

各種ジャガイモ中のグリコアルカロイド含有量調査

誌名	食品衛生学雑誌
ISSN	00156426
著者名	下井,俊子 牛山,博文 観,公子 斉藤,和夫 鎌田,国広 広門,雅子
発行元	[日本食品衛生学会]
巻/号	48巻3号
掲載ページ	p. 77-82
発行年月	2007年6月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



調査・資料

各種ジャガイモ中のグリコアルカロイド含有量調査

(平成 18 年 10 月 30 日受理)

下井俊子* 牛山博文 観 公子
 斉藤和夫 鎌田国広 広門雅子

Survey of Glycoalkaloids Content in the Various Potatoes

Toshiko SHIMOI*, Hirofumi USHIYAMA, Kimiko KAN, Kazuo SAITO,
 Kunihiro KAMATA and Masako HIROKADO

Tokyo Metropolitan Institute of Public Health: 3-24-1 Hyakunin-cho, Shinjuku-ku,
 Tokyo 169-0073, Japan; * Corresponding author

The content of potato glycoalkaloid (PGA) was investigated in 27 cultivars of raw potatoes and 31 potatoes in commercial foods with peel. The investigation of the 27 cultivars of potatoes showed different contents of glycoalkaloids. "May queen" and "Sherry" showed high contents of PGA (180 mg/kg and 320 mg/kg, respectively) among the raw potatoes of middle size (ca. 100 g). On the other hand, "Inca red" showed the lowest content of 21 mg/kg. Higher contents of PGA were found in smaller potatoes in this study. The content of PGA varied in the range of 48-350 mg/kg in the potatoes in commercial foods with peel.

(Received October 30, 2007)

Key words: ジャガイモ potato; α -ソラニン α -solanine; α -チャコニン α -chaconine; グリコアル
 カロイド glycoalkaloid; 品種 cultivar; 市販惣菜 commercial food

緒 言

ジャガイモ中のグリコアルカロイド (ポテトグリコアルカロイド, PGA) が食中毒の原因となることは広く知られている。東京都では 2003 年 7 月¹⁾および 2006 年 7 月^{2), 3)}に PGA による食中毒が発生した。その原因は在来種である男爵薯およびメークインであった。近年は小売店の店頭やインターネットによる通信販売などで在来種以外にもさまざまな品種のジャガイモが入手可能であり、これら多様な品種のジャガイモ中 PGA 含有量についての報告例はほとんどない。

PGA はジャガイモの皮質部に多く含まれることが知られている^{2), 3)}。最近、ジャガイモを皮付きのまま調理加工したそう菜も数多く市販されているが、これらのそう菜中の PGA 含有量に関する調査もほとんど行われていない。

そこで、さまざまな品種のジャガイモおよび市販そう菜中の皮付きジャガイモを中心に PGA 含有量の実態調査を行った。

実験方法

1. 試 料

1) 青果ジャガイモ

①標準栽培品: 北海道農業研究センターより提供されたインカパープル, キタムラサキ (北海 88 号), インカレッド, さやか, とうや, ホッカイコガネ, トヨシロ, キタアカリ, 男爵薯およびメークインの 10 品種を用いた。これらは 2003 年に北海道農業研究センターのほ場において農薬, 化学肥料などを使用して標準栽培され, 完熟後に収穫されたものである。

②市販品; 2004 年に流通していたアンデス赤, ジャガキッズパープル 90, タワラ ムラサキ, エスペランサ ビオレータ, グラウンド ペチカ, タワラヨーデル, 十勝こがね, シェリー, シンシア, インカのめざめ, 花標別, ニシユタカ, レッド ムーン, ベニアカリ, ユキラシャ, シレットコ, コロールおよびメークインの 18 品種を用いた。

2) 市販そう菜中のジャガイモ

2004~2005 年に東京都内で流通していたそう菜中の皮付きジャガイモを用いた。内訳は, 冷凍品のフライドポテト (以下, 冷凍フライドポテト) 4 検体, ローストポテト 2 検体, ベイクドポテト 3 検体, ジャガイモ揚げ煮 1 検体, 揚げジャガ入りサラダ 1 検体, 加熱調理済みのフラ

