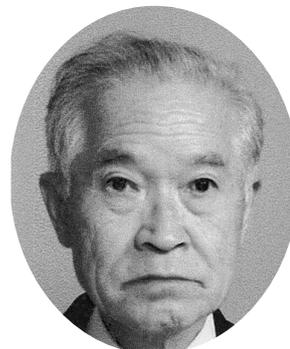


米糠含有成分に機能性とその向上

公益社団法人 日本技術士会 登録
食品産業関連技術懇話会 会員
技術士【生物工学部門】 酒井 重男



はじめに

谷口氏ら¹⁾は米糠から米油を製造する際に排出される黒色の粘性に富んだ廃油（米糠ピッチと云う）からフェルラ酸を大量に、且つ安価に製造する技術開発に成功した。

1) 資源としての米糠

コメは小麦、トウモロコシと共に世界の三大作物の一つであり、東及び東南アジアを中心に世界の多くの地域で栽培され、主食となっている。稲を脱穀して得られる粃のうち、白米の収穫は約75%であり、米糠の割合は8.5%程度である。こられの数値に基づいて概算すると、精米の過程で、わが国では年間約95万トンの米糠が副生している。

また、世界では毎年5,000万トン強の米糠が発生している。

2) 主な油溶性成分とその含有量

米糠に由来する機能性成分の内、米油の製造過程で得られている油溶性成分には、 γ -オリザノール、フェルラ酸、ステロール、ワックス、グルコシルセラミド、トコトリエノールなどがある。各成分の特徴と機能について以下に述べる。

3) - 1. γ -オリザノール

γ -オリザノールは、10種類程度の分子種から構成されていることが知られている。 γ -オリザノールは次に述べるフェルラ酸と不飽和トリ

テルペンアルコール、または植物ステロールとのエステルである。 γ -オリザノールは医薬品として認められており、視床下部のカテコールアミン代謝に関与して心身症（更年期障害、過敏性腸症候群）における心身症候（不安、緊張、うつ）の抑制、（通常成人1日10～50mg）や、代謝により生じる植物ステロールによる食餌性コレステロールの吸収阻害、コレステロール合成阻害、異化排泄促進作用によるコレステロール低下作用に基づく高脂血症の抑制（通常成人1日300mg）などの効能を有する。 γ -オリザノールは消化の過程で加水分解されるため、これらの効能は構成分子であるフェルラ酸、トリテルペンアルコール或いはステロールに起因すると考えられる。 γ -オリザノールは皮脂腺賦活、紫外線吸収、酸化防止作用を持つので、化粧品原料としても利用されている。また食品には、食品添加物の酸化防止剤としての使用のみが認められている。

2) - 2 フェルラ酸

γ -オリザノールを加水分解して得られるフェルラ酸は、植物の細胞壁の主要な構成成分であるリグニンの生合成経路の中間体であり、総ての植物に存在する。化学名は4-ヒドロキシ-3-メトキシケイ皮酸であり、シス体とトランス体があるが、天然のフェルラ酸は殆どがトランス体である遊離のカルボキシ基を持つが、水に

は難溶で0.1% (w/w) 程度しか溶けない。

フェルラ酸はポリフェノール類の一種であり、カテキン類等と同様に、活性酸素を消去する。また、脂質の自動酸化を抑制する。このように、フェルラ酸は優れた抗酸化作用を示し、ラジカル消去能を有する食品添加物の酸化防止剤として多くの食品に用いられている。

2) - 3 ステロール

植物に由来するステロール類及びその誘導体を植物ステロールまたはフィトステロールと云う。ステロールはステロイド骨格を有し、その基本骨格のC-3位にヒドロキシル基、C-17位に炭化水素側鎖を持つ炭素数27～30のステロイドアルコールの総称である。植物中でこれらのステロールエステルは、C-3位がヒドロキシル基の遊離ステロールC-3位に脂肪酸などのエステル結合したステロールエステル、C-3の糖に結合した配糖体またはC-3位に脂肪酸などがエステル結合した糖を持つアシルステロール配糖体として存在する。しかし、市販の植物ステロールは遊離型または脂肪酸エステルである。

植物ステロールは水や油に難溶であるが、アルコールには可溶である。抗酸化性や乳化性を持ち油脂をゲル化する性質も有する。体内での吸収率は5%以下と低く、その代謝機構は解明されていないが、血漿コレステロールやLDLステロール濃度の低下、コレステロール合成阻害剤との併用による血清コレステロール低下作用の強化、動脈硬化症や心疾患のリスクの低減などの効果を持つことが知られている。

2) - 4 ワックス

米油を精製する際に、年間約4,500tの粗ライスワックスが副産物として排出される。ライスワックスの主成分は高級脂肪酸と高級アルコールが混在し、その混合物はポリコサノールと呼ばれている。近年、その主成分の一つであるオクタコサノール ($\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{26}\text{CH}_2\text{OH}$) の機能が注目されている。オクタコサノールは1933年に小麦ワックスから単離された。その後、

米国イリノイ大学フィジカルフィットネス研究所のCuretonらによって小麦胚芽油中の生理活性物質として研究が行なわれた。

Curetonらは1949年までの約20年間に894名を使い、42に及ぶ身トレニングプログラムを消化し、その生理効果を試験した。その結果、オクタコサノールの耐久性・精力・体力の増進、反射・鋭敏性の向上、ストレスの影響に対する抵抗性の向上、心筋を含む筋肉機能の良化、収縮期血圧の低下、基礎代謝の向上などの効果を確認した。

