モカルペースト添加が食パンの性状および食味に及ぼす影響とその栄養効果

上部光子*・西成勝好**

(*大妻女子大学短期大学部・**大阪市立大学大学院生活科学研究科)

Effects of the Addition of Mocal Paste to Bread on the Textural and Nutritional Properties

Mitsuko Uwabe*, Katsuyoshi Nishinari**

**Junior College Otsuma Women's University*, 12, Sanban-cho, Chiyoda-ku, Tokyo, 102-8357

***Osaka City University, Graduate School of Human Life Science*, 3-3-138, Sugimoto, Sumiyoshi-ku, Osaka, 558-8585

*〒102-8357 東京都千代田区三番町12

**〒558-8585 大阪市住吉区杉本3-3-138

Mocal paste (MP) is made from okara, a by-product of tofu (soy bean curd), most of which is treated as a waste. The optimum condition of the preparation of bread containing MP was examined. Effects of the quantity of MP on textural and nutritional properties of bread were studied by a simple extension test of the dough, uniaxial compression test of bread, appearance and sensory evaluation. Fracture stress of dough became larger and fracture strain became smaller with increasing content of MP, which led to the low expansibility and small specific volume of the bread. Bread containing excessive MP showed a large compressive stress and did not recover the initial volume after compression. Foam membrane in a crumb of such a bread was thicker than that of breads with less MP. Hardness of a crumb became larger whilst cohesiveness became smaller with the lapse of time and with increasing content of MP. Dough containing MP showed a higher pH than that without MP, but it was within the range of the optimum pH range. 5.2. Bread with excessive MP was evaluated more sticky and less resilient in sensory tests. The colour of both the crust and crumb became darker with increasing content of MP. It was concluded that the optimum MP content is 40 % judging from the viewpoint of cooking operation, palatability and nutrition. It is shown that bread containing 40 % MP is rich in protein, fibre, phosphor and potassium in comparison with commercially available bread, and that it is expected to prevent lifestyle related diseases.

1. 緒 論

日本の伝統食品の豆腐は、加工段階においておからを多量に産出する。このおからは従来、副食物として食していたが、今日では家畜の飼料や肥料に利用され、残り

は産業廃棄物として処理するのに困るところまで追い込まれている現状である¹⁾。そこで環境汚染問題解決の一案として「おから」の有効利用製品が多数考えられている。その中の製品のの一つがモカルペーストである。モカルペーストは、おからに倍量の熱水を加え、マスコロイ

ダー（石臼のような機械）で摩砕し、充填（1 kg包装）、レトルト滅菌したものである。栄養的には、たんぱく質が3.5%含まれ、エネルギーが51 kcal / 100 g と低カロリーである。特に食物繊維（5.0%）、カリウムが多く、家庭での生活習慣病の予防食に大いに役立つ^{2), 3), 4)}食品である。

本研究では、モカルペーストを日常食の利用回数の多い主食用としての食パンに添加した。モカル添加により、より多くの食物繊維、カリウムが摂取できる。一般的には、食物繊維は便秘やガンの予防、また、カリウムは高血圧の予防に役立つなどの作用があると期待されている。また、カリウムは、ゆで調理が多い場合には食品からの流失が考えられ、この点、主食として自然に摂取できれば安心である。

食パンへの「おから」添加の研究⁵⁾は、製パンへの利用の研究報告があるのみで、詳細は報告されていない。そこで、食パンにモカルを添加し、パンの性状や食味におよぼす影響およびその栄養成分などについて検討した。

2. 実験方法

(1) 試料

小麦粉：(株) 日清製粉、スーパーキング（水分14.1%、粗たんぱく質13.9%、灰分0.14%）

モカルペースト：(株) 医食同源社〔成分＝水分86.9%、たんぱく質3.5%、脂質1.7%、食物繊維5.0%、灰分2.3%、糖質4.5%〕

砂糖：(株) 三井製糖、スプーン印上白糖

油脂：(株) 三井油脂、ショートニング

ドライイースト：サフドライイースト Le saffre フランス

食塩：(株) 関東化学、特級塩化ナトリウム

(2) 配合割合

試料の配合割合は、調理書^{6), 7)}を参考にした。モカルペースト（以降、モカルと省略）添加パン生地は、小麦粉に対して0%（無添加）、20%、40%、60%、80%の5段階を試料とした（表1）。なお、予備実験として手慣れるまで各試料の調整と測定を2回～3回繰り返した後、本実験として一つの試料につき3～4回繰り返して、平均を算出した。

