

ミョウバンとその代替化合物の添加がパンケーキの膨張と構成タンパク質に与える影響

誌名	日本食品科学工学会誌 : Nippon shokuhin kagaku kogaku kaishi = Journal of the Japanese Society for Food Science and Technology
ISSN	1341027X
著者名	齊藤,紅 簗島,良一 椎葉,究
発行元	日本食品科学工学会
巻/号	63巻4号
巻号補足	
掲載ページ	p. 170-175
発行年月	2016年4月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



研究ノート

ミョウバンとその代替化合物の添加がパンケーキの膨張と構成タンパク質に与える影響

齊藤 紅¹, 簗島良一^{1,2}, 椎葉 究^{1*}

¹ 東京電機大学理工学部生命理工学系

² 日清オイリオグループ株式会社中央研究所

Effects of Alum and Substitute Chemical Agents on Leavening and Constituent Proteins of Pancake

Beni Saito¹, Ryoichi Minoshima^{1,2} and Kiwamu Shiiba^{1*}

¹ Division of Life Science and Engineering, School of Science and Engineering, Tokyo Denki University, Ishisaka, Hatoyama, Iruma-gun, Saitama 350-0394

² Central Research Laboratory, The Nisshin Oillio Group Ltd., 1 Shinmei-cho, Yokosuka, Kanagawa 239-0832

Generally, baking powder contains aluminum compounds (alum) as the acidic agent. However, because ingredients such as potassium aluminum sulfate (PAS) may affect the nervous system, the Codex Alimentarius Commission has recommended restricting its use in infants. Instead of alum, therefore, glucono- δ -lactone (GDL) has been developed for use as a substitute. The addition of PAS or GDL to batter increased the pancake volume as well as the ratio of insoluble proteins, as fractionated by Osborne's method. The addition of hydrogen peroxide (HP) also resulted in similar effects in pancakes. (Received Oct. 20, 2015; Accepted Jan. 14, 2016)

Keywords : baking powder, alum, aluminum, leavening, glucono- δ -lactone, hydrogen peroxide

キーワード : ベーキングパウダー, ミョウバン, アルミニウム, 膨化, グルコノデルタラクトン, 過酸化水素

従来から、スポンジケーキやパンケーキなどの膨張剤として、ベーキングパウダーが利用されている。ベーキングパウダーにはいろいろなタイプがあるが、一般的に重曹(炭酸水素ナトリウム)と酸性剤が含まれている。炭酸水素ナトリウムは、40℃以下では通常分解しないため、二酸化炭素は発生しない。そのため、ベーキングパウダーは、生地中で二酸化炭素を発生させ膨張効果や適度な物性を得るために、酒石酸等の速効性酸性剤、酒石酸水素カリウム等の中間性酸性剤、硫酸アルミニウムカリウム(PAS)のような遅効性酸性剤が混合され、調理・加工中に二酸化炭素が継続的に発生し膨化が順調に進むように工夫されている。

2006年第67回FAO/WHO合同専門家会議(JECF)¹⁾では、アルミニウムは繁殖系および発達神経系に従来のPTWI(暫定耐容週間摂取量)設定の際に使用した投与量より低い投与量で健康影響があると結論づけている。その結果、PTWIが7mg/kg体重/週から1mg/kg体重/週に引き下げられた。また、一部の人々、特にアルミニウムを含む食品添加物を含む食品を日常摂取している子供では、このPTWIを大きく超過する可能性があることが指摘さ

れた。2007年時点で食品由来のアルミニウムによるアルツハイマーとの関係性は否定されているものの、アルミニウムが人体に及ぼす影響についてはすべて解明されておらず、現在に至るまで、Codex委員会では、食品添加物としてケーキなどの膨張剤の一部としてミョウバンの原料として利用されてきた硫酸アルミニウムアンモニウム、硫酸アルミニウムカリウム、硫酸アルミニウムナトリウム、ケイ酸アルミニウム塩等の最大使用量が審議されている。

