

平成28年度 成績概要書

課題コード（研究区分）： 6102-692362（公募型研究）

1. 研究課題名と成果の要点

- 1) 研究成果名：各種要因によるインゲンマメの機能性成分の変動
（研究課題名：インゲンマメの難消化性成分「ルミナコイド」に着目した機能性成分の実態と変動要因の解明）
- 2) キーワード：インゲンマメ、機能性成分、加熱調理
- 3) 成果の要約：加熱調理後の機能性成分含量についてインゲンマメの種類毎に範囲を示した。金時類のポリフェノールは長期貯蔵で減少するが、減少程度は貯蔵温度が低いほど小さい。金時類の調理加工方法の比較では、食物繊維は煮熟、レジスタントスターチは生あん、難消化性オリゴ糖とポリフェノールはレトルトで多い。

2. 研究機関名

- 1) 担当機関・部・グループ・担当者名：中央農試・作物開発部・農産品質G・主査 富沢ゆい子
- 2) 共同研究機関（協力機関）：（ホクレン農業総合研究所、十勝農試・研究部・豆類G）

3. 研究期間：平成26～28年度（2014～2016年度）

4. 研究概要

1) 研究の背景

インゲンマメ（金時類、手亡類等）は食物繊維、ポリフェノールなど多種多様な機能性成分を含有し、生体に対する生理調節機能が期待される健康的な食材との認識が高いが、加熱調理後の機能性成分を解析した知見は少ない。近年、サラダ等の多様な調理加工による消費が増加する中で、流通現場や実需者からは新たな商材開発や消費拡大に活用できる道産インゲンマメの機能性成分に関する情報の提供が望まれている。

2) 研究の目的

インゲンマメの機能性成分について、加熱調理後の含有量と各種条件下における変動を明らかにする。

5. 研究内容

1) インゲンマメの種類による機能性成分の変動

- ・ねらい：インゲンマメの種類による機能性成分の変動を明らかにする。
- ・試験項目等：H25、H26年十勝農試産の複数品種を供試。試料は加熱調理後の凍結乾燥粉碎物とし、測定項目は食物繊維、レジスタントスターチ、難消化性オリゴ糖、ポリフェノールとした（以降同じ）。

【用語説明】

- ・食物繊維：人の消化酵素で消化されない食品中の難消化成分の総体。主な生理作用は、不溶性は排便・便性改善効果や腸疾患予防効果、水溶性は糖質および脂質代謝改善効果やプレバイオティク効果（乳酸菌等の発酵を介して発現するプラスの効果）等。
- ・レジスタントスターチ：人の小腸管腔内において消化吸収されないデンプンおよびデンプンの部分分解物の総称（一部は食物繊維に含まれ、その程度は食品により異なる）。主な生理作用は、整腸作用、血糖上昇抑制効果、脂質代謝改善効果、プレバイオティク効果等。
- ・難消化性オリゴ糖：オリゴ糖のうち小腸での消化・吸収性が低く、プレバイオティク効果などの食物繊維類似の生理作用を有するもの。
- ・ポリフェノール：生活習慣病や老化、癌などの病気の要因とも言われる活性酸素を除去する成分。

2) 貯蔵温度の違いによる機能性成分の変動

- ・ねらい：貯蔵温度の違いによるインゲンマメの機能性成分の差異や変動を明らかにする。
- ・試験項目等：インゲンマメ5品種（大正金時、福勝、新金時、レッドキドニー、雪手亡。H25年産）を異なる温度（5℃、15℃以下、常温）で15ヶ月間貯蔵（H26年6月～H27年9月）。調理加工方法は煮熟時間20分および40分。

3) 調理加工方法の違いによる機能性成分の変動

- ・ねらい：調理加工方法の違いによるインゲンマメの機能性成分の差異や変動を明らかにする。
- ・試験項目等：インゲンマメ5品種（品種は研究内容2に同じ。H25、H26年産の計10点）を各種調理加工（煮熟時間20分、煮熟時間40分、加糖煮豆、レトルト、生あん）。