* 連絡先

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⁾ <http://www.fukushihoken.metro.tokyo.jp/anzen/news/2006/pressshokuhin060720.html>³⁾ <http://www.tokyo-eiken.go.jp/solanine/index.html>

イドポテト (以下, フライドポテト) 5 検体, 新ジャガ入りサラダ 1 検体, バター入りゆでジャガイモ (ジャガバター) 6 検体, およびふかしイモ 8 検体, 合計 9 品目 31 検体を用いた。

2. 試薬

1) ソラニン標準溶液: α -ソラニン (Sigma 社製) 5 mg をメタノールに溶解し, 50 mL として標準原液とした。標準原液をメタノールで適宜希釈し標準溶液とした。

2) チャコニン標準溶液: α -チャコニン (Sigma 社製) 5 mg をメタノールに溶解し, 50 mL として標準原液とした。標準原液をメタノールで適宜希釈し標準溶液とした。

3) ソラニン・チャコニン混合標準液: α -ソラニン標準原液および α -チャコニン標準原液を同量で混合し, HPLC 用混合標準溶液 (各 50 mg/L) とした。

4) 固相抽出カラム: Sep-Pak PLUS C18 (Waters 社製) をあらかじめメタノール 10 mL および水 10 mL でコンディショニング後, 使用した。

5) その他の試薬: アセトニトリルは和光純薬工業 (株) 製高速液体クロマトグラフ用試薬を用い, その他の試薬は和光純薬工業 (株) 製特級試薬を用いた。

3. HPLC 装置

ポンプ: LC-10ATvp; 検出器: SPD-10AVvp; カラムオープン: CTO-10 Avp; オートサンプラー: SIL-10 ADvp (以上 (株) 島津製作所製)

4. サンプリング

1) 青果ジャガイモ

ジャガイモは重量で SS (30 g 程度), S (50 g 程度), M (100 g 程度) および L (150 g 程度) に分類し, 品種毎に各サイズ 3~6 個, 計 168 検体を試料とした。試料は皮を約 1 mm 程度の厚さに 2 回むいたものを皮層部とし, 皮をむいた残りを髄質部とした。2 回目の皮むきの前には水道水および蒸留水でイモを洗浄した。試料はそれぞれのイモの個別および部位別に細切して均質化した後, 分析に供した。

2) 市販そう菜中のジャガイモ

新ジャガ入りサラダと揚げジャガ入りサラダはジャガイモ以外の食材も使用されていたため, ジャガイモ部分のみを試料として用いた。また, ジャガバターはスパーテルを用いてバター部分を取り除いたものを試料とした。試料はそれぞれ皮付きのまま細切して均質化後, 分析に供した。

5. 試験溶液の調製

PGA の分析操作は新藤らの方法³⁾に準じて行った。すなわち, 細切した試料を 10 g, 小イモの場合は 5 g をひょう取した。これにメタノール約 20 mL を加えてホモジナイズし, さらにメタノールで 50 mL にメスアップし混和後, ろ過した。ろ液 5 mL を分取し, 水 12 mL を加えて混和後, Sep-Pak PLUS C18 カートリッジに負荷した。30%メタノール 5 mL で洗浄後, 15 mL のメタノールで溶出した。溶出液を減圧留去し, 1 mL のメタノールで溶解したものを HPLC 用試験溶液とした。

6. HPLC 条件

カラム: Cosmosil 5C₁₈ AR-II (4.6 mm i.d.×250 mm) ナカライテスク (株) 製; 移動相: アセトニトリル-0.1 M リン酸緩衝液 (pH 7.6)-水 (13:1:6); 流速: 1.5 mL/min; カラム温度: 40°C; 検出波長: 205 nm; 注入量: 20 μ L

7. 定 量

HPLC 用混合標準溶液および試験溶液を HPLC に注入し, 得られたクロマトグラムのピーク面積から試料中の α -ソラニン, α -チャコニンそれぞれの含有量を算出した。ジャガイモ中 PGA の 95% は α -ソラニンおよび α -チャコニンであることから⁴⁾今回はこれらを分析対象とし, その合計値を PGA 量とした。

