

加熱方法の違いによるサヤエンドウの色および ACE 阻害活性の比較

山岸 美穂 四十九院 成子

サヤエンドウは多くの家庭で使われる食材の1つで、彩りのよい野菜として扱われており、味よりも色調を重視する傾向にあるが、加熱による色の変化についての報告はない。また、豆類は各種生理活性をもつ機能性食品としても注目され、その一つである血圧上昇抑制に関与するアンジオテンシン変換酵素 (Angiotensin Converting Enzyme) 阻害活性が報告されている。そこで、サヤエンドウを用いて異なる加熱方法、すなわち茹で加熱および電子レンジ加熱において、加熱時間と色およびACE阻害活性がどのように変化するかについて比較検討を行った。その結果、色については、電子レンジ加熱の方が比較的明度が保持されることが認められ、ACE阻害活性については、茹でおよび電子レンジともに加熱後も活性が認められた。

キーワード：サヤエンドウ 茹で加熱 電子レンジ加熱 色 ACE阻害活性

1. はじめに

サヤエンドウはマメ科エンドウ属に属する一年生のつる性植物である。原産地はコーカサス、ペルシャ、中央アジア、中近東などの諸説がある。日本へは中国を経て渡来し、現在では、多くの家庭で使われる食材の1つとなっている¹⁾。

サヤエンドウは前述のように、マメ科に属しているが、未成熟な豆や莢を食用とするサヤエンドウやサヤインゲンやグリーンピース等は食品成分表では野菜として扱われている。一般の調理の際には味よりも色調を重視する為、色が鮮やかな比較的短時間加熱した硬めのものが好まれる傾向にあるが、加熱による色の変化についての報告はない。

また豆類は近年、各種生理活性をもつ機能 (Angiotensin Converting Enzyme) 阻害活性 (以下ACE阻害活性と略す) についても報告されている²⁾。豆類については、河村・杉本³⁾ が大豆の

ペプシン加水分解中のペプチドを単離し、末綱⁴⁾ は大豆のペプシン分解物を経口投与し、降圧作用があることを報告している。また、加熱による各種豆類のACE阻害活性の増加についての報告もある^{5) 6)}。しかし、サヤエンドウの加熱時の変化についての報告はない。

そこで本報では、サヤエンドウの加熱時間と色およびACE阻害活性の変化について、代表的な2種の加熱方法(茹で加熱および電子レンジ加熱)によって比較検討した。

2. 実験方法

2-1 実験材料

試料として、市販されているサヤエンドウを用いた。茹で加熱には蒸留水を用いた。

2-2 加熱方法

1) 茹で加熱

サヤエンドウ (20 g) の筋を取り、蒸留水で洗浄し、鍋に1000 mLの蒸留水を入れ、それぞれ1

分間ごとに7分まで加熱した。直ちに氷水で冷却した。

2) 電子レンジ加熱

サヤエンドウ (20 g) を蒸留水で洗浄し、10 gずつ皿に並べラップをし、電子レンジ (東京ガス SN-008SLA 500 W) で各時間 (20 秒、30 秒、40 秒、1 分、2分) 加熱し、放冷した。

2-3 試料の調製

茹で加熱、電子レンジ加熱共に、各時間加熱したサヤエンドウに蒸留水を加え、ホモジナイズ(バイオミキサー 日本精機) し、洗いこみして全体の量を50 mLにした。次いで、冷却遠心分離 (15000 rpm, 5°C, 15 min) した。冷却遠心分離を行っても、まだ少量の浮遊物が生じた為、さらに、上澄液を濾紙 (No. 2) で濾過後、沈殿物も濾過し、濾液を一晩放置後、ACE阻害活性および糖度測定用の試料とした。

2-4 色差の測定

茹で加熱、電子レンジ加熱共に、加熱後のサヤエンドウの中央部を側色色差計 (日本電色工業株式会社 ZE-2000) にて、6 φ の試料台を用いて測定し、L*、a*、b*および ΔE値で示した。茹で加熱は各試料10 個ずつ、電子レンジ加熱は各試料5 個ずつ測定し、それぞれの平均値を出した。

