

Food Technology Chemical Center
University of Lund, Lund, Sweden
Amm-Charlotte Eliasson Kåre Larsson

〈文献〉 Cereals in Breadmaking 〈文献紹介者〉 瀬口正晴神戸女子大学教授

製パンに於ける小麦(3)

3. 小麦粉の構成

5. デンプンの損傷

これまで述べたように強力小麦の製粉工程では度々デンプン粒の損傷をひき起こす。この損傷デンプン量は、小麦粒の硬さを示す指標として使うこともできるだろう。製粉業者は、ローラーとローラーとの隙間を色々変えることで小麦粉中の損傷デンプン量を調節することができる。

薄力小麦では、タンパク質マトリックスからデンプン粒が外れやすいため、製粉工程で損傷デンプンを作り出すことは難しい。そこでデンプン粒に損傷を与えるためには、十分にローラー間を接近させてセットせねばならない。このようにしたローラーで行うと、タンパク質の方も損傷を受けることになる。

デンプンの損傷の程度は、用いた小麦の品種、製粉過程の違いの両方によって異なってくる。ある冬小麦の原料では、損傷デンプン量の範囲は約7~13Farrand単位(FU)の範囲にある。

機械的損傷を受けたデンプンの存在は、小麦粉の性質を大きく左右する。まず第一に損傷デンプンは生地(ドウ)の吸水力に影響する。正常なデンプンの水保持力は乾燥デンプン1g当り0.44gであったが、損傷デンプンの水保持力は乾燥デンプン1g当り2.00gであった。

デンプンの糊化の性質にも影響する。示差走査熱量測定(Differential scanning calorimetry, DSC)では、吸熱量が低いと損傷デンプン量が減少していることが示された。そのことに関する説明は、製粉中における摩擦によってデンプン粒の

結晶域の一部が破壊されたか、あるいは不安定化したためであるというものである。

デンプンの一部はある温度の水を小麦粉に加えることによって糊化していくが、糊化開始温度は、損傷デンプンの程度が大きくなるに伴って低下する。このことは、結晶領域が不安定になったためとも言える。先に論じたように、DSCの吸熱パターンはデンプンの非結晶部によるものと言うことができる。デンプンの損傷は、結晶部と非結晶部との間の関係を消し、それらのはっきりした線引きがなくなって、非結晶部の増加がおこる。

ある程度のデンプンの損傷はイーストのガス発生を活性化するのに必要であるが、非常に強く規傷を受けたデンプンは、生地をネバネバさせるようになり、パンの内相にとっては都合が悪い。パンの容積も減少する傾向にある。パンの容積は、強力粉と薄力粉の各々の品種の間では変わらないが、デンプン損傷のレベルは薄力粉では低いため、パン容積には余り関係はない。

3. 小麦粉の構成

1. 小麦の歩留り

小麦粉の化学的成分は、小麦粉の歩留りによって決まる。歩留りが100%以下であるかぎり、小麦粉の化学成分は小麦粒の化学成分と当然のことながら、違ってくる。ふすまと胚芽を除いた結果として、小麦粉中の非デンプン性炭水化物の含量は低くなるであろう。全粒中の脂質含量は、2.8~3.2%の範囲にあるが、内胚乳中の脂質含量は

表1 歩留り率の違いと小麦粉化学成分の違い

成 分	小麦粉の歩留り率			
	42-46%	70%	80%	100%
灰 分 (%)	0.34-0.37	0.41-0.43	0.59-0.71	1.5-1.6
繊 維 (%)	微量	微量	0.13-0.20	2.0-2.2
タンパク質 ^b (%)	7.7-12	8.0-12	8.3-13	9.0-14
脂 質 (%)	0.76-0.87	1.1-1.2	1.3-1.5	2.0-2.5
デンプン (%)	72-77	71-75	70-74	64-68

すべてのデータは水分含量14%中での値。タンパク質はケルダール法で求め、タンパク係数は5.7とした。

0.8~1.2%である。

全粒中の脂質のうち、44~57%は非極性の脂肪で、8~14%は糖脂質、31~42%はリン脂質である。内胚乳の中ではデンプンに関与しない脂質のうち33~47%が非極性脂質、20~35%が糖脂質、22~35%がリン脂質で構成されている。歩留り率のちがいによる小麦粉中の化学成分の違いが表1に示す。

