

[5]

氏名(本籍)	畑井朝子(青森県)		
学位	博士(学術)		
学位記号番号	博乙第24号		
学位授与年月日	平成13年3月8日		
学位授与の要件	学位規則第5条第2項該当		
論文題目	小豆あん粒子形成に関する調理化学的研究		
論文審査委員	(主査)	教授	島田 淳子
		教授	小此木 成夫
		教授	木村 修一
		教授	福場 博保
	大妻女子大学	教授	下村 道子

論文要旨

小豆は北海道の主要生産物であり、生産された小豆の約70%はあんに加工され、和菓子の材料その他に広く用いられている。小豆あんの特徴は、あん粒子特有の色調と微粒子に起因する独特のテクスチャーにある。しかし、高品質のあんを収量よく得る小豆の選定と加工条件は極めて複雑であり、経験に頼らざるを得ない部分が多分に残されている。

そこで本研究は、小豆あん粒子の形成機構を解明し、これによりあんの調理・加工における諸問題を解決する事を目的として行った。すなわち、小豆あん粒子は、小豆の煮熟処理による子葉細胞の解離、および種皮成分の解離子葉細胞への吸着という二つの過程を経て形成されるとの仮説を立て、これを実験により実証する事を試みた。

本論文は以下に示す6章よりなっている。

第1章において、既往の研究を整理し、あん粒子の形成機構という本質に取り組んだものがない事を明らかにし、よって本研究の目的を明確にした。

第2章において、原料小豆の素質と煮熟性を取り上げ、煮熟による軟化の起こらないあるいは起こりにくい石豆が硬粒と古豆に分けられる事、前者では種瘤が休眠状態にあり軟化に必須の吸水が起こらず、一年間程度保存することによる休眠状態から脱却させる以外に調理加工条件での改善が望めない事を認めた。後者では逆に保存による吸水性の低下が問題であり、保存条件と吸水性・煮熟性との関係を明らかにした。さらに生産地土壤の異なる25種類の小豆の各種成分量、調理加工特性の測定を行い、土壤の有効態養分含量、小豆中の成分、製あん性の関係を明らかにし、土壤からの製あん性向上の可能性を示唆した。

第3章において、小豆あん粒子の形成に及ぼす種皮の役割を明らかにする事を試みた。種皮の色の大きく異なる6種類の小豆を用い、種皮を除去した子葉のみの小豆と、種皮付きの小豆とを加熱し製あん性の比較を行った結果、子葉のみを加熱した試料では子葉が崩壊しやすく、従ってあんの収量が悪く、しかも得られたあんの比重は小さかった。あんの

色調も種皮の色によって大きく異なった。以上より、あん独特の色調と形状を有するあん粒子の形成には種皮の存在が必要不可欠である事を明らかにした。

第4章において、小豆の色素成分とあん粒子の色調との関係を検討した。6種の小豆種皮のアントシアニンおよびクロロフィル含量を測定し、前者の中の各成分およびアグリコンを同定した。これらより、従来の説とは異なり、アントシアニン含量とあんの色調とは相関がない事を明らかにした。

第5章において、小豆のポリフェノール成分の同定を行った。種皮からはフラボノール、フラバノール等、30個の成分が検出され、その主成分はプロアントシアニジンであり、その60%以上が可溶性であった。全ポリフェノール成分含量の90%、プロアントシアニジンの96%以上が種皮に存在した。ポリフェノール含量、プロアントシアニジンは共にあんの色調と正の相関を有した。

第6章において、6種類の小豆全粒および種皮除去小豆を加熱し、種皮中のプロアントシアニジンが小豆煮熟中に溶け出して子葉細胞に吸着する事を実証した。次に吸着される成分としてたんぱく質に着目した。加熱前種皮除去試料と種皮と共に加熱した試料からたんぱく質をアルカリ抽出したところ、前者からは白色の、後者からは小豆色のたんぱく質が得られ、プロアントシアニジンがたんぱく質に吸着されている事が認められた。さらにアルブミン画分とグロブリン画分への吸着量を検討した所、前者への吸着量の多い事、未加熱においても吸着が起こる事を認めた。この吸着現象は牛血清アルブミンでも認められた。以上の結果、煮熟処理中に解離した子葉細胞中のたんぱく質に種皮成分のポリフェノール、主にプロアントシアニジンが吸着され、あん粒子を形成する事が明らかになった。

