

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6124867号
(P6124867)

(45) 発行日 平成29年5月10日 (2017.5.10)

(24) 登録日 平成29年4月14日 (2017.4.14)

(51) Int. Cl. F I
A 2 3 L 7/10 (2016.01) A 2 3 L 7/10 H
A 2 1 D 6/00 (2006.01) A 2 1 D 6/00

請求項の数 54 (全 79 頁)

| | | | |
|---------------|-------------------------------|-----------|--|
| (21) 出願番号 | 特願2014-505334 (P2014-505334) | (73) 特許権者 | 508351303 |
| (86) (22) 出願日 | 平成24年4月13日 (2012.4.13) | | インターコンチネンタル グレート ブラ ンズ エルエルシー |
| (65) 公表番号 | 特表2014-510544 (P2014-510544A) | | アメリカ合衆国ニュージャージー州079 36, イースト・ハノーバー, ディフォレ スト・アベニュー100番 |
| (43) 公表日 | 平成26年5月1日 (2014.5.1) | (74) 代理人 | 110001243 |
| (86) 国際出願番号 | PCT/US2012/033500 | | 特許業務法人 谷・阿部特許事務所 |
| (87) 国際公開番号 | W02012/142399 | (72) 発明者 | ジャオ ビン |
| (87) 国際公開日 | 平成24年10月18日 (2012.10.18) | | アメリカ合衆国 07936 ニュージャ ージー州 イースト ハノーバー クリー ブランド アベニュー 21 |
| 審査請求日 | 平成27年3月9日 (2015.3.9) | | |
| (31) 優先権主張番号 | 61/457,514 | | |
| (32) 優先日 | 平成23年4月14日 (2011.4.14) | | |
| (33) 優先権主張国 | 米国 (US) | | |
| 前置審査 | | | |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 安定化全粒小麦粉の製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

安定化穀粉の製造方法であって、
 ふすま、胚芽および内胚乳を含む全粒をテンパリングするステップ、
 全粒をリパーゼ阻害剤の水溶液で50未満の温度で処理して、テンパリングの際にふ
 すまおよび胚芽中のリパーゼを阻害し、処理された全粒を形成するステップ、および、
 処理された全粒を製粉して、100°F(37.8)で30日間貯蔵したときの遊離
 脂肪酸含有量が4200ppm未満である安定化全粒粉を得るステップを含み、
 前記処理する際のリパーゼ阻害剤の濃度が、少なくとも0.8モル濃度であり、処理す
 る際の阻害剤の量が、全粒100lb(45.36kg)当たり少なくとも0.1モルの
 阻害剤である、
 ことを特徴とする方法。

【請求項2】

リパーゼ阻害剤処理により穀粉のpHが6未満に低下することを特徴とする請求項1に
 記載の方法。

【請求項3】

テンパリングして全粒中の最終含水量を全粒の重量を基準として10重量%から14重
 量%にすることを特徴とする請求項1に記載の方法。

【請求項4】

安定化穀粉において、乳酸溶媒保持容量(SRC)が65以上であり、乳酸SRCの水

S R C に対する比が 1 より大きいことを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 5】

リパーゼ阻害剤は、酸性成分を含むことを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 6】

酸性成分は、有機酸および無機酸からなる群から選択される少なくとも 1 種の酸を含むことを特徴とする請求項 5 に記載の方法。

【請求項 7】

リパーゼ阻害剤は、有機酸を含むことを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 8】

リパーゼ阻害剤は、乳酸であることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

10

【請求項 9】

リパーゼ阻害剤は、無機酸を含むことを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 10】

リパーゼ阻害剤は、塩酸およびリン酸からなる群から選択される少なくとも 1 種の無機酸を含むことを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 11】

リパーゼ阻害剤は、緑茶抽出物または緑茶を含むことを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 12】

リパーゼ阻害剤は、酸および緑茶を含むことを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

20

【請求項 13】

リパーゼ阻害剤の量は、全粒の重量を基準として少なくとも 3000 ppm の乳酸であることを特徴とする請求項 8 に記載の方法。

【請求項 14】

リパーゼ阻害剤の量は、全粒の重量を基準として少なくとも 300 ppm の阻害剤であることを特徴とする請求項 10 に記載の方法。

【請求項 15】

リパーゼ阻害剤処理が 38 未満の温度で行われることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 16】

処理する際のリパーゼ阻害剤の量は、全粒 100 lb (45 . 36 kg) 当たり 1 モルから 5 モルの阻害剤であることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

30

【請求項 17】

リパーゼ活性を低下させて 100 ° F (37 . 8) で 30 日間貯蔵したときの遊離脂肪酸含有量が 3 , 000 ppm 未満である安定化穀粉を得ることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 18】

安定化穀粉において 100 ° F (37 . 8) で 30 日間貯蔵したときの遊離脂肪酸含有量が 2 , 000 ppm から 2 , 800 ppm であることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

40

【請求項 19】

100 ° F (37 . 8) で 30 日間貯蔵したときの安定化穀粉の遊離脂肪酸含有量が 3 , 000 ppm 未満に低減され、

処理する際の水溶液中のリパーゼ阻害剤の濃度が 2 モル濃度から 7 モル濃度であり、

処理する際の阻害剤の量が全粒 100 lb (45 . 36 kg) 当たり 1 モルから 5 モルの阻害剤である、

ことを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 20】

リパーゼ阻害剤による処理は、穀粉の pH を pH 4 . 4 から 5 . 8 に低下させるようなものであることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

50

【請求項 2 1】

処理された全粒を製粉してふすまおよび胚芽画分と内胚乳画分を得て、

前記ふすまおよび胚芽画分を、抽出可能な酵素活性と遊離脂肪酸の産生の両方が低減されるように、さらにリパーゼを阻害するための加熱処理をして、安定化されたふすまおよび安定化された胚芽画分を得、

これを前記内胚乳画分に配合して安定化全粒粉を得る、
ことを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 2 2】

加熱処理が 9 8 未満の温度で行われることを特徴とする請求項 2 1 に記載の方法。

【請求項 2 3】

加熱処理が 1 0 0 から 1 4 0 の温度で行われることを特徴とする請求項 2 1 に記載の方法。

【請求項 2 4】

リパーゼ阻害剤処理が 3 8 未満の温度で行われることを特徴とする請求項 2 1 に記載の方法。

【請求項 2 5】

リパーゼを熱を適用せずに阻害することを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 2 6】

安定化全粒粉において、

示差走査熱量測定 (D S C) によって測定されるデンプン糊化度が 2 5 % 未満であり、

乳酸溶媒保持容量 (S R C 乳酸) が 6 5 % 以上であり、

乳酸 S R C の炭酸ナトリウム - 水溶媒保持容量 (S R C 炭酸ナトリウム) に対する比が 1 より大きい、
ことを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 2 7】

穀粉が全粒小麦粉であることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 2 8】

リパーゼの少なくとも一部分を可逆的に阻害することを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 2 9】

リパーゼの少なくとも一部分を不可逆的に阻害することを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3 0】

リパーゼの一部分を不可逆的に阻害することを特徴とする請求項 2 8 に記載の方法。

【請求項 3 1】

リパーゼを可逆的に阻害し、次いで、不可逆的に阻害することを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3 2】

リパーゼを酸によって可逆的に阻害することを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3 3】

リパーゼを酸によって不可逆的に阻害することを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3 4】

リパーゼを酸によって可逆的に阻害し、次いで、加熱によって不可逆的に阻害することを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3 5】

全粒粉の貯蔵寿命を延長する方法であって、

全粒をリパーゼ阻害剤の存在下でテンパリングしてリパーゼを阻害するステップと、

全粒を製粉して 1 0 0 ° F (3 7 . 8) で 3 0 日間貯蔵したときの遊離脂肪酸含有量が 4 2 0 0 p p m 未満である安定化全粒粉を得るステップと、
を含み、

10

20

30

40

50

テンパリングの際のリパーゼ阻害剤の濃度が少なくとも0.8モル濃度であり、
処理する際の阻害剤の量が全粒100lb(45.36kg)当たり少なくとも0.1
モルの阻害剤である、
ことを特徴とする方法。

【請求項36】

リパーゼを熱を適用せずに阻害することを特徴とする請求項35に記載の方法。

【請求項37】

テンパリングして全粒中の最終含水量を全粒の重量を基準として10重量%から14重
量%にすることを特徴とする請求項35に記載の方法。

【請求項38】

リパーゼ阻害剤を用いたテンパリングのステップによって全粒粉のpHが6未満に低下
することを特徴とする請求項35に記載の方法。

【請求項39】

安定化全粒粉において、
乳酸溶媒保持容量(SRC)が65以上であり、
乳酸SRCの水SRCに対する比が1より大きい、
ことを特徴とする請求項35に記載の方法。

【請求項40】

リパーゼ阻害剤は有機酸および無機酸からなる群から選択される少なくとも1種の酸を
含むことを特徴とする請求項35に記載の方法。

【請求項41】

少なくとも1種の酸は有機酸を含むことを特徴とする請求項40に記載の方法。

【請求項42】

リパーゼ阻害剤は乳酸であることを特徴とする請求項35に記載の方法。

【請求項43】

少なくとも1種の酸は無機酸を含むことを特徴とする請求項40に記載の方法。

【請求項44】

リパーゼ阻害剤は塩酸およびリン酸からなる群から選択される少なくとも1種の無機酸
を含むことを特徴とする請求項35に記載の方法。

【請求項45】

リパーゼ阻害剤は緑茶抽出物または緑茶を含むことを特徴とする請求項35に記載の方
法。

【請求項46】

リパーゼ阻害剤は酸および緑茶を含むことを特徴とする請求項35に記載の方法。

【請求項47】

リパーゼ阻害剤の量は全粒の重量を基準として少なくとも3000ppmの有機酸であ
ることを特徴とする請求項41に記載の方法。

【請求項48】

リパーゼ阻害剤の量は全粒の重量を基準として少なくとも300ppmの阻害剤である
ことを特徴とする請求項43に記載の方法。

【請求項49】

リパーゼを38 未満の温度で阻害することを特徴とする請求項35に記載の方法。

【請求項50】

処理する際のリパーゼ阻害剤の量は全粒100lb(45.36kg)当たり少なくとも
も2モルの阻害剤であることを特徴とする請求項35に記載の方法。

【請求項51】

リパーゼ活性を低下させて100°F(37.8)で30日間貯蔵したときの遊離脂
肪酸含有量が3,000ppm未満である安定化全粒粉を得ることを特徴とする請求項35
に記載の方法。

【請求項52】

10

20

30

40

50

安定化全粒粉において100°F(37.8)で30日間貯蔵したときの遊離脂肪酸含有量が2,000ppmから2,800ppmであることを特徴とする請求項35に記載の方法。

【請求項53】

100°F(37.8)で30日間貯蔵したときの安定化穀粉の遊離脂肪酸含有量が3,000ppm未満に低減され、

処理の際の水溶液中のリパーゼ阻害剤の濃度が2モル濃度から7モル濃度であり、

処理の際の阻害剤の量が全粒100lb(45.36kg)当たり1モルから5モルの阻害剤である、

ことを特徴とする請求項35に記載の方法。

10

【請求項54】

リパーゼ阻害剤による処理は全粒粉のpHをpH4.4から5.8に低下させるようなものであることを特徴とする請求項35に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、酸敗を引き起こす酵素の阻害または低減によって全粒粉の貯蔵寿命を延長する方法に関する。本発明はまた、安定化全粒粉、およびそうした安定化穀粉から作られた焙焼品などの食品に関する。

【背景技術】

20

【0002】

全粒粉の遊離脂肪酸含有量は、貯蔵中に増加し、その結果、全粒粉および全粒粉で作られた製品は、その後酸敗した風味となり、貯蔵寿命が短くなる。リパーゼは、脂質を加水分解して遊離脂肪酸を生成する、全粒粉中の酵素である。一般に、遊離脂肪酸の生成および酸敗を引き起こす原因となる酵素、ならびに酵素が作用する脂質は、全粒または実を製粉して精白小麦粉を製造する際に、大部分がふすまおよび胚芽と共に除去されるため、ふすまおよび胚芽を含んだ全粒小麦粉は、精白小麦粉より不安定である。全粒小麦粉を75°Fでわずか30日間貯蔵すると、全粒粉で作られた製品中に望ましくない匂いおよび風味が現れる結果となることもある。不快な匂いの出現には、穀粉中への酸素の取込み速度の増大および酸敗の酸化成分の生成と関連した、穀粉中の遊離脂肪酸量の増加が伴う。穀粉変敗の原因となる酵素を不活性化するのに熱および水分処理が一般に使用されるが、最近では、こうした処理は、酸化型酸敗の検出に使用される一般的なマーカーであるヘキサナル生成によって測定される酸化型酸敗の原因となることが、エン麦粉において示されている。この酸化型酸敗の増加は、製粉や熱および水分処理などによって、脂質を安定させる傾向のある細胞構造が崩壊するため、または熱に不安定な抗酸化物質が不活性化されるためであると考えられている。また、酵素を不活性化するための熱および水分処理の使用は、タンパク質の機能性およびデンプンの機能性に不利な影響を及ぼすことがあり、そのためドウの機械適性および焙焼特性にも不利な影響を及ぼしかねない、タンパク質の変性およびデンプンの糊化をもたらす傾向がある。安定化温度、含水量、および処理時間を増して、より強度の酵素不活性化を実現することは、タンパク質の機能性およびデンプンの機能性に関わる問題を悪化させる傾向がある。

30

40

【0003】

無傷の非発芽小麦の製粉品において加水分解型酸敗を引き起こすリパーゼは、ほとんどふすま成分だけに見られる。他の重要な脂質分解酵素であるリポキシゲナーゼ(LPO)は、ほとんど胚芽だけに存在し、同様に酸敗の出現に関与する。したがって、ふすまを含んだ小麦粉またはグラハム粉は、ふすまおよび胚芽をほとんどまたは全く含まない白色粉より、はるかに酸敗が出現しやすい。

【0004】

高抽出率(high extraction)小麦粉において、酸敗を引き起こしながら生じる、酵素を触媒とした脂質分解は、リパーゼの作用に続くLPOの作用によって起こ

50

ると考えられている。ほとんど穀粒のふすま部分だけに見られる酵素であるリパーゼは、製粉の際に活性化されたとき、穀粒中に自然発生する不安定な油と反応し、不安定な油を遊離脂肪酸(FFA)に分解すると考えられている。この過程には、数週間、または数ヶ月もかかることがある。次いで、ほとんど穀粒の胚芽部分だけに見られる酵素であるLPOが、酸素の存在下でFFAを酸化させて、過酸化物質などの揮発性分解産物を産生し、さらに揮発性分解産物が、酸敗性アルデヒドを生じる。水分の存在なしでは、FFAの酸化も、非常にゆっくりとした過程であり、顕著な量の酸敗性アルデヒドを検出できるまでに長くて数週間かかることもある。しかし、水分、または大抵はドウ後処理段階の際に小麦粉に多量に加えられる水の存在下では、酵素を触媒とした遊離脂肪酸の酸化は、ほんの2~3分のうちに、多量の酸敗性アルデヒドの生成を引き起こしながら、際立って非常に急速に進行する傾向がある。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】米国特許出願公開第20070292583号明細書

【特許文献2】国際公開第2007/149320号

【特許文献3】米国特許仮出願第61/457,315号明細書

【特許文献4】国際出特許願第PCT/US12/26490号明細書

【特許文献5】米国特許出願公開第2005/0136173号明細書

【特許文献6】米国特許出願公開第2006/0073258号明細書

20

【特許文献7】米国特許出願公開第2007/0269579号明細書

【特許文献8】米国特許第7,258,888号明細書

【非特許文献】

【0006】

【非特許文献1】Atwell et al., "The Terminology And Methodology Associated With Basic Starch Phenomena," Cereal Foods World, Vol.33, No.3, pgs. 306-311 (March 1988)

【非特許文献2】"Jong,C.; Badings,H.T.; Journal of High Resolution Chromatography; 1990; Determination of Free Fatty Acids in Milk and Cheese Procedures for Extraction, Clean up, and Capillary Gas Chromatography Analysis"

30

【非特許文献3】"Worthington, Von.; The Worthington Manual; 1993 from Worthington Biochemical Corporation, 730 Vassar Avenue, Lakewood, New Jersey 08701"

【非特許文献4】(1993) Reagent Chemicals ACS Specifications, 8th ed. 95 Worthington, C.C (1988) in Worthington Enzyme Manual (Worthington, C.C. ed.) 212-214, Worthington Biochemical Corporation, Freehold, NJ

