ケルセチン配糖体を高含有するタマネギ品種 ‘クエルゴールド’ の育成

室 崇人^{a*}・嘉見大助・杉山慶太

独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構北海道農業研究センター 062-8555 北海道札幌市豊平区羊ヶ丘

‘Quergold’, a New Cultivar of Hybrid Onion with High Quercetin Glycoside Contents

Takato Muro^{a*}, Daisuke Kami and Keita Sugiyama

National Agricultural Research Center for Hokkaido Region, Hitsujigaoka, Toyohira, Sapporo, Hokkaido 062-8555

Abstract

Onions contain polyphenolic flavonoid compounds, especially quercetin glycosides. Quercetin has been reported to exhibit antihypertensive effects on humans, and epidemiological studies reported that the polyphenolic flavonoid intake is inversely associated with cardiovascular disease. Onion is a major source of flavonoid intake. Increasing dietary onion intake would increase flavonoid intake, which may reduce the risk of disease. We developed an onion cultivar containing a high concentration of quercetin, ‘Quergold’, a new long-day onion cultivar. ‘Quergold’ was developed by the National Agriculture and Food Research Organization (NARO) and is a hybrid of ‘OSP-3’ and ‘OPP-5’. The male sterile line ‘OSP-3’ was bred from ‘W404A’ and the male fertile line ‘OPP-5’ was bred from an Australian open-pollinated variety (‘Spearwood late brown’) at NARO in 2002. The yield of ‘Quergold’ was lower than those of ‘Kitamomiji-2000’ and ‘Quer-rich’; however, ‘Quergold’ contained a higher concentration of quercetin (5.4 mg quercetin equivalent (Q) · g⁻¹ DW), compared with ‘Kitamomiji-2000’ (3.2 mg Q · g⁻¹ DW) and ‘Quer-rich’ (3.4 mg Q · g⁻¹ DW). Consumers could increase their intake of quercetin through the addition of ‘Quergold’ onions to their daily diet. In addition, foods containing high concentrations of quercetin may be sold at an increased cost and be used to develop a new marketing strategy for selling agricultural products which aim to improve the quality of life through the diet.

Key Words : *Allium cepa*, Functional food, Long-day variety, Onion breeding

キーワード : *Allium cepa*, 長日性品種, 機能性食品, タマネギ育種

緒 言

植物のポリフェノールは、紫外線のエネルギー、病虫害、細菌から自らを守るために含有されると考えられている。これらのうち、フラボノイド類はほとんどの植物に広範に含まれている。フラボノイド類の体内での抗酸化能は水酸基の数と位置に左右され、カテコール構造を持つケルセチンは顕著な抗酸化能を示す。フラボノイド類の持つ抗酸化能により、体内における活性酸素による酸化ストレスが軽減され、酸化ストレスの関与する疾病リスクの低減が期待されている（金沢，2007）。

タマネギ可食部にはケルセチン配糖体が多く含まれ（Hertog ら，1992; Tsushida・Suzuki，1996），一世帯（2人以上の世帯，一世帯平均 3.05 人）当たりの消費量も年間約 16 kg（総務省，2013）と野菜類では多く，食品由来のフラボノイドの重要な摂取源であると考えられる。フラボノイドの摂取は，高血圧患者の血圧を低下させることが示されており（Larson ら，2012），食生活の乱れや運動不足などを起因とする，生活習慣病の有病者やその予備群における症状の改善に役立つと考えられる。さらに，近年の複数の疫学的研究により，フラボノイドの摂取は高齢男性における心疾患の死亡率や動脈硬化の初期病変である LDL（低比重リポタンパク）の酸化を抑制し，循環器疾患の発症抑制や死亡リスクの減少に寄与する可能性が高いことが示された（Arts・Hollman，2005; Hertog ら，1993）。これら研究では，フラボノイドの摂取量と冠動脈疾患などの疾病リスクが反比例する傾向を示すことから，日常の食生活で利用されるタマネギをよりケルセチン含量の多い品種に置き換えることで，疾病リスクを抑え生活水準を改善することが期待される。

2014 年 9 月 12 日 受付. 2014 年 12 月 22 日 受理.

