

ジャガイモ中の α -ソラニン, α -チャコニンの含有量および貯蔵中の経時変化

誌名	食品衛生学雑誌
ISSN	00156426
著者	新藤, 哲也 牛山, 博文 観, 公子 ほか2名,
巻/号	45巻5号
掲載ページ	p. 277-282
発行年月	2004年10月

調査・資料

ジャガイモ中の α -ソラニン、 α -チャコニンの含有量
および貯蔵中の経時変化

(平成16年4月8日受理)

新藤 哲也^{*1,†} 牛山 博文^{*1} 観 公子^{*1}
安田 和男^{*2} 齊藤 和夫^{*1}Contents and its Change during Storage of α -Solanine and α -Chaconine in PotatoesTetsuya SHINDO^{*1,†}, Hirofumi USHIYAMA^{*1}, Kimiko KAN^{*1},
Kazuo YASUDA^{*2} and Kazuo SAITO^{*1}^(†)Tokyo Metropolitan Institute of Public Health: 3-24-1, Hyakunincho, Shinjuku-ku, Tokyo 169-0073, Japan; ^(*)Tama Branch Laboratory, Tokyo Metropolitan Institute of Public Health: 3-16-25, Shibasakicho, Tachikawa, Tokyo 190-0023, Japan; ^(†) Corresponding author)

Contents of α -solanine and α -chaconine in native species of potato (May Queen, Danshaku and Waseshiro), and in species (Jagakids Red '90 (Red) and Jagakids Purple '90 (Purple)) on the market, and their change during storage at room temperature were investigated.

α -Solanine and α -chaconine were extracted from potatoes with methanol, cleaned up by using a Sep-Pak Plus C18 cartridge, and then subjected to HPLC. The recoveries of α -solanine and α -chaconine from potatoes were both more than 96%, and the quantitation limits were both 2 μ g/g.

α -Solanine and α -chaconine were detected in periderm in all samples at the levels of 260–320 μ g/g in May Queen, 190–240 μ g/g in Danshaku, 43–63 μ g/g in Waseshiro, 140–200 μ g/g in Red and 84–130 μ g/g in Purple, respectively. α -Solanine and α -chaconine were detected in the cortex in all samples of May Queen and Danshaku at the levels of 2.7–12 μ g/g and 5.8–31 μ g/g, respectively. Contents of α -solanine and α -chaconine in the cortex of May Queen and Danshaku were less than 10% of those in the periderm.

When potatoes were stored for 90 days at room temperature in a dark place, no marked change in the contents of α -solanine and α -chaconine was observed in any of the potato samples.

(Received April 8, 2004)

Key words: ジャガイモ potato; α -ソラニン α -solanine; α -チャコニン α -chaconine; ステロイド系アルカロイド配糖体 steroid alkaloid glycoside; 食中毒 food poisoning; 高速液体クロマトグラフィ HPLC

緒 言

ジャガイモやおずきなどの多くのナス科植物に含有されているソラニンはステロイド系アルカロイド配糖体であり、ジャガイモでは芽や日光により緑化した皮層部分に多く含まれ、これらを多量に喫食すると吐気、嘔吐、腹痛などの食中毒症状を起こす^{1)~3)}。これまで小学校で理科の教材として栽培したジャガイモの喫食による食中毒^{4)~7)}がしばしば発生しているが、最近でも平成13年6月に兵庫県の子供園で、同年9月に栃木県の小学校で食中毒事例の発

生^{8), 9)}が報告されている。

また、ジャガイモは在来品種であるメークインや男爵などのほかに、平成2年にはバイオテクノロジーのプロトプラスト育種で栽培された皮の色が赤や紫色をしたジャガキッズが開発され、市販されている。在来品種におけるジャガイモ中のソラニン含有量についてはこれまでも報告例^{10), 11)}はあるが、バイオ技術を応用したジャガイモ(バイオ品種)中のソラニン含有量について調査した報告はほとんど見られない。

そこで、在来品種として古くから親しまれているメークイン、男爵および昭和49年に開発された比較的新しい品種であるワセシロ、バイオ品種としてジャガキッズレッド90(レッド)、ジャガキッズパープル90(パープル)の市販ジャガイモについてポテトグリコアルカロイドの約

[†] 連絡先^{*1} 東京都健康安全研究センター: 〒169-0073 東京都新宿区百人町3-24-1^{*2} 東京都健康安全研究センター多摩支所: 〒190-0023 東京都立川市柴崎町3-16-25

