

千葉県産在来種ショウガに含まれる機能性成分等の調査と加工品の開発

食品・化学技術室 朝稲 香太郎, 庄野 巧
プロジェクト推進室 反町 公子

Investigation of functional components in the Boshu Chubuto ginger in Chiba prefecture
and its application to production

Kotaro ASAINE, Takumi SHONO and Kimiko SORIMACHI

千葉県の在来種ショウガである房州中太の採集時期及び処理方法による機能性成分（6-ジゲロール及び6-ショウガオール）の変化を調査するとともに加工品を試作した。加熱なしの乾燥ショウガには8-14 mg/g-dry weightの6-ジゲロールと、0.1-0.4 mg/g-dry weightの6-ショウガオールが含まれていた。採集時期は11月よりも9月、乾燥は凍結乾燥よりも自然乾燥が、機能性成分が多かった。生ショウガはレモンとバラ様の香りが特徴的であった。6-ショウガオールの含有量は加熱温度や時間により増減した。加工品を試作した結果、機能性成分の保持と食味を考慮するとパンには生ショウガとパウダーの併用が、ジャムには蒸しショウガの使用が好ましいと判断した。

1. はじめに

現在県内で生産されているショウガの品種に房州中太という千葉県の在来種がある。これを南房総地域にて産地化したいとの要望はあるが、房州中太の特性について調査はなされていない。

ショウガには、辛味成分で薬理作用や生体調節機能を示すジゲロール類が含まれており、中でも6-ショウガオールが最も多く存在し、次いで8-及び10-ジゲロールが多く含まれている¹⁾。乾燥や加熱過程での脱水反応によりジゲロール類から6-ショウガオールが生成し、辛み・抗酸化性が増すといわれている²⁾が、105℃ではジゲロン等への分解も示唆されている³⁾。

そこで本研究では、まず房州中太に含まれる機能性成分を測定し、一般的に流通している品種と比較するとともに、乾燥条件や加熱温度による機能性成分の変化について知見を得ることを目的とした。成分についてはジゲロール類のうち最も含有量の多い6-ジゲロールと、ジゲロールの変移で生成する6-ショウガオールに着目した。また、ショウガの特徴を生かした加工品の開発を目指すにあたり、産地の事業者が取り組みやすい商品を考慮してパンとジャムを試作した。

2. 実験方法

2.1 ショウガ試料の前処理

試験材料であるショウガには、千葉県農林総合研究センター暖地園芸研究所にて栽培された房州中太、近江、三州の三品種を使用した。採集は9月と11月に行われた。ショウガの皮をむいてスライスし、真空凍結乾燥機 (RLE-52, 共立真空技術(株)製)内にて30℃・24時間乾燥させたもの及び室内で自然乾燥させたものを作製し、それぞれをミキサーで粉砕した。また、予め60~200℃に予熱した加熱乾燥器 (CVD-13S, 株式会社製作所製) で粉砕試料を0.5~24時間加熱し、機能性成分量の変化を調査した。全試料の水分を赤外線水分計 (FJ-800, 株式会社化学研究所社製) で測定した。

2.2 高速液体クロマトグラフ (HPLC) を用いた成分の定量分析

成分の分析方法は文献¹⁾を参考にした。すなわち、粉砕試料に40倍量のエタノールを添加したものを20分間超音波抽出した後、抽出液をシリンジフィルター(孔径0.45 μm)に通過させ、水で希釈したものをHPLC用分析試料とした。機能性成分として6-ジゲロール及び6-ショウガオールの標準品を用いて検量線を作成し、試料のクロマトグラムと検量線から成分量を求め、乾燥試料重量1 g当たりの量に換算した。分析条件を以下に示す。

装置：LC-MS 8030 (株島津製作所製)
 カラム：InertSustain C18
 (L. 150 mm×I.D. 4.6 mm, d_f 5 μm)
 カラム温度：40℃
 溶離液A：MeCN+0.05%TFA
 溶離液B：H₂O+0.05%TFA
 グラジエント条件：A 30%→84%→84%,
 0→20→30 min
 流速：1.0 mL/min
 検出器：フォトダイオードアレイ検出器
 検出波長：228 nm

