

ビ タ ミ ン B₂ について

はじめに

「ビタミンカラー」という言葉があります。ビタミンというと黄色を思い浮かべる方もいらっしゃるかと思いますが、ビタミン B₂ は、まさに黄色のビタミンです。多くの栄養ドリンクの色が蛍光色の黄色であるのは、ビタミン B₂ の発色によるものです。また、ビタミン剤で褐色瓶に入った商品をよく見かけるかと思いますが、これも、ビタミン B₂ の特性によるものです。ビタミン B₂ は光に弱いため、保有状態を保つには遮光が欠かせません。そのため、褐色瓶などの遮光の容器を使用することが多いのです¹⁾。また、ビタミン剤や健康食品にビタミン B₂ が入っているものが多いのは、成長を促進する成分として欠かせないものであるためですが、着色料として使われることもあります。

今回はこのビタミン B₂ についてご紹介します。

構造と性状

ビタミン B₂ は水溶性ビタミンで狭義にはリボフラビン (riboflavin) を指しますが、一般にはリボフラビンの補酵素型であるフラビンモノヌクレオチド (FMN) およびフラビンアデンジヌクレオチド (FAD) を含みます (図-1)。なお、ビタミン B₂ には添加物として以下のものが認められています (表-1)。

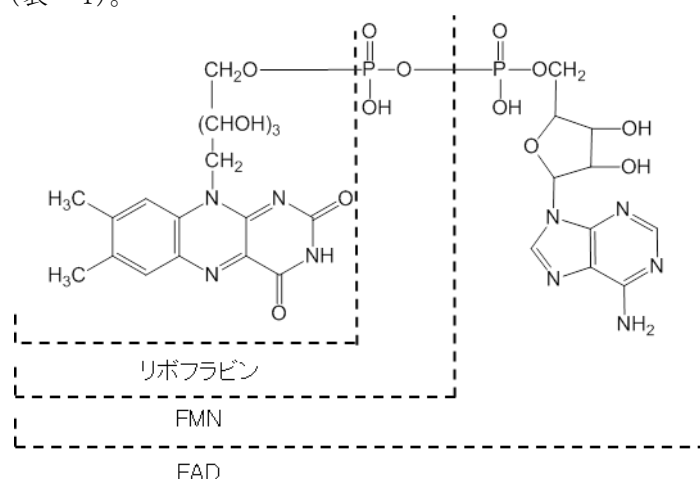


図-1 ビタミン B₂ の構造

表-1 ビタミン B₂ の添加物

	食品添加物	飼料添加物
リボフラビン	○	○
リボフラビン酪酸エステル	○	○
リボフラビン 5'-リン酸エステルナトリウム	○	—

リボフラビンは黄～橙黄色の結晶または結晶状の粉末で、僅かに臭いと苦みがあります。水溶性ビタミンに分類されますが、水に対する溶解度は低く、0.1 g/L です。リボフラビン 5' - リン酸エステルナトリウムはほとんど臭いがなく苦みがあり、水に溶けますがエタノールにはほとんど溶けません。リボフラビン酪酸エステルは僅かに特異な臭いがあり味はほとんどなく、水にほとんど溶けません。メタノール、エタノール及びクロロホルムには溶け易い性質を持っています。

なお、FMN は図-1 の通り、リボフラビンの末端がリン酸エステル化されたもので、塩であるか否かの違いはありますが、リボフラビン 5' - リン酸エステルナトリウムと同じ物質です。

生理作用

ビタミン B₂ は、補酵素として糖質、脂質、たんぱく質の代謝に関わり、体内でエネルギーを産生する働きをしています。補酵素としての FMN および FAD の作用は、ごく少数の例外を除いて酸化還元反応です。幅広い生物学的過程に関わりを持っており、特に電子伝達系には必ずと言ってよいほど補酵素として介在します。

生体維持活動に深く関与するため、「発育のビタミン」「成長ビタミン」と呼ばれることもあり、活動量が増えるほどビタミン B₂ の必要量が増えるといわれています。発育促進に重要な役割を果たし、細胞の再生にも関与しています。