95% を占める¹²⁾ α -ソラニンおよび α -チャコニン含有量を調査するとともに、貯蔵中の α -ソラニン、 α -チャコニン含有量の経時変化について調査を行った。 α -ソラニンおよび α -チャコニンの分析については HPLC を用いた方法が数例^{13)~15)} 報告されているが、これらの調査を行うにあたり著者らは Hellenäs らによって報告されているオクタデシルシラン化学結合シリカゲル (C₁₈) カラムを用いた HPLC 法¹⁶⁾ に準じ、衛生試験法¹²⁾ に示されている固相抽出によるクリーンアップなどの検討を行ったので、これらの結果を併せて報告する。

実験方法

1. 試料

都内の青果店およびスーパーなどで市販されていた在来品種 3 種 (メークイン, 男爵, ワセシロ), バイオ品種 2 種 (レッド, パープル) の 5 品種各 10 kg を購入した。

これらのジャガイモを購入直後に品種ごとに 5 個ずつ取り、1 個体ずつ合計 25 検体について分析用試料とした。残りは室温暗所 (ダンボール箱中) に保管し、15, 42, 90 日後に同様に品種ごとに 5 個ずつ取り出して分析用試料とした。

試料は水道水で洗った後、皮むき器などを使用して約 1 mm の厚さに皮をむいて皮層部とし、残りの可食部分を髓質部とし、それぞれ均質化した後分析に供した。

2. 試薬

1) α -ソラニン標準溶液: α -ソラニン (Sigma 社製) 10 mg をメタノールに溶解して 100 mL (100 μ g/mL) とした。

2) α -チャコニン標準溶液: α -チャコニン (Sigma 社製) 10 mg をメタノールに溶解して 100 mL (100 μ g/mL) とした。

3) HPLC 用移動相 (65% アセトニトリル含有 10 mmol/L リン酸ナトリウム溶液 (pH 7.6)): 0.2 mol/L リン酸二ナトリウム 87 mL, 0.2 mol/L リン酸一ナトリウム 13 mL, 水 100 mL を混和して得られた 0.1 mol/L リン酸ナトリウム緩衝液 (pH 7.6) 100 mL に 250 mL の水および 650 mL のアセトニトリルを加えて混和した。

4) 固相抽出カラム: Sep-Pak Plus C18 (Waters 社製)

5) その他の試薬: アセトニトリル, メタノールは HPLC 用, その他試薬は特級品を用いた。

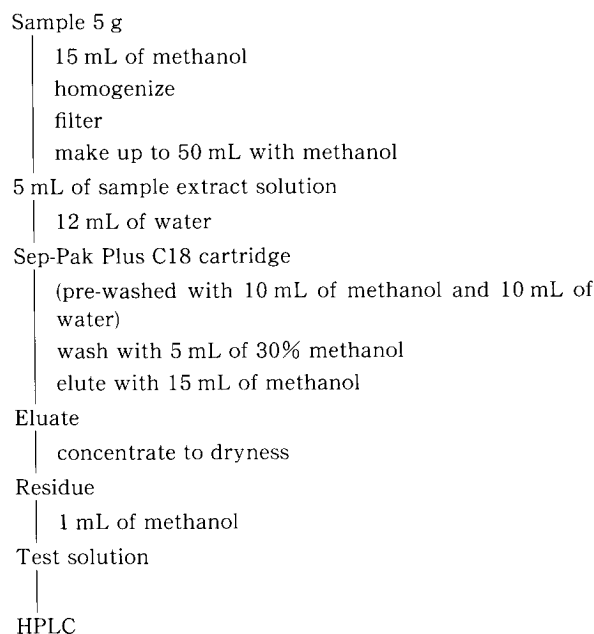
3. HPLC 装置

ポンプ: PU-1580 型; グラジェントユニット: LG-1580-02 型; 検出器: MD-1515 型; カラムオープン: CO-1560 型; オートサンプラー: AS-1555-10 型 (以上日本分光工業 (株) 製)

