

平成 24 年度終了 豆類振興事業助成金(試験研究)の成果概要

1 課題名 サラダ用途等の加工適性・病害抵抗性に優れた菜豆品種の開発促進

2 研究実施者

研究代表者 (地独) 北海道立総合研究機構 農業研究本部
十勝農業試験場 研究部 豆類グループ
主査 (小豆菜豆) 佐藤 仁

分担 十勝農業試験場 研究部 生産環境グループ
中央農業試験場 作物開発部
農産品質グループ、生物工学グループ



3 実施期間 平成 22 年度～24 年度 (3 年間)

4 試験研究の成果概要

(1) 試験研究の目的

サラダ等新規用途向けの菜豆に求められる加工特性を明らかにした上で、評価・選抜手法を開発し、品種育成に取り組む。煮豆用途向けでは、既存品種よりも加工時に皮切れが少ない金時類品種の育成に取り組む。両用途向けともに、生産の安定化・省力低コスト化及び減農薬栽培が可能な黄化病高度抵抗性を付与した系統を育成する。

(2) 実施計画、手法

1) 加工適性・病害抵抗性に優れたサラダ等新規用途向け有望系統の早期開発

サラダ等新規用途向けに求められる加工特性を明らかにした上で、選抜に利用可能な加工特性(煮熟特性、煮熟粒色)評価法を開発し、選抜に用いる。

2) 加工適性・病害抵抗性に優れた金時類有望系統の早期開発

遺伝資源及び育成材料について、加工適性(煮熟特性、皮かたさ等)を評価し、皮切れが少ない材料を探索、選抜する。

3) 黄化病抵抗性に優れた新規用途及び金時類有望系統の育成及び選抜

新規用途及び煮豆用途(金時類)の育成材料について、育成の初中期世代ではインゲンマメ黄化病(以下、黄化病と略す)発生圃場における抵抗性1次選抜(現地圃場、初期～中期世代)を行い、中期世代ではDNAマーカーによる2次選抜(中期世代)を行う。育成後期世代では、ウイルス接種検定及びELISA検定を行い、抵抗性の検定を行う。

(3) 成果の概要

1) 加工適性・病害抵抗性に優れたサラダ等新規用途向け有望系統の早期開発

実需調査の結果、サラダ等新規用途向け赤インゲンマメに求められている加工特性は、「加熱後も種皮色が赤く鮮やかなこと」と「加熱後も皮切れせず、煮くずれないこと」で、

外観品質が重視されていた（表1）。そこで、サラダ用途向け品種育成では、両形質を指標に加工適性評価を行うこととした。

評価法の開発では、従来のかたさ評価法（種皮と子葉部の最大荷重を別個に測定）を見直し、テクスチャー特性値の詳細な検討により両者を同時に評価する手法を開発した。最大荷重値について従来法と新方法の間に高い相関が認められたことから、新方法によるかたさ簡易評価が可能と判断された（図1）。新方法は従来法と比較して、必要な試料量を半減でき、1日当たりの処理可能点数は2倍以上となった（表2）。また、赤インゲンマメの煮熟粒色と吸水粒色との間に高い相関が認められ、煮熟粒色は浸漬処理のみで推定が可能と考えられた（図2）。この粒色簡易評価手法により、1日当たりの処理可能点数は約2.5倍となり、品質評価の作業効率が向上した（表2）。

浸漬、煮熟過程における種皮色の変化パターンから、赤インゲンマメは「金時豆タイプ」「レッドキドニータイプ」「中間タイプ」の3グループに大別できた。「金時豆タイプ」は水溶性が高いアントシアニンを種皮に含有しており、浸漬により色素が容易に溶出すると考えられた。一方、「レッドキドニータイプ」はアントシアニンが検出されず、このことが種皮からの色素溶出が少ない要因の一つであることが示唆された（データ省略）。また、皮切れの発生率には品種間差が見られ、“金時豆”は皮切れや煮くずれが多く、“レッドキドニー”は少ない傾向であった。皮切れ率と百粒重および煮熟後の種皮かたさの間には高い相関が認められ、「粒大が小さく、煮熟後も皮が硬い」品種ほど皮切れが少ない傾向であった。子実の内部成分（デンプン、タンパク質）と皮切れ率の間には相関関係が認められなかった（データ省略）。