2.3 ヘッドスペースガスクロマトグラフ (HS-GC) を用いた香気成分の定性分析

9月に採取したショウガを生のまますりおろした試料1 gに内部標準物質として50 ppmの4-メチル-2-ペンタノールを溶解させた水溶液1 mLを試料瓶に入れ、80℃に加熱した際に蒸発する香気成分をHS-GCにて分析した。文献⁴⁾を参考に、対象成分にはα-ピネン、カンフェン、β-ピネン、β-ミルセン、リモネン、ユーカリプトール、リナロール、シトラル、テルピネオール、酢酸ゲラニル、ゲラニオールを選択した。分析条件を以下に示す。

装置：HS20-GC2010 (株島津製作所製)
 カラム：SUPELCOWAX
 (L. 60 m×I.D. 0.25 mm, d_f 0.25 μm)
 HSオープン温度：80℃
 カラム温度：40℃(3min)→(5℃/min)→150℃
 →(10℃/min)→250℃(5min)
 キャリアガス：He
 カラム流量：1 mL/min
 検出器：FID, 250℃

2.4 ショウガの加工品の試作と分析

房州中太を使った加工品としてパンとジャムを試作した。

パン生地の基本材料として市販の食パンミックス粉290 g, ドライイースト2.7 g, 水150 g, アルギン酸0.9 gをライスブレッドクッカー (SD-RBM 1001-T, Panasonic社製) に入れ、こねてねかした。そこへ食パンミックス粉の重量に対して刻んだ生のショウガを10~30%, 2.1で調製した自然乾燥させた粉碎試料 (ショウガパウダー) を1~3%, または刻んだ生ショウガ10%とショウガパウダー1~3%の混合物をそれぞれ添加し、発酵させて焼いた。

ジャムの基本材料として白砂糖100 g, 水60 mL, はちみつ50 g, レモン汁20 mLを鍋に入れた。そこへ、刻んだ生ショウガ15~30 g, または刻んだ生ショウガを水蒸気で30~60分間蒸したショウガ15 gをそれぞれ添加し、10~15分程度弱火で煮込んだものをジャムとした。

分析には焼いたパンを冷凍庫で凍らせた後に細かく粉碎したものを、ジャムはそのまますりおろしたものを、2.2に示した方法で機能性成分と水分を分析した。

3. 結果及び考察

3.1 ショウガに含まれる機能性成分量

採取時期の異なるショウガに含まれる機能性成分量を図1に示す。試料は生のショウガを自然乾燥させた後にミキサーで粉碎したものである。加熱なしの乾燥ショウガ1 gあたりに含まれる機能性成分は房州中太, 近江, 三州でそれぞれ, 6-ジングロールが8-14 mg, 6-14 mg, 2-9 mg, 6-ショウガオールが0.1-0.4 mg, 0.1-0.5 mg, 0.6-0.7 mg含まれていた。両成分とも房州中太と近江は同程度であり, この2種と比較すると三州は6-ジングロールが少なく6-ショウガオールが多く含まれていた。また, 11月よりも9月に採集したショウガに成分が多く含まれていた。

100℃で加熱した際の機能性成分量の変化を図2に示す。試料は9月に採集したショウガを凍結乾燥したものである。全ての品種において加熱時間を長くすることで6-ジングロールが減少し, 6-ショウガオールが増加したことから, ジングロールの変

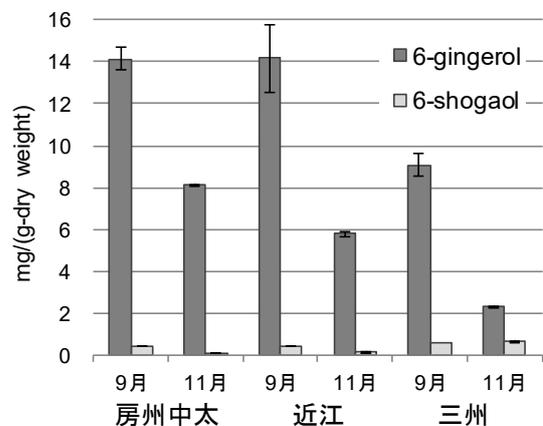


図1. 採取時期の異なるショウガに含まれる機能性成分量. 試料は自然乾燥したもの.