4. HPLC 条件

カラム: Cosmosil 5C18 AR-II (4.6 mm i.d. \times 250 mm) ナカライテスク (株) 製

移動相および流速: 0~13 min 65% アセトニトリル含



Scheme 1. Analytical procedure of α -solanine and α -chaconine from potato

有 10 mmol/L リン酸ナトリウム溶液 (pH 7.6) 1.3 mL/min; 13~55 min 65% アセトニトリル水溶液 2.0 mL/min; 55~70 min 65% アセトニトリル含有 10 mmol/L リン酸ナトリウム溶液 (pH 7.6) 1.3 mL/min

カラム温度: 40°C

検出波長: 202 nm

注入量: 20 μ L

5. 試験溶液の調製

ジャガイモ中の α -ソラニンおよび α -チャコニンの HPLC 用試験溶液の調製方法を Scheme 1 に示した。

細切した試料 5 g にメタノール 15 mL を加えてホモジナイズし、吸引ろ過後、ろ液にメタノールを加えて 50 mL とした。このメタノール抽出液 5 mL に水 12 mL を加えて混合し、あらかじめメタノール 10 mL, 水 10 mL でコンディショニングした Sep-Pak Plus C18 カートリッジに負荷した。30% メタノール溶液 5 mL で洗浄した後、メタノール 15 mL で溶出した。この溶出液を減圧乾固した後、残留物をメタノール 1 mL に溶解し、試験溶液とした。

6. 定 量

α -ソラニン標準溶液および α -チャコニン標準溶液を同量で混合し、混合標準溶液 (各 50 μ g/mL) とした。これを 0~50 μ g/mL の範囲に適宜メタノールで希釈して検量線を作成し、HPLC で分析を行い、試料中の α -ソラニン、 α -チャコニンそれぞれの含有量を算出した。

結果および考察

1. HPLC 分析法の検討

1.1 HPLC カラム

HPLC を用いてジャガイモ中の α -ソラニンおよび α -

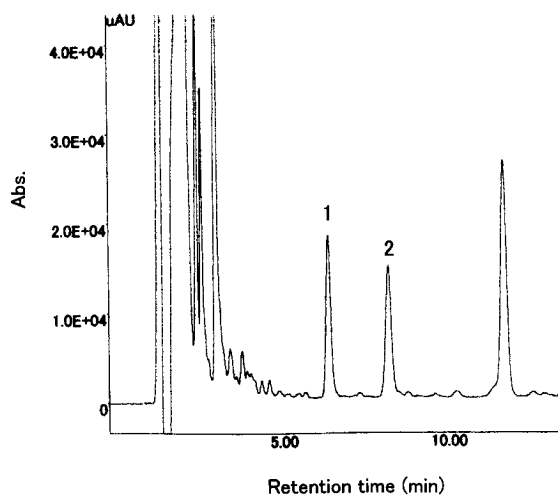


Fig. 1. HPLC chromatogram of α -solanine and α -chaconine in extract of potato (Danshaku)
1: α -solanine (31 μ g/g), 2: α -chaconine (24 μ g/g)

チャコニンを定量するため、衛生試験法¹²⁾に準じてアミノプロピル化学結合シリカゲル(NH₂)カラム (Lichrosorb NH₂ Merck 社製, Cosmosil 5NH₂ ナカライテスク(株)製) および移動相としてアセトニトリル-20 mmol/L リン酸一カリウム (75:25) 混液を用いて分析した。その結果、試験溶液を繰り返し分析した場合に α -ソラニンと α -チャコニンの保持時間がいずれも前後に著しく変動し、近傍にある妨害ピークが分析を繰り返すうちに重なって溶出する現象も見られた。そこで、C₁₈カラムを用いた Hellenäs らの方法¹⁶⁾について検討した。移動相は65%アセトニトリル含有10 mmol/L リン酸ナトリウム溶液 (pH 7.6) とし、6種の市販充填カラム (Cosmosil 5C18 AR-II ナカライテスク(株)製, Inertsil ODS-3 ジェルサイエンス(株)製, Mightysil RP-18 GP Aqua 関東化学(株)製, Wakosil-II 5C18 RS 和光純薬工業(株)製, DEVELO-SIL RP AQUEOUS 野村化学(株)製, LUNA 5 μ C18(2) Phenomenex 社製) を用いた。その結果、いずれのC₁₈カラムも α -ソラニンおよび α -チャコニンの保持時間は安定していたが、その中でもCosmosil 5C18 AR-IIがこれらのピークの近傍に妨害ピークが認められず、再現性も良好であった。以上のことから、本カラムを用いることにした。