そのような中で、従来から用いられているミョウバンに代わって、グルコノ- δ -ラクトン(GDL)がケーキなどの酸性剤として利用されている。GDLはグルコースの酸化によって得られたグルコン酸をもとに化学合成される白色の結晶性粉末であるが、水に溶解すると徐々にグルコン酸に戻る性質がありGDLとグルコン酸は水溶液中においては平衡状態となるため、酸性効果が安定して持続しやすい性質がある。そのため、食品添加物として頻繁に利用されている。

ミョウバンやGDLが酸性剤として重曹と反応するケミカルリーベニング(Chemical leavening)システムは、化学

¹ 〒350-0394 埼玉県比企郡鳩山町石坂, ² 〒239-0832 神奈川県横須賀市神明町1

*連絡先 (Corresponding author), shiibak@mail.dendai.ac.jp

的に解明されている²³⁾。しかし、それらのケーキ中の構成タンパク質への影響についての報告は少ない。Wilderjansら⁴⁾は、パンケーキの焼成中にタンパク質の重合化が促進されることを報告しているが、ケミカルリーベニングとタンパク質の変性についての直接的な関連性についての報告はない。本研究では、ベーキングパウダー中のミョウバンやGDLがスポンジケーキやパンケーキのタンパク質の構成変化に及ぼす影響について明らかにするために、オズボーン分画変法⁵⁾によりパンケーキ中の分画タンパク質の構成量を測定した。また、タンパク質の不溶性化を引き起こしそうな添加物として増粘多糖類や酸化剤を5種類ほど試したが、その中で、過酸化水素水の添加が、ミョウバンやGDLと同様な体積の増加効果を生じることを見出したので、オズボーン分画法により構成タンパク質を比較した。また、ネガティブ対照として増粘多糖類アルギン酸ナトリウム(SAA)を添加したときの比較も行った。

1. 実験方法

(1) パンケーキ試作と体積測定

薄力小麦粉バイオレット(日清製粉株式会社製)、上白糖(三井製糖株式会社製)、炭酸水素ナトリウム、ミョウバンとして硫酸アルミニウムカリウム(PAS)、グルコノ- δ -ラクトン(GDL)、アルギン酸ナトリウム(SAA)などの添加物試料(過酸化水素水を除く)はすべて粉ふるいにかけた(上記添加物は、和光純薬製特級試薬)。一枚あたりのパンケーキバターの基本組成は、薄力小麦粉50g、砂糖10g、牛乳50g、卵25g、炭酸水素ナトリウム0.75gとした。小麦粉50g、砂糖10g、炭酸水素ナトリウム0.75gを混合した粉類60.75gに添加物試料をそれぞれ0.01~1.2g(過酸化水素水の場合は液体で200, 500, 1000 μ l)添加後混合した。その後牛乳50gおよび溶いた卵25gを混合してケーキ用のゴムベラで200回攪拌し、PASおよびGDL混合の8種の試験区およびPASを0.75g添加した対照区のパンケーキバターの調製した。PAS添加区をそれぞれA1-1, 2, 3, 4およびGDL添加区をG-1, 2, 3, 4とした。全バター量のうち計量カップに100gを量り分け、170℃に温めたホットプレートで合計3.5分間(裏面:2分間、表面:1.5分間)焼成した。

ホットケーキの体積は、面積を測定後、パンケーキの厚さをノギスで5箇所測定し厚みの平均値を算出して求めた。放冷30分後に、食味および食感を学生(男性:4人女性4人)計8人により5点満点で評価した。試験は嗜好型試験で行い、以下のように点数化してデータを収集する採点法を用いた。食味の評価は、5(とてもおいしい、とても好ましい味など、最も好まれる)、4(好まれる)、3(ふつう)、2(やや好まれない)、1(とてもまずい、違和感がある、など、最も好まれない)の好みの感度を示し、食感の評価は、5(とても口どけが良い、とても柔らかい、など、たいへん好ましい)~1(とてもかたい、ぼそぼそ感、など、

