

実験 1 緑黄色野菜(ほうれん草)の色素の分離

【目的】野菜に含まれる色素には多種多様なものが存在するが、今回は、緑黄色野菜に含まれる色素を薄層クロマトグラフィーで分離する。また、色の濃い野菜を摂取する意味について、実験結果から考える。

【試料】 ほうれん草

【試薬】 抽出溶媒 アセトン

展開溶媒 石油エーテル：アセトン＝7 mL：3 mL

*有機溶媒なので、実験中は換気する。

【器具】 乳鉢、乳棒、薬さじ、1.5mLマイクロチューブ、駒込ピペット (2)、メスシリンダー (1)、薄層プレート (シリカゲル)、遠心機、毛細管 (キャピラリーまたはマイクロピペットのチップ)、200mLビーカー (1)、ラップフィルム、輪ゴム

【方法】

① ほうれん草の葉1枚をアルミトレイに置き、乾燥機に入れる。

② 200mLビーカーに展開溶媒を入れる。

・石油エーテルを駒込ピペットを使って、メスシリンダーに7 mLはかり、ビーカーに入れる。

・アセトンを別の駒込ピペットを使い、メスシリンダーに3 mLはかり、ビーカーに入れる。

・ラップフィルムで覆い、輪ゴムで止めて、溶媒を飽和させる。

③ 乾燥させた、ほうれん草の葉を1枚とり、細かくちぎって、乳鉢に入れ、乳棒で粉末にする。

④ ほうれん草粉末を薬さじで、1.5mLマイクロチューブに約4割入れる。

⑤ 1.5mLマイクロチューブにアセトンを0.8mL (800 μ L) 入れ (マイクロピペット)、ふたをして、よく振る。

⑥ 遠心機で約10秒間遠心し、上澄みを試料溶液とする。

上澄みの色調は？

()

⑦ 薄層プレートの下から1.2 cmのところ (原点) に、試料溶液を毛細管 (キャピラリー) で5回つける (スポッティング)。試料は直径4 mmを超えないようにし、スポッティングの度に乾燥させるとよい。

【注意】薄層プレートの吸着剤 (シリカゲル) が塗布してある面を素手で触らないこと。

スポッティングのときに、毛細管で薄層プレートを傷つけないこと。

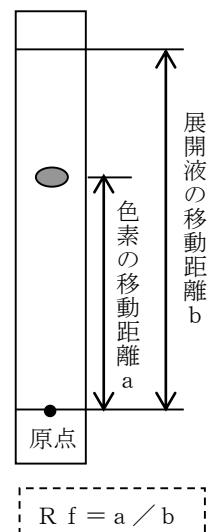
⑧ 展開槽（ビーカー）の中に薄層プレートを入れる。先端0.5 cmまで溶媒が展開されたら、取り出し、すぐに展開液の達した線に鉛筆で印をつける。

⑨ 分離した色素に番号をつけ、それぞれの色を記録し、移動度（Rf値）を算出する。

★【結果】 緑黄色野菜に含まれる代表的な色素

展開液の移動距離 b cm

番号	色	色素の移動距離a (cm)	Rf値 (移動度)	色素名
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				



【考察】

★① 抽出溶媒に水ではなく、有機溶媒を使ったのはなぜだろうか？

[]

★② 算出したRf値と色から各色素の名称を推定してみよう。（結果の表に記入）

★③ ほうれんそうに含まれる色素はどんな役割をもっていると思いますか？

[]

実験2 アントシアン色素(なす)の色調変化

【目的】野菜に含まれる色素は、調理操作によって化学反応を起こし、その色調を変えることを理解する。

【試料】なすの皮 1×2×0.3 (厚さ) cm を 8 片

【試薬】食酢 5mL、みょうばん 0.7g

【器具】100mL メスシリンダー (1)、100mL ガラスビーカー (4)、10mL メスシリンダー (1)、ガスバーナー、金網、ストップウォッチ、ピンセット、包丁、まな板、ろ紙

