

冷涼な地域での栽培に適したトウガラシ ‘ロコト’ (*Capsicum pubescens* Ruiz. & Pav.) および ‘ぼたんこしょう’ (*C. annuum* L.) の機能性成分

松島憲一^{1*}・Orapin Saritnum²・濱渦康範¹・安達 諒^{1a}・原田浩平^{1b}・南 峰夫¹・根本和洋¹

¹ 信州大学大学院農学研究科 399-4598 長野県上伊那郡南箕輪村

² 岐阜大学大学院連合農学研究科 (信州大学) 399-4598 長野県上伊那郡南箕輪村

Evaluation of the Functional Properties of Chili Pepper Varieties ‘Rocot’ (*Capsicum pubescens* Ruiz. & Pav.) and ‘Botankoshou’ (*C. annuum* L.), which Are Suitable for Growing in Cool Areas

Ken-ichi Matsushima^{1*}, Orapin Saritnum², Yasunori Hamazu¹,
Ryo Adachi^{1a}, Kohei Harada^{1b}, Mineo Minami¹ and Kazuhiro Nemoto¹

¹United Graduate School of Agricultural Science, Gifu University (Shinshu University), Minamiminowa, Nagano 399-4598

²Graduate School of Agriculture, Shinshu University, Minamiminowa, Nagano 399-4598

Abstract

Evaluation of functional properties of the chili pepper varieties ‘Rocot’ (*C. pubescens*) and ‘Botankoshou’ (*C. annuum* L.), which are suitable for growing in cool areas. The fruit of ‘Botankoshou’ shows a low capsaicinoid concentration at the same carotenoid concentration as ‘Kyonami’ which is one of the sweet pepper varieties. The immature fruit of ‘Botankoshou’ shows higher total phenolics content and antioxidative than mature fruit of the same variety. These plants also show wide variations among strains with regard to total phenolic concentrations and antioxidative ability. The mature fruit of the strain BK-4 and the immature fruit of the strain BK-2 show higher GABA concentrations than comparable varieties. ‘Rocot’ shows wide variation in capsaicinoid concentrations and higher content than ‘Takanotsume’ which is a well-known pungent variety that is popular in Japan. The mature fruit shows higher carotenoid concentrations than ‘Shishitou’ and ‘Takanotsume’. The mature fruit also show a higher total phenolic concentration than comparable varieties, but the same GABA concentrations as comparable varieties. Some strains of ‘Botankoshou’ and ‘Rocoto’ show higher concentrations of functional properties and show wide variation among strain. Therefore, we expect to use ‘Botankoshou’ and ‘Rocoto’ to breed new varieties for cool areas, which add to the functional properties.

Key Words : capsaicin, carotenoid, γ -aminobutyric acid, genetic resources, total phenolic concentration

キーワード : 遺伝資源, カプサイシン, カロテノイド, γ -アミノ酪酸, 総フェノール

緒 言

近年, 中山間地域においては獣害の増加, 農業従事者の高齢化とそれに伴う労働力の減少が問題となっており, 作付品目が限られてきている. 著者らは, このような状況にある中山間地への導入作物として, 栽培が比較的容易で, その独特の辛味から獣害の被害が少ないと期待されるトウガラシ (*Capsicum* spp.) に注目しており, 長野県の中山間地域のような冷涼な地域での栽培に適したトウガラシ品種の探索と現地適応試験を行ってきた. その結果, 南米アンデス山脈周辺で栽培利用されており, 果肉が厚く, 辛味が

比較的強く, 種子が黒いという特徴を持つトウガラシである ‘ロコト’ (*C. pubescens* Ruiz. & Pav.) が長野県内の標高 1,350 m の圃場での露地栽培が可能であり, 逆に高温条件下での栽培には適さないことを報告した (松島ら, 2006; 南ら, 2004, 2005). また, 長野県が「信州の伝統野菜」に認定しており, ベル型で辛味を有する長野県北部山間地域の在来トウガラシ品種 ‘ぼたんこしょう’ (*C. annuum* L.) は標高 600 m 前後の農家圃場でのみ栽培されており, 比較的冷涼な気候に適していると考えられる (松島, 2006; 松島ら, 2007).

一方で, 近年, 野菜などに含まれる機能性成分の健康効果が注目され, 新たな付加価値として機能性成分含量に着目した栽培技術および品種開発が進められている. トウガラシについても, その果実中に含まれる辛味成分でありエネルギー代謝亢進作用のあるカプサイシノイド (岩井・河田, 1989) をはじめとして, カプサンチンなどのカロテノ

2009 年 5 月 2 日 受付. 2009 年 10 月 14 日 受理.