2-5 ACE阻害活性の測定法

Liebermanの測定法を改良した山本らの方法⁷⁾ を若干改良して行った。すなわち、基質として、53.68 mgのhippuryl-histidyl-Leucine (HHL, 株式会社ペプチド研究所)、12.0 mLの0.1 Mホウ酸緩衝液 (pH 8.4)、2.4 mLの4 M塩化ナトリウム溶液および蒸留水で19.2mLにメスアップしたものを基質入り緩衝液とした。80 μℓ の基質入り緩衝液と10 μℓ の試料液を入れたマイクロチューブに10 μℓ のACE (Sigma社, 2.8 munit) を加え、37°Cで45 分間反応させた。反応停止は0.5 M塩酸溶液0.1 mLを添加した。酢酸エチル0.6 mLを加え10 秒間よく攪拌し、ACEにより遊離するヒプリル酸を抽出した。ついで、遠心分離 (2000rpm, 10min)

し、酢酸エチル層0.4 mLを分取し、乾固 (140°C, 10 min) した。1M 塩化ナトリウム溶液2.5mLを添加して溶解し、分光光度計 (島津UV-1200) にて、228nmにおける吸光度を測定した。

阻害率は試料液を含む反応溶液の吸光度をS、試料液の代わりに蒸留水を入れた反応溶液の吸光度をC、あらかじめ反応停止溶液を加えて反応させたときの吸光度をBとして、次式より求めた。

阻害率 (%) = {E (C) - E (S) / E (C)} × 100
各試料間のACE阻害活性の比較は、上式より求めた阻害率が50%を示すときの試料量を1 unitとして、一定量の試料間での総活性で示した。

3. 実験結果

3-1 色差

1) 茹で加熱

表1に示すように、生に比して、加熱時間によるL*値 (明度) にはほとんど変化は見られなかったが、a*値 (赤 (+) と緑 (-) の度合い) は赤の度合いが増していた。b*値 (黄 (+) と青 (-) の度合い) にはほとんど変化は見られなかった。全体として、1分、2分ではほとんど変化がないが、3分から赤味が増し、加熱にするにつれて、褐色がかった緑色に変化する傾向となった。

表1 茹で加熱時間と色差

加熱時間		L*	a*	b*	ΔE
生	平均値	43.03	-13.98	25.32	0
	標準偏差	2.00	1.47	2.90	
1分	平均値	36.47	-18.10	27.41	8.0
	標準偏差	1.99	1.48	2.74	
2分	平均値	35.66	-17.74	28.14	8.7
	標準偏差	1.46	1.41	3.02	
3分	平均値	35.03	-17.09	28.20	9.0
	標準偏差	1.10	1.38	3.05	
4分	平均値	35.26	-16.35	28.36	8.7
	標準偏差	1.47	0.97	2.10	
5分	平均値	35.01	-15.96	29.62	9.3
	標準偏差	1.51	1.00	2.58	
6分	平均値	34.66	-15.13	29.23	9.3
	標準偏差	1.08	0.78	1.60	
7分	平均値	35.44	-14.66	28.23	8.2
	標準偏差	3.33	1.52	1.65	

(n=10)

さらに、色彩管理ソフトウェア カラーメイト 5 (日本電色工業株式会社) でマンセルHVCへの変換を行ったものを表2に示した。JIS色名帳慣用色名 (財団法人 日本規格協会) より、これらの値に近い色を調べると、生から5分までの加熱のものすべては草色 (5GY 5/5)、6分、7分加熱のものはもえぎ (4GY 6.5/9) と判定された。加熱時間による色の変化は、JIS色名帳に記載されているものが少ない為に、詳しくは判定できなかったが、目視ではわずかな色の違いを確認できた。

表2 茹で加熱のマンセルHVCへの変換値

加熱時間	H(色相)	V(明度)	C(彩度)
生	4.82GY	4.22	4.18
1分	5.88GY	3.59	5.07
2分	5.61GY	3.51	5.12
3分	5.39GY	3.45	5.08
4分	5.11GY	3.48	4.99
5分	4.74GY	3.45	5.09
6分	4.40GY	3.42	4.97
7分	4.41GY	3.49	4.78