たいへん好ましくない)の点数で表して、8人の評価をそれぞれの項目で平均した。

(2) パンケーキ中の構成タンパク質のOsborn分画法の変法⁶⁾による分画

パンケーキを各々ミルミキサーによって破碎し、粉末状にしたパンケーキ100mgをエッペンドルフチューブに入れ、脱イオン水500 μ lとともにボルテックスミキサーで1分間攪拌後、5分間遠心分離(2000rpm)し、上清を回収した。沈殿物に脱イオン水400 μ l加え、同様の操作を繰り返し、それらの上清を集めてアルブミン区分(ALB)とした。

沈殿物は0.5M NaCl溶液400 μ lとともにボルテックスミキサーで攪拌後、5分間遠心分離(2000rpm)し、上清を回収した。沈殿物に0.5M NaCl溶液400 μ l加え、同様の操作を繰り返し、それらの上清を集めてグロブリン区分(GLO)とした。

沈殿物に70%エタノール水溶液400 μ l入れてボルテックスミキサーで攪拌後、5分間遠心分離(2000rpm)し、上清を回収した。沈殿物に400 μ lの70%エタノール溶液加え、同様の操作を繰り返し、それらの上清を集めてグリアジン区分(GLI)とした。

沈殿物に50%1-propanol+1% dithiothreitol (DTT)溶液400 μ l入れてボルテックスミキサーで攪拌後、5分間遠心分離(2000rpm)し、上清を回収した。さらに沈殿物に50%1-propanol+1% DTTの溶液400 μ l加え、同様の操作を繰り返し、それらの上清を集めて可溶性グルテニン区分(GLU-S)とした。

沈殿物に100%1-propanol+1% DTT溶液75 μ l混合し、混合液を4℃で60分間放置した。さらに(2M urea+1% DTT)を含む50%1-propanol-0.082M Tris-HCl (pH7.5)溶液100 μ lを加えてボルテックスミキサーで攪拌後溶解したものを、不溶性グルテニン区分(GLU-P)とした。

タンパク質量は、牛血清アルブミンを標準物質としてLowry法⁷⁾により測定した。

なお、すべての分析は、ダブルで行い値を平均した。両値は、平均値の $\pm 5\%$ 以内であることを確認している。

2. 実験結果および考察

(1) PASおよびGDL添加時パンケーキの体積測定および官能検査結果

図1および図2に硫酸アルミニウムカリウム(PAS)およびグルコノ- δ -ラクトン(GDL)添加時のパンケーキの写真を示した。また、表1にPASおよびGDL添加時のパンケーキの体積と官能検査結果を示した。PASおよびGDLは共に添加量の増加に従ってパンケーキは膨化し体積が増加した。また、GDLは添加量の増加に従って食味・食感共に向上し、体積の増加と比例関係となった。一方、PASは添加量の増加に従い食味は低下した。また、対粉類60.75gにPASを1.125gおよび1.50g添加したパンケーキは金属味が強くなり、官能検査を行うことが不可能

であった。

(2) PAS および GDL 添加時の分画タンパク質の比較

表2に分画したタンパク質量を示した。PAS 添加パンケーキの結果より、PAS の添加量の増加に伴い水溶性タンパク質である ALB 区分や塩水溶性のタンパク質 GLO 区分も減少した。一方、水不溶性タンパク質である GLI, GLU-P 区分は添加量の増加に従ってタンパク質量が増加した。実際、ALB/(GLO+GLI+GLU-S,P) の比率は、Al-1, 2, 3, 4 の順 (PAS の添加量順) に、1.00, 0.82, 0.62, 0.55 と

減少した。そして GDL 添加パンケーキのタンパク質量でも、特に ALB 区分の比率の減少と GLU-P 区分の増加傾向は PAS と同様であった。同様に、ALB/(GLO+GLI+GLU-S,P) の比率は、G-1, 2, 3, 4 の順 (GDL の添加量順) に、1.08, 0.92, 0.82, 0.70 と減少した。

以上のことより、PAS および GDL の添加量の増加に伴いパンケーキ中の全タンパク質の構成は水溶性から水不溶性成分に相対的に高くなることが明らかになった。

(3) 過酸化水素水 (HP), アルギン酸ナトリウム (SAA) の添加による効果

タンパク質の不溶性化を引き起こす可能性がありそうな添加物として酸化剤や増粘多糖類を試したが、その中で、過酸化水素水の添加が、PAS や GDL と同様な体積の増加効果を生じることを見出したので、構成タンパク質を比較した。表3に HP を添加したパンケーキの体積測定結果を



図1 硫酸アルミニウムカリウム添加パンケーキの断面図

Al-1, 硫酸アルミニウムカリウム添加量 (対粉類 60.75 g) 0.3 g; Al-2, 同 0.75 g; Al-3, 同 1.125 g; Al-4, 同 1.5 g.