本研究の一部は，農林水産省委託事業「農林水産物・食品の機能性等を解析評価するための基盤技術の開発」において実施された。

* Corresponding author. E-mail: muroh8@affrc.go.jp

^a 現独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構北海道農業研究センター芽室研究拠点 082-0081 北海道河西郡芽室町新生南

国内のタマネギ品種は適応地域により2群に大別され、春まき栽培品種の方が秋まき栽培品種よりもケルセチン含量が多いことが明らかとなっている(岡本ら, 2006). 春まき栽培品種の中で、ケルセチンを多く含む品種として2008年に育成された‘クエルリッチ’(室ら, 2010)は、ケルセチン含量が多い特性を表示することで、インターネット通販などで通常品よりも高い単価で販売されている。加えて、‘クエルリッチ’を原料にした加工食品の開発も進められており、地域の特産品として扱われるに至っている。しかし、‘クエルリッチ’は赤タマネギ品種であるため、既存品種との識別性には優れるが、通常の食生活における利用頻度が低い。また、ケルセチン含量は主要品種‘北もみじ2000’より20%程度多いが、継続的、効率的な摂取のためには、よりケルセチンを高含有する黄タマネギ品種の開発が必要である。

以上より、食生活からより多くのフラボノイド摂取を可能にする、ケルセチン含量を高めた黄タマネギ品種の開発に取り組み、‘クエルゴールド’を育成したので報告する。

材料および方法

1. ‘クエルゴールド’の育成および特性

独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構北海道農業研究センター(以下、農研機構北海道農研と略す)においてケルセチンを高含有するタマネギ系統の開発に2002年より着手した。‘クエルゴールド’は、開発した雄性可稔系統‘OPP-5’を花粉親に、雄性不稔系統‘OSP-3’を種子親にした交配組み合わせにより得られたタマネギF₁品種(第1図, 第2図)であり、育種目標とした可食部にケルセチンを多く含有する特性を示したことから‘月交24号’の名を付して、2010年より生産力検定試験ならびに育成系統評価試験を実施した。

生産力検定試験および育成系統評価試験における耕種概要を第1表に示す。試験は札幌市(農研機構北海道農研), 芽室町(農研機構北海道農研芽室研究拠点), 滝川市(地

方独立行政法人北海道立総合研究機構(以下道総研と略す)花・野菜技術センター)および訓子府町(道総研北見農業試験場)において、2010年から2012年までの3年間実施した。春まき栽培の主要品種である‘北もみじ2000’((株)七宝)と比較することで、春まき栽培における特性を評価

第1図 ‘クエルゴールド’の育成系統図

第2図 ‘クエルゴールド’の外観

第1表 生産力検定試験および育成系統評価試験耕種概要

試験地 ²	年次	播種日	移植日	収穫日	施肥量 (kg・a ⁻¹)			栽植密度 (cm, 株・a ⁻¹)			試験区 (m ²)		貯蔵試験	
					N	P ₂ O ₅	K ₂ O	畦幅	株間	株数	1区面積	反復数	入庫日	出庫日
札幌	2010	2月23日	4月27日	8月20日	1.0	2.0	1.0	30	10	3300	4.3	3	10月1日	3月24日
	2011	2月23日	5月11日	9月5日	1.2	1.2	1.2	30	10	3300	4.3	3	10月12日	4月3日
	2012	2月28日	5月1日	9月4日	1.5	4.5	0.0	30	10	3300	4.3	3		
芽室	2010	2月23日	5月15日	9月28日	2.0	4.0	2.0	30	12	2800	4.5	2	10月1日	3月24日
	2011	2月23日	4月30日	9月20日	1.5	3.0	1.5	30	10	3300	3.6	3	10月12日	4月3日
	2012	3月1日	5月14日	10月1日	1.5	4.5	1.5	30	10	3300	3.6	3		
滝川	2010	3月11日	5月11日	9月2日	1.6	2.6	1.6	30	10.5	3175	3.0	3	10月8日	3月25日
	2011	3月8日	5月12日	9月21日	1.8	3.6	1.3	30	10.5	3175	3.0	3	10月4日	3月30日
	2012	3月6日	5月11日	9月14日	1.8	2.6	1.3	30	10.5	3175	3.0	3		
訓子府	2010	3月9日	5月18日	9月9日	1.5	3.0	1.5	30	10.5	3175	3.24	4	11月1日	4月1日
	2011	3月9日	5月11日	9月7日	1.5	3.0	1.5	30	10.5	3175	3.24	4	11月4日	4月2日
	2012	3月13日	5月9日	9月3日	1.5	3.0	0.9	30	10.5	3175	3.24	4		