2) - 4 グルコシルセラミド

スフィンゴ脂質の一種であるセラミドは、長鎖塩基であるスフィンゴシンのアミノ基に長鎖脂肪酸が酸アミド結合した化合物である。植物由来のセラミドの多くは、グルコースと結合したグルコシルセラミドであり、米糠のセラミドも同様である。米糠に由来するセレプロシドには、11種の分子種が存在する。

グルコシドセラミドを経口投与すると酵素で分解されて、体内ではセラミドとして利用される。セラミドは、ヒトの角質（皮膚の最外層）に多く存在し、水分の蒸散を防止すると共に、外部刺激や異物を防御する役割を担う。従って、セラミドの減少は乾燥肌、皺の増加、外部刺激や異物（ウイルス等を含む）に対する防御能の低下の原因となるが、セラミドの皮膚への塗布や経口摂取は、これらの症状を改善する。なお、セラミドは年齢と共に減少する。

2) - 5 トコトリエノール

トコトリエノールはビタミンに属し、天然に α 、 β 、 γ 、 σ の4種類が存在する。植物油脂のうち大豆油、コーン油キャノール油にはトコフェロールしか存在しないが、こめ油にはトコフェロールよりトコトリエノールが多い。トコトリエノールは、酸化防止剤として食品添加物に認可されている。また、栄養補助食品素材としても認可されている。 α -トコトリエノールの抗酸化性は α -トコフェロールとしても認可

されている。 α -トコトリエノールの抗酸化性はin vitorでは α -トコフェノールとほぼ同等であるが、細胞膜中では α -トコフェノールより40～60倍高い。また、トリエノールは、コレステロール低下作用、神経防御作用、I型アレルギーの抑制作用、紫外線による皮膚炎症に対する抑制効果、抗血管新生活性、がん関連シグナルの抑制、細胞増殖に参与するテロメラーゼやアポトーシスの抑制作用、肝がん細胞での細胞浸潤抑制作用などの機能を持つと云われている。

3) 脱脂米糠中の成分

3) - 1 フィチンとフィチン酸

米糠からこめ原油を抽出した脱脂米糠からはフィチン、フィチン酸、イノシトールなどの水溶性の機能成分が得られる。フィチン酸(phytic acid)はmyo-イノシトールなどの水溶性の機能成分が得られる。フィチン酸(phytic acid)はmyo-イノシトールの6個の水酸基が全てリン酸エステル化した物質で、イノシトール6リン酸(IP6)と呼ばれるフィチン酸にマグネシウム、カリウム、カルシウム等の結合した塩の混合物をフィチンと云い、リンの主要な貯蔵形態として殆どの植物体に含まれる。フィチン酸はキレの良いすっきりした酸味を呈し、少量の添加でpHを低下させるため、酸味を伴うこと無くpHを調製するのに利用される。また、そのキレート作用は広いpHで有効である。水溶性中の鉄イオンとキレートを形成してFenton反応を阻害し、強い抗酸化作用を示す。フィチン酸はキレート作用や抗酸化作用を持つので、果汁や色素の変色防止やビタミンCの安定化に有効であり、加熱時の食品の変色防止や消臭作用を有する。食品添加物の酸味料、製造用補助剤として、飲料、菓子、デザート、農畜水産加工品などに用いられる。また、工業用途や化粧品原料としても利用される。

3) - 2 イノシトール

イノシトール(inositol)は環状多価アルコールで、ヒドロキシル基の位置により9種類の異性体が散在する。単にイノシトールと云う時は、通常はmyo-イノシトールを指し、フィチン酸の加水分解により調製される。生体内では、主にイノシトールリン脂質の形で脳、腎臓、性腺、肝臓、血液、眼球、甲状腺などの細胞膜に存在し、ビタミン様物質(ビタミンB群)として種々の生理的機能を発揮する。膜表面に存在する受容体がホルモンや神経伝達物質など(ファーストメッセンジャー)によって活性化され、イノシトールリン脂質はイノシトール三リン酸とジアシルグリセロールに分解されて、細胞内シグナル伝達経路のセカンドメッセンジャーとして機能する。

4) - 3 タンパク質

通常飼料、コレステロール負荷飼料及びそれに米糠タンパク質を加えた飼料をラットに摂取させると、体重の増加が有意に減少する。また、米糠タンパク質の添加量に依存してHDLコレステロール/総コレステロールの比を変えることなく、血清総コレステロール値が低下する。また、脂肪組織から分泌されるアディポネクチンの濃度は増加し、動脈硬化を予防する効果が期待される。

5) フェルラ酸

フェルラ酸は植物中に広く分布し、特に米、小麦、トウモロコシ等の植物の葉の細胞壁や種子の細胞に存在することが明らかにされている。この様なフェルラ酸を抽出することが出来れば、工業的に利用が可能である。

1866年にセリ科の植物から得られたフェルラ酸は、細胞壁の主要な構成成分であるリグニンを合成する中間体と壁の主要な構成成分であるリグニンを合成する中間体として、米を初めとして総ての植物に存在する。フェルラ酸はポリフェノール類の一種であり、カテキン類などと

同様に、活性酸素を消去する。また、脂質の自動酸化を抑制する。この様に、フェルラ酸は優れた抗酸化作用を示し。ラジカル消去能と活性酸素消去能を有する食品添加物の酸化防止剤として多くの食品に用いられている。

参考文献

- 1) 谷口久次、橋本博之、細田朝夫、米谷 俊、
築野卓夫、安藤修二:食科工、59(7),301(2012)