本報告の一部は平成 20 年度園芸学会春季大会で発表した.

* Corresponding author. E-mail: matuken@shishu-u.ac.jp

^a現在: 熊野油脂 (株)

^b現在: (株) 村上農園

イド系色素成分 (Jyonouchi ら, 1994; Tsushima ら, 1995) やポリフェノール類 (Lee ら, 1995) が機能性成分として報告されている。

そのため、本報ではこれらのトウガラシ品種を育種素材として用いて、機能性成分が高含有であるといった既存品種よりもさらに付加価値のある中山間地向け品種を開発するための基礎的知見を得るために、それらトウガラシ品種についての機能性成分含量や活性についての評価を実施した。

材料および方法

1. 供試品種・系統

‘ぼたんこしょう’は長野県中野市永田西組地区の生産農家から譲渡された4系統(BK-1, BK-2, BK-3 および BK-4)を供試した。また, ‘ロコト’は信州大学植物遺伝育種学研究室保存系統である S3294 および農業生物資源研究所ジーンバンク保存系統である COJOMORCO (JP 番号: 37322) および LS1659 (JP 番号: 37324) を供試した。なお, S3294 および COJOMORCO は完熟果が赤色, LS1659 は完熟果が黄色の系統である。比較品種は‘鷹の爪とうがらし’(以下‘鷹の爪’と記す), ‘ししとう’およびピーマン品種の‘京波’(いずれもタキイ種苗)を用いた。

2. 栽培・収穫方法

これら供試品種について2007年に長野県上伊那郡南箕輪村の信州大学農学部附属 AFC 伊那ステーション(標高773 m)内のガラス室内に‘ロコト’は2月25日, ‘ぼたんこしょう’は4月4日に播種し, 6月上旬まで育苗した。培土は「くみあい太平園芸培土」を用いた。育苗時は室温を昼間30°C, 夜間20°Cに設定し, 灌水は朝夕の2回行った。供試品種は, 6月5日に同ステーション内の圃場(黒ボク土)に定植したが, ‘ロコト’の S3294 については上記の南箕輪村の栽培圃場よりさらに高標高地域での栽培でないと十分な果実収穫が得られない系統であることから(松島ら, 2006; 南ら, 2004, 2005), 6月12日に長野県南佐久郡南牧村野辺山の信州大学農学部附属 AFC 野辺山ステーション(標高1,350 m, 黒ボク土)にのみ定植し, 南箕輪村の圃場では栽培しなかった。なお, 両圃場において定植時の2007年6月に採土した土壌で実施した土壌分析の結果を第1表に示した。1系統当たり反復無しの12~18個体を, 黒マルチを敷いた75 cm 幅の畝に, 条間45 cm, 株間60 cm の二条千鳥植えて栽培した。基肥として BB N552 (N:P:K=15:15:12)を10 kg・a⁻¹ 施用し, 追肥は行わ

なかった。その他は慣行法に準じた。9月下旬~10月上旬にかけて果実を1系統当たり15~20個(概ね1株につき1果実)を収穫し, 以下の分析に用いた。各系統とも成熟して, 果実表面が完全に赤色(LS1659については黄色)に変わった直後の果実(赤・黄)色果実を収穫して各分析に供試したが, ‘ぼたんこしょう’各系統, ‘ししとう’および‘京波’ならびにカプサイシノイド含量測定用の‘ロコト’各系統と‘鷹の爪’については, 果実色が変わる直前の果実(緑色果実)も収穫して供試した。本試験地では, ‘ぼたんこしょう’は開花後約45日で成熟し赤色に果実色に変化すること, ‘ロコト’は開花後約65日で成熟し赤(黄)色に果実色に変化することがわかっていることから(原田ら, 2007), ‘ぼたんこしょう’は開花後約40日, ‘ロコト’は開花後約55日に収穫し, 果実表面に色の変化が全く生じていない果実を緑色果実とした。