² 札幌; 農研機構北海道農研, 芽室; 農研機構北海道農研芽室研究拠点, 滝川; 道総研花・野菜研究センター, 訓子府; 道総研北見農試

した. また, ケルセチン含量の評価のために, ケルセチンを高含有する赤タマネギ ‘クエルリッチ’ (室ら, 2010) を供試した. なお, 親系統については札幌市でのみ生産力検定試験を実施した. 品種の早晩生の目安として, 試験区の5割の個体で茎葉部が倒伏した日を倒伏期として調査した. また, 生育盛期 (7月下旬) の生葉数および葉長 (cm) を調査し, 生育量の目安として葉数と葉長の積である生育指数を算出した. 茎葉が枯れた後に一斉収穫し, ほ場で平均1球重および総収量を調査した. 得られた収穫球を用いて球形および外皮色を評価した. 球の貯蔵性はそれぞれの試験地において冷蔵庫で約6か月間貯蔵した後の球の状態によって評価した.

2. ‘クエルゴールド’ のケルセチン含量の評価

2010年, 2011年および2012年に, 生産力検定試験ならびに育成系統評価試験において生産された球をケルセチン含量の分析に用いた. それぞれの品種・系統で平均的な大きさの5球について, 外皮および外皮化した部分のあるリン片葉を完全に取り去り, 首部と茎盤部を各1cm程度の厚さで水平方向に切除して可食部のみの剥きタマネギを作成した. 続いて, 垂直方向の中心線を通る楕形に8分割して, うち1片を試料として採集, 5球分をまとめて凍結乾燥した. 乾燥後にフードミル (IFM-800DG, 岩谷産業 (株)) で十分に粉碎して, ケルセチン含量測定用試料とした. タマネギでは, HPLCによるケルセチン定量値とフラボノイド類抽出液吸光度との間には強い相関が認められる (Lombardら, 2002; 室ら, 2008) ことから, 本試験ではフラボノイド類抽出液吸光度をケルセチンアグリコン当量に換算してケルセチン含量とした. ケルセチン含量の測定には以下の手法を用いた. 凍結乾燥粉末10~20mgを量り取り, その重さを記録した後にぎ酸を0.1%加えた80%エタノール2mLに溶解して, 室温で1時間以上振とう後に2,800×gで5分間遠心分離した. 上清100μLを98穴トレイに移し, マイクロプレートリーダー (Powerscan HT, Ds ファーマバイオメディカル (株)) で波長360nmにお

ける吸光度を測定した. 標準として抽出液に溶解したケルセチン2水和物 (シグマアルドリッチジャパン合同会社) 溶液を希釈して用い, 溶液のケルセチン含量 (mg quercetin equivalent・g⁻¹ DW, 以下 mg Q・g⁻¹ DW と記す) を算出した. 抽出および測定は2反復で行い, 得られた数値の平均値をケルセチン含量とした. 次に, 乾燥重当たりのケルセチン含量, 乾物率および平均1球重から, 供試品種1球に含まれるケルセチン量を算出した.

