

新品種カラーポテトのアントシアニン, ビタミンC, 食物繊維, スクロースについて

林 一也, 鈴木敦子^{*1}, 津久井亜紀夫^{*1}, 高松 直,
内藤功一^{*2}, 岡田 亨^{*2}, 森 元幸^{*3}, 梅村芳樹^{*4}

(和田製糖株式会社, ^{*1} 東京家政学院短期大学, ^{*2} 株式会社浅田飴,
^{*3} 長崎県総合農林試験場, ^{*4} 北海道農業試験場)

平成8年11月25日受理

Characteristic Anthocyanin, Vitamin C, Dietary Fiber and Sucrose Contents of New Types of Colored Potatoes

Kazuya HAYASHI, Atsuko SUZUKI,^{*1} Akio TSUKUI,^{*1} Naoshi TAKAMATSU,
Koichi NAITO,^{*2} Toru OKADA,^{*2} Motoyuki MORI^{*3} and Yoshiki UMEMURA^{*4}

Wada Sugar Refining Co. Ltd., Edogawa-ku, Tokyo 132

^{*1} *Tokyo Kasei Gakuin Junior College, Chiyoda-ku, Tokyo 102*

^{*2} *Asadaame Co. Ltd., Toshima-ku, Tokyo 171*

^{*3} *Nagasaki Agricultural and Forestry Experimental Station,
Aino-machi, Minamitakaki-gun, Nagasaki 854-03*

^{*4} *Hokkaido National Agricultural Experimental Station, Eniwa 061-13*

The characteristic anthocyanin, vitamin C, dietary fiber and sucrose contents of new types of colored potatoes were studied.

The total dietary fiber level in the violet, red and yellow potatoes were 0.75, 0.66 and 0.85%, respectively. The total vitamin C contents of the violet, red and yellow potatoes were 25.3, 14.1 and 31.5 mg/100 g, respectively, while the anthocyanin contents of the violet, red and yellow potatoes were 142, 148 and 17 mg/100 g, respectively.

The main anthocyanin structures in the violet and red potatoes were determined to be petanin and pelanin by FAB-MS and ¹H-NMR analysis.

The red potato anthocyanin was very stable to heat and UV irradiation.

Sucrose in the red and yellow potatoes increased during low-temperature storage.

(Received November 25, 1996)

Keywords: colored potato カラーポテト, anthocyanin アントシアニン, stability 安定性, vitamin C ビタミンC, dietary fiber 食物繊維, sucrose スクロース.

1. 緒 言

南米アンデス地方にはアントシアニン色素 (AN 色素) を含有し, 紅色や紫色の肉質を有するジャガイモが原産している. AN 色素はシソ, イチゴ, ナス, 赤キャベツなどに含まれ, 昔から食品の着色などに用いられてきた. 近年, AN 色素は抗酸化性, 血管保護効果, 抗ガン性などの生理活性 (Igarashi *et al.* 1989, 1993; 津志田 1996; 石井等 1996 a) を有するなど注目される色素である. この AN 色素を高含有するジャ

ガイモの育種および系統選抜が, アンデス地方の原種を母体として農水省北海道農業試験場で行われた (森等 1992 a, b).

澱粉などを含有する貯蔵組織中の AN 色素の研究は, サツマイモ塊根 (津久井等 1983; 宮崎等 1991), ヤマイモ塊根 (津久井等 1977, 1989; 津久井 1988, 1989) があり, ジャガイモ塊茎では Harborne (1960) や石井等 (1996 b) の報告がなされている.

北海道農業試験場で新たに育種された新品種ジャガ

イモは、紅色、紫色および黄色を呈しカラフルなイメージを与え、男爵やメイクイーンのような従来の品種とは異なるものである。そこで、これらの新品種ジャガイモを食材へ利用するために、AN 色素の主要構造、熱、光安定性や貯蔵による変化、さらに食物繊維量や低温貯蔵によるビタミン C 量、遊離糖量の変化について検討した。

2. 実験方法

(1) 試料

新品種ジャガイモとして 4 倍体栽培種 *Solanum andigena* 由来系統後代の紫色系 90110-2, 紅色系 90112-7 および 2 倍体栽培種 *Solanum phureja* 由来系統後代の黄肉系 WB 902240-1 を用いた (Fig. 1)。