(3) 試料の調製

油脂以外のパン生地の材料をボールに入れて混合し、手捏ねでひとまとめにしたのち油脂を混ぜ込み、ドウを二つ折りにしながら捏ね、200回捏ね（水を加え、捏ね開始後10分間）生地とした。捏ね上がり生地温度は27℃

表1 モカルペーストパン生地配合割合

モカルペースト 小麦粉に対する割合(%) (重量 g)		0 (0)	20 (28)	40 (56)	60 (84)	80 (113)
小麦粉 g		140	140	140	140	140
水分 70%	モカルペースト 含有水分量 (g)	0	24.3	48.7	73	97.3
	水道水 (ml)	98	73.7	49.3	25	0.7
ドライイースト g	2%	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8
砂糖 g	5%	7	7	7	7	7
ショートニング g	5%	7	7	7	7	7
食塩 g	1.5%	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1

注) %は小麦粉に対する割合

に調整した。

恒温恒湿器〔(株) ヤマト科学、IG-42M〕で生地の1次発酵（27℃、湿度85%）を50分間行いガス抜きをした。ガス抜きは、大きいガス泡を壊して小さい数多くのガス泡に分散させ、再びガス泡を生長させるために行うものである⁸⁾。

次に、生地を丸めてボールに入れてサランラップで覆い、25℃±1℃（低温恒湿器 IL 62）で20分間生地を休ませた。これは、分割、丸めで傷められ、硬化を起こした生地を緩和し、生地の表面膜が切れて傷むのを防ぎ、また、生地が伸びやすい状態になりイーストの発生した炭酸ガスを逃がさず内包し、保持する膜をつくるために生地を休ませるためである。この時間をベンチタイムという⁹⁾。その後、1個140 gに成形して金属製丸型（直径9 cm、深さ6.2 cm）で、2次発酵（38℃、湿度85%）を40分間行い、ガスオープン〔(株) リンナイ、RBR-350 ENV 型〕を用いて200℃で20分間焙焼した。

混捏直後の生地の物性を測定するため、表1の生地配合割合のイーストを除いた1/2量をパン生地と同様に混捏し試料とした。

(4) 測定項目

1) 生地の膨化率 生地の膨化率を求めるため、上記の方法で調製したパン生地から生地20 gを取り分け、発酵試験管（100 mlの底なしシリンダー）¹⁰⁾に入れ、パン生地の発酵前と1次発酵後、2次発酵後の容積を測定した。発酵後の生地の容積を発酵前の容積で除して膨化率とした。

2) 比容積 焙焼後、室温で23℃（±1℃）2時間放置したパンの体積を、菜種法¹¹⁾で測定し、体積を重量で除して求めた。

3) pH測定 混捏直後, 1次発酵後, 2次発酵後の生地および焙焼後の各パン10gを乳鉢ですりつぶし, 蒸留水を加えて100mlとした後, これを5分間ホモジナイズし, ガラス電極pHメーター〔(株)堀場製作所, F-8E〕で測定した。

4) パン生地および焙焼後のパンの力学物性測定 イーストを除き試料調製と同様に捏ねた生地を棒状に成形し, これを直径15mm, 長さ20mmの円筒形に詰め, 形を保つように抜き出しパン生地の試料とした。レオメーター〔(株)不動工業, レオメーターNRM-2005J〕を用いてこの試料の引張り試験を行い応力, 伸張を測定した。

試料の上面, 下面に木製のプランジャーをアロンアルファで張り付け, 固定した。このプランジャーを引張り万能型のアダプターに夾んで固定し, 伸張速度30cm/min, レンジ500g, 終了荷重率95%とした。レオメーター用解析ソフトにより測定結果を解析した。

焙焼後のパンを布巾で覆い, 室温23℃(±1℃)に放冷後, 密閉容器に入れ焙焼後2時間ならびに24時間低温恒温器23℃(±1℃)で保存した。

パンの直径の中央を縦に切断し, 厚さ2cmの切片を左右で1切れずつ合わせて2片の試料を取った。この切片の中心部分で一辺2cmの立方体を合わせて4~8片とり試料とした。試料の切断には, カッター〔(株)山電, 超音波サンプルカッターUSC-3305〕を用いた。

