

## ベーカリー製品における米国ホエイ原料の利用

執筆者： Marda S. Iliar  
Director, International School of Baking, Bend, Oregon, USA

編集者： Kimberlee J. Burrington  
Dairy Ingredient Applications Coordinator, Wisconsin Center for Dairy Research, University of Wisconsin, USA

ホエイ原料は、ベーカリー産業において数十年にわたって利用されており、今日でもほとんどは昔と同じ理由で利用されている。当初、市販のホエイ原料といえばスイートホエイのみであった。ベーカリー製品においてその有用性は、焼き色促進、生地の食感向上、コスト削減があげられる。

今日では、機能性を高めたホエイ原料も開発、商品化され、有益性も格段に向上している。ベーカリー製品の開発では、ケーキ、クッキー、パン、パストリーに関わらず、機能面と栄養面の両方から、ホエイ原料の新しい利用機会が数多くある。

### 最適なホエイ原料の選択

要求を可能にするホエイ原料の選択には、それぞれのホエイ原料の組成や機能特性を理解することが必要となる。大部分のホエイ原料は、タンパク質、ラクトース、灰分、脂質および水分で構成されている。

ホエイ原料には特有の能力があり、乳化、

発泡や起泡、優れた溶解性、粘性、褐色化、ゲル化、栄養の強化、水結合性とすっきりした風味を提供する。ホエイ原料の機能特性に関する詳細は、アメリカ乳製品輸出協会のウェブサイト( [www.usdec.org](http://www.usdec.org) )で公開されている「米国ホエイおよびラクトース製品に関する参考マニュアル( Reference Manual for U.S. Whey and Lactose Products)」が利用できる。



ホエイプロテインは、一方で親水性、他方で親油性をもつ両親媒性分子である。この特性により自然の乳化剤となる。一般にタンパク質は、乳化、発泡、優れた溶解性、水結合性と関連する。このため、タンパク質の含有量を高めたホエイ原料(タンパク質 34~ 90%)では、これらの機能もさらに向上する。

タンパク質はまた、ラクトースと熱のコンビネーションで焼き色をつける役目も果たす。メイラード反応はアミノ酸と還元糖の化学反応で、通常、加熱によって起こる。これはカラメル化と同様の非酵素的な褐変反応であり、完成製品の風味を向上させる。ホエイ原料に含まれる脂質はリン脂質に富み、乳化作用の一端を担うが、これは原料の脂肪分に依存する。多くの場合、ホエイ原料に含まれる脂質は 8%未満である。

卵の代替

焼成を要する製品の中でも、ケーキは組成、テクスチャー、風味において卵が重要な役割を果たす。ケーキの組成で欠かせないのがタンパク質である。大半のケーキは砂糖の配合が多く、ハイレシオケーキと呼ばれる。ハイレシオケーキは、砂糖の重量が小麦粉よりも多く、砂糖はグルテンの形成を抑制することで知られている。小麦粉から生成されるグルテンが少ないということは、中はよりしっとりとし、鮮度も長持ちする。砂糖により、小麦粉グルテンの生成に必要な温度が高くなり、でんぷんのゲル化に必要な温度も高くなる。こうした砂糖の特性は、生地を固まりにくくする。このため焼成行程において、生地が適切なポイントで固まるには、より低い温度で固まるタンパク質(卵など)を加える必要がある。この理由から、卵の一部代替についてはレイヤーケーキで推奨される。

ホエイ原料を卵の代替品として使用するにあたっては、考慮事項が多くある。例えば、代替するのは生卵か乾燥卵か。また、代替するタンパク質の総量、ホエイが完成

品に及ぼす他の影響、それが有益かどうか。

Lサイズの卵 1個は 52~ 55gで、その 75%は水で構成される。全卵の代替にホエイ原料を使用する場合は、水も加える必要がある。卵の機能特性としては、タンパク質が代替可能な成分である。代替は等しいタンパク質量で行う。生卵では 12%、乾燥卵では 46%がタンパク質である。ホエイ製品のタンパク質濃度は、スイートホエイの 11%から分離ホエイプロテイン(WPI)の 90%以上までの範囲がある。

