

# 商品開発 (New product development; NPD): グルテンフリー食品製造の場合

瀬口 正晴 (SEGUCHI Masaharu)<sup>1, 2</sup>

竹内 美貴 (TAKEUCHI Miki)<sup>3</sup> 中村 智英子 (NAKAMURA Chieko)<sup>3</sup>

Key Words: グルテンフリー 商品開発 食品製造

本論文「商品開発 (New product development; NPD): グルテンフリー食品製造の場合」は “Gluten-Free Cereal Products and Beverages” (Edited by E. K. Arendt and F. D. Bello) 2008 by Academic Press (ELSEVIER) の第 18 章 New product development; the case of gluten-free food products by A. L. Kelly, M. M. Moore and E. K. Arendt を翻訳紹介するものである。

## 商品開発 (NPD) の紹介

商品開発 (NPD) とは、グローバル食品産業にとり鍵になる活動で、全てのマーケットにおいて短時間スケールで顕著に変化をしている。例えば新製品の登場、それはライフサイクルの終わりには撤回され、多くの既存製品は、消費者には知られないが、加工、配合、また包装が変更されている。新しい製品の、あるいは既に存在している食品製品の加工と進歩は、ここでは NPD 活動と考えられ、いくつかの鍵になるドライバーがある。最も一般的には、食品会社は消費者の要求とマーケットの流れで動く。二次的動きは食品加工技術で、成分の機能性、食品仕込みと加工上の科学的理解の変化によるもので、それらが新食品に可能性を与える。登録あるいは食品調整の変化が、会社に食品の修正と新製品を作らせるが、例えばそれが食品仕込み中のある成分を減

らさねばならないとか、あるいは、除去せねばならない時もある (例えばズダン赤食用色素や食用塩のとりこみ)。

食品製品に対する消費者の要求は複雑で、多くの外的要求が短時間のうちに生じ、さらにそれは予想できない時間枠内で変化する。この消費者の希望の変更が食品会社に要求されれば、そのマーケット専門家を通じ企業の科学的、技術的能力により新製品開発は達成されねばならない。競争力をもち、この章で説明する NPD の段階と目的を効果的にナビゲートするにはスピードをもって迅速に対応する必要がある。

NPD は極端に危険な仕事であり、巨大な数の新製品をやれば失敗する。新製品の成功と失敗に結びつく要因の幾つかは昔からあり、それを表 18.1 にリスト化した。新製品の失敗は、企業に大切な時間

表 18.1 商品開発の成功、失敗の主理由

なぜ新製品が成功したか	なぜ新製品が失敗したか
ビジネスとテクノロジーの機能と人員の統合	技術革新の欠如
商品開発プロジェクトの適切な管理と規律	消費者への明確な利益の欠如
明確なマーケティング戦略と優れた市場調査	不十分な市場調査 (例: 市場規模の過大評価)
消費者への明確な利益	不十分なマーケティング
優れた差別化された製品および/またはパッケージ	
商品開発の迅速で応答性の高いプロセス	

<sup>1</sup> 神戸女子大学, <sup>2</sup> 日本穀物科学研究会前会長, <sup>3</sup> 神戸女子短期大学

と金の無駄をさせ、企業あるいはその他ブランドに対する消費者の自信を損なう可能性がある。全体的に成功を得るために、新しい製品は2つの結果を成就せねばならない。

- 消費者は新しい製品に金を払うため彼らの購買のやり方を変えねばならないが、それはその製品に関心をもつことあるいはまたその製品を購入したい最大の関心に納得をすることである。このステップは製品の無料サンプル化、あるいは店内での試食によって短縮されるかあるいは排斥される；
- 一度トライしてみて、消費者はその製品の購入を決定するが、それは長期的持続可能性の確保である。

この章では鍵になる考え方と NPD のステップを考えるが、特別の参考例としてグルテンフリー製品の進歩について考える。

### グルテンフリーセクター (グループ) の NPD

グルテンフリー製品の進歩は明らかに NPD の特殊なカテゴリーであり、他の食品製品のカテゴリー中の広い NPD 活性とはある鍵になる点で異なっている。グルテンフリー食品製品の進歩の場合、いろいろな理由で NPD に関係するユニークな一連の要因がありそれを以下に含めて示すと；

- マーケットは制限され、「閉じ込められている」。例えばセリアック病をもつ消費者はそのためグルテンフリー製品を一生懸命に探す。
- マーケットははじめ小さいが次第次第に人々がセリアック病と診断されるにつれて世界中に広がる。診断増加スピードはセリアック病への関心が増えるとともに、診断方法 (抗-グリアジン抗体血清試験) の改良により上昇する。
- 製品の範囲は、多くの国々で多くの革新の機会に伴って制限されている。あるいは少なくとも以下に述べる「相対的革新」を伴って制限されている。
- マーケットにおける多くの製品は、消費者にとり従来のもの (例えば非グルテンフリー) に比べて下等品質 (特に官能的) なものとして捉えられる。
- 制限ある選択のなかで逆に伝統的なこれまでの商

品よりずっと高価となるにともない、経済的要因が重要な役割を演じる。多くの場合お金の価値が低いと言う認識につながる。

革新は NPD の鍵になる考え方で、新規のあるいはすでに存在する製品中に真のあるいは認識される「新しさ」に言及するであろう。会社にとり純粋に新製品とは、決して以前その会社で作ったことのないもので、販売するつもりではあるが最近マーケットにはまだないものと定義される。興味ある事は、「革新」という言葉にはグルテンフリーセクターで特別の意味があるのは、製品は全くグルテン含有の形で利用される従来型であるが、セリアック病の人々にとっては簡単には利用できないものであるからである。親しい製品は、グルテンフリーの形で紹介されるためにここでは「相対的革新」になる；多くのマーケット中の一例として、グルテンフリーパン粉付き肉、あるいは魚のコンビニ食品製品の進歩がある。

グルテンフリー製品はまた次のように差別化されるだろう。(i) 製品はセリアックと非セリアックの両方のマーケットにでるもので、それらは効率的な伝統的商品であり、仕込みだけは確かにグルテンフリーである、さらに (ii) 製品はセリアック消費者のみのマーケットに出るものであり、非セリアック病消費者が買う事はまず無く、それは理由あるいは価格の質のためである。多くの製品はこれまでのカテゴリーにはまり、鍵になる考慮はこれらの製品のラベリングであり、このため消費者はグルテンフリー製品の状況にはっきりした信頼感をもつ。この章では、焦点は大きくは後者 (ii) のカテゴリーにあり、マーケットの問題と技術的進歩の点に間違いなく挑戦するであろう。

