

市販の紅麴含有食品中のシトリニン含有量の調査

Liao Jiading, Lin Baiquan, Lin Xuyang, Que Liqing, Shi Yangzhi

研究査察チーム

まとめ

近年、紅麴を含む食品を食べる人が増えていますが、健康効果が期待できる一方で、肝臓や腎臓に毒素を発生させるカビ毒「シトリニン」の汚染が問題となっています。市販品に関する研究はまだ少ないのが現状です。本研究では、サンプルをメタノールで抽出し、70°Cに加熱した後、蛍光検出器を備えた高速液体クロマトグラフィー (HPLC)を用いてシトリニンを検出し、紅麴含有食品中のシトリニンを検査する方法を確立しました。.. 0.05~10 ppmのシトリニン標準を赤色酵母カプセル、赤色酵母米、赤色酵母ビスケット、赤色酵母米粉/オートミール、赤色酵母ワインなどの様々なサンプルに添加したところ、回収率は82.5~111.9%の範囲でした。この試験方法の検出限界は 50 ppb です。上記の方法を使用して 48 個の市販製品を分析したところ、16 個にシトリニンが含まれていることが判明しました。この調査結果は、行政単位が限度基準を設定する際の参考となった。

キーワード: 紅麴、シトリノマイシン、高速液体クロマトグラフィー

序文

健康維持をコンセプトとした紅麴関連商品が増えており、それらに含まれるカビ毒シトリニンの汚染問題が注目されています。シトリニンは、ペニシリウム属およびアスペルギルス属のカビによって生成される二次代謝産物です。分子式は C13H14O5、分子量は 250.25、その構造は図 1 に示されており、希アルカリ、メタノール、アセトニトリル、エタノールおよびほとんどの極性有機溶液に可溶です (1)。Larsen (1928) は、豚がカビの生えた飼料を摂取したことを発見しました

飼料を与えたり、カビの生えた干し草を与えられた馬は、それぞれ腎臓病、多飲症、多尿症、中毒を引き起こす可能性があります。後の報告では、飼料にはカビが分泌するいくつかの毒素、主にオクラトキシンとオレンジが含まれていることが指摘されました。マイコマイシンとシトリニンの汚染の問題は、まだ注目され始めたばかりです。注意(2)。シトリニンは、1931年にペニシリウム・シトリナムという細菌から初めて単離されました(3)。熱帯の高湿度地域では、*P. Viridicatum* がシトリニンを生成し、小麦、大麦、ライ麦、オート麦、米、トウモロコシ、その他の穀物や腐った野菜を汚染する主なカビであり、シトリニンを生成するだけでなく、大量のオーケロトキシンも生成します。ペニシリン酸の生成に加えて、シトリニンに汚染されている可能性のある穀物には、白米、小麦、オーツ麦、ライ麦、大麦が含まれます(4)。カビの生えたリンゴ(5)、パン、小麦粉(6)、生ハム(7)などの他の加工製

品も汚染されています。チェックアウト。近年、紅酵母製品中のシトリニンの汚染が特に注目されており、1999年にオランダの学者モニカからは、市販の12種類の発酵紅酵母米のシトリニン含有量が0.2~17.1 ppmの範囲であると分析しました(8)。シトリノマイシンの病理学的特徴はオクレトキシンの病理学的特徴と似ており、どちらも腎毒性成分です。2004年に台湾でバオールドライドッグフードによる集団腎不全事件が発生しましたが、飼料の原料である米やトウモロコシにシトリニンやオクレトキシンが混入したことが原因の可能性があります。

(9)