2) 電子レンジ加熱

表3に示すように、L*値 (明度) は生から1分までは変わらないが、2分では低下した。a*値 (赤 (+) と緑 (-) の度合い) は生から40秒にかけて緑の度合いが増したが、1分から2分にかけて

表3 電子レンジ加熱時間と色差

加熱時間		L*	a*	b*	ΔE
生	平均値	42.66	-9.44	21.22	0
	標準偏差	1.99	1.43	2.12	
20秒	平均値	40.71	-13.49	22.53	4.7
	標準偏差	1.81	2.14	2.53	
30秒	平均値	43.40	-13.85	24.27	5.4
	標準偏差	2.90	1.77	2.43	
40秒	平均値	39.94	-14.55	27.22	8.3
	標準偏差	1.33	1.90	2.37	
60秒	平均値	40.04	-10.90	24.28	4.3
	標準偏差	3.15	1.57	2.48	
120秒	平均値	34.83	-2.60	13.70	12.8
	標準偏差	10.28	3.28	2.52	

(n=5)

は緑の度合いが減少して赤みが増した。b*値 (黄 (+) と青 (-) の度合い) において、1分まではほとんど変化がみられなく、2分では大きく低下した。肉眼では1分から焦げが生じ、2分では中央部分に焦げ目が集中して生じていた。

茹で加熱と同様に、マンセルHVC値を表4に示した。JIS色名帳 慣用色名よりこれらの値に近い色を調べると、生はこけ色 (2.5GY 5/5)、20秒から40秒までの加熱のものは草色 (5GY 5/5)、60秒加熱のものはオリーブグリーン (2.5GY 3.5/3)、120秒加熱のものはオリーブドラブ (7.5Y 4/2) と判定された。加熱時間による色の変化は、茹で加熱よりも、目視では色の違いを認識できた。

表4 電子レンジ加熱のマンセルHVCへの変換値

加熱時間	H(色相)	V(明度)	C(彩度)
生	2.80GY	4.19	3.27
20秒	5.27GY	4.00	3.85
30秒	5.04GY	4.26	4.07
40秒	4.74GY	3.93	4.52
60秒	3.13GY	3.93	3.78
120秒	6.97Y	3.45	2.06

3-2 ACE阻害活性の変化

1) 茹で加熱

図1に示すように、生と比較して、茹で時間6分までは80%程度の残存活性が見られ、茹で時間

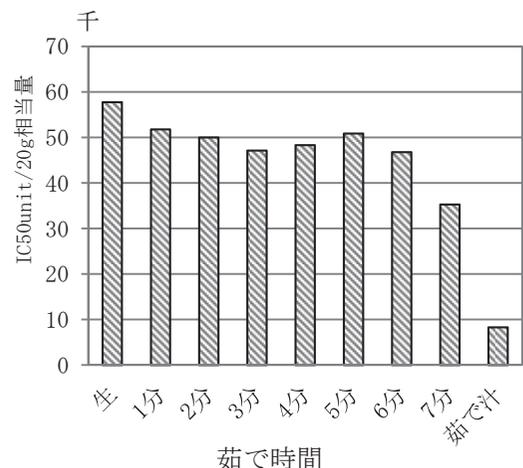


図1 茹で加熱時間とACE阻害活性

7分になると60%程度の残存活性が見られた。どの加熱時間にも活性が見られたが、茹で時間7分で活性が減少した。また3分の茹で汁中の活性について測定したところ、茹で汁への流出は僅かであった。

2) 電子レンジ加熱

図2に示すように、電子レンジ加熱したサヤエンドウのACE阻害活性は、生と比較して、加熱時間1分までは70%程度の残存活性が見られた。このように生が最も高いが、加熱後のサヤエンドウにもいずれも活性が見られた。