結果および考察

1. ジャガイモの品種, サイズ別 PGA 含有量調査

近年生産されているさまざまな品種の青果ジャガイモ中 PGA 含有量を調査した。

1) 品種, サイズおよび部位別 PGA 含有量

北海道農業研究センターより提供された標準栽培の 10 品種について, 品種, サイズおよび部位別に個々の固体の PGA 含有量を調査し, その平均値を Table 1 に示した。

ジャガイモ中の PGA 含有量は品種間で顕著な差が見られた。また, サイズ別では小さいものほど PGA 含有量が多くなる傾向が見られた。

各サイズを通じて PGA 含有量が高い値を示した品種はメークインであり, S, M および L でそれぞれ 200, 180, 120 mg/kg であった。一方 PGA 含有量が低い値を示したのはインカレッドで, S, M および L でそれぞれ 20, 21, 8.1 mg/kg であった。

部位別の PGA 含有量は, いずれの品種でも髄質部に対し皮質部が高い値を示し, これまでの報告例^{2,3)}と同様であった。

2) 市販青果ジャガイモ中の PGA 含有量

小売店およびインターネットの通信販売で購入した 18 品種について, 品種およびサイズ別に個々の個体の PGA 含有量を調査し, その平均値を Table 2 に示した。

各サイズを通じて PGA 含有量が高い値を示したのはシェリーであり, その値は M および L でそれぞれ 320, 310 mg/kg であった。シェリー中の PGA 含有量を部位別に見ると, 皮質部では M および L でそれぞれ 660, 680 mg/kg, 髄質部で同様に 190, 170 mg/kg であった。シェリーでは他品種のジャガイモに比べ, PGA 含有量が皮質部とともに髄質部でも高かった。これがシェリーの PGA 含有量が高い理由の 1 つと考えられる。ジャガイモ中の PGA 含有量は栽培環境や採取時期などにより変化し, 同じ品種でも収穫年度で変動するといわれている^{5)~8)}。そこで時期および産地の異なるシェリーを新たに購入し, PGA 含有量の追試を行った。その結果, PGA 含有量は Table 2 のシェリーと同様に皮質部とともに髄質部でも高

Table 1. Contents of potato glycoalkaloid in various cultivars of potatoes grown under the standard condition