セリアック病の患者は、今日マーケット上の最も一般的な製品、即ちパン、焼き物、他の小麦粉でつくった製品を消費できない (Lovis, 2003)。見えない成分 (例えば副産物、あるいは小麦やグルテンを使った増粘剤、つなぎ材をふくむ加工食品) も避けねばならない。これらにはハンバーガー、サラダドレッシング、クリームソース、ドライスープミックス、あるいは缶詰スープ、加工チーズを含む (第1章)。バインダーとして小麦タンパク質を含むいくつかの薬類も除外されねばならない。他の穀物、例えばライ麦、大麦、麦芽、kamut, einkorn,

表 18.2 商品開発のカテゴリー

カテゴリー	説明	例
線延長	フレーバ、色などの小さな変更開発に必要なわずかな労力と必要な比較的小さなマーケティング課題	ほとんどの配合およびプロセス変数に変更されないままである製品の新しいフレーバー
クローン	基本的に、特定された市場でシェアを獲得する意図に基づいて、競合他社が作成した既存の成功した製品のコピー。開発には、リバースエンジニアリングとさまざまなレベルの科学的課題が含まれる場合がある	成功した革新的な新製品の出現、それに続く、エネルギー飲料など、ほとんど利点のない模倣品の数
再仕込み	同じ会社または別の会社によって作成された既存の製品の仕込みの変更 (例: 従来の先行技術の新しい低脂肪、高繊維、グルテンフリーバージョン)	多くのグルテンフリー製品は明らかにこのカテゴリーに分類される
既存製品の新しい形	多くは、製品をミニチュアサイズ、インスタント、冷凍、半調理などにすることを含む	部分的に焼き上げた、または電子レンジで調理可能なグルテンフリーのパンロールの開発
既存製品の再梱包	パッケージの外観、サイズ、またはパッケージの性質の再設計。技術的な課題は再び大きく異なる可能性がある	変更された雰囲気のパッケージを使用するか、より大きなパッケージを個別にラップされたシングルサーブ部分に分割することによる製品の保存期間の延長
クリエイティブ/革新的な製品	明確に前例が特定されていない、真に新しい製品または新しい原料の使用。これらは、開発において最も技術的に困難な製品である可能性があり、新しいアイデアが既存または新興の消費者のニーズを満たすことを保証するための優れたマーケティングが必要	新しいグルテンフリーのベーカリー製品の生産のための新しい穀物の使用

dinkel, spelt も禁止である。セリアック病は体がラクターゼ生産欠除のため乳糖不耐性であり (Murray, 1999), 多くのセリアック病患者は牛ミルクも避けねばならない。

食品製品はマーケット市場にだされるが、企業にとってはそれが新しいものかどうかは疑問であり、多分新マーケットに紹介されるものは会社にすでに存在する既存製品であるか、あるいは既存製品を多少修正、あるいはポジションを変えて再度だされたものであろう。既存の製品はこうして NPD 様の研究プロセスに向けられ、製品に技術的变化が行われ、用いる原料の変更、加える添加物の変更、最終製品が保存できるパッケージに変える。食品のこれらの特徴ある変化には会社的には様々な範囲の努力とコストの変化が必要であるが、それは消費者には見えない (例えば加工技術の変化)。

全体的にはいくつか新食品製造のカテゴリーがあり、それらは表 18.2 に要約した。新製品は明らかに革新の程度にちがいがああり、各発展に費やされる努力に関係する。製品の発展の複雑さの程度は、ま

た明らかにすでに定義された先例か、あるいは初めからできてきたものかどうかによってひどく影響が違ふ。前者の一例として、グルテンフリーパン粉漬け鶏肉製品の進歩は、従来法での商品モデルの基本商品仕込み、調理方法等の情報を強く受け、そのことがこれらの ab からの (初歩からの) 決定に必要な努力(費用)の点ではっきりした削除の対照となった。後者の例としては革新的な食品の進歩の場合であろうが、全く従来品にないもので、恐らくグルテンフリー製品のような非常に僅かなものを示すものことである。

非常に多くの他のファクターがあり、それらで NPD プロジェクトは分類される。例えば前に述べたように NPD は次のもので働くだらう:

- 科学的あるいは技術的ファクター (例えば、企業あるいはマーケット何れにとっても新しい製品を作る可能性のあるグルテンフリー製品のテクニカル修正のための新成分の同定、この領域の食品の発展のための科学的ブレークスルーのアイ

ア,あるいは新しい道具あるいは加工方法の利用)。

- マーケットリサーチ (例えば,明らかにはっきりした消費者グループがいて,彼らとは利用できればその食品を買う消費者であるというマーケットチャンスのことである)。

NPD のためこの2つの可能な働きで明らかな事は,それらの統合とその間の効果的なコミュニケーションは,組織内においてマーケティング,科学,技術機能が重要であるという点である。科学的な人員は,マーケット理念がうまく製品にはいるかどうか,あるいはその逆であるかという信頼できる判断に自信がなければならぬ。一般に認められる新製品の失敗要因は,ある組織のこれらのビジネス機能統合が欠除する点である。

NPD の主要段階では,グルテンフリー製品の発展に特別な属性が議論されるであろう。新製品発展の段階には多くの異なる出版された戦略があるが,いくつかの要因は各計画に一般的である,例えばこのような:

- スクリーニング,例えば NPD プロセスのその後の段階を通し,これからの進捗に対するこれまでの価値の確認のため,アイデアと試作品の厳格な分析的チェック。

NPD プロセス,しばしば図式的に平面に描き,あるいは垂直に立体的になり,トライアングル(例えば基本的漏斗)になるが,図式的には図 18.1 である。図の幅の端は,非常に多くの初めのアイデアを示し,次第にスクリーニングされ,狭くなって最終製品の少数となり実際に送り出される。理論的には用いたスクリーニングプロセスは最大の見込みとなるべきで,“生き残った”製品は多分もつとも消費者の期待にそった,マーケットで成功できるものであろう。