1.2 HPLC 条件

C₁₈ HPLC カラムを用いたジャガイモ中の α -ソラニンおよび α -チャコニンの分析ではこれらが溶出した後、数本の未知ピークが検出され、これらのピークがすべて溶出するまでに1試料当たり約120分を要する。そこで、分析時間を短縮するためステップワイズによる溶出条件について検討を行った。移動相にリン酸ナトリウムを加えることにより、 α -ソラニンと α -チャコニンはC₁₈カラムに強く保持されていることが考えられることから、未知ピークも同様の傾向が予想された。そこで、未知ピークを迅速に溶出するため、 α -ソラニンと α -チャコニンが溶出した13分後

にリン酸ナトリウムを除去した移動相 (65%アセトニトリル水溶液) に切換えて流速を早め、55分後に元の移動相 (65%アセトニトリル含有10 mmol/L リン酸ナトリウム溶液 (pH 7.6)) に戻して15分間コンディショニングすることにより、1回の分析時間は70分と短縮された。また本ステップワイズ条件により再現性良くHPLC分析を行うことができた。男爵抽出物中の α -ソラニンおよび α -チャコニンのHPLCクロマトグラムをFig. 1に示した。

2. 固相抽出カラムの検討

衛生試験法¹²⁾では固相抽出カラムへの試料抽出液の負荷およびカラムの洗浄に40%メタノールを使用している。今回この方法で試料5gに250 μ gの α -ソラニンおよび α -チャコニンを添加し回収試験を行ったところ、 α -ソラニンで69 \pm 4.6% (n=5)、 α -チャコニンで70 \pm 5.3% (n=5)と低い回収率であった。回収率低下の原因を検討したところ、カラムへの負荷および洗浄操作で一部溶出していることが分かった。そこで、高木らの方法¹⁴⁾で用いられている30%メタノールによる負荷および洗浄を試みたところ、回収率は α -ソラニンで96 \pm 1.9% (n=5)、 α -チャコニンで96 \pm 1.6% (n=5)と良好な結果が得られた。本法における定量限界は試料1g当たりいずれも2 μ gであった。

3. 市販ジャガイモ中の α -ソラニンおよび α -チャコニン含有量

市販メークイン、男爵、ワセシロ、レッド、パープル各5検体について購入直後における皮層部および髄質部中の α -ソラニンと α -チャコニン含有量について調査を行い、これらの結果から全体 (皮層部と髄質部の総和) の含有量を求め、その結果をTable 1に示した。なお、調査対象としたジャガイモ1個当たりの重量はメークイン98 \pm 9.6g、男爵100 \pm 12g、ワセシロ110 \pm 14g、レッド87 \pm 13g、パープル69 \pm 6.6gであり、いずれも芽の発生は見られなかった。

皮層部からは α -ソラニンと α -チャコニンはすべての試料で検出された。その含有量はそれぞれ5検体の平均でメークインでは α -ソラニン290 \pm 21 μ g/g、 α -チャコニン570 \pm 64 μ g/g、男爵では α -ソラニン220 \pm 22 μ g/g、 α -チャコニン340 \pm 29 μ g/g、ワセシロでは α -ソラニン56 \pm 7.1 μ g/g、 α -チャコニン100 \pm 9.6 μ g/g、レッドでは α -ソラニン170 \pm 21 μ g/g、 α -チャコニン180 \pm 20 μ g/g、パープルでは α -ソラニン110 \pm 13 μ g/g、 α -チャコニン140 \pm 13 μ g/gであった。バイオ品種のレッドとパープルにおける皮層部中の α -ソラニン、 α -チャコニン含有量はいずれも在来品種のメークインと男爵に比べて低く、さらにワセシロはバイオ品種よりも低かった。また、いずれの試料においても α -チャコニン含有量のほうが α -ソラニン含有量よりも多く、特にメークインでは2.0倍とその割合が高く、レッドとパープルではそれぞれ1.1倍、1.3倍とその割合が低い傾向が見られた。