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

したがって、酵素的分解に対して安定化された全粒粉の製造方法が、長年にわたり切実に求められている。

40

【課題を解決するための手段】

【0008】

一実施形態では、全粒またはふすまおよび胚芽画分もしくは成分をリパーゼ阻害剤での処理にかけて、100°Fで30日間貯蔵したときの遊離脂肪酸含有量が4200ppm未満である安定化穀粉を得ることにより、意外にも優れた長期貯蔵寿命および優れたビスケット焙焼機能性を示す、安定化全粒小麦粉などの安定化穀粉を、リパーゼの阻害または不活性化のために加熱または加熱せずに製造することができ、処理の際の阻害剤の量は、全粒100lb当たり少なくとも0.1モルの阻害剤である。本発明の実施形態では、リパーゼ阻害剤での処理は、水溶液中で濃度を少なくとも0.8モル濃度として施され、全粒粉、ふすまおよび胚芽画分または成分のpHを6未満、好ましくは5.8以下、たと

50

えば、4.4から5.8に下げることができる。別の実施形態では、リパーゼ阻害剤での処理は、全粒をテンパリングする際、またはふすまおよび胚芽画分もしくは成分を加水処理する際に実施することができる。

【0009】

別の実施形態では、貯蔵寿命が延長され、焙焼機能性が改良された、ふすま、胚芽、および内胚乳を含む安定化全粒粉の製造方法が開示され、ふすまおよび胚芽をリパーゼ阻害剤で処理するステップと、デンプン糊化が、示差走査熱量測定によって測定したとき10%未満でもよく、乳酸溶媒保持容量 (lactic acid solvent retention capacity) が70%を越える安定化全粒粉を製造するステップとを含む。

10

【0010】

さらに別の実施形態では、貯蔵寿命が延長され、焙焼機能性が改良された、ふすま、胚芽、および内胚乳を含む安定化全粒粉が開示され、安定化全粒粉は、100°Fで30日間貯蔵したときの遊離脂肪酸含有量が4200ppm未満であり、示差走査熱量測定によって測定したときのデンプン糊化が10%未満であり、乳酸溶媒保持容量は、70%を越えている。

【0011】

本発明の別の態様では、ふすまおよび胚芽は、全粒を製粉した後にリパーゼ阻害剤で処理してもよい。

【0012】

本発明の別の実施形態では、安定化全粒粉と、少なくとも1種の糖と、少なくとも1種の油脂と、全粒粉を安定化させるリパーゼ阻害剤とを含んだ焙焼品が提供され、焙焼品は、評点1を官能属性の最低強度とし、評点100を最高強度とする、1から100のスケールを使用しての、熟練した味覚パネルによる官能評価に基づき、安定化処理なしで、またはリパーゼ阻害剤なしで熱安定化だけを使用して製造した対照と比べて、少なくとも3%、プラスの官能属性が増加し、マイナスの官能属性が減少している。

20

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】全粒のリパーゼ阻害剤による処理を本発明の方法に従ってテンパリングの際に行う、安定化全粒粉の製造についての流れ工程ブロック略図である。

30

【図2】ふすまおよび胚芽画分または成分を本発明の方法に従ってリパーゼ阻害剤で処理する、安定化全粒粉の製造についての流れ工程ブロック略図である。

【図3】実施例2の全粒粉について、抽出可能なりパーゼ活性に対するpHの影響を示すプロットグラフである。

【図4】92°Fで30日後に生成した総遊離脂肪酸を、実施例3の全粒粉の初期pHに対してプロットしたグラフである。

【図5】実施例3の全粒粉において生成した遊離脂肪酸の抑制についての酸濃度および酸タイプの効果を示すプロットグラフである。

【図6】92°Fで28日後の実施例7の全粒粉の遊離脂肪酸含有量に対する乳酸およびテンパリング水レベルの効果を示す、二変数分析プロットグラフである。

40

【図7】実施例7の全粒粉について、乳酸SRC値によって測定される穀粉強度に対するテンパリング時間および乳酸添加量の影響を示すプロットグラフである。

【図8】実施例7の最終全粒粉における遊離脂肪酸 (FFA) 生成を、小麦に適用した酸の濃度および量に対して示すプロットグラフである。

【図9】実施例7の微細ふすまおよび縮小穀粉について、pHを酸濃度に対して示すプロットグラフである。

【図10】実施例7の全粒粉において生成した遊離脂肪酸 (FFA) をpHに対して、また小麦に適用した酸濃度を示すグラフである。

【図11】テンパリング水中の乳酸濃度が、92°Fで28日後の実施例7の全粒粉の乳酸SRC/水SRC比に与える影響を示すプロットグラフである。

50

【図12】テンパリング水中の乳酸濃度が、92°Fで28日後の実施例7の全粒粉の乳酸SRC/水SRC比に与える影響を示すプロットグラフである。

【発明を実施するための形態】

【0014】

ここで、本発明の種々の実施形態の特定の詳細な態様に言及する。開示する実施形態は、本発明を単に例示するものであり、数多くの代替的な形態において体现することができると理解されたい。したがって、本明細書で開示する詳細な項目は、限定するものとは解釈されず、単に、本発明のいずれかの態様の典型的な基盤として、および/または当業者に本発明を様々に用いるよう教示するための典型的な基盤として解釈される。

【0015】

実施例中、または別段特記する場合を除き、材料および/または使用の量を示す、本記述におけるすべての数量は、本発明の最も広い範囲を述べる際に「約」という語によって修飾されると理解されたい。記載された数値範囲内での実施が一般に好ましい。

【0016】

詳細な成分および/または条件は、当然のことながら、様々となり得るので、本発明が、以下で記載する詳細な実施形態および方法に限定されないことも理解されたい。さらに、本明細書で使用する術語は、本発明の特定の実施形態について記載する目的のためだけに使用され、決して限定するものではない。特に、図面は、原寸に比例していない。

【0017】

また、本明細書および付属の請求項において使用するとき、単数形「a」、「an」、および「the」は、文脈からそうでないと明示されない限り、複数の指示対象を含むことにも留意しなければならない。たとえば、単数の成分への言及は、複数の成分を含むものとする。

【0018】

本出願では終始、刊行物を参照文献として引用する場合、本発明が関係する現況技術についてより十分に説明するために、そうした刊行物の全体としての開示が、参照により本出願に全体として援用される。

【0019】

用語「全粒」は、加工前の、たとえば、小麦粒または種実としての全体としての穀粒を包含する。米国食品医薬局(FDA)2006年2月15日ドラフトガイダンスに示されているとおり、また本明細書で使用する時、用語「全粒」は、主な構成要素(デンプン質の内胚乳、胚芽、およびふすま)が、無傷の穀粒中に存在するのと同じ相対的割合で存在する、穀粒の無傷の実、粉碎した実、挽き割りにした実、または薄片にした実からなる禾穀粒(cereal grain)を包含する。FDAは、このような穀粒として、大麦、蕎麦、ブルグア小麦(bulgur)、トウモロコシ、キビ、flee、ライ麦、エンバク、モロコシ、小麦、およびワイルドライスを挙げることができると概説している。

【0020】

用語「精白小麦粉製品」とは、98%以上がU.S.Wire70篩(210ミクロン)を通過する粒度という、精白小麦粉製品のFDA規格を満たす小麦粉である。

【0021】

用語「製粉」は、本明細書で使用する時、全粒をロール掛けし、破断し、篩分けし、選別してその構成成分に分離するステップを包含し、これによっても、構成成分の粒度は多少縮小することがある。

【0022】

用語「粉碎」は、本明細書で使用する時、限定はしないが、粒子を互いに衝突させる、または粒度を機械的に縮小することを含めて、粒度を縮小することに向けられた任意の工程を包含する。

【0023】

用語「テンパリング」とは、本明細書で使用する時、ふすまを砕けにくくし、種実の内胚乳を柔らかくする、すなわち、穀粉分離効率を向上させるために、製粉前に小麦に水

10

20

30

40

50

を加える工程である。

【 0 0 2 4 】

用語「加水処理」または「後加水」とは、本明細書で使用するとき、製粉後または粉碎後の含水状態を調節して、個々の構成成分の含水量を調節する、および/または最終穀粉の含水量を調節するステップを指す。

【 0 0 2 5 】

また、本明細書で使用するとき、リパーゼまたは酵素の「阻害」とは、リパーゼまたは酵素が、その酵素産物をもはや産生しない、またはその酵素産物の産生を実質上減少させていることを意味する。用語「阻害」は、本明細書で使用するとき、リパーゼまたは酵素が不活性化され、または実質上不活性化される、リパーゼ不活性化をさらに包含する。たとえば、リパーゼ阻害は、リパーゼ酵素によってトリグリセリドが加水分解されず、穀粉中に遊離脂肪酸が遊離しないことを意味する。酵素によるその酵素産物の産生能の阻害は、可逆的である場合もあり、または不可逆的である場合もある。たとえば、酵素を加熱して酵素を変性させると、酵素を不可逆的に不活性化することができる。酵素阻害剤での処理では、酵素を可逆的または不可逆的に不活性化することができる。たとえば、酸で処理してリパーゼを阻害すると、酵素産物の産生、すなわち、遊離脂肪酸の生成が低減される。しかし、可逆的な阻害では、抽出可能な酵素活性または測定可能なリパーゼ活性が依然として存在し得る。酵素を引き出してその活性を測定するとき、酵素を、その活性が復活または逆転するより高いpH環境に置くことにより、その活性に対する阻害が排除されることがある。また、酸処理では、リパーゼ阻害を不可逆的にし、またはリパーゼ不活性化を不可逆的にする程度にpHを低下させることもできるので、酵素産物の生成も低減され、抽出可能な酵素活性も低下する。

【 0 0 2 6 】

さらに他の実施形態では、リパーゼの全部または一部を可逆的または不可逆的に阻害または不活性化することができる。本発明の実施形態では、リパーゼの全部または一部を、まず、第1の安定化段階において可逆的に阻害または不活性化し、次いで、第2の安定化段階において不可逆的に阻害または不活性化することができる。リパーゼ阻害剤は、全粒粉またはふすまおよび胚芽画分もしくは成分中に保持されて、リパーゼを実質上阻害または不活性化し、さもなければリポキシゲナーゼが作用して最終的に酸敗性アルデヒドを生じることになる、遊離脂肪酸の生成を実質上低減することができる。別の実施形態では、リパーゼ阻害剤は、遊離脂肪酸の生成を低減し、また全粒、ふすまおよび胚芽画分もしくは成分、またはデンプンが、熱安定化で生じる高温および水分に曝される量の削減を可能にする。露出の低減は、ドウ機械適性、デンプン機能性、および焙焼特性に悪影響を及ぼしかねない過剰のデンプン糊化およびタンパク質の変性または変質を回避する一助となる。リパーゼの可逆的な阻害または可逆的な不活性化にリパーゼ阻害剤を使用することで、思いがけず、リパーゼが、熱による消滅または変性または永久的な不活性化をより受けやすくなることを見出された。リパーゼ阻害剤を熱安定化と共に用いると、有効もしくは活性リパーゼまたは抽出可能なリパーゼ活性の量、または遊離脂肪酸の産生量が思いがけず少なくなる。非常に細かい粉碎が用いられるときでさえ、遊離脂肪酸産生の実質的な減少が、より緩やかな安定化温度、より少ない水、またはより短い安定化時間で、デンプンの糊化ならびにタンパク質の変性および変質の低減を伴って実現される。

【 0 0 2 7 】

(全粒粉および酸敗の問題)

上述のとおり、酸敗の問題は、全粒粉の貯蔵寿命が制限される問題である。いくつかの理論が提起されており、その一部を以下で概説するが、それらは、本明細書に記載の実施形態のいずれをも限定するものではない。

【 0 0 2 8 】

穀物製品における酸敗は、加水分解(酵素的)もしくは酸化的分解反応による場合もあり、または両方による場合もある。しばしば、加水分解によって、産物が後続の酸化型酸敗に傾くことがある。自然の力によって、種子には、酸敗および腐敗を防ぐためのいくつ

10

20

30

40

50

かの保護特性が備わっており、種子は、発芽および成長に相応しい環境を獲得する前に、不利な条件の期間を乗り切ることが可能である。脂質材料、たとえば種子油が、空気や酵素などの反応物または触媒と相互に作用し得ないとき、酸敗が出現する恐れはより少ない。禾穀穀粒にある1つの保護特性は、貯蔵脂質と酵素のための別個の区画が設けられているために、貯蔵脂質と酵素が相互に作用できないことである。

【0029】

禾穀穀粒の製粉は、別個の区画、すなわち、ふすま、胚芽、および内胚乳を、穀粒の脂質と酵素成分が相互に作用できるように砕くものであり、酸敗の出現を大幅に増加させる。ふすま粒子によって引き起こされるザラザラした感触を減らすために製粉を強めることは、表面積を拡大させ、脂質の自然のカプセル化を弱め、脂質と酵素成分の相互作用を増大させ、それによって酸敗の出現を増加させる傾向がある。

10

【0030】

したがって、高抽出率穀粉、すなわち、相当量のふすまおよび胚芽を含んだ穀粉は、白色粉よりも安定でない。高抽出率穀粉を長期間貯蔵すると、しばしば酸敗が出現する。酸敗は、内発的な脂質との反応から直接または間接的に生じる不利な品質要素を含み、穀粉の焙焼品質の低下、望ましくない味と匂い、および/または許容されない機能特性を引き起こす。高抽出率穀粉において酸敗が出現する主な理由は、不安定な天然の油の酵素的分解である。不安定な天然の油は、高抽出率穀粉を作るのに使用される穀粒の胚芽部分中に豊富な供給量で含まれている。一方、白色粉は、主として穀粒の内胚乳部分から作られ、一般にふすまおよび胚芽を実質的に含まないので、不安定な天然の油脂をほとんどまたは全く含有しない。

20

【0031】

(酸敗および関連する問題の解決法)

本発明の創意に富む態様は、ふすま、胚芽、および内胚乳を自然の割合で含んだ全粒粉ならびに安定化全粒粉を含んだ製品の貯蔵寿命を、リパーゼ阻害剤を使用して延長する方法を提供する。リパーゼ阻害剤は、全粒粉中に保持されると、リパーゼを阻害して、遊離脂肪酸生成を低減する。本発明の実施形態では、リパーゼ阻害剤を、熱安定化と共にまたは熱安定化なしで用いて、リパーゼを永久的または不可逆的に阻害して、遊離脂肪酸生成を低減することができる。リパーゼ阻害剤により、遊離脂肪酸生成は低減され、同時に、デンプン糊化およびタンパク質変性もしくは変質を増加させる傾向があり、ドウ機械適性、デンプン機能性、および焙焼特性に悪影響を及ぼしかねない高い温度および湿度に全粒を曝す量が削減される。

30

【0032】

熱安定化を用いる実施形態では、リパーゼの阻害または可逆的な不活性化にリパーゼ阻害剤を使用することで、思いがけず、リパーゼが熱によるリパーゼの消滅または変性または永久的な不活性化をより受けやすくなることを見出された。リパーゼの熱に対する感受性の増大は、阻害剤の作用によるリパーゼ分子の開放またはアンフォールディングのためであると考えられる。リパーゼ阻害剤を熱安定化と共に用いると、有効もしくは活性リパーゼまたは抽出可能なリパーゼ活性、または遊離脂肪酸産生の量が思いがけず少なくなる。非常に細かい粉砕が用いられるときでさえ、遊離脂肪酸産生の実質的な減少が、より穏やかな安定化温度、より少ない水、またはより短い安定化時間で、デンプンの糊化ならびにタンパク質の変性および変質の低減を伴って実現される。熱安定化のための加熱設備または蒸気注入を加えることが実現可能でない、または空間、時間、もしくは費用を考慮したために制限されることのある、現存する穀粉製粉所でも、本発明の方法によれば、リパーゼ阻害剤の使用によって、遊離脂肪酸産生の実質上の低減を容易に実現することができる。

40

【0033】

この方法を用いると、98%以上がU.S.Wire 70篩(210ミクロン)を通過する全粒小麦粉の製造など、非常に細かい粒度の安定化全粒粉さえ製造することができる。安定化全粒粉は、摩損によるデンプン損傷度ならびに熱および水分処理によるデンプン

50

糊化またはタンパク質変性の度合いが低い状態で製造することができる。本発明の一態様では、安定化全粒小麦粉は、ドウおよび焙焼機能性を有しており、精白小麦粉の粒度に迫る粒度を有することもある。安定化全粒小麦粉は、卓越したオープン展延性（oven spread）および外観ならびにざらつかない口当たりを有する、クッキー、クラッカー、スナックなどの焙焼品を作るための、機械適性、シート形成適性の高いドウの安定した大量生産において使用することができる。