3. 各成分含量・活性測定

1) カプサイシノイド含量

収穫した果実を系統ごとに凍結乾燥機(アイラ, FDU-2000)により完全に乾燥させてから粉碎して混ぜ合わせ, その中から粉末約0.4 gを酢酸エチルとアセトン(1:1)混合液20 mLで20°C, 1時間抽出した。抽出後, ろ紙でろ過し, 遠心エバポレーター(IWAKI, VEC-310)で抽出溶媒を蒸発させた後, HPLC グレードのメタノールに溶解し, PTFE メンブランシリンジフィルタ(Whatman, 膜孔径0.45 μm)で再度ろ過したものを測定試料とした。HPLC(島津製作所)によるカプサイシノイドの定量分析をMinami ら(1998)の方法で行った(カラム:YMC-Pack, ODS-A, S-5 μm, 12 nm, 75×4.0 mm, カラム温度:40°C, 流速1 mL・min⁻¹, 移動層:H₂O:CH₃OH=60:40, 検出波長280 nm)。カプサイシノイド含量はカプサイシン, ジヒドロカプサイシンおよびノルジヒドロカプサイシンの総量とした。

2) カロテノイド含量

カロテノイドの抽出は, Minguez-Mosquera ら(2000)の方法を一部改変して行った。収穫した赤(黄)色果実は系統ごとに凍結乾燥機(アイラ, FDU-2000)を用いて乾燥させてから粉碎し混ぜ合わせた。その中から粉末試料0.5 gにアセトンを加えてろ紙でろ過し, 残渣の色がなくなるまで, 残渣を回収して繰り返し抽出を行った。得られた抽出液にジエチルエーテルと20%塩化ナトリウムを加えて分液操作を行い, カロテノイドをジエチルエーテル層に溶解させた。このジエチルエーテル層を回収し, 硫酸ナトリウム

第1表 栽培圃場の土壌分析結果(2007年6月定植時採土)

圃場	含有量 (mg・100 g ⁻¹)				pH
	アンモニア態窒素	硝酸態窒素	交換性カリ	可給態リン酸	
南箕輪	2.2	7.3	85	21.6	6.4
野辺山	2.6	12.1	42	11.9	5.4

土壌分析は JA 全農長野・長野県農協肥料分析室に依頼して行った

を加えて脱水したものを測定試料とした。

測定試料は451 nmにおける吸光度を分光光度計（島津製作所, UV-1200）にて測定した。カロテノイド含量はβ-カロテン当量で算出した。

3) 総フェノール量

フェノール類および水溶性成分の抽出は, Zhang・Hamauzu (2003) の方法を一部改変して行った。収穫した果実は系統ごとに凍結乾燥機（アイラ, FDU-2000）により乾燥させてから粉碎して混ぜ合わせ, その粉末試料1 gに海砂と80%メタノール15 mLを加え磨砕し, ろ過して抽出液を得た。ろ過した残渣は回収し, 2度再抽出を行った。そのメタノール抽出液を80%メタノールにて60 mLに定容し, そのうち30 mLをロータリーエバポレーター（IWAKI, REN-1000）にてメタノール除去を行った。それを蒸留水にて10 mLに定容し, 水溶性成分抽出物とした。

水溶性成分抽出物からのフェノール類の抽出にはカートリッジ型 Sep-Pak C₁₈（WATERS, 以下 Sep-Pak）を用いた。Sep-Pakにその溶液4 mLを負荷し, 蒸留水10 mLを通過させた。Sep-Pakに窒素を通過させ乾燥させた後, 0.1%トリフルオロ酢酸含有メタノール2 mLにて溶出させ, フェノール類抽出物を得た。

Zhang・Hamauzu (2003) の方法を基に総フェノール含量を, Folin-Ciocalteu 法にて測定した。すなわち, 前述のフェノール類抽出液1 mLに1 N フェノール試薬（和光純薬）1 mLを加え, 3分後に10%炭酸ナトリウム1 mLを添加し, 混合した。60分間常温で静置した後, 700 nmにおける吸光度を分光光度計（島津製作所, UV-1200）にて測定した。総フェノール含量は没食子酸当量で算出した。

4) 抗酸化活性

Zhang・Hamauzu (2003) の方法を基に, 抗酸化活性をDPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) ラジカルを用いたラジカル消去能の測定により測定した。0.2 mM DPPH 溶液（DPPH 3.94 mg をエタノールで50 mLに定容）および0.2 M MES (2-N-モルホリノエタンスルホン酸) buffer (pH 6.0) を1 mLずつ試験管に分注した。これに3水溶性成分抽出物およびフェノール類抽出物0.1 mLを添加して混合した後, 20分間常温で静置した。その後517 nmにおける吸光度を分光光度計（島津製作所, UV-1200）にて測定した。試料の代わりに蒸留水を加えたものを対照区とし, DPPH ラジカル消去率は下記の式で求めた。

$$\text{DPPH ラジカル消去率 (\%)} = 100 - \frac{(\text{試験区 } (A_{517}) - \text{ブランク } (A_{517})) \times 100}{\text{対照区 } (A_{517})}$$