通常、卵の代替に推奨されるのは、タンパク質含有量が 34~ 80%の濃縮ホエイプロテイン(WPC)である。

WPC 80は、クッキーやビスコッティなどの焼き菓子で、卵の代替として有用である。卵を代替する技法は製品により異なるため、慎重に検討する必要がある。クッキーなど“伸展性”の生地にWPCを使用する場合、油脂と砂糖をクリーム状に混合する段階で加えると良い。卵の液体分の代替(水など)は、通常の卵を加える段階で加える。これにより生地の伸びすぎを防ぐ。

米国ホエイ原料の成分構成およびベーカリー製品に使用する際の優位点

ホエイ混合物	タンパク質	炭水化物*	脂質	ミネラル(灰分)	優位点
ホエイパーミエイト(食品グレード)	3 ~ 8%	68 ~ 85%	1.5% (最大値)	8 ~ 20%	カルシウムおよび他の乳ミネラルの供給 黄金の焼き色の促進 ラクトースの高含有による機能性の向上 塩の代替にもなりうる 風味の向上
スイートホエイ	11 ~ 14.5%	63 ~ 75%	1 ~ 1.5%	8.2 ~ 8.8%	焼き色の向上 カルシウムおよび他の乳ミネラルの供給
WPC 34	34 ~ 36%	48 ~ 52%	3 ~ 4.5%	6.5 ~ 8%	タンパク質の強化 焼き色の向上 カルシウムおよび他の乳ミネラルの供給
WPC 80	80 ~ 82%	4 ~ 8%	4 ~ 8%	3 ~ 4%	タンパク質の高含有によるタンパク質の強化と機能性の追加
WPI	90 ~ 92%	0.5 ~ 1%	0.5 ~ 1%	2 ~ 3%	タンパク質の高含有によるタンパク質の強化と機能性の追加 脂質や炭水化物をほとんど付加しない
ラクトース(乳糖)	0.1%	99 ~ 100% (最小値)	0%	0.1 ~ 0.3%	焼き色の促進 風味の向上 鮮度の保持を助ける 甘さを抑える しっとり感を保つ

\*主にラクトース(乳糖)として



イエローケーキ(卵の50%代替)

材料	配合(%)
ケーキ用小麦粉	29.17
グラニュー糖	24.96
水	18.79
汎用ショートニング	13.12
生卵(全卵)	7.24
WPC34	2.83
スキムミルクパウダー(SMP)	1.40
バニラエキストラクト	1.20
ベーキングパウダー	0.69
塩(顆粒)	0.60
合計	100.00

製法

1. ショートニングと砂糖を低速で1分ミキシングする
2. WPC34, SMP, 水, バニラ, 卵を加え, 低速で2分ミキシングする
3. 小麦粉, ベーキングパウダー, 塩を加え, 高速で2分ミキシングする
4. 20cm(8インチ)丸型に, 油を塗り紙を敷き生地を流し込む
5. 177°C(350°F)で17分焼成する

栄養成分(100g当たり)

エネルギー	350 kcal
総脂質	15 g
飽和脂肪	3.5 g
トランス脂肪	3.5 g
コレステロール	30 mg
ナトリウム	330 mg
総炭水化物	51 g
食物繊維	1 g
砂糖	28 g
タンパク質	4 g

製法提供: Wisconsin Center for Dairy Research

一般に、卵の代替にホエイ原料を使用する場合、卵の状態により製法は異なる。液卵の場合ホエイと共に液体も加える必要がある。

生の全卵100g	WPC80・15g + 水・75g
生の全卵100g	WPC34・35g + 水・75g
乾燥の全卵100g	WPC80・57g

ウィーン風、チョコチップ、スニッカードゥードル、ソフトレモンなどのクッキー類は、油脂と卵の部分的な代替にWPC34が使用できる。代替製法のクッキーは、材料のコストダウンに加えて、焼き色や食感、ふちの丸さ、保存性が良くなる特長をもつ。WPC80は、パンやケーキ、クッキー(ドライおよびソフトタイプ)マフィンにおける卵の代替に有用である。ホエイ原料による全卵の代替では、材料費の削減に繋がり、必要に応じてより柔軟なテクスチャーも可能となる。

ベーカリー製品の規格はさまざま、ドライやハード、クランチな噛み応えが望ましい場合もある。ホエイ原料をビスコッティ生地に使用した場合、乾燥を早め、焼き色を促進し、栄養価が強化できる。これらはビスコッティにとっては好ましい特性である。パーティブのクッキーやビスコッティでは、ホエイ原料の使用でより安定シクラムの発生も減少、カッティングや包装時の破損も防ぐため、さらなるコスト削減にも繋がる。

