

有色ばれいしょの加工品開発

	食品・環境科	主任研究員	玉屋	圭
	食品・環境科	主任研究員	芋川	あゆみ
農林技術開発センター	食品加工研究室	室長	西	幸子
農林技術開発センター	食品加工研究室	主任研究員	濱辺	薫

農林技術開発センターで育成された「西海31号」はアントシアニン色素を含む赤皮赤肉の品種である。本品種はでんぷん含有量が高く、特にポテトチップなど油加工適性に優れるという特性を有している。

本研究では「西海31号」の高付加価値化を目的として、抗酸化性を検討するために、1, 1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) ラジカル消去活性を測定した。また、ポリフェノールなどの有用成分を測定したので報告する。

1. 諸言

平成20年のばれいしょの国内生産量は274万トンであり、昭和40年の406万トンから年々減少し続けている。一方、平成20年の国内消費量は361万トンであるが、輸入品がそのうち87万トンを占め、平成12年から年間80万トン台を維持している。また、青果用での消費量は減少しており、加工食品での消費が年々増大している^[1]。しかしながら、加工食品での国内産の利用は4割程度であり、食品加工に適した品種の育成が求められてきた。

県農林技術開発センターでは、機能性成分のアントシアニンを含み、肉色が赤色で、加工及び調理特性の高い「西海31号」を育成した。平成18年11月に品種登録出願を行い、21年2月に新品種として登録された^[2]。

西海31号は①楕円形で目が浅くて形崩れが少なく、外観が良い、②赤皮赤肉である、③デンプン価が14%台と高く、ポテトチップなどの油加工原料用に適するなどの特徴を有している。

本研究では「西海31号」の抗酸化性を検討するために、DPPHラジカル消去活性を測定した。また、ポリフェノールなどの有用成分を測定したので報告する。

2. 実験方法

① 試供材料

西海31号は農林技術開発センターばれいしょ研究室で栽培された平成22年秋作及び23年春作のものをサンプルとした。1個のばれいしょを凍結乾燥により粉末を得た。本検討にはこの乾燥粉末を用いた。

比較対象としてはニシユタカ、アイユタカ、有色ばれいしょとしてノーザンルビーを用いた。

② ばれいしょ粉末からの抽出液の調製

ばれいしょ粉末0.5 gに対して、80%エタノール10 mlを加え、16時間暗所で放置後、遠心分離し、上清を得た。残渣に再度80%エタノール10 mlを加え、得られた上清と先に得られた上清とを合わせて25 mlにメスアップした。

③ 西海31号のDPPHラジカル消去活性

DPPHラジカル消去活性の測定は沖らの方法^[3]に準じ、DPPH溶液の520 nmにおける吸光度を96穴マイクロプレートリーダー法にて測定した。DPPHラジカル消去活性は乾燥重量1 gあたりのTrolox相当量として算出した。

④ 総ポリフェノール量の測定

総ポリフェノール量の測定はフォーリン・デニス法^[4]により測定した。脱イオン水1.6 mlを添加した試験管に80%エタノール抽出液100 μ lを加え、次いでフォーリンデニス試薬100 μ l、飽和炭酸ナトリウム溶液200 μ lを添加して30分間反応を行った。その後、760 nmでの吸光度を測定し、乾燥重量100 gあたりのクロロゲン酸相当量として算出した。また、クロロゲン酸の測定は逆相HPLCにより行った。測定はWaters UPLCシステムで行った。カラム; Waters ACQUITY UPLC BEH C18カラム (直径2.1 mm \times 100 mm)、流速; 0.3 ml/min、測定波長; 280 nm、溶離液; 20%メタノール/0.05%リン酸

⑤ 総アントシアニン量の測定

総アントシアニン量は520nmでの吸収を測定する方法^[5]により算出した。乾燥粉末0.5gに5%トリフルオロ酢

酸20 mlを添加し、16時間暗所で放置後、遠心分離し、上清を得た。上清を順次希釈し、520 nmでの吸光度を測定し、乾燥重量100 gあたりのシアニジン-3-グルコシド相当量として表示した。

⑥ アミノ酸の測定

ばれいしょ粉末0.5 gに対して、75%エタノール10 mlを加えて攪拌した後、遠心分離し、上清を得た。残渣に再度75%エタノール10 mlを加え、得られた上清と先に得られた上清とを合わせて25 mlにメスアップした。本溶液を0.5 ml採取し、乾固させたものをWaters AccQ-Tag法 (Waters社)に供し、アミノ酸を測定した。

3. 実験結果

① DPPHラジカル消去活性

表1に、平成22年秋に収穫された西海31号及びニシユタカのDPPHラジカル消去活性を示した。西海31号は6.9～13.4 (平均9.3) $\mu\text{mol-Trolox/g}$ と高い消去活性を有していた。比較対照であるニシユタカ (2.9～5.1 (平均4.0) $\mu\text{mol-Trolox/g}$)と比べると、2倍以上の活性を有していることが示された。