クリーブメーター〔(株)山電, レオナーRE-3305〕により, テクスチャーモード(くり返し変形にて荷重測定)で硬さ(圧縮応力), 凝集性(1回目と2回目の圧縮時のエネルギーの比)を測定した。直径40mmの円板のプランジャーを用い接触面積400mm², 圧縮速度1.0mm/s, クリアランス5mmとした。

5) 水分含有率の変化 焙焼後のモカルパンを布巾で覆い冷却したのち, 密閉容器に入れ低温恒温器23℃(±1℃)で焙焼直後から2時間放置後に測定した。試料ごとにパンの中心を軸にして扇型の柱状(20g)に切り分け, これを3mm角に刻み測定用試料とした。この試料を3g計量して105℃下で水分計〔(株)島津製作所, EB-280 MOG〕を用い加熱乾燥, 重量測定方式で測定した。

6) 内相の断面図 焙焼24時間後のパンの直径中央部〔型: 直径9cm, 深さ6.2cm〕を縦に切断し, その断面を1cm角の方眼状に書いたOHPフィルム上に置きコピー機〔(株)コニカ, U-BIX 4355 AF〕で複写した。

7) 色 測 モカル添加パンの上表面の中央部と内部中心部の色については, L, a, b値を測色色差計

〔(株)日本電色工業, ZE2000〕を用いて色差〔= ΔE(NBS)〕を求めた¹²⁾。

8) 官能検査 焙焼後のモカル添加パンについて, 最も比容積の小さいモカル80%添加パンを除き0%, 20%, 40%, 60%の4試料について, 順位法を用いクレマー検定により解析した^{13), 14)}。評点法は悪い(-2)~良い(+2)の5段階で行い分散分析を行った。

大妻女子大学食物学科の教職員および学生併せて37名のパネルで官能検査を行った。

9) モカル添加パンの栄養成分 モカル添加0%(無添加)パンとモカル40%添加パンの2試料の栄養成分の分析を日本食品分析センターに依頼した。市販の食パンについては, 四訂日本食品標準成分表を参考¹⁵⁾にした。

3. 実験結果および考察

結果については, 一元配置法の分散分析を行い有意差が見られた要因については, 各水準間で母平均の差の検定を行い検討した。

モカル添加量が, 20%, 40%, 60%, 80%と増すにつれ, モカル添加パン生地は硬くなり, 捏ね操作中の生地をまとめることは困難であった。このためモカル添加パンとして適量のモカル添加量, 生地の性状, モカル添加パンの製品の性状および食味におよぼす影響を知るために実験を行った。

(1) 生地の物性

モカルが増すにつれ, 生地は一塊りにまとまりにくくなり, ちぎれやすくなった。それ故, モカル添加がパン生地の物性にどのように影響するか, 応力, 伸張歪を測定した。その結果を図1および図2に示す。

破断応力の測定値より, 0%(無添加)生地は, モカル添加生地にくらべ, 危険率1%で有意に柔らかいことが認められた。すべての試料において, モカル添加量が増すにつれ, 危険率1%で有意に硬くなることが認められた。

伸張歪について見ると, 0%(無添加)生地は, モカル添加生地にくらべ, 危険率1%で有意に伸びが良いことが認められた。0%(無添加)生地とモカル20%添加生地を比較すると, 危険率5%で有意に20%添加生地の伸びが悪かった。0%(無添加)生地と比較し, 40%, 60%, 80%は危険率1%で有意に伸びが悪かった。20%添加生地と40%添加生地との間に有意差は認められないが後者の方が伸びが悪かった。40%添加生地と60%添加生地との間には危険率1%の有意差が認められ, 60%添

図1 円柱状（直径15mm，長さ20mm）のモカルパン生地の応力と伸張歪の関係
〔数字はモカル添加量の割合（％）〕

図2 円柱状（直径15mm，長さ20mm）のモカルパン生地（初期曲線）の応力と伸張歪の関係
〔数字はモカル添加量の割合（％）〕

加生地の方が明確に伸びにくいことがわかった。60%添加生地と80%添加生地との間には有意差がなく、80%添加生地の方が伸びにくかった。

0%（無添加）生地は、柔らかく、わずかな力によっても伸びやすい生地であった。モカル添加生地は、モカル量が増すにつれ、破断応力は徐々に高くなり、破断伸張歪は徐々に小さくなった。つまり、モカル添加量が増すと、生地は、徐々にもろくなった。したがって、モカル添加割合の異なる生地の各試料間では、モカル添加量が増すにつれ有意に硬いことが示され、また、伸びにくくなった。