抗酸化活性はTrolox 当量で算出した。

5) γ-アミノ酪酸 (GABA) 含量

凍結保存した果実を5 mm角以下になるよう細かく裁断し, 果実片5 gに2%スルホサリチル酸45 mLを加え, 電動ミル&ミキサー（TESCOM, TML24）にて30秒間攪拌した。これを-20℃で凍結・融解してタンパク質を凝集さ

せ, 遠心分離（常温, 19,000 × g, 10 min, 日立工機）して上澄みを得た。これをGABA抽出物とした。

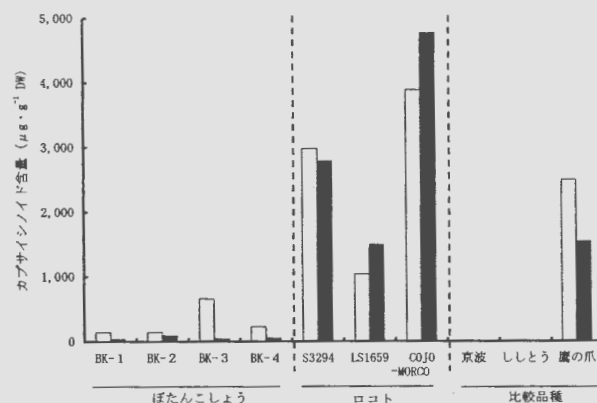
GABA 含量は近藤ら (2004) のGABA短時間分析法に準じ, HPLC（アミノ酸分析計 L-8800A, 日立ハイテクノロジーズ）で測定した。カラムも同社の分離用パッキドカラム #2622SC (4.6 mm × 60 mm) を使用した。検出波長は570 nmとし, 移動層は陽イオン濃度が段階的に高くなるステップワイズ法を用いた。流速0.7 mL・min⁻¹で移動層Aを, 3.5分に移動層Bを, 9.0分で移動層Cを流した。その後, 移動層Aを11.0分から4分間流し, 流路の安定化を行った。

結果および考察

1. カプサイシノイド含量

‘ぼたんこしょう’についてはBK-3の緑色果実で659 μg・g⁻¹DWと若干高かったものの, それ以外は緑色果実で130 ~ 230 μg・g⁻¹DW程度, 赤色果実ではすべての系統で100 μg・g⁻¹DW以下の含量となり, その辛味は弱いことが明らかになった（第1図）。ただし, トウガラシの辛味成分は果実中の胎座および隔壁で生成・蓄積されるため（太田, 1962）, ‘ぼたんこしょう’のような大果系品種では胎座やそれに隣接する隔壁などに辛味が遍在することから, 実際には食べる部位によっては強く辛味を感じることになる。そのため, 果実をそのまま青果として販売する際は消費者への十分な説明が必要であると考えられる。

一方, ‘ロコト’は系統間変異が大きく, 最も含量が高かったCOJOMORCOでは, 緑色果実で3,889 μg・g⁻¹DW, 赤色果実で4,766 μg・g⁻¹DWであったのに対して, 最も低かったLS1659では, 緑色果実で1,033 μg・g⁻¹DW, 黄色果実で1,491 μg・g⁻¹DWであった。このカプサイシノイド含量の最も低かったLS1659の場合であっても, 日本で一般的に香辛料用として利用されている辛味品種の‘鷹の爪’の赤色果実の含量（1,533 μg・g⁻¹DW）と同等であり, ‘ロコト’の辛味は強いことがわかった。