【方法】

- ① なすの皮 1×2×0.3 (厚さ) cm に切り取ったものを 10 片用意し、2 片は生試料とする。
- ② 100mL のビーカーに、表に示すような溶液をつくる。(水は、ポットの湯を使用し、100mL メスシリンダーで量る。食酢は 10mL メスシリンダーで量る。)

	A	B	C	D
水 (mL)	70	65	70	70
食酢 (mL)	0	5	0	0
炭酸水素ナトリウム (g)	0	0	0.2	0
みょうばん (g)	0	0	0	0.7

- ③ それぞれの溶液を沸騰させてナスの皮をいれ、3 分後に取り出し、ろ紙で軽く水気を切る。
- ④ 皮の色 (生試料と A、B、C、D) と、液の色 (A、B、C、D) の特徴を観察する。

★【結果】

	生試料	A	B	C	D
皮の色					
液の色					

- ・炭酸水素ナトリウム NaHCO_3 (重曹) : 食品添加物の膨張剤、弱アルカリ性。
- ・硫酸アルミニウムカリウム $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot \text{K}_2 \text{SO}_4 \cdot 24\text{H}_2\text{O}$ (みょうばん) : 食品添加物の膨張剤、無色から白色の結晶、粉末で水に可溶。水溶液は酸性で収斂性がある。膨張剤原料、小麦粉改良剤、漬物の保色剤などとして使用される。乾燥物は焼きみょうばんとよばれる。

野菜類

- 自給率 79% (2013年) … 99% (1975年)
- 各種ビタミンや無機質、食物繊維の供給源
- 特有な色素、芳香成分→食欲増進

厚生労働省「健康日本21」目標
野菜 350g(緑黄色野菜120g) → 実際の摂取量 271g(H25国民健康栄養調査)

有色野菜 100gあたり、カロテン600μg以上含む。
ほうれんそう、こまつな、にんじん、かぼちゃ など

緑黄色野菜 600μg以下でも緑色、赤色、黄色などの色の濃い野菜を含める。(トマト、ピーマン など)

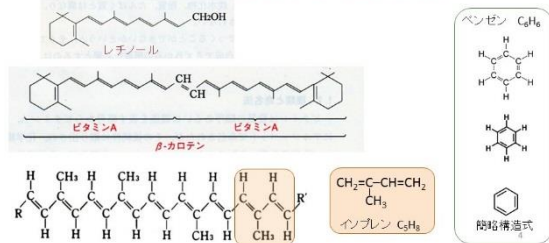
● カロテン carotene (カロテン)

- 緑黄色野菜に多く含まれる、橙色の色をもつ
- 体内でビタミンA(レチノール)に変換される(プロビタミンA)
- 吸収率も考慮すると、1μg βカロテン=1/12μg レチノール

ビタミンA(レチノール)

ビタミンAの生理活性をもつものは、ビタミンA(レチノール)とプロビタミンA(カロテン)である。カロテンの中では、βカロテンが生理効果が最も高く、食品中にも多く含まれ、最も重要である。ビタミンAは動物性食品に含まれる(肝臓に蓄えられている)。

βカロテンはビタミンAが2分子結合した形をしている。体内では、1分子のカロテンからほぼ1分子のビタミンAしかできない。ビタミンAの生理活性は、レチノール当量としてあらわす。
1μg レチノール = 12μg βカロテン



野菜に含まれる色素類 2

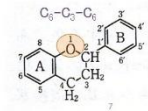
③ アントシアニン色素

● 植物細胞内の液胞中に配糖体として存在する。

● 赤、青、紫の水溶性色素。

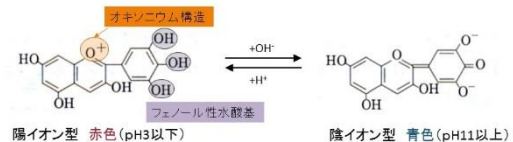
● 化学構造からは、フラボノイドの基本構造C₆-C₃-C₆を持つが、1位の酸素が+に荷電しており(オキソニウム構造)、pHにより色調が変化する。
すなわち、酸性で赤色、アルカリ性で青色。

● B環のフェノール性水酸基はFe²⁺、Al³⁺イオンと錯塩(キレート)を作り、安定した青、紫色を発色する。
● なす(ナスニン)、赤かぶ(シアニジン)、ぶどう(デルフィン)