以上、0%（無添加）生地は、最も柔らかくしなやかな生地であり、モカル添加生地は、モカル添加量が増すにつれ、モカル中の固形分の増加と遊離水の減少により小麦粉中のたんぱく質との水和がスムーズにできず^{16),17)}、グルテン形成に悪影響を及ぼしていると考えられた。これがガス包蔵性を徐々に悪くするのではないかと推測された。これらを総合すると、モカル添加パン生

図3 モカル添加パン生地の膨化率
0%（無添加）に対する **1%有意差、*5%有意差

地は0%（無添加）生地と比べるとモカル添加生地の伸びが悪くなった。40%添加と60%添加の2試料間には有意に60%の方が伸びにくく、ガス包蔵性が一段と悪いことが推定され、モカルの添加は40%添加が適当であると考えられた。

(2) モカル添加生地の膨化率

モカル添加食パンの生地の膨化率を測定した（図3）。0%（無添加）パン生地とモカル添加パン生地を比較すると、1次発酵、2次発酵ともにモカル添加パン生地の方が有意に低い膨化率を示した。モカル添加生地の各試料間では、添加量が60%まではモカル添加量が増すにつれ有意に膨化が悪く、1次発酵においてモカル添加60%とモカル添加80%の2試料間には有意差は認められなかった。すなわち、60%添加以上では膨化に変化が見られず悪い状態であった。

以上、0%（無添加）生地と比べモカル添加生地は、添加量が増すにつれ、1次と2次発酵との膨化率の差が小さくなり悪くなった。また、モカル添加量が少ない生地では、2次発酵の膨化が良好であることが示された。これは、モカル添加量が多くなるとグルテンの形成に悪影響をおよぼしているためと考えられた。また、発酵試験管中の発酵状態を見ると気泡膜が切れ、グルテン膜のガス包蔵性の低下が推定された。

(3) モカル添加パンの比容積

比容積の結果を図4に示した。0%（無添加）生地パンとモカル添加生地パンでは、1%の危険率の有意差でモカル添加生地パンの方が比容積が小さいことが認められた。モカル添加量が増すにつれ、1%有意差で比容積が徐々に小さくなることが認められた。

パン生地へのモカル添加の影響は、膨化率と同様で、モカル添加量が増すにつれ、比容積にも悪影響を及ぼしていた。これはすでに前項(1), (2)において述べたように、モカル添加生地は、発酵中の炭酸ガスを包むグルテン膜

図4 モカル添加パンの比容積

が弱く膨化率、比容積などに悪影響を及ぼしているためと考えられた。

(4) pH の変化

モカルの使用時の pH 値は、6.3 (± 0.19) である。このモカル添加が発酵過程での生地 pH にどのように影響するか、混捏直後、1 次発酵後、2 次発酵後および焙焼後のパンについて、それぞれの pH を測定した(図 5)。

その結果、モカル 0% (無添加) 生地とモカル添加生地間の pH を比較すると、モカル添加生地の方が有意に高い pH を示した。各試料間では、混捏直後の 0% (無添加) 生地と 20% 添加生地、0% (無添加) 生地と 40% 添加生地および焙焼後の 0% (無添加) パンと 20% 添加パンの各 2 試料間に有意差が認められなかった。その他

図5 モカル添加パンの pH

は危険率 1% で有意差が認められた。各試料とも発酵時間が進むにつれ低値を示し、焙焼後のパン pH は生地での混捏直後の値と同程度まで高くなった。

以上、生地 pH はモカル添加量が増すにつれ徐々に高くなった。混捏直後から発酵時間が進むにつれ 1 次発酵、2 次発酵の順に低くなった。この生地 pH の低下は、生地中の生酸菌などによる有機酸の生成やイーストフード中のアンモニウム塩からの無機酸の生成および酵母の生成する炭酸ガスの水への溶解による炭酸の生成などによるもの報告されている¹⁶⁾。焙焼後のパンの pH は、