第1図 ‘ロコト’ および ‘ぼたんこしょう’ 果実のカプサイシノイド含量

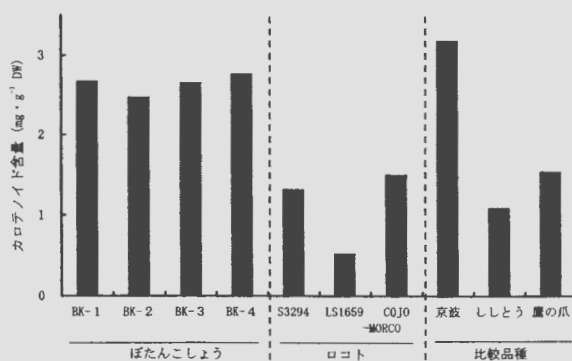
■: 赤 (黄) 色果実 □: 緑色果実

2. カロテノイド含量

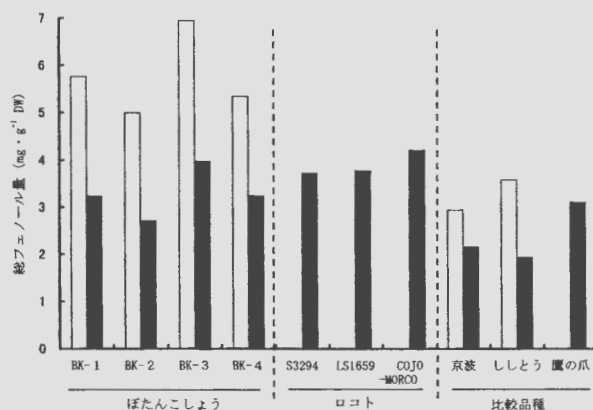
カロテノイド含量の測定は赤（黄）色果実のみで実施した（第2図）. 比較に用いた‘京波’が $3.18 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1} \text{DW}$ と最も高く, ‘ぼたんこしょう’各系統は‘京波’よりわずかに低く, 系統間の変異幅は狭かった ($2.68 \sim 2.77 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1} \text{DW}$). ‘ロコト’のうち, 本研究で供試した系統中で唯一, 成熟果実色が黄色であった系統LS1659のカロテノイド含量は, 供試系統中で最も低く, $0.52 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1} \text{DW}$ であった. また, S3294 ($1.32 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1} \text{DW}$) および COJOMORCO ($1.50 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1} \text{DW}$) は‘ぼたんこしょう’各系統より低く, ‘ししとう’ ($1.09 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1} \text{DW}$) や‘鷹の爪’ ($1.54 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1} \text{DW}$) に比べて同程度であった.

3. 総フェノール量

‘ぼたんこしょう’と比較に用いた‘京波’と‘ししとう’について緑色果実と赤色果実の双方で測定を行ったところ, いずれの品種も緑色果実が赤色果実よりも総フェノール量が多いことが明らかになった（第3図）. 特に‘ぼたんこしょう’各系統の緑色果実の総フェノール量は高く, 最も高かったBK-3 ($6.94 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1} \text{DW}$) は, 比較に用いた‘京波’ ($2.94 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1} \text{DW}$) や‘ししとう’ ($3.59 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1} \text{DW}$) の約2倍の量が含まれていた. 赤（黄）色果実のみ測定し



第2図 ‘ロコト’ および ‘ぼたんこしょう’ 赤（黄）色果実のカロテノイド含量



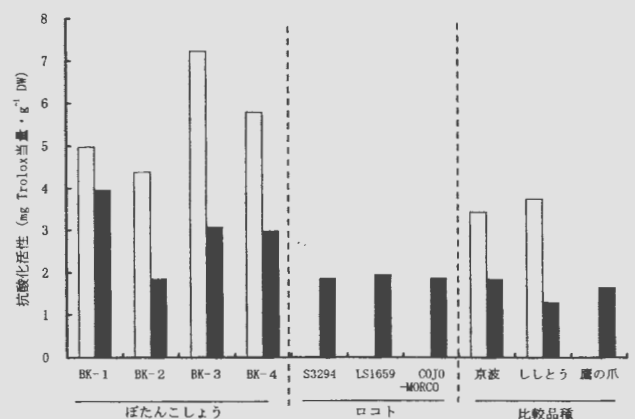
第3図 ‘ロコト’ および ‘ぼたんこしょう’ 果実の総フェノール量
■: 赤（黄）色果実 □: 緑色果実

たロコト各系統では, 総フェノール量が $3.73 \sim 4.21 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1} \text{DW}$ の範囲であり, ‘ぼたんこしょう’で最も高含量であったBK-3 ($3.97 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1} \text{DW}$) と同等であり, 比較に用いた‘京波’および‘ししとう’よりも高かった. その他の‘ぼたんこしょう’3系統は $2.71 \sim 3.25 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1} \text{DW}$ の範囲であり, 比較の‘鷹の爪’ ($3.11 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1} \text{DW}$) と同程度であった.