その他「美容ビタミン」ともいわれており、皮膚と粘膜の働きを正常に保ち、皮膚を正常の機能に戻す働きを持っています。さらには、エネルギー獲得、脂肪酸の代謝、情報伝達、薬物や外来物質の代謝にも関与しています²⁾。

欠乏症

代表的な欠乏症に、口の端が切れる口角炎や口唇の発赤などのように皮膚や粘膜に炎症が起こりやすい口唇症状、眼膜炎が挙げられます。欠乏状態が進むと目の角膜周囲の血管新生と角膜内への進入、白内障、脂漏性皮膚炎、舌炎、網状赤血球減少を伴う貧血などの症状が認められるようになり、知能障害をきたす場合があるとされています。現在、日本では、典型的なビタミン B₂ 欠乏症は認められておりませんが、妊婦や乳幼児期、高齢期における相対的摂取不足や、代謝異常、抗生物質などの薬物投与によるビタミン B₂ 利用不全などの場合に、潜在性の欠乏症が認められます²⁾。子供では、不足すると成長障害が起こります。

過剰症

ビタミン B₂ は、水に溶けにくく、吸収率は摂取量が増加すると共に著しく低下します。1 回の投与による最大吸収量は約 27 mg とされており、1 度に大量摂取しても過剰分は尿と一緒に体外に排出されることから過剰症の心配はありません²⁾。過剰摂取の影響が少ないため、摂取量の上限は定められていません。

摂取基準

日本人の食事摂取基準（2015 年版）³⁾ では、表－2 のようにビタミン B₂ の摂取基準を定めています。

水溶性ビタミンは、一般的に必要な量を超えると尿中に排泄されるため、推定平均必要量は尿中の排泄量から求めています。推定平均必要量は、欠乏症を予防する最小必要量よりも高い値となります。ビタミン B₂ は、エネルギー代謝に関与するビタミンであるため、エネルギー摂取量当たりのビタミン B₂ 摂取量と尿中へのビタミン B₂ 排泄量との関係から、0.50 mg/1000kcal が 1～69 歳の推定平均必要量算定の参照値となります。この値に対象年齢区分の推定エネルギー必要量を乗じて推定平均必要量を算定しています。推奨量は、推定平均必要量に推奨量算定係数 1.2 を乗じた値です。

表－2 ビタミン B₂ の食事摂取基準（mg/日）

性別	男性			女性		
年齢等	推定平均 必要量	推奨量	目安量	推定平均 必要量	推奨量	目安量
0～5 (月)	—	—	0.3	—	—	0.3
6～11 (月)	—	—	0.4	—	—	0.4
1～2 (歳)	0.5	0.6	—	0.5	0.5	—
3～5 (歳)	0.7	0.8	—	0.6	0.8	—
6～7 (歳)	0.8	0.9	—	0.7	0.9	—
8～9 (歳)	0.9	1.1	—	0.9	1.0	—
10～11 (歳)	1.1	1.4	—	1.1	1.3	—
12～14 (歳)	1.3	1.6	—	1.2	1.4	—
15～17 (歳)	1.4	1.7	—	1.2	1.4	—
18～29 (歳)	1.3	1.6	—	1.0	1.2	—
30～49 (歳)	1.3	1.6	—	1.0	1.2	—
50～69 (歳)	1.2	1.5	—	1.0	1.1	—
70 以上 (歳)	1.1	1.3	—	0.9	1.1	—
妊婦 (付加量)				+0.2	+0.3	—
授乳婦 (付加量)				+0.5	+0.6	—

供給源

ヒトはビタミン B₂ を生合成できないため、食事から摂取する必要があります。ビタミン B₂ を多く含む食品を図－2 に示します。ビタミン B₂ は、植物性食品では遊離のリボフラビンまたは FMN の状態、動物性食品ではほとんどが酵素タンパクと結合した FAD の状態で存在します⁴⁾。これらの補酵素型の状態で摂取しても消化器官内で遊離のリボフラビンに消化され、小腸上皮細胞より吸収されます。そして、体内で再び FMN および FAD 型に変換され、補酵素として作用します。