- 段階/ゲート:漏斗のような NPD の構造は,しばしば分離したステージになり,そこで NPD プロ

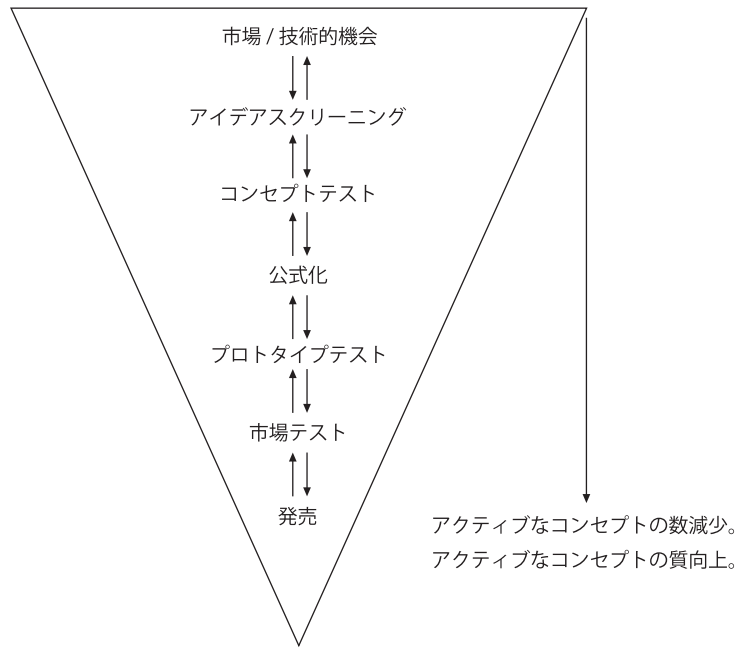


図 18.1 イノベーションファンネルとも呼ばれる,商品開発の逆ピラミッドコンセプトの概略図

セスの特別な面が理解される。各ステージは“ゲート”で次と結ばれ,そこでは厳密なテスト(例えばスクリーニング)でその製品が効率良く十分に進んでいるのかどうかを決めるのに用いられ(十分に注意深く選択された“殺す”/“生かす”の選択,例えば消費者反応,製品性能,作られた製品の保存性の測定するなど),次のステージに進めるかどうかのチェックのため。これらのゲートは,次の段階のステージに必要なとされる労力,時間,コストが最終製品の成就する見込みのベースになっているかどうかを決定するポイントである。製品でゲートをパス出来ないものは,廃棄あるいはより前の段階の加工に戻り再評価するか修正する,例えばフィードバックループ様のプロセスである。さらにアイデアが現実的で,組織的戦略,資金,設備と一貫しているかどうかを決める強い組織学的なマネジメントがなければならぬ。

NPD 加工が流れねば成らない一般の段階では以下の様に別個で討論される。

#### 段階 1: アイデア段階

どんな食品製品でも最初の出発のポイントはアイデアとされねばならない,それは消費者(会社のマーケティング部門で評価),他のマーケット(例えば海外),および会社の科学,技術力を含む数々の原因から発する。グルテンフリー製品の場合は,新



しい製品アイデアの鍵になるものは必然的に非グルテンフリー製品の範囲内のものであるが、それはセリアック病の人々にとって適した形で必ず発展する製品の集まりである。

食品会社はまた、NPD 戦略を行うのに消費者研究の鍵となる役割への関心を深めていき、消費者から彼らが必要とするもの（意識的あるいは潜在意識的）を精巧な道具（フォーカスグループからコンジョイント分析へ）を用いて、次第に新食品製品の利用性と購入見込みの点を調べる。グルテンフリー製品に対しても一つのはっきりした情報源は、セリアック病をもつ消費者自身である；多くの国々では食品会社と連絡を熱望するこれらの消費者グループを知らせる消費者協会もある。

アイデアの段階で NPD の鍵となるコンセプトの一つで初めに適応されるのは：これまで述べた通りスクリーニングである。スクリーニング基準は、製品の市場性、技術的な可能性、会社の生産能力、進歩にかかる財源、製品の生産のコストである。NPD の全てのステージで、会社はこれらのようなはっきりした基準を満たせない発展のアイデアは中止せねばならない。組織の所定のスクリーニング基準を満たす製品のアイデアあるいはコンセプトは、次に製品定義をプロセスの初期のうちに精製し膨らませ、進捗状況が測定できる目標を与える必要がある。そのターゲットになる消費者、期待される値段、鍵となる品質、見てくれ、栄養的、利便的屬性といった製品の属性は、多分全てこの時点では荒っぽく定義され、NPD プロセスの要求性の許される範囲で決められる。

## 段階 2：仕込み段階

これまで述べたように、どんな新食品製品進歩の挑戦もこれまでに存在した製品の技術的ノウハウの程度に頼るものであり、その仕込みと加工に必要なものを利用する。場合によっては非常に難しい挑戦であるが、そこではある製品のはっきりした先例があり製品はそれに比較的近いデザインと仕込みで行われるが、そこにはベースラインの情報は存在しない。

新製品の分類の内容については表 18.2 にリストされたが、多くのグルテンフリー製品は明らかに再仕込みであり、そこでは標準の製品のグルテン含有成分が排除された仕込みで再調製される。食品

NPD の他の面では、ベースラインコンパレーター製品が基準に対してあり、そして多分リバースエンジニアリングでありこれまで述べた通り大きな利点である。グルテンフリー製品の場合、しかしながら仕込みは非常にはっきりした技術的、科学的挑戦であり、特に最終目標がコンパレーターの主要な感覚特性（例えばフレーバー、食感）にマッチする製品を作るかどうかである。一例として、多くの市販のグルテンフリーパン製品の鍵になる欠点は、消費者がパンに最も求めるもの（例えばはっきりした弾力性）で顕著にテクスチャ属性に貢献する鍵の機能性タンパク質グルテンをパン仕込みから不行為するという簡単なことから生じる。

新食品製品の成分は鍵となるその基準に基づいて選ばれるだろう、例えば：

- 製品の機能と、批判的に、不行為の結果
- コストと利用性
- 他成分との相互作用
- 製品にするための加工から受ける状態の変化（例えば変性、色変化等）
- 消費者により魅力ある製品にする栄養的、あるいは他の価値あるもの（例えばビタミンー滋養）
- ラベルに関する倫理（例えばアレルギー、菜食主義といった倫理）

グルテンフリー製品の場合に、上述にリストした最後の要因が鍵であるが、全ての成分がまずスクリーニングにかけられるが、セリアック病の消費者によるアレルギー反応のようなものがないことが一番先である。グルテンは非常に一般的で、多くの国々でヒト食事中ラベルなし成分の中にあるが、現在セリアック病患者にとってはそれが非常に大きな挑戦であ（Gobbetti et al., 2007）。

NPD の全ての面で、成分レベルと加工パラメーターを決めるといった試験および最適加工パラメーター決定の経験的方法は、今日の統計的基本手法よりはずっと好まれておらず、今日のものは最大の信頼と最少のトライアル数と必要試験数による最適パラメーターを決定する手法である。例えば、応答曲面法（RSM）といった実験的デザインは、成分レベルあるいは料理パラメーター（例えば時間と温度）のコンビネーションを決めるのに用いられ、続いて

