あたらしい 農業技術

No.609

野菜がもつ栄養成分を活かした 高齢者向け野菜パック食品の開発

平成27年度

―静岡県経済産業部―

要 旨

1　技術、情報の内容及び特徴

規格に合わないため廃棄される野菜を活用して、高齢者向けの食感となる野菜パックを食品企業と開発しました。その際には、以下の加工技術や、開発品の特長を明らかにしました。

（１）低温スチーマーを使った加熱条件の探索

ここでは、ニンジン、サツマイモ及びジャガイモの栄養面の特長を活かし、かつ高齢者が容易に噛める程度に軟らかくなる加熱温度・時間条件を明らかにしました。

（２）最適な加熱条件を活かした“野菜パック”の開発

（１）の条件を活かして、噛む力や飲み込む力が少し弱くなった高齢者向けに、やや軟らかい食感の野菜パックを開発しました。

2　技術、情報の適用効果

本技術を活用することで、ニンジン、ジャガイモ及びサツマイモにおいて、栄養成分を損なわないで、おいしさが高まる高齢者向けの食品開発が可能となります。本技術は、試験で供試しなかった野菜においても応用可能なため、各地域の特産野菜などを活かした新商品の開発が期待できます。

3　適用範囲

６次産業化を図る農業者や食品企業

4　普及上の留意点

野菜パックの賞味期限の設定や、その他の野菜に関する加工条件は、別途検討が必要となる。

目　次

はじめに　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・1

１　本研究で目指した高齢者向けの食品　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・1

２　低温スチーマーを活用する加熱技術　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・1

３　真空調理を活用する加熱技術　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・2

４　低温スチーマーを使った加熱条件の探索　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・2

（１）加熱したニンジンの硬さとβ－カロテンの変化　・・・・・・・・・・・・・・・・2

（２）加熱したサツマイモの硬さ、糖度とビタミンＣの変化　・・・・・・・・・・・・・3

（３）加熱したジャガイモの硬さとビタミンＣの変化　・・・・・・・・・・・・・・・・4

５　最適な加熱条件を活かした“野菜パック”の開発　・・・・・・・・・・・・・・・・5

（１）高齢者向け食品としての適性評価　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・6

（２）ニンジンパックのβ－カロテン含量の評価　・・・・・・・・・・・・・・・・・・7

おわりに　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・7

引用文献　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・7

用語解説　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・8

はじめに

静岡県では、温暖な気候を利用して、豊富な種類の野菜が栽培されています。この野菜の多くは、出荷され、スーパーなどを介して、私たちの食卓で利用されます。しかし、中には、大きさや形などの規格基準に合わないため、出荷できずに廃棄されるものも多くあります。その廃棄量は、天候などの影響で毎年変わりますが、野菜の生産者への聞き取り調査によると、ニンジンや白ネギにおいて、２割を超えていました。食品素材であり、十分活用できるにも関わらず、規格に合わないため廃棄されている現状は、生産者や消費者である私たちにとって改善すべきものとなっております。

そこで当研究所では、磐田市からの支援を受け、食品企業と連携し、遠州地域の規格基準に合わない野菜（ニンジン、サツマイモ及びジャガイモ）を食品加工によって、高齢者向けの食品とする研究開発を行いました。高齢者向け食品の開発は、高齢者社会の現在において、需要拡大が見込める市場となります。この開発の際には、各野菜の特長的な栄養成分を損なわずに加工する条件や、糖度を高める加熱条件を、“低温スチーマーによる加熱（２を参照)”及び“真空調理（３を参照)”で明らかにして、その技術を活用しました。

１　本研究で目指した高齢者向けの食品

加齢により噛む力や飲み込む力が低下した高齢者では、それが要因で食べ物が肺や気管支に入り込み、誤嚥性肺炎を引き起こす事例が多くあります。そのため、軟らかく、かつ飲み込みやすい食感の食品が必要となります。

ただし、上述の食品の中には、食材を細かくし、食べやすく加工することで、見た目の良さが損なわれる問題があります。見た目は、食品のおいしさと関連する大事な項目なので、その点を考慮した開発が重要と考えます。