ビタミン B₂ は水溶性ビタミンですが、水に溶けにくく熱や酸にも強いいため、調理方法が減少

の要因となることはあまりありません。しかし、重曹などを使ってアルカリ性下で加熱すると分解してしまいます。また、光に弱いビタミンであるため、光に曝すことで分解が進みます。ビタミン B₂を失わないためには、遮光することが第一です。

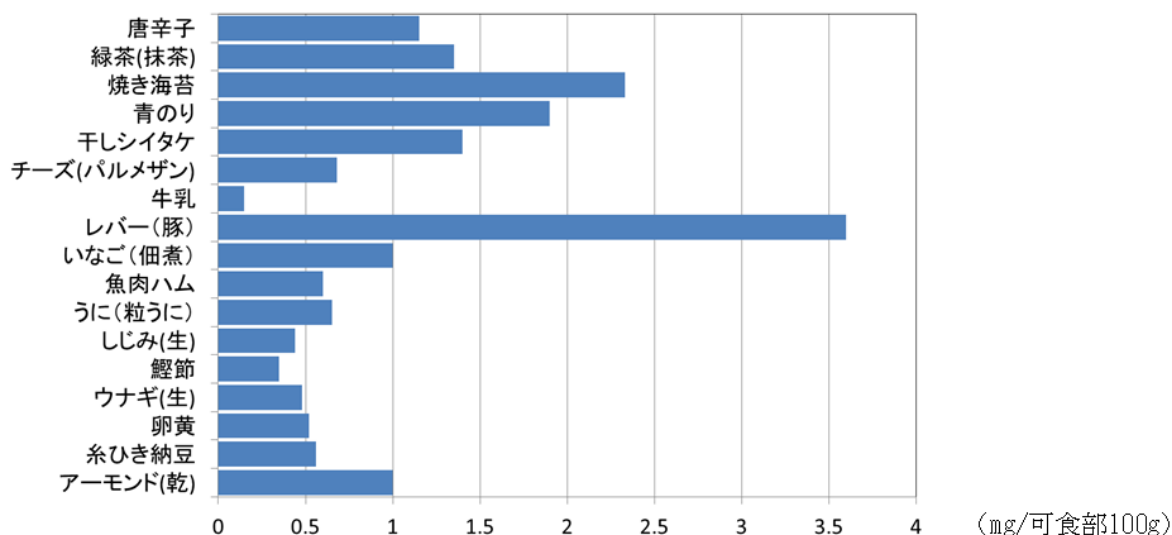


図-2 ビタミン B₂を多く含む食品⁵⁾

おわりに

弊財団では通常、日本食品標準成分表の分析法⁶⁾に従いビタミン B₂の分析を行っております。まず試料を塩酸で加熱抽出後、リン酸加水分解酵素でリン酸基を切断し、FMN および FAD をすべて遊離型リボフラビンとします。その後、高速液体クロマトグラフ (HPLC) でリボフラビン固有の蛍光を測定する方法です。

なお、リボフラビン酪酸エステルは脂溶性誘導体のため、定量法が異なります。こちらにつきましては、リボフラビン酪酸エステルのみを測定する場合とリボフラビン酪酸エステルも含めた総ビタミン B₂として測定する場合のどちらかのご依頼を受託しています。

添加物として認められている3種のビタミン B₂の性質が異なるため、添加型によって適した塩酸加熱抽出の条件で試験を実施する必要があるため、測定の際にはビタミン B₂の添加型の情報が重要となります。

参考資料

- 1) 辻村卓：ビタミン&ミネラルバイブル，女子栄養大学出版部（2000）
- 2) 日本ビタミン学会：ビタミン総合辞典，朝倉書店（2010）
- 3) 厚生労働省：日本人の食事摂取基準（2015年版）
<http://www.mhlw.go.jp/stf/shingi/0000041824.html>
- 4) 糸川嘉則：ビタミンの科学と最新応用技術，シーエムシー出版（2011）
- 5) 文部科学省：日本食品標準成分表 2015年版（七訂）
http://www.mext.go.jp/a_menu/syokuhinseibun/1365297.htm
- 6) 文部科学省：日本食品標準成分表 2015年版（七訂）分析マニュアル
http://www.mext.go.jp/a_menu/syokuhinseibun/1368931.htm