

【ノート】

【令和4年度 先端技術等調査研究事業】

エダマメの品種特性の比較 — 熱脱着法による香気分析の基礎調査 —

小山 誠司、高山 詩織、浅野 壮宏
食品バイオ技術部

エダマメは早晩性により播種期に限られるため同じ品種を長期間収穫することはできない。近年、山形県で多く作付されている晩生品種「秘伝」は、香りが高く加工に適するため引き合いが強いが、収穫時期が9月下旬から10月上旬と限られているため、早生、中生等の品種で秘伝と同等の加工適性を有する品種が求められている。そこで本研究では、県内で栽培される極早生から中晩性の6品種のエダマメの呈味成分、色調、硬さの測定と食味評価を行い、「秘伝」との比較を行った。

その結果、呈味成分、色調で6品種と秘伝に有意差はほぼなかったが、味覚センサー応答値の主成分分析では、「秘伝」は6品種と異なる位置にプロットされた。また、食味評価では、総合評価で「おつな姫」「つきみ娘」が「秘伝」と同等以上となったが、エダマメらしい香りはいずれも「秘伝」を下回った。

キーワード: エダマメ、品種特性、アミノ酸、糖類、テクスチャー評価、味覚センサー、食味評価

1 緒言

エダマメは、大豆(*Glycine max* (L.) Merr.)を未成熟な状態で収穫する食用の野菜であり、宮城県では、莢(さや)から出したエダマメの薄皮を剥き、砂糖と少量の塩を加えてすりつぶしたペースト状のものを「ずんだ」と呼び、餅に和えた「ずんだ餅」が郷土料理となっている¹⁾。近年では、シェイクや大福、おかきのほか、生クリームやチーズ等と合わせた各種「ずんだスイーツ」が商品化されており、用途が広がっている。

こうした加工品向けとして、山形県で多く作付けされ、茶豆系でエダマメ特有の香り成分 2-Acetyl-1-pyrroline を持つ「秘伝」の引き合いが強いが、「秘伝」は晩生品種で収穫時期が9月下旬から10月上旬と限られている。そのため、およそ7月から10月まで順次収穫できるように様々な品種が作付けされており、これら早生、中生等の品種で「秘伝」と同等の加工適性を有する品種が求められている。宮城県内で作付けされるエダマメの中には、香り成分として 2-Acetyl-1-pyrroline が含まれる品種があることを確認したが²⁾、呈味成分の違い等は明らかになっていない。

そこで本研究では県内で栽培される極早生から中晩生の6品種のエダマメの呈味成分、色調、硬さの調査を行い、「秘伝」との比較を行った。

2 実験方法

2.1 試料の調製

エダマメは、宮城県農業・園芸総合研究所が作付けしたエダマメ7品種(「初だるま」「神風香」(極早生)、「おつな姫」(早生)、「湯あがり娘」(中早生)、「ゆかた娘」(中生)、「つきみ娘」(中晩生)、「秘伝」(晩生))を同研究所露地ほ場から10~20株収穫した。ブランチングは、収穫当日に莢付きの状態ですチームコンベクションオープン(FSCCWE61E、(株)フジマック)で100℃、3分間蒸気加熱して行った。その後ブラストチラー(FRBCT6、(株)フジマック)で-30℃で凍結し、使用まで-80℃の超低温フリーザー(REVCO ULT-1490-3J-D30、Thermo Fisher Scientific 社)で保存した。

2.2 遊離アミノ酸及び糖の定量

莢と薄皮を取り除いた剥き豆試料を凍結後、凍結乾燥機(FD-550P、東京理化工機(株))で24時間真空凍結乾燥を行い、乾燥試料とした。粉碎し、2gを精秤し10mlの80%エタノールで2回超音波抽出を行い、抽出液を合わせて50mlにメスアップした。抽出液は使用まで冷凍庫で保存し、遊離アミノ酸及び糖類の分析に供した。