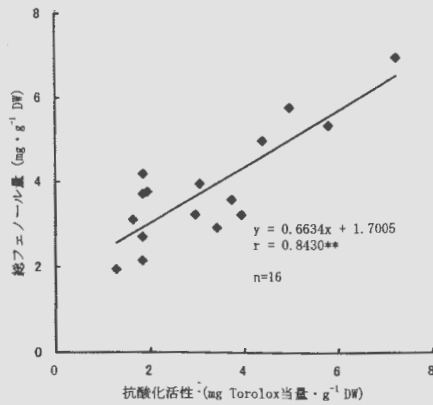
嵯峨・佐藤 (2003) は, トウガラシ甘味品種と辛味品種計15品種の完熟果実と未熟果実の総フェノール含量を比較し, 完熟果実により多くのフェノール類が含まれていると報告している. また, Deepa ら (2007) は, 果実色が緑色, 50%が赤色, および赤色の3つの異なる成熟ステージの果実の総フェノール含量の比較を行っている. それによると, 成熟に伴い4品種で減少, 3品種で増加, 3品種で変化がなかったと報告している. 本研究では‘ぼたんこしょう’と比較品種のすべてで緑色果実が赤色果実よりも総フェノール量が多い結果となっており, 一部でこれら結果とは一致しなかった. 総フェノール含量の挙動については品種によって, また, 供試する果実の成熟ステージによって異なる可能性があるため, 今後, さらに品種や成熟ステージを増やして調査する必要がある.

4. 抗酸化活性

‘ぼたんこしょう’と比較品種について緑色果実と赤色果実の双方で測定を行ったところ, 緑色果実が赤色果実より活性が高くなり, 総フェノール量の場合と同様の傾向がみられた（第4図）. そのうち, BK-1以外の5系統の緑色果実では赤色果実と比べて2倍近い活性をみせた. また, ‘ぼたんこしょう’のBK-3の緑色果実の抗酸化活性 ($7.24 \text{ mg Trolox 当量} \cdot \text{g}^{-1} \text{DW}$) は, 比較品種の緑色果実と比較しても約2倍の活性があった. 赤色果実の場合も, ‘ぼたんこしょう’のうちBK-2以外の系統では‘ロコト’や比較品種より活性が強い傾向にあった. 総フェノール含量と抗酸化活性の相関関係をみたところ, 高い正の相関がみられ ($r=0.8430$, 1%水準で有意), これらトウガラシ果実中の



第4図 ‘ロコト’ および ‘ぼたんこしょう’ 果実の抗酸化活性
■: 赤（黄）色果実 □: 緑色果実



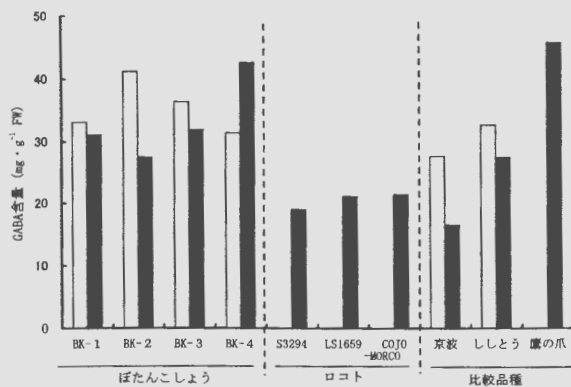
第5図 ‘ロコト’ および ‘ぼたんこしょう’ 果実の総フェノール量と抗酸化活性の相関関係

フェノール類が抗酸化活性に強く関与していることが示唆された (第5図)。

5. γ -アミノ酪酸 (GABA) 含量

‘ぼたんこしょう’ と比較品種について緑色果実と赤色果実の双方で測定を行ったところ、BK-4 以外の系統では緑色果実が赤色果実より GABA 含量が高い傾向にあった (第6図)。松浦ら (2000) は、交配後 37～54 日におけるメロンを用い、成熟に伴う搾汁液中の GABA 含量を測定したところ、成熟に伴い GABA 含量は増加したと報告したが、トウガラシを用いた本研究の結果は異なる傾向を示した。今回の実験では成熟前後の二時期のみの採取であるため、このような傾向の違いについて明らかにするにはより詳細な調査が必要であると考えられた。また、すべての系統の中では比較的用いた ‘鷹の爪’ の赤色果実が最も高く ($45.8 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1} \text{FW}$)、次いで ‘ぼたんこしょう’ の BK-4 の赤色果実 ($42.7 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1} \text{FW}$) および BK-2 の緑色果実 ($41.2 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1} \text{FW}$) の GABA 含量が多かった。‘ロコト’ の赤 (黄) 色果実の GABA 含量は、‘ぼたんこしょう’ よりも少なかった。