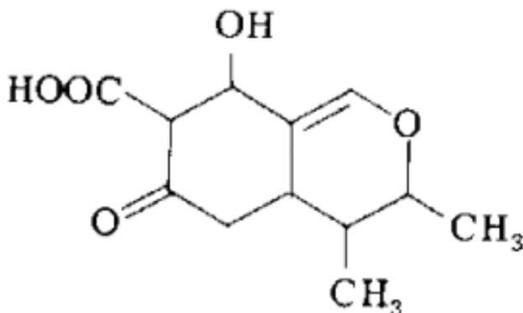


図 1. シトリニンの化学構造式

病気の主な原因です。人間のバルカン半島風土病腎症、豚の腎炎、牛のスクレイビ一、発熱、出血症状など、人間や動物の多くの病気がシトリンに関連しています (10)。麻酔をかけた犬に20~80 $\mu\text{mol}/\text{kg}$ (5~20mg)のシトリンを静脈内注射すると、血管が拡張し、血圧が急激に下がります (交感神経の作用と同様)。意識のある犬に20~160 $\mu\text{mol}/\text{kg}$ (5~40mg)のシトリンを腹腔内注射すると、犬は注射のたびに嘔吐しますが、注射量が20 $\mu\text{mol}/\text{kg}$ を超えると、嘔吐に加えて、以下のような反応が起こります。下痢、極度の脱水症状、電解質の不均衡なども発生する可能性があります。40 $\mu\text{mol}/\text{kg}$ を超える注射量は、遠位尿管の空胞化、近位尿管の屈曲など、腎臓の構造に損傷を引き起こす可能性があります。近位尿管細胞の異常な配置など (11)。シトリンには催奇形性があることも研究で指摘されており、シトリンを鶏の胚に注射すると、脳の奇形、足の変形、眼球の突出、くちばしの交差、胸部の歪みなどの奇形を鶏胚に引き起こす可能性があります。頭や首の向きが異常など (12)。急性毒性試験の結果は、アヒル、ニワトリ、ウサギの LD50 値がそれぞれ 57.95、134 mg/kg であることを示しています (13)。分析方法のセクションでは、シトリンノイシンは酸基を持つアニオン性化合物であり、ベンゼン環に似た共役構造を持っており、TLC や HPLC などのクロマトグラフィー法で分離し、蛍光検出器を使用して特定の波長をターゲットにすることができます。検出。前処理操作では主に液相抽出が使用され、文献で一般的に使用される抽出溶媒にはアセトニトリル、クロロホルム、酢酸エチル、メタノールなどが含ま

れ、KCl、HCl、H₂SO₄ などの塩または酸が含まれます。溶液を加えて塩と酸を形成し、振盪、攪拌、超音波、その他の抽出操作を使用してサンプルを抽出します。抽出部分では、TLC 展開液は酢酸エチル、メタノール、クロロホルム、トルエンをさまざまな割合で使用し、一定の割合の酸試薬と混合することが多く、展開後、蛍光または可視光検出器と組み合わせて検出します (14-17)。HPLC フロー洗浄カラムは主に C18 シリーズで、さまざまな割合のメタノール、アセトニトリル、イソプロパノール、水で洗浄し、可視光検出器を使用するかリン酸を添加して酸を調整し、その後蛍光検出器を使用して検出します。 (18-21)。

厚生省の食品添加物基準規則では、規制値基準の項で、着色料として使用される紅麴色素のシトリン含有量を0.2ppm未満とすることが規定されている (22)。この調査結果は、同省の規制値基準の策定や検査方法の公表の参考となることができた。保健省、1998年12月4日 保健省の食べ物の言葉

告示第0980462647号「食品におけるカビ毒の限度基準」のうち、紅麴色素のシトリンの限度値は200ppb以下、原料として使用される紅麴米は5ppm以下、紅麴原料を使用した食品2ppm未満です。

本報告書は、本検査法の適用性を評価するとともに、市販の紅麴関連食品におけるシトリンの汚染状況を把握し、行政管理の参考とするものである。

材料と方法

1. 標本の供給源

この研究では、紅酵母カプセル 15 個、紅酵母タブレット 2 個、紅酵母米 8 個、紅酵母ビスケット 8 個、紅酵母米粉/オートミール 7 個、紅酵母米 8 個を含む、合計 48 個のサンプルが自己サンプリングされました。1998年5月から7月にかけて、台北市内のスーパー、スーパー、量販店、迪化街、薬局で麴酒を購入しました。また、1998年8月から10月にかけて、經濟部標準検査局より紅酵母サンプル 26 個の提供を受け、当局と協力して港湾サンプリング調査を実施した。

