収スペクトル、色調、着色効果への影響は極めて少ないことを報告している。そこで、非照射試料とガンマー線および電子線を10kGy及び30kGy照射して抽出12時間後に得た溶液の吸収スペクトルを測定した (Fig. 4)。その結果、照射の有無、線質による変化は認められず、いずれも同一のスペクトルパターンを示し、色素組成の変化や他の色素分子への変化は無いと推察された。しかし、高線量の照射で色素抽出量が低下した原因として、色素分子の発色

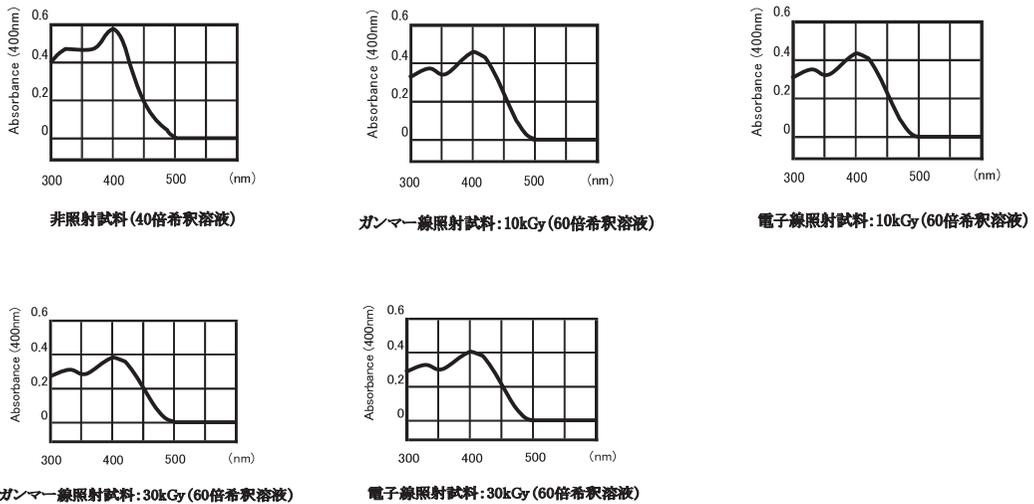


Fig. 4 ペニバナ黄色素抽出液の吸収スペクトル

団が分解される可能性も考えられることから、更に検討が必要である。

3. 殺菌効果の検証

本研究に用いたベニバナ花卉には1g当たり 8.5×10^3 コの生菌が付着していた。そこで、ガンマー線照射による殺菌効果の検証を行った。その結果、3kGyの照射では残存微生物が検出($< 10^2$)されたが、5kGyおよび10kGyの照射では検出されなかった。このことから、5kGy以上の照射で殺菌が可能であることを確認した。

以上のベニバナ黄色素についての研究結果から、他の天然着色料についても、予め調製原料に適切な線量の放射線照射を施すと、微生物汚染の低減のみならず、色素成分の変化が少なく、色素の抽出効率が増大する可能性が示唆される。

まとめ

食品着色料ベニバナ黄色素系の調製原材料であるベニバナ花卉に放射線(ガンマー線及び高エネルギー電子線)を5, 10, 30kGy照射して、ベニバナ黄色素の抽出効率ならびに色素組成への影響を検討して以下の結果を得た。

- 1) 試料への放射線照射によって色素抽出量が増大することが認められた。ガンマー線照射の場合は、5kGy及び10kGyの照射で、それぞれ、10%、15%の増大が認められたが、30kGyの照射では非照射試料より5%減少した。また、電子線照射の場合は、5kGy及び10kGy照射で、それぞれ、4%、9%の増大が認められたが、

30kGyでの増大は微少であった。

- 2) 照射試料からの抽出液の吸収スペクトルは、いずれも非照射試料からの抽出液のスペクトルと同一であり、照射によって色素組成の変化は生じないことを示した。

しかし、30kGyの照射で色素抽出効率は低下したことから、高線量の照射は色素分子の発色団の分解が起こることが推察される。

- 3) 放射線照射による殺菌効果は、5kGy以上の線量で殺菌が可能であることを確認した。

謝 辞

本研究を遂行するにあたり、実験試料をご提供頂きました三栄源エフ・エフ・アイ株式会社の東村豊氏、伊藤澄夫氏に深謝いたします。また、ガンマー線照射の実施を快く引き受けてくださった等々力節子氏、電子線照射の実施を快く引き受けてくださった武川哲也氏には、ここに深く感謝いたします。

参考文献

- 1) 高原康生 ほか. γ 線照射ブドウを用いた赤ワイン醸造における色素の抽出. *醸協*. **89**(10), p.831-833 (1994).
- 2) 小竹欣之輔 ほか. 電子線照射の粉末食品着色料殺菌への利用. *日本食品工業学会誌*. **40**(10), p.679-701 (1993).
- 3) 日本食品添加物協会第8版食品添加物公定書厚生労働省復刻版. 日本食品添加物協会(東京). P.351-591 (2007).

(2011年7月29日受理)