ところで、トマト 32 品種を用いた研究ではその変異幅は $40 \sim 100 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1} \text{FW}$ (松倉ら, 2007)、ジャガイモ 22 品種を用いた研究では $16 \sim 61 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1} \text{FW}$ (中村ら, 2006) の



第6図 ‘ロコト’ および ‘ぼたんこしょう’ 果実の GABA 含量
■: 赤 (黄) 色果実 □: 緑色果実

変異幅があるとされており、今回の結果 ($16.5 \sim 45.8 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1} \text{FW}$) と比較すると、今回供試したトウガラシの GABA 含量は、トマトより少ない傾向にあり、ジャガイモと同等であると考えられた。

以上の結果、辛味に関しては ‘ロコト’ は変異幅があるものの、いずれも強い辛味を持つことが、カプサイシノイド含量からも明らかになった。今後、日本人の嗜好にあった比較的辛味程度の低い ‘ロコト’ の品種を育成する必要があるが、今回みられた結果のように ‘ロコト’ の辛味成分含量には系統間で大きな変異があることから、供試系統を増やし低辛味の選抜を行っていくことで、ある程度の辛味の低減が可能であると推察された。ただし、過度の辛味低減は、現在、長野県内の中山間地で問題になっている獣害対策としての ‘ロコト’ の有用性をも低減することになるため、将来的な育種目標としては、獣害に遭わないで、かつ、日本人の嗜好にあった辛味であることが必要と考えられる。また、‘ぼたんこしょう’ のカロテノイド含量は比較的高かったが、同品種は現在、未熟な緑色果実の利用が中心である。今後、収穫適期をのがしてしまい赤く色づいてしまった果実についても、高いカロテノイド含量を活かした利用法を検討する必要があると考えられた。総フェノール含量や抗酸化性についても系統間変異がみられ、比較品種より高い傾向がみられたことから、今後、この形質に注目した選抜による品種開発が有効であると考えられた。なお、GABA 含量に関しては系統間差もみられたが、その量は同じナス科の果菜であるトマトに比べて低いものであり、供試系統の中では注目する形質ではないと考えられた。

今後は、これらの系統に加え、より多くの系統を収集・評価して、これら ‘ロコト’ および ‘ぼたんこしょう’ の持つ冷涼な気候に適しているという形質に、高機能性という付加価値を付与した品種開発を進めていくこととする。

摘 要

冷涼な気候での栽培に適するとされるトウガラシ ‘ロコト’ および ‘ぼたんこしょう’ の機能性成分についての評価を行った。‘ぼたんこしょう’ は辛味が弱く、カロテノイド含量は ‘京波’ と同等であった。また、総フェノール含量および抗酸化活性についてみると、緑色果実が特に高く、比較品種よりも優れ、かつ系統間変異がみられた。さらに、GABA 含量は BK-4 の赤色果実および BK-2 の緑色果実で比較的高い結果であった。‘ロコト’ に関しては、カプサイシノイド含量は、系統間変異はあるもののいずれの系統も辛味は ‘鷹の爪’ より強かった。赤色果実系統のカロテノイドは ‘ししとう’ や ‘鷹の爪’ と同等であり、また、‘ロコト’ の総フェノール量は比較品種より高く、GABA 含量は比較品種と同程度の結果となった。以上のように、成分によっては比較品種より高いものや、系統間変異が認められたことから、今後はより多くの系統を収集・評価して、‘ロコト’ および ‘ぼたんこしょう’ の冷涼な気候に適して

いるという形質に、高機能性という付加価値を付与した品種開発を進めていくこととする。

謝 辞 本研究遂行に当たり、GABAの測定に関して長野県工業技術センター食品部門の近藤君夫氏にご協力頂いた。さらに、‘ぼたんこしょう’については斑尾ぼたんこしょう保存会よりご譲渡頂いた。ここに感謝申し上げる。