2. 材料と試薬

(i) 試薬: アセトニトリルとメタノールは液体クロマトグラフィーグレード、ギ酸特級検査薬を使用。

(ii) 器具および材料:

1. メスフラスコ: 10 mL、20 mL、1 L。2. ガラスサンブル瓶: 30 mL、PP スクリューキャップ付き。3. フィルター膜: 直径 47 mm、孔径 0.22 μm 、ナイロン材料。

4. シリンジフィルター: 直径 13 mm、フィルター膜孔径 0.22 μm 、ナイロン製。 (iii) 移動相溶液の調製:

アセトニトリルと水を1:1(v/v)で混合して1Lとし、ギ酸1mLを加えて均一に混合し、メンブレンでろ過して移動相溶液とします。

(IV) 標準液の調製: シトリンノイシン対照標準液 (米国シグマ社製)約 5mg を正確に秤量し、メタノールに溶解し 10mL に希釈して標準原液とし、凍結保存する。使用時は標準原液を採取し、メタノールで0.05~20 $\mu\text{g}/\text{mL}$ に希釈して標準液として使用します。

3. 機器および装置

市販の紅麴含有食品中のシトリニン含有量の調査

- (1) 液体クロマトグラフィーカラム : ウォーターズ社製アトランティス T3 カラム (5 μ m、内径 4.6mm \times 25 cm)。
- (ii) 高速液体クロマトグラフィー : 日本の日立社製 L-2130 ポンプ、L-2485 蛍光検出器、L-2200 自動サンプルインジェクター、データ処理は EZChrom Elite クロマトグラフィー統合データ処理システムによって実行されます。
- (iii) ボルテックスミキサー。(4) 水槽 : 温度差は $\pm 1^{\circ}\text{C}$ 以内。(5) グライNDER。

4. 試験液の調製

液体試料は直接混合し、その他の試料は粉碎して混合します。

最後に約 1 g を量り、正確に量り、ガラス製サンプル瓶に入れ、メタノール

(V) 20 mL を加え、ねじ蓋を締めます。1 分間ボルテックス混合し、70°C のウォーターバスで 30 分間加熱し、室温で冷却します。1 分間ボルテックス混合を続け、シリンジフィルターで濾過し、濾液を試験溶液として採取する。

5. 検査ラインの製作

各標準液 1 mL を正確に量り、ブランク試料 1 g に加え、「4. 試験液の調製」に準じて試験溶液を調製し、以下の条件で高速液体クロマトグラフィー測定を行う。試験溶液の面積と対応する標準濃度を加えて検量線を作成します。高速液体クロマトグラフィー測定条件 : クロマトグラ

フィーカラム : Atlantis T3、5 μ m、内径

4.6mm

$\times 25\text{cm}$

蛍光検出器 : 励起波長 330nm、発光波長 500nm

フィルター。

移動相溶液: セクション 2 および 3 に従って調製した溶液。移

動相流量: 1.0 mL/min。

6. 識別試験と内容判定

試験液と標準液をそれぞれ 20 μ L ずつ正確に量り、高速液体クロマトグラフに注入し、5 項の HPLC 測定条件に従って液体クロマトグラフを実施し、試験間で得られたピークの保持時間を比較する。溶液と標準溶液を識別し、以下の計算式により試料中のシトリニン含有量 (ppb) を算出します。

$$\text{サンプル中のシトリニン含有量 (ppb)} = \frac{C \times V}{M}$$

C: 検量線から試験溶液中のシトリニンの濃度を計算します (ng/mL)

V: 抽出液の体積 (mL)

M: 採取・分析するサンプルの重量 (g)

7. 回収率試験

シトリノマイシン標準溶液を、シトリノマイシンを含まないブランク試験溶液にそれぞれ 0.05、0.2、1、10 ppm の濃度で添加します。引き続き、材料と方法「4. 試験液の調製」に従って試験液を調製して分析し、濃度換算後、添加濃度で除し、100% を乗じて回収率を求めます。さまざまな種類の紅麴標本を個別に検査します。