Cultivar	Size (n)* ¹	Part	Part of potato			Whole potato		
			α -Solanine (mg/kg)	α -Chaconine (mg/kg)	PGA* ² (mg/kg)	α -Solanine (mg/kg)	α -Chaconine (mg/kg)	PGA (mg/kg)
Inca purple	SS* ³ (5)	Cortex	80	280	360	42	140	180
		Core	14	38	52			
	S* ⁴ (5)	Cortex	95	380	480	22	86	110
		Core	2.4	6.9	9.3			
	M* ⁵ (5)	Cortex	40	180	220	15	68	83
		Core	ND* ⁶	4.3	4.3			
L* ⁷ (5)	Cortex	49	200	250	12	53	65	
	Core	ND	4.2	4.2				
Kitamurasaki (Hokkai-88-gou)	SS (3)	Cortex	130	390	520	55	170	230
		Core	4.9	14	19			
	S (5)	Cortex	76	260	340	29	100	130
		Core	5	19	24			
	M (5)	Cortex	78	320	400	30	120	150
		Core	4.7	13	18			
L (5)	Cortex	75	250	330	28	93	120	
	Core	5.7	19	25				
Inca red	SS (5)	Cortex	20	56	76	11	26	37
		Core	5.7	5.5	11			
	S (5)	Cortex	12	36	48	5.0	15	20
		Core	ND	ND	ND			
	M (5)	Cortex	12	37	50	6.4	15	21
		Core	2.5	ND	2.5			
L (5)	Cortex	7.3	25	32	3.6	4.5	8.1	
	Core	2.7	ND	2.7				
Sayaka	S (3)	Cortex	68	170	240	23	54	77
		Core	2.2	ND	2.2			
	M (5)	Cortex	71	190	260	19	46	65
		Core	3.9	4.8	8.7			
L (5)	Cortex	55	150	210	17	44	61	
	Core	3.2	4.5	7.7				
Toya	S (3)	Cortex	140	240	380	47	74	120
		Core	16	17	33			
	M (5)	Cortex	120	260	380	35	69	100
		Core	9.7	12	22			
L (5)	Cortex	81	150	230	24	40	64	
	Core	7.3	8.4	16				
Hokkaikogane	S (5)	Cortex	190	370	560	82	125	210
		Core	48	46	95			
	M (5)	Cortex	120	340	460	38	96	130
		Core	14	20	34			
L (5)	Cortex	77	200	280	21	49	69	
	Core	4.4	6.2	11				
Toyoshiro	S (4)	Cortex	140	350	490	53	120	170
		Core	15	25	40			
	M (5)	Cortex	97	280	380	35	86	120
		Core	13	17	30			
L (5)	Cortex	85	230	320	31	69	100	
	Core	16	23	39				
Kitaakari	S (3)	Cortex	88	170	260	25	49	74
		Core	2.0	2.5	4.5			
	M (5)	Cortex	80	200	280	21	48	69
		Core	3.8	4.8	8.6			
L (5)	Cortex	69	140	210	18	34	52	
	Core	3.2	4.3	7.5				
Irish cobbler "Danshaku-imo"	S (5)	Cortex	100	230	330	32	67	99
		Core	3.9	5.1	9			
	M (5)	Cortex	92	240	330	29	71	100
		Core	4.6	7.4	12			
L (5)	Cortex	87	190	280	24	50	74	
	Core	3.5	6.2	9.7				
May queen	S (5)	Cortex	180	440	620	59	140	200
		Core	10	13	23			
	M (5)	Cortex	160	480	640	46	130	180
		Core	2.6	4.1	6.7			
L (5)	Cortex	180	440	620	36	88	120	
	Core	3.0	5.7	8.7				

*¹: Number of samples, *²: Potato glycoalkaloid, *³: Weight of whole potatoes were about 30 g, *⁴: Weight of whole potatoes were about 50 g, *⁵: Weight of whole potatoes were about 100 g, *⁶: Not detected (less than 2.0 mg/kg), *⁷: Weight of whole potatoes were about 150 g

Table 2. Contents of potato glycoalkaloid in various cultivars of commercial potatoes