移によるショウガオールとの生成が示唆された。

図1と図2の房州中太の結果を比較すると、凍結乾燥よりも自然乾燥させたショウガに含まれる6-ジンゲロール及び6-ショウガオールが多かった。凍結乾燥では減圧下で成分が気化して損失することが考えられた。これについては近江と三州の結果も同様であった。

80℃から 150℃まで加熱した際に房州中太に含まれる機能性成分量の変化を図 3 に示す。試料は 11 月に採集し自然乾燥したものである。加熱時間の増加及び温度の上昇とともに 6-ジンゲロールは減少、6-ショウガオールは増加し、150℃に上げるとその変化が顕著であった。

さらに 200℃で 30 分、1、2 時間と加熱すると、6-ジンゲロールは全て不検出に、6-ショウガオールは 1.4mg/g、0.1mg/g、不検出となり、成分の損失が確認された。色味は 150℃で 1 時間以上加熱すると黒色に近づくとともにショウガから焦げ臭が感じられ、200℃では 30 分ですでに黒く焦げていた。一方、低温の 60℃での成分量の変化は 80℃での加熱試験結果と同程度であった。

加熱による機能性成分の変化についてはこれまでもいくつかの報告がある。鹿野らは試薬で減少率を調査しており、6-ジンゲロールの減少率は 100℃・5 時間で 10%程度⁵⁾、6-ショウガオールの減少率は 100℃・5 時間で 30%程度、150℃では 1、2 時間で 40%、60%に達していた⁶⁾。また、森山らはショウガパウダー中の 6-, 8-及び 10-ジンゲロールを含む総ジンゲロールの減少率を調査しており、105℃・5、24 時間で 32%、60%に達していた³⁾。当研究での 6-ジンゲロールの 100℃での減少率は 3 品種とも 11 月よりも 9 月採集の方が高い傾向があり、9 月採取の房州中太、近江の減少率は森山らと同程度であった。

以上のことから、加熱工程においてショウガ中の 6-ジンゲロールを保持及び 6-ショウガオールを増加させるためには、加熱温度と時間の設定が重要であることが示された。