AN 色素の熱および光安定性試験の比較にはサツマイモ「種子島紫」(*Ipomoea batatas* Lam.), 赤キャベツ (*Brassica oleracea* L.), シソ (*Perilla ocimoides* L. var. *crispa*), ナス (*Solanum melongena* L.), イチゴ「女峰」(*Fragaria* × *ananassa*), ブドウ「甲斐路」(*Vitis vinifera* L.) の各種野菜、果実を用いた。

(2) アントシアニンの抽出法および含有量

紫色系、紅色系ジャガイモおよび各種野菜、果実の AN 色素の抽出法および精製法は既報 (Hayashi *et al.* 1996) に準じた。また、紫色系、紅色系、黄肉系ジャガイモ中の AN 色素含有量は、皮付のジャガイモ中の量を測定した。

(3) ジャガイモアントシアニンの各 pH における影響

紫色系および紅色系ジャガイモより抽出した AN 色素 0.2 mg を McIlvaine buffer (pH 3~8) および 0.1 M Na₂CO₃-NaHCO₃ buffer (pH 9~11) 1 ml に、それぞれ溶解した。各 pH 域における可視部の最大吸収波長 ($\lambda_{\max}$ VIS) の吸光度 ($E_{\max}$ VIS) をスペクトロフォトメーター DU-7500 (Beckman Co. Ltd.) で測定し、さらに色差計 ZE-2000 (日本電色 (株)) により色調を測定し Hunter (*L, a, b*) Diagram に示した。

(4) 耐熱性および耐光性

紫色系、紅色系ジャガイモ AN 色素および比較に用いた各種野菜、果実より抽出した AN 色素 0.2 mg を McIlvaine buffer (pH 3.16) に溶解した。耐熱性試験は各種 AN 色素溶液を 80℃ で 18 時間加熱し、加熱前の $E_{\max}$ VIS を 100 として、加熱後の相対的吸光度を算出し、色素の残存率を比較した。

耐光性試験は各種 AN 色素溶液に 6 W の紫外線灯

2 本を用いて 254 nm の紫外線 (照射量, 880 μ W/cm²·min) を室温で 18 時間照射し、紫外線照射前の $E_{\max}$ VIS を 100 として、紫外線照射後の相対的吸光度を算出し、色素の残存率を比較した。

(5) FAB-MS, ¹H-NMR による分析

紫色系および紅色系ジャガイモ中に含有する AN 色素の主色素 (主ピーク) を TSK gel ODS-80 T_M (4.6 mm I.D. × 25 cm, Tosoh Co. Ltd.) カラムを用いた高速液体クロマトグラフィー (HPLC, Waters Co. Ltd.) で、溶離液に CH₃CN : 0.1% TFA (1:4, v/v) を使用して分離、精製した。精製した主ピークを FAB-MS, JEOL JMS-JX 102 (Nihon Denshi Co. Ltd.) を用いてグリセロール : チオグリコール = 1 : 1 をマトリクスとして分子量を測定した。さらに ¹H-NMR, JEOL JNM-GSX-270 (Nihon Denshi Co. Ltd.) を用いてテトラメチルシランを内部標準として、重水素中で色素分子の核磁気共鳴を測定し、TSK gel ODS-80 T_M カラムを用いた HPLC の溶出時間とともに、石井等 (1996 b) の得たジャガイモ主 AN 色素を標準物質として比較した。

(6) HPLC によるアントシアニンの分析

2℃ で保蔵した紫色系および紅色系のジャガイモより抽出した AN 色素を WatersTM 996 フォトダイオードアレー検出器を使用した HPLC で TSK gel ODS-80 T_M カラムを用いて CH₃CN : 0.1% TFA (1:4, v/v) の溶離液で分析した。測定波長の範囲は 200~700 nm とし、ピークの検出は 525 nm の波長における吸光度で行った。また、HPLC 分析で得られた各ピークの結合有機酸の吸収を示す 310~335 nm の吸光度 ($E_{\max}$ UV) と $E_{\max}$ VIS の比 ($E_{\max}$ UV/ $E_{\max}$ VIS) をフォトダイオードアレー検出器で得られた数値より算出しアシル化の有無について検討した (林 1991 a)。

(7) 水分の定量

紫色系、紅色系および黄肉系のジャガイモを約 10 g 採取し、常圧通風加熱乾燥法 (100℃) により定量した。

(8) 全食物繊維量の定量

紫色系、紅色系および黄肉系のジャガイモの皮を剥き、肉部の全食物繊維量 (TDF) は Prosky らの酵素重量法 (Prosky *et al.* 1988) を用いて定量し、新鮮物あたりの % で示した。