起こる適当な反応（例えば色調，容積の受け入れられるもの）の測定が行われ，そしてこれらのデータを使ってモデルを作り最適，最不適を求める，そして加工に用いる最適条件を選ぶ。これらの手法は多くのパラメーターの同時変化を許し，しかもそれは最少のトライアル数（ここでは最少のコストと時間の入力）で製造業者のために信頼できるデータを生む。

うまく進んだ RSM の応用がいろいろなタイプの小麦パンの製造で報告された (Lee and Hoseney 1982; Malcolmson *et al.*, 1993; Clarke *et al.*, 2002, 2004, Gallagher *et al.*, 2003, 2004)。最近，Schober *et al.*, (2005) は，グルテンフリーパンの製造にいろいろな範囲のモロコシ雑種を用いて RSM で研究した。異なった特徴の 2 つのモロコシ雑種を使い，パン品質への添加成分の影響の研究が RSM で行われた。キサントガム，脱脂ミルク粉の添加といろいろな加水量レベルが中央複合設計を用いて試験された。著者は水レベルを増やすとパン比容積を増やし，一方キサントガムレベルを増やすと容積を減らすと結論した。脱脂ミルク粉レベルを増やすとパン高は減少した。雑種間の品質の違いは RSM を通し，保持された。他の統計的手法，例えば回帰分析は，製品に起因する連続データセット間（例えば仕込み中のラクトースレベルとベーキング後，機器測定された褐色の色との間）の関連の有意性の研究に用いられ，さらに一方，分散分析 (ANOVA) は，異なる各仕込み，あるいは製品タイプ（例えば；新製品の競争他社の製品との官能的あるいは装置品質属性データの比較）の応答（即ち測定パラメーター）の測定された違いの重要性を決めるのに用いられる。例えば Moore *et al.*, (2004) は，2 つの新しくできたグルテンフリーパンを小麦，市販のグルテンフリーパンと ANOVA を用いて比較し，著者らは両パンの間に有意差を見出した。

### 段階 3：加工の進歩

新製品の進歩には，最終製品に原料と成分選択の変更のため最適加工法を取り込む。どんな製品でもその製造に用いた成分+これらに使った加工方法の集まりである。これまで述べたように，いろいろのシナリオには，それら改良された製品にははっきりした先例があり，それに必要な加工器具の技術的仕様があるかどうかが含まれている。進歩した製品

の加工には非常に多くの目的がある：

- 消費者への製品安全性を得るため微生物的，化学的（例えば農薬，化学残留物）あるいは物理的（例えばガラス，金属）危険等の不活性化あるいは阻止
- 消費者からより受け入れられる様な形態に製品の性質を変化（例えばベーキング，冷凍等）
- 食品の保存期間の延長，会社の販売拡張の可能性，および消費者への利便性の増加，さらに多分製品機能性あるいは栄養的性質の保持。

初めにリストした目的は必要条件である。次の 2 つは各食品製品の優先順位と要求性に違いがあり，さらにしばしば消費者が受け入れる性質の保持と最大保存期間の間には妥協性がある。この妥協の 1 つの主な例が超高温 (UHT) 処理ミルクであり，それは室温で長時間保存時間をもてるが，多くの国々の消費者により低温殺菌牛乳より好まれておらず，それは調理臭のため後者は保存期間がほぼ 10 倍短く，そして冷蔵庫保存を必要とする。グルテンフリー製品の進歩への挑戦は，またそのとりかかる組織が新しい加工食品ラインに移せられるような使えるノウハウと道具類をもっているかどうかにかかっている。企業にとって *denovo* (初めから) の出発製品は，全く伝統的なベーカリー加工のセットアップであっても，装置，加工施設への重要な投資を必要とし，さらに最適な操作，個人訓練に対し必要期間を必要とする。多くのグルテンフリー製品には従来のベーカリー用装置を用いるであろう；しかし操作パラメーターは機械的にこれまでの製品加工の製造から移してはいけない。例えば，ベーキングあるいは発酵条件は最適のグルテンフリードウが必要で，それはグルテン含有製品中のものと異なったやり方で成分反応と相互反応する。

パーベーキングパン（半焼成の冷凍パン）あるいはプレベーキング（凍結させた予備焼きパン）は French 産業家から北ヨーロッパに輸出された冷凍パン容積の半分しか示さない (Millet and Dougin, 1994)。パーベーキングのパン生産は，グルテンフリー穀物加工面で非常に大きなマーケットの可能性があり，どんな必要なときにもその加工は単純な焼きだし段階の新鮮パンを供給する機会である。パー

ベーキング製品とは消費する前の最終ベーキングを意味し、望ましい品質の特徴のため十分な水分をもつ便利な食品である。こうしてベーキングのパンは完全に焼かれ、再度焼かれた時食べられる性質をもつ。第2度目のベーキング相は消費者向け製品の製造に必要である (Leuschner *et al.*, 1997)。現在、非常に多くの品種のパーベーキングのガスパッケージされた製品がマーケット上にあり、いまでも多くのパーベーキング製品が徐々に増加している。初めの製品 (フレンチバンケット, フライドポテトブレッド, ペチットパン, 他の朝食用品) は未だ大きなマーケットシェアをもつ。マーケット上の殆どのグルテンフリーパンとロールはパーベーキングである; しかしながらこの分野に関する出版物はない。パーベーキングの技術は主に小麦パンの生産に応用される; しかしながら同条件はグルテンフリーパーベーキング製品製造にも応用できると考えられる。パーベーキングのパンは広範囲条件下で保存でき、再度焼いて最終品質を与えるが、それは消費者に売る直前のもの、あるいは食べる直前のものである (Sluimer, 2005)。保存への加工の効果はこの章のあとで述べるが、現在の食品製品の安定化における重要な鍵のステップとしてパッケージの役割がある。

#### 段階 4: 初期試験可能性の評価

新しい製品加工の仕込みと加工の進歩の段階は、連続的に進むかあるいはある程度同時に進むが、結果として一連の試作的製品をもっと前に進歩させるかどうかを決める審査基準で再評価する。ここでは

さらに最終的成功の可能性のない製品を再び中止する働きかけも不可欠であるが、あるいはこの製品をさらに発展させるために NPD プロセスの初期段階に戻すかどうかという可能性が残してある。この段階の審査基準を試作品が通過し、さらに前に進みより詳細な分析と試験が行われる。NPD プロセスの進み段階で用いられる複雑性と試験のコストは顕著に増加してくるが、成功の可能性高い唯一の製品とはそのような投資を正当化するものであることを強調しておく。