Table 1. Contents of α -Solanine and α -Chaconine in Potatoes

Cultivars		α -Solanine ($\mu\text{g/g}$)			α -Chaconine ($\mu\text{g/g}$)		
		Periderm	Cortex	Whole	Periderm	Cortex	Whole
May Queen	1	260	8.9	42	500	11	76
	2	320	8.3	43	690	10	86
	3	300	12	46	530	15	75
	4	290	10	44	560	12	78
	5	280	2.7	35	560	3.3	68
	Av. \pm S.D.	290 \pm 21	8.5 \pm 3.3	42 \pm 3.8	570 \pm 64	10 \pm 3.8	77 \pm 5.6
Danshaku	1	190	5.8	25	310	5.2	38
	2	240	31	57	370	24	66
	3	230	7.3	34	310	6.3	43
	4	200	5.5	27	320	5.4	40
	5	240	20	48	370	19	63
	Av. \pm S.D.	220 \pm 22	14 \pm 10	38 \pm 12	340 \pm 29	12 \pm 7.9	50 \pm 12
Waseshiro	1	63	N.D.	10	110	N.D.	18
	2	56	N.D.	7.4	100	N.D.	14
	3	43	N.D.	5.4	85	N.D.	11
	4	61	N.D.	8.1	110	N.D.	14
	5	57	N.D.	6.6	110	N.D.	12
	Av. \pm S.D.	56 \pm 7.1	N.D.	7.6 \pm 1.6	100 \pm 9.6	N.D.	14 \pm 2.6
Red	1	150	N.D.	17	180	N.D.	20
	2	160	N.D.	19	170	N.D.	21
	3	180	N.D.	22	190	N.D.	23
	4	140	N.D.	18	150	N.D.	19
	5	200	N.D.	24	210	N.D.	25
	Av. \pm S.D.	170 \pm 21	N.D.	20 \pm 2.5	180 \pm 20	N.D.	22 \pm 2.3
Purple	1	130	N.D.	17	160	N.D.	21
	2	84	N.D.	12	130	N.D.	18
	3	110	N.D.	15	150	N.D.	20
	4	100	N.D.	13	130	N.D.	16
	5	110	2.0	17	150	N.D.	20
	Av. \pm S.D.	110 \pm 13	N.D.	15 \pm 2.1	140 \pm 13	N.D.	19 \pm 1.9

Cortex: except part of periderm

N.D. < 2.0 $\mu\text{g/g}$

髓質部からは α -ソラニンと α -チャコニンはいずれも検出されなかった。メークインと男爵のすべての試料から検出された。その含有量はそれぞれ5検体の平均でメークインでは α -ソラニン 8.5 \pm 3.3 $\mu\text{g/g}$ 、 α -チャコニン 10 \pm 3.8 $\mu\text{g/g}$ 、男爵では α -ソラニン 14 \pm 10 $\mu\text{g/g}$ 、 α -チャコニン 12 \pm 7.9 $\mu\text{g/g}$ であった。なお、レッド、パープルおよびワセシロからはいずれも検出されなかった。メークインと男爵の髓質部中の α -ソラニンと α -チャコニン含有量は皮層部と比較すると1/10以下であった。この結果を解析するため、ジャガイモを約1 mmの厚さに皮むきした後、さらに約1 mmむいた部分について α -ソラニンと α -チャコニン含有量を調べたところ、いずれの品種においても検出されず、これらのポテトグリコアルカロイドは皮層部もしくはこれに近い部分に存在すると考えられた。

皮層部と髓質部の α -ソラニンと α -チャコニン含有量をジャガイモ全体に換算すると、メークインでは α -ソラニン 42 \pm 3.8 $\mu\text{g/g}$ 、 α -チャコニン 77 \pm 5.6 $\mu\text{g/g}$ 、男爵では

α -ソラニン 38 \pm 12 $\mu\text{g/g}$ 、 α -チャコニン 50 \pm 12 $\mu\text{g/g}$ 、ワセシロでは α -ソラニン 7.6 \pm 1.6 $\mu\text{g/g}$ 、 α -チャコニン 14 \pm 2.6 $\mu\text{g/g}$ 、レッドでは α -ソラニン 20 \pm 2.5 $\mu\text{g/g}$ 、 α -チャコニン 22 \pm 2.3 $\mu\text{g/g}$ 、パープルでは α -ソラニン 15 \pm 2.1 $\mu\text{g/g}$ 、 α -チャコニン 19 \pm 1.9 $\mu\text{g/g}$ であった。以上の結果、ジャガイモ全体としての α -ソラニンと α -チャコニン含有量はバイオ品種であるレッドとパープルでは在来品種であるメークインと男爵のそれぞれ1/3~1/2、ワセシロではそれぞれ1/5~1/4であった。在来品種においてはこれまで報告されている小机¹⁰⁾および松井らの報告¹¹⁾と比較して、男爵で高めであったほかはほぼ同様の傾向であった。