(9) 全ビタミン C 量の定量

紫色系、紅色系および黄肉系のジャガイモのビタミン C 量をヒドラジン比色法 (社) 日本食品工業学会

新品種カラーポテトのアントシアニン、ビタミンC、食物繊維、スクロースについて

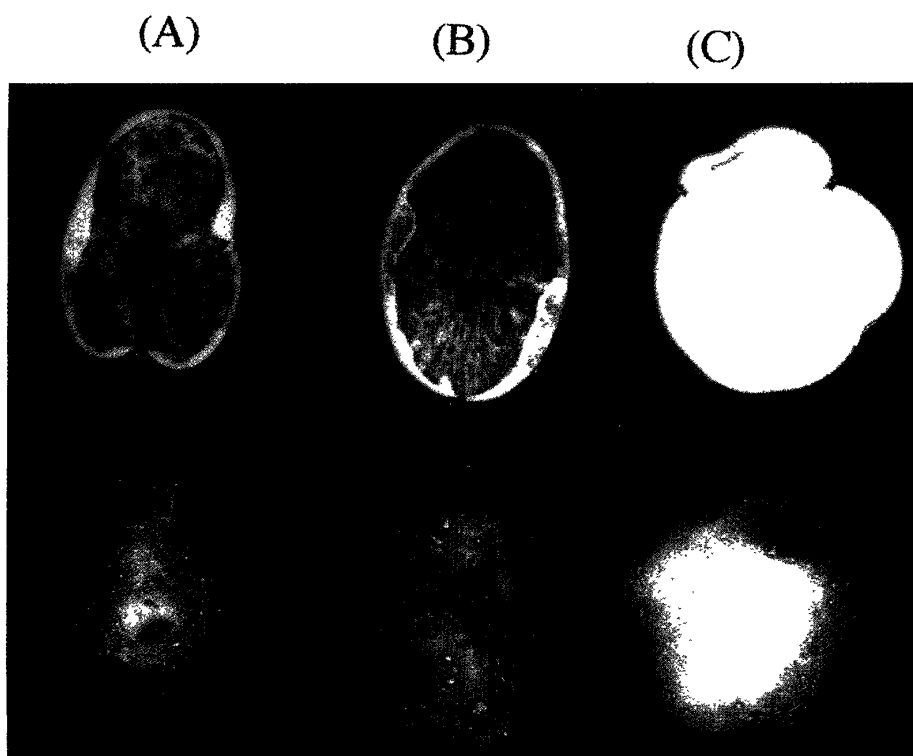


Fig. 1. Photographs of the violet, red and yellow potatoes

A: Violet potato. B: Red potato. C: Yellow potato.

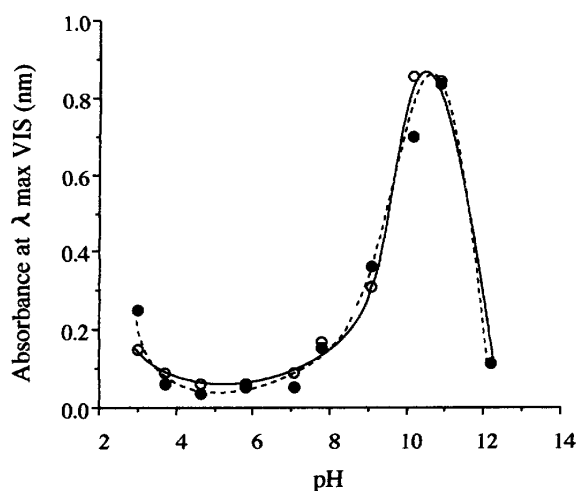


Fig. 2. Effect of pH on the absorbance at $\lambda_{\max}$ VIS of the violet and red potato anthocyanins

●, violet potato anthocyanin; ○, red potato anthocyanin.