2.2.1 遊離アミノ酸

遊離アミノ酸分析は、AccQ・Tag アミノ酸分析法 (Waters 社) に準じて行った。抽出液を適宜水で希釈し、含まれるアミノ酸を AccQ・Tag Ultra 試薬 (Waters 社) で誘導体化した。この誘導体化処理済みの抽出液 1 μ l を超高速液体クロマトグラフ (ACQITY UPLC H Class システム, Waters 社) に供してカラム分離し、誘導体化アミノ酸をシングル四重極質量分析器 (SQ 検出器 2, Waters 社) で検出し定量した。カラムは AccQ・Tag Ultra C₁₈ カラム、1.7 μ m、2.1 \times 100 mm (Waters 社) を使用した。標準試料として、アミノ酸標準混合液 H 型 (富士フィルム和光純薬 (株)) を 500 μ M に希釈後 100 μ l 分取し、500 μ M アスパラギン、500 μ M グルタミン、500 μ M トリプトファンを 100 μ l ずつ加え、水で 500 μ l としたものを適宜希釈し使用した。

2.2.2 糖類

高速液体クロマトグラフ (Chromaster、(株)日立ハイテック) により、エダマメの主要な糖類を定量した。検出器は蒸発型光散乱検出器 (SofTA Model 300S ELSD、Teledyne Isco 社)、カラムは Asahipak NH2P-50 4E ((株)レゾナック) を使用した。分析条件は、移動相は 75 % アセトニトリル、カラムオープン温度 40 $^{\circ}$ C、流速 1.2 ml/min、注入量を 10 μ l とした。標準試料としてグルコース、フルクトース、スクロース、マルトースを使用した。

2.3 測色

剥き豆試料 15 g を電動式ミル (IFM-C20G、岩谷産業 (株)) で粉砕し、チャック付きポリエチレン袋に入れて分光測色計 (CM-700d、Konica Minolta 社) で計測した。測定条件は D 65 光源、8 mm ϕ 、10 $^{\circ}$ 視野とした。

2.4 破断荷重及び破断歪率の測定

物性 (破断荷重、破断歪率) は、剥き豆試料を子葉に分割したものを、クリープメーター (RE2-33005、(株)山電) を使用し、ロードセル 19.6 N、 ϕ 3 mm の円柱プランジャー (No.4)、速度 1 mm/秒で測定した。歪率はプランジャーが試料表面から進んだ距離の試料の厚さに対する割合 (%) で示した。破断点での荷重を破断荷重、破断点での歪率を破断歪率とした。

2.5 味覚センサーによる味評価

剥き豆試料 12 g に対し水 108 g を加えてホモジナイズし、2,000 rpm、10 分間遠心分離した上清を味覚システム (α Astree、Alpha MOS 社) に供した。7 つのセンサー (AHS、PKS、CTS、NMS、CPS、ANS、SCS) の応答値を用いて、試料間の類似度を 2 次元マッピングで表す主成分分析を行った。主成分分析には測定・解析ソフトウェア AlphaSoft (Alpha MOS 社) を使用した。

2.6 食味評価

食味評価は当センター職員 9 名で行った。莢付きで喫食後、秘伝を対照として、甘み・うまみ、枝豆らしい香り、豆の色、食感、総合評価の 5 つを、5 段階で評価した。評価の際は 5 点を強または良、1 点を弱または否とした。

3 結果と考察

3.1 遊離アミノ酸

遊離アミノ酸の分析結果を表 1 に示す。いずれの品種も甘みを呈するアラニンとアスパラギン、旨味を呈するグルタミン酸が多かった。「秘伝」は、他の品種に比べてアラニンがやや少なかった。

表 1 遊離アミノ酸 (mg/100 g FW) の品種間差異

	アラニン	アスパラギン	グルタミン酸
初だるま	87.1 (0.5)	68.0 (0.4)	71.5 (1.0)
神風香	59.4 (0.9)	44.6 (0.1)	59.0 (0.2)
おつな姫	45.0 (0.4)	45.6 (0.0)	54.9 (0.1)
湯あがり娘	40.2 (0.2)	36.4 (0.4)	63.5 (1.0)
ゆかた娘	73.6 (1.2)	81.2 (0.9)	79.4 (0.8)
つきみ娘	72.8 (1.0)	49.9 (0.3)	79.8 (0.8)
秘伝	28.3 (0.0)	38.9 (0.2)	62.8 (0.3)

(n=3、括弧内は SE)

3.2 糖類

糖類は、いずれの品種でもスクロース (甘味度 1) が多く、次いでマルトース (甘味度 0.32) だった。スクロースは「湯あがり娘」「つきみ娘」「初だるま」が「秘伝」に比べて多く、マルトースは「秘伝」が有意に多かった。4 種の