本研究では、噛む力や飲み込む力が比較的軽度に低下した人向けに、素材の見た目や栄養成分を活かすと供に、軟らかい食品の開発を目指しました。

２　低温スチーマーを活用する加熱技術

低温スチーマーは、100℃未満の温度帯で温度調節が可能な蒸し調理機器であり、野菜がもつ見た目や栄養成分を損なわない素材の開発や、野菜のおいしさを高めるための技術として有用となります（図１）。

いくつかの野菜において、その素材がもつ栄養成分の維持や、おいしさ向上のための加工条件が明らかとなっていますが[1,2)]、情報が限定的であるため、野菜の種類ごとに詳細な加工条件を明らかにすることは、野菜の品質維持や、おいしさを高めた新しい加工食品の開発につながります。

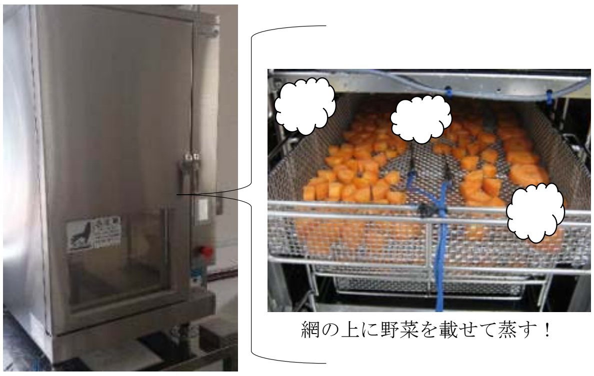

図１ 低温スチーマーの外観と内部の様子

３　真空調理を活用する加熱技術

介護施設等でも活用される真空調理は、野菜などを真空包装機で真空密封した後、低温スチーマーやスチームコンベクション等により 100℃以下で加熱する方法で、野菜本来がもつ栄養成分、形や色を損なわないという特長があります。また、素材が有するうま味成分を損なわないという特長は、調味液による余分な味付けを減らすことにもつながり、生活習慣病予防の面からも期待できる技術です。

４　低温スチーマーを使った加熱条件の探索

低温スチーマーや真空調理を使って軟らかくした食品は、数多くあるため、既製品との差別化が必要となります。本研究では、ニンジン、ジャガイモ及びサツマイモ、それぞれがもつ栄養面や見た目の特長を活かした食品開発を実現するため、特長のある栄養成分を維持しつつ、高齢者が容易に噛める程度に軟らかくする加工条件を明らかにしました。

各野菜は、それぞれ１cm 幅の銀杏切りで一口サイズとした後、低温スチーマー（QTS-23HTA、福島工業製）から発生する飽和水蒸気で加熱処理しました（以下、低温スチーム処理）。低温スチーム処理後は、各野菜の硬さがどのような値となるかを評価するため、クリープメータ（RE2-3305B、Yamaden 製）で測定しました（図２）。次に、各野菜の特長的な成分を機器分析で評価し、その成分を損なわない加熱条件を探しました。

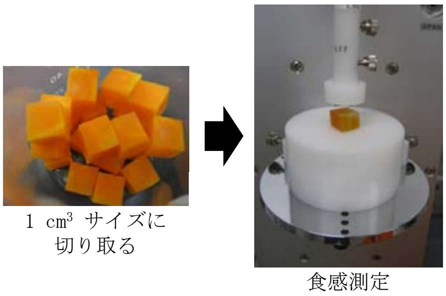

図２ クリープメータによる食感測定の様子

（１）加熱したニンジンの硬さとβ－カロテンの変化

数値化したニンジンの硬さは、介護食品の開発で利用される日本介護食品協議会の基準値[3]と比較しました。その結果（図３）、低温スチーム 80℃・120 分処理、85℃・60 から 120 分処理、90℃・30 から 120 分処理したニンジンが、食材を容易に噛める硬さの基準値（５×10^5 N/m^2 を上限値、UDF 区分１）を満たしました。これら条件で処理したニンジン素材は、噛む力が少し弱くなった人向けになることがわかりました[2]。