1982) により定量し、生のジャガイモ 100 g あたりの含有量 (mg) で示した。

(10) 遊離糖の定量

2℃で保蔵した紫色系、紅色系および黄肉系のジャガイモ中の sucrose および glucose + fructose 量を HPLC にて測定した。HPLC の分析条件は、カラムに

TSK gel G-Oligo PW (7.8 mm I.D.×30 cm, Tosoh Co. Ltd.) を用い、溶出液に超純水、流速 0.85 ml/min、カラム温度 80℃、検出器に示差屈折計 Waters 410 で行った。ジャガイモ中の sucrose および glucose + fructose 量は、ジャガイモ乾物あたりの遊離糖量 (%) で示した。

3. 結 果

(1) 紫色系、紅色系ジャガイモアントシアニン色素に及ぼす各 pH の影響

紫色系および紅色系ジャガイモの各 pH (3~12) 溶液における $E_{\max}$ VIS の変化を Fig. 2 に示し、その時の色調を L , a , b 値で Fig. 3 に示した。その結果、紫色系、紅色系ジャガイモ AN 色素とも pH 5~6 で $E_{\max}$ VIS が最低となり、その後増加し pH 10~11 で最高に達した。色調は pH 3~9 まで、pH を高くしていくと紫色系、紅色系ジャガイモ AN 色素ともわずかに L 値が低くなる傾向を示したが、pH 10~11 で急激に L 値が減少した。また、 a 値および b 値の変化も同様に、pH 9 まで大きな変化は認められないが、pH 10~11 で a 値は増加し、 b 値は減少した。その時の色調は濃紺色を示した。pH 12 以上では紫色系、紅色系ジャ

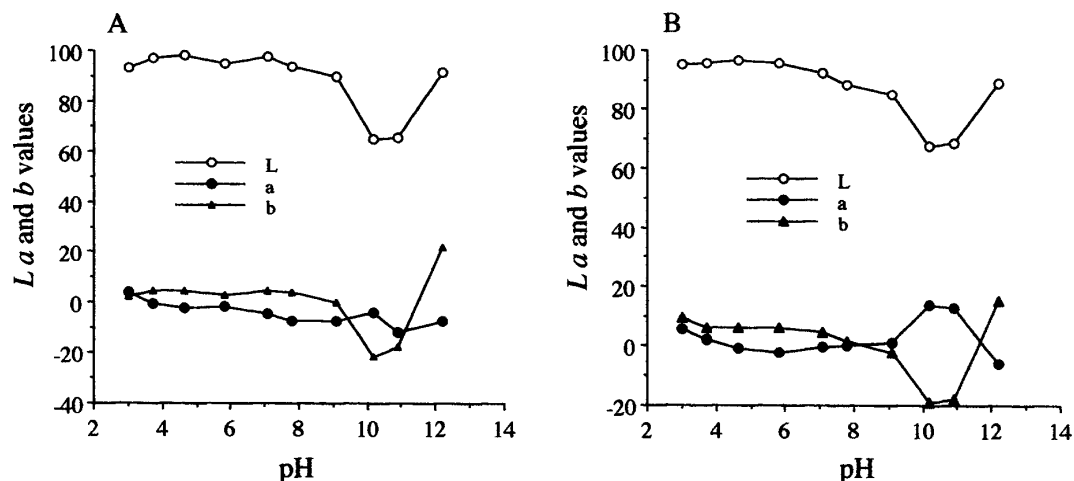
Fig. 3. Effect of pH on the *L*, *a* and *b* values for the violet and red potato anthocyaninsA: Violet potato anthocyanins. B: Red potato anthocyanins. ○, *L* value; ●, *a* value; ▲, *b* value.

Table 1. Effect of heating and UV irradiation on the stability of violet and red potato anthocyanins

Anthocyanin	Relative absorbance (%) [*]	
	Heating	Irradiation
Violet potato	47	27
Red potato	66	53
Sweet potato	63	68
Red cabbage	60	43
Perilla	44	48
Eggplant	22	18
Grape	17	22
Strawberry	24	6

^{*} Relative absorbance (%) was determined by comparing the pre- and post-treated absorbance at 525 nm. Heating: 80 °C for 18 h; UV irradiation: 6 W×2 UV lamps (254 nm, 880 μW/cm²·min) at 20 °C for 18 h.