【0034】

本発明の別の態様では、この方法を使用すると、思いがけず弱い炭酸ナトリウム - 水分吸着、および思いがけず長い貯蔵寿命を示し、加速貯蔵条件下、1か月以上での遊離脂肪酸含有量およびヘキサナル含有量が思いがけず少ない、非常に細かく粉碎された全粒小麦粉などの安定化全粒粉、および非常に細かく粉碎された安定化ふすま成分を製造することができる。遊離脂肪酸産生を実質的に低減するための高レベルのリパーゼ酵素阻害および/または不活性化は、高温安定化処理によって失われる抗酸化物質やビタミンなどの必須栄養素を思いがけず高レベルで保持しながら実現することができる。さらに、アクリルアミド生成も、本発明の安定化条件を使用して、思いがけず低いレベルに制御することができる。

10

【0035】

本発明の実施形態では、全粒または実のふすまおよび胚芽をリパーゼ阻害剤の水溶液で処理して、リパーゼを阻害または不活性化し、100°Fで30日間貯蔵したときの遊離脂肪酸含有量が約4200ppm未満、好ましくは約3,500ppm未満、最も好ましくは約3,000ppm未満、たとえば2,000ppmから約2800ppmである安定化全粒粉を得ることにより、全粒粉の貯蔵寿命を延長する。処理する際の水溶液中のリパーゼ阻害剤の濃度が少なくとも約0.8モル濃度、好ましくは少なくとも約2モル濃度、たとえば約2モル濃度から約7モル濃度、最も好ましくは約3モル濃度から約5モル濃度、たとえば約3.3モル濃度から約4モル濃度であり、処理の際に用いる阻害剤の量が、全粒もしくは実または全粒粉100lb当たり少なくとも0.1モル、たとえば、少なくとも約0.3モル、好ましくは約1モルから約5モル、最も好ましくは約2モルから約4モルの阻害剤であるとき、思いがけなく優秀な結果が得られる。

20

【0036】

本発明の一態様では、全粒または実をテンパリングする際に、テンパリング媒質として用いられるリパーゼ阻害剤の水溶液でふすまおよび胚芽を処理して、リパーゼを阻害または不活性化することができる。本発明の実施形態では、処理した全粒を製粉して、加熱や蒸熱（steaming）などの別のいかなる安定化も行うことなく、安定化全粒粉を得ることもでき、または場合により、第2の段階の安定化を用いることもできる。本発明の実施形態では、第1の安定化段階で得た、阻害剤処理し、テンパリングした全粒を、a) 加熱もしくは蒸熱による第2の安定化段階にかける、またはb) 製粉して、阻害剤により安定化されたふすまおよび胚芽画分を得、そのふすまおよび胚芽画分を、加熱または蒸熱による第2の安定化段階にかけることができる。

30

【0037】

本発明の別の態様では、全粒を製粉した後に、ふすまおよび胚芽をリパーゼ阻害剤で処理することもできる。安定化された穀粉またはふすまおよび胚芽画分もしくは成分は、テンパリングを行いまは行っていない全粒または実を製粉して、ふすまおよび胚芽画分を得ることにより製造することができる。そのふすまおよび胚芽画分をリパーゼ阻害剤の水溶液で処理または加水処理して、リパーゼを阻害または不活性化すると、100°Fで30日間貯蔵したときの遊離脂肪酸含有量が約4200ppm未満、好ましくは約3,500ppm未満、最も好ましくは約3,000ppm未満、たとえば2,000ppmから約2800ppmである、安定化全粒粉または安定化されたふすまおよび胚芽画分を得ることができる。処理または加水処理の際の水溶液中のリパーゼ阻害剤の濃度が、少なくとも約0.8モル濃度、好ましくは少なくとも約2モル濃度、たとえば約2モル濃度から約7モル濃度、最も好ましくは約3モル濃度から約5モル濃度、たとえば約3.3モル濃度か

40

50

ら約4モル濃度であり、処理または加水処理の際に用いる阻害剤の量が、全粒もしくは実または全粒粉100lb当たり少なくとも0.1モル、たとえば少なくとも約0.3モル、好ましくは約1モルから約5モル、最も好ましくは約2モルから約4モルの阻害剤であるとき、思いがけなく優秀な結果が得られる。本発明の実施形態では、処理されたふすまおよび胚芽画分または成分を内胚乳画分と合わせて、安定化全粒粉を得、または加熱や蒸熱などの別のいかなる安定化も行うことなく使用することができ、または場合により第2の段階の安定化を用いてもよい。本発明の実施形態では、第1の安定化段階で得た、阻害剤処理し、テンパリングしたふすまおよび胚芽画分を、場合により、加熱または蒸熱による第2の安定化段階にかけてもよい。

【0038】

10

本発明の実施形態では、リパーゼを阻害または不活性化するための、リパーゼ阻害剤の水溶液での処理は、温度約50未満、好ましくは約38未満、たとえば約24から約30で行うことができる。このような実施形態において、処理は、熱の適用なしで行ってもよいし、または取捨選択可能な熱安定化段階と共に行ってもよい。取捨選択可能な熱安定化段階を用いる実施形態では、リパーゼが温度約98未満で阻害または不活性化されるように、蒸気を適用しない低温熱安定化を行うことができ、たとえば、低熱安定化は、温度約80から約98で行うことができる。本発明の他の実施形態では、リパーゼ阻害剤の水溶液で処理した後に、蒸気を用いるまたは用いない高温熱安定化を温度約100から約140で行って、リパーゼを阻害または不活性化することもできる。

【0039】

20

本発明の別の態様では、安定化された全粒粉またはふすまおよび胚芽画分もしくは成分は、pHが6未満、好ましくは5.8以下、たとえば4.4から5.8、100°Fで30日間貯蔵したときの遊離脂肪酸含有量が約4200ppm未満、好ましくは約3,500ppm未満、最も好ましくは約3,000ppm未満、たとえば2,000ppmから約2800ppm未満、乳酸溶媒保持容量(SRC乳酸)が65%以上、好ましくは70%超、および乳酸SRCの炭酸ナトリウム-水溶媒保持容量(SRC炭酸ナトリウム)に対する比が1超、好ましくは1.1超で提供される。本発明の実施形態では、ふすま、胚芽、および内胚乳を有する安定化全粒粉は、No.35(500ミクロン)U.S.標準篩において0重量%、No.70(210ミクロン)U.S.標準篩において約10重量%以下の細かい粒度分布を有するものでよい。本発明の実施形態では、安定化全粒粉は、No.100(149ミクロン)U.S.標準篩で少なくとも約85重量%、たとえば約90重量%から約98重量%の粒度分布を有するものでよい。本発明の態様では、安定化されたふすまおよび胚芽画分またはふすま成分は、No.35(500ミクロン)U.S.標準篩において0重量%、No.70(210ミクロン)U.S.標準篩において約20重量%以下の細かい粒度分布を有するものでよい。

30

【0040】

開示の全体が参照により本明細書にそれぞれ援用される、それぞれHaynesらの特許文献1および特許文献2は、全禾穀粒を微粉碎して粉碎全禾穀粒を得ることによる、安定化全粒粉の製造を開示している。

【0041】

40

開示の全体が参照により本明細書に援用される、同時係属の、Derwin G. Hawleyらの名前での2011年2月24日出願の「Process And Apparatus For Mass Production of Stabilized Whole Grain Flour」についての特許文献3、およびHawleyらの名前での2012年2月24日出願のその特許文献4は、2種のふすまおよび胚芽画分および内胚乳画分を使用して、細かい粒度を有し、良好な焙焼機能性を示す安定化全粒粉を高処理量で製造できることを開示している。

【0042】

同時係属の、Derwin G. Hawleyらの名前での2011年2月24日出願の特許文献3、Derwin G. Hawleyらの名前での2012年2月24日出願

50

の特許文献4、ならびにそれぞれHaynesらの特許文献1および特許文献2によれば、メタ重亜硫酸ナトリウム、ソルビン酸などの有機酸、二酸化硫黄、システイン、チオグリコール酸、グルタチオン、硫化水素、または他の食用還元剤による処理など、食用安定剤を、単独でまたは熱処理と組み合わせて使用して、保持または回収された粉碎ふすまおよび胚芽画分の少なくとも1つまたはすべてを安定化し、または酵素的に不活性化することができる。

【0043】

本発明の一態様は、安定化穀粉、安定化ふすまおよび胚芽画分、または安定化ふすま成分、たとえば、ふすまに非常に豊富な安定化小麦成分、ならびに安定化ふすま成分または安定化ふすまおよび胚芽画分を含んだ安定化全粒粉、たとえば、安定化小麦ふすま成分を含有する安定化全粒小麦粉を、リパーゼ阻害剤の使用によって、デンプンを実質上損傷することなく、または焙焼機能性に悪影響を及ぼすことなく製造する方法を提供する。このような方法は、テンパリングを行いまは行わずに、また熱安定化を行いまは行わずに用いることができる。リパーゼ阻害剤での処理により、全粒中に存在するリパーゼの少なくとも一部分を可逆的または不可逆的に阻害することができる。この方法を用いると、遊離脂肪酸産生を思いがけなく少なくし、デンプン糊化およびタンパク質変性も思いがけなく少なくすることにより、粗く粉碎されたものでも、非常に細かく粉碎されたものでもよい、穀粉ならびにふすまおよび胚芽画分またはふすま成分の貯蔵寿命を延長することができる。安定化条件は、微細な全粒粉粒度が得られるときでさえ、安定化全粒粉のドウ機械適性または焙焼機能性に悪影響を及ぼさないものである。安定化ふすま成分は、微細なふすま成分粒度が得られるときでさえ、デンプン損傷およびデンプン糊化が少なく、タンパク質機能性が高い。無傷の穀粒のように内胚乳、ふすま、および胚芽を自然な割合で含んだ全粒小麦粉は、デンプンおよびタンパク質機能性が思いがけなく高く、デンプン損傷が少なく、タンパク質変性が少なく、糊化の度合いが低く、貯蔵寿命が思いがけなく長い。テンパリングまたは後加水の際の水溶液中のリパーゼ阻害剤の濃度、およびテンパリングまたは後加水の際に用いる阻害剤の量は、乳酸溶媒保持容量(SRC)、乳酸SRCの水SRCに対する比、および乳酸SRCの炭酸ナトリウムSRCに対する比によって証明される、思いがけなく優秀なデンプンおよびタンパク質機能性および焙焼特性を実現しながら、遊離脂肪酸産生の低減が思いがけなく優秀となるものである。

【0044】

リパーゼ阻害剤は、製品の食味もしくは風味、匂い、または口当たりに実質上悪影響を及ぼすことなく、穀粉またはふすまおよび胚芽画分またはふすま成分によって吸収され、その中に保持され得る、非毒性のいかなる食用リパーゼ阻害剤でもよい。本発明の実施形態で用いるリパーゼ阻害剤は、可逆的阻害剤、不可逆的阻害剤、およびその組合せまたは混合物でよい。可逆的阻害剤は、酵素に、水素結合、疎水性相互作用、イオン結合などの非共有相互作用によって結合し得る。阻害剤と活性部位間の複数の弱い結合を組み合わせると、強力かつ特異的な結合が生じることもある。基質および不可逆的阻害剤とは対照的に、可逆的阻害剤は、酵素に結合したときに、一般に化学反応を受けず、希釈または透析によって容易に除去することができる。用いることのできる可逆的阻害剤として、種々の濃度の酵素基質が阻害剤に及ぼす影響に従って分類される4種の可逆的酵素阻害剤、すなわち、競合的阻害剤、不拮抗阻害剤、混合阻害剤、および非競合的阻害剤が挙げられる。不可逆的阻害剤は通常、酵素を共有的に修飾し、したがって、阻害は逆転されることがない。不可逆的阻害剤は、多くの場合、ナイトロジェンマスタード、アルデヒド、ハロアルカン、アルケン、Michaelアクセプター、スルホン酸フェニル、フルオロホスホネートなどの反応性官能基を含んでいる。こうした求電子基は、アミノ酸側鎖と反応して、共有結合付加体を形成する。修飾される残基は、ヒドロキシル基やスルフヒドリル基などの求核基を含んでいる側鎖を有する残基であり、こうした残基として、アミノ酸のセリン(DFP、右のとおり)、システイン、スレオニン、またはチロシンが挙げられる。

【0045】

用いることのできる、具体例としてのリパーゼ阻害剤は、アルカリ硫酸水素塩、亜硫酸

10

20

30

40

50

水素塩、メタ亜硫酸塩 (metabisulfite)、およびメタ硫酸塩 (metabisulfate)、たとえば、メタ亜硫酸ナトリウム、有機酸、無機酸、緑茶または緑茶抽出物、ローズマリー抽出物、二酸化硫黄、システイン、チオグリコール酸、グルタチオン、硫酸水素、他の食用還元剤、およびこれらの混合物である。用いることのできる好ましいリパーゼ阻害剤は、酸性成分、たとえば、少なくとも1種の有機酸、たとえば、乳酸、クエン酸、アスコルビン酸、ソルビン酸、酒石酸、リンゴ酸、フマル酸、酢酸、シュウ酸、および少なくとも1種の無機酸、たとえば、塩酸、リン酸、硫酸、および緑茶または緑茶抽出物、ならびにこれらの混合物である。特定の実施形態では、乳酸、塩化水素酸、およびリン酸が、リパーゼ阻害剤としての使用に好ましい。

【0046】

酸性成分をリパーゼ阻害剤として用いる実施形態では、リパーゼ阻害剤での処理により、全粒粉、ふすまおよび胚芽画分または成分のpHが、pH6未満、好ましくは5.8以下、たとえば4.4から5.8に低下してもよい。

【0047】

リパーゼ阻害剤は、水に溶解させ、ふすまおよび胚芽に吸収させるために、1)全粒もしくはふすまおよび胚芽画分もしくはふすま成分をリパーゼ阻害剤溶液に浸漬する、または2)リパーゼ阻害剤溶液を全粒もしくはふすまおよび胚芽画分もしくはふすま成分に散布することにより、室温付近で適用することができる。好ましい実施形態では、リパーゼ阻害剤の水溶液は、全粒をテンパリングするためのテンパリング媒質として用いる。他の好ましい実施形態では、リパーゼ阻害剤の水溶液は、ハイドレーターにおいて、溶液を攪拌しながらふすまおよび胚芽画分またはふすま成分に散布して、画分または成分を加水处理することにより適用する。

【0048】

別の実施形態では、テンパリングまたは後加水の際の水溶液中のリパーゼ阻害剤の濃度は、少なくとも約0.8モル濃度、好ましくは少なくとも約2モル濃度、たとえば約2モル濃度から約7モル濃度、最も好ましくは約3モル濃度から約5モル濃度、たとえば約3.3モル濃度から約4モル濃度である。別の実施形態では、テンパリングまたは後加水の際に用いる阻害剤の量は、全粒もしくは実または全粒粉100lb当たり少なくとも0.1モル、たとえば少なくとも約0.3モル、好ましくは約1モルから約5モル、最も好ましくは約2モルから約4モルの阻害剤である。用いるリパーゼ阻害剤の量は、その分子量に応じて決まるので、量はモルで表示する。たとえば、塩酸をリパーゼ阻害剤として用いるとき、塩酸は、全粒の重量を基準として少なくとも約300ppmの量で使用することができ、乳酸は、全粒の重量を基準として少なくとも約3000ppmの量で用いることができる。

【0049】

本発明の実施形態では、リパーゼ阻害剤の水溶液を用いたテンパリングおよび後加水のステップを実施して、全粒または実の重量を基準として約10重量%から約14重量%という全粒中の最終含水量を実現することができる。

【0050】

含水量が約8%から約15重量%である全禾穀粒を用いることができ、含水量約10重量%から約14.5重量%が製粉または粉碎の目的には好ましく、含水量約12.5重量%から約13.5重量%が特に好ましい。穀粒中に水分があまりに少量しか存在しない場合、穀粒は、望ましくなく砕かれ、損傷したデンプンが生じることもある。水分の量が多すぎると、穀粒が過剰のデンプン糊化を受けやすくなることもあり、また穀粒の製粉または粉碎も難しくなることがある。こうした理由のために、製粉の直前には、約10重量%から約14.5重量%の穀粒含水量が好ましい。穀粒の含水量が少なすぎる場合、製粉前に、乾燥した穀粒に水分を加えて、含水量を製粉に許容されるレベルに増やすことができる。水分付加は、穀粒をリパーゼ阻害剤の水溶液でテンパリングし、またはその表面にリパーゼ阻害剤の水溶液を散布し、十分な時間をかけて吸い取らせて、リパーゼ阻害剤のふすまおよび胚芽全体への吸収および分布を可能にすることにより実現できる。