焼き色の促進と風味の強化

スイートホエイやWPC34の主成分はラクトースで、これは乳原料の糖分である。どちらの原料も、メイラード反応(表面の褐色化)を促進し、最終製品の甘みの程度や柔らかさに影響を及ぼす。

ビスコッティやラスク、サヴァラン、クラッカーは同様に、乾燥行程において風味が損なわれるといった問題がある。ホエイ原料は、フレーバーと結合して風味の強化を助ける。場合によっては、風味の程度を下げることも可能になる。特定の条件下なら、ホエイ原料は乾燥行程でむしろ風味を強調し、最終製品に強烈な風味特性を与えることも示されている。

目的が製品表面の焼き色とカラメルのような風味の開発であるなら、スイートホエイやDPS(Dairy Product Solids: ホエイパーミエイトや脱タンパクホエイとも呼ばれる)など、低タンパク質で高ラクトースのホエイ原料が推奨される。DPSはベーカリー産業では用途の広い原料で、炭水化物の代替や減塩にも利用できる。さらに、良好な風味とミネラルの添加をベーカリー製品に提供する。





ホエイパーミエイトを使用したパイクラスト

材料	配合 (%)
オールパースフラワー	51.00
ショートニング	22.25
冷水	15.30
ホエイパーミエイト	6.20
バター	3.00
砂糖	1.50
塩	0.75
合計	100.00

製法

1. 小麦粉、ホエイパーミエイト、砂糖、塩を混合する
2. ショートニングとバターを加え、粗い粉状になるよう混合する
3. 水を加え、混ぜて生地をまとめる
4. 丸めてラップをし、しばらく冷蔵庫でねかす
5. 打ち粉をして生地を伸ばし、パイ型に敷く
6. 任意のフィリングを入れ(またはそのまま)焼き色がつくまで204℃(400°F)で15分焼成する

栄養成分(100g当たり)

エネルギー	450 kcal
総脂質	26 g
飽和脂肪	7 g
トランス脂肪	6 g
コレステロール	10 mg
ナトリウム	400 mg
総炭水化物	46 g
食物繊維	1 g
砂糖	7 g
タンパク質	6 g

製法提供 : Wisconsin Center for Dairy Research

DPSは、スイートホエイを限外ろ過(UF)し、WPCやWPを精製する際に生産される。UF膜を通過する乳成分は、主に水やラクトース、灰分であり、これがホエイパーミエイトやDPSとなる。DPSは、健康に良く栄養価の高い自然食品であり、カルシウムやリン、カリウム、ナトリウムといった栄養をベーカリー製品に提供する。また、実際の塩分量を増やすことなく塩味を強くする、栄養面からも効果的な調味料のような働きをする。

クラッカーも、ホエイ原料の使用による利点がある。クラッカーは、甘くも、しょっぱくもでき、膨張剤としてイーストや重曹、ベーキングパウダーも使用できる。膨張手段に関わらず、クラッカー製品は共通の特長を備えており、それは低い水分活性による常温保存性である。多くの場合、市販クラッカーの賞味期限は、未開封の状態でも6ヶ月である。また、ほとんどが低糖か無糖であり、小麦粉はタンパク質11.5~13%(ベーカーズパーセント)のパン用小麦粉を使用する。WPC34は、4~5%(ベーカーズパーセント)で同重量の小麦粉に替えて使用でき、良い結果が得られている。生地の発酵時間が長いほど、完成品の風味と保存性が向上する。膨張剤にイーストを使用するクラッカーは、WPC34の利用が有効であり、理由はラクトース含有量による。ラクトースはイーストによって代謝されないため、安定した焼き色の効果が得られる。結果、甘蔗糖や甜菜糖の不要な甘さを加えることなく、クラストの焼き色が向上できる。

ベーカリー製品におけるホエイの栄養的利点

炭水化物の低減

消費者の健康志向は世界的に高まっており、多くの場合、その健康管理はダイエットからスタートする。結果、近年は低炭水化物ダイエットの人気の高まっているが、これらの食事ではタンパク質の摂取が焦点となる。ホエイプロテインはその優れた機能性のため、低炭水化物ダイエットの多様な食品に適している。

ベーカリー製品は、非常に炭水化物が高くタンパク質は低いことから、ホエイプロテインを使用し、これを低炭水化物化とする製法は相当なチャレンジとなる。炭水化物はベーカリー製品の重要な組成要素であり、この組成を変更するにはシステムズアプローチを用いることが必要となる。