一般にジャガイモに含まれるポテトグリコアルカロイド(α -ソラニン+ α -チャコニン)による中毒量は200~400 mgといわれている¹²⁾。今回調査したジャガイモのうち最もこれらのアルカロイドが多かったのはメークインであり、皮層部と髓質部を合わせた含有量の平均値は120 $\mu\text{g/g}$ である。これを中毒量で換算するとメークイン約1.7~

3.3 kg (20~30 個) に相当し、食中毒を起こす可能性はほとんどないものと考えられる。一方、これまでに発生した食中毒事例のうち、福岡市の小学校での一人当たりの推定発症量は 15.6 mg⁶⁾、兵庫県の幼稚園では 39.6 mg と示されている⁸⁾。このように児童の場合は成人に比べて少ない量のアルカロイドでも発症する可能性があるため、子供がジャガイモを食べる場合には皮をむくか大量に食べないようにする必要があると思われる。

4. ジャガイモ貯蔵中における α -ソラニンおよび α -チャコニン含有量の変化

ジャガイモを 90 日間室温暗所 (ダンボール中) で貯蔵した場合のジャガイモ中の α -ソラニンと α -チャコニン含有量の経時変化について調査した。結果を皮層部は Fig. 2、髄質部は Fig. 3 およびジャガイモ全体は Fig. 4 にそれぞれ示した。

皮層部中の α -ソラニンはメイクイン、レッドおよびパープルではほとんど変化がなく、男爵ではやや減少し、ワセシロではやや増加した。また、皮層部中の α -チャコニンは α -ソラニンとほぼ同様の傾向を示した。

髄質部中の α -ソラニンはメイクインではほとんど変化なく、男爵ではやや減少し、ワセシロでは 90 日間貯蔵後も検出されなかった。また、レッドとパープルでは購入直後には α -ソラニンは検出されなかったが、レッドは 15 日以降、パープルは 90 日でわずかながら検出された。髄質部中の α -チャコニンは α -ソラニンとほぼ同様の傾向を示したが、レッドとパープルにおいては 90 日間貯蔵後も α -チャコニンは検出されなかった。

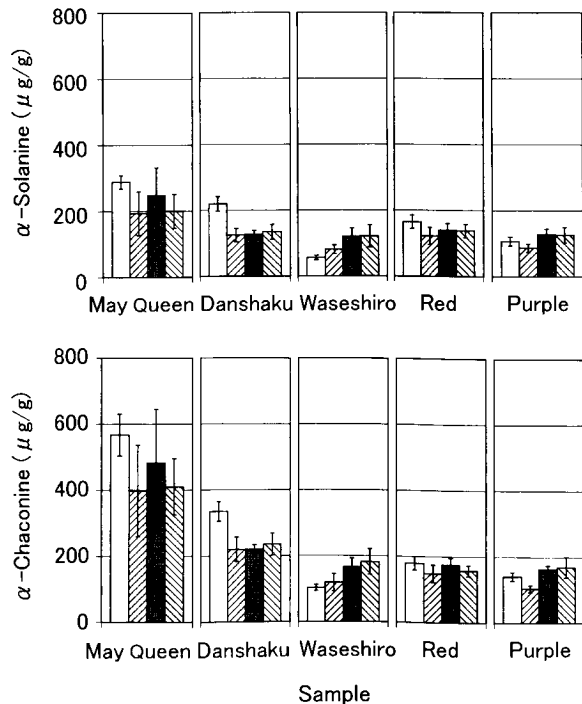


Fig. 2. Changes of contents of α -solanine and α -chaconine in periderm of potatoes during storage at room temperature
□: 0 day, ▨: 15 days, ■: 42 days, ▩: 90 days

ジャガイモ全体中の α -ソラニンはそのほとんどが皮層部に存在することから皮層部と同様の傾向がみられ、メイクインではほとんど変化なく、男爵ではやや減少し、ワセシロ、レッドおよびパープルではやや増加した。また、全