8. メソッドの検出限界;

MDL)

シトリノマイシンを含まないブランク試験液に、濃度の異なるシトリノマイシン標準液を加え、材料と方法「4. 試験液の調製」に準じて試験液を調製し、高速液体クロマトグラフで検出する。機器によって得られた信号対雑音比が 10 を超える標準溶液の添加濃度が、このメソッドの検出限界となります。

結果と考察

1. 検査方法の確認

この方法は、試料をメタノールで抽出し、70°C に加熱後、蛍光検出器を備えた高速液体クロマトグラフィー (HPLC) によりシトリニンを検出するものであり、紅麴含有食品中のシトリニンの検査法を確立する。.. 0.05 ~ 10 ppm のシトリニン標準物質を紅酵母カプセル、紅酵母米、紅酵母ビスケット、紅酵母米粉/オートミール、赤酵母ワインなどのさまざまなサンプルに添加したところ、全体の回収率は 82.5 ~ 111.9% でした。制限は 50ppb です。この方法の検量線は直線性が良

く、各種検体の検量線式と R2 値は、紅麴カプセル : $y = 28199x - 23392$, R2 値は 0.9997、紅麴米 : $y = 27073x + 23539$ です。、R2 値は 0.999、赤色酵母ビスケット : $y = 26709x + 6238.1$, R2 値は 1、赤色酵母米粉/オートミール : $y = 24701x - 24029$, R2 値は 0.9999、赤色酵母ワイン : $y = 29666x - 29387$, R2 値は 0.9998 です。紅麴米と紅酵母カプセル中のシトリニンの検量線を図 2 に示します。紅麴米と紅酵母カプセルのブランクサンプルに 5 ppm の柑橘類マイシン標準物質を添加した高速液体クロマトグラフィーのチャートを図 3 に示します。柑橘類マイシンのピーク保持時間