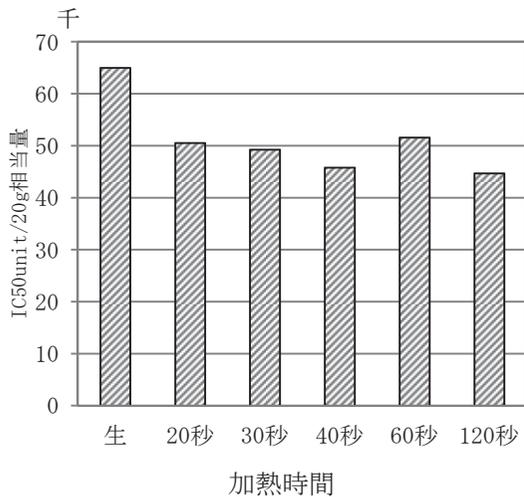


図2 電子レンジ加熱時間とACE阻害活性

4. 考察

サヤエンドウの加熱時間と色の変化および ACE 阻害活性について、茹で加熱および電子レンジ加熱において比較検討した。

茹で時間と色の変化について、肉眼では、1～2分が最も色が鮮やかで、次いで3～4分であった。それ以上茹でると退色し、赤味がかかった緑色を帯びていた。色差計での測定では、表1に示したようにL*値とb*値にはほとんど変化がなかったが、a*値では加熱とともに増加し赤味がかかり、肉眼との関連性がみられた。

電子レンジ加熱による時間と色の変化についても、表3に示したように、L*値は生から1分まではほとんど変化がなかったが、2分では低下した。

a*値の緑の割合は生から40秒にかけて増加したが、1分から2分にかけては緑の割合が減少して赤味が増した。b*値において、1分まではほとんど変化がみられず、2分で大きく低下した。肉眼で見ても、20秒と30秒が最も色が鮮やかに感じられた。しかし1分以降は、焦げが生じ、時間が経過するほど焦げの割合が強くなった。

このように色の変化において、茹で加熱と電子レンジ加熱を比較すると、電子レンジ加熱の方が、比較的明度が保持することが認められた。

一般に加熱により、色とともに甘みにも変化がみられる。今回結果を示してはいないが、簡易的な味覚テストで、茹で加熱では3分のものがほどよい硬さでおいしく感じられた。また電子レンジ加熱では、20秒のものは青臭みが残り、少し生っぽく、30秒のものが一番好ましかった。

これらのことから、調理に際しては、電子レンジ加熱と茹で加熱の差異を認識して使い分けが必要である。今後、糖度に関してさらに詳細な実験を行い、検討を重ねていきたい。

ACE阻害活性については、生と比較して茹で加熱では、全体として加熱しても活性が比較的高く維持されていた。また、電子レンジ加熱においても、生よりも低下する傾向が見られたが、全体として、茹で加熱と同様に活性が比較的高く維持されていた。これらのことから、加熱したサヤエンドウでは、茹でおよび電子レンジ加熱のいずれにおいてもACE阻害活性が残存していることが認められ、食品由来の血圧上昇抑制効果として、高血圧の発症予防に繋がることが期待される。

なお、本研究の一部は日本調理科学会平成21年度大会において発表したものである。

5. 参考文献

- 1) 社団法人 農山漁村文化協会：地域食材大百科 第2巻 (2010), 109-110
- 2) 河村幸雄 (1989), 食品タンパク質由来の抗血圧上昇ペプチド, 化学と生物, 27, 766-768
- 3) 河村幸雄, 杉本俊男 (1991), アンジオテンシン変換酵素阻害物質. 公開特許公報, 平3-167198

- 4) 末綱邦男 (1991), イワシ筋肉,大豆,ブタプラズマ由来トリペプチドのアンジオテンシン I 変換酵素阻害剤としてのSHRに対する降圧効果.基礎と臨床25 (7), 249-65
- 5) 四十九院成子, 吉田恵子, 永野衣絵, 福場博保 (1997), 大豆の加熱調理によるアンジオテンシン変換酵素阻害活性の増加. 日本家政学会誌48, 443-447
- 6) 吉田恵子, 四十九院成子 (2004), 各種豆類のアンジオテンシン I 変換酵素阻害活性について. つくば国際短期大学紀要 32, 114-123
- 7) 山本節子, 戸井田一郎,岩井和郎 (1980), 血清アンジオテンシン変換酵素活性測定法の検討. 日本胸部疾患学会雑誌18, 297-303
-
- (受付 2014.3.26 受理 2014.6.2)