WPC80やWPといったホエイプロテイン原料を糖アルコール、食物繊維、人口甘味料と共に使用することで、ベーカリー製品の炭水化物含有量を減らすことができる。大半のベーカリー製品は、タンパク質含有量が1人分2g以下。製品特性を保つためタンパク質の増量は、1人分4~5gまでが現実的である。

ベーカリー製品に推奨するDPS(Dairy Product Solids)の使用レベル

- パン、ロールパン、ピザクラスト、クラッカー .....小麦粉の2~3%
- ケーキ、カップケーキ、マフィン .....砂糖の10~14%
- ケーキ、クッキーのアイシングおよびグレース .....砂糖の10~20%
- パイおよびタルト生地(脂肪分50%以上) .....小麦粉の6~8%
- フルーツタルトおよびパイフィリング .....砂糖の10~20%

クランベリーとオレンジのブランマフィン

材料	配合 (%)
水	23.29
マルチトールシロップ	22.87
オールパーパスフラワー	13.76
卵	8.04
植物性ショートニング	6.77
プラムパウダー	6.60
クランベリーピース	5.59
オーツファイバー(細かく挽く)	4.13
玄麦ブラン	2.91
WPC 80	2.54
ベーキングパウダー	1.38
オレンジピール	1.17
イヌリン	0.53
塩	0.32
キサンタンガム	0.09
スクラロース	0.01
合計	100.00

製法

1. プラムパウダーと玄麦ブランをボウルに入れ、水を半分加えて混ぜ合わせ、置いておく
2. 他のボウルにオーツファイバー以外の粉材料を入れ、混ぜ合わせ、置いておく
3. マルチトールとショートニングを最高速で4分ミキシングし、途中で2回ミキサーを止めてボウルの中身をかき寄せ、クリーム状にする
4. 3に卵を少しずつ加え、低速でミキシングし、途中で2回ミキサーを止めてボウルの中身をかき寄せる
5. 次に1を加え、均一になるまで低速でミキシングする
6. さらに2の半分、残りの水、2の残り半分、オーツファイバーを順に加えながら、全体がなじむよう混ぜ合わせる
7. クランベリーピースとオレンジピールを加え、ざっくり混ぜ合わせる
8. マフィン型の $\frac{2}{3}$ まで流し込む
9. 204℃ 400F で15分焼成する

栄養成分(100g当たり)

エネルギー	230 kcal
総脂質	9g
飽和脂肪	3g
トランス脂肪	0g
コレステロール	40mg
ナトリウム	300mg
総炭水化物	46g
食物繊維	8g
砂糖	4g
タンパク質	5g

製法提供: Wisconsin Center for Dairy Research

脂肪の低減

この20年、さまざまなベーカリー製品で、脂肪の低減が栄養面での目標とされてきた。クッキーやケーキといった甘いものは、一般に高脂肪でつくられており、脂肪を減らすための良い対象とされてきた。タンパク質34%のWPCは、脂肪の擬態となるほか、一般に水を加えることで脂肪の代替として利用されている。

ホエイプロテインは、加熱によって変性し、分子結合が分解して拡散する。タンパク質分子の拡散により水結合部位も拡がり、さらに水結合性が高くなる。WPCは、ケーキやソフトクッキー、マフィンなどの湿潤性が高いベーカリー製品で、脂肪の擬態として有用である。WPCの擬態特性は、その水結合能力に起因する。低脂肪とする製法で、WPCはさらに水を結合し、高脂肪の製品に近い柔らかな食感を生み出す。WPCを使用すれば、脂肪分の50%カットも可能である。大幅な脂肪の低減は重要であり、実際に多くの消費者は、原材料名や栄養成分表示を注視し、特定の脂肪を避けたり、脂質量から製品を選んだりしている。脂肪の代替にWPCを使用する製法で、より消費者を魅了する食用に適した一括表示が可能となる。



50%脂肪カットのソフトクッキー

材料	配合 (%)
漂白オールパーパスフラワー	31.64
チョコレートチップ	15.14
高果糖コーンシロップ(HFCS)	11.87
ブラウンシュガー	9.50
水	8.11
WPC 34	7.17
グラニュー糖	5.27
汎用ショートニング	5.20
加工でんぷん(インスタント)	2.62
大豆オイル	1.89
ナチュラルバターフレーバー	0.53
バニラエキストラクト	0.44
塩(顆粒)	0.40
重曹	0.22
合計	100.00