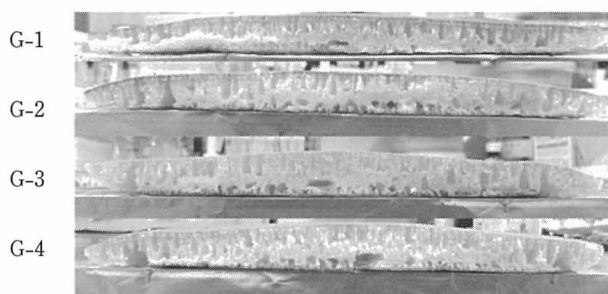


図2 グルコノ-δ-ラクトン添加パンケーキの断面図

G-1, グルコノ-δ-ラクトン添加量 (対粉類 60.75 g) 0.3 g; G-2, 同 0.75 g; G-3, 同 1.125 g; G-4, 同 1.5 g.

表1 硫酸アルミニウムカリウム (PAS) およびグルコノ-δ-ラクトン (GDL) 添加パンケーキの体積, 官能検査結果

No.	添加量* (g)	体積** (cm ³)	食味*** (点)	食感*** (点)
Al-1	0.3	165	2.6 ^a	2.8 ^a
Al-2	0.75	211	2.4 ^a	3.3 ^b
Al-3	1.125	250	—	—
Al-4	1.5	280	—	—
G-1	0.3	194	2.8 ^a	2.8 ^a
G-2	0.75	212	3.3 ^b	3.3 ^b
G-3	1.125	236	3.8 ^c	3.8 ^c
G-4	1.5	268	4.3 ^d	4.5 ^d

* 添加量は、粉類 (60.75 g) に対する量

** 体積の数値は、2 サンプルの平均分析値で両値は平均値の ±5% 以内である

*** 異なるアルファベット付きの数値は、お互いに有意差 ($p < 0.05$) があることを示している

表2 硫酸アルミニウムカリウム (PAS) およびグルコノ-δ-ラクトン (GDL) 添加時のパンケーキ中のオズボーン分画タンパク質量

No.	添加量* (g)	ALB (mg) (%)	GLO (mg) (%)	GLI (mg) (%)	GLU-S (mg) (%)	GLU-P (mg) (%)	Total (mg) (%)
Al-1	0.3	1.31 (49.9)	0.78 (29.9)	0.45 (17.0)	0.064 (2.45)	0.018 (0.70)	2.62 (100)
Al-2	0.75	1.04 (45.1)	0.65 (28.1)	0.52 (22.7)	0.063 (2.74)	0.031 (1.33)	2.30 (100)
Al-3	1.125	0.88 (38.4)	0.64 (28.0)	0.67 (29.1)	0.070 (3.07)	0.032 (1.38)	2.29 (100)
Al-4	1.5	0.85 (35.4)	0.61 (25.3)	0.84 (34.8)	0.069 (2.88)	0.039 (1.64)	2.40 (100)
G-1	0.3	1.29 (52.0)	0.65 (26.2)	0.47 (18.8)	0.058 (2.32)	0.017 (0.70)	2.49 (100)
G-2	0.75	1.30 (48.2)	0.78 (28.8)	0.53 (19.5)	0.073 (2.72)	0.026 (0.84)	2.70 (100)
G-3	1.125	1.24 (45.0)	0.80 (29.2)	0.61 (22.3)	0.058 (2.12)	0.038 (1.37)	2.74 (100)
G-4	1.5	1.38 (41.3)	1.23 (36.9)	0.62 (18.6)	0.066 (1.96)	0.042 (1.27)	3.34 (100)