6. 成果概要

- 1) 食物繊維の総量（g/100gFW）は金時類12.6～14.5、手亡類12.0～13.2の範囲にあり（表1）、日本食品成分表（七訂）における食品の中でもトップレベルにあった。各機能性成分の範囲は、レジスタントスターチ（g/100gFW）は金時類1.8～2.0、手亡類1.4～1.7、難消化性オリゴ糖の総量（mg/100gFW）は金時類1014～1213、手亡類711～1112、ポリフェノール（mg/100gFW）は金時類31～40、手亡類13～16であった。
- 2) 貯蔵15ヶ月の金時類に初期値と同様の水分（＝煮え上がり）を求める場合は、煮熟時間20分では不十分であり、5℃もしくは15℃以下で貯蔵した上で煮熟時間40分が必要であった（表2）。煮熟時間40分の場合、貯蔵後は初期値に比べて水溶性食物繊維およびポリフェノールが減少する傾向であった。ポリフェノールは貯蔵温度が低いほど貯蔵後の減少程度が小さかった。雪手亡も金時類とほぼ同様の傾向であった（データ省略）。
- 3) 食物繊維のうち不溶性および総量は煮熟20分、煮熟40分で多く、水溶性はレトルトで多かった（表3）。レジスタントスターチは、生あんで多く、次いでレトルトで多い傾向であった。難消化性オリゴ糖は種類別、合計のいずれもレトルト、煮熟20分、煮熟40分の順に多く、それらに比べて加糖煮豆では少なく、生あんで未検出であった。ポリフェノールは、概ねレトルト>煮熟40分≧煮熟20分≧加糖煮豆>生あんの順で多かった。雪手亡については含量が少ないポリフェノールを除き、金時類とほぼ同様の傾向を示した（データ省略）。
- 4) 以上の結果から、インゲンマメの種類、貯蔵温度、調理加工方法による機能性成分の変動の概要を表4に示した。加熱調理したインゲンマメは、他の食品に比べて食物繊維を豊富に含み、レジスタントスターチおよび難消化性オリゴ糖、ポリフェノールといった多様な機能性成分を含む食品であることが示された。

<具体的データ>

表1 インゲンマメの種類による機能性成分の変動（加熱調理後、現物当たり）

種類	供試点数		食物繊維 ¹⁾ (g/100gFW)			レジスタントスターチ ²⁾ (g/100gFW)	
	H25	H26	不溶性	水溶性	計		
金時類	(3)	(7)	9.6 ~ 12.3	2.2 ~ 3.7	12.6 ~ 14.5	1.8 ~ 2.0	
手亡類	(2)	(4)	10.0 ~ 11.2	1.6 ~ 2.5	12.0 ~ 13.2	1.4 ~ 1.7	

種類	供試点数		難消化性オリゴ糖 ³⁾ (mg/100gFW)				ポリフェノール ⁴⁾ (mg/100gFW)	水分(%)
	H25	H26	Raf	Sta	Ver	計		
金時類	(3)	(7)	92 ~ 109	845 ~ 1042	64 ~ 78	1014 ~ 1213	31.4 ~ 40.3	59.1 ~ 64.4
手亡類	(2)	(4)	84 ~ 124	589 ~ 962	25 ~ 29	711 ~ 1112	12.8 ~ 15.9	65.1 ~ 68.6

1)Prosky変法。2)酵素法(メガザイム社測定キット)。3)HPLC法。Raf:ラフィノース、Sta:スタキオース、Ver:ベルバスコース。4)フォーリンチオカルト法。1)~4)は以降同じ。
 粒重の3倍量の水を添加し25°Cで16時間浸漬後、オートクレーブ98°Cで20分煮熟。
 供試品種:【金時類】大正金時、福勝、新金時(以上は2カ年供試)、昭和金時、北海金時、福良金時、福寿金時。
 【手亡類】雪手亡、絹てぼう(以上は2カ年供試)、銀手亡、姫手亡。

表2 金時類の貯蔵温度の違いによる機能性成分の変動（加熱調理後、現物当たり）

調理加工 ¹⁾	調査時期	貯蔵温度 ²⁾	供試点数 ³⁾	食物繊維(g/100gFW)			レジスタントスターチ(g/100gFW)		難消化性オリゴ糖(mg/100gFW)				ポリフェノール(mg/100gFW)	水分(%)
				不溶性	水溶性	計			Raf	Sta	Ver	計		
煮熟20分	貯蔵15ヶ月	初期値	(4)	10.1	3.2 a	13.3	1.7	75	867 abc	55	996 ab	35.7 ab	62.0	
		5°C	(4)	9.7	1.9 bc	11.6	2.0	87	973 ab	63	1123 a	36.2 ab	58.8	
		15°C以下	(4)	10.1	1.9 bc	12.0	2.1	90	976 a	67	1133 a	34.5 b	58.2	
		常温	(4)	10.5	1.7 c	12.1	2.0	84	907 abc	60	1051 ab	29.1 c	57.3	
煮熟40分	貯蔵15ヶ月	初期値	(4)	9.1	3.1 ab	12.3	1.7	109	828 bc	53	989 ab	38.5 a	63.7	
		5°C	(4)	9.0	1.6 c	10.6	1.8	75	834 abc	53	962 ab	35.3 ab	63.7	
		15°C以下	(4)	10.0	1.6 c	11.5	2.0	79	821 c	57	957 ab	34.2 b	62.5	
		常温	(4)	10.2	1.6 c	11.8	2.0	74	783 c	53	910 b	28.2 c	59.7	