製法

1. 油、ショートニング、ブラウンシュガー、HFCS、WPC 34、フレーバーを高速で2分ミキシングする
2. 水を加え、高速で3分ミキシングする
3. 小麦粉、重曹、塩、でんぷんを加え、低速で2分ミキシングする
4. チョコレートチップを加え、低速で1分ミキシングする
5. クッキー1個が20gになるよう生地を分け、天板に並べる
6. 177℃ 350F で7分焼成する

栄養成分(100g当たり)

エネルギー	390 kcal
総脂質	12g
飽和脂肪	1.5g
トランス脂肪	1.5g
コレステロール	0mg
ナトリウム	250mg
総炭水化物	64g
食物繊維	2g
砂糖	32g
タンパク質	6g

製法提供: Wisconsin Center for Dairy Research

## タンパク質の強化

スポーツやフィットネスの市場では、プロテインの強化が一般的となっており、ベーカリー製品のタンパク質強化もこのカテゴリーとなる。ベーカリー製品でタンパク質を強化する製法は、炭水化物の低減と同様、伝統的に低タンパク質である製品の味や食感を劇的に変化させる可能性がある。1人分 2~ 3gというタンパク質の増量が、製品にとっては50%以上の増加となる場合もある。WPC 80やWPIの使用は、トルティーヤやピザクラスト、パン、クッキーなどの製品で、タンパク質の強化に推奨できる。フレーク形状や粒状ホエイプロテインを利用することで、さらにタンパク質含量を上げ多彩な食感を加えることができる。ホエイプロテインの添加は、体質の改善、筋肉の回復、満腹感など、栄養的に多くの利点がある。これらに関する詳細は、USDEC発行の「ホエイプロテインと身体組成 (Whey Protein and Body Composition)」や、「運動時の栄養補給における米国ホエイプロテイン (U.S. Whey Protein in Sports Nutrition)」を参照されたい。各報告はウェブサイト(www.usdec.org)に公開されている。

## スクロースの代替

ベーカリー製品では機能性の利点から、スクロースの代替としてラクトースが使用される。他の糖類に比べラクトースは甘さが少なく、焼き色、乳化、保湿性、非吸湿性、風味づけなどを促進する効果がある。スクロースの代替(50%まで)にラクトースを使用する利点には、質感や鮮度の向上、ボリュームアップ、低脂肪化、発泡の保持、風味の強化などがあり、アイシングやフロスティング、フィリングへの利用に適している。



## チーズクラッカー

材料	配合 (%)
オールパーパスフラワー	28.36
エクストラシャープチェダーチーズ(すりおろす)	21.13
バター	19.56
WPC60	9.78
ホエイクリスプ 50(最小サイズ)	7.82
ホエイパーミエイト	5.87
水	5.09
ナチュラルチェダーチーズフレーバー	2.35
カイエンペッパー	0.04
合計	100.00

## 製法

1. 全材料をボウルに入れ、球状にまとまるまで低速でミキシングする
2. 厚さ10mmに伸ばし、1.3×1.9cm(0.5×0.75インチ)に切り分け、クッキー用シートに並べる
3. 163°C(325°F)で25分焼成する
4. クッキー用シートのまま冷ます

## 栄養成分(100g当たり)

エネルギー	450 kcal
総脂質	26 g
飽和脂肪	16 g
トランス脂肪	0 g
コレステロール	70 mg
ナトリウム	440 mg
総炭水化物	31 g
食物繊維	1 g
砂糖	6 g
タンパク質	18 g

製法提供: Wisconsin Center for Dairy Research

## アルチザンブレッドの開発

中種法やブリーシュ法、ピガヤサワー種スターターなど、長時間の発酵工程をとるアルチザンブレッドには、WPC 34が有用である。WPC 34の使用で、機械工程にやさしい取り扱いやすい生地に仕上がりが、クラムの柔らかさと強い風味を生み出す。だが、最大の利点は保存性の向上にある。ホエイプロテインによる機能の多くは化学物質でも得られるが、今日の「自然食」市場にはマッチしない選択となる。ホエイプロテイン(単にホエイではなく)を加えた製法では、自然食品との表示も可能だが、発酵促進剤や乳化剤といった化学物質を生地に添加するとこれはできない。さらに、化学物質によるタンパク質の強化や、炭水化物と脂肪の低減は容易ではない。ホエイは自然の素材であり、製品の栄養面も改善することができる。