* 添加量は、粉類 (60.75 g) に対する量

数値は、パンケーキ 100 mg 中のタンパク質量, (%) は Total に対する割合を表し、すべて平均分析値 (両値は平均値の ±5% 以内) である

示した。添加量の増加に従って体積も増加した。PAS を 0.75 g 添加した対照と比較しても、同等以上であり、効果が認められた。過酸化水素水は、食品添加物として認められていないので、官能検査はしていない。表 4 に分画したタンパク質量を示した。HP 添加パンケーキの結果より、HP の添加量の増加に伴い親水性タンパク質である ALB 区分のタンパク質量が減少した。一方、疎水性タンパク質である GLI、GLU-P 区分は添加量の増加に従ってタンパク質量が増加し、PAS 添加時と同様の傾向が確認された。ALB/(GLO+GLI+GLU-S,P) の比率は、HP の添加量順（パンケーキの体積順）に、1.08, 0.92, 0.82, 0.70 と減少し、PAS および GDL の添加時と同様であった。

一方、増粘多糖類であるアルギン酸ナトリウム（SAA）を添加したときのパンケーキの体積を表 5 に示す。添加量の増加に伴う、体積の増加と食味の改善は認められなかった。PAS を 0.75 g 添加した対照と比較して体積は少なく、添加効果は認められなかった。この時のオズボーン分画タンパク質量を表 6 に示した。SAA 添加量による水溶性/水不溶性タンパク質量の変化に明確な傾向が認められなかった。実際、ALB/(GLO+GLI+GLU-S,P) の比率は、SAA の添加量順に 0.90, 0.99, 0.92, 0.88, 0.94 となり、減少傾向は認められなかった。

以上のことより、HP の添加量の増加に伴いパンケーキを構成する全タンパク質の水不溶性化は相対的に高くなる

ことが明らかになった。これは、PAS や GDL 添加した時と同様な結果であった。一方、増粘多糖類である SAA の添加では、パンケーキの体積増加、水不溶性区分の増加は認められなかった。

なお、パンケーキの体積増加に効果のなかった SAA 添加の場合を除くすべてのパンケーキの体積と水溶性タンパク質であるアルブミン区分タンパク質量および不溶性タンパク質であるグリアジン区分タンパク質量の相関係数 (r^2) は、それぞれ 0.837 (マイナス) と 0.681 (プラス) の比較的高い相関性があり、体積が増加するにつれて水溶性タンパクが減少し水不溶性が増加する傾向が認められた (図 3)。ただし、ほかの区分については、明らかな相関性は認められなかった。

過酸化水素水によるパンケーキの構成タンパク質の変化に伴う不溶性の増加は、酸化重合の可能性もあるが、その点については今後検討が必要である。過酸化水素水は食品添加物として使用はできないが、ケミカルリーベニングによるタンパク質の不溶化についてはこれまで報告はほとんどないため、これらの研究を進めることにより、グルコノデルタラクトン以外にもミョウバンの代替添加物が得られ

表 3 過酸化水素水 (HP) および硫酸アルミニウムカリウム (PAS) 添加パンケーキの体積

添加物	添加量*	体積**
		(cm ³)
1 mM HP	200 μ l	169
	500 μ l	196
	1000 μ l	219
PAS	0.75 g	202

* 添加量は、粉類 (60.75 g) に対する量

** 体積の数値は、2 サンプルの平均分析値で両値は平均値の $\pm 5\%$ 以内である

表 5 アルギン酸ナトリウム (SAA) および硫酸アルミニウムカリウム (PAS) 添加パンケーキの体積、官能検査結果

添加物	添加量*	体積**	食味***	食感***
	(g)	(cm ³)	(点)	(点)
SAA	0.10	140	2.3 ^a	2.3 ^a
	0.25	147	2.7 ^b	2.7 ^b
	0.50	157	3.0 ^c	3.0 ^c
	0.75	170	2.7 ^b	1.9 ^d
	1.0	150	2.4 ^a	1.9 ^d
PAS	0.75	193	2.5 ^{ab}	2.5 ^{ab}