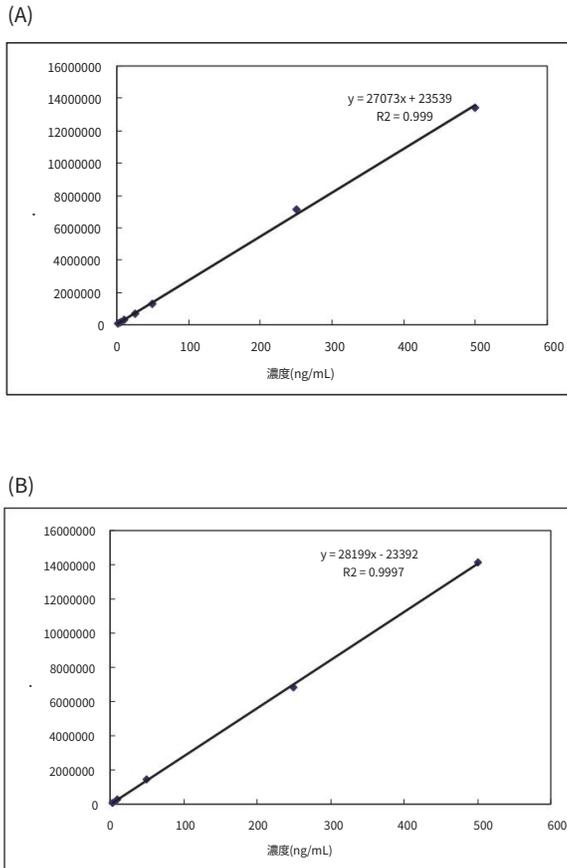


図 2. (A) 紅麹米および (B) 紅酵母カプセル中のシトリニンの定量

ツマナー

持続時間は約 10.3 分で、波形は理想的で対称的で狭く、
良好な分離効果。

各種検体の回収率も良好で、それぞれ0.05~10増加します。

紅麹カプセル、紅麹米、紅麹米のシトリニンppm標準値

麹ビスケット、赤麹米粉・オートミール、赤麹酒など各種サンプル。

回収率は紅麹カプセルで90.9~108.2%、紅麹米で90.9%です。

83.3~93.7%、紅酵母ビスケット 96.3~111.9%、紅酵母米粉・小麦

錠剤82.5~97.3%、赤酵母酒100.0~105.2%。

上記に基づいて、この方法は前処理と検出が簡単かつ高速です。

ラインの直線性は良好で、各種赤色酵母関連サンプルの回収率も良好です。

そこで、この方法を用いて市販品のその後の調査を行った。

2. 市販の紅酵母カプセル、紅酵母タブレット、紅麹米、紅麹米

こうじビスケット、紅麹米粉/オートミール、紅麹とみかん入り
マイシン含有量の調査結果

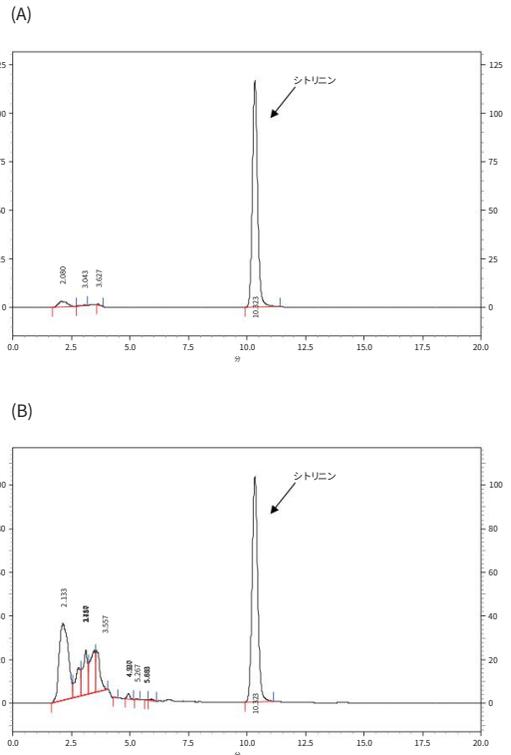


図 3. みかんを添加したブランク標本 ((A) 紅麹米、(B) 紅酵母カプセル)
マイシン標準5ppmの高速液体クロマトグラム

1998年5月から7月にかけて、台北市内のスーパー、スーパー、スーパーなどで購入したものです。

商店、迪化街、薬局などが独自に48個の標本を購入した。

紅酵母カプセル15個、紅酵母タブレット2個、紅酵母米8個入り

個、紅酵母ビスケット 8 枚、紅酵母米粉/オートミール 7 枚、紅酵母米 7 枚

ワインは8品。試験結果を表 1に示します。各種紅麹の検査において

体内では紅麹が最も深刻に汚染されており、紅麹が8件発生している。

シトリニンはすべてのサンプルで検出され、その含有量は 2.7 ~ 40.0 ppm の範囲でした。

最大 5 つのケースが 10.0 ppm を超えていました。紅麹カプセルサンプル 15個

7 品目にシトリニンが含まれていることが検出され、そのうち 6 品目には 2.0 ppm 未満のシトリニンが含まれていました。

1 つは 15.2 ppm という高さでした。紅麹米と紅酵母カプセル健康診断

シトリニンの高速液体クロマトグラフィー図を 図 4 および 5 に示します。

紅酵母ビスケット、紅酵母米粉・オートミール、赤酵母ワインのサンプルはこちら

その後、これらの製品にはごく微量しか添加されていなかったため、すべて検出されませんでした。

紅麹と紅酵母カプセルでは主原料の紅麹の配合量が異なります。

紅麹米。この調査の全体的な結果は、48 個のサンプルのうち 16 個が

検出率は33.3%で、0.1~2.0ppmが7件検出されました。

検出値は2.0~10.0ppmが3件、10.0ppm以上が6件でした。

個。

市販の紅麴含有食品中のシトリニン含有量の調査

表 1. 市販の紅酵母製品におけるシトリニンの試験結果

標本カテゴリー	テスト 個数	試験結果 (ppm)			
		検出されず*	0.1~2.0	2.0~10.0	>10.0
紅麴カプセル、紅	15	8	6	-	1
酵母タブレット	2	1	1	-	-
ト、紅麴米	8	-	-	3	5
紅酵母ビスケット	8	8	-	-	-
ト、紅酵母米粉、オートミール	7	7	-	-	-
紅酵母酒	8	8	-	-	-
合計	48	32 (66.7%)	7 (14.6%)	3 (6.2%)	6 (12.5%)