図6 モカル添加パンの応力 (2 cm角の試料を75%圧縮した)

図7 モカル添加パンの凝集性

混捏直後と同程度まで回復した。竹谷¹⁸⁾は、パン生地発酵の場合の pH は、温度範囲が 24~35℃ で pH 5.0~5.8 であると報告している。本実験の pH はこの範囲であり、イースト菌の生育最適条件の pH 5.2 前後であった。すなわち、モカル添加量が増加するにつれ、生地 pH は高くなったがイースト菌の生育範囲であり、悪影響を及ぼすことはないと推測された。

(5) モカル添加パンの圧縮応力と凝集性

焙焼後のパンの 2 時間および 24 時間の経過時間による力学特性の変化を測定した (図 6, 図 7)。

焼き上がり 2 時間後の歪み 75% の圧縮応力を比較すると、0% (無添加) パンとモカル添加パン間では、モカル添加量が増すにつれ、有意に歪み 75% の圧縮応力が増し、硬くなることが認められた。各試料間では、モカル 0% (無添加) パンとモカル 20% 添加パンおよび 60% 添加パンと 80% 添加パンの各試料間に有意差なし、その他の試料間では、危険率 1% の有意差ありで徐々にパンの硬さが増していることが認められた。

焼き上がり 24 時間後の歪み 75% の圧縮応力は、2 時間後より増加し、硬くなった。0% (無添加) パンと 40% 添加パン、および 20% 添加パンと 40% 添加パンは各 2 試料間に 5%、40% 添加パンと 60% 添加パンの 2 試料間では 1% の危険率でそれぞれ有意差ありと認められた。

以上から 40% 添加パンと 60% 添加パン間の差が大きく

モカル添加60%添加パンはパンとして硬く不適当と考えられた。

焼き上がり2時間後の凝集性は、モカル0%（無添加）パンとモカル添加パンとの試料間では添加量が増すにつれ有意に低下が認められた。モカル添加パンの各試料間では、40%添加パンまでは有意差がなく徐々に凝集性は低下し、一度変形させた後の回復性が悪くなった。

焼き上がり24時間後の凝集性は、2時間後より全試料とも低下した。また、モカル0%（無添加）パンとモカル添加パンを比較すると、モカル添加パンの方が危険率5%の有意差で回復性が悪かった。モカル添加パンの各試料間では、20%添加パンと60%添加パン間などは、危険率5%でモカル添加量の多い方が回復性が悪かった。80%添加パンでは、測定時に圧縮されたまま回復しない試料もあった。2時間後と24時間後における歪み75%の圧縮応力と凝集性を調べると、24時間後の方がモカルが増すにつれ、圧縮応力が高く、凝集性は低下した。

この傾向が最も顕著に見られたのは、80%添加パンであった。このパンは、膨化率が最も低く、水分率が多いパンであり、モカルの高い保水性によると考えられる。測定時に圧縮されプランジャーに付着するために回復しない試料もあった。したがって、モカル添加パンの場合は、モカル添加量が増加するにつれ、また、焼き上がり後の時間が経過するにつれて、硬さは増加し、凝集性は低下した。

この結果から、添加量が多くなると回復力が劣りパンとして適さなくなることがわかった。生地の力学物性の測定結果と併せて、モカル添加量40%が添加可能な最大の量と考えられた。

(6) モカル添加パンの水分含有率

焼き上がり後のモカル添加パンの水分含有率はパンの食味と柔らかさに大きく影響すると考えられたので、水分率を測定した（図8）。

図8 モカル添加パンの水分含有率

0%（無添加）パンとモカル添加パンとを比べると、モカル添加パンでは水分含有率が有意に低かった。0%（無添加）パンとモカル40%添加パンの2試料間では、モカル40%添加パンの方が5%の危険率で有意に低かった。

生地の水の割合は、モカルの含有水分を含め一定（70%）にした。したがって、モカル量が多くなるとモカル中の含有水分も多く、不足分として加える水量は少なくなる。このため、モカル40%添加パンまでは遊離水が多く蒸発しやすい試料である。モカル80%添加パンはモカル含有水分のみで遊離水が少ないうえに、モカルの特性である保水性により、水分含有率が高かったと考えられた。

(7) 色の变化

モカル添加量の違いにより、焙焼後の色がどのように変化しているかを測定した。試料は、各モカル添加量ごとに上表面の中央部分とパンの内相の中心部の2カ所を試料とした¹⁹⁾（表2）。