* 添加量は、粉類 (60.75 g) に対する量

** 体積の数値は、2 サンプルの平均分析値で両値は平均値の $\pm 5\%$ 以内である

*** 異なるアルファベット付きの数値は、お互いに有意差 ($p < 0.05$) があることを示している

表 4 過酸化水素水 (HP) および硫酸アルミニウムカリウム (PAS) 添加時のパンケーキ中のオズボーン分画タンパク質量

添加物	添加量*	ALB	GLO	GLI	GLU-S	GLU-P	Total
		(mg) (%)	(mg) (%)	(mg) (%)	(mg) (%)	(mg) (%)	(mg) (%)
1 mM HP	200 μ l	1.87 (51.8)	0.76 (21.1)	0.72 (19.9)	0.19 (5.16)	0.079 (1.92)	3.61 (100)
	500 μ l	1.43 (47.2)	0.72 (23.7)	0.60 (19.7)	0.22 (7.18)	0.068 (2.26)	3.02 (100)
	1000 μ l	1.49 (45.4)	0.75 (22.8)	0.76 (23.0)	0.17 (5.22)	0.12 (3.53)	3.29 (100)
PAS	0.75 g	1.18 (38.1)	0.83 (26.7)	0.82 (26.4)	0.19 (6.18)	0.081 (2.61)	3.10 (100)

* 添加量は、粉類 (60.75 g) に対する量

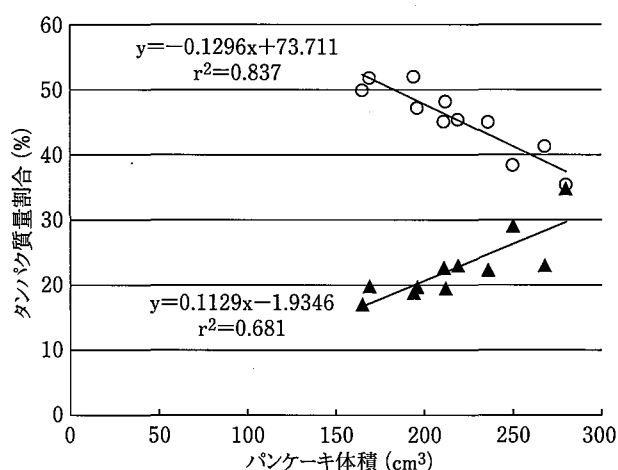
数値は、パンケーキ 100 mg 中のタンパク質量、(%) は Total に対する割合を表し、すべて平均分析値 (両値は平均値の $\pm 5\%$ 以内) である

表 6 アルギン酸ナトリウム (SAA) および硫酸アルミニウムカリウム (PAS) 添加時のパンケーキのオズボーン分画タンパク質量

添加物	添加量*	ALB	GLO	GLI	GLU-S	GLU-P	Total
	(g)	(mg) (%)	(mg) (%)	(mg) (%)	(mg) (%)	(mg) (%)	(mg) (%)
SAA	0.10	1.36 (46.0)	0.69 (23.5)	0.62 (20.9)	0.14 (4.71)	0.067 (4.94)	2.95 (100)
	0.25	1.65 (49.6)	0.74 (22.2)	0.72 (21.6)	0.15 (4.61)	0.067 (2.03)	3.32 (100)
	0.50	1.48 (47.9)	0.76 (24.7)	0.57 (18.4)	0.21 (6.65)	0.074 (2.39)	3.08 (100)
	0.75	1.53 (46.7)	0.76 (23.2)	0.76 (23.2)	0.17 (5.28)	0.050 (1.51)	3.28 (100)
	1.0	1.53 (48.8)	0.76 (24.0)	0.60 (19.0)	0.21 (6.62)	0.050 (1.58)	3.15 (100)
PAS	0.75	1.18 (38.1)	0.83 (26.7)	0.82 (26.4)	0.19 (6.18)	0.081 (2.61)	3.10 (100)

*添加量は、粉類 (60.75 g) に対する量

数値は、パンケーキ 100mg 中のタンパク質量, (%) は Total に対する割合を表し、すべて平均分析値 (両値は平均値の±5% 以内) である

図 3 パンケーキ体積とアルブミン区分 (水溶性タンパク質) およびグリアジン区分 (水不溶性タンパク質) の全タンパク質に対するタンパク質量割合 (%) との相関性
○, アルブミン区分; ▲, グリアジン区分.