※本試験法の検出限界は50ppbです。

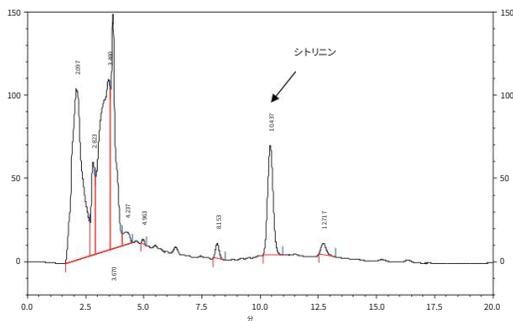
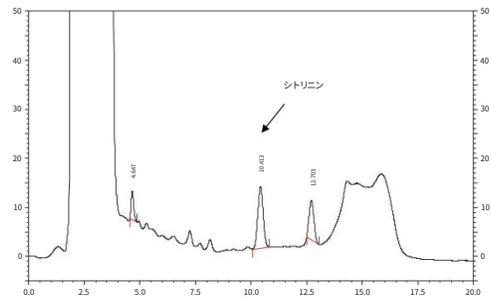


図 4. 紅麴米サンプル中に 3.2 ppm のシトリニンが検出されたことを示す高速液体クロマトグラフィー。

グラフ印刷する

図 5. 紅酵母カプセルサンプルから検出された 0.61 ppm シトリニンの高速液体クロマトグラフィー
クロマトグラム

3. 港湾サンプリング調査

保健省は 1998 年 8 月 5 日に経済省の基準検査を発行しました。

局、各港湾支局に輸入紅酵母製品を一つずつ試食して送ってください。

当局は、国境検査対策を立案する際の参考となる検査を実施しています。当局

8~10月に計 26件のサンプルが届いたが、いずれも原料の紅麴だった。

米は主に中国本土産。

上記の検査方法を使用して 26 個の試験片を分析しましたが、結果はわずか 9 個でした。

どの検体からもシトリニンは検出されませんでした。17 検体からはシトリニンが検出されました。

マイシンの含有量は 0.4~30.5ppm であり、検出率は高い。

65.4% (表2)と、問題の深刻さがわかります。保健省、1998 年 12 日

9月4日保健省発表番号0980462647: 「食品の真実」

原料となる紅麴に含まれるシトリニンの制限値「カビ毒制限基準」

5ppm でございますが、今回の検査結果では紅麴米8検体が基準値を超えています。

品質基準を満たしている場合、不良率は 30.8% と高く、最高率はそれを上回ることもあります。

上限は基準の6倍であり、今後も注目に値する。

結論は

市場には、健康維持をコンセプトとした紅酵母関連製品がますます増えています。

多くの場合、マイコトキシン - シトリニン汚染の問題が含まれる可能性があります。

この問題は注目に値する。この研究では、サンプルをメタノールで抽出し、70°C で加熱しました。

加熱後、蛍光検出を備えた高速液体クロマトグラフィー (HPLC) を引き続き使用します。

この装置はシトリニンを検出し、紅麴を含む食品中のシトリニンの検出を確立します。

試験方法: 紅酵母カプセル、紅酵母米、紅酵母ビスケット、紅酵母米

小麦粉/オートミール、赤酵母ワインなどのさまざまなサンプルの標準製品添加回収率

82.5~111.9%の間が、試験法の検出限界です。

50ppb。確立された試験方法を使用して市販製品を分析する8

16 個の破片にシトリニンが含まれていることが判明し、最高レベルは 40.0 ppm に達しました。

このうち、紅麴米の汚染が最も深刻だ。この部門にも協力してください

港湾サンプリング調査を実施し、輸入紅麴米26品のうち、

シトリニンは 17 のサンプルで検出され、その含有量は 0.4 ~ 30.5 ppm の範囲でした。

それらの間の検出率は65.4%にも達しました。この調査の結果は次のとおりです

規制値基準の策定や検査方法の公表の参考に成功

テスト。

表2 港湾サンプリング調査の検査結果

検体 No.1	検体名 採取元 検査日	試験結果 (ppm)
	紅麴米 提供なし 98.08.06	16.5
2	紅麴米は 98.08.06 では入手できません。 3 紅麴	22.0
	米は 98.08.06 では入手できません。 4 紅麴米は	29.5
	98.08.06 では入手できません。	2.9
5	香り紅麴米粉は入手不可 98.08.17 6 輸入紅麴米	2.8
	は入手不可 98.08.17 7 厳選紅麴米は入手不可	9.9
	98.08.17	1.6
8	中国本土の紅酵母米 98.08.19 9 紅酵母米は入手	2.1
	不可 98.08.21 10 中国本土の紅酵母米 98.08.21	10.1
		15.7
11	紅麴米は入手不可 98.09.04 12 米国産紅酵母米	3.9