結 果

1. ‘クエルゴールド’ の育成および特性

種子親 ‘OSP-3’ は ‘W404A’ を, 花粉親 ‘OPP-5’ はオーストラリア在来 ‘Spearwood Late Brown’ を育種素材として, 個体選抜および自殖により, 高いケルセチン含量を有する系統として開発された (第1図). ‘OSP-3’ は細胞質雄性不稔性系統であるため, 他系統の花粉と交雑した場合のみ着粒する. また, ‘OSP-3’ の維持・増殖には雄性不稔維持系統の ‘OMP-3’ が必要となる. 倒伏までの日数は3系統ともに162日で ‘北もみじ2000’ との差は認められなかった (第2表). ‘OSP-3’, ‘OMP-3’ および ‘OPP-5’ の生育指数は547, 456および543で ‘北もみじ2000’ の732より小さかった. 平均1球重は ‘OSP-3’, ‘OMP-3’ および ‘OPP-5’ でそれぞれ117g, 95g, および144gであり, アール当たりの総収量は ‘OSP-3’, ‘OMP-3’ およ

第3表 ‘クエルゴールド’ の採種量

品種名	年次	母球数 (球)	種子重 (g)	母球当たりの 種子重 (g/球)
クエルゴールド	2009	14	42.0	3.0
	2010	22	62.8	2.9
	2012	78	336.7	4.3
	平均 ^z	—	—	3.4 ± 0.5

^z 平均値 ± 標準誤差

第2表 開発した親系統の特性^z

品種名	倒伏期 ^y (日)	生育指数 ^x	平均1球重 (g)	総収量 (kg・a ⁻¹)	球形 ^w	外皮色 ^w	ケルセチン配糖体含量 (mg Q・g ⁻¹ DW)
OSP-3	162	547	117	374	円	褐色	8.2
OMP-3	162	456	95	308	円	褐色	7.4
OPP-5	162	543	144	481	円	褐色	5.4
北もみじ2000	159	732	194	605	円	褐色	2.7
分散分析 ^v	ns	**	*	*	—	—	**
OSP-3と北もみじ2000	ns	*	ns	ns	—	—	**
OMP-3と北もみじ2000	ns	**	*	*	—	—	**
OPP-5と北もみじ2000	ns	*	ns	ns	—	—	*

^z 札幌における3か年の平均値

^y 播種後倒伏期までの日数

^x 葉数 (枚) × 葉長 (cm)

^w 遺伝資源特性調査マニュアルにより評価

^v 一元配置分散分析, 品種間の差は Tukey 法で検定, **, * はそれぞれ 1%, 5% 水準で有意差あり, ns は 5% 水準で有意差なし

第4表 ‘クエルゴールド’ の生育特性と収量性^z

品種名	試験地	倒伏期 ^y		生育指数 ^x		平均 1 球重		総収量	
		日	平均	指数	平均	g	平均	kg・a ⁻¹	平均
クエルゴールド	札幌	160		577		144		451	
	芽室	176	160	596	598	153	159	425	455
	滝川	157		690		168		499	
	訓子府	148		529		170		443	
北もみじ 2000	札幌	159		732		194		605	
	芽室	179	160	609	655	172	196	511	594
	滝川	154		710		201		607	
	訓子府	148		569		215		651	
クエルリッチ	札幌	158		696		165		508	
	芽室	173	157	654	672	163	170	491	503
	滝川	151		770		166		475	
	訓子府	147		568		184		539	
分散分析 ^w (品種 / 地域)		ns/**		ns/ns		*/ns		*/ns	
クエルゴールドと北もみじ 2000		—		—		*		**	
クエルゴールドとクエルリッチ		—		—		ns		ns	

^z 3か年の平均値 (芽室は2か年平均値を含む)^y 葉数 (枚) × 葉長 (cm)^x 播種後倒伏期までの日数^w 二元配置分散分析 (品種 × 地域), 品種間の差は Tukey 法で検定, **, * はそれぞれ 1%, 5% 水準で有意差あり, ns は 5% 水準で有意差なし第5表 ‘クエルゴールド’ の球の特性^z

品種名	試験地	球形 ^y	外皮色 ^y	乾物率 ^x (%)	貯蔵性 ^w
クエルゴールド	札幌	やや扁平	褐	13.0	10.1
	芽室	円	褐	11.9	11.8
	滝川	やや扁平	褐	12.5	18.1
	訓子府	円	褐	13.1	50.4
北もみじ2000	札幌	円	褐	11.1	45.3
	芽室	円	褐	9.9	50.9
	滝川	円	褐	10.7	86.6
	訓子府	円	褐	10.9	74.2
クエルリッチ	札幌	広楕円	赤	12.4	15.2
	芽室	広楕円	赤	11.6	16.1
	滝川	円	赤	12.5	5.9
	訓子府	広卵	赤	12.8	64.4
分散分析 ^v (品種/地域)		—	—	**/*ns	*/ns
クエルゴールドと北もみじ2000		—	—	**	*
クエルゴールドとクエルリッチ		—	—	ns	ns