製粉の過程は、混合の過程でもある。すなわち、前述の内胚乳の化学成分の存在の仕方の傾向は混合で消えてしまい、構成成分は再配合されてしまう。小麦粒中では、異なった化学成分は、厳密に分離されている。そして、それらのうちのあるものは決してお互いに接触しない。製粉後、この状態は変化して、新しい相互作用の可能性がでてくる。小麦粒のトリグリセリドのほとんどは胚芽に存在しているが、製粉の間にこれらの脂質は、内胚乳と接触するようになる。

もし小麦粉が胚芽を除いた小麦から製粉されると、結果として生ずる小麦粉の脂質含量は、全粒から得る小麦粉より、遥かに低くなるだろう。小麦粉中のトリグリセリドの量は、全粒からの小麦粉では407mg/100gであるのに対し、胚芽を除いた場合の小麦粉中では243mg/100gであった。極性脂質のレベルは、多少なりとも胚芽を取りのぞく処置によっては変わらないが、そのことはまさに小麦粉粒子表面に分布しているのは胚芽中の液状油であることを示している。

もう一つの重要なポイントは、その成分が小麦粉の粒子の中にどのように存在しているかという点である。ある程度異なった成分は、異なった場所に存在している。極性脂質は、細胞膜の中に存在することが当然予想されるだろうし、貯蔵タンパク質は連続的に存在しているタンパク質のマトリックスとして存在すると予想される。これは、小麦粉の粒子が水和する時に示す現象に大きな意味をもってくる。

歩留りのちがいによる小麦粉成分の違いは、小麦粉の特性にいろいろな変化をもたらす。製パン技術の面からすると、パンの出来栄えにはっきり差がでてくる点であろう。歩留りを増加させるに伴って、パンの出来の悪さが生じるが、その理由の一つは、胚芽中の脂質が小麦粉中ではちがった存在状態をとるためかもしれない。小麦粉中に遊離の脂肪酸が存在していることと、多くの胚芽油がパンの品質を悪くするということはよく知られている。

小麦粉粒子の間に胚芽油が存在することは、油脂をリパーゼによる分解にさらすことになるであろう。歩留りの高い小麦粉で見られる多くの非極性の脂質の存在は、脂質の相の特性の変化を示すこととなる。ある極性脂質は、胚の油を乳化するのに用いられる。したがってそれらは、パンを焼く間に生じる空気/水の界面の安定化には使われない。

全粒粉でパンを焼いたときのもう一つの困った

表2 小麦粉ストリームと化学成分の関係

成 分	ブレイクストリーム		リダクションストリーム		
	初期	後期	初期	中期	後期
灰 分 (%)	0.62	1.1	0.45	0.40	0.60
タンパク質 (%)	10.6	13.0	10.0	10.4	10.1
脂 質 (%)	1.13	2.68	1.16	1.54	2.25

すべてのデータは、水分含量14%中での値

点は、小麦粉を貯蔵しているうちにパンの品質が低下する点である。ある条件のもとで貯蔵された全粒粉の場合、この結果は特に明白である。小麦粉の悪化は、脂質の成分の変化によって説明できる。ふすまに存在するリパーゼ活性は、トリグリセライドの加水分解を引き起こし、生じた遊離脂肪酸はパン生地との混合にマイナスの効果を示す。これは幾分、相特性への影響のためと、多少は化学変化のためである。脂質はこのように、胚に存在するリボキシナーゼによって触媒される過酸化反応を受ける。

2. 小麦粉のストリーム

歩留り率のちがいでによって小麦粉の構成成分が異なってくるだけではなく、小麦粉のストリーム（流れ）の間でも変化が生じる。異なった小麦粉のストリームの割合は、ブレイクロールで、強力小麦から1%未満の小麦粉が得られるのに対し、薄力小麦や、混合した小麦からは、それ以上の小麦粉が得られる。

全小麦粉の約2~20%はこのようにブレイクロールから得られる。初期のリダクションロールからは小麦粉の10~25%が得られる。だから、小麦粉の主な部分は初期のリダクションシステムから得られることになる。

初期のブレイクからの小麦粉のストリームは、初期のリダクションロールからの小麦粉とはかなり異なっている（表2）。すでに論議したように、タンパク質の構成比率にはある傾向がみられる。タンパク質含量の高い小麦粉のストリームが、必

ずしもパンを焼くのに都合のよい小麦粉であるとは限らない。13.0%のタンパク質を含むブレイクストリーム後期の小麦粉はパン1個に506mlの容積を与えた。しかし一方、10%のタンパク質を含むリダクションストリーム初期の小麦粉は、パン1個に729mlの容積を与えた。