上表面については、0%（無添加）パンとモカル添加パンとの間にL値（明るさ）、a値（+赤味）、b値（+黄味）ともに有意差は認められなかった。各試料間を比較すると、モカル添加量が増加するにつれ、a値は傾向が見られなかったが、b値は僅かに高くなる傾向を示した。

NBS単位で表した色差（ ΔE ）と感覚的な差は良く対応することが知られている¹²⁾。 ΔE と感覚との関係は0～0.5（かすかに）、0.5～1.5（わずかに）、1.5～3.0（感知せられるほどに）、3.0～6.0（めだつほどに）、6.0～12.0（大いに）、12.0以上（多大に）で表される。0%（無添加）パンとモカル添加20%添加パン間の差は「感知せられるほどに」、0%（無添加）パンとモカル40%添加パン間は「大いに」、0%（無添加）パンと60%添加パンおよび0%（無添加）パンと80%添加パンの各試料間の差は「目立つほどに」であった。0%（無添加）パンを基準にするとモカル添加パンは、モカルが増すにつれ、アミノ酸の増加が考えられ、糖とアミノ酸の共存によりメイラード反応を起こしやすくなり、焼成中に生ずるカラメル生成反応とあわせて焼き色に影響したものと考えられた^{20), 21)}。

内部中心部では、a、b値ともに0%（無添加）パンとモカル添加パンの間に有意差があると認められた。

a値の試料間では0%（無添加）パンと20%添加パン間で危険率5%で有意差があり、0%（無添加）パンと比べモカル添加20%、40%、60%、80%各試料間は、危

表2 モカル添加パンの色

上表面					
モカル添加量 測定項目	0	20	40	60	80
L 値	52.88	53.59	54.51	54.89	54.25
a 値	15.18	15.13	14.57	14.78	15.35
b 値	33.73	33.51	33.21	34.17	34.34
ΔE (NBS)		3.01	6.95	5.55	5.52
内部中心部					
モカル添加量 測定項目	0	20	40	60	80
L 値	76.80	76.71	75.59	75.55	74.77
a 値	-0.74	0.16	0.96	1.81	2.69
b 値	18.74	19.79	21.48	22.30	25.44
ΔE (NBS)		2.43	3.762	4.89	6.28

モカル添加量は添加割合 (%)

図9 モカル添加パンの内相

危険率1%で有意差が認められた。b値では0%（無添加）パンと60%添加パン、40%添加パンと80%添加パン間で5%並びに0%（無添加）パンとモカル80%添加パン、20%添加パンと80%添加パンの各試料間に1%危険率で有意差が認められた。モカル40%添加パンまでは、内相の色に大きく影響しないが、モカル60%添加以上の添加により、赤味と黄味が増加し、モカルの大豆色に僅かながら変化したことが示された。

色差（ ΔE ）と感覚との関係で比較すると、0%（無添加）パンとモカル20%添加パン間の差は「感知せられるほどに」、0%と40%添加パンならびに0%と60%添加パン各試料間の差は「目立つほどに」、0%（無添加）と80%添加パンの試料間の差は「大いに」であった。

モカル添加パンでは、上表面と内相ともにモカル添加より徐々に大豆色が増加した。上表面のL、a、b値には、僅に焼成中のカラメル生成反応やメイラード反応による影響が現れたと考えられる。

(8) 内相の断面

モカル添加量0%（無添加）、20%、40%、60%、80%の焙焼後のパンの断面をコピー機で複写したものを（図9）に示す。

0%（無添加）パンは膨れあがり、高さがあり、気泡は楕円形で大きく、肉眼で見ると気泡膜が薄く膨化が良好であった。モカル添加パンは、添加量の増加とともに徐々に高さが低くなり、モカル60%添加以上では細かい気泡が詰まった重い状態であり、肉眼で見ると気泡膜が厚く感じられ、グルテン膜の伸びが悪いことが推定された。モカル40%添加パンまでは、気泡膜にやや透明感が感じられ60%添加パンより良好であった。