開発した加工適性評価手法を用いて、“煮熟粒色の鮮やかさ”と“煮くずれの少なさ”を重視した系統評価を行い、「十育S1号」「十育S2号」を育成した（表3）。また、簡易粒色評価手法を用いて、F4～5世代計577系統について簡易選抜を実施した。

表1 実需者が新規用途向け赤インゲンマメに対して求める品質特性

加工特性	実需者の意見	回答者数 ¹	評価項目への反映 ²
煮熟粒色	赤色が鮮やかなもの “金時豆”並で可 加熱による退色がないこと	★★★★★ ★ ★	加工後の種皮色（赤色）が極めて重要で、評価項目に取り入れる必要がある。
外観	皮切れが少ないこと 皮切れ、煮くずれが少ないもの	★★★★★ ★★★★★	皮切れ、煮くずれが少ないことが重要で、評価項目に取り入れる必要がある。
かたさ 食感	“金時豆”の粉っぽさは好ましくない “金時豆”並の粘り 硬めの食感が良い。ホクホクしたものは好まれない。 判断できない 皮だけが硬く感じないもの	★ ★ ★ ★ ★	現時点で一定の傾向はないが、多くの製造業者が重視しており、今後重要な評価項目となると予想される。
粒大	“金時豆”並から小 “金時豆”並 小さめ 大きめが良い	★ ★ ★ ★	一定の傾向は認められず、食感や味と合わせて検討を進める。
味 風味	“金時豆”並 油、酢と相性が良いもの 豆の風味があり、おいしいもの	★★ ★ ★	現状の“金時豆”並で大きな問題はないが、食感や粒大と合わせて検討を進める。

注1) 8業者のうち、同様の指摘をした実需者数

注2) 意見に対応した評価の方向性

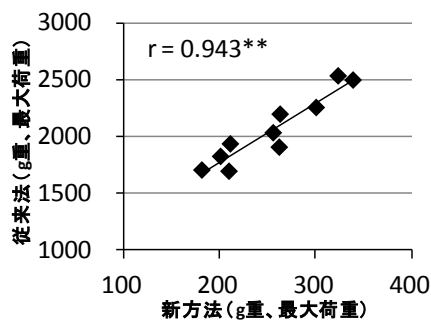


図1 子葉部かたさ測定における新手法の従来法との比較

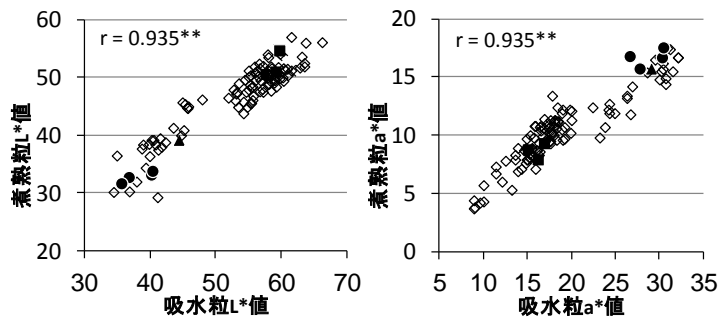


図2 吸水粒および煮熟粒色の相関関係 (左：L*値、右：a*値)

■：“金時豆”、▲：新金時、●：“レッドキドニー”

表2 従来の品質評価法と本成績で開発した新手法の比較

		新手法	従来法
かたさ	方法	子実を水に16時間浸漬し、98℃で20分間煮熟	
		テクスチャーアナライザーによる貫入試験	テクスチャーアナライザーによる貫入および圧縮試験
	特徴	種皮と子葉部の同時測定が可能*	種皮と子葉部は別個に測定
	使用プローブ	φ2.5mm (貫入試験用)	φ2.5mmとφ11.25mm (貫入試験用と圧縮試験用)
	必要サンプル量	20粒～50粒	40粒～100粒
	処理可能点数	30点/日	10点/日
煮熟粒色	方法	子実を水に16時間浸漬 吸水粒色を測定	子実を水に16時間浸漬し、98℃で20分間煮熟する 煮熟粒色を測定
	特徴	浸漬処理のみ。加熱機器が不要である。	煮熟処理のため、加熱機器が必要である。
	必要サンプル量	20粒	20粒以上
	処理可能点数	50点/日	20点/日
	備考	吸水粒色の測定後に試料を煮熟し、かたさおよび皮切れ率を評価することが可能である。ただし、処理点数は1日当たり10点程度。	