ガイモ AN 色素とも淡黄色化し、無色へと変化した。

(2) 各種アントシアニン色素に及ぼす加熱および紫外線の影響

紫，紅色系ジャガイモ AN 色素に及ぼす熱および紫外線の影響を Table 1 に示した。

加熱では紅色系ジャガイモ AN 色素の色素残存率は 66% を示し，比較的安定なサツマイモ AN 色素 (63%)，赤キャベツ AN 色素 (60%) の残存率と比較し，大変安定な AN 色素であった。それに比較し，紫色系ジャガイモ AN 色素の色素残存率は 47% で，シソ AN 色素 (44%) とほぼ同じ安定性を示し，サツマイモ AN 色素，赤キャベツ AN 色素に比べ不安定であった。

紫外線照射では紅色系ジャガイモ AN 色素の色素残存率は 53% を示し，サツマイモ AN 色素 (68%) より不安定であったが，シソ AN 色素 (48%)，赤キャベツ AN 色素 (43%) と比較し安定であった。しかし，紫色系ジャガイモ AN 色素の色素残存率は 27% で，不安定な色素であるブドウ AN 色素 (22%)，ナス AN 色素 (18%) と同程度の色素残存率を示した。

(3) HPLC によるアントシアニン色素の分析

紫色系ジャガイモ AN 色素の HPLC による分析結果を Table 2 に示した。紫色系ジャガイモ AN 色素は HPLC により 7 種類のピークが検出され，主要ピークは P5 であった。2 °C で 180 日保蔵後，主要ピークの P5 が 51.9% から 55.4% とわずかに増加し，P1 が 25.0% から 10.2% に減少した。その他はわずかな増減があるものの構成比にさほど変化は見られなかった。 $E_{\max}$ UV/ $E_{\max}$ VIS の結果より P2，P5，P6，P7 に有機酸の結合によるアシル化が推定された。

紅色系ジャガイモ AN 色素の HPLC による分析結果を Table 3 に示した。紅色系ジャガイモ AN 色素は HPLC により 8 種類のピークが検出され，主要ピークは P7 であった。2 °C で 180 日保蔵後，主要ピークの P7 が 49.7% から 52.5% に増加し，P1 が 15.4% から 29.5% に増加したが，低温保蔵後の構成比にさほど変化は見られなかった。 $E_{\max}$ UV/ $E_{\max}$ VIS の結果から，P2，P3，P5，P6，P7，P8 に有機酸の結合によるアシル化が推定された。

(4) 紫色系および紅色系ジャガイモアントシアニンの主色素の構造

HPLC 分析により得られた紫色系 (P5) および紅

新品種カラーポテトのアントシアニン, ビタミンC, 食物繊維, スクロースについて

Table 2. Effect of storage at 2°C on anthocyanin in violet potato

Peak	RT	$\lambda_{\max}$ (nm)	$E_{\max}$ UV/ $E_{\max}$ VIS	Content (%)	
				0 day	180 day
P1	3.7	516.7	—	22.3	10.2
P2	4.4	521.6	1.87	11.6	9.6
P3	9.7	526.5	—	2.2	3.6
P4	11.4	526.5	—	2.1	1.9
P5	16.5	531.3	1.00	46.7	55.4
P6	18.4	531.3	0.80	5.0	4.7
P7	25.4	521.6	1.03	10.1	14.6

Peak: peak number of anthocyanin by analytical HPLC. RT: retention time (min) by analytical HPLC. Content (%) and anthocyanin peak (%): by analytical HPLC.

Table 3. Effect of storage at 2°C on anthocyanin in red potato

Peak	RT	$\lambda_{\max}$ (nm)	$E_{\max}$ UV/ $E_{\max}$ VIS	Content (%)	
				0 day	180 day
P1	2.9	502.0	—	15.4	29.5
P2	4.4	502.0	1.06	17.6	13.3
P3	7.4	506.9	0.59	2.3	1.5
P4	13.3	506.9	—	1.5	—
P5	17.7	502.0	0.48	3.2	—
P6	22.2	521.6	1.91	1.8	0.9
P7	24.1	506.9	1.10	49.7	52.5
P8	27.1	506.9	0.93	8.5	2.3

Peaks: peak number of anthocyanin by analytical HPLC. RT: retention time (min) by analytical HPLC. Content (%) and anthocyanin peak (%): by analytical HPLC.

色系 (P7) の主 AN 色素の FAB-MS による分子量測定で紫色系は 933 M^+ (m/z), 紅色系は 887 M^+ (m/z) を示した. さらに, $^1\text{H-NMR}$ の結果, および HPLC での溶出時間が石井等 (1996 b) の得たジャガイモ AN 色素と一致したことから, 紫色系アントシアニンの主 AN 色素は 3-O-[6-O-(4-O-*p*-coumaroyl- α -L-rhamnopyranosyl)- β -D-glucopyranosyl]-5-O- β -D-glucopyranosyl-petunidin (ペタニン), 紅色系アントシアニンの主 AN 色素は 3-O-[6-O-(4-O-*p*-coumaroyl- α -L-rhamnopyranosyl)- β -D-glucopyranosyl]-5-O- β -D-glucopyranosyl-pelargonidin (ペラニン) と推定された.