10

20

30

40

50

【0051】

全粒は、主として、内胚乳、ふすま、および胚芽を、それぞれ多い割合順に含んでいる。小麦全粒では、たとえば、約13重量%の圃場水分で、無傷の穀粒の重量を基準として、内胚乳またはデンプンが約83重量%、ふすまが14.5重量%、胚芽が約2.5重量%である。内胚乳は、デンプンを含有し、タンパク質含有量が胚芽およびふすまより少ない。また粗脂肪および灰分も少ない。ふすま（果皮または外皮）は、外皮の真下にある成熟した子房壁であり、種皮に至るまでの外側のすべての細胞層を包含する。ふすまには、セルロースやペントサンなどの非デンプン多糖が多い。ふすままたは果皮は、繊維含有量が多いために非常に丈夫となる傾向があり、特に大きな粒度で存在するとき、乾いたざらざらした口当たりを与える。また、穀粒のリパーゼおよびリポキシゲナーゼの大部分を含んでおり、安定化する必要がある。粉碎または製粉の程度が増すにつれて、ふすま粒度はデンプンの粒度に近付き、ふすまとデンプンの分離がより難しくなる。また、機械エネルギー投入量およびふすまの摩損が内胚乳と比べて増加し、またデンプン粒が破裂するために、デンプン損傷が増える傾向もある。また、機械的に損傷を受けたデンプンは、より糊化しやすくなる傾向もある。胚芽は、高い脂肪油含有量を特徴とする。胚芽は、粗タンパク質、糖、および灰分も豊富である。

10

【0052】

本発明の実施形態では、ふすま画分の含水量は、実または穀粒の内側部分を実質上加湿せずに、外側部分が加湿されるよう、全粒をテンパリングすることにより制御できる。このような処理では、実または穀粒の内部または内胚乳から得られる微細な画分を乾燥させる必要が回避され、または実質的に低減される一方、実の外側またはふすまおよび胚芽部分が、安定化処理のために加湿される。表面またはふすまの加湿を実現するのに使用できるテンパリング方法には、たとえば、全粒を浴または大桶に限定された時間浸漬するものが含まれる。他の実施形態では、全粒の表面に水を散布し、テンパリングを可能にすることができる。本発明の一部の実施形態によれば、約10分から約24時間のテンパリング時間を費やすことができる。穀粒をより長い時間浸漬することは、水が穀粒中に深く浸透する結果となり、穀粒の内側部分が加湿され、デンプン糊化が過剰となることがあるので、望ましくない。

20

【0053】

他の実施形態では、全粒ではなく、または全粒に加えて、1もしくは複数のふすまおよび胚芽画分またはふすま成分を、ふすまおよび胚芽画分またはふすま成分において所望の含水量が実現されるよう加湿することができる。本発明の実施形態では、ふすまおよび胚芽画分またはふすま成分を、安定化の前に、リパーゼ阻害剤の水溶液でそのような程度に加水処理して、加水処理されたふすまおよび胚芽画分またはふすま成分が、加水処理されたふすまおよび胚芽画分またはふすま成分の重量を基準として約10重量%から約20重量%の含水量となるようにすることができる。

30

【0054】

本発明の実施形態では、全粒または実のふすまおよび胚芽を、熱安定化を行いまたは行わずに、リパーゼ阻害剤の水溶液で処理して、リパーゼを実質的に阻害または不活性化すると、リパーゼ阻害剤を少なくとも約0.8モル濃度、好ましくは少なくとも約2モル濃度、たとえば約2モル濃度から約7モル濃度、最も好ましくは約3モル濃度から約5モル濃度、たとえば約3.3モル濃度から約4モル濃度の濃度で用いたとき、100°Fで30日間貯蔵したときの遊離脂肪酸含有量が約4200ppm未満、好ましくは約3,500ppm未満、最も好ましくは約3,000ppm未満、たとえば2,000ppmから約2800ppmである安定化穀粉が得られる。また、リパーゼ阻害剤を熱安定化と組み合わせて使用すると、熱安定化単独の使用またはリパーゼ阻害剤単独の使用と比べて、遊離脂肪酸産生の低減が思いがけなく優秀となる。熱処理と組み合わせた酸処理は安定化利益が高められているため、酸処理または熱処理単独では実現することのできない、より低いリパーゼ活性、および貯蔵中のより少ない遊離脂肪酸生成が可能になる。遊離脂肪酸生成を低減するためにリパーゼ阻害剤と熱安定化を使用することで、熱処理単独による遊離

40

50

脂肪酸の低減、またはリパーゼ阻害剤処理単独での低減と比べて、思いがけない相乗効果が得られることがわかった。

【 0 0 5 5 】

リパーゼの実質的な阻害または可逆的な阻害または可逆的な不活性化にリパーゼ阻害剤を使用すると、思いがけなく、リパーゼが、熱によるリパーゼの消滅または変性または永久的な不活性化をより受けやすくなると考えられている。リパーゼの熱に対する感受性の増大は、阻害剤の作用によるリパーゼ分子の開放またはアンフォールディングのためであると考えられる。リパーゼ阻害剤を熱安定化と共に用いると、有効もしくは活性リパーゼまたは抽出可能なリパーゼ活性、または遊離脂肪酸産生の量が思いがけず少なくなる。非常に細かい粉砕が用いられるときでさえ、遊離脂肪酸産生の実質的な減少が、より穏やかな安定化温度、より少ない水、またはより短い安定化時間で、デンプンの糊化ならびにタンパク質の変性および変質の低減を伴って実現される。

10

【 0 0 5 6 】

本発明の実施形態では、リパーゼを阻害または不活性化するためのリパーゼ阻害剤の水溶液での処理は、温度約 50 未満、好ましくは約 38 未満、たとえば約 24 から約 30 で行うことができる。このような実施形態において、処理は、熱の適用なしで行ってもよいし、または取捨選択可能な熱安定化段階と共に行ってもよい。取捨選択可能な熱安定化段階を用いる実施形態では、リパーゼが温度約 98 未満で阻害または不活性化されるように、蒸気を適用しない低温熱安定化を行うことができ、たとえば、低熱安定化は、温度約 80 から約 98 で行うことができる。本発明の他の実施形態では、リパーゼ阻害剤の水溶液で処理した後に、蒸気を用いるまたは用いない高温熱安定化を温度約 100 から約 140、好ましくは約 115 から約 125 で行って、リパーゼを阻害または不活性化することもできる。本発明の実施形態では、熱処理時間は、約 0.25 分から約 12 分、好ましくは約 1 分から約 7 分がよく、一般に、より低い温度およびより少ない含水量ではより長い処理時間が用いられる。

20

【 0 0 5 7 】

本発明の実施形態では、安定化温度および安定化時間ならびに含水量は、安定化された粉砕または製粉粗画分またはふすま成分における安定化の結果として生じるデンプン糊化が、示差走査熱量測定 (DSC) によって測定したとき、約 25% 未満、好ましくは約 10% 未満、最も好ましくは約 5% 未満となり得るように制御することができる。本発明において実現される、低度のデンプン糊化および低度のデンプン損傷は、示差走査熱量測定 (DSC) によって測定したとき、約 65 から約 70 のピーク温度で、安定化されたふすま成分または粉砕粗画分中のデンプンの重量を基準として、約 4 J/g を越える、好ましくは約 5 J/g を越えるデンプン融解エンタルピーによって例証される。実施形態において、安定化ふすま成分は、示差走査熱量測定 (DSC) によって測定したとき、約 60 から約 65 のピーク温度で、安定化された粉砕粗画分の重量を基準として、約 2 J/g を越えるデンプン融解エンタルピーを有するものでよい。一般に、デンプン糊化は、a) 十分な量、一般に、デンプンの重量を基準として少なくとも約 30 重量% で水がデンプンに加えられ、混合されたとき、b) デンプンの温度が少なくとも約 80 (176 °F)、好ましくは 100 (212 °F) またはそれ以上に上昇したときに起こる。糊化温度は、デンプンとの相互作用に利用可能な水の量に応じて決まる。利用可能な水の量が少ない程、一般に糊化温度が高い。糊化は、顆粒の膨潤、本来のクリスタリットの融解、複屈折の消失、デンプンの可溶化など、性質の不可逆的な変化として出現する、デンプン粒内の分子秩序の崩壊 (破壊) であると定義することができる。糊化の初期段階の温度およびそれが起こる温度範囲は、デンプン濃度、観察方法、顆粒タイプ、および観察される顆粒集団内の不均質性に左右される。ペースト化は、デンプンの溶解において、第 1 の段階の糊化に続く第 2 段階の現象である。ペースト化は、顆粒の膨潤の増進、顆粒からの分子成分 (すなわち、アミロースに続いてアミロペクチン) の滲出、および最終的には、顆粒の完全な崩壊を伴う。非特許文献 1 を参照されたい。

30

40

【 0 0 5 8 】

50

本発明の方法で得られる、ふすま、胚芽、および内胚乳を有する安定化全粒粉は、65%以上、好ましくは70%を越える乳酸溶媒保持容量(SRC乳酸)、および1を越える、好ましくは1.1を越える乳酸SRCの炭酸ナトリウム-水溶媒保持容量(SRC炭酸ナトリウム)に対する比が示すとおり、優秀な焙焼機能性およびタンパク質機能性を呈する。

【0059】

本発明の実施形態では、安定化全粒粉は、No. 35(500ミクロン)U.S標準篩において0重量%、No. 70(210ミクロン)U.S標準篩において約20重量%以下、好ましくは約10または5重量%以下の粒度分布を有するものでよい。本発明の別の実施形態では、安定化全粒粉は、No. 70(210ミクロン)U.S標準篩で約100重量%までの粒度分布を有するものでよい。また、安定化全粒粉は、149ミクロン以下が少なくとも75重量%、好ましくは少なくとも85重量%、たとえば約90重量%から約98重量%であり、250ミクロンを超えるのが5重量%以下である粒度分布を有するものでもよい。本発明の態様では、安定化されたふすまおよび胚芽画分またはふすま成分は、No. 35(500ミクロン)U.S標準篩において0重量%、No. 70(210ミクロン)U.S標準篩において約20重量%以下の細かい粒度分布を有するものでよい。

【0060】

図1に概略的に示すように、本発明の実施形態では、安定化全粒粉は、小麦種実1などの全粒を、テンパリングステップ5の際に、乳酸と緑茶抽出物の混合物などのリパーゼ阻害剤3で処理することにより製造できる。リパーゼ阻害剤3は、水7と予め混合して、リパーゼ阻害剤3の水溶液10とすることができる。リパーゼ阻害剤3の水溶液10は、テンパリングステップ5において、小麦種実3をテンパリングするために、大桶の中で小麦種実1に混加することができる。テンパリングステップ5の際、リパーゼ阻害剤3は、依然として無傷の種実1のふすまおよび胚芽に、好ましくは無傷の種実1の内胚乳に浸透することなく、吸収されて、ふすまおよび胚芽中のリパーゼの少なくとも一部分を阻害または不活性化して、遊離脂肪酸産生を低減する。テンパリングした全粒12を、穀粉製粉操作15において製粉して、内胚乳画分18または流れ20と、ふすまおよび胚芽画分もしくはふすま成分22または流れ25を得ることができる。ふすまおよび胚芽画分またはふすま成分22は、取捨選択可能な熱安定化装置操作30または第2の段階の安定化において場合により熱安定化して、安定化ふすまおよび胚芽画分または安定化ふすま成分32を得ることもできる。熱安定化または第2段階の安定化30を用いると、追加の量のリパーゼを可逆的もしくは不可逆的に阻害もしくは不活性化すること、および/または第1の段階の安定化もしくはテンパリングステップ5においてリパーゼ阻害剤3により可逆的に阻害もしくは可逆的に不活性化されたリパーゼを不可逆的に阻害もしくは不活性化することができる。スクリーコンベヤーなどの従来の混合および運搬設備を使用して、安定化ふすまおよび胚芽画分または安定化ふすま成分32を内胚乳画分20と合わせると、安定化全粒粉40を得ることができる。

【0061】

図2に概略的に示すように、本発明の他の実施形態では、安定化全粒粉は、ふすまおよび胚芽画分もしくはふすま成分200または流れ202を、加水処理ステップ205もしくは第1の安定化段階の際に、または別個のステップとして、乳酸と緑茶抽出物の混合物などのリパーゼ阻害剤203で処理することにより製造できる。特に、リパーゼ阻害剤は、いずれかの溶液にして、または適合する他のいずれかの送達機構によって送達することができる。一実施形態では、リパーゼ阻害剤203は、水207と予め混合して、リパーゼ阻害剤203の水溶液210とすることができる。他の実施形態では、他の溶媒を水と共にまたは水なしで用いて、テンパリングもしくは加水処理の際または別個のリパーゼ処理ステップにおいてリパーゼ阻害剤を送達するための溶液を作ることができる。ふすまおよび胚芽画分またはふすま成分200は、種実をリパーゼ阻害剤なしで従来のようにして場合により水でテンパリングする、取捨選択可能なテンパリングステップ213において

、全粒 2 1 2 を場合によりテンパリングすることによって得てもよい。場合によりテンパリングした全粒 2 1 4 を、穀粉製粉操作 2 1 5 において製粉して、内胚乳画分 2 1 8 または流れ 2 2 0 と、ふすまおよび胚芽画分もしくはふすま成分 2 0 0 または流れ 2 0 2 を得ることができる。リパーゼ阻害剤 2 0 3 の水溶液 2 1 0 は、加水処理ステップ 2 0 5 または第 1 の安定化段階において、ふすまおよび胚芽画分または成分 2 0 0 の加水処理または浸漬のためのハイドレーターにて、ふすまおよび胚芽画分またはふすま成分 2 0 0 に混加し、または散布することができる。加水処理ステップ 2 0 5 の際、リパーゼ阻害剤 2 0 3 は、ふすまおよび胚芽画分またはふすま成分 2 0 0 に吸収されて、ふすまおよび胚芽中のリパーゼの少なくとも一部分を阻害または不活性化して、遊離脂肪酸を低減する。第 1 の安定化段階 2 0 5 からの加水処理され安定化されたふすまおよび胚芽画分またはふすま成分 2 2 2 は、取捨選択可能な熱安定化装置操作 2 3 0 または第 2 の段階の安定化において場合により熱安定化して、安定化ふすまおよび胚芽画分または安定化ふすま成分 2 3 2 を得ることもできる。熱安定化または第 2 の段階の安定化 2 3 0 を用いると、追加の量のリパーゼを可逆的もしくは不可逆的に阻害もしくは不活性化すること、および/または第 1 の段階の安定化または加水処理ステップ 2 0 5 においてリパーゼ阻害剤 2 0 3 により可逆的に阻害または可逆的に不活性化されたリパーゼを不可逆的に阻害または不活性化することができる。スクリュコンベヤーなどの従来のものである混合および運搬設備を使用して、安定化ふすまおよび胚芽画分または安定化ふすま成分 2 3 2 を内胚乳画分 2 2 0 と合わせると、安定化全粒粉 2 4 0 を得ることができる。

【 0 0 6 2 】

全粒の製粉は、その開示の全体が参照によりそれぞれ本明細書に援用される、K o r o l e h u k の特許文献 5、K o r o l e h u k の特許文献 6、それぞれ H a y n e s らの特許文献 1 および特許文献 2、D r e e s e らの特許文献 7、ならびに D r e e s e らの特許文献 8 で開示されているものなど、ふすまおよび胚芽画分またはふすま成分と内胚乳画分を得るため、また諸粒度分布を有する穀粉ならびに画分および成分を得るための、既知の穀粉製粉および/または粉碎操作を使用して行うことができる。好ましい実施形態では、そのすべての開示の全体が参照によりそれぞれ本明細書に援用される、それぞれ H a y n e s らの特許文献 1 および特許文献 2、ならびにそれぞれ D e r w i n G , H a w l e y らの名前での同時係属の 2 0 1 1 年 2 月 2 4 日出願の特許文献 3 および 2 0 1 2 年 2 月 2 4 日出願の特許文献 4 で開示されているような、ふすまおよび胚芽画分またはふすま成分と内胚乳画分を得るため、また諸粒度分布を有する穀粉ならびに画分および成分を得るための、穀粉製粉および/または粉碎操作を用いることができる。本発明の実施形態では、本明細書で開示するようなりパーゼ阻害剤での処理による安定化を、前記出願、公告、および特許で開示されているものなどの熱または蒸気安定化法と共に用いて、本明細書で開示する方法によって製造される穀粉ならびに画分および成分の安定性を高め、または貯蔵寿命を延ばすことができる。