パン生地のレオロジー性質は、小麦粉のストリーム中のタンパク質の異なる特性によって説明することができる。ブレイクロールからの小麦粉のストリームは、緊張緩和測定実験でのずれ率Gに低い値を与えるが、一方、リダクション小麦粉はかなり高い値を与える。

Gとタンパク質含量、デンプン含量およびデンプン損傷程度との間の相関関係が計算された。最もよい相関係数は、損傷デンプンとの間で得られ、そこでは0.541~0.775の r^2 値が得られた。これはパン生地中の小麦粉と水の含量によって決まる。デンプンやタンパク質では r^2 は0.273かそれ以下の値を示した。

デンプンの損傷程度は、小麦粉のストリームの間で異なる。そして前述の研究の中では、ブレイクストリームで5.3~25FU、リダクションストリームでは、20~33FUであった。別の研究では、デンプンの損傷の程度は、各ブレイクシステムを通った小麦粉のストリームのなかでは、約8FUから21FUまで増加することがわかった。さらにリダクションシステムを通った小麦粉のストリームの中では、約10FUから26FUまで増加することがわかっている。

特許出願公開中のパン関連発明(要約)

パン様の食品を焼く装置およびその方法
公開番号2006-326297 公開日18年12月07日
プリンスキャスル インコーポレイテッド 優先権主張番号11/134,487US

〈課題〉パン様の食品を放射線により加熱または表面を焼くための加熱および焼きの二重機能付き装置を提供する。

〈解決手段〉加熱・焼きチェンバが形成されているハウジングを含んでおり、チェンバには縦方向に配向された加熱用の中央固定プラテンの両側に配置され、プラテン間で食品を挾持する閉鎖位置と、処理済みの食品をチェンバ外に出す開放位置との間で移動するゲートが、ハウジングのプラテンの底部近傍部分に移動可能に取りつけられ、食品がチェンバを通して移動可能プラテンのうちのひとつと固定プラテンの間のゲート上に置かれ、プラテンから離隔され放射熱により過熱されるよう構成されている。

自動製パン機 公開番号2006-3234151
公開日18年12月14日 エムケー精工㈱

〈課題〉自動製パン機を用いて米粉パンを製造するさいに、周囲の環境に影響されず常に理想的な米粉パンを製造することが出来る自動製パン機を提供する。

〈解決手段〉米粉を含む材料をパンケースに配置し、このパン材料を練った後、少なくとも2回の発酵を実行して焼き上げる米粉パンコースを備え、これを実行する時点のオープンケース内の温度に応じて、1回目の発酵と2回目の発酵の実行時間を決定する。そのさいオープンケース内の温度が低いほど1回目の発酵時間を短くし、2回目の発酵時間を長くし、1回目と2回目の発酵の実行時間との和を一定にしている。

パン製造の支援装置、支援方法、支援プログラム 公開番号2006-338348 公開日18年12月14日 ㈱武蔵野フーズ

〈課題〉パン製造ラインの固有の事情に合致した製造管理を行うことで、パンの製造効

率の向上や製造品質の向上を図ることが出来るパン製造の支援装置を提供する。

〈解決手段〉パン製造工程における処理対象を所定の第1の処理単位ごとに一意に識別するための識別情報、および第1の処理単位で処理された処理対象に関する第1の製造履歴、および第1の処理単位とは異なる第2の処理単位で処理された製造履歴情報の入力を受け付けるネットワークと、入力された識別情報と、第1の製造履歴情報と第2の製造履歴情報とを相互に関連付け格納する外部記録部と、これらに関連付け外部記憶部に格納する履歴制御部を備える。

パンの製造方法 公開番号2006-340653
公開日18年12月21日 山崎製パン㈱

〈課題〉多量の難消化性澱粉を添加したとしても、焼成したパンのいやな澱粉臭がなく、小麦粉の焙焼香と発酵風味を有し、甘味を有するパンの製造法を提供する。

〈解決手段〉パン生地 of 混捏工程で原料粉として小麦粉および難消化性澱粉を添加するパンの製造工程において、中種混捏工程およびその後の本捏工程を備えた中種法を採用するとともに、中種工程で難消化性澱粉の全部を添加し、本捏工程で酒種を添加し、中捏混捏工程でイース発酵性糖類を添加する。