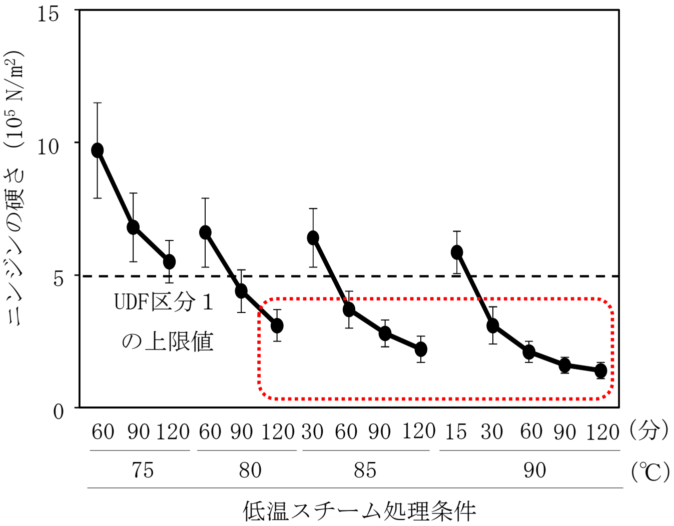

図３ 低温スチーム処理したニンジンの硬さの変化

各区は、30 片の平均値±標準偏差を表します。

ニンジンの特長的な成分であるβ－カロテンは、体内で遺伝子を傷つける要因となる活性酸素種の毒性を減らす効果[4]があるため、効率的に摂取することは、健康にとって有用です。この成分を上述の条件

を参考にして測定した結果（図４）、いずれの加工条件で処理されたニンジン素材においても、生ニンジンと同等のβ－カロテンが維持されていました[2]。

以上のことから、処理時間の最も短い低温スチーム 90℃・30 分処理が、ニンジンの栄養成分を保持し、かつ軟らかくする最適条件と考えています。

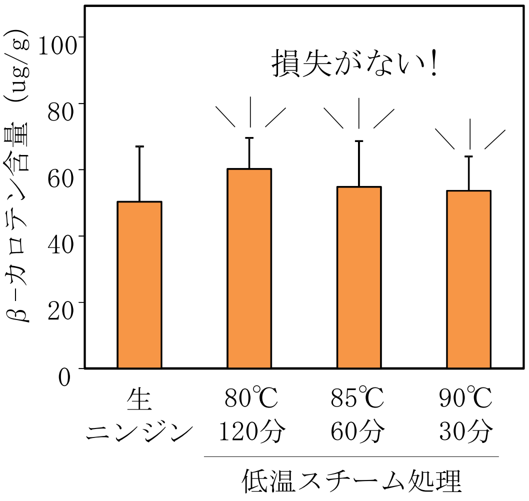

図４　低温スチーム処理したニンジンのβ－カロテン含量の変化

各区は、５片の平均値±標準偏差を表します。

（２） 加熱したサツマイモの硬さ、糖度とビタミンＣの変化

数値化したサツマイモの硬さの値も、日本介護食品協議会の基準値[3]と比較しました。その結果（図５）、低温スチーム 75℃・60 及び 90 分処理、80℃・15 から 90 分処理、85℃・15 から 90 分処理、90℃・15 から 90 分処理したサツマイモが、食品を容易に噛める硬さの基準値（UDF 区分１）を満たしました。したがって、これらの条件で処理したサツマイモ素材は、噛む力が少し弱くなった人向けになることがわかりました。