アルチザンブレッドは、長時間発酵させることによって更なる利点を得る。長時間の発酵中、糖分は酵母の栄養として消費される。生地の糖分は、アルコールに変化して気泡が発生し、外部に発散される。小麦粉の重量に対し、1~4%のWPC 34または3~4%のラクトース(いずれもベーカースパーセント)は、製品の栄養を高めつつ焼き色も促進する。ラクトースは酵母の栄養分として消費されないため、高い風味と黄金の焼き色を実現できる。ラクトースには風味を吸着する特性があり、特に繊細な味わいのパンで役に立つ。ラクトースは酵母の栄養分として消費されないため、その特性は冷凍保存した生地を焼いた場合でも維持される。栄養の強化や他の機能を求める場合には、ラクトースに代えてWPC 50やWPC 80を使用できる。配合は5%(ベーカースパーセント)を上限とし、これ以上はパサつきの原因になるため推奨できない。



ハラペーニョのチェダーブレッド

材料	配合 (%)
元種	[69.87]
パン用小麦粉	35.91
30℃ 85°F のぬるま湯	26.68
全粒粉	3.96
WPC 34	2.22
塩	0.92
固形生イースト	0.18
パン生地	[30.13]
チェダーチーズ(すりおろす)	15.25
ハラペーニョ 缶詰(水切りし刻む)	7.62
パン用小麦粉	6.86
固形生イースト	0.40
合計	100.00

製法

1. 元種の乾燥材料をミキサーボウルに入れる
2. ぬるま湯を加え、均一になり粘って垂れない程度まで7～8分ミキシングする
3. 元種をねかせ、他の材料を計量する
4. 元種にパン生地の材料を全て加え、チーズが溶けないよう注意して2～3分ミキシングする
5. 生地にカバーをし、1時間ねかす
6. 生地を約510g(18oz)に分け、ローフ状に成形する
7. 193℃(380°F)で、焼き色がつくまで35分焼成する

栄養成分(100g当たり)

エネルギー	280 kcal
総脂質	8 g
飽和脂肪	4.5 g
トランス脂肪	0 g
コレステロール	20 mg
ナトリウム	570 mg
総炭水化物	39 g
食物繊維	2 g
砂糖	2 g
タンパク質	11 g

製法提供: Wisconsin Center for Dairy Research

全粒粉の使用

食物繊維の摂取量は、世界的なレベルでその推奨量に満たない傾向にある。パンは、穀類と食物繊維の摂取を増やすためのポピュラーな製品である。

全粒粉とは、殻のみを取り除いた穀物を挽いたものであり、全く精製されていない。精製された小麦粉を全粒粉に置き換えることは容易に思えるが、実際の工程は単純ではない。鍵となる課題は、水の管理とコントロールである。全粒粉の成分が、水とどのように相互作用するのかを理解し制御することは、機能性を引き出しつつ保存性を高めるために非常に重要である。ホエイプロテインは、こうした問題を解決する助けとなる。ホエイプロテインは雑味やクセのない味で、機能面では、水結合性が製品の保存性を向上し食感を改善する。全粒粉を使用するベーカリー製品が抱えるいくつかの課題に、自然に対応できる素晴らしい素材としてホエイプロテインは注目されている。また、ホエイは全粒粉の低いグルテン濃度にも対処できる。全粒粉は精製粉に比べてグルテン濃度が低く、製品のローフボリュームに悪影響を及ぼしやすい。

全粒粉が含む食物繊維の量や種類はさまざまである。全粒オーツ麦粉のTDF(Total Dietary Fiber/総食物繊維含有量)は約54%、全粒小麦粉は12%である。玄米粉のTDFは約5%だが、それでも製品に大きな影響を与える。

ライ麦、フラックスシード、オーツ麦、大麦、粟などの雑穀粉は、水溶性食物繊維が豊富で粘りが強くなる。粘り気は最もホイロに不向きといわれ、このような生地を業界では“バッキー(硬くちぎれやすい生地)”と呼んでいる。理由は、ゆるくべとつき扱いにくいからである。この粘りの問題により、全粒粉の使用は難しく時には不可能となる。いくつかの全粒粉では、水溶性繊維による粘りの問題をホエイプロテインで軽減できる。水溶性繊維には保湿性があり、クラムを均一にして鮮度を保ち、保存性を高めるためベーカリー製品に適している。一方、扱い方によっては鮮度を落とす原因にもなる不溶性繊維は、ベーカリー製品に望ましくない。