引用文献

- Deepa, N., C. Kaur, B. George, B. Singh and H. C. Kapoor. 2007. Antioxidant constituents in some sweet pepper (*Capsicum annuum* L.) genotypes: during maturity. LWT-Food Sci. Technol. 40: 121-129.
- 原田浩平・松島憲一・南 峰夫・根本和洋・濱渦康範. 2007. *Capsicum pubescens* の果実成熟に伴うカプサイシンノイド・カロテノイド含量の推移. 園学雑. 6 (別1): 121.
- 岩井和夫・河田照雄. 1989. 香辛料成分の食品機能. p. 97-129. 光生館. 東京.
- Jyonouchi, H., L. Zhang, M. Gross and Y. Tomita. 1994. Immunomodulating actions of carotenoids: Enhancement of *in vivo* and *in vitro* antibody production to T-dependent antigens. Nutr. Cancer 21: 47-57.
- 近藤君夫・戸井田仁一・蟻川幸彦・小原忠彦. 2004. アミノ酸分析計によるGABA分析時間の短縮. 長野食工試研報. 32: 39-43.
- Lee, Y., L. R. Howard and B. Villaon. 1995. Flavonoid and antioxidant activity of fresh pepper (*Capsicum annuum*) cultivars. J. Food Sci. 60: 473.
- 松倉千昭・杉山将紀・斉藤岳士・飯島陽子・稲井秀二・江面 浩. 2007. トマトGABA高蓄積系統・品種の選抜と塩ストレス栽培の適用. 園学研. 6 (別1): 101.
- 松島憲一. 2006. 北信五岳に咲く牡丹. 農耕と園芸. 61: 128-130.
- 松島憲一・川口奏子・室賀 豊・中谷まゆみ・南 峰夫・根本和洋. 2007. 中山間地向け品種開発に向けたトウガラシ遺伝資源の特性評価. 長野園芸研究要旨. 38: 58-59.
- 松島憲一・南 竜二・南 峰夫・根本和洋. 2006. 長野県におけるロコトウガラシ (*Capsicum pubescens*) の生育特性. 園学雑. 75 (別2): 188.
- 松浦英之・荒川 博・大場聖司・中根 健・吉田 誠. 2000. 温室メロン果実搾汁液の γ -アミノ酪酸 (GABA) 濃度. 園学雑. 69 (別1): 383.
- Minami, M., K. Matsushima and A. Ujihara. 1998. Quantitative analysis of capsaicinoid in chili pepper (*Capsicum* sp.) by high performance liquid chromatography—operating condition, sampling and sample preparation—. J. Fac. Agr. Shinshu Univ. 34: 97-102.
- 南 竜二・松島憲一・南 峰夫・根本和洋. 2004. 栽培地の違いがロコトウガラシ (*Capsicum pubescens*) の生育・収量に及ぼす影響. 園学雑. 73 (別2): 395.
- 南 竜二・松島憲一・南 峰夫・根本和洋. 2005. マルチおよび栽培地の違いがロコトウガラシ (*Capsicum pubescens*) の生育・収量に及ぼす影響. 園学雑. 74 (別2): 422.
- Minguez-Mosquera, M. I., A. Perez-Galvez and J. Garrido-fernandez. 2000. Carotenoid content of the varieties *Jaranda* and *Jariza* (*Capsicum annuum* L.) and response during the industrial slow drying and grinding steps in paprika processing. J. Agr. Food Chem. 48: 2972-2976.
- 中村和哉・奈良一寛・野口智紀・大城哲也・古賀秀徳. 2006. ジャガイモおよびその加工食品の γ -アミノ酪酸 (GABA) 含量. 日食誌. 53: 514-517.
- 太田泰雄. 1962. トウガラシの辛味に関する生理学的ならびに遺伝学的研究. IV トウガラシ果実内におけるcapsaicin分泌器官, 貯蔵器と辛味の分布. 育学雑. 12: 43-47.
- 嵯峨紘一・佐藤 玄. 2003. トウガラシ果実のフェノール, フラボノイドおよびカプサイシンノイド含量の品種間差異. 園学雑. 72: 335-341.
- Tsushima, M., T. Maoka, M. Katsuyama, M. Kozuka, T. Matsuno, H. Tokuda, H. Nishino and A. Iwashima. 1995. Inhibitory effect of natural carotenoids on epstein-barr virus activation activity of a tumor promoter in raji cells. A screening study for anti-tumor promoters. Biol. Pharm. Bull. 18: 227-233.
- Zhang, D. and Y. Hamazu. 2003. Phenolic compounds, ascorbic acid, carotenoid and antioxidant properties of green, red and yellow bell peppers. J. Food Agr. Environ. 1: 22-27.