Cultivar	Size (n) ^{*1}	Part	Part of potato			Whole potato		
			α -Solanine (mg/kg)	α -Chaconine (mg/kg)	PGA ^{*2} (mg/kg)	α -Solanine (mg/kg)	α -Chaconine (mg/kg)	PGA (mg/kg)
Andes red	M ^{*3} (5)	Cortex	78	76	150	18	18	36
		Core	ND ^{*4}	ND	ND			
	L ^{*5} (5)	Cortex	58	100	160	13	23	36
Core		ND	ND	ND				
Jaga kids purple 90	S ^{*6} (5)	Cortex	71	120	190	25	39	64
		Core	2.9	ND	2.9			
	M (5)	Cortex	55	120	170	16	29	45
Core		3.4	2.2	5.6				
Tawara murasaki	L (5)	Cortex	55	180	240	13	50	58
		Core	ND	7.5	7.5			
Esperanza violeta	M (4)	Cortex	95	250	350	28	75	100
		Core	5.7	14	19			
	L (5)	Cortex	39	170	210	12	49	61
Core		2.8	8.2	11				
Ground pechka	L (5)	Cortex	86	140	230	25	38	62
		Core	6.6	7.1	14			
Tawara yodel	M (5)	Cortex	63	100	170	17	27	44
		Core	ND	ND	ND			
	L (5)	Cortex	84	150	230	21	36	57
Core		3.3	4.2	7.5				
Tokachikogane	L (5)	Cortex	110	170	280	31	42	73
		Core	13	11	24			
Sherie	M (5)	Cortex	210	450	660	110	210	320
		Core	74	120	190			
	L (4)	Cortex	240	430	680	120	190	310
Core		68	110	170				
Cynthia	M (5)	Cortex	87	220	310	25	63	89
		Core	6.3	14	21			
	L (5)	Cortex	79	200	280	22	55	78
Core		6	13	19				
Inca no mezame	SS ^{*7} (5)	Cortex	70	110	180	28	46	74
		Core	ND	ND	ND			
	S (5)	Cortex	67	110	180	21	36	57
Core		ND	ND	ND				
Hanashibetsu	S (3)	Cortex	56	130	180	23	49	72
		Core	5.5	8.1	14			
	M (5)	Cortex	91	170	260	39	68	110
		Core	15	18	33			
	L (5)	Cortex	51	140	190	19	47	66
Core		6.3	11	17				
Nishiyutaka	SS (6)	Cortex	110	220	330	39	75	110
		Core	4.5	7.6	12			
	S (5)	Cortex	81	181	260	30	64	94
		Core	2.1	2.1	4.2			
	M (5)	Cortex	72	170	240	24	53	77
Core		2.6	2.8	5.4				
L (3)	Cortex	80	180	260	27	54	81	
	Core	5.0	1.6	6.7				
Red moon	S (5)	Cortex	140	180	320	56	66	120
		Core	11	4.8	16			
	M (3)	Cortex	150	210	360	49	66	120
Core		8.3	5.3	14				
Beniakari	L (5)	Cortex	66	145	210	19	43	62
		Core	ND	ND	ND			
Yukirasha	M (5)	Cortex	52	130	180	16	43	59
		Core	ND	5.8	5.8			
	L (5)	Cortex	36	93	130	11	34	45
Core		ND	6.5	6.5				
Shiretoko	M (5)	Cortex	100	210	310	45	91	140
		Core	9.6	20	30			
	L (5)	Cortex	120	210	330	47	87	130
Core		13	27	40				
Corolle	S (3)	Cortex	80	210	290	32	82	110
		Core	6.8	15	22			
	L (3)	Cortex	47	130	180	18	49	67
Core		4.7	10	15				
May queen	SS (6)	Cortex	380	660	1000	150	260	410
		Core	21	32	53			

*1: Number of samples, *2: Potato glycoalkaloid, *3: Weight of whole potatoes were about 100 g, *4: Not detected (less than 2.0 mg/kg),

*5: Weight of whole potatoes were about 150 g, *6: Weight of whole potatoes were about 50 g, *7: Weight of whole potatoes were about 30 g

Table 3. Contents of potato glycoalkaloid in non-peeled potatoes with commercial foods

Sample	α -Solanine (mg/kg)	α -Chaconine (mg/kg)	PGA*1 (mg/kg)
Precooked			
French fry, frozen 1	26	40	66
French fry, frozen 2	29	57	86
French fry, frozen 3	30	47	77
French fry, frozen 4	19	36	55
Roasted and baked			
Roasted potato 1	58	100	160
Roasted potato 2	18	30	48
Baked potato 1	22	41	62
Baked potato 2	31	53	84
Baked potato 3	100	120	220
Deep-frying			
Deep-frying potato cocked in broth "Jagaimo-age-ni"	120	200	320
Salad in deep-frying potato "Agejaga-iri-salada"	42	62	100
French fry 1	45	70	120
French fry 2	33	54	87
French fry 3	41	87	130
French fry 4	34	64	98
French fry 5	27	39	66
Boiled and Steamed			
Salad in young potato "Shinjaga-iri salad"	88	140	230
Boiled potato "Jaga-butter" 1	72	140	210
Boiled potato "Jaga-butter" 2	140	210	350
Boiled potato "Jaga-butter" 3	210	120	330
Boiled potato "Jaga-butter" 4	60	110	170
Boiled potato "Jaga-butter" 5	54	100	150
Boiled potato "Jaga-butter" 6	85	150	240
Steamed potato "Fukashi-imo" 1	58	110	170
Steamed potato "Fukashi-imo" 2	63	140	200
Steamed potato "Fukashi-imo" 3	74	130	200
Steamed potato "Fukashi-imo" 4	48	110	160
Steamed potato "Fukashi-imo" 5	51	110	160
Steamed potato "Fukashi-imo" 6	67	140	210
Steamed potato "Fukashi-imo" 7	69	140	210
Steamed potato "Fukashi-imo" 8	63	130	190