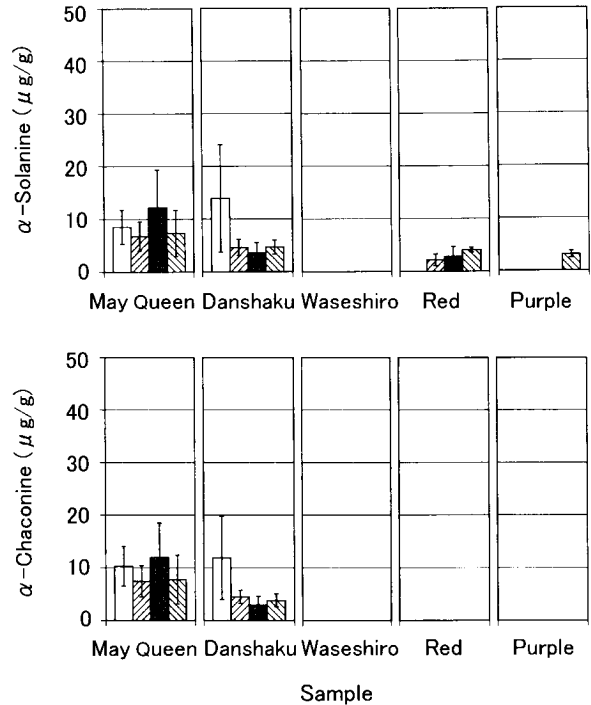


Fig. 3. Changes of contents of α -solanine and α -chaconine in cortex of potatoes during storage at room temperature
□: 0 day, ▨: 15 days, ■: 42 days, ▩: 90 days

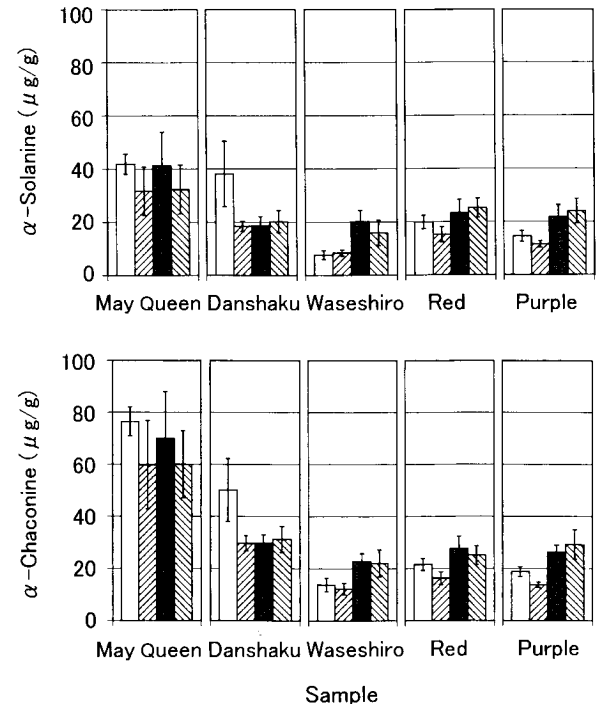


Fig. 4. Changes of contents of α -solanine and α -chaconine in whole potatoes during storage at room temperature
□: 0 day, ▨: 15 days, ■: 42 days, ▩: 90 days

体中の α -チャコニンとはほぼ同様の傾向を示した。なお、貯蔵中におけるジャガイモの皮層部の色はメークイン、男爵、ワセシロ、レッドおよびパープルのいずれも変化がなかった。

一般にジャガイモは収穫後、光によりポテトグリコアルカロイドが増加するといわれているが¹⁷⁾、これらの結果から、ジャガイモを90日間室温暗所で貯蔵したときの α -ソラニンおよび α -チャコニン含有量は多少の増減はあるもののそれらは個体差によるものと考えられ、顕著な増加傾向は認められなかった。

まとめ

5種の市販ジャガイモ（メークイン、男爵、ワセシロ、レッド、パープル）中の α -ソラニンと α -チャコニン含有量および貯蔵中におけるそれらの経時変化について調査した。

1. 衛生試験法¹²⁾に基づいて抽出、固相抽出カラムによるクリーンアップを行い、 C_{18} カラムを用いてHPLCにより分析を行った。回収率は α -ソラニンおよび α -チャコニンともに96%と良好であり、本法における定量限界は試料1g当たりいずれも2 μ gであった。

2. ジャガイモの皮層部中の α -ソラニンと α -チャコニンはすべての試料で検出され、それらの含有量はメークイン、男爵、レッド、パープル、ワセシロの順で多く、いずれの試料においても α -チャコニン含有量のほうが多かった。ジャガイモの髄質部中の α -ソラニンと α -チャコニンはメークインおよび男爵のみから検出され、その含有量はいずれも皮層部の1/10以下であった。