^z 3か年の平均値 (貯蔵後健全率は2か年平均値)^y 遺伝資源特性調査マニュアルにより評価^x 可食部を熱風乾燥して計測^w 収穫後約6か月間貯蔵後の健全率, 貯蔵条件; 4°C・湿度制御なし (札幌, 芽室), 2°C・湿度70% (滝川), 1°C・湿度65% (訓子府)^v 二元配置分散分析 (品種 × 地域), 品種間の差は Tukey 法で検定, **, * はそれぞれ 1%, 5% 水準で有意差あり, ns は 5% 水準で有意差なし

び ‘OPP-5’ でそれぞれ 374 kg・a⁻¹, 308 kg・a⁻¹, 481 kg・a⁻¹ であった. ‘OSP-3’, ‘OMP-3’ および ‘OPP-5’ とともに球縦断面の形は円で, 外皮色は褐色であった. ‘OSP-3’, ‘OMP-3’ および ‘OPP-5’ の可食部に含まれるケルセチン量は 8.2 mg Q・g⁻¹ DW, 7.4 mg Q・g⁻¹ DW および 5.4 mg Q・g⁻¹ DW

であり, ‘北もみじ2000’ の 2.7 mg Q・g⁻¹ DW より多かった. また, ‘OSP-3’ と ‘OPP-5’ の交配により得られる ‘クエルゴールド’ の種子重は, 母球1球当たり平均で 3.4 g であった (第3表).

生産力検定試験および育成系統評価試験における ‘クエ

第6表 ‘クエルゴールド’ のケルセチン配糖体含量

品種名	年次	乾物当たり (mg Q・g ⁻¹ DW)						1 球当たり ^z (mg Q/球)	
		札幌	芽室	滝川	訓子府	年次平均	全平均	年次平均	全平均
クエルゴールド	2010	4.4	5.1	5.1	4.7	4.8		103	
	2011	5.2	6.7	5.3	5.2	5.6	5.4	136	131
	2012	4.8	6.2	5.1	6.4	5.6		154	
北もみじ 2000	2010	3.0	3.5	2.6	3.4	3.1		65	
	2011	2.1	4.0	2.9	3.9	3.2	3.2	65	75
	2012	3.0	3.1	3.3	3.5	3.2		94	
クエルリッチ	2010	3.2	—	3.1	4.1	3.5		76	
	2011	3.7	4.0	3.2	3.8	3.7	3.4	88	91
	2012	2.9	3.4	3.5	3.1	3.2		106	
分散分析 ^y (品種/地域)						**/*		**/ns	
クエルゴールドと北もみじ 2000						**		**	
クエルゴールドとクエルリッチ						**		**	
年次間の相関 ^x	2010 年と 2011 年					0.95**		0.93**	
	2010 年と 2012 年					0.69*		0.61*	
	2011 年と 2012 年					0.71*		0.73**	

^z 平均 1 球重, 乾物率, 乾物当たりのケルセチン含量より算出^y 二元配置分散分析 (品種 × 地域), 品種間の差は Tukey 法で検定, **, * はそれぞれ 1%, 5% 水準で有意差あり, ns は 5% 水準で有意差なし^x 地域・品種ごとの数値を年次間で比較しスピアマンの順位相関係数を算出, **, * はそれぞれ 1%, 5% 水準で有意な相関であることを示す

ルゴールド’の特性について第4表に示す。播種後倒伏期までの日数は160日, 生育指数は598となり‘北もみじ2000’および‘クエルリッチ’と差は認められない。平均1球重は159g, 総収量は455 kg・a⁻¹で‘北もみじ2000’より球重が軽く, 収量は少なかったが, ‘クエルリッチ’との差は認められなかった。‘クエルゴールド’の球縦断面の形は円もしくはやや扁平, 外皮色は褐色であり, ‘北もみじ2000’とは球形が, ‘クエルリッチ’とは球形および外皮色が異なった(第5表)。乾物率は‘北もみじ2000’より高いが, ‘クエルリッチ’とは差がなかった。約6か月間の冷蔵貯蔵後の‘クエルゴールド’の健全球率は, ‘北もみじ2000’に劣り, ‘クエルリッチ’と同等であった。