表1 平成22年秋作のDPPHラジカル消去活性 ($\mu\text{mol-Trolox/g}$ -乾燥重量)

No.	西海31号	ニシユタカ
1	13.4	3.4
2	7.8	5.1
3	8.9	2.9
4	9.6	5.0
5	6.9	3.7
Mean \pm SD	9.3 \pm 2.4	4.0 \pm 1.0

また、表2には平成23年春に収穫された2品種、そして31号と同じ有色品種であるノーザンルビーのDPPHラジカル消去活性を示した。西海31号は22年秋作と同様に、14.3～17.3 (平均16.0) $\mu\text{mol-Trolox/g}$ と高い消去活性を有していた。比較対照であるニシユタカ (5.3～7.5 (平均6.5) $\mu\text{mol-Trolox/g}$)と比較すると、やはり2倍以上の活性を有していることが示された。一方、ノーザンルビーのラジカル消去活性は平均15.6 (13.7～19.4) $\mu\text{mol-Trolox/g}$ であり、西海31号とほぼ同等の値を有していた。ノーザンルビーは抗酸化、抗インフルエンザ活性などの数々の健康機能が明らかにされている品種^[6]である。西海31号は、機能性を有するノー

ザンルビーと全く同等のラジカル消去活性を有していたことから、健康機能を期待できるものと考えられる。

表2 平成23年春作のDPPHラジカル消去活性 ($\mu\text{mol-Trolox/g}$ -乾燥重量)

No.	西海31号	ニシユタカ	ノーザンルビー
1	16.2	7.0	19.4
2	15.7	5.5	14.8
3	14.3	5.3	13.7
4	16.7	7.5	14.4
5	17.3	7.4	-
Mean \pm SD	16.0 \pm 1.1	6.5 \pm 1.1	15.6 \pm 2.4

② 総ポリフェノール量の測定 (mg/100 g-乾燥重量)

西海31号及びニシユタカの総ポリフェノール量を表3に示した。西海31号は平均424 mg/100 g-乾燥重量というポリフェノール含量を示し、ニシユタカの164 mg/100 gと比較すると2倍以上の差異が認められた。西海31号の強いDPPHラジカル消去活性は含有されるポリフェノールに由来していることが推察された。

表3 平成22年秋作の総ポリフェノール量 (mg/100 g-乾燥重量)

No.	西海31号	ニシユタカ
1	332	197
2	302	154
3	643	130
4	358	172
5	483	165
Mean \pm SD	424 \pm 134	164 \pm 24

22年秋作の西海31号は平均424 mg/100 gというポリフェノール含量を示し、ニシユタカの164 mg/100 gと比較すると2倍以上の差異が認められた。西海31号の強いDPPHラジカル消去活性は含有されるポリフェノールに由来していることが推察された。ただし、個別サンプルのラジカル消去活性と総ポリフェノール含量との関係を検討したところ、直接の相関関係は認められなかった。

また、表4には平成23年春に収穫された3品種の総ポリフェノール量を示した。西海31号は平均769 mg/100 gと22年秋作と同様に高い含量を有していた。比較対照であるニシユタカ (378 mg/100 g)と比較すると、ちょうど2倍の含量を有していた。一方、ノーザンルビーの含量は平均797 mg/100 gであり、西海31号とほ

ほぼ同等の値を有していた。

表4 平成23年春作の総ポリフェノール量
(mg/100 g-乾燥重量)

No.	西海31号	ニシユタカ	ノーザンルビー
1	787	447	908
2	746	332	761
3	634	358	723
4	910	380	824
5	766	373	-
Mean±SD	769±51	378±15	797±37

③ アントシアニン量の測定

次に、西海31号の特徴である赤色を示すアントシアニン量を測定した。酸溶媒を用いて31号からアントシアニンを抽出し、総量を測定した結果(表5)、85～164 mg/100 g (平均125)であった。高いアントシアニン含量を示したサンプル①は、ラジカル消去活性についても最も高い活性を示していた。この結果から、西海31号に含まれるアントシアニンと抗酸化性には関連があるものと考えられた。

表5 平成22年秋作の総アントシアニン量
(mg/100 g-乾燥重量)

No.	西海31号
1	164
2	131
3	114
4	131
5	85
Mean±SD	125±29

23年春作についてもアントシアニン量を測定した結果(表6)、31号は147～250 mg/100 g (平均190)であった。同じ赤肉品種であるノーザンルビーについても検討した結果、183～269 mg/100 g (平均218)であり、平均値で比較すると西海31号とほぼ同等であった。

ノーザンルビーなどの有色ばれいしょに含まれるアントシアニンは、培養ヒト胃がん細胞のアポトーシス誘発、抗インフルエンザ活性、アンジオテンシンI変換酵素阻害活性などが報告^[6]されている。今回の検討から、西海31号は他の有色ばれいしょと同等のアントシアニン量を含んでいることが判明し、31号も優れた機能性を有する素材であることが推測された。

表6 平成23年春作の総アントシアニン量
(mg/100 g-乾燥重量)