【 0 0 6 3 】

たとえば、本発明の実施形態では、前記の、それぞれ D e r w i n G , H a w l e y らの名前での同時係属の 2 0 1 1 年 2 月 2 4 日出願の特許文献 3 および 2 0 1 2 年 2 月 2 4 日出願の特許文献 4 で開示されているとおりの製粉および粉碎操作を用いて、N o . 3 5 (5 0 0 ミクロン) U . S . 標準篩において 0 重量 %、N o . 7 0 (2 1 0 ミクロン) U . S 標準篩において約 2 0 重量 % 以下、好ましくは約 1 0 重量 % 以下の粒度分布を有する安定化全粒粉、または N o . 7 0 (2 1 0 ミクロン) U . S 標準篩で約 1 0 0 重量 % までの粒度分布を有する安定化全粒粉、または 1 4 9 ミクロン以下が少なくとも 7 5 重量 %、好ましくは少なくとも 8 5 重量 % であり、2 5 0 ミクロンを越えるのが 5 重量 % 以下である粒度分布を有する安定化全粒粉を製造することができる。

【 0 0 6 4 】

本発明の他の実施形態では、前記のそれぞれ H a y n e s らの特許文献 1 および特許文献 2 で開示されているとおりの製粉および粉碎操作を用いて、N o . 3 5 (5 0 0 ミクロン) U . S . 標準篩において約 1 0 重量 % 未満、好ましくは約 5 重量 % 未満、N o . 6 0

10

20

30

40

50

(250ミクロン) U.S 標準篩において約20重量%から約40重量%、No. 100 (149ミクロン) U.S 標準篩において約10重量%から約60重量%、好ましくは約20重量%から約40重量%、No. 100 (149ミクロン) U.S 標準篩で約70重量%未満、たとえば約15重量%から約55重量%の粒度分布を有する安定化全粒粉を製造することができる。

【0065】

安定化は、回分式、半回分式、または連続式で行うことができ、連続式が好ましい。パッチクッカー、ミキサー、回転ドラム、連続ミキサー、押出機などの既知の加熱容器を粗画分の加熱に用いて、それを安定化することができる。加熱装置は、安定化温度の外部制御のための加熱もしくは冷却ジャケット、および/または水分および熱を粗画分に直接注入するための蒸気注入ノズルを備えた、ジャケット付き容器でよい。他の実施形態では、粗いふるま画分の加熱に赤外 (IR) 放射またはエネルギーを用いて、画分を安定化することができる。好ましい実施形態では、連続式での画分の安定化に、Bepexが製造した安定化機器、またはLauffふるまクッカーを用いることができる。粉碎または製粉を熱安定化と同時に進行実施形態では、加熱されたローラを用いることができる。このような実施形態では、温度および含水量を上向きに調節して安定化時間を短縮して、目標とする粒度分布の実現に所望される粉碎時間と一致させることができる。

【0066】

本発明の実施形態では、熱処理された画分は、周囲空气中で冷ますことができる。他の実施形態では、熱処理後の粉碎または製粉されたふるまおよび胚芽画分またはふるま成分の冷却を、デンプンの望ましくない糊化がさらに最小限に抑えられるように、場合により制御してもよい。一般に、約60より低い温度では、安定化されたふるま成分に、さらに著しい糊化は起こらない。熱処理された粗画分は、次いで、室温、すなわち約25に冷却することができる。本発明の実施形態では、表面温度約25を実現するのに使用する平均冷却速度を、約1/分から約3/分の温度低下とすることができる。

【0067】

冷却速度は、好ましくは、熱処理後の粗画分におけるデンプンのさらなる糊化が最小限に抑えられるように選択すべきであるが、リパーゼおよびLPOのさらなる不活性化が必要である場合、それを妨げるほど速くすべきでない。リパーゼまたはLPOのさらなる不活性化が所望されない場合、冷却を行って、熱処理された粗画分の温度を直ちに約60未満に低下させることができる。

【0068】

本発明の実施形態では、本発明の工程に使用することのできる冷却装置として、熱処理された粗画分が、重力を受けてまたはコンベヤー装置に載って通過する冷却管または冷却トンネルが挙げられる。熱処理された粗画分が冷却装置を通過する間、粗画分もしくはふるま成分に冷気をかけ、または通すことができる。送られた冷却空気は、次いで、たとえばフードによって集め、または吸い上げ、サイクロンセパレータにおいてさらに処理することができる。好ましい冷却装置は、冷却管またはトンネルの長さに沿った多方面の領域に冷却空気を供給する。冷却空気は、熱処理された粗画分に接触する前に低温装置を通して、周囲空気の温度より低い温度を実現することが好ましい。

【0069】

冷却後、熱処理された粗画分の含水量を、場合により、乾燥によってさらに減少させてもよい。約60未満の乾燥温度が好ましいために、乾燥工程の間にデンプンのさらなる糊化は起こらない。一実施形態では、乾燥温度は、約0から約60の範囲である。しかし、周囲温度での乾燥が、より低い温度での乾燥よりも費用がかからず、乾燥の際に、熱処理された粗画分におけるデンプンのさらなる糊化を防ぐ。乾燥は、相対湿度の低い雰囲気中で行うことが好ましく、好ましくは、減圧雰囲気中で行うことができる。熱処理、加水処理、および取捨選択可能な冷却によって含水量が所望の範囲に達する場合、乾燥ステップは必要と考えられない。

【0070】

(安定化全粒粉の製造)

本発明の実施形態では、リパーゼ阻害剤で安定化した全粒を粉砕して、安定化全粒粉を得ることができる。本発明の他の実施形態では、安定化ふすま成分または安定化ふすまおよび胚芽画分を、内胚乳画分と配合して、本発明の安定化全粒小麦粉などの安定化全粒粉を得ることができる。安定化全粒小麦粉などの安定化全粒粉は、ふすま、胚芽、および内胚乳を含む。本発明の実施形態では、内胚乳の一部だけしか、リパーゼ阻害剤による安定化および/または熱安定化にかけられていなくてもよいが、ふすまおよび胚芽の少なくとも相当な部分が、リパーゼ阻害剤および/または加熱による安定化にかけられている。安定化ふすま成分または安定化ふすまおよび胚芽画分は、内胚乳画分が派生している同じ全粒由来であることが好ましい。しかし、他の実施形態では、安定化ふすま成分または安定化ふすまおよび胚芽画分は、異なる穀粒供給源から派生し、または取得した内胚乳画分と配合または調合することができる。しかし、各実施形態において、安定化ふすま成分と内胚乳画分は、内胚乳、ふすま、および胚芽を、無傷の穀粒中に存在するのと同じまたは実質上同じ相対的割合で含んだ安定化全粒粉が得られるように配合または調合する。他の実施形態では、主として内胚乳を含んでいる安定化白色粉などの、安定化全粒粉以外の安定化穀粉を、本発明の実施形態に従うリパーゼ阻害剤処理を使用して製造することができる。

10

【0071】

ふすま、胚芽、およびデンプンを含む、粉砕または製粉した熱処理された粗画分からなる安定化ふすま画分を、当業界で知られている従来の計量および調合機械を使用して、内胚乳画分と調合、配合、または混加すると、少なくとも実質上均質な安定化全粒粉を得ることができる。用いることのできる混合または調合装置の例として、バッチミキサー、回転ドラム、連続ミキサー、および押出機が挙げられる。

20

【0072】

安定化全粒小麦粉などの安定化全粒粉の含水量は、安定化全粒粉の重量を基準として、約10重量%から約14.5重量%の範囲でよく、水分活性は、約0.7未満でよい。実施形態において、安定化全粒小麦粉は、タンパク質含有量が約10重量%から約14重量%、たとえば約12重量%であり、脂肪含有量が約1重量%から約3重量%、たとえば約2重量%であり、灰分含有量が約1.2重量%から約1.7重量%、たとえば約1.5重量%であるものでよく、パーセンテージはそれぞれ、安定化全粒粉の重量を基準とする。

30

【0073】

安定化全粒小麦粉は、オープン展延性またはクッキー展延性が、AACCI 10-53卓上法に従って測定したとき、もとの焙焼前ドウ直径の少なくとも約130%となることもある、優れた焙焼機能性を示す。

【0074】

開示する実施形態は、ありとあらゆるタイプの小麦に適用できる。それに限定しないが、小麦粒は、軟質/軟質および軟質/硬質小麦粒から選択することができる。小麦粒は、白または赤小麦粒、硬質小麦粒、軟質小麦粒、冬小麦粒、春小麦粒、デュラム小麦粒、またはこれらの組合せを含むものでよい。本発明の種々または特定の実施形態または態様に従って加工することのできる他の全粒の例として、たとえば、エンバク、トウモロコシ、米、ワイルドライス、ライ麦、大麦、蕎麦、ブルグア小麦、キビ、モロコシなど、および全粒の混合物が挙げられる。

40

【0075】

本発明の実施形態では、安定化ふすま成分または原材料、および安定化全粒小麦粉などの安定化全粒粉に、加速貯蔵条件下で、原料安定性の向上および1か月より長い貯蔵寿命、たとえば2か月以上が実現される。より安定した食品は、同様の条件下で、安定性の劣る食品より、酸敗に至る前により長期間貯蔵することができる。酸敗の存在は、官能検査(たとえば、食味および/もしくは匂い分析)、リポキシゲナーゼもしくはリパーゼ活性レベル測定、遊離脂肪酸レベル測定、および/またはヘキサナールレベル測定を含めて、多種多様な異なる方法でモニターおよび測定することができる。

50

【0076】

本発明の他の実施形態では、安定化ふすま成分、または安定化全粒小麦粉などの安定化全粒粉を、精白小麦粉に配合、混加、または調合して、強化小麦粉などの、強化された穀粉、製品、または原材料を得ることができる。強化小麦粉製品は、安定化ふすま成分、または安定化全粒小麦粉などの安定化全粒粉を、強化小麦粉製品などの強化穀粉製品の全重量を基準として、約14重量%から約40重量%、たとえば約20重量%から約30重量%の量で含んだものでよい。

【0077】

安定化全粒小麦粉などの安定化全粒粉を用いると、様々な食品において精白小麦粉、または他の穀粉を部分的または完全に置き換えることができる。たとえば、本発明の実施形態では、精白小麦粉の少なくとも約10重量%、多くとも約100重量%、たとえば約30重量%から約50重量%を、安定化全粒小麦粉で置き換えて、精白小麦粉製品の栄養価を高めることができ、製品の外観、テクスチャー、香り、または食味を損なうことは、あるとしてもわずかしかない。

10

【0078】

本発明の実施形態で得られる安定化ふすま成分、および安定化全粒小麦製品などの安定化全粒製品は、包装し、安定して貯蔵し、後にまたは直ちに食物生産にさらに使用することができる。安定化ふすま製品および穀粉製品は、水および他の適用可能な食品原材料を加え、混合し、付形し、焙焼または油揚するなどによって、完成食品にさらに加工する準備ができています。安定化されたふすまおよび全粒小麦粉などの全粒粉を含んだドウは、大量生産体制で、連続的に製造および機械加工する、たとえば、シート形成、積層、成形、押出、または同時押出にかけ、切断することができる。完成全粒製品（たとえば、ビスケット、クッキー、クラッカー、スナックバーなど）は、全粒の食味の特徴を伴って、心地よいテクスチャーを有する。

20

【0079】

本発明の安定化ふすま成分、および安定化全粒小麦粉製品などの安定化全粒粉製品は、広範な種類の食品において使用することができる。その食品には、穀粉食品およびビスケット型製品、特にパスタ製品、即席シリアル、および菓子が含まれる。一実施形態では、食品は、ベーカリー製品またはスナック食品でよい。ベーカリー製品としては、クッキー、クラッカー、ピザ皮、パイ皮、パン、ベーグル、プレッツェル、ブラウニー、マフィン、ワッフル、ペストリー、ケーキ、クイックブレッド、甘いロールパン、ドーナツ、果実と穀物のバー、トルティーヤ、および半焙焼 (par-baked) ベーカリー製品を挙げることができる。スナック製品としては、スナックチップス、および押出によるパフ状スナックを挙げることができる。特に、食品は、クッキー、クラッカー、およびシリアルクランチバーから選択されるものでよい。クッキーは、パーティタイプの製品、押出、同時押出、シート形成および切断、回転成形、ワイヤーカットされたクッキー、またはサンドウィッチクッキーでよい。製造することのできるクッキーの具体例として、シュガーウエファース、果実を詰めたクッキー、チョコチップクッキー、シュガークッキーなどが挙げられる。クラッカーは、発酵タイプまたは非発酵タイプのクラッカー、およびグラハムクラッカーでよい。製造される焙焼品は、全脂肪のクラッカーもしくはクッキーでもよいし、または減脂肪、低脂肪、もしくは無脂肪の製品でもよい。

30

40

【0080】

水に加えて、安定化全粒小麦粉などの安定化全粒粉に混加することのできる、クッキー、クラッカー、およびスナック原材料には、強化小麦粉、植物性ショートニング、糖、食塩、高フルクトースコーンシロップ、膨張剤、風味料、および着色料が含まれる。使用することのできる強化小麦粉としては、ナイアシン、還元鉄、チアミン硝酸塩、およびリボフラビンで強化した小麦粉が挙げられる。使用することのできる植物性ショートニングとしては、部分的に水素添加された大豆油から作られたものが挙げられる。使用することのできる膨張剤としては、リン酸カルシウムおよび重曹が挙げられる。使用することのできる着色料としては、アナトー抽出物やターメリックオレオレジンなどの植物性着色料が挙

50

げられる。

【0081】

一部の実施形態では、作られるドウとして、前述のクッキー、クラッカー、およびスナック原材料の種々の組合せを含むドウが挙げられる。一部の実施形態によれば、前述の原材料のすべてを均質に混加し、水の量を制御して、所望の稠度のドウを形成する。次いで、ドウを断片にし、焙焼または油揚すると、優れた水分、形状、外観、およびテクスチャー属性を有する製品を製造することができる。

【0082】

本発明の実施形態では、安定化全粒粉、およびクッキー、ビスケット、クラッカーなどの焙焼品組成物中に使用することのできる取捨選択可能な他の穀粉などの、本発明の穀粉成分の合計量は、内包物の重量を含めずにドウの重量を基準として、たとえば約20重量%から約80重量%、好ましくは約45重量%から約75重量%の範囲でよい。別段指摘しない限り、重量パーセントはすべて、菓子または味付きのチップまたは具材、ナッツ、レーズンなどの内包物を除き、ドウまたは調合品を形成する全原材料の合計重量を基準としたものである。したがって、「ドウの重量」は、内包物の重量を含まないが、「ドウの全重量」は、内包物の重量を含む。

10

【0083】

製造される製品のテクスチャーを変更することのできる、工程に適合した原材料として、スクロース、フルクトース、ラクトース、デキストロース、ガラクトース、マルトデキストリン、コーンシロップ固形物、加水分解水添デンプン、タンパク質加水分解物、グルコースシロップ、これらの混合物などの糖が挙げられる。フルクトース、マルトース、ラクトース、デキストロースなどの還元糖、または還元糖の混合物は、褐変を促進するのに使用することができる。具体例としてのフルクトース供給源には、転化シロップ、高フルクトースコーンシロップ、糖蜜、ブラウンシュガー、メープルシロップ、これらの混合物などが挙げられる。

20

【0084】

糖などのテクスチャー付与原材料は、結晶性もしくは粒状スクロース、粒状ブラウンシュガー、結晶性フルクトースなど、固体もしくは結晶の形で、またはスクロースシロップや高フルクトースコーンシロップなど、液体の形で、他の原材料に混加することができる。本発明の実施形態では、保湿糖、たとえば、高フルクトースコーンシロップ、マルトース、ソルボース、ガラクトース、コーンシロップ、グルコースシロップ、転化シロップ、蜂蜜、糖蜜、フルクトース、ラクトース、デキストロース、およびこれらの混合物を使用して、焙焼製品のかみ応えを高めることができる。

30

【0085】

保湿糖に加えて、糖でない、またはスクロースと比べて低度の甘味を有する、他の保湿剤、または保湿剤の水溶液も、ドウまたはバター中に用いることができる。たとえば、グリセロール、糖アルコール、たとえば、マンニトール、マルチトール、キシリトール、およびソルビトール、ならびに他のポリオールを保湿剤として使用することができる。保湿剤ポリオール（すなわち、多価アルコール）の追加の例としては、グリコール、たとえばプロピレングリコール、および水添グルコースシロップが挙げられる。他の保湿剤として、糖エステル、デキストリン、加水分解水添デンプン、および他のデンプン加水分解産物が挙げられる。

40

【0086】

実施形態において、たとえば製造されたドウの、全糖固形物含有量、またはテクスチャー付与原材料含有量は、内包物の重量を含めずにドウの重量を基準として、0重量%から約50重量%までの範囲でよい。

【0087】

糖固形物は、ポリデキストロース、ホロセルロース、微結晶性セルロース、これらの混合物などの、従来の糖代用品または従来の増量剤で、全部または一部を置き換えることができる。ポリデキストロースは、減カロリーの焙焼品を作るのに好ましい糖代用品または

50

増量剤である。具体例としての置き換え量は、もとの糖固形物含有量の少なくとも約 25 重量%、たとえば、少なくとも約 40 重量%、好ましくは約 50 重量%から約 75 重量%でよい。