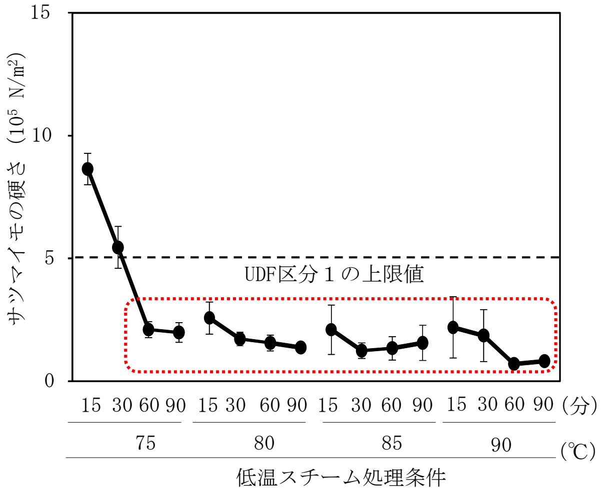

図５　低温スチーム処理したサツマイモの硬さの変化

各区は、５片の平均値±標準偏差を表します。

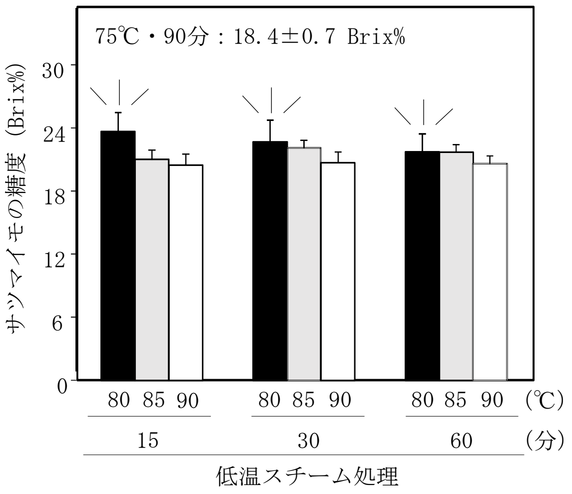

図６　低温スチーム処理したサツマイモの糖度変化

各区は、５片の平均値±標準偏差を表します。

サツマイモは、加熱することでデンプンから麦芽糖が生成され、おいしさが増します。上述の温度条件を参考に、低温スチーム処理の温度や時間を変え、糖度の変化を調べました。その結果（図６）、80℃帯で処理することで、最も糖度が高まることがわかりました。これは、デンプンを糖に変える酵素の活性が、低温スチーム 80℃処理で、最も活発に働くためと考えられます。ただし、サツマイモは、品種によって、最適な糖化温度が異なります[5]。本試験の使用品種は、“紅はるか”ですが、その他の品種を使う場合は、別途温度条件の検討が必要になると考えます。ま

た、加熱時間は 15 分より長く設定しても、糖度の増加が認められないことから、低温スチーム 15 分処理で十分に素材の良さを引き出せます。

サツマイモの特長的な健康増進成分であるビタミンＣは、日本食品標準成分表の記載によると 100 g 当たり 29 mg[6]）と多く含まれています。このビタミンＣの推奨摂取量は、成人で１日 100 mg とされているため、サツマイモはその摂取源として有用です。低温スチーム処理温度を変えた場合、ビタミンＣは温度上昇に伴い、大きく減少しました（図７）。しかし、サツマイモを真空包装した後、低温スチーム処理することで、大きく改善することを確認しました（図８）。

以上のことから、真空調理と併用することで、低温スチーム 80℃・15 分処理が、サツマイモのビタミンＣが保持され、糖度が高く、軟らかくする最適条件になると考えられます。