糖類を合計した糖含量は、「秘伝」と比べ「神風香」が有意に少なかったが、それ以外は「秘伝」と差がみられなかった(図1)。

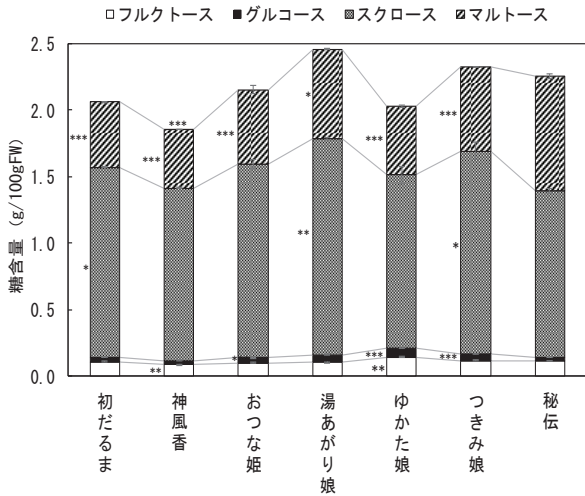


図1 糖含量の品種間差異

秘伝を対照としてDunnettの多重検定により***は0.1%、**は1%、*は5%水準で有意差あり(n=2)。棒グラフ横は各糖成分について、棒グラフ上は各成分の合計についての統計処理結果を示す。エラーバーはSE。

3.3 色調、色差

粉碎した剥き豆の色は、「湯あがり娘」は「秘伝」に対し b* 値に有意差があったが、その他の品種ではいずれの値も有意差がみられなかった(表2)。「秘伝」の L*a*b* 値とのユークリッド距離(色差 ΔE^*_{ab})を計算したところ、すべての品種で CIE76 が定義する丁度可知差異(just noticeable difference)³⁾の 2.3 を下回り、離隔した場合にはほぼ同一の色調であると判定されることが示唆された。

表2 色調の品種間差異

品種	L* (明度)	a* (緑(-)~赤(+))	b* (黄(-)~青(+))	ΔE^*_{ab} (色差)
初だるま	73.2 (0.9)	-13.6 (0.3)	33.9 (0.7)	1.8
神風香	73.5 (0.6)	-12.7 (0.3)	33.4 (0.2)	2.3
おつな姫	73.2 (0.2)	-13.6 (0.1)	34.5 (0.1)	1.7
湯あがり娘	71.4 (0.4)	-14.7 (0.1) *	35.3 (0.4)	1.6
ゆかた娘	73.5 (0.2)	-14.3 (0.1)	34.3 (0.4)	2.2
つきみ娘	72.7 (0.5)	-14.3 (0.3)	34.3 (0.7)	1.5
秘伝	71.5 (0.3)	-13.5 (0.1)	34.3 (0.2)	-

ΔE^*_{ab} は秘伝を基準としたもの。Dunnettの多重検定で * は5%水準で有意差あり。括弧内はSE。n=3。

3.4 破断荷重、破断歪率

最大荷重は、対称の「秘伝」が最も大きく硬い傾向が

みられた(表3)。これは、「秘伝」は豆の厚さが他品種よりも有意に厚いため、同じ加熱時間では破断荷重が大きくなったと考えられた。破断歪率は、「神風香」「おつな姫」「湯あがり娘」は「秘伝」と有意差がなかった。

表3 水分含量、物性及び厚さにおける品種間差異

品種	水分含量 (g/100gFW)	最大荷重 (kgf)	破断歪率 (%)	豆の厚さ (mm)
初だるま	70.7	469 (14.5) ***	31.3 (0.5) *	3.65 (0.0) ***
神風香	65.7	750 (21.8) *	31.3 (0.6)	3.40 (0.1) ***
おつな姫	67.6	626 (27.6) ***	31.9 (0.6)	3.59 (0.1) ***
湯あがり娘	65.0	698 (18.1) ***	34.5 (0.7)	3.36 (0.1) ***
ゆかた娘	71.1	556 (18.1) ***	36.1 (0.5) *	3.50 (0.1) ***
つきみ娘	68.8	466 (12.4) ***	36.5 (0.6) **	3.31 (0.1) ***
秘伝	66.4	829 (24.8)	33.5 (0.6)	4.04 (0.0)

秘伝を対照としたDunnettの多重検定により***は0.1%、**は1%、*は5%水準で有意差あり。括弧内はSE。破断歪率はアークサイン変換後検定を行った。n=24。