1)粒重の3倍量の水を添加し25°Cで16時間浸漬後、オートクレーブ98°Cで規定時間煮熟。
 2)貯蔵中(15ヶ月間)の平均温度/湿度は、5°C設定で5.1±0.2°C/72.4±1.2%、15°C以下設定で13.1±4.7°C/69.5±1.8%、常温設定で19.4±9.3°C/68.8±1.7%。
 3)各処理における金時類4品種(大正金時、福勝、新金時、レッドキドニー)の平均とした。レッドキドニーは北米産、他は十勝産。
 異なる英文字間には5%水準で有意差あり(Tukeyの多重検定による)。

表3 金時類の調理加工方法の違いによる機能性成分の変動（加熱調理後、現物当たり）

生産年次	調理加工 ¹⁾	供試点数 ²⁾	食物繊維(g/100gFW)			レジスタントスターチ(g/100gFW)		難消化性オリゴ糖(mg/100gFW)				ポリフェノール(mg/100gFW)	水分(%)
			不溶性	水溶性	計			Raf	Sta	Ver	計		
H25	煮熟20分	(8)	10.9 a	2.9 b	13.8 a	1.8 bc	78 ab	899 b	62 a	1040 b	34.7 bc	62.1	
	煮熟40分	(8)	10.4 ab	2.7 b	13.1 a	1.7 c	88 ab	818 b	56 a	962 b	36.2 b	64.7	
H26	レトルト	(8)	6.7 d	4.3 a	11.0 b	2.0 ab	99 a	1026 a	67 a	1192 a	42.4 a	60.4	
平均	加糖煮豆	(8)	8.2 cd	2.6 b	10.9 b	1.6 c	64 b	402 c	28 b	489 c	29.4 c	60.0	
	生あん	(8)	8.7 bc	1.6 c	10.4 b	2.2 a	tr	tr	tr	-	13.6 d	65.5	

1)煮熟20分および40分:粒重の3倍量の水を添加し25°Cで16時間浸漬後、オートクレーブ98°Cで規定時間煮熟。レトルト:ホクレンのレトルトサラダ豆の製造方法に準ずる。
 加糖煮豆:煮熟20分の処理後、調味液を加えオートクレーブ80°Cで3時間煮熟し、5°Cで一晩浸漬。生あん:煮熟40分の処理後、裏ごして調整。
 2)各処理における金時類4品種(大正金時、福勝、新金時、レッドキドニー)の平均とした。H25:レッドキドニーは北米産、他は十勝産。H26:大正金時は音更町産、他は十勝農試産。
 H25のレトルトおよび加糖煮豆の水分は未測定であり、H26の値で代用したため、斜体表記(参考値)とした。「tr」は痕跡のみ、「-」は未計算を示す。
 異なる英文字間には5%水準で有意差あり(Tukeyの多重検定による)。

表4 インゲンマメの種類、貯蔵温度、調理加工方法による機能性成分の変動の概要（加熱調理後、現物当たり）

機能性成分の変動要因 (カッコ内は試験条件)	各種機能性成分の変動			
	食物繊維	レジスタントスターチ	難消化性オリゴ糖	ポリフェノール
インゲンマメの種類 (H25,26年十勝農試産。金時類10事例、手亡類6事例。調理加工は煮熟20分)	金時類:12.6~14.5 手亡類:12.0~13.2 (現物100g当たり総量g)	金時類:1.8~2.0 手亡類:1.4~1.7 (現物100g当たりg)	金時類:1014~1213 手亡類:711~1112 (現物100g当たり総量mg)	金時類:31~40 手亡類:13~16 (現物100g当たりmg)
貯蔵温度(金時類) (収穫9ヶ月後から24ヶ月後まで貯蔵。貯蔵温度条件は5°C、15°C以下、常温。金時類4品種の平均。調理加工は煮熟40分)	・貯蔵後は貯蔵前より水溶性が減少 ・貯蔵温度による差はなし	・貯蔵前と貯蔵後で差なし ・貯蔵温度による差はなし	・貯蔵前と貯蔵後で差なし ・貯蔵温度による差はなし	・貯蔵後は貯蔵前より減少 ・貯蔵温度が高いほど減る
調理加工方法(金時類) (H25,26年産。金時類各4品種の平均)	煮熟40分・煮熟20分>生あん・レトルト・加糖煮豆	生あん≥レトルト≥煮熟20分≥煮熟40分・加糖煮豆	レトルト>煮熟20分・煮熟40分>加糖煮豆>生あん	レトルト>煮熟40分≥煮熟20分≥加糖煮豆>生あん

7. 成果の活用策

1) 成果の活用面と留意点

(1) 消費者に対してインゲンマメの機能性成分の優位性を示すことで消費拡大を促すと共に、実需者等の販促資料および商品開発、ヘルシーDO等の機能性食品認定のための基礎データとして活用する。

2) 残された問題とその対応 なし

8. 研究成果の発表等 なし