【0088】

実施形態において、ポリデキストロースなどの、従来の糖代用品、従来の増量剤、または従来の穀粉代用品の量は、内包物の重量を含めずにドウの重量を基準として、約 10 重量%から約 35 重量%、たとえば約 15 重量%から約 25 重量%でよい。

【0089】

ドウの含水量は、ドウの適正な形成、機械加工、および切断を可能にする所望の稠度を得るのに十分なものとすべきである。ドウの全含水量は、別途加えられる原材料として含まれる水、ならびに穀粉（普通約 12%から約 14 重量%の水分を含有する）がもたらす水分、III型難消化性デンプン原材料などの増量剤または穀粉代用品の含水量、および高フルクトースコーンシロップ、転化シロップ、他の液体保湿剤など、調合品に含まれる他のドウ添加物の含水量を包含する。

【0090】

別途加えられる水を含めて、ドウまたはバター中のすべての水分供給源を考慮に入れると、使用することのできるドウまたはバターの全含水量は、内包物の重量を含めずにドウまたはバターの重量を基準として、一般に約 50 重量%未満、好ましくは約 35 重量%未満である。たとえば、用いるクッキードウは、含水量が、内包物の重量を含めずにドウの重量を基準として、約 30 重量%未満、一般に約 10 重量%から約 20 重量%であるものでよい。

【0091】

本発明のドウおよび焙焼品を得るのに使用することのできる油脂性組成物としては、バターなどの、焙焼用途に有用な既知のいずれかのショートニングまたは脂肪調合品もしくは組成物を挙げることができ、こうした油脂性組成物は、従来の食品用グレードの乳化剤を含んでもよい。精留、部分的な水素添加、および/またはエステル交換にかけた植物油、ラード、魚油、およびこれらの混合物が、本発明で使用することのできるショートニングまたは脂肪の具体例である。工程に適合したものである、食用の減カロリーもしくは低カロリーの部分的可消化もしくは非可消化脂肪、脂肪代用品、または合成脂肪、たとえば、スクロースポリエステルやトリアシルグリセリドを使用してもよい。硬質および軟質脂肪またはショートニングと油の混合物を使用して、油脂性組成物の所望の稠度または融解プロファイルを実現することもできる。本発明で使用する油脂性組成物を得るのに使用できる食用トリグリセリドの具体例としては、植物供給源由来の自然に発生するトリグリセリド、たとえば、大豆油、パーム核油、パーム油、菜種油、ベニバナ油、ゴマ油、ヒマワリ種子油、およびこれらの混合物が挙げられる。いわし油、メンヘーデン油、ババス油、ラード、獣脂などの魚油および動物油も使用してよい。合成トリグリセリド、ならびに脂肪酸の天然トリグリセリドを使用して、油脂性組成物を得ることもできる。脂肪酸は、8から24個の炭素原子の鎖長を有するものでよい。たとえば約 75 °Fから約 95 °Fの室温で固体または半固体のショートニングまたは脂肪を使用することができる。好ましい油脂性組成物は、大豆油を含む。実施形態において、ドウは、少なくとも1種の油脂を、ドウの重量を基準として約 30 重量%まで、たとえば約 5 重量%から約 25 重量%含むものでよい。

【0092】

本発明の実施形態に従って製造することのできる焙焼品には、減脂肪、低脂肪、または無脂肪製品でもある、減カロリー焙焼品が含まれる。本明細書で使用するとき、減脂肪食品とは、その脂肪含有量が、標準または従来の製品から少なくとも 25 重量%減少している製品である。低脂肪製品は、基準量または表示分量当たり脂肪 3 グラム以下の脂肪含有量を有する。しかし、少ない基準量（すなわち、30 グラム以下またはテーブルスプーン 2 杯分以下の基準量）では、低脂肪製品は、製品 50 グラム当たり 3 グラム以下の脂肪含有量を有する。無脂肪またはゼロ脂肪製品は、基準量および表示分量当たり脂肪 0.5 グ

10

20

30

40

50

ラム未満の脂肪含有量を有する。塩味のクラッカーなどの付け合わせクラッカーについては、基準量は15グラムである。スナックとして使用されるクラッカー、およびクッキーについては、基準量は30グラムである。すなわち、低脂肪クラッカーまたはクッキーの脂肪含有量は、したがって、50グラム当たり3グラム以下、または最終製品の全重量を基準として約6%以下の脂肪となる。無脂肪の付け合わせクラッカーは、15グラム当たり0.5グラム未満、または最終製品の重量を基準として約3.33%未満の脂肪含有量を有することになる。

【0093】

ドウは、前述したものに加えて、クラッカーおよびクッキーに従来用いられている他の添加物も含んでよい。そのような添加物として、たとえば、従来の量の、乳副産物、卵または卵副産物、ココア、バニラまたは他の風味料を挙げるができる。

10

【0094】

焙焼品に含めるのに適するタンパク質供給源を、用いるドウに含めると、メイラード褐変を促進することができる。タンパク質供給源としては、無脂肪粉乳固形物、乾燥または粉末卵、これらの混合物などを挙げるができる。タンパク質供給源の量は、たとえば、内包物の重量を含めずにドウの重量を基準として、約5重量%までの範囲でよい。

【0095】

ドウ組成物は、内包物を含めずにドウの重量を基準として、約5重量%までの膨張系を含んだものでよい。使用することのできる化学膨張剤またはpH調整剤の具体例としては、アルカリ材料および酸材料、たとえば、炭酸水素ナトリウム、炭酸水素アンモニウム、リン酸酸性カルシウム (calcium acid phosphate)、酸性ピロリン酸ナトリウム (sodium acid pyrophosphate)、リン酸ニアンモニウム、酒石酸、これらの混合物などが挙げられる。酵母は、単独で使用しても、または化学膨張剤と組み合わせて使用してもよい。

20

【0096】

用いるドウは、抗かび剤または保存料、たとえば、プロピオン酸カルシウム、ソルビン酸カリウム、ソルビン酸などを含んでよい。対微生物貯蔵安定性を確保するための、例示的な量は、内包物の重量を含めないドウの約1重量%までの範囲でよい。

【0097】

乳化剤を有効な乳化量でドウに含めてもよい。使用することのできる具体例としての乳化剤には、モノおよびジグリセリド、ポリオキシエチレンソルビタン脂肪酸エステル、レシチン、ステアロイル乳酸 (stearoyl lactylate)、およびこれらの混合物が挙げられる。使用することのできるポリオキシエチレンソルビタン脂肪酸エステルの具体例は、水溶性ポリソルベート、たとえば、ポリオキシエチレン(20)ソルビタンモノステアレート(ポリソルベート60)、ポリオキシエチレン(20)ソルビタンモノオレート(ポリソルベート80)、およびこれらの混合物である。使用することのできる天然レシチンの例には、ダイズ、ナタネ、ヒマワリ、トウモロコシなどの植物から派生したもの、および卵黄などの動物供給源から派生したものが含まれる。大豆油由来のレシチンが好ましい。ステアロイル乳酸の具体例は、アルカリおよびアルカリ土類ステアロイル乳酸、たとえば、ステアロイル乳酸ナトリウム (sodium stearoyl lactylate)、ステアロイル乳酸カルシウム (calcium stearoyl lactylate)、およびこれらの混合物である。使用することのできる乳化剤の具体例としての量は、内包物の重量を含めないドウの約3重量%までの範囲でよい。

30

40

【0098】

ドウの製造は、クッキーおよびクラカードウの製造において使用される従来のドウ混合技術および設備を使用して行うことができる。

【0099】

焙焼時間および温度は、ドウまたはバター調合品、オープンのタイプなどによって異なるが、一般に、市販用のクッキー、ブラウニー、およびケーキ焙焼時間は、約2.5分から約15分の範囲でよく、焙焼温度は、約250°F(121°C)から約600°F(316°C)

50

315)の範囲でよい。

【0100】

焙焼製品は、保存料なしでの対微生物貯蔵安定性のために、約0.7未満、好ましくは約0.6未満の相対蒸気圧(「水分活性」)を有するものでよい。クッキー、ブラウニー、およびケーキ製品は、一般に、含水量が、内包物を除いた焙焼製品の重量を基準として約20重量%未満、たとえば、クッキーでは約2重量%から約9重量%である。

【0101】

たとえば、本発明の実施形態では、貯蔵安定性のあるクラッカーまたはクッキー、たとえばグラハムクラッカーを製造するためのドウは、安定化全粒小麦粉を約40重量%から約65重量%、スクロースなどの少なくとも1種の糖を約15重量%から約25重量%、植物油やショートニングなどの少なくとも1種の油脂を約5重量%から約25重量%、高フルクトースコーンシロップや蜂蜜などの少なくとも1種の保湿糖を約0重量%から約10重量%、無脂肪粉乳固形物などのタンパク質供給源を約0重量%から約1重量%、食塩などの風味料を約0重量%から約1重量%、炭酸水素アンモニウムや炭酸水素ナトリウムなどの膨張剤を約0.5重量%から約1.5重量%、および追加の水を約8重量%から約20重量%含むものでよく、各重量パーセンテージは、ドウの重量を基準としており、重量パーセンテージは、合計100重量%となる。

【0102】

本発明の実施形態では、安定化全粒粉、および安定化全粒粉を含んだ焙焼品は、安定化全粒粉の製造に使用したのと同じまたは実質上同じ量のリパーゼ阻害剤、たとえば乳酸を含有してよい。たとえば、安定化全粒粉、およびそれを含んだ焙焼品は、全粒粉100lb当たり少なくとも0.1モル、たとえば少なくとも約0.3モル、好ましくは約1モルから約5モル、最も好ましくは約2モルから約4モルの阻害剤を含有してよい。

【0103】

(穀粉属性)

安定化全粒粉の製造における処理または加水処理の際に、全粒または全粒粉100lb当たり少なくとも約0.1モルの量の乳酸などのリパーゼ阻害剤、たとえば、全粒の重量を基準として少なくとも約3000ppmの乳酸を使用すると、安定化全粒粉に、それぞれ、安定化処理なしで、またはリパーゼ阻害剤を使用せずに熱安定化だけを使用して製造した全粒粉と比べて、

a) 貯蔵中に穀粉に生成する遊離脂肪酸(FFA)および/またはヘキサナールによって測定される、優秀な鮮度の延長、

b) 貯蔵中に穀粉に生じる生穀粉臭の低減などの優秀な官能属性、および

c) 芽胞数によって測定される、優秀な対微生物安定性が備わる。

【0104】

実施形態において、安定化全粒小麦粉は、95で1か月間加速貯蔵した後、安定化全粒粉の重量を基準として、約200ppm未満、好ましくは約100ppm未満、最も好ましくは約10ppm未満という思いがけず低いヘキサナール含有量を示し得る。

【0105】

また、実施形態では、貯蔵中、たとえば92°Fでの加速貯蔵条件下で58日間の貯蔵中に穀粉に生じる生穀粉臭が、評点1を、白色粉の袋を開放しておいたものを連想させる穀粉香の最低強度とし、評点100を最高強度とする1から100のスケールを使用しての、熟練した味覚パネルによる官能評価に基づき、安定化処理なしで、または熱安定化だけを使用して製造した対照と比べて、少なくとも3%、たとえば少なくとも5%、好ましくは少なくとも7%、最も好ましくは少なくとも10%低減される場合がある。低減パーセンテージまたはスコアは、ふすま加水処理レベルやリパーゼ阻害剤のレベルなどの処理条件に応じて変わることがある。たとえば、本発明の実施形態において、安定化全粒粉は、ふすま加水処理レベルや、リパーゼ阻害剤、たとえば乳酸のレベルなどの処理条件に応じて、1から100のスケールで、9.5を越える対照スコアと比べて、9以下のスコア

10

20

30

40

50

を有するものでよい。

【0106】

加えて、実施形態では、安定化全粒粉の製造において有機酸などのリパーゼ阻害剤を使用することで、耐熱性芽胞が、安定化処理なしで製造、または熱安定化だけを使用して製造した全粒粉と比べて、少なくとも約50%、好ましくは少なくとも約75%、最も好ましくは少なくとも約90%減少し得る。たとえば、実施形態において、リパーゼ阻害剤で安定化した全粒粉は、好気性寒天平板菌数(Aerobic Plate Count)(APC)が、約150CFU/g未満、好ましくは約100CFU/g未満、最も好ましくは約75CFU/g未満であり、耐熱性芽胞数が、約75CFU/g未満、好ましくは約50CFU/g未満、最も好ましくは約10CFU/g未満のものでよい。

10

焙焼品官能属性

【0107】

さらに、熟成し、リパーゼを阻害し、安定化した全粒粉を使用して製造したクッキーなどの焙焼品は、安定化処理なしで製造、またはリパーゼ阻害剤を使用せず熱安定化だけを使用して製造した全粒粉で作られていることを除き、同じ組成で構成されている焙焼品または対照サンプルと比べて、後味や印象などの、優秀な風味の持続期間および他の官能属性の延長を示す。

【0108】

たとえば、実施形態では、グラハムクラッカーについての甘い風味、シナモンの風味、香ばしい後味、バニラの後味、および蜂蜜の後味といったプラスの官能属性などの焙焼品官能属性は、評点1を、甘い風味、シナモンの風味などの属性の最低強度とし、評点100を最高強度とする1から100のスケールを使用しての、熟練した味覚パネルによる官能評価に基づき、安定化処理なしで、または熱安定化だけを使用して製造した対照と比べて、少なくとも3%、たとえば少なくとも5%、好ましくは少なくとも7%、最も好ましくは少なくとも10%、増大することがあり、歯に対する粘着性の印象および粒子の量の印象といったマイナスの官能属性は、減少することがある。パーセンテージの増加もしくはパーセンテージの減少またはスコアは、ふすま加水処理レベルやリパーゼ阻害剤のレベルなどの処理条件に応じて変わることがある。

20

【0109】

また、実施形態では、安定化全粒粉を用いて製造されたクッキーなどの焙焼品は、ふすま加水処理レベルや、リパーゼ阻害剤、たとえば乳酸のレベルなどの処理条件に応じて、甘い風味というプラスの属性について、1から100のスケールで、31より高いスコアを有することがあり、これに比べて、安定化処理なしで製造、またはリパーゼ阻害剤を使用せず熱安定化だけを使用して製造した全粒粉を用いて作られた対照サンプルについての対照スコアは、30未満である。また、1から100のスケールで、焙焼品は、プラスの官能属性について、シナモンの風味が10より高く、香ばしい後味が31.5より高く、バニラの後味が17.5より高く、蜂蜜の後味が23.6より高いスコアを有し、マイナスの官能属性について、歯に対する粘着性の印象が52未満であり、粒子の量の印象が36未満のスコアを有する。

30

【0110】

似通った改善点を示すのに評価対象とすることのできる具体例となる官能属性には、香り、外観、手触り、テクスチャー/口当たり、風味、および後味/印象などの部門が含まれる。評価対象とすることのできる、こうした部門内の詳細な官能属性の具体例は、以下のとおりである。

40

a) 香り：甘い、バニラ様、糖蜜様、メープル様、蜂蜜様、香ばしい、穀粉様、シナモン様、小麦様、ふすま様、およびボール紙様の属性、

b) 外観：褐色、むらのある色、目に見える粒子、および逆コントラストの属性、

c) 手触り：表面の粗さ(上部)、でこぼこな表面(上部)、でこぼこな表面(底部)、粉状の皮、割れにくい、ポキッと折れる、きれいに割れる、くず、層の量、および密度の属性、

50

d) テクチャー/口当たり：最初のかみ切りにくさ、最初の歯応え、パリッとした、脆い、乾いた、粒子の量、粒子の大きさ、硬直した、溶解速度、歯への粘つき、口をコーティングする、および口を乾かす属性、

e) 風味：香ばしい、小麦、ふすま、甘い、苦い、塩気のある、バニラ、穀粉、シナモン、蜂蜜、糖蜜、メープル、およびボール紙の属性、および

f) 後味/印象：香ばしい、小麦様、ふすま様、甘い、苦い、バニラ様、シナモン様、蜂蜜様、糖蜜様、歯への粘つき、粒子状物質の量、口を乾かす、口をコーティングする、唾液を出す、金属様、および後に残る属性。

【0111】

本発明を以下の非限定的な実施例によって例示するが、実施例において、そうでないと指摘しない限り、部、パーセンテージ、および比はすべて、重量によるものであり、温度はすべてとし、すべての温度は大気温度である。

【実施例1】

【0112】

(A部：全粒小麦の酸性化)

この実施例の目的は、pHの下がった非漂白全粒粉を製造するために、軟質赤小麦種実を酸含有水でどのようにテンパリングするかを説明することである。13.05%という初期小麦水分は、周囲温度で小麦に水を加え、水を8時間保っておくことにより、14.0%の最終種実水分に増加する。加える水の量は、表1に従って算出される。