(5) 水分量, 全食物繊維量および全ビタミン C 量の定量

紫色系, 紅色系および黄肉系のジャガイモの水分量,

全食物繊維量および全ビタミン C 量の結果を Table 4 に示した.

水分含量は紅色系が 77.3% ともっとも高く, 紫色系は 70.4%, 黄肉系は 74.8% であった. また, 2°C の低温で 180 日保蔵後の水分含量の変化はほとんど見られなかった.

全食物繊維量は黄肉系が高く 0.85%, ついで紫色系の 0.75%, 紅色系の 0.66% であった.

全ビタミン C 量は 2°C の低温保蔵前では黄肉系が最も高く 100 g あたり 31.5 mg 含有し, 紫色系では 25.3 mg, 紅色系では 14.1 mg であった. また, 2°C の低温で 180 日保蔵後では各々ビタミン C 含有量が低下し, 黄肉系は 6.6 mg, 紫色系は 8.8 mg と低下が著しいのに対して, 紅色系は 12.6 mg とほとんど低

下しなかった。

AN 色素含有量は新鮮物 100 g あたり、紫色系は 142 mg, 紅色系は 148 mg, 黄肉系は 17 mg であった。

(6) 遊離糖の定量

2℃ の低温保蔵による糖含有量の変化の結果を Table 5 に示した。3 品種ともに低温保蔵による sucrose および glucose+fructose 量の増加が見られた。特に紅色系および黄肉系では sucrose 量の増加が著しく、180 日低温保蔵後では乾物中で各々 15.3%, 16.8 % であり、低温保蔵前の紅色系では 8 倍、黄肉系では 21 倍となった。

Table 4. Anthocyanin, dietary fiber, vitamin C and moisture contents of violet, red and yellow potatoes

	Potato		
	Violet	Red	Yellow
Moisture (%)	70.4	77.3	74.8
TDF*	0.75	0.66	0.85
Total vitamin C**			
0 day	25.3	14.1	31.5
180 day	8.8	12.6	6.7
Anthocyanin***	142	148	17

*Total dietary fiber (%) in the raw potato (wet matter basis). **Total vitamin C content (mg/100 g) of the raw potato (wet matter basis); 0 day and 180 day: each potato was used immediately or stored at 2℃ for 180 day. ***Anthocyanin content (mg/100 g) of the raw potato (wet matter basis).

4. 考 察

アントシアニン色素は、一般に酸性側で安定なフラビリウム塩をなして赤色系の色を呈し、中性では無色のシュードベースとなり、さらに塩基性ではアンヒドロ塩基となって可視部の極大吸収波長が長波長側に移動し紫色から青色を呈する (林 1991 b)。紫色系および紅色系ジャガイモ AN 色素も pH によって同様な色調変化が認められた。

HPLC 分析により紅色系ジャガイモ AN 色素は 8 種類のピークが、紫色系ジャガイモ AN 色素は 7 種類のピークが検出された。このジャガイモ AN 色素の主 AN 色素の構造は、FAB-MS, ¹H-NMR, HPLC の結果が石井等 (1996 b) の報告したジャガイモ AN 色素と一致したことにより紅色系はペラニン、紫色系はペタニンであると推定した。さらに、この構造は Harborne (1960) が報告しているジャガイモ AN 色素の構造と同じであった。

紅色系ジャガイモ AN 色素は耐熱性、耐光性に優れ、一般に安定とされるサツマイモや赤キャベツの AN 色素と比較して同程度の安定性を示した。これは、フォトダイオードアレー検出器を用いて HPLC で測定した結果より、アシル化アントシアニンが多く含まれることが推定された。主要色素のペラニン (P7) に 1 分子の *p*-クマル酸が結合していることから推測すると、 $E_{\max} \text{ UV} / E_{\max} \text{ VIS}$ の値より P6 では 2 分子の、P2, P8 では 1 分子の有機酸が結合し、P3, P5 については示された値が低い 1 分子の有機酸が結合していることが考えられた。イチゴなどの果物の AN 色素は、その構成色素中にアシル化アントシアニンが少ない。これらは安定性に劣るが、赤キャベツやサツマイモのように構成色素中にアシル化アントシアニンの数

Table 5. Effect of storage at 2℃ on the sugar contents of violet, red and yellow potatoes

Potato	Sugar	0 day (%)	30 day (%)	180 day (%)
Violet	Suc	0.4	1.0	2.4
	Glc + Frc	0.9	3.4	7.4
Red	Suc	1.9	4.6	15.3
	Glc + Frc	1.6	3.2	8.4
Yellow	Suc	0.8	1.6	16.8
	Glc + Frc	1.7	3.1	10.1

Suc, sucrose; Glc + Frc, glucose + fructose; %, sugar content of dry potato.