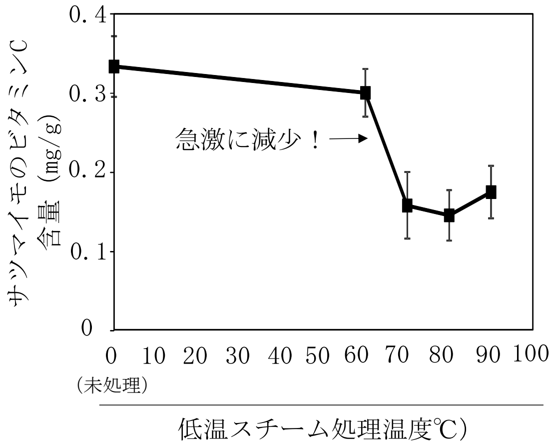

図７　加熱温度を変えた際のサツマイモのビタミンＣ含量

各区は、５片の平均値±標準偏差を表します。処理時間は、いずれも 15 分です。

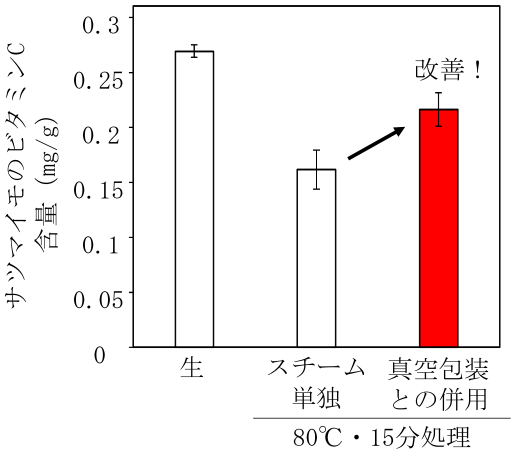

図８　真空調理の適用によるビタミンＣ損失量の改善効果

各区は、５片の平均値±標準偏差を表します。

（３）　加熱したジャガイモの硬さとビタミンＣの変化

数値化したジャガイモの硬さも、日本介護食品協議会の基準値[3]）と比較しました。その結果（図９）、低温スチーム 85℃・30 分、90℃・５から 30 分処理したジャガイモが、食材を容易に噛める硬さの基準値（UDF 区分１）を満たしました。したがって、これらの加工条件で処理したジャガイモ素材は、噛む力が少し弱くなった人向けとなることがわかりました。

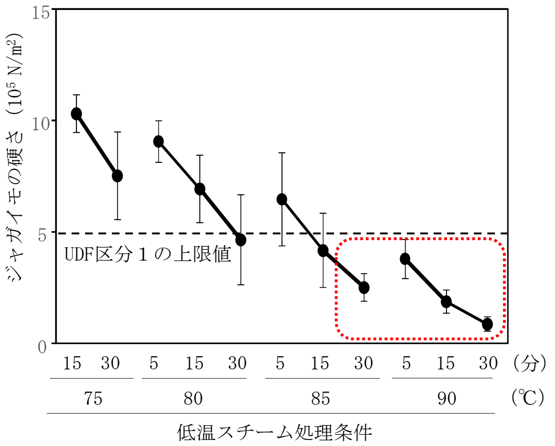

図９　低温スチーム処理したジャガイモの硬さの変化

各区は、５片の平均値±標準偏差を表します。

ジャガイモもサツマイモと同様、ビタミンCが特長的な成分で、日本食品標準成分表の記載によると 100 g 当たり 35 mg[6]と多く含まれます。上述の温度条件を参考に、加熱温度を変えた際の影響を調査した結果（図 10）、温度上昇に伴いビタミンCは減少しました。しかし、サツマイモと比較すると、緩やかな減少でした。これは、ジャガイモ中のデンプンが、損失を抑える働きをもつためと考えられます。

以上のことから、処理時間の最もかからない 90℃・５分が、ジャガイモのビタミンCが保持され、軟らかくする最適条件と考えました。

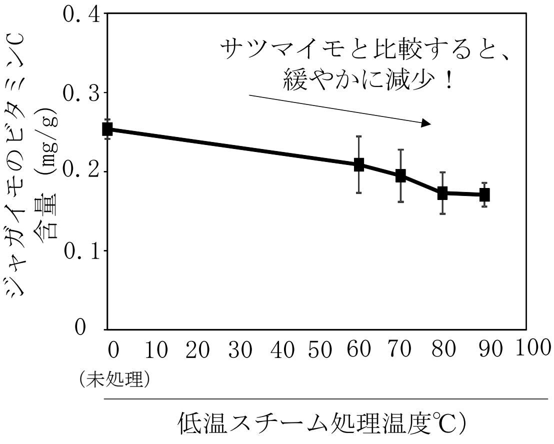

図 10 加熱温度を変えた際のジャガイモのビタミンC含量

各区は、５片の平均値±標準偏差を表します。
処理時間は、いずれも 15 分です。

５　最適な加熱条件を活かした“野菜パック”の開発

４で明らかとした条件を参考に、浜松市内の食品企業（株式会社 イヌイ・コーポレーション・ジャパン）の協力を得て、図 11 の工程で各野菜パックを試作しました。試作品について、硬さの評価に加え、飲み込みやすさについても、クリープメータで評価しました。また、ニンジンパックについては、β－カロテン含量が殺菌等の加工過程を経ても損失しないか確認しました。