(9) モカル添加パンの栄養成分

モカル0%（無添加）パンとモカル40%添加パン及び市販食パンの栄養成分を表3に示す。

モカル40%添加パンは、0%（無添加）パン並びに市販食パンに比べ、たんぱく質、脂質、食物繊維、リン、

表3 モカル添加パンの栄養成分

種類 成分	モカル 0% (無添加)	モカル添加 40%	市販食パン
水分 g	36.9	37.5	38.0
たんぱく質 g	10.6	10.9	8.4
脂質 g	3.8	4.3	3.8
灰分 g	1.2	1.3	1.7
糖質 g	47.5	45.7	48.0
食物繊維 g	2.5	3.6	2.3
リン mg	81.4	88.9	70.0
カルシウム mg	11.3	22.0	36.0
カリウム mg	88.8	123.0	95.0

*数字は100中の含有量

カリウムなど5項目について高い栄養成分を示した。特に食物繊維はモカル添加0% (無添加) パンの含有量2.5gに比べ、モカル添加パンは3.6g/100g含まれ、干しそばと同程度、市販食パンに比べ1.6倍であった。カリウムは、無添加パンに比べ1.4倍、市販食パンの1.3

倍であった。食物繊維は、便秘やガンの予防に役立ち、カリウムは、ゆで調理により失なわれることが多い。また、調理済食品の購入回数の増加や外食などによる食塩の過剰摂取が危惧されている。そこで、ナトリウムの排泄作用のあるカリウム含有食品の摂取が生活習慣病予防のため重視されている。例えばカリウム摂取量の不足あるいはナトリウムに対する相対的不足は、高血圧の発症、進展を促進し、また心筋梗塞、脳卒中の発症頻度や死亡率を増加させ、また、カリウム摂取量を増加させると高血圧患者の血圧が有意に低下するといわれている^{4), 22), 23)}。したがって、カリウム含有量の多い本実験のモカル添加パンは栄養面で効果的食品と言える。

(10) 官能検査による評価

モカル添加パンの官能検査の項目は、味、香り、弾力、きめ、硬さ、色、総合など文献¹⁰⁾を参考にした。ただし、ねちゃつきについてはモカルパンの独特の食感を表すものとして付け加えた。官能検査の結果をクレーマーの順位法、総合評価については評点評価法で処理し解析した。その結果を表4に示す。

表4 官能検査の結果

検査項目	モカルペースト 添加量 (%)	1 (0)	2 (20)	3 (40)	4 (60)
	順位合計				
味	順位合計	60**	77**	95	138**
	順位	1	2	3	4
香 り	順位合計	63**	79	104	128**
	順位	1	2	3	4
弾 力	順位合計	74**	80	99	117**
	順位	1	2	3	4
き め	順位合計	72**	87	97	114**
	順位	1	2	3	4
硬 さ	順位合計	61**	87	85	137**
	順位	1	2	3	4
ねちゃつき	順位合計	128**	103	78	58**
	順位	4	3	2	1
色	順位合計	43**	83	99	145**
	順位	1	2	3	4
かたい順 #	順位合計	59**	45	34	122**
	順位	4	3	2	1
総 合	順位合計	58**	78**	97	137**
	順位	1	2	3	4
総合評価 #	評点合計	8	12	-9	-19

() は小麦粉に対するモカルペースト添加量

順位法：クレーマーの検定法 1% **、5% *有意差あり

パネル数37人：#はパネル数16人

モカル0% (無添加) パンは、全項目で好まれ、モカル60%添加パンは全項目で有意に好まれなかった。モカル添加20%添加パンは味、総合評価において5%の危険率で有意に好まれた。モカル添加40%添加パンは、硬いと評価されたがモカル独特のねちゃつきの評価が2番目であり、モカル添加が味わえるパンであった。好まれた順位は、0% (無添加) パン、20%添加パン、40%添加パン、60%添加パンであった。

以上、モカル添加パンは、モカルの添加量が増加しすぎると、弾力に欠け、もろく、硬く、ねちゃつき、しっとりした重い感じとなり好まれなかった。モカル添加パンとしてはモカル添加40%が適当と思われた。これは、生地伸長率やパンの比容積において40%添加と60%添加の2試料間の差が大きく、60%の方が劣っていることと、官能検査においては20%と40%は有意差なく、40%の方がモカルの特徴ある独特の食感をもつパンであるためである。