新品種カラーポテトのアントシアニン、ビタミンC、食物繊維、スクロースについて

が多くなると、安定性が増し、アシル化アントシアニンの数と安定性に正の相関関係が見られる (Hayashi *et al.* 1996).

このように紅色系ジャガイモのAN色素中には、構成するアシル化アントシアニンが多く含まれることから、安定性に優れることが考えられた。

紫色系ジャガイモAN色素はP6, P7は1分子, P2は2分子の有機酸が結合していると推定され、紅色系ジャガイモのアントシアニンよりアシル化アントシアニン数が少なく、このため安定性に劣ることが考えられた。

日本食物繊維成分表 (科学技術庁資源調査会 1992) によるとジャガイモは1.1%の食物繊維を含むとされ、津久井等 (1994) の報告では男爵イモ約1.27%, メイクイーン約1.41%であった。本実験で分析したジャガイモでは、最も高かった黄肉系でも0.85%であり、従来の品種に比べて食物繊維含有量がやや低いものであった。さらに、食品標準成分表 (全国調理師養成施設協会 1992) によればジャガイモは23 mgのビタミンCを含有しているのに対して、今回の黄肉系では通常より多くのビタミンCを含むものであった。また、紫色系は従来品種と同程度であり、紅色系はビタミンC量がやや少なかった。低温保蔵中にビタミンCが低下する現象は、メイクイーンで報告されているが (Kida *et al.* 1991), 同様の現象が紫色系、紅色系および黄肉系においても観察された。

低温保蔵によるsucroseおよびglucose+fructose量の増加は従来の品種でも見られているが、ホワイトローズのように糖度の高くなる品種でも10%ほどとされている (Smith and Talburt 1978)。しかし、今回分析した紅色系ジャガイモでは23.7%, 黄肉系ジャガイモでも26.9%とsucroseおよびglucose+fructose量が増加し、従来の品種に比べて極めて高いものであった。低温保蔵中にsucroseが増加する現象はUDP-glucose+fructose $\rightleftharpoons$ sucrose+UDPの作用をする酵素によるものとされ (Smith and Talburt 1978), 紅色系や黄肉系では低温保蔵中に、この高い酵素活性があると推測され、低温反応性酵素として興味を持たれる。

5. 要 約

新品種のジャガイモ (紫色系、紅色系および黄肉系) の食材への利用に関する一環として、アントシアニン、ビタミンC量、食物繊維などの特徴を検討した。

紫色系および紅色系ジャガイモのアントシアニンはpHの影響で色彩が変化し、一般的なアントシアニンの性質を示した。

紅色系ジャガイモアントシアニンは耐熱性、耐光性に優れ、比較的安定とされるサツマイモ、赤キャベツアントシアニンと同程度の安定性を示した。しかし、紫色系ジャガイモアントシアニンは不安定な色素であることが示された。

HPLCによるアントシアニンの分析では低温保蔵による色素構成比にさほど変化は見られなかった。 $E_{\max}$ UV/ $E_{\max}$ VISの結果から、紅色系が紫色系より有機酸の結合したアシル化アントシアニン色素を多く含有し、このため紫色系より安定性に優れることが考えられた。また、紫色系および紅色系のアントシアニンの主要色素は各々ペタニンおよびペラニンであった。

全食物繊維量は男爵イモなどより少なく、全ビタミンC量は黄肉系が、比較的高いものであった。アントシアニン含有量は紫色系、紅色系、および黄肉系で100 g中に各々142 mg, 148 mg, 17 mgであった。また、低温保蔵による遊離糖の増加が見られ、紅色系および黄肉系でsucrose量の増加が著しいものであった。