図 11 野菜パックの試作工程

ニンジン及びジャガイモの低温スチーム加熱条件は、95℃・15 分です。一方、サツマイモは、80℃・15 分です。

（1） 高齢者向け食品としての適性評価

ニンジンパック、ジャガイモパック及びサツマイモパックの硬さの値は、日本介護食品協議会の基準値の中の、食品を容易に噛める硬さの基準（UDF 区分１）を満たしました（図 12)。また、飲み込みやすさの指標となる凝集性及び付着性は、嚥下困難者用の食品開発で利用される嚥下食ピラミッドの基準値と比較しました。その結果、飲み込む力が少し低下した人向けの基準値（凝集性：０から 1.0、付着性：1000 J/m^3以下、L４）を満たしていました。

この結果、全ての野菜パックは、噛む力や飲み込む力が少し弱くなった高齢者にとって有効であることが確認できました。

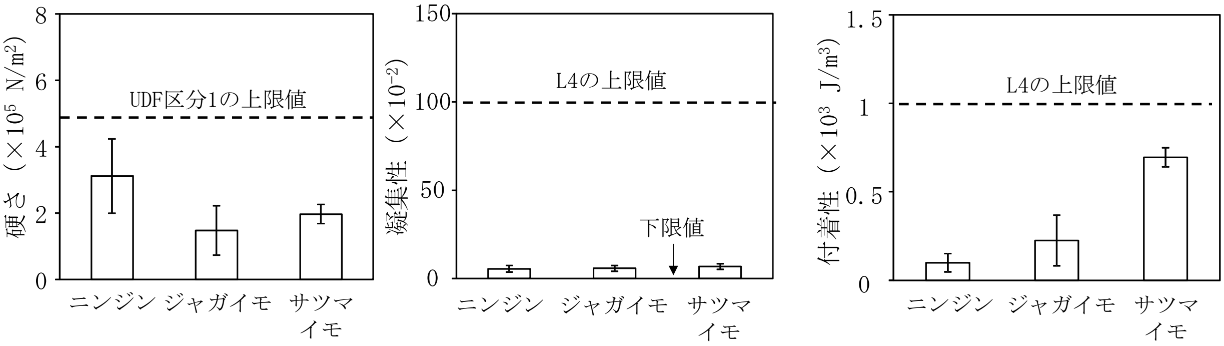

図 12 ニンジンパック、ジャガイモパック、サツマイモパックの食感

各区は、５片の平均値±標準偏差を表します。

サツマイモに関しては、４（２）の検討を活かして、真空パック後に低温スチーム処理した区（図 13）も併せて検討しましたが、付着性がＬ４の基準を満たしませんでした（1.2±0.5 $\times 10^3$ J/m^3)。そのため、サツマイモの場合は、上述の図 11 の工程の通り、素材を真空包装する前に低温スチーム処理する工程が必要となります。