【0113】

【表1】

表1

| 小麦の量(g) | 種実水分 | 乾燥重量(g) | 14%に必要な となる全 水分 | 加えられ る水分(g) | 最終水分 目標 |
|---------|--------|---------|-----------------------|----------------|------------|
| 800 | 12.00% | 704.0 | 114.60 | 18.60 | 14.00% |
| 800 | 13.05% | 696.6 | 113.24 | 8.84 | 14.00% |
| 800 | 13.50% | 692.0 | 112.65 | 4.65 | 14.00% |

【0114】

(手順)

汚れを取った小麦サンプル(800g)をプラスチックの気密広口瓶に秤量し、表2に示すとおりの特定の量の酸を含有する、対応する量のテンパリング水と混合する。小麦を周囲温度で8時間テンパリングする。たとえば、小麦800g中850ppmの乳酸濃度を得るには、0.80gの85%乳酸溶液を7.88gの水道水に加える。酸を含んだテンパリング水を小麦に加えたなら、広口瓶を密閉し、10分毎に1分間、6回手で振盪し、終夜静置する。

【0115】

表2に、この実施例で試した異なる3種類の酸、乳酸、リン酸、および塩酸を示す。表には、(1)小麦の重量、(2)初期小麦水分、(3)乾燥重量小麦、(4)加えた各酸溶液の量、(5)乾燥重量ベースで表示した酸の量(dw b)、(6)テンパリング水の量、(7)小麦種実を調質するために加えた合計での水(テンパリング水+酸溶液からの水)、(8)百万分率(ppm)で表示した、小麦に加えた酸(dw b)の量、(9)テンパリングした種実の水分を示す。

【0116】

10

20

30

40

【 表 2 】

表2:異なる量および種類の酸を用いた小麦のテンパリング

| 酸適用量 | 小麦種実 (g) | 種実水分 | 乾燥草量 (g) | 85%乳酸 (g) | 85%リン 酸(g) | 37%塩酸 (g) | 加えた酸 (g) (dwb) | 加えた水 (g) | 合計での 水(g) | 酸の量(乾燥重量 の酸/初 期種実重 量) ppm | [酸濃度] M | 酸(モル/ 100lbの 種実) | テンパリ ングした 種実の水 分 |
|------------------|-------------|--------|-------------|--------------|---------------|--------------|-------------------|-------------|--------------|--|------------|------------------------|---------------------------|
| 対照 | 800.00 | 13.05% | 695.60 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 8.00 | 8.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 13.91% |
| 0.8g 85% 乳酸 | 800.00 | 13.05% | 695.60 | 0.80 | 0.00 | 0.00 | 0.68 | 7.88 | 8.00 | 850 | 0.94 | 0.4289 | 13.91% |
| 4g 85% 乳酸 | 800.00 | 13.05% | 695.60 | 4.00 | 0.00 | 0.00 | 3.40 | 7.40 | 8.00 | 4,250 | 4.72 | 2.1446 | 13.91% |
| 8g 85% 乳酸 | 800.00 | 13.05% | 695.60 | 8.00 | 0.00 | 0.00 | 6.80 | 6.80 | 8.00 | 8,500 | 9.44 | 4.2891 | 13.91% |
| 5.65g 85% 乳酸 | 800.00 | 13.05% | 695.60 | 5.68 | 0.00 | 0.00 | 4.83 | 7.15 | 8.00 | 6,038 | 6.66 | 3.0465 | 13.91% |
| 9.41g 85% 乳酸 | 800.00 | 13.05% | 695.60 | 9.41 | 0.00 | 0.00 | 8.00 | 6.59 | 8.00 | 10,000 | 11.10 | 5.0460 | 13.91% |
| 0.8g 85% リン酸 | 800.00 | 13.05% | 695.60 | 0.00 | 0.80 | 0.00 | 0.68 | 7.88 | 8.00 | 850 | 0.87 | 0.3942 | 13.91% |
| 2.32g 85% リン酸 | 800.00 | 13.05% | 695.60 | 0.00 | 2.32 | 0.00 | 1.97 | 7.65 | 8.00 | 2,463 | 2.52 | 1.1422 | 13.91% |
| 6.5g 85% リン酸 | 800.00 | 13.05% | 695.60 | 0.00 | 6.50 | 0.00 | 5.53 | 7.03 | 8.00 | 6,913 | 7.05 | 3.2062 | 13.91% |
| 0.8g 37% HCl | 800.00 | 13.05% | 695.60 | 0.00 | 0.00 | 0.80 | 0.30 | 7.46 | 7.96 | 375 | 1.03 | 0.3129 | 13.91% |
| 4g 37% HCl | 800 | 13.05% | 695.6 | 0 | 0 | 4 | 1.48 | 5.32 | 7.84 | 1850 | 5.18 | 1.5435 | 13.89% |
| 6.5g 37% HCl | 800 | 13.05% | 695.6 | 0 | 0 | 6.5 | 2.41 | 3.645 | 7.74 | 3006 | 8.54 | 2.5080 | 13.88% |

【 0 1 1 7 】

10

20

30

40

50

酸水溶液を 800 g 分の小麦種実に加える：

[乳酸、乾燥重量 (ppm または ($\mu\text{g} / \text{g}$ 小麦)) * 800 = 合計酸乾燥重量、
合計酸乾燥重量 / 乳酸分子量 = 酸モル数、

% 水 * 800 g 小麦 = 水合計量 (g) / 体積当量 (1 ml)、

水 (ml) / 1000 = 水合計量 (L)、

[酸濃度] = 酸モル数 / 水リットル数 = モル濃度 (M)、

[[加えた酸 (dwb)、種実百万 g 当たりの g] / 酸の分子量、 g)] = 種実 1 g 当たりの酸モル数、

種実 1 g 当たりの酸モル数 / 0.00221 lb / g = “ 酸 (1 lb 当たりのモル) * 1000 = “ 酸 (1001 lb 当たりのモル数)

【 0 1 1 8 】

(B 部 . 小麦の製粉)

この手順の目的は、A 部で記載したとおりにテンパリングした小麦種実から全粒粉を製造することであった。

【 0 1 1 9 】

(手順)

テンパリングした小麦サンプルを、2つの単位装置からなる Chopin Laboratory Mill CD1 (Chopin、フランス) で製粉した。第1の単位装置は、2つの歯付ロールからなるローラーミルであり、第2の単位装置は、縮小のための滑面練りロールであった。第1の単位装置の歯付ロールから、主要な3画分、すなわち、右側の収集受皿の粗穀粉セモリナ、左側の収集受皿の微砕穀粉、および粗ぶすまが得られる。セモリナは、縮小ロールで加工され、それから縮小余りかすと縮小穀粉の2つの画分が得られる。

【 0 1 2 0 】

表3に、穀粉抽出収率を示す。収率は、製粉された小麦を基準として算出した。穀粉収率は、この研究では、収率 = $100 \times [(\text{粗ぶすまおよび微細ぶすま重量} + \text{余りかす重量}) / \text{小麦重量}]$ として算出した。

【 0 1 2 1 】

【 表 3 】

表3 穀粉抽出収率

| 酸適用量 | 酸の量(酸乾燥重量/初期種実重量) | テンパリングした種実の水分 | 合計微砕穀粉抽出率(%) |
|---------------|-------------------|---------------|--------------|
| 対照 | 0ppm | 13.91% | 67.16 |
| 0.8g 85% 乳酸 | 850 ppm | 13.91% | 67.47 |
| 4g 85% 乳酸 | 4250 ppm | 13.91% | 68.01 |
| 8g 85% 乳酸 | 8500 ppm | 13.91% | 63.72 |
| 5.65g 85% 乳酸 | 6000 ppm | 13.91% | 68.39 |
| 9.41g 85% 乳酸 | 10000 ppm | 13.91% | 67.11 |
| | | | |
| 0.8g 85% リン酸 | 850 ppm | 13.91% | 67.42 |
| 2.32g 85% リン酸 | 2465 ppm | 13.91% | 67.37 |
| 6.5g 85% リン酸 | 6906 ppm | 13.91% | 67.98 |
| | | | |
| 0.8g 37% 塩酸 | 370 ppm | 13.91% | 67.16 |
| 4g 37% 塩酸 | 1850 ppm | 13.89% | 68.13 |
| 6.5g 37% 塩酸 | 3006 ppm | 13.88% | 67.99 |

【 0 1 2 2 】

(概要)

小麦種実を、異なる種類および量の酸を含有する水でテンパリングした。加える水分は、テンパリングした後の最終種実水分が、小麦の製粉に好ましい水分範囲であると考えられる14%になるように、初期小麦種実水分に従って調節した。テンパリング水に加える酸の量は、370ppmから10,000ppm(小麦の初期重量当たりの酸乾燥重量)の範囲が試験されるように調節した。すべての種類および量の酸処理について、正常な製粉挙動が観察された。穀粉抽出収率は、概して約67%から68%であり、すべての製粉画分を合わせて、ふすま、胚芽、および内胚乳の自然な割合を有する全粒粉とした。

【実施例2】

【0123】

(酸処理した種実からの粗粉碎ふすまの製造および全粒粉とする再配合)

この手順の目的は、酸処理した小麦の製粉から得られた粗ふすま画分および縮小余りかすの粒度を縮小することであった。第1の歯付ロールからの粗ふすまおよび縮小ロールからの粗余りかすを、密閉された広口瓶において液体窒素で凍結させ、次いで、Perten Laboratory Mill 3100(Perten、スウェーデン)(16,800rpmにセットしたハンマー回転速度、篩の目の開きは0.5mmである)によって粉碎した。粉碎後、粗粉碎材料を、残りの穀粉画分(微砕穀粉+縮小穀粉)と再配合して、全粒粉とした。全粒粉粒度分布をRoto Tapによって求めた。一様な機械的作用を使用して、正確な信頼できる結果を確実なものとするこの方法は、広範な種類の製品および原材料に適用できる。このシェーカーは、手篩で使用される、円を描き軽くたたく動きを再現する。この方法は、以下の変更および改造により、ASTA 10.0 Roto Tap Shaker法を適合させたものである。

【0124】

(装置)用いた装置:

1. 自動タイマーを備えたTyler Roto Tap電動試験篩シェーカー(Fisher Scientific)
2. U.S標準篩#20、#35、#40、#50、#60、#80、#100、底部分離受皿、およびカバー
3. 天秤、0.1gの精度
4. 網清掃用ブラシ
5. ケイ素粉末流動助剤(Sylloid#244、W.R.Grace&Co.)

【0125】

(手順)用いた手順:

1. 汚れがなく、十分に乾燥し、風袋を計った篩を使用する。
2. 指定の大きさのサンプルを正確に秤量(0.1g単位まで)して250mlまたは400mlピーカーに入れる。
3. 適切な篩および底部の受皿の風袋を個々に計る。
4. 最も粗い目を最上部とし、最も細かい目が最低部になるまで細かさが増す状態で、篩をシェーカーに積み重ねる。底部の受皿をその下に置く。
5. サンプルをピーカーから一番上の篩に定量的に移す。
6. 篩カバー、次いで円形のフレームであるシェーカープレート用最上部に載せ、タップアームを降ろす。
7. タイマーを5分間にセットする。
8. 振盪完了後、Roto Tapから篩を取り外し、各篩および受皿を個別に慎重に秤量する。

【0126】

(計算)用いた計算:

1. 1段篩を使用する。

【0127】

10

20

30

40

【数 1】

$$a. \text{ 篩上\%} = \frac{\left(\text{篩+材料の重量} \right) - \text{篩の重量}}{\text{サンプルの重量}} \times 100$$

【0128】

b. 篩通過% = 100 - 篩上%

2. 3段篩以上を使用する。

篩A (S_a)、粗目、上部篩B (S_b)、中目、中部篩C (S_c)、細目、底部など

10

【0129】

【数 2】

$$a. \text{ 篩上\%}_a = \frac{\left(S_a + \text{材料の重量} \right) - S_a \text{の重量}}{\text{サンプルの重量}} \times 100$$

$$b. \text{ 篩上\%}_b = \frac{\left(S_b + \text{材料の重量} \right) - S_b \text{の重量}}{\text{サンプルの重量}} \times 100$$

20

$$c. \text{ 篩上\%}_c = \frac{\left(S_c + \text{材料の重量} \right) - S_c \text{の重量}}{\text{サンプルの重量}} \times 100$$

【0130】

3. 上記の計算を行う前に、サンプルに加えたケイ素粉末流動助剤の量を、受皿における重量から差し引くべきである。

4. すべての網（プラス受皿）上のパーセンテージの合計は、100%に等しいか極めて近いはずである。

30

【0131】

全粒粉pHは、10%スラリー（9部の水に対して1部の穀粉）において、A-58905-66ハイパフォーマンスコンビネーションpH電極を備えたComing pHメーター360iを使用して測定した。灰分は、穀粉中の灰分測定についてのAOAC公定法923.03に従って定量する。穀粉水分は、AACCC法44-15Aに従って定量した。

【0132】

表4に、(1)水分、(2)pH、(3)灰分含有量、および(4)粒度分布の全粒粉特性を示す。

40

【0133】

【表 4】

表4. 全粒粉の特徴付け

| 酸適用量 | 酸の量(酸 乾燥重量/ 初期種実重 量) | 全粒粉pH | 全粒粉水分 | 灰分(14% 水分ベース) | 粒度分布 | | | | | | | | | | 合計 |
|------------------|-------------------------------|-------|-------|------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|-------|--|--|----|
| | | | | | #20メッシュ | #35メッシュ | #40メッシュ | #50メッシュ | #60メッシュ | #80メッシュ | #100メッシュ | 通過100 | | | |
| 対照 | 0ppm | 6.65 | 13.99 | 1.45 | 1 | 1.9 | 5.9 | 8.2 | 13.9 | 17.2 | 51.1 | 99.6 | | | |
| 0.8g 85% 乳酸 | 850 ppm | 6.3 | 13.75 | 1.44 | 1 | 2.1 | 5.6 | 7.6 | 17.9 | 16.7 | 48.8 | 99.9 | | | |
| 4g 85% 乳酸 | 4250 ppm | 5.24 | 13.7 | 1.44 | 1.1 | 1.9 | 5.5 | 6.4 | 15.2 | 16.1 | 51.7 | 99 | | | |
| 8g 85% 乳酸 | 8500 ppm | 4.65 | 13.85 | 1.44 | 0.5 | 1 | 5.1 | 8.9 | 12.8 | 18 | 53 | 99.6 | | | |
| 5.65g 85% 乳酸 | 6000 ppm | 4.95 | 13.76 | 1.45 | 1 | 1.8 | 5.8 | 6.8 | 10.4 | 17.7 | 55.6 | 99.3 | | | |
| 9.41g 85% 乳酸 | 10000 ppm | 4.54 | 13.55 | 1.42 | 1.4 | 2.1 | 5.6 | 7.3 | 13.7 | 16.4 | 53 | 99.8 | | | |
| 0.8g 85% リン酸 | 850 ppm | 6.16 | 13.9 | 1.51 | 0.4 | 0.6 | 4.6 | 9 | 18.6 | 18.4 | 47.9 | 99.9 | | | |
| 2.32g 85% リン酸 | 2465 ppm | 5.67 | 13.75 | 1.6 | 0.5 | 1.6 | 5.5 | 7.9 | 13.6 | 17.2 | 52.3 | 98.7 | | | |
| 6.5g 85% リン酸 | 6906 ppm | 4.64 | 13.85 | 1.92 | 0.6 | 1.2 | 4.8 | 7.7 | 9.9 | 17.1 | 58.2 | 99.7 | | | |
| 0.8g 37% 塩酸 | 370 ppm | 6.18 | 13.48 | 1.47 | 1.1 | 1.9 | 5.6 | 7.3 | 15.6 | 16.7 | 51.1 | 99.9 | | | |
| 4g 37% 塩酸 | 1850 ppm | 5.05 | 13.85 | 1.43 | 0.4 | 0.9 | 4.7 | 11.4 | 13.7 | 17.7 | 49.9 | 99 | | | |
| 6.5g 37% 塩酸 | 3006 ppm | 4.48 | 13.7 | 1.43 | 0.7 | 1.4 | 5.5 | 7 | 14 | 15.4 | 54.3 | 98.4 | | | |

抽出可能なリパーゼ活性を各穀粉について求めた。リパーゼ活性を求めるのに使用した方法は、以下のとおりである。

【0135】

(A. 装置)