2. ‘クエルゴールド’のケルセチン含量の評価

‘クエルゴールド’の可食部に含有されるケルセチン量は, 2010年は4.8 mg Q・g⁻¹ DW, 2011年は5.6 mg Q・g⁻¹ DW, 2012年は5.6 mg Q・g⁻¹ DWとなり, 3か年平均では5.4 mg Q・g⁻¹ DWとなった(第6表)。^z ‘北もみじ2000’では2011年の芽室における4.0 mg Q・g⁻¹ DWが, ‘クエルリッチ’では2010年の訓子府における4.1 mg Q・g⁻¹ DWが, それぞれのケルセチン含量の最大値である。一方, ‘クエルゴールド’の最低値は, 2010年の札幌における4.4 mg Q・g⁻¹ DWであり, 試験期間中のいずれの場所・年次においても‘クエルゴールド’のケルセチン含量が‘北もみじ2000’および‘クエルリッチ’を下回ることとはなく有意に高かった。加えて, 各試験地における供試品種のケルセチン含量は, いずれの年次間においても相関していた(第6表)。

‘クエルゴールド’の1球に含まれるケルセチン量は, 2010年は103 mg Q/球, 2011年は136 mg Q/球, 2012年は154 mg Q/球で, 3か年平均では131 mg Q/球となった。^z ‘北もみじ2000’は75 mg Q/球, ‘クエルリッチ’は91 mg Q/球が平均値であり両品種よりもケルセチンを多く含有する。

ケルセチンを高含有する特性が安定して発揮されることから2013年に品種登録出願した。なお, 黄色タマネギで球にケルセチン(クエルセチンとも称す)を高含有することから‘クエルゴールド’と命名した。

考 察

タマネギに含まれるケルセチン含有量に着目して, 育種素材の評価および系統開発を行い, ケルセチンを高含有する‘クエルゴールド’を育成した。開発した親系統は小球でケルセチン含量が多い特性であるが, 育成に用いた素材系統においても乾燥重当たりのケルセチン含量の高い系統は総じて1球重が軽い傾向であり, 選抜個体の自殖後代においてもその傾向が維持された(データ略)。タマネギのF₁採種では種子親の母球が大きいほど得られるF₁種子量が多くなると考えられているため, 母球の大きさに起因する種子生産性の悪さが懸念された。しかし, ‘OSP-3’は小球ながら, 種子親1株当たり3.4gの種子が得られており, F₁種子生産への影響は少ないと判断した。

‘クエルゴールド’は‘北もみじ2000’に比べ, 乾物重当たりのケルセチン含量は高いが1球重は軽い特徴を持つため, 収穫量が少なくなることが生産上の問題であり, 栽

培技術による収量性の改善が必要である。生産力検定試験および育成系統評価試験では、アール当たり 2,800 株から 3,300 株の栽植密度で実施したが、道内ではアール当たり 4,000 株程度の生産事例もあり、栽植本数を多くして収穫量を改善する方法が当面の対応策として考えられる。アール当たりの栽植密度を 4,000 株とした場合、ほ場での規格内率を生産力検定試験における「クエルゴールド」の規格内率（90%）と同等、平均 1 球重を密植の影響によりやや小さい 150 g と仮定すると、 $540 \text{ kg} \cdot \text{a}^{-1}$ 程度まで収量性の改善が見込まれる。また、マルチ被覆を利用した場合には横径 8 cm 以上の L 規格球の割合が増加し収量性が改善する（データ略）。ただし、いずれの手法も試験に用いた標準的な栽培手法よりもやや生産コストが高くなり、収穫球のケルセチン含量に与える影響も未検討であることから、今後の課題である。