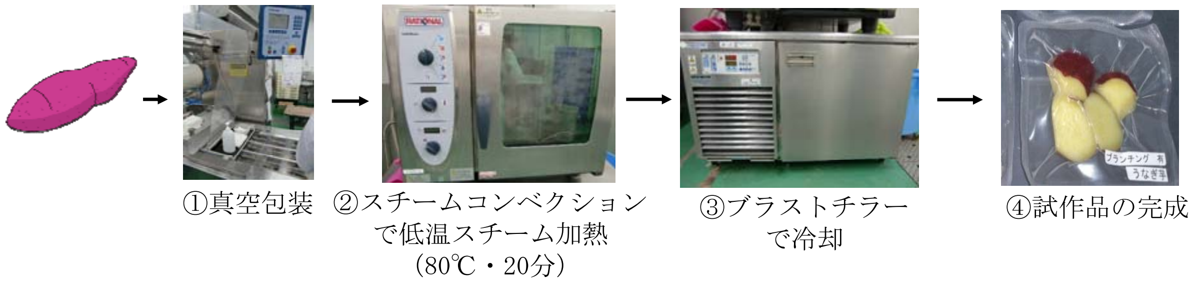

図 13 サツマイモを真空パック後に低温スチーム処理した工程

（２） ニンジンパックのβ－カロテン含量の評価

試作したニンジンパックのβ－カロテン含量は、生ニンジンと比較して、大きな損失はありませんでした(統計学的には差はなし)(図 14)。

したがって、試作したニンジンパックは、生素材がもつβ－カロテンを活かした食品であるといえます。

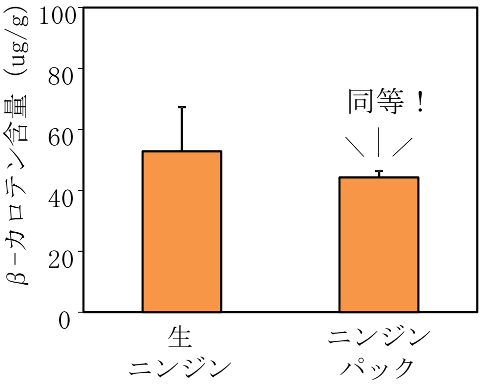

図 14 試作したニンジンパックの β－カロテン含量の変化

各区は、３片の平均値±標準偏差を表します。

おわりに

本研究では、食品素材として十分活用できるにも関わらず、規格に合わないため廃棄される野菜（ニンジン、サツマイモ及びジャガイモ）に注目し、それを付加価値化した商品へ発展させるための研究をしました。

本研究の成果は、試験に供試した野菜以外にも応用が可能なため、各地域の特産野菜等を活かした新商品の開発に利用いただければ幸いです。

静岡県には、エビイモ等の価値の高い在来野菜も数多くありますので、今後は、規格外品の有効活用に加えて、在来野菜も含めた開発研究を行い、野菜の消費拡大に努めたいと考えております。

引用文献

１） 山崎貴子，伊藤直子，岩森 大，堀田康雄，村山篤子，2008. 低温スチーミング調理による植物性食品の成分と食味の変化. 日本食生活学会誌，19，193-201.

２） 豊泉友康，山本寛人，佐々木麻衣，2015. 低温スチーマーにおける高齢者に適したニンジンの加工条件. Nippon Shokuhin Kagaku Kogaku Kaishi，62，341-348.

３） 藤崎 享，2008，ユニバーサルデザインフード. Nippon Shokuhin Kagaku Kogaku Kaishi，55，78-78.

４） Konopacka M.，Widel M. and Rzeszowska-Wolny J.，1998. Modifying effect of vitamins C，E and beta-carotene against gamma-ray-induced DNA damage in mouse cells. Mutat. Res.，417，85-94.

５） 中村善行，高田明子，藏之内利和，増田亮一，片山健二，2014. 糊化温度の低いデンプンを含むサツマイモ 「クイックスイート」 における加熱に伴うマルトース生成の機序. Nippon Shokuhin Kagaku Kogaku Kaishi，61，62-69.

６） 食品成分研究調査会，五訂日本食品成分表，2001. 医歯薬出版，20-23.

用語解説

1) 生活習慣病

生活習慣が影響して発症する病気の総称です。がん、脳血管疾患、心臓病などが含まれます。

2) 糖化

植物中のデンプンが分解され、麦芽糖のような単糖類などが生成される反応のことです。

3) UDF 区分

食品の物性基準に従って、区分されたもので、区分１（容易にかめる）から区分４（かまなくてよい）までの４段階に分類されています。

4) 嚥下食ピラミッド

食品の物性基準に従って、Ｌ５（普通食）からＬ０（開始食）までの６段階に分類されたものです。

農林技術研究所 品質・商品開発科　研究員　豊泉友康
科長　　神谷径明

発行年月：平成２８年３月
編集発行：静岡県経済産業部振興局研究調整課

〒４２０－８６０１
静岡市葵区追手町９番６号
℡０５４－２２１－３６４３

この情報は下記のホームページからご覧になれます。
http://www.pref.shizuoka.jp/sangyou/sa-130a/