る可能性がある。

ただし、ケーキ中のタンパク質は、小麦粉由来だけでなく、卵や牛乳由来のタンパク質もあるため、タンパク質の不溶性機構は複雑である。実際、パンケーキ当たりのタンパク質量は、日本食品成分表 (タンパク質含量が薄力粉 8.0%, 牛乳 3.2%, 鶏卵 12.3%) からトータル約 6-6.5% のタンパク質が含まれると計算されるが、定量された全タンパク質量は約 3% (平均 2.99%, $n=16$) であり、換算すると定量されたタンパク質量は、算定含有タンパク質量の約半分である。加熱などによりタンパク質が分解または糖成分とのアミノカルボニル反応でメラノイジンが生成されるなど、ローリー法では検出されない窒素成分に変化している割合を相当量含んでいると考えられるので、それらを除く構成タンパク質の比較の結果として考える必要があるが、今回はすべて同様の条件で比較している。

さらに今後、各抽出画分の SDS-PAGE や分子ふるいなどによる分子量の測定のほか、更に各区分を構成するアミ

ノ酸シーケンスや構造解析などによる比較を行い、タンパク質の水不溶化とタンパク質の構成変化 (構造変化)、パンケーキの膨化の相関性について機構解明する予定である。

3. 要 約

ミョウバン中の硫酸アルミニウムカリウム (PAS) やグルコノ- δ -ラクトン (GDL) がパンケーキなど膨張剤として使用されているが、それらのタンパク質への影響について、オズボーン分画変法によりタンパク質を分画しその構成比の違いから評価した。その結果、PAS や GDL の添加量を増やすと、パンケーキ中の水溶性タンパク質 (アルブミン区分) の比率が減少し、代わって水不溶性の区分、特に 70% エタノール可溶性タンパク質 (グリアジン区分) や酸可溶性タンパク質 (可溶性グルテニン) および不溶性グルテニン区分が増加する傾向にあり、全体的にタンパク質の水不溶性が増加する傾向があった。このタンパク質の構成の変化の原因を探るため、いろいろな化合物を添加して効果を比較した中で、過酸化水素水の添加は、パンケーキの膨張にたいへん効果的であり、PAS や GDL 添加時と同様なタンパク質の水不溶化傾向を生じた。一方、増粘多糖類であるアルギン酸ナトリウム (SAA) の添加は、そのような効果が認められなかった。

文 献

- 1) Sixty-seventh Report of the JECFA, Evaluation of certain food additives and contaminants, WHO Technical Report Series, No. 940, pp. 1, 33-45, 62-78 (2007).
- 2) Book, S. and Brill, R., Effects of chemical leavening on yellow cake properties. *Cereal Food World*, **60**, 71-75 (2014).
- 3) Koksel, H. and Gokmen, V., Chemical reactions in the processing of soft wheat products, Food Engineering aspects of baking sweet goods, eds. Gulum, S., Sahin, S.S., CRPress, C., USA, pp. 49-76 (2008).
- 4) Wilderjans, E., Kerckhoff, G., Lagrain, B., Brijs, K., Wevers, M. and Delcour, J.A., Baking gradients cause heterogeneity in starch and proteins in pound cake. *Cereal Chem.*, **87**, 475-480 (2010).

-
- 5) Bietz, J.A. and Wall, L.S., The effect of various extractions on subunit composition and associations of wheat glutenin. *Cereal Chem.*, **52**, 145-151 (1975).
 - 6) Lookhart, G. and Bean, S., Separation and characterization of wheat protein fractions by high-performance capillary electrophoresis. *Cereal Chem.*, **72**, 527-532 (1995).
 - 7) Lowry, O.H., Rosenbrough, N.J., Farr, A.L. and Randall, R.L., Protein measurement with the Folin phenol reagent. *J. Biol. Chem.*, **193**, 265-269 (1951).
- (平成 27 年 10 月 20 日受付, 平成 28 年 1 月 14 日受理)
-