*子葉部のかたさは、子葉部貫入時の最大荷重とする。

表3 煮熟適性試験成績 (平成24年 十勝農試)

系統名 または 品種名	世代 (H24)	組合せ		煮熟後整粒率 (%)			煮熟粒色			新系統名 (H25～)	
		母	父	正常	皮切れ 小 大	煮く ずれ	L*	a*	b*		
十系S19号	F7	Montcalm 023	十系B394号	95	4	1	0	33.5	14.8	7.7	(十育S1号)
十系S27号	F7	〃	〃	95	5	0	0	32.8	15.9	6.7	(十育S2号)
大正金時				50	14	36	0	53.8	11.0	12.6	
新金時				88	5	7	0	40.9	14.7	8.0	

注1) 十系B394号 (十育B79号) : 大正金時*6×大福。 注2) 煮熟条件: 25℃ 16時間浸漬後に、98℃ 26分煮熟。

2) 加工適性・病害抵抗性に優れた金時類有望系統の早期開発

煮熟特性による選抜の結果、「福勝」並の粒大で且つ「大正金時」並に皮切れ・煮くずれ粒率が低かった「十育B81号」を育成した(表4)。黄化病抵抗性の大正金時BC系統「十育B80号」を育成した。本系統は、成熟期および収量性等は「大正金時」並であり、黄化病抵抗性は「福寿金時」並の“極強”であったが、加工適性では、「大正金時」に比べ、

煮熟後粒色が淡く、皮切れ・煮くずれが多い特性を有していた。そこで、不良因子の除去を目的として、マーカーDV386を大福（抵抗性）型、DV353を金時型で持つBC₆~₇世代16系統(R-A)を選抜した（十系B362~377号）。いずれの系統も、成熟期および収量性等は「大正金時」並であったが、煮熟特性では系統により結果が異なった（図3）。その中から、「大正金時」並の煮熟特性を示す系統を選抜し、「十育B82号」を育成した（表4）。

表4 煮熟適性試験成績（平成24年 十勝農試）

系統名 （H24）	世代 （H24）	組合せ		煮熟後整粒率（%）			煮熟粒色			新系統名 （H25~）
		母	父	正常	皮切れ 小 大	煮く ずれ	L*	a*	b*	
十系B435号	F10	十育B71号	十系B352号	62	23 14	1	52.3	12.1	12.6	（十育B81号）
十系B471号	F6	大正金時	十育B80号	66	9 23	2	53.7	11.7	13.1	（十育B82号）
大正金時				66	12 21	1	53.8	11.1	12.9	
十育B80号		大正金時*7	大福	45	18 35	2	56.1	9.9	12.4	
福勝				32	12 45	11	50.4	10.8	12.3	