試作品の品質がこうして少なくとも理論的に次第に高いものになるにつれ、残る鍵となる評価基準の可能性は、試作品の官能的査定である。官能試験はもう1つの領域であり、そこでは迅速で明確な科学的進歩が比較的短時間のスペース中で起こり、さらに多くの洗練されたツールがあり、新たなあるいは既に存在する食品製品の異なった属性に関するデータを生み出す。食品の領域に用いられる現在の官能分析技術を詳細にデスカッションすることはこの章の範囲を超えるが、表 18.3 にこの点で用いられる典型的な官能試験デザインをまとめた。

グルテンフリー食品の特異的ケースの興味深い疑問は、比較のため (通常の) グルテン入り製品の利用にある; 明らかに、これは有用な比較であるが、非セリアック評価者だけで着手され、セリアックテスターに対し異なった参照枠になると予想されるだろう。最近の多くの研究努力は、道具を使った方法を利用して評価するか、あるいはヒトパネリストに

表 18.3 商品開発で使用できる一般的な官能分析方法

方法	原理	使用例
トライアングル試験	テストされた3つの製品。評価者は異常なものを1つ特定するように求めた	製品の成分の交換が知覚可能な変化をもたらすかどうかの判断
ランキング試験	評価者、特定の属性の強度、または全体的な好みの順序でサンプルのセットを配慮するように求められる	プロトタイプのパッチの迅速な分析、または競合製品と比較した新製品の配置
プロファイリング	評価者は、事前のトレーニングの有無にかかわらず、説明された用語の合意された語彙を使用して、製品の感覚的属性 (おそらく外観, 香り, 風味, テクスチャを含む) の完全な評価を提供する	1つまたは少数の製品の感覚特性の詳細な概要を取得する
選考試験	査定者は、ペアまたはより大きなサンプルのセットのどちらを好むか、およびその理由を示すように求められる	新製品が既存の競合製品と比較して消費者の選択に影響を与えるかどうかを判断する



よる官能分析置き換えに焦点を合わせている。この方法の例として Hunter LAB スケールでデーターを求める色測定システムの測定があり、さらに広範囲のテクスチャパラメーター（例えば、粘度、弾力性、堅さ、破壊性）の測定をレオメーターあるいは Texture Profile Analysis system の様な装置システムで測定するものもある。ベーカリー製品の属性の中で、顕微鏡的道具類（光学、レーザー、あるいは電子）は次第に使用が増え、パンの構造の解析の利用、さらにイメージ分析ソフトを用いて定量用データーが得られた。共焦点レーザー走査型顕微鏡 (Confocal laser scanning microscopy) はグルテンフリーベーカリー製品の構造の特徴を調べるのに有用な機器で例えばグルテンフリー粉をトランスグルタミナーゼ処理した後 (図 18.2) (Moore *et al.*, 2005; Renzetti *et al.*, 2007), 乳酸菌発酵 (Moore *et al.*, 2007), あるいは乳製品成分の添加 (Gallagher *et al.*, 2006) 結果がある。さらに走査型電顕はグルテンフリーパン、ビールの性質を調べるのにうまく利用された (Wijngaard *et al.*, 2005)。

デジタル画像解析 (Digital image analysis (DIA)) は、グルテンフリーパンのクラム構造や穴構造の特徴を調べるに広く用いられた (Gallagher *et al.*, 2003, 2006, Moore *et al.*, 2005)。研究された最も一般的な

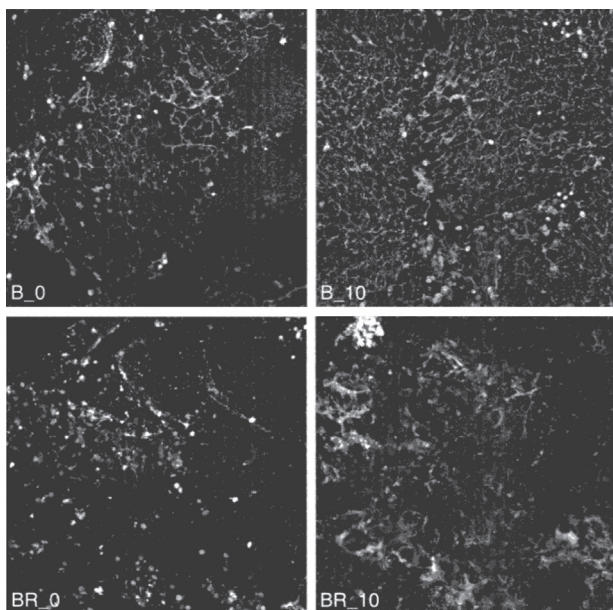


図 18.2 トランスグルタミナーゼで処理されたグルテンフリーパンの共通点走査型レーザー顕微鏡写真  
未処理ソバパン (B\_0) と 10U/g 小麦粉トランスグルタミナーゼで処理された同パン (B\_10) と、未処理玄米パン (BR\_0) と 10U/g 小麦粉トランスグルタミナーゼで処理された同パン (BR\_10) (Renzetti and Arendt, 非公開データ)

特徴は、平均セル域、全セル数、 $1\text{cm}^2$  当たりのセル数である。セルサイズ測定とトランスグルタミナーゼを用いた架橋程度の測定に DIA を使い、トランスグルタミナーゼを入れたグルテンフリーパン中で 3 種のタンパク質と 4 種の酵素添加レベル相違間の明らかな違いを示した (Moore *et al.*, 2005)。もう 1 つ別の研究で、Gullagher *et al.*, (2003) は DIA を用いてパンとクラムの特徴への乳製品、米粉の添加効果を調べた。著者らは、セルの数が乳製品および米粉添加で減ること、そしてそれがクラム構造改良に導かれる事を見出した。これらの結果は Crowley *et al.*, (2002) の小麦パンの結果と一致した。クラムグレインの特徴の違いは、グルテンフリーパンの生産においてモロコシ雑種の利用範囲の中でも検知された (Schober *et al.*, 2005)。そこで結論できることは、DIA といった方法は最適な製品形成評価できる素晴らしい機器であり、それらはパンの外観の定量化を可能にするからである。

このような説明的な官能試験の技術は、各製品と評価者に特に大きな量のデーターを与え、そして多くの製品試験 (例えばスクリーニングされた試作品、あるいは競合者製品と比較された新食品) のため、このような多くの複雑なデーターセットが大きな課題を提示する可能性がある。特別の有用な統計的技術はこの点では主成分分析 (principal component analysis (PCA)) があり、そこでの複雑なデーターセットが数学的に前に進んで生じるのは、例えば 2 次元マップであり、そこでテストされた一連のサンプル中 (例えば主要成分) 違いのある製品に、製品の空間的密接度が 2 つ以上の幅広い類似主要指標 (major indices) で示される。製品マップには、鍵になる官能試験あるいは他要因の位置表示が同一の平面上に重なり追加情報が生じ、さらに階層的クラスタ分析の様な方法と PCA はコンビネーションして、製品グループ間の広い類似性、相違性の非常に有用な分析をする。階層的クラスタ分析は、広くはグルテンフリー製品には用いられない; しかしセリアック病の同定に用いられる (Diosdado *et al.*, 2004)。