No.	西海31号	ノーザンルビー
1	192	269
2	186	196
3	173	183
4	250	222
5	147	-
Mean±SD	190±38	218±38

④ クロロゲン酸の測定

西海31号が高いポリフェノール含量を示したことから、ポリフェノールの一種であり、抗酸化性^[7]を有するクロロゲン酸含量を測定した。まず、22年の秋作について測定した結果(表7)、132～227 mg/100 g (平均180)であった。アントシアニンと同様に、サンプル①は高いクロロゲン酸含量を示しており、ラジカル消去活性についても最も高い活性を示していたことから、クロロゲン酸量と抗酸化性に関連があるものと考えられた。

表7 平成22年秋作のクロロゲン酸量
(mg/100 g-乾燥重量)

No.	西海31号	ニシユタカ
1	227	25
2	166	36
3	186	27
4	189	26
5	132	27
Mean±SD	180±35	28±4.4

さらに、23年春作の西海31号、ニシユタカ、ノーザンルビーについて同様に測定を行った。その結果(表6)、31号は高いクロロゲン酸含量(338 mg/100 g)を有しており、ニシユタカ、ノーザンルビーよりも高含量であることが判明した。抗酸化成分であるクロロゲン酸を多く含む西海31号は抗酸化性を有する食品素材であることが推察された。その一方で、クロロゲン酸は自身が酸化されるために、一般的に高含量の食品は褐変を起こしやすい。検討の結果、他の品種よりも高含量であることが判明した西海31号は褐変を起こしやすい農産物であることが予想される。従って、ペースト、乾燥フレークなどの一次加工素材を製造する際は、加

熱、アスコルビン酸などの酸化防止剤を含む溶液への浸漬などの前処理をあらかじめ行う必要があるものと考えられた。

表8 平成23年春作のクロロゲン酸量
(mg/100 g-乾燥重量)

No.	西海 31 号	ニシユタカ	ノーザンルビー
1	302	32	302
2	337	16	223
3	261	13	190
4	419	15	213
5	371	23	-
Mean ± SD	338 ± 61	20 ± 7.8	232 ± 49

⑤ アミノ酸含量の測定

呈味性や種々の健康機能を有するアミノ酸を測定した結果、旨味を有するグルタミン酸は西海31号で最も高い結果 (308 mg/100 g) であった。また、1日につき12 mgの摂取により血圧低下作用を示すことが報告^[8]されているγ-アミノ酪酸は、31号については142 mg/100 gを有していたが、他品種よりも低値であった。

また、18種のアミノ酸総量を算出したが、ノーザンルビーで最も高い値が認められ、31号ではその半分程度であった。

表9 平成23年春作のアミノ酸量
(mg/100 g-乾燥重量)

アミノ酸種類	西海 31 号	ニシユタカ	ノーザンルビー
グルタミン酸	308	213	233
γ-アミノ酪酸	142	208	366
アミノ酸総量	2402	3131	4189

4. まとめ

- ・西海31号の高付加価値化を目的として、DPPHラジカル消去活性を検討した結果、従来品種のニシユタカよりも高い活性を有することが明らかとなった。さらに、同じ有色品種であるノーザンルビーと比較したところ、ほぼ同等の活性を有していた。
- ・西海31号のラジカル消去活性はポリフェノール成分、特にアントシアニンやクロロゲン酸と関連がある可能性が示唆された。
- ・H23産の春作ばれいしょについてアミノ酸を測定した結果、西海31号は旨味成分であるグルタミン酸を他品種よりも多く含んでいた。しかしながら、機能性成分であるγ-アミノ酪酸についてはノーザンルビー、ニシユタカがより多くの含量を示した。

本研究は長崎県試験研究機関戦略プロジェクトとして、長崎県工業技術センター、長崎県総合農林試験場東彼杵茶業支場(中核機関)が参画して研究推進を行った。

参考文献

- [1] ばれいしょの生産・販売の現状と全農の新品種普及へ向けた取り組み、グリーンレポート、503、2-5 (2011)
- [2] 田宮誠司、森一幸、草原典夫、向島信洋、中尾敬、石橋祐二: 赤肉パレイショ新品種「西海31号」、長崎県総合農林試験場研究報告、34、91-115 (2008)
- [3] 沖智之、増田真美、古田収、西場洋一、須田郁夫: 日本食品科学工学会、48 (12)、926-932 (2001)
須田郁夫: 抗酸化機能①分光学的抗酸化機能評価、食品機能研究法218-223、光琳
- [4] 津志田藤二郎: ポリフェノールの分析法、食品機能研究法318-322、光琳
- [5] 三浦周行: アントシアニン、新・食品分析法653-660、光琳
- [6] 津久井亜紀夫: 有色馬鈴薯の加工利用技術の開発、アントシアニンの科学 267-285、健帛社
- [7] 三好隆行: ポテトチップス中の抗酸化成分について、日本調理科学会誌39 (5)、277-282 (2006)
- [8] 梶本修身: GABA含有はっ酵乳製品の正常高値血圧者に対する降圧効果 51 (2)、79-86 (2004)