引 用 文 献

- Harborne, J. B. (1960) Plant Polyphenols, *Biochem. J.*, **75**, 262-269
- 林 孝三 (編) (1991 a) 『植物色素』, 養賢堂, 東京, 169-171
- 林 孝三 (編) (1991 b) 『植物色素』, 養賢堂, 東京, 285
- Hayashi, K., Ohara, N., and Tsukui, A. (1996) Stability of Anthocyanins in Various Vegetables and Fruits, *Food. Sci. Technol. Int.*, **2**, 30-33
- Igarashi, K., Takanashi, K., Makino, M., and Yasui, T. (1989) Antioxidative Activity of Major Anthocyanin Isolated from Wild Grapes, *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, **36**, 852-856
- Igarashi, K., Yoshida, T., and Suzuki, E. (1993). Antioxidative Activity of Nasunin in Chouja-Nasu, *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, **40**, 138-143
- 石井現相, 森 元幸, 梅村芳樹 (1996 a) 赤紫肉色ジャガイモのアントシアニンの抗酸化活性と食品化学的特性, *日食工誌*, **43**, 962-966
- 石井現相, 森 元幸, 梅村芳樹, 瀧川重信, 田原哲士 (1996 b) 赤紫肉色ジャガイモ塊茎のアントシアニンとその含量, *日食工誌*, **43**, 887-895
- 科学技術庁資源調査会 (編) (1992) 『四訂日本食品標準成分表のフォローアップに関する調査報告Ⅳ—日本食品食物繊維成分表—』, 大蔵省印刷局, 東京, 22
- Kida, Y., Honda, N., Uchida, M., Kunisada, Y., and Fukuda,

- M. (1991) Changes in Ascorbic Acid Content and Several Enzyme Activities Concerning Synthesis and Metabolism of Ascorbic Acid in Potatoes during Storage, *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, **38**, 160-165
- 宮崎丈史, 都築和香子, 鈴木健夫 (1991) サツマイモに含まれるアントシアニンの組成と構造について, 園学雑, **60**, 217-224
- 森 元幸, 米田 勉, 梅村芳樹, 草野 尚, 隅田隆男 (1992 a) バレイショのアントシアニン高含有品種の育種 (1), 育種誌, **42** (別 1), 354-355
- 森 元幸, 梅村芳樹, 草野 尚, 隅田隆男 (1992 b) バレイショのアントシアニン高含有品種の育種 (2), 育種誌, **42** (別 1), 482-483
- (社) 日本食品工業学会 (1982) 『分析法』(日本分析法編集委員会編), 光琳, 東京, 466-470
- Proskey, L., Asp, N. G., Schweizer, T. F., DeVries, J. W., and Furda, I. (1988) Determination of Insoluble, Soluble, and Total Dietary Fiber in Foods and Food Products, *J. Assoc. Off. Anal. Chem.*, **71**, 1017-1023
- Smith, O., and Talburt, W. F. (1978) 『ポテトの栽培と加工—ポテトプロセッシング—』, スナックフーズ, 東京, 18-21
- 津久井亜紀夫 (1988) フィリッピン産紫ヤム塊根粉末中のアントシアニン色素の安定性—pH, 加熱, 光, 酸素の影響—, 家政誌, **39**, 209-215
- 津久井亜紀夫 (1989) フィリッピン産紫ヤム塊根粉末中のアントシアニン色素の安定性—無機塩, 有機酸, 糖, フェノール, L-アスコルビン酸および過酸化水素の影響—, 家政誌, **40**, 15-22
- 津久井亜紀夫, 桑野和民, 三田村敏雄, 谷村和八郎 (1977) フィリッピン産紫ヤマイモの塊根粉末中のアントシアニン色素について, 農化, **51**, 471-476
- 津久井亜紀夫, 桑野和民, 三田村敏雄 (1983) 紫色甘藷塊根のアントシアニン色素について, 家政誌, **34**, 153-159
- 津久井亜紀夫, 小林恵子, 斉藤規夫 (1989) フィリッピン産紫ヤム塊根粉末中のアントシアニン色素の安定性—蝶豆花アントシアニン色素との比較について—, 家政誌, **40**, 115-119
- 津久井亜紀夫, 鈴木敦子, 小口悦子, 永山スミ (1994) イモ類の食物繊維量の加熱調理による変化, 家政誌, **45**, 1029-1034
- 津志田藤二郎 (1996) ブルーベリーの生理的機能性, 食品と開発, **31**, 5-8
- 全国調理師養成施設協会 (編) (1992) 『食品標準成分表』, 調理栄養研究公社, 東京, 68