	粉末 98.09.04 ND 13 中国本土産紅酵母米 98.09.04	30.5
14	日本産紅麴米粉 98.09.07 ND 15 米国産紅酵母米粉	
	98.09.15 16 紅酵母米粉は入手不可 98.09.16	1.3
		0.4
17	紅酵母エキスは含まれていません 98.09.17 ND 18 紅麴米	
	香港 98.09.17 19 紅酵母粉末 香港 98.09.17	3.2
		8.1
20	紅麴米粉 中国北京 98.09.30 ND 21 紅酵母米粉 中国本土	
	98.10.05 ND 22 紅麴米エキス粉末 中国本土 98.10.05 ND	
23	赤酒粉末は入手不可 98.10.06 ND 24 中国本土産のワイン	
	ライスワイン 98.10.16 25 中国本土産のライスワイ	3.9
	ン 98.10.16 ND	
26	時事 中国本土 98.10.16 ND	

「ND」は検出されなかったことを意味します

参考文献

1. ヨウ・シン、パン・ジーミン。2001年。紅麴に含まれるカビ毒 - シトリニン。307~313ページ。機能性発酵食品。Yixuan Books Publishing House、台北、陸
2. 鳳州。1970年。第7章 シトリニンとペニシリン酸。81~85ページ。マイコトキシン学。秀新出版社、台北。
3. ヘザリントン、AA およびレイストリック、H. 1931年。微生物の生化学的研究。

XI. 新しい黄色の色素であるシトリニン (*Penicillium citrinum*によるグルコースからの生成物) の生成と化学構造について Thom. Phil.

Trans. Roy. Soc. Ser. B.220: 269-297。

4. アブラムソン、D.、ウスレベリ、E.、マールパウアー、E. 2001. シトリニンの免疫化学的方法。pp.195-204. MW トラックセスおよびポーランド AF(編)、マイコトキシン プロトコル、Humana Press。米国ニュージャージー州トトワ
 5. Stjepan, P., Maja, ., Ladislav, O. 2002。朽ちかけたリンゴから単離されたペニシリウム種のシトリニン毒素原性。Braz. J. Microbiol. 33:134-137。
 6. オズボーン、BG 1980。カビの生えたパンと小売小麦粉におけるオクラトキシン A の発生。食品化粧品、毒性、18: 615-617。
 7. Anderson, SJ 1995. 自然発酵ソーセージの熟成中の表面菌叢の組成変化。J. Food Protect. 58: 426-429。
 8. モニカ、S.、ロエル、FM、ジョアンナ、FG 1999. 市販の紅麴発酵製品の変異原性とシトリニンの役割 Mut. Res. 444: 7-16。
 9. Krogh, P., Hald, B., および Pedersen, E. J. 1973 年。穀物中のオクラトキシン A とシトリニンの発生 マイコトキシン腎症と関連する。Acta Pathol. Microbiol. Scand. Sect. B. 81: 689-695。メイン州クレイチ、NS州プレッツ、DA 10のケッケル。1996. シトリニンは、[カリウム] 血漿の減少を伴うことなく、ペントバルビタールで麻酔した犬の腎機能と超微細構造に急性の有害な変化を引き起こす。Toxicology 106: 167-177. Chen Yanlin. 2003年。紅麴におけるシトリニンの生成と安全性 11. 性質。食品産業、35(3): 30-37。
- シーグラール、A.、ヴェンソンダー、RF、ジャクソン、LK 12。1977. *Penicillium expansum*からのパツリンとシトリニンの生成と生物活性、Appl. 環境、微生物、33: 1004-1006。
- Bhatnagar, D., Lillehoj, E. B., Arora, D. 13. K. 1992. 応用真菌学ハンドブック、第1巻。