*1: Potato glycoalkaloid

い値であった。これらの結果より、シェリーがPGA含有量の高い品種であると考えられる。

2. 市販そう菜に含まれる皮付きジャガイモ中のPGA含有量

市販そう菜中の皮付きジャガイモのPGA含有量について調査を行い、その結果をTable 3に示した。

各種市販そう菜中のジャガイモのPGA含有量は48～350 mg/kgであり、ジャガイモ揚げ煮およびジャガバターでPGA含有量が300 mg/kg以上と高い値を示した。また、同一店舗で同時に購入した同じそう菜でもPGA含有量に差が見られたものもあった。市販そう菜ではそれぞれに使用されたジャガイモの品種、サイズ、栽培条件、栽培時期の違いおよび固体差などによりPGA含有量に差が見られたと推察された。

まとめ

27品種のジャガイモについてPGA含有量を調査した。その結果、品種間のPGA含有量には差が見られた。各品種のMサイズで比較すると最大値と最小値の差は15倍であり、メイクインやシェリーなどで高い値を示した。同一品種ではサイズの小さいものほどPGA含有量が高い値となる傾向が見られた。

市販そう菜中皮付きジャガイモのPGA含有量はその値にばらつきが見られ、最大値と最小値の差は7.3倍であった。また、300 mg/kg以上の高い値を示した試料もあった。

謝辞 今回の調査を行うにあたり、試料のジャガイモを提供して下さいました北海道農業研究センターバレイショ栽培チームの森元 幸氏に感謝いたします。

文 献

- 1) Ushiyama, H., Kan, K., Shimoi, T., Outbreaks of food poisoning by chemical and occurring toxicants in Tokyo. Tokyo Kenkou Anzen Kenkyu Center Nenpo (Ann. Rep. of Tokyo Metr. Inst. P. H.), **55**, 183-186 (2004).
- 2) Matsui, K., Nishida, S., Glycoalkaloid level of potatoes on the market. Fukuokashi Hokenkankyo Kenkyujyo Hou (Annual Report of Fukuoka City Institute for Hygiene and Environment), **25**, 68-72 (2000).
- 3) Shindo, T., Ushiyama, H., Kan, K., Yasuda, K., Saito, K., Contents and its change during storage of α -solanine and α -chaconine in potatoes. Shokuhin Eiseigaku Zasshi (J. Food Hyg. Soc. Japan), **45**, 277-282 (2004).
- 4) Pharmaceutical Society of Japan ed., "Eisei Shikenhouchukai (Methods of analysis in health science) 2005", Tokyo, Kanehara Shuppan, 2005, p. 256-257. (ISBN 4-307-47036-2)
- 5) Bejarano, L., Mignolet, E., Larondelle, Y., Devaux, A., Espiola, N., Carrasco, E., Glycoalkaloids in potato tubers: the effect of variety and drought stress on the α -solanine and α -chaconine contents of potatoes. J. Sci. Food Agric., **80**, 2096-2100 (2000).
- 6) Papathanasiou, F., Mitchell, S. H., Harvey, B. M. R., Watson, S., Effect of environmental stress during tuber development on accumulation of glycoalkaloids in potato (*Solanum tuberosum* L.). J. Sci. Food Agric., **79**, 1183-1189 (1999).
- 7) Peksa, A., Golubowska, G., Rytel, E., Lisinska, G., Aniolowski, K., Influence of harvest date on glycoalkaloid contents of three potato varieties. Food Chem., **78**, 313-317 (2002).
- 8) Papathanasiou, F., Mitchell, S. H., Harvey, B. M. R., Variation in glycoalkaloid concentration of potato tubers harvested from mature plants. J. Sci. Food Agric., **79**, 32-36 (1999).