本研究により、製あん過程における諸現象が明らかになり、しかもあん粒子形成の機構を明らかにする事ができた。本研究は、加工後に廃棄される種皮中の成分に着目した点においてユニークであると共に、種皮成分のプロアントシアニジンが子葉細胞のたんぱく質に吸着されてあん粒子を形成することを実証し得た点において、学術上極めて興味深い新知見を有するものである。さらに、今後製あんの調理・加工において遭遇するさまざまな現象を解明し、製あん工程を食品化学的に発展させる上で重要な手掛かりを与える知見であろう。

審査報告要旨

本研究は、あん粒子の形成が煮熟処理による子葉細胞の解離および種皮成分の解離子葉細胞への吸着と言う二つの調理過程を経て形成されるとの仮説を立て、実験によりこれを実証し、よって小豆あん形成機構を科学的に明らかにしたものである。

小豆は日本の食文化を特徴づける食材の一つであり、生産された小豆の約70%はあんに加工されて、様々に用いられている。北海道は小豆の産地としてよく知られ、あんの調理・加工が盛んに行なわれているが、高品質のあんを収量よく得る小豆の選定と加工条件は極めて難しく、あん粒子形成機構の解明が待たれていた。

本研究は、我が国におけるこれらのニーズに科学的に答え産業の発展に質するものであると共に、以下に示す学術上の特徴ある価値を有する。本研究の特徴の一つは、加工中に廃棄される種皮に着目し、種皮成分が子葉細胞の成分に化学的に吸着してあん粒子を形成するとのユニークな仮説を立てた事にあり、プロアントシアニジンのたん白質への吸着を実証している。第二の特徴は、多数の成分を含みかつ組織構造を有する小豆そのもの、すなわち非常に複雑な系である試料を用いながら、明確な成果を得ている事にある。第三に、あん製造中に生じる複雑な諸現象を、小豆が生産される土壌の成分を含めた小豆の素質、小豆に含まれる諸成分、煮熟中の変化等の分析とあん粒子との関係から整理した事にあり、膨大なデータが蓄積されている。

本論文の内容は、煮熟による子葉細胞の解離に影響する小豆の素質、種皮の存在があん粒子形成に及ぼす役割、およびあん粒子形成機構解明の三つの部分に大別できる。

第一の部において、煮熟による軟化の起こらないあるいは起こりにくい石豆を取り上げ、石豆が硬粒と古豆に分けられる事、前者では軟化に必須の吸水が起こらない事、後者では保存による吸水性の低下が問題である事を明らかにしている。すなわち、石豆と言っても、原因によりその対策は全く異なることを初めて明らかにしている。さらに従来手がつけられていなかった生産地土壌の問題を取り上げ、膨大な試料を用いて、有効態養分含量、小豆中の成分、製あん性との関係を明らかにし、土壌からの製あん性向上の可能性を示唆している。

第二の部において、種皮を除去して子葉のみを加熱すると、細胞が崩壊しやすくあんの収量が悪く、しかも得られたあんの比重が小さい事、よって種皮の存在があん粒子の形成に必須である事を見出している。さらに種皮中の色素成分について詳細な検討を行い、あんの色調はアントシアニン含量に依存すると言う従来の説が誤りである事、あんの色調はポリフェノール成分含量に相関する事を見出した。ポリフェノールの主成分はプロアントシアニジンであり、その97%は種皮に存在し、またその60%以上が可溶性であった。以上より種皮中のアントシアニジンが小豆煮熟中に溶け出して子葉細胞に吸着する可能性が見出された。

そこで第三の部において、プロアントシアニジンのあん粒子への吸着を実証し、さらに吸着される成分としてたんぱく質に着目した。加熱前種皮除去試料と種皮と共に加熱した試料からたんぱく質をアルカリ抽出し、プロアントシアニジンがたんぱく質に吸着する事、吸着量はアルビミン画分において顕著である事、吸着現象は未加熱においても起こる事等を認めている。

以上よりあん粒子の形成には、煮熟処理中に子葉細胞が解離する事、種皮成分のポリフェノール、主にプロアントシアニジンが子葉細胞中のたんぱく質に吸着し、あん粒子を形成する事を明らかにした。

本論文は、あん粒子の形成機構を種皮成分と子葉成分の相互作用から実験的に明らかにした点において極めて興味深い特徴を有し、しかもあん粒子形成に関与する種皮および子葉の両成分を特定してこれを実証した質の高い論文である。本論文はこのような学問上の

新知見を有するのみでなく、あんの調理加工上の問題を解決し、産業の発展に貢献するものでもある。

審査委員は、以上の内容に関して本人に発表を求め、内容についての諮問を行った。解答はいずれも的確であり、さらに本論文以外にもこの20数年間を通して得た新知見が数多くある事が明らかになった。

以上の結果より、審査委員会は満場一致をもって、本研究が博士（学術）の学位を授与するに値すると判断した。