官能分析はグルテンフリー製品に関しては非常に重要なものである。Sanchez *et al.*, (2002, 2004) はグルテンフリーパンに点数システムを入れ、彼らはタンパク質、コーンスターチ、米、キャッサバスターチをグルテンフリーパンに添加すると官能属性に寄



与することを見つけた。Korus *et al.*, (2006) は、グルテンフリーパンにプレバイオテック添加の効果を調べ、彼らはまた選択したプレバイオテックスをグルテンフリーパンに供給した効果を調べた。官能点数システムを使い、最もグルテンフリーパンの官能試験効果の出たのが中間的用量のプレバイオテックス使用時であることを認めた。Gallagher *et al.*, (2003) は、米粉と乳タンパク質添加のグルテンフリーパン官能分析を進めた。彼らは米粉、乳製品タンパク質両添加がグルテンフリーパンの官能関与を改良することを見出した。全体的に、官能分析はグルテンフリー製品の品質を検定するのに極めて重要と結論された。

### 段階 5: 品質保存試験

NPD での鍵となる段階の 1 つは、製品の品質期間の決定であり、製品のパッケージ上に示さねばならぬはっきりした情報の識別であるが、それは将来のポイントにおいて製品の理解あるいは安全性に関し消費者へガイドするものである。製品の品質と安全性は、両方とも貯蔵中に考えねばならず、そのときも、安全上の危険レベル (例えば病原菌、細菌胞子の発芽) の増加した時も、非危険品質のパラメーターで起こるよりもっと高い優先度で起こると考えねばならない。製品は明らかに消費者に受け入れられるだろうが、しかし貯蔵のある時点で危険と結びつくという決定された脅威は消費にとり適当ではない。

新食品製品について採られたある基本決定は、多分 NPD プロセスのスタートではっきりした考えの一部であるが、それは貯蔵の決められた温度である; ゼロ以下での貯蔵 (例えば冷凍食品)、冷蔵で、あるいは大気温度は恐らく最大の単一の影響を食品製品中の変化と反応に与え、さらにその保存期間に影響を与える。評価する時考慮する次の事は、食品製品の寿命等は貯蔵中ネガティブな方法で変化するパラメーターである特徴がある。貯蔵性の暗黙の考え方は、食品製品は貯蔵中に品質を失うということ、さらに時にはそれは消費者に受け入れられなくなるか、非安全になるという事である。この一般的な事の例外には、アルコール飲料、例えばワイン、ウイスキーがあり、そこではフレーバーは長期間のスケールで進化し、高レベルのアルコールは製品を極端に微生物的に安定にし、あるいは熟成チーズは、生化学的、微生物的活性は最適の食品のフレーバー

とテクスチャを生じ、その間、脂質分解やタンパク質分解のようなプロセスがあり、ある時は数週間 - 数ヶ月あるいは数年すらかかり、製造後、一般に官能品質の点では悪変が伴う。製品大部分にとって、しかし漸進的品質低下の考えをもち、さらに新製品では悪化反応の鍵を決め、その反応の程度を定量化する手段を決め、さらに消費者にとり製品が不安全あるいは受け入れられないものになる程度を特定せねば成らない。

製品の寿命に影響する鍵ファクターに含まれるものは:

- 固有のファクター; 例えば pH, aw, 天然に存在するもの、あるいは加えた抗菌あるいは抗酸化物質の存在
- 外因性要因, 例えば、例えば製品貯蔵中の温度、湿度、ガス状大気
- 暗黙の要因, 例えば原料中存在する微生物とその代謝物
- 原料の加工

食品製品にネガティブな影響の変化は、酵素的 (例えばタンパク質分解あるいは脂質分解でフレーバーあるいはテクスチャの変化をする)、化学的 (例えば脂質の酸化、デンプンの老化、結晶化、水の移行)、あるいは生物的 (例えばバクテリア、カビの成長で食品の品質を害する) 変化である。例えばグルテンフリーロールパン製品では、室温貯蔵での品質損失はカビの成長、あるいはまたデンプン再結晶化により古くなる (以下述べるように、ガス置換包装利用によって両方極めてゆっくり進むが)。もし室温貯蔵下でカビ成長を微生物的方法で測定すると、52 日後には受け入れられないレベルにまで達し、28 日後、機器テクスチャプロフィール分析による古さは消費者にとりの受け入れる事のできない製品の堅さを示すが、これらのパラメーターに基づく製品の寿命は室温で 28 日と計測される。事実多くのベーカリー製品では、貯蔵中に化学的加工によるテクスチャの物理的変化が生じ、微生物に関するものよりもっと寿命を制限するようである。

その重要性にも関わらず、シェルフライフ試験は製品発展のための大切な挑戦であり、その研究と確認のため大きな時間投資を暗示的に要求するが; そ

の結果、NPDの高度段階に顕著な遅れが生じ組織化を困難にし、特にマーケットでは競争する他組織が初めにマーケットに到着することによって有利さを得るだろう。この理由から、多くの関心はシェルフライフパラメーターの素早い設立のための技術発展に焦点が集まる。これらは以下のことを含む：

### シェルフライフ試験の加速化

信頼おけるシェルフライフデータを得るための必要時間は、明らかに食品製品の貯蔵をあるスピードでその品質を悪化する条件下で貯蔵することで短くすることができ、一方正常の条件下で観察されるよりもより短いものは、数学的な相関性の速度で、さらに計算により利用され、その速度は古典的な動力学技術（例えば $Q_{10}$ 値の利用、それは温度 $10^{\circ}\text{C}$ の変化で反応のスピードの変化を定量する）の応用によるものである。通常、製品サンプルのいろいろな保持温度は、普通にハンドリングして予想される温度より高い温度で保持される事が関わる。これまで述べたグルテンフリーロールパンの例では、ロールパンのサンプルは $30, 40, 50^{\circ}\text{C}$ に保持され、カビの成長速度は微生物学的方法で測定され、老化は機器的テクスチュアプロファイルアナリシスによりはかる。測定したパラメーターを時間に対してプロットし、速度定数を計算する事ができ、ここで $20^{\circ}\text{C}$ での期待される反応速度まで外挿してシェルフライフの反応速度を得る。