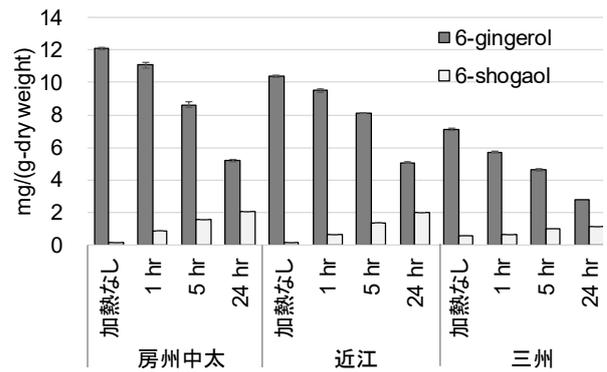


図 2. 100℃で加熱した際のショウガに含まれる機能性成分量の変化. 試料は 9 月に採集し凍結乾燥したもの。

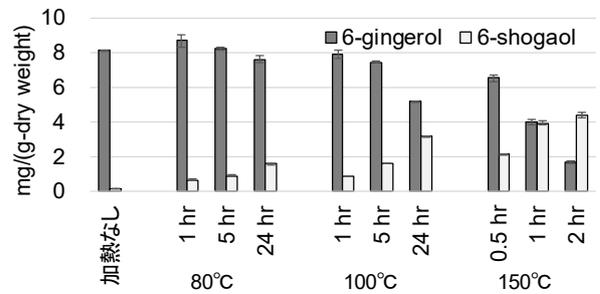


図 3. 異なる加熱温度で房州中太に含まれる機能性成分量の変化. 試料は 11 月に採集し自然乾燥したもの。

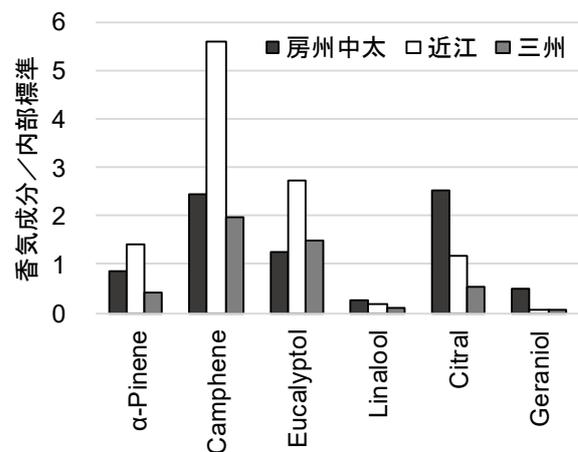


図 4. 生のショウガに含まれる香り成分. 縦軸は内部標準物質と各香り成分のピーク面積比を示す. 試料は 9 月に採集したもの。

3. 2 ショウガに含まれる香気成分

生のすりおろしたショウガの水溶液を 80℃で加熱した際の蒸気に含まれる香気成分を図4に示す。縦軸は内部標準物質のピーク面積に対する香気成分のピーク面積比を示しており、不検出の成分は載せていない。全ての品種にはそれぞれ複数の香気成分が存在し、房州中太にはレモンの香りの Citral とバラ様の香りの Geraniol が他の品種よりも特に大きい値を示した。

3. 3 ショウガの加工品に含まれる機能性成分と食味の評価

添加する生ショウガとショウガパウダーの割合を変えて作製したパンに含まれる機能性成分量を図5に示す。生ショウガ及びショウガパウダーの割合を増加させると、パンに含まれる機能性成分量も増加した。使用したライスブレッドクッカーの焼く温度は不明であるが、時間は数十分であったことから、今回の条件では6-ジンゲロール及び6-ショウガオールを保持でき、かつ、6-ショウガオールの割合が高まっていたことを考慮すると、加熱中のパン生地内は150℃前後と推測された。試食をすると、生ショウガのみを20%以上添加したパンはショウガのえぐみを強く感じて食べにくく、ショウガパウダーのみを1.5~3%程度添加したパンはショウガの風味がほとんど感じられなかった。一方、生ショウガとショウガパウダーを混合して添加したパンの場合、機能性成分量は生ショウガとショウガパウダーそれぞれを足した量と同程度となり、試食ではショウガ風味を感じられた。したがってパンの作製にあたっては、生とパウダー状のショウガを混合することが良好であると考えられた。

次に、生ショウガと蒸したショウガを使用して作製したジャムに含まれる機能性成分量を図6に示す。パンと同様、生ショウガの量を15gから30gに増加させると機能性成分量も増加した。蒸しショウガを使用した場合、生ショウガ15gの場合と比較して6-ジンゲロールは同程度であったが、6-ショウガオールは蒸し時間30分間で3倍、60分間で4倍となった。このことから、蒸すことで6-ショウガオールの生成が考えられた。試食の結果、生ショウガを使用したジャムは2条件ともショウガのえぐみを強く感じて