菓子用小麦粉および菓子用小麦粉組成物
公開番号2006-340667 公開日18年12月21日 日清製粉㈱

〈課題〉ケーキ適性に優れ、特に工場のラインなどで使用されるオールインミックス法で加工したさいに、特徴的な口溶け感に優れた食感を有するケーキが得られる小麦粉または小麦粉組成物を提供する。

〈解決手段〉原料を強力系小麦とし粒径50 μ m以下の大きさの粒が80質量%以上で、20~50 μ mの大きさの粒が60質量%以上である小麦粉、およびこの小麦粉を75質量%以上含有する小麦粉組成物。

特許出願公開中のパン関連発明(要約)

アイスクリーム用可食容器およびその製造方法 公開番号2006-340673 公開日18年12月21日 江崎グリコ(株)

〈課題〉通常のアイスクリーム入りモナカの生産性を維持し、原料コストを高めることなく和菓子の最中種様風味を有しながらアイスクリームの風味をこれまでになく味わえる可食容器を得る。

〈解決手段〉小麦粉に変えて、もち米粉を主体とし、もち米粉、ワキシコーンスターチ、タビオカ澱粉およびこれらの加工澱粉を主体とした水種生地を調製し、はさみ焼きし、内側のアイスクリーム本来の美味しさを体感するに好適な可食容器を得た。

パン生地捏ね機 公開番号2006-174721 公開日18年12月28日 大正電機販売(株)

〈課題〉駆動モータの熱をパン材料に入れる容器に伝わらないように工夫し、美味なパン生地を形成するパン生地捏ね機を提供。

〈解決手段〉本体内に着脱自在に装置した容器と、容器の真下の本体内に設けた駆動モーターと、駆動モーターにて回転される捏ね羽根とからなるパン生地捏ね機であって、外装と、外装内に装着される漏斗状の内槽とから構成し、外装の上面開口端縁にパッキングを介して内装の上端縁を系着せしめ、内層の下部開口へ周縁に断熱パッキングを介して取り付け金具の上縁を系着し、その底部には膨出部を複数個設計、この膨出部を駆動モーターの上面に当接し、取り付け金具へ底部を駆動モーターの上面から少許離間して固定したことを特徴とする。〈パン生地製造装置 公開番号2006-345749 公開日18年12月28日 大正電機販売〉

ホイロ済み冷凍パン生地 公開番号2007-000086 公開日01月11日 (株)ブーランジュリーピノキオ

〈課題〉多大な貯蔵および輸送スペースが不要であり、外観、食感、風味などの優れた

パンに焼き上がるホイロ済み冷凍パン生地の提供。

〈解決手段〉ホイロ済み冷凍パン生地の製造方法は、パン生地の原材料混捏して一次パン生地を調整する混捏工程と、混捏された一次パン生地を分割し、成形する生形工程と、成形後の成形パン生地にガスが抜けるのを抑止する被覆剤をパン生地表面に塗布する塗布工程と、塗布パン生地をホイロするホイロ工程と、ホイロ済みパン生地を冷凍し保存する冷凍工程を有する。混捏工程は22℃以上27℃以下で行い、ホイロ工程は22℃以上27℃以下で行うものである。

炭酸水膨脹剤 公開番号2007-006703 公開日01月18日 永井正哉 小川久美子 小川治彦 小川新太郎

〈課題〉ベイキングパウダーのごとく炭酸ガスが発生した後に多くの副産物、例えば水酸化物や硫酸塩、リン酸塩などがパン内に残留しない膨脹剤の提供。

〈解決手段〉二酸化炭素を適当な濃度で含有する炭酸水を、従来の膨脹剤に替えてパン類や菓子類や、その他加工食品、飼料類などの膨脹剤として使用する。

チョコレートが付着された菓子・パンの製造方法 公開番号2007-006787 公開日01月18日 不二製油(株)

〈課題〉菓子・パンの表面に付着されたチョコレートの汗かき現象、ひび割れ現象、はがれ現象が防止され、できあがった菓子・パンの外観に特徴的な淡いラインが得られるなど面白い新規な菓子・パンの提供。

〈解決手段〉流動性ある未焼成油脂性澱粘性地上にチョコレート生地を載置した状態で焼成することを特徴とするチョコレートが付着された菓子・パンの製造方法であり、流動性ある未焼成油脂性澱粉生地が、さらに澱粉含有生地または菓子素材に上掛けしたものであるチョコレートが付着された菓子・パンの製造方法。