タマネギ品種および系統のケルセチン含量については、既に多くの研究者により報告がなされており（Patil ら, 1995; 渡辺ら, 2013）、白タマネギはケルセチンを含有せず、赤タマネギや黄色タマネギで含量が多い品種が存在することが明らかとなっている。また、タマネギ品種のケルセチン含量は、年次間で変動するものの、栽培地における品種間の相対的な関係は維持されることも報告（岡本ら, 2006; 室ら, 2010）されており、本試験でも同様の傾向を確認した。2010 年の含量は他の 2 か年に比べ低いが、この年は全道的に夏季の気温が例年よりも高い状態が続いた年であり、生育時期の気温がケルセチン含量の変動要因のひとつである可能性も示唆される。

「クエルゴールド」の普及においては、最大の特徴である機能性成分含量について、生産者および消費者の理解が必須である。ヒト介入試験により、メタボリックシンドロームの特徴を示した 93 人の被験者において、1 日当たり 150 mg のケルセチンを 42 日間にわたり摂取した場合、摂取しない場合と比較して、最高血圧が 2.6 mmHg 低減することが報告されており（Egert ら, 2009）、ケルセチンには血圧の抑制効果が認められている。男性の 35.7%、女性の 25.5% が高血圧（最高血圧 140 mmHg 以上）症状を示す我が国（厚生労働省, 2014）では、食事による血圧の抑制には相当数の人が関心を持つと考えられる。また、既にケルセチンを高含有するタマネギをブランド化して販売する事例もあり、「タマネギのケルセチン」に対し消費者の認知が進みつつある。青果物の成分表示に関する購買行動の解析（大浦, 2007）では、成分表示のある商品は消費者に高く評価され、品目ごとに定着している特定の機能性成分についてはより高く評価される傾向となることが報告されている。よって、「クエルゴールド」についても健康管理に関心のある消費者を中心に付加価値を有するタマネギとしての取り扱いが期待される。

ケルセチン高含有タマネギが、付加価値を持つ農産物として消費者に浸透するうえでの課題は、情報発信と周年供

給体制の確立である。ケルセチンを高含有する特性は外観からは判断が難しいので、既存品種との区別化には科学的な定量値やケルセチンの持つ機能性についての情報発信が不可欠である。また、「クエルゴールド」の供給可能時期は 9 月から翌年 3 月であり、出荷時期の前進に向け岐阜県などで 7 月収穫の作型による「クエルゴールド」の栽培試験を実施している。しかし、「クエルゴールド」ではこれ以上の出荷時期の拡大は難しく、周年供給に向けては、暖地での栽培に適したケルセチン高含有品種の開発が必要である。

最後に、「クエルゴールド」の生産に向けて、2014 年より許諾契約を結んだ民間の種苗会社と協力して、種子生産を進めている。しかし、タマネギの種子生産には 2 年間必要であり、最短でも 2016 年の作付けからの販売となる。また、親系統の種子増殖にも時間が必要のため、種子販売量は少しずつ拡大していく予定である。

摘 要

タマネギに含まれるフラボノイド類のケルセチンは、ヒト介入試験により血圧の抑制効果が報告されており、機能性成分として注目されている。そこで、既存の品種よりもケルセチンを高含有することで、消費者に対し付加価値を有する黄色のタマネギ品種を育成した。

農研機構において育種素材のケルセチン含量を評価し、選抜素材系統より花粉親系統「OPP-5」と種子親系統「OSP-3」を開発した。「クエルゴールド」は、両系統の交配より得られるタマネギ F_1 品種で 2013 年に品種登録出願受理された。

「クエルゴールド」は寒地・寒冷地に適した中生の黄タマネギ品種で、収量性は主要品種「北もみじ 2000」に劣る。しかし、「クエルゴールド」の乾物 1 g 当たりのケルセチン含量は $5.4 \text{ mg Q} \cdot \text{g}^{-1} \text{ DW}$ で、「北もみじ 2000」の $3.2 \text{ mg Q} \cdot \text{g}^{-1} \text{ DW}$ および「クエルリッチ」の $3.4 \text{ mg Q} \cdot \text{g}^{-1} \text{ DW}$ よりも多く、ケルセチンを高含有する特徴を有する。そのため、既存品種に代わり通常の食生活において利用することで継続的に多くのケルセチンの摂取が可能となる。ケルセチンを高含有する特性は商品に付加価値を与え、食生活を通じて生活水準の向上を目指す新たな農産物の販売手段として、その利用が期待される。