1. Em442およびEx300nmのフィルターを備えたTD-700蛍光光度計 (Turner Design)
2. 分析用天秤 (± 0.0001)
3. ピペットマン、 $10\mu\text{l}$ 、 $50\mu\text{l}$ 、および $5000\mu\text{l}$ と、それぞれのチップ
4. 20mlのキャップ付きガラス製シンチレーションバイアル (VWR #66022-060) 10
5. 50mlの遠心管 (VWR #20170-170)
6. 冷却遠心機 (Beckman Allegra X15R)
7. 25mlおよび1000mlの栓付きメスフラスコ
8. 1500mlのビーカー
9. 攪拌棒
10. ボルテックスミキサー
11. 使い捨てキュベット、4.5ml (VWR #58017-875)
12. 使い捨てキュベット用のキャップ (VWR #24775-083)
13. 絶縁された氷受皿 (VWR #35751-046)
14. シェーカー/ロッカー (VWR #14003-580) 20
15. タイマー

【0136】

(B. 試薬)

1. 脱イオン水
2. ヘプタン酸4-メチルウンベリフェリル (4-MUH) (Sigma #M2514)
3. 2-メトキシエタノール (Fluka #64719)
4. トリズマ塩酸塩 (Sigma #T-5941)
5. 1N水酸化ナトリウム (Fisher #SS266)
6. 水 30

【0137】

(C. 溶液)

1. アッセイ緩衝液 (0.2M トリスHCl、 $\text{pH}7.4$)
 - ・ 31.52g のトリズマ塩酸塩 (B-5) を秤量して 1500ml のビーカー (A-8) に入れる。
 - ・ 約 900ml の脱イオン水を加え、攪拌棒を加え、溶解させる。
 - ・ 1N 水酸化ナトリウムで pH を 7.4 に調整する。
 - ・ 1000ml のメスフラスコ (A-7) に移し、脱イオン水でメスアップする。
2. 基質原液 (0.5% の4-MUH 2-メトキシエタノール溶液、 W/V)
 - ・ 0.0720g から 0.0725g のヘプタン酸4-メチルウンベリフェリル (B-2) を秤量して 20ml のバイアル (A-4) に入れる。
 - ・ バイアルに 15ml の2-メトキシエタノール (B-3) を加える。
 - ・ ボルテックス攪拌して粉末を溶解させる。
 - ・ 室温で貯蔵し、1週間後に廃棄する。
3. 基質希釈標準溶液 (0.03% の4-MUH (W/V) を 6% の2-メトキシエタノール (V/V) 水溶液に溶かした溶液)
 - ・ 基質原液 (C-2) から 1.5ml の一定分量を取り出し、ピペットで 25ml のメスフラスコ (A-7) に移す。
 - ・ 脱イオン水で希釈してメスアップする。
 - ・ 十分に混合する。 40

- ・試験毎に基質原液 (C - 2) から新鮮な基質希釈標準溶液を作製する。
 - 4 . 氷 / 水混合物 (氷浴)
 - 絶縁された受皿 (A - 1 3) に氷を入れ、約半分の体積の冷水を加える。
 - 5 . 穀粉サンプル溶液
 - ・アッセイ緩衝液 (C - 1) を氷浴 (C - 4) で予め冷やす。
 - ・ 0 . 1 g のサンプル (0 . 1 0 0 0 g にできるだけ近く) を秤量して 5 0 m l の遠心管 (A - 5) に入れる。
 - ・チルドしたアッセイ緩衝液 (C - 1) 2 0 m l を加える。
 - ・ボルテックス攪拌して溶解させる。
 - ・管を氷浴に水平に入れ、シェーカー (A - 1 4) (# 2 スピード設定、 1 6 ストローク / 分) において 3 0 分間ゆっくりと揺らす。
 - ・サンプルを 5 で 1 0 分間、 4 7 5 0 r p m で遠心分離する (A - 6) 。
 - ・上清をアッセイに使用する。
- 【 0 1 3 8 】
- (D . 蛍光光度計の校正)
- (Calibration , Multi - Optional , Raw Fluorescence Procedure について T D - 7 0 0 操作マニュアルを参照されたい)
- ・蛍光光度計をオンにする (Home 画面が現れるまで待つ)
 - ・「 HOME 」画面から < ENT > を押して Setup & Cal を呼び出す。
 - ・校正の # 2 を選択する。
 - ・ 3 0 0 0 μ l のアッセイ緩衝液 (C - 1 、室温) を含有するキュベットをサンプルチャンバーに入れる。
 - ・ < ENT > を押す。
 - ・ Set Sample = 1 0 0 について OK の # 1 を押す (デフォルト設定の 1 0 0 、 Sensitivity Factor が確立されるまで待つ、読みは約 1 0 0 になるはずである) 。
 - ・ < ENT > を押す。
 - ・ No Subtract Blank の # 9 を押す (Home 画面に戻る)
- 【 0 1 3 9 】
- (E . サンプル試験)
- ・キュベット (A - 1 1) に適切なサンプル ID で予め名前をつける。
 - ・計器 (D - 3) の校正にblankとして以前に使用したキュベットに、 1 0 μ l の基質希釈標準溶液 (C - 3) を加える。
 - ・キャップ (A - 1 2) をし、 5 回反転させて混合する。
 - ・蛍光光度計 (A - 1) のサンプル区画にキュベットを入れる。 ・ 蛍光光度計のふたを閉じた直後にタイマーをスタートさせ、 0 . 5 、 1 、 2 、 3 、 4 、 および 5 分の時点で読み取られる蛍光強度 (F I) を記録する。
 - ・蛍光光度計のサンプル区画からキュベットを取り出す。
 - ・ 2 9 5 0 μ l のアッセイ緩衝液 (C - 1 、室温) を、予め名前をつけたサンプルキュベット (E - 1) にピペットで移す。
 - ・最初の抽出穀粉サンプル (C - 5) の上清溶液 5 0 μ l をピペットで移す。
 - ・ 1 0 μ l の基質希釈標準溶液 (C - 3) を加える。
 - ・後続のすべてのサンプルについて、直ちにステップ E - 3 から E - 6 を繰り返す。
- 【 0 1 4 0 】
- (F . 計算)
- ・各サンプルについて、反応曲線として F I 値をインキュベーション時間に対してプロットする。
 - ・反応曲線について Excel スプレッドシートの最小回帰を使用して傾き (F I / 分) を求める。
 - ・以下のように F I / 分をサンプル重量によって 0 . 1 0 0 0 g に正規化する。

- ・正規化 $FI / 分 = 傾き \times (0.1000 \text{ g} / \text{サンプル重量 g})$
- ・リパーゼ活性を $FI / 分 / 1 \text{ g}$ として報告する。

【0141】

種々の全粒粉についての抽出可能なリパーゼ活性を図3に示す。

【0142】

(概要および結論)

麦種実を、酸を含有する水でテンパリングした後、製粉し、再配合して全粒小麦粉とすることにより、未処理の対照よりpHの低い全粒粉が製造された。すべての小麦が正常な製粉成果を示した。粗画分は、粉碎してから再配合して全粒粉とした。最終穀粉の粒度分布は、試験変動要素間で似通っており、穀粉重量の約15%が $> 250 \mu\text{m}$ であり、約50%から60%が $< 150 \text{ nm}$ であった。灰分含有量は、ふすま材料の量を示唆するものである。穀粉製粉における灰分測定の使用は、ふすま、糊粉、および胚芽では、内胚乳より灰分(ミネラル)の濃度が高いことに基づく。灰分含有量は、広く使用されている、精白穀粉純度の指数であり、製粉工程の際の種実成分の機械的分離を測定する手段となる。この場合では、灰分は、ふすま、胚芽、および内胚乳の自然な割合を有する全粒粉を製造するために、粗粉碎画分が、穀粉内胚乳と完全に再現可能に再配合されていることの指標として使用する。最終穀粉のpHは、全種実のテンパリングに使用した酸の量および種類に応じて変わった。全粒粉における抽出可能なリパーゼ活性は、調査した範囲($\text{pH} = 6.6$ (未処理対照)から下へ $\text{pH} = 4.5$ まで)のpHに応じて低下した。

【実施例3】

【0143】

(全粒粉安定性に対する酸テンパリングの効果)

この実施例の目的は、貯蔵中の全粒粉の安定性に対する酸テンパリングの効果を試験することであった。密閉したガラス製広口瓶において 92°F の加速貯蔵条件下で30日間穀粉を貯蔵した後、生成した遊離脂肪酸の量を測定した。全粒粉は、実施例1および2に記載の工程に従って調製した。試験した穀粉は、以下のものであった。(1)未処理の軟質赤穀粉(対照)、(2)乳酸で処理して $\text{pH} 6.30$ とした軟質赤穀粉、(3)乳酸で処理して $\text{pH} 5.24$ とした軟質赤穀粉、(4)乳酸で処理して $\text{pH} 4.95$ とした軟質赤穀粉、(5)乳酸で処理して $\text{pH} 4.65$ とした軟質赤穀粉、(6)乳酸で処理して $\text{pH} 4.54$ とした軟質赤穀粉、(7)リン酸で処理して $\text{pH} 6.16$ とした軟質赤穀粉、(8)リン酸で処理して $\text{pH} 5.67$ とした軟質赤穀粉、(9)リン酸で処理して $\text{pH} 4.64$ とした軟質赤穀粉、(10)塩酸で処理して $\text{pH} 6.18$ とした軟質赤穀粉、(11)塩酸で処理して $\text{pH} 5.07$ とした軟質赤穀粉、(12)塩酸で処理して $\text{pH} 4.48$ とした軟質赤穀粉。結果を、未処理の対照穀粉中に生成した遊離脂肪酸の量と比較した。全粒粉は、穀粉を製粉して得られた自然な割合のふすま成分と内胚乳で製造した。全粒粉灰分含有量を使用して、組成を確認した。

【0144】

全粒粉(新鮮な穀粉および30日間熟成させた穀粉)の遊離脂肪酸含有量は、以下の方法に従って求めた。

【0145】

穀粉の遊離脂肪酸含有量は、非特許文献2に記載の方法を適合させた。遊離脂肪酸を含有する脂質抽出物は、食物から、酸性化有機溶媒での抽出によって得られる。無水脂質抽出物を弱アニオン交換SPEカートリッジに通して、同時抽出された材料、特に中性グリセリドから遊離脂肪酸を単離する。

【0146】

手順は以下のとおりである。

(装置)

a. 電子圧力制御(EPC)および水素炎イオン化検出器(FID)を備えた、内径 0.53 mm カラムへのキャピラリーオンカラム注入に適合したガスクロマトグラフ(GC) [例: HP 5890 シリーズII]

b. GCと適合可能なオートサンプラー [例: HP 7673]
 c. クロマトグラフィーデータを収集し、統計値を計算し、結果を表にまとめることのできるソフトウェアシステム

d. 0.0001gの測定能力、150gの許容重量を有する分析用天秤

e. 温度制御を備えた3000rpm(2050rcf)が可能な遠心機(取捨選択可能)

f. サンプルを2500rpmでホモジナイズすることのできるPolytron [例: Brinkmann Instruments, Polytron Kinematica AG Model PT 1300D]

g. ボルテックスミキサー

h. 不活性なプラスチック成分を含む溶媒分散剤 [例: Brinkmann - 2 (1~5mL)容量 Cat # 2222010 - 1および1 (5~25mL)容量 Cat # 2222030 - 6]

i. オートサンプラーバイアル用のクリンパー

【0147】

(補給材料)

1. カラム: Stabilwax DA 0.25μ, 0.53mm x 15m [Restek Corp. # 11022]

2. SPEカートリッジ: Bond elute NH₂, 3cc, 500mg、ステンレス鋼フリット付き [Varian Part # 1212 - 4038]

3. テフロン(登録商標)ライナー付きねじ込みキャップを備えたガラス製遠心試験管、サイズ: 16 x 125mm

4. テフロン(登録商標)ライナー付きねじ込みキャップを備えたCorexガラス製遠心管、45mL [例: COREX II No. 8422 - A]

5. Whatman濾紙 # 1、直径125mm

6. Pyrex(登録商標)ブランドの濾過漏斗、短足型

7. 使い捨て培養管、ホウケイ酸ガラス16 x 150mm [例: VWR Cat # 47729 - 580]

8. テフロン(登録商標)ライナー付きねじ込みキャップを備えたガラス製バイアル、4mL [例: Kimble Cat # 60940A4]

9. テフロン(登録商標)ライナー付きキャップを備えたオートサンプラーバイアル、ホウケイ酸ガラス、クリンプトップ

10. テフロン(登録商標)ライナー付きねじ込みキャップを備えた琥珀色のホウケイ酸ボトル、100mL

11. テフロン(登録商標)ライナー付きねじ込みキャップを備えた透明なホウケイ酸ボトル、250mL

12. メスシリンダー: 250mL、100mL

13. メスフラスコ: 250mL、100mL

14. ガラス製計量ピペット クラスA 5、2、1mL、および目盛り付き10、5mL

15. 使い捨てパストゥールピペット: 5 3/4および9インチ

16. マイクロスパチュラ、スパチュラ、およびポリプロピレン製サンプル移送管

【0148】

(試薬/溶液)

試薬および標準液

1. エタノール - 200プルーフ、無水、99.5%+、アンバーガラス器で貯蔵されたもの [Aldrich # 45, 983 - 6または同等物]

2. ヘキサン - GCグレード [B&J # 216 - 4または同等物]

3. イソプロパノール - GCグレード [B&J # 323 - 4または同等物]

4. メチル - tert - ブチルエーテル (MTBE) - GCグレード [B&J # 2

10

20

30

40

50

42 - 4 または同等物]

5. 塩化メチレン - GCグレード [B & J # 299 - 4 または同等物]

6. 酢酸 - プロピオン酸レベルについてモニターされる純度 [Aldrich # 32, 009 - 9 または同等物]

7. 硫酸 - ACS試薬、95.0 ~ 98.0% [Fisher Reagent ACS # A800 - 500 または同等物]

8. 水 タイプ1 [Fisher HPLC # W5 - 4 または同等物]

9. 珪藻土 [Leco part # 502 - 327 または同等物]

10. 標準液 純度 > 99.0% 3:0、4:0、6:0、8:0、9:0、10:0、11:0、12:0、13:0、14:0、16:0、18:0 [例: 3:0 Aldrich # 24, 035 - 4、4:0 Aldrich # B10, 350 - 0、6:0 Aldrich # 15, 374 - 5、8:0 Aldrich # 0 - 390 - 7、9:0 Sigma # N - 5502、10:0 Aldrich # 15, 376 - 1、11:0 Sigma # U - 5503、12:0 Aldrich # 15, 378 - 8、13:0 Sigma # T - 0502、14:0 Aldrich # 15 - 379 - 6、16:0 Nu - Check - Prep, inc. > 99%、18:0 Nu - Check - Prep, Inc. > 99%]

【0149】

(調製すべき溶液)

1. 2.5 M 硫酸: 7 mL の濃硫酸をタイプ1の水で希釈して体積を50 mL とする。 20

2. 1:1 (v/v) の MTBE:ヘキサン

3. 2:1 (v/v) の塩化メチレン:2-プロパノール

4. 2% 酢酸 MTBE 溶液: 5 mL の濃酢酸を MTBE で希釈して体積を250 mL とする。

5. 1:1 (v/v) のヘキサン:2-プロパノール、作業の合間のシリンジ用すすぎ溶媒

6. 標準液 (標準調製法 添付書類 13.1 を参照されたい)

a. 内部標準: 11:0、代用標準: 9:0 および 13:0

b. マトリックススパイク (MS) 標準エタノール作業溶液: 約 50 µg/mL の MS。このレベルは、低レベルから中レベルの定量に適切となり得る。一般に、FFAレベルは、所与のマトリックス内で甚だしく変動する。したがって、個々の FFA につき様々な量のスパイク溶液がマトリックス毎に必要な場合もある。 30

c. ヘキサン中の校正標準液により、線形範囲を確立する: オンカラム範囲 1 ~ 200 µg/g (ppm)、遊離脂肪酸標準: 3:0、4:0、6:0、8:0、9:0 代理標準 10:0、11:0 内部標準 12:0、13:0 代理標準 14:0、16:0、および 18:0。補足説明: 18:1 および 18:2 の計算は、18:0 の反応率に基づく。

d. 継続校正標準液は、2% 酢酸 MTBE 溶液中に調製し、最終溶離溶液: 2% 酢酸 / MTBE 中に調製した約 50 µg/mL の校正標準液 # 3 を目下使用して、サンプルをひとまとめに扱う。 40

チェックサンプル、ブランク、デュプリケート、およびマトリックススパイク

新しいロットの SPE カートリッジを使用する前に、中レベル標準液を用いて適切な溶離画分を決定しなければならない。各回分のサンプルでブランクを調製する。回分内で、各調査は2通りを1組含む。マトリックススパイクは、すべての新しいマトリックスについて、また均質性が問題である場合に実施する。初期校