赤かぶの酢漬け、シソを用いた梅干しなどの赤色はアントシアンの酸性色

アントシアンは一般には不安定であるため、ナス漬の場合は**ミョウバン**を添加、黒豆を煮る場合は**鉄釘**を加えて**金属キレート**をつくり、色を安定させる。



野菜に含まれる色素類 1

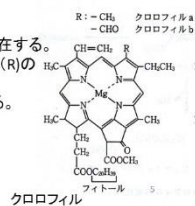
① カロテノイド色素

- 黄、赤色の脂溶性色素。酸、アルカリにも安定。
- 植物細胞中の葉緑体中に葉緑素とともに存在する。光エネルギー吸収の役割。
- 分子内に酸素原子を含まないカロテン類と水酸基(-OH)などの酸素原子を含むキサンチン類に細分される。
- プロビタミンA(体内でビタミンAに変換): α-, β-, γ-カロテン、クリプトキサンチン

にんじん、かぼちゃ、緑色植物(β-カロテン)、リコピン(トマト、かき)、クリプトキサンチン(とうもろこし、卵黄)、アスタキサンチン(えび、さけ)

② クロロフィル

- 植物の緑色を代表する脂溶性色素で、葉緑体に存在する。
- ボルフィリン環の中心にMgが配位しており、置換基(R)の違いにより、クロロフィルa、クロロフィルbなどがある。
- 高等植物では、aとbがおおよそ3:1の比率で含まれる。
- 酸に不安定→フェオフィテン(緑褐色)



光合成

光エネルギーを生物が利用できるような化学エネルギーに変換し固定する反応系水と二酸化炭素から、炭水化物(でんぷん)と酸素をつくる。

光合成の始まりは光合成色素(クロロフィル、カロテノイド)による可視光の吸収→クロロフィルaを含む粒子に光があたると、クロロフィルaが活性化し、水(H₂O)を分解する。

クロロフィルa: 光合成の電子伝達反応に直接関わる反応中心
クロロフィルb: 光を集めるアンテナ(集光性色素)
β-カロテン: 生物にとって害のある活性酸素が生成しないようにする(吸収してしまった過剰な光エネルギーを消去する役割)

紅葉

黄色い葉: 秋に、クロロフィル色素が分解され、カロテノイド色素が分解されず残る

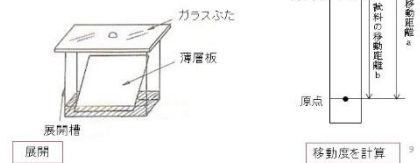
赤い葉: 秋に、緑の葉のクロロフィルが分解され、アントシアニン色素が新たに合成される

薄層クロマトグラフィー

薄層クロマトグラフィーはStahlによって標準化され、現在、脂質、色素、アミノ酸、糖類、ペプチドなど多くの物質の分離、確認に利用されている。

その特徴として、操作が非常に簡単、展開時間が短い、分離能がよい、鋭敏性が高いので、微量な資料で分離検出が可能、呈色試薬が多く使用できることなどがあげられる。

原理: ガラス板に吸着剤を薄く塗布し、乾燥活性化して固着させる。これに試料をつけ、密閉容器中で下端を展開剤につけて展開すると試料成分の吸着性の差によって移動度に差を生じ分離する。



ビタミン Vitamin

Vital 生命維持に必要な

- 生体の機能を正常に維持するために必須な栄養素。
- 体内で合成されないか、必要量まで合成されない。
→食品から摂取する必要がある。
- たんぱく質、脂質、糖質など栄養素の代謝を円滑に行わせる。
- 微量で作用し、摂取量が不足すると特徴的な欠乏症状を示す。
- ヒトが必要とするビタミンは 以下の13種。

脂溶性ビタミン
ビタミンA、ビタミンD、ビタミンE、ビタミンK

水溶性ビタミン
ビタミンB₁、ビタミンB₂、ビタミンB₆、ナイアシン、パントテン酸、葉酸、
ビタミンB₁₂、ピオチン、ビタミンC