粘りをコントロールするため、数種類の穀物粉を使用することがあるが、WPCの使用も優れた方法である。ホエイプロテインは高い水結合性を備え、全粒粉を使用するパンの応用に有力な原料となる。この水結合性は、水分の管理とコントロールを助け、鮮度の保持にも貢献する。

全粒小麦粉は本来、精製小麦粉よりもグルテン含量が低いため、ベーカリー製品で全粒粉に転向するにはチャレンジが生ずる。ホエイを原料に加えれば、そのタンパク質がグルテンの擬態となり気泡含有性や構造特性を助け、低いグルテン含量をおぎなう。

WPCを全粒粉の製法に使用する他の利点として、保湿性や風味、食感の改善があげられる。WPCの水結合性は、通常、生地調整剤なしにクラムの構造やテクスチャーを改善する。生地の調整剤とは、イーストフードや食品添加物のことで、一般に“パンの改良剤”と呼ばれ、特定の改良目的で生地に添加される物質である。ホエイ原料は、自然素材の“改良剤”であり、アルチザンブレッドの製造者も安心できる。また、ホエイを加えることでメイラード反応が促進され、ベーカリー製品のクラストに黄金の焼き色を提供する。

ホエイ原料には複数の機能があり、ベーカリー製品の製法に応じた計画ができる。理想の風味、テクスチャー、栄養的な特質など、それがベーカリー製品のどのような目的であっても、その達成を助けるホエイ原料がある。ホエイ原料の種類の違い、成分と対応する機能をよく知るにより、あなたのビジネスに最適な選択が可能となる。

## Q&A

Q ベーカリー製品にホエイ原料を使用する場合、事前の水和は必要ですか？

A 事前の水和は必要ありません。ホエイ原料は、配合の他の乾燥材料と共に加えることができます。クッキーやケーキなどの用法では、多くの場合、クリーミングの段階で加えます。

Q ホエイプロテインの原料は、生地から大量の水分を吸収しますか？

A ホエイプロテインは、生地の形状や粘性を大きく変えるほど、大量の水分を吸収することはありません。高い水結合性をもつ部分変性ホエイプロテインなど、機能を修正したホエイプロテイン原料も製造されています。多くの水分と結びつく特性は、脂質を低減する用法に有効です。



Q ベーカリー製品に使用する場合、スイートホエイと脱タンパクホエイの違いは？

A スイートホエイと脱タンパクホエイは、非常によく似た成分構成で、主な違いはタンパク質の含有量です。脱タンパクホエイは、DPSやホエイパーミエイトとも呼ばれ、タンパク質含有量が3~8%です。従って、スイートホエイほど機能は高くありません。スイートホエイのタンパク質含有量は12~13%で、乳化作用や発泡作用があり、ホエイプロテインのような機能を提供します。スイートホエイも脱タンパクホエイもラクトースが豊富で、焼き色を促進します。脱タンパクホエイは灰分を多く含み、製品に自然な塩味を提供することから、塩分の低減も可能にします。ホエイ原料を使用する目的が焼き色であり塩味が容認できるのであれば、多くの場合、脱タンパクホエイがより良くムダのない選択となります。

Q タンパク質を強化する場合、濃縮ホエイプロテイン(WPC80)と分離ホエイプロテイン(WPI)では、どちらが良いですか？

A どちらの原料でもタンパク質の強化に利用できます。WPC80は、80%のタンパク質、約6%の脂質と約4%のラクトースを含みます。一方、WPIは、90%以上のタンパク質、通常1%未満の脂質と2%未満のラクトースを含みます。WPC80の方が安価ですが、同程度のタンパク質量を目標とするなら、より多量に加える必要があります。

Q ホエイプロテイン原料は、インスタントとそれ以外のどちらが良いですか？

A ベーカリー製品のほとんどの製法では、インスタントではないホエイプロテイン原料が推奨されます。例外として、タンパク質を強化した家庭用ベーカリーミックス(水、油分、卵を加えて手作業でかき混ぜるもの)があります。この場合は、インスタントホエイプロテイン原料の方が混ぜやすく、ダメになりません。