### チャレンジ試験

製品に対する非常に多くの加工技術の進歩の中で、微生物の危険性の高い可能性に対し関心が持たれてステップがつくられた（例えば危険分析の重要な制御点、危害分析重要管理点（HACCP）スキーム）。それがこれらの危険を阻止あるいは除去するであろう。しかしながら進歩の中で、もし良好な品質の原料が用いられるなら、これらの危険は多分起こらず、製品安全性の保証としてのこのステップの効果は確実なものではない。ここで、トライアルが進められ、原料あるいは成分グループは故意に関心あるものでコンタミされ、その生存性あるいは永続性を追跡し、続いて加工するが、その加工はこの研究の結果を基本に十分な消費者保護を確実にするのにもし必要ならばより修正して進める。これらのト

リアルは勿論コントロールされた研究室条件下で進められねばならず、それは故意に過激な病原体を食品の周囲に導入するためである。多くの進歩はまた、病原体の加工後の生存予想といったこのような試験を避けるため、微生物学の予想面の利用で進んできたが、それは熱抵抗性（例えばDとz値）および他のファクター、例えば目標微生物の酸抵抗性要因の知識に基づくもの等である。

以下に述べるように、シェルフライフの延長はグルテンフリー製品にとり、パッケージ条件の選択が鍵となる影響のようだ。

### 段階6：スケールアップと消費者試験

NPDでの鍵となる挑戦の1つは、NPD加工の進むに連れて見本の製品が生産増加に移動してゆくことである。一般にNPDの初期段階では、多くの仕込みと加工の選択が台所あるいは研究室設備中の小さいスケールでテストされるが、それは僅かの成功した見本でパイロットスケールで生産にパスしたものであり、さらにはコマースケールの生産に進む。NPDの其の後の段階には、消費者が製品見本をテストし評価に入らねばならない、さらにこのテストのスケールはそこで見本の生産されるスケールに影響を与えるであろう。

### 段階7：パッケージとラベリング

どんな新しい食品製品の進歩も最後には製品の配布と販売のために、適当なパッケージのデザインとその材料の検討に入る。

食品パッケージの機能は以下の様である：

- 製品を含む
- 食品を守る（例えばハンドリング中の物理的ダメージ）
- 消費者を守る（例えば再コンタミの防御）
- 製品の保存（例えばある種のガス、水分へのバリアを与える）
- 情報連絡
- 製品のマーケット
- 製品の分散と分配

全ての食品パッケージは相対的に少数の基本材料で作られる、例えばポリマーフィルム、アルミニウムフォイル、あるいはカン、ガラス、あるいは紙ボードである。しかしながら多くの食品製品はこれらの

材料のコンビネーションしたもので包まれ、例えば牛乳容器ではプラスチック層はバリアーの機能を与え、厚紙は物理的強度を与え、一方、フォイルは温度変動に耐えるように機能する。食品のパッケージはまた、多くの異なった別個の要素からなり、例えば製品はプラスチック小袋中にガス置換して、厚紙の外部の箱に入れる。グルテンフリー製品に対しての選択パッケージ戦略が多く考慮され、これまでの因習的な食品製品と同じ様に行われた。

- どんないちポーションサイズを消費者は期待あるいは購入するか (小分けしたパッケージはお得用パックの集合にし、各ラップされた製品ポーションを含む) ?
- 分配、貯蔵の間、物理—化学的な安全性という点で、食品に特別の要求性があるか (例えば水分移動コントロール、大気ガス、光への安定性) ?
- パッケージが充填後の物理的処理の安定性に必要であるか (例えば冷凍、超音波あるいは普通のオーブンでの加熱) ?
- 消費者によりどのような情報が要求されるか (例えば料理法、アレルギー情報) および適切な法律と整合するために何が必要か ?
- いかにより製品が消費者に魅力的に作られているか、特にそれらが初めて購入されるものなのか (例えば、見てくれ、利便性) ?
- いかにより好ましいパッケージが利用されているか、そしてパッケージシステムの取り付けに必要なはっきりとした文字表現であるか ?
- パッケージのいくらが小売り価格製品に加算されるか (初期材料費とその最後の1個当たりの価格の両面で) ?

ガス置換包装 (MAP) は、普通にグルテンフリーパンのシェルフライフを伸ばすための技術として用いられている。二酸化炭素はイースト、バクテリアの成長を抑え、そしてカビには殺菌作用をする。そこで CO<sub>2</sub> は焼き物製品のパッケージの主ガスとして用いられ、時には窒素をサポートガスとしてまぜパッケージからのガス拡散を低下させる。パッケージ中の酸素含量を 1% 以下まで低下すると更なる制御ができ、イーストや多くのバクテリアの成長を嫌気状態にしてより遅らせ、一方カビを完全に阻害す

る (Sluimer, 2005)。40% CO<sub>2</sub> と 60% N<sub>2</sub> のガス混合 (Moore *et al.*, 2004, 2005), および 80% CO<sub>2</sub> と 20% N<sub>2</sub> (Gallagher *et al.*, 2003) のガス混合は、広くグルテンフリーパンで用いられている。グルテンフリーパンのシェルフライフは普通、非常に貧弱である。しかし Gallagher *et al.*, (2003) は、乳製品粉、米粉添加で、80% CO<sub>2</sub> + 20% N<sub>2</sub> 混合ガスを使ってパッケージすると、シェルフライフはグルテンフリーパンでかなり改良される事を見出した。そのパンの結果はシェルフライフが 23 日間までとわかった。同じ結果が Rasmussen and Hansen (2001) で確認され、そこでは MAP の小麦パンの最大のクラム堅さは 35 日に達した。

ラベリングは多くの国ではグルテンフリー食品製品の鍵となる検討事項になりつつある。セリアック病をもつ消費者にとって製品の消費に適しているかどうかの情報は重要な事であり、そして成分リストの解釈による物ではない (例えば修正デンプンの場合のような、グルテンフリーなのかあるいは違うのかどうか多分曖昧な) 明示的なラベル付けが理想的である。ヨーロッパでは、新しいアレルギーラベル指示 2003/89/EC が 2005 年 11/25 に法的に義務化された。あたらしい指標はセリアック病や食品アレルギーの人々にとり、ずっと簡単に食品中のアレルギーを同定出来るであろう。全てのアレルギーとアレルギーから生じる成分は、特異的でねば成らない、例えば“植物オイル”は、“ピーナツオイル”あるいは“小麦胚芽オイル”として特異的である必要がある (Food Labelling Regulations, UK, 2004)。最近米国で、The Food Allergen Labeling and Consumer Protection Act (FALCPA) は案件をアメリカ食品医薬品局によびかけてグルテンフリーを決める最終調整文面を出し、2008 年以後グルテンフリー製品には自発的なラベリングの許可をすることにした。食品のラベルに関するアイルランド、EU の法律は、主に Codex Standard に基づいている。グルテンフリー食品の関わる Codex Standard は Codex Alimentarius Commission of the World Health Organization (WHO) によって採用され、さらに The Food and Agriculture Organization (FAO) によって 1976 に採用されている。1981 年と 2000 年には、改正基準案が述べられ、所謂グルテンフリー食品は以下の様に述べられた;