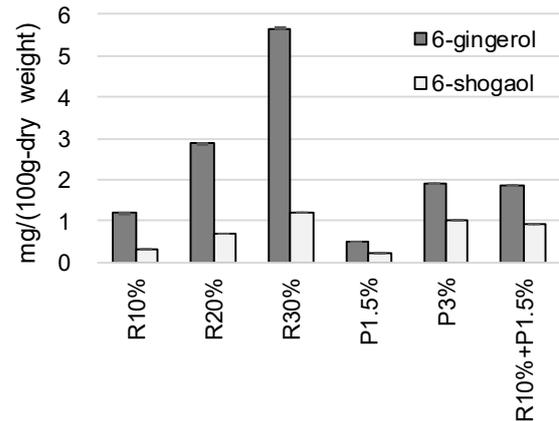


図5. 異なる割合で房州中太を添加したパンに含まれる機能性成分量の変化. Rは生ショウガを、Pはショウガパウダーを示す。

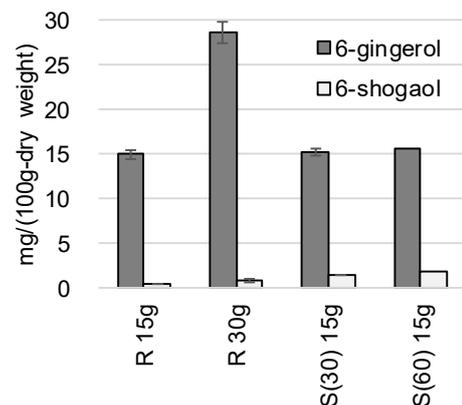


図6. 異なる前処理の房州中太で作製したジャムに含まれる機能性成分量の変化. Rは生ショウガを、Sは蒸したショウガを、括弧内の数値は蒸し時間(分)を示す。

食べにくいですが、蒸しショウガを使用したジャムの食味は2条件とも良好であった。ジャムを作製するにあたっては蒸すなどの前処理を施すか、生ショウガを使用する場合には煮込み時間を長くするなどの工夫が必要であると考えられた。

4. まとめ

千葉県の在来種である房州中太と一般に流通する近江及び三州のショウガ3品種の機能性成分量を調査するとともに、房州中太を使用した加工品を試作した。

3品種に共通してわかったことは、①加熱なしの乾燥ショウガ1g当たり6-ジンゲロールが2-14 mg、6-ショウガオールが0.1-0.6 mg含まれていたこと、②機能性成分が多い条件は11月よりも9月の採集時期であり、乾燥方法は凍結乾燥よりも自然乾燥であったこと、③加熱により6-ジンゲロールが減少するとともに6-ショウガオールが増加したことである。房州中太については、①機能性成分含有量は近江と同程度であったこと、②生ショウガに含まれる香気成分はレモンとバラ様の香りが特徴的であることがわかった。

房州中太について150℃以上の加熱温度・時間の影響をさらに調査すると、①150℃では6-ショウガオールの増加と6-ジンゲロールの減少が大きく、1時間加熱すると焦げ臭が生成すること、②200℃では両成分を損失することがわかった。

機能性成分を高めて食味の良い加工品を作製するためには、パンには生ショウガとパウダーの併用が、ジャムには蒸したショウガの使用が好ましいと判断した。

今回の調査により房州中太の特徴の一部が明らかになった。今後は、房州中太の特徴を活かせる条件の提案など、産地の事業者の商品開発に貢献できる情報を提供していきたい。

最後に、必要な試料を提供して頂いた千葉県農林総合研究センター暖地園芸研究所 野菜・花き研究室 宮本直子上席研究員に感謝する。

参考文献

- 1)食品中の健康機能性成分の分析法マニュアル(2010), 四国地域イノベーション創出協議会 地域食品・健康分科会編, pp.1-9.
- 2)吉田ら(2015), ショウガ中の6-ジンゲロールの加熱調理による変化, 日本調理学会誌, **48**(6), pp. 398-404.
- 3)森山ら(2011), 高知野菜元気応援食品の量産化を目指した研究開発 新規ショウガペーストの開発, 高知県工業技術センター報告, **42**, pp.7-12.
- 4)伊藤ら(2016), ショウガ搾汁残渣の有効利用, 栃木県産業技術センター研究報告, **13**, pp.32-35.
- 5)鹿野ら(1986), 漢方エキス製剤の品質評価について(第1報)「乾姜」中の6-gingerol, 生薬学雑誌, **40**(3), pp.333-339.
- 6)鹿野ら(1987), 漢方エキス製剤の品質評価について(第2報)「乾姜」中の[6]-shogaol, 生薬学雑誌, **41**(4), pp.277-281.