要 約

モカル添加パンを毎日の食事の主食としてよりおいしいパンにするためにモカル添加量の適量を知り、パンの品質や性状およびその栄養成分について検討した。

1. パン生地は、モカル0%（無添加）では、破断応力において最低を示し、破断伸張歪は最大を示した。モカル添加量が増すにつれ徐々に破断応力は大きく、破断伸張歪は小さくなった。したがって、モカル添加生地は、モカル添加量が増すにつれ、混捏直後では、スムーズに水和されずグルテンの形成を遅らせ伸びの悪い生地になった。このため、40%添加生地を適当とした。

2. モカル添加生地のpHは、0%（無添加）生地より高値を示したが、イースト菌の生育の最適条件のpH 5.2前後で悪影響を与えることはないことがわかった。

3. 比容積は添加量が増すにつれ低値を示した。調理操作上の生地の取り扱い易さを考慮すると、パンへのモカル添加量は40%が上限と考えられた。

4. モカル添加パンは、モカル添加量が増すにつれ、膨化率が低く、内相の気泡膜が厚くなる傾向があり、パンとして40%添加量が適当と考えられた。

5. 焼き上がり2時間経過後のパンは、24時間経過後のパンより、柔らかく回復力が良かった。24時間経過後のパンでは、モカル添加量が多い80%添加パンの水分率が高かった。

6. 上表面では、モカル添加量が増加するにつれ、僅かに焼き色が濃くなる傾向を示し、内相では、黄味が増加し、大豆色を帯びた。

7. 官能検査の結果は、モカル添加量が多いパンでは、もどりの悪いことから、ねちゃつくと評価された。モカル添加60%以上は好まれなかったが、モカル添加40%が良好であった。

8. モカル添加パンの栄養成分は、無添加パンおよび市販食パンと比較すると、たんぱく質、脂質、食物繊維、リン、カリウムなどの栄養素の含有量が多くなった。

文献

- 1) 関口良治：食品と科学，**33**，91，(1991)
- 2) 栄養学ハンドブック編集委員会：栄養ハンドブック，技法堂出版，東京，p.609，(1985)
- 3) 堀川蘭子他：栄養生理・生化学，朝倉書店，東京，p.141 (1989)
- 4) 大塚彰：高齢者の「食」の援助プログラム，医歯薬出版，東京，p.36 (1995)
- 5) 松本憲一，越智猛夫：大妻女子大学紀要一家政系一，**33**，東京，p.62 (1997)
- 6) 中沢久：パンづくりノート，柴田書店，東京，p.35 (1990)
- 7) 岩田弘和：ベーカリー技術百科2，新しいパンづくり「基本パン」，ダイレック社，東京，p.11 (1989)
- 8) 松本博：パン膨脹についての基礎的な諸研究，日本調理科学会誌 **14**，217 (1981)
- 9) 岩田弘和：ベーカリー技術百科I，新しいパンづくり「基礎技術」，ダイレック社，東京，p.103 (1995)
- 10) 中里トシ子，下坂智恵，松井能子：日本調理科学会誌，**24**，217 (1991)
- 11) 山崎清子著：調理実験，同文書院，東京，p.7 (1997)
- 12) 山崎清子著：調理実験，同文書院，東京，p.194 (1997)
- 13) 佐藤信：官能検査入門，日科技連，東京，p.230 (1986)
- 14) 野呂影勇：官能検査ガイドブック，東京，p.230 (1991)
- 15) 科学技術庁資源調査会：四訂日本食品標準成分表，大蔵省印刷局，東京 (1982)
- 16) 田中康夫，松本博：製パンプロセスの科学，光琳，東京，p.27，p.106 (1991)
- 17) 杉田浩一：調理の科学，医歯薬出版，東京，p.209 (1967)
- 18) 竹谷光司：新しい製パン基礎知識，パンニュース社，東京，p.35，110 (1992)
- 19) 吳計春，相良泰行，瀬尾泰久，森嶋博：日本食品科学工学会誌 **44**，31 (1997)
- 20) 清水弘熙：アメリカ小麦食品普及所（訳者），小麦粉麦からパンへ：東京，p.48 (1973)
- 21) 大木道則，大沢利昭，田中元治，千原秀明：化学大辞典，東京化学同人，東京，p.2312 (1989)
- 22) 中原澄男：公衆栄養と栄養指導，第一出版，東京，p.146 (1992)
- 23) 日本調理科学会編：総合調理科学事典，光生館，東京，p.150 (1997)