(a) 小麦,あるいは全ての *Triticum* 種,例えば spelt, kamut あるいは durum 小麦,ライ麦,大麦,オート麦,あるいはそれらの雑種からのプロラミンで,グルテンレベルが 20ppm を超えないプロラミンから成るもの,あるいは (b) 小麦,ライ麦,大麦,オート麦,スペルトあるいはそれらの雑種の成分から成るもので,グルテンフリーに与えるもの;グルテンレベルが 200ppm を超えない;あるいは (c) として (a), (b) に述べた 200ppm を超えないレベルでどれか 2 成分の混じったもの。

この中で WHO/FAO スタンドアートのグルテンとは,小麦,ライ麦,大麦,オート麦,あるいはそれらの雑種品種(例えば *Triticale*) および,それらの派生物の 1 タンパク質区分と定義したが,それに対して或る人々は我慢できず,それは水と 0.5mol/L NaCl に不溶であるとする。しかしながらオート麦はグルテンフリー製品の製品に使われるかどうかで議論されている(第 1, 3, 8 章見よ)。グルテンのプロラミン含量は一般に 50% と見なされる。米国,カナダでのグルテンフリー食事は如何なるグルテンも欠けていて,米の様な本来グルテンフリー成分に

基づいている。しかしながら英国や殆どのヨーロッパの国々ではグルテンフリーとラベルされた製品は未だある量の小麦デンプンを含んでいる。

要求されるラベリング情報には,また製品の消費のための時間枠の指示が含まれていて,賞味期限,消費期限,有効期限(第 2 章を参照)の言葉のどれかである。

## 結論

商品開発 (NPD) は食品産業の複雑な動きである。特異的挑戦は各製品とマーケットでいろいろであるが,しかし一般的段階と考え方は概説できる。特にグルテンフリー食品製品の進歩は NPD にとり非常に興味深いケースであるが,それはセリアック病顧客の一定の成長マーケットにとり,これまでの伝統的な物の利用とは反対のものであるため革新性と斬新さが高く,そこには高い官能的品質の製品をうまく成長させるための高度の複雑な技術障害があるからである。結論として,これまで親しんで来た食品製品からグルテンフリー仕込みへの変更,あるいはグルテンフリー製品の最初からの開発は,食品加工業者に対し特別の挑戦状を与えるものである。

## References

- Clarke, C. I., Schober, T. J., and Arendt, E. K.: (2002). *Cereal Chem.* **79**: 640-647.
- Clarke, C. I., Schober, T. J., Dockery, P., O'Sullivan, K., and Arendt, E. K.: (2004). *Cereal Chem.* **81**: 409-417.
- Codex, Alimentarius Commission (1983). Codex standard for "gluten-free foods," Codex Stan 118-1981 (amended 1983).
- Codex, Alimentarius Commission (2000). Draft revised standard for gluten-free foods. CX/NFSDU 00/4.
- Crowley, P., Schober, T. J., Clarke, C. I., and Arendt, E. K.: (2002). *Eur. Food Res. Technol.* **214**: 489-496.
- Diosdado, B., Wapenaar, C., Franke, L. *et al.*: (2004). *Gut* **53**: 944-951.
- Food Labelling: (2004). (Amendment) (England) (No.2) Regulations.
- Gallagher, E., Kunkel, A., Gormley, T. R., and Arendt, E. K.: (2003). *Eur. Food Res. Technol.* **218**: 44-48.
- Gallagher, E., Gormley, T. R., and Arendt, E. K.: (2004). *J. Food Eng.* **56**: 153-161.
- Gobbetti, M., Rizzello Giuseppe, C., Di Cagno, R., and De Angelis, M.: (2007). *Food Microbiol.* **24**: 187-196.
- Korus, J., Grzelak, K., Achremowicz, K., and Sabat, R.: (2006). *Int. J. food Sci. Technol.* **12**: 489-495.
- Lee, C. C. and Hoseney, R. C.: (1982). *Cereal Chem.* **59**: 392-395.
- Leuschner, R. G. K., O'Callaghan, M. J. A., and Arendt, E. K.: (1997). *Int. J. Food Sci. Technol.* **32**: 487-493.
- Lovis, L. J.: (2003). *Cereal Foods World* **48**: 61-63.
- Malcolmson, L. J., Matsuo, R. R., and Balshaw, R.: (1993). *Cereal Chem.* **70**: 417-423.
- Millet, P. and Dougin, Y.: (1994). *Industries Céréales* **87**: 45-50.
- Moore, M. M., Schober, T. J., Dockery, P., and Arendt, E. K.: (2004). *Cereal Chem.* **81**: 567-575.
- Moore, M. M., Heinbockel, M., Dockery, P., Ulmer, H. M., and Arendt, E. K.: (2005). *Cereal Chem.* **83**: 28-36.
- Moore, M. M., Schober, T. J., Juga, B. *et al.*: (2007). *Cereal Chem.* **84**: 357-364.
- Murray, J. A.: (1999). *Am. J. Clin. Nutr.* **69**: 354-365.
- Rasmussen, P. H. and Hansen, A.: (2001). *Lebensm. Wiss. Technol.* **34**: 487-491.
- Renzetti, S., Dal Bello, F., and Arendt, E. K.: (2008). *J. Cereal Sci.* **48**: 33-45.
- Sanchez, H. D., Osella, C. A., and de la Torre, M. A. G.: (2002). *J. Food Sci.* **67**: 416-419.
- Sanchez, H. D., Osella, C. A., and de la Torre, M. A. G.: (2004). *J. Food Sci. Technol.* **10**: 5-9.
- Schober, J. T., Messerschmidt, M., Bean, S. R., Park, S. H., and Arendt, E. K.: (2005). *Cereal Chem.* **82**: 394-404.
- Sluimer, P.: (2005). In: *Principles of Breadmaking Functionality of Raw Materials and Process Steps*, American Association of Cereal Chemists, St. Paul, Minn. Ch 7, pp. 165-182.
- Wijngaard, H. H., Ulmer, H. M., and Arendt, E. K.: (2005). *J. Am. Soc. Brewing Chem.* **63**: 31-36