市販の紅麴含有食品中のシトリニン含有量の調査

5. 生態系におけるマイコトキシン、Marcel Dekker, Inc.、ニューヨーク州、米国
PJ ブラン、ミズーリ州ロレット、G ゴマ、1995年。14。
モナスカスのさまざまな種によるシトリニンの生成、*Biotechnol. Lett.* 17: 291-294。
15. Trivedi, AB, Dol, E., および北畠, N. 1993。
水分を含んだ状態でシトリニンを長時間加熱すると有毒化合物が形成される。*J. Food Sci.* 58: 229-232。
16. Bailly, JD, Le Bars-Bailly, S., Benard, G., および Guerre, P. 2002. シトリニンの生成と安定性
チーズ中。*J. Food Prot.* 5: 1317-1321。
サントス, IM, アブルンホサ, L., ヴェナンシオ, A., 17。
Lima, N. 2002. ペニシリウム エクスパンサムによるパツリンおよびシトリニン生産に対する培養保存技術の効果。*Lett. Appl. Microbiol.* 35: 272-275。
- よび Lepom, P. 1986. 高性能液体による小麦および大麦中のカビ毒シトリニンおよびオクラトキシン A の同時測定 18。
クロマトグラフィー, *J. Chromatogr.* 355: 335-339。
フランコ, CM, フェンテ, カリフォルニア, バスケス, B., セベダ, 19歳。
A., Lallaoui, L., Prognon, P., Mahuzier, G.
1996. シトリニンを測定するためのシンプルかつ高感度の高速液体クロマトグラフィー-蛍光法、菌類培養物およびチーズ抽出物の分析への応用, *J. Chromatogr. A.* 723: 69-75。
Ma, J., Li, Y., Ye, Q., Li, J., Hue, Y.J., Ju, D., および 20。
Zhang, D. 2000. 伝統的な中国の食品および薬である紅酵母の成分。*J. Agric. 食品化学* 48: 5220-5225。
21. Vázquez, BI, Fente, C., Franco, CM, Vázquez, MJ および Cepeda, A. 2001. *Penicillium citrinum* に対するオイゲノールとチモールの阻害効果
培地およびチーズ中の菌株。*Int. J. Food 微生物.* 67: 157-163。
～ 日本の厚生省。食品添加物条約。1999年。第7版、第22版、D-1238 1241ページ。東京。

市販の紅麴製品中のシトリニンに関する調査

チアディン・リャオ、ポーチュアン・リン、シューヤン・リン、リーチン・チウエ
ダニエル・ヤンチー・シーと

研究分析部門

抽象的な

紅麴製品を摂取する人が増えているため、シトリニンの汚染に注意する必要があります。紅麴製品に含まれるシトリニンの定量は、定量用蛍光検出器を備えた高速液体クロマトグラフィー (HPLC) によって行われました。シトリニンはメタノールで抽出され、加熱されました。温度70°C、0.05~10ppmのレベルでスパイクした各種紅麴サンプルからのシトリニンの平均回収率は82.5~111.9%の範囲であった、シトリニンの定量限界は50ppbであった、台湾の市販紅麴製品中のシトリニン調査は2009年に実施された。シトリニンの汚染は、48種類の紅麴製品のうち16個のサンプルで見つかりました。

キーワード :紅麴、シトリニン、高速液体クロマトグラフィー