引用文献

- Arts, I. C. W. and P. C. H. Hollman. 2005. Polyphenols and disease risk in epidemiologic studies. *Am. J. Clin. Nutr.* 81(suppl): 317–325.
- Egert, S., A. B-Westphal, J. Seiberl, C. Kürbitz, U. Settler, S. P-Danielzik, A. E. Wagner, J. Frank, J. Schrezenmeir, G. Rimbach, S. Wolfram and M. J. Müller. 2009. Quercetin reduces systolic blood pressure and plasma oxidised low-density lipoprotein concentrations in overweight subjects

- with a high-cardiovascular disease risk phenotype: a double-blinded, placebo-controlled cross-over study. *British Journal of Nutrition* 102: 1065–1074.
- Hertog, M. G. L., E. J. M. Feskens, P. C. H. Hollman, M. B. Katan and D. Kromhout. 1993. Dietary antioxidant flavonoids and risk of coronary heart disease: the Zutphen Elderly Study. *The Lancet* 342: 1007–1011.
- Hertog, M. G. L., P. C. H. Hollman and M. B. Katan. 1992. Content of potentially anticarcinogenic flavonoids of 28 vegetable and 9 fruits commonly consumed in the Netherlands. *J. Agric. Food Chem.* 40: 2379–2383.
- 金沢和樹. 2007. 植物性食品の非栄養性機能成分ポリフェノール. *オレオサイエンス*. 7: 317–325.
- 厚生労働省. 2014. 平成 24 年国民健康・栄養調査報告. 36. <<http://www.mhlw.go.jp/bunya/kenkou/eiyoudl/h24-houkoku.pdf>>.
- Larson, A. J., J. D. Symons and T. Jalili. 2012. Therapeutic Potential of Quercetin to Decrease Blood Pressure: Review of Efficacy and Mechanism. *Adv. Nutr.* 3: 39–46.
- Lombard, K. A., E. Geoffriau and E. Peffley. 2002. Flavonoid Quantification in Onion by Spectrophotometric and High Performance Liquid Chromatography Analysis. *HortScience* 37: 682–685.
- 室 崇人・野口裕司・森下昌三・伊藤喜三男・杉山慶太・近藤友宏・樽沼安壽彦・大野幸宏. 2010. ケルセチンを高含有する赤タマネギ新品種「クエルリッチ」の育成とその特性. *北海道農研セ研報*. 192: 25–32.
- 室 崇人・野口裕司・森下昌三・岡本大作. 2008. 細断抽出によるタマネギケルセチン配糖体含量の簡易評価法. *北海道農研研報*. 189: 1–8.
- 岡本大作・野口裕司・室 崇人・森下昌三. 2006. タマネギにおけるケルセチン配糖体含量の遺伝的変異. *園学雑*. 75: 100–108.
- 大浦裕二. 2007. 現代の青果物購買行動と産地マーケティング. *総合農業研究叢書*. 58: 57–73.
- Patil, B. S., L. M. Pike and K. S. Yoo. 1995. Variation in the Quercetin Content in Different Colored Onions (*Allium cepa* L.). *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 120: 909–913.
- 総務省統計局. 2013. 家計調査年報・家計収支編・4-1 品目分類・1 世帯当たり年間の支出金額, 購入数量及び平均価格・全国. <<http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/Xlsdl.do?sinfid=000023621378>>.
- Tsushida, T. and M. Suzuki. 1996. Content of Flavonol Glucosides and Some Properties of Enzymes Metabolizing the Glucosides in Onion. *Nippon Shokuhin Kagaku Kogaku Kaishi* 43: 642–649.
- 渡辺 純・室 崇人・柳田大介・山岸 喬・石川 (高野) 祐子. 2013. 北海道産タマネギ品種のケルセチン含有量と抗酸化能の差異. *日食工誌*. 60: 563–566.