3. ジャガイモを90日間室温暗所で貯蔵した場合の α -ソラニンと α -チャコニン含有量は多少の増減はあったもののメークイン、男爵、ワセシロ、レッドおよびパープルのいずれの部位においても顕著な増加傾向は見られなかった。

文献

- 1) 日本中毒情報センター “第三版急性中毒処置の手引” 東京、じほう、1999、p. 554-555. (ISBN 4-8407-2399-0)
- 2) Yamazaki, M., Nakajima, T., Fusetani, N. “Tennen No Doku (Natural toxins)”, Tokyo, Kodansha, 1985, p. 19-20. (ISBN 4-06-139603-X (0))
- 3) 大垣市民病院薬剤部 “急性中毒情報ファイル第3版” 東京、廣川書店、1998、p. 701. (ISBN 4-567-49294-3)
- 4) Nishida, H. “Shokuchudoku No Gennin To Taiou-Jitsurei Ni Manabu”, Tokyo, Kenpakusha, 1991, p. 35.

(ISBN 4-7679-6047-9)

- 5) Naito, H. “Chudoku Hyakka (Poisoning of industrial products, gases, pesticides, drugs and natural toxins)”, Tokyo, Nankodo, 2001, p. 535-536. (ISBN 4-524-20778-3)
- 6) Matsui, K., Akagi, K., Nishida, S., Kawaguchi, R., Toyofuku, Y., Toxic dose of unripe potato glycoalkaloids for children and measures against the food poisoning. *Shokuhin Eisei Kenkyu (Food Sanit. Res.)*, **51**, No. 4, 99-107 (2001).
- 7) Tanimoto, A., Jagaimo No Soranin Niyoru Shokuchudoku. *Shokuhin Eiseigaku Zasshi (J. Food Hyg. Soc. Japan)*, **42**, J292-J293(2001).
- 8) Takeda, N., Ikeno, M., Hirose, K., A case report of potato poisoning in kindergarten children. *Hyogo Kenritsu Eisei Kenkyujo Nempou (Hyogo Prefectural Institute P.H.)*, **36**, 96-104 (2001).
- 9) Yagisawa, K., Jagaimo Niyoru Shokuchudoku. *Shokuhin Eiseigaku Zasshi (J. Food Hyg. Soc. Japan)*, **43**, J306-J307 (2002).
- 10) Kozukue, N., Mizuno, S., Studies on glycoalkaloids of potato tubers. Part 3 Glycoalkaloid content of twelve potato varieties in Japan and the different size of “May Queen” and “Danshaku” potato tubers. *Potato Science*, **8**, 3-9 (1988).
- 11) Matsui, K., Nishida, S., Glycoalkaloid level of potatoes on the market. *Fukuoka Shi Hoken Kankyo Kenkyujo (Ann. Rep. Fukuoka City Institute Hygiene Environment)*, **25**, 68-72 (2000).
- 12) 日本薬学会 “衛生試験法・注解 2000”, 東京、金原出版、2000、p. 246-247. (ISBN 4-307-47033-8)
- 13) Kajiwara, N., Ninomiya, T., Kawai, H., Hosogai, Y., Determination of solanine in potato by high performance liquid chromatography. *Shokuhin Eiseigaku Zasshi (J. Food Hyg. Soc. Japan)*, **25**, 256-260 (1984).
- 14) Takagi, K., Toyoda, M., Fujiyama, Y., Saito, Y., Effect of cooking on the contents of α -chaconine and α -solanine in potatoes. *Shokuhin Eiseigaku Zasshi (J. Food Hyg. Soc. Japan)*, **31**, 67-73 (1990).
- 15) Asano, M., Goto, N., Isshiki, K., Simple and Rapid analysis of potato glycoalkaloids. *Nippon Shokuhin Kagaku Kogaku Kaishi (J. Jpn. Soc. Food Sci. Tech.)*, **43**, 593-597 (1996).
- 16) Hellenäs, K. E., Branzell, C., Liquid chromatographic determination of the glycoalkaloids α -solanine and α -chaconine in potato tubers. *J. AOAC Int.*, **80**, 549-554 (1997).
- 17) Kozukue, N., Mizuno, S., Potato glycoalkaloid. *Potato Science*, **10**, 51-56 (1990).