3.6 味覚センサーによる味評価

味覚センサーの応答値より得られた主成分分析結果を図2に示す。主成分(以下「PC」という。)1 の寄与率は 62.8%、PC 2 の寄与率は 31.7% であった。全ての品種が「秘伝」とは離れた位置にプロットされており、異なる味覚として検知されることが推定された。また、「ゆかた娘」「つきみ娘」「湯あがり娘」が近くにプロットされ、「初だるま」「神風香」はそれぞれ異なる位置にプロットされた。

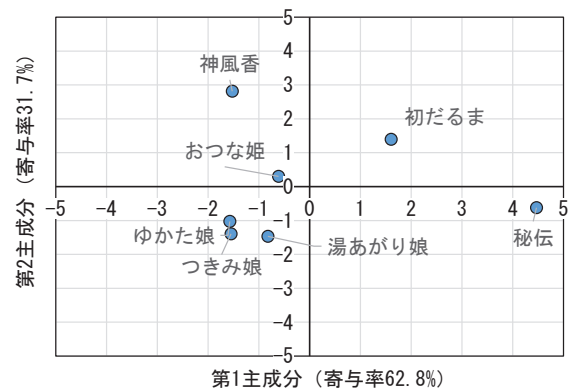


図2 味覚センサー応答値による主成分分析プロット

3.7 食味評価

食味評価において、総合評価は「つきみ娘」「おつな姫」が「秘伝」と同等又は上回ると評価されたものの、枝豆らしい香りはいずれも「秘伝」を下回るという結果になった(図3)。

糖含量、グルタミン酸等の分析値と食味評価の項目

との相関関係を表 4 に示す。甘み、うまみは糖含量、グルタミン酸と相関がみられ、食感水分と負の相関、最大荷重と強い正の相関がみられた。総合評価は、グルタミン酸と相関がみられた。

謝辞

本研究を進めるに当たり、宮城県農業・園芸総合研究所にエダマメを提供していただきました。ここに感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 大出京子. 宮城の伝統食品. 日本食生活学会誌. 2001, 12 (1), p21-27
- 2) 日向真理子, 小山誠司, 櫻井晃治. 宮城県産枝豆 およびずんだの味・香り等の特性評価. 宮城県産業技術総合センター研究報告. 2017, p49-52
- 3) Sharma, Gaurav. Digital Color Imaging Handbook (1.7.2 ed.). CRC Press. 2003, p31

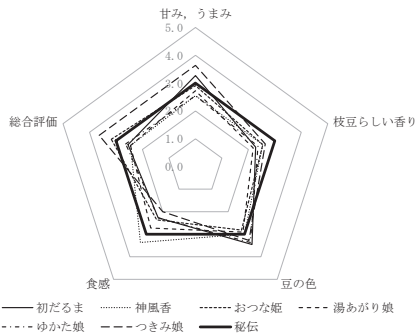


図3 食味評価のレーダーチャート(平均値)

表4 分析値と食味評価との相関係数

官能評価値	分析値					
	糖含量	グルタミン酸	明度L*	水分	最大荷重	破断歪率
甘み、うまみ	0.407	0.423	-	-	-	-
豆の色	-	-	0.402	-	-	-
食感	-	-	-	-0.712	0.874	-0.513
総合評価	0.378	0.524	-0.054	0.056	-0.235	0.389

4 結言

晩生の「秘伝」と県内で生産される極早生から中晩性の6品種のエダマメの呈味成分、色調、硬さの測定と食味評価を行い比較した。遊離アミノ酸はいずれの品種でも甘味を呈するアラニンとアスパラギン、旨味を呈するグルタミン酸が多く含まれていた。糖類では、いずれの品種でもスクロースが最も多く含まれ、次いでマルトースが含まれていた。4種の糖を合計した糖含量は「神風香」は「秘伝」に比べ有意に少なかったが、それ以外の品種は差がみられなかった。剥き豆の色調は「秘伝」とほぼ同一だった。味覚センサー応答値の主成分分析では、「秘伝」とその他の品種は異なる位置にプロットされた。食味評価では、総合評価で「おつな姫」「つきみ娘」が「秘伝」と同等以上となったが、エダマメらしい香りはいずれも「秘伝」を下回った。

以上の結果は、小規模な試験ほ場で収穫されたエダマメについてなされたものであり、今後は大規模な生産ほ場から収穫された品種別のエダマメについて更なる調査が必要と考えられた。