注）煮熟条件：25℃ 16時間浸漬後に、98℃ 26分煮熟。

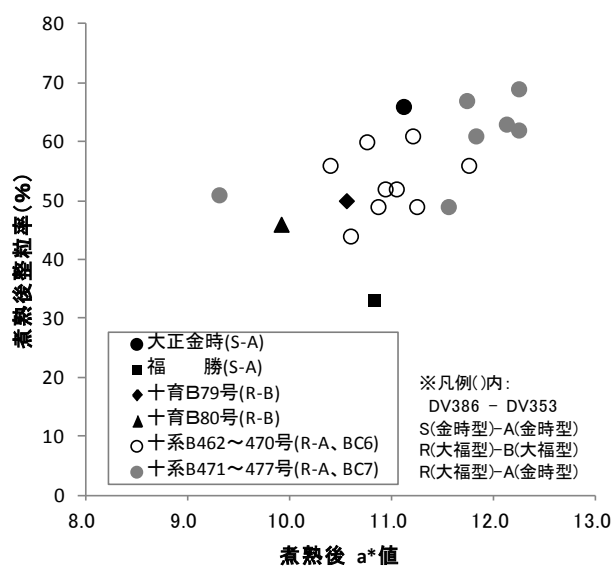


図3 煮熟後の粒色と整粒率の関係（平成24年 十勝農試）

3) 黄化病抵抗性に優れた新規用途及び金時類有望系統の育成及び選抜

黄化病現地選抜圃場（鹿追町）にて、黄化病“極強”抵抗性系統を片親に持つ、F₃世代計27集団、F₄世代計11集団を栽植し、黄化病無防除栽培下で抵抗性1次選抜を実施した。子実外観品質による選抜後、計1,413個体について、DNAマーカー（DV386, DV353）を利用した黄化病抵抗性の2次選抜を実施した（表5）。「十育B80号」は、アブラムシを用いたウイルス病抵抗性検定およびELISA検定の結果、「福寿金時」と同様に黄化病抵抗性は“極強”と判断した。また、後続の「十系B462~477号」は、同検定の結果、黄化病の発

病は認められず(表6)、ELISA検定の結果も全て陰性であった。加工適性試験の結果から、「十系B471号」を選抜し、今後「十育B82号」として試験を継続する。

表5 黄化病抵抗性選抜個体数(平成24年 十勝農試)

供試年次	世代	集団数	鹿 追		子実外観 選抜個体数	マーカー選抜個体数		
			播種粒数	収穫個体数		R-A	R-B	H-H
H22年	F3集団	7	13,440	-	(11,310)	-	-	-
	F4集団	4	9,600	586	211	1	111	29
H23年	F3集団	10	11,530	1,611	339	39	98	117
	F4集団	7	11,310	1,457	212	20	73	49
H24年	F3集団	8	12,300	-	(12,800)	-	-	-
	BC1F3集団	2	1,900	-	(3,200)	-	-	-

※選抜個体数：()内は選抜粒数

※マーカー選抜個体数内訳：DV386(R:大福(抵抗性)型)-DV353(A:金時型、B:大福型)、H:ヘテロ

※H24年のマーカー選抜は、H23年H-H個体由来の93系統×7個体(計651個体)を供試

表6 接種検定試験成績(平成22~24年 十勝農試)

品 種 名 また は 系 統 名	黄化病 抵抗性	感染個体率 (%)		
		H22年	H23年	H24年
十育B80号	“極強”	0.0	0.0	-
十系B462 ~470号	(BC ₆ 系統)	-	(0.0)	0.0
十系B471 ~477号	(BC ₇ 系統)	-	(0.0)	0.0
大正金時	“弱”	100.0	100.0	96.8
北海金時	“やや弱”	100.0	100.0	83.9
姫手亡	“やや強”	13.3	6.7	3.2
北原紅長	“強”	10.0	3.3	3.2
福寿金時	“極強”	0.0	0.0	0.0
大正金時 (無接種)	-	0.0	0.0	0.0

※H23年十系系統の欄は、十系番号付与以前の成績

(4) 今後の課題

種皮中の色素組成と煮熟粒色の関係解析、及び皮切れ発生の要因解明は、現在実施中の「菜豆のサラダ用加工特性の解明と加工適性に優れる品種開発の強化(H25~27)」課題にて検討する。同課題では、黄化病抵抗性のサラダ・煮豆の各用途向け系統の開発にも引き続き取り組む。

(5) 成果の波及効果

本成果を、加工適性に優れるサラダ等新規用途及び煮豆用途向け菜豆新品種の開発試験において活用することにより、加工適性に優れる系統の効率的な選抜が可能となる。また、本課題で選抜された加工適性に優れる有望系統を品種化することにより、菜豆の安定生産に寄与できる。

(6) 論文、特許等

- 1) 齋藤優介ほか、インゲンマメのサラダ加工適性評価法。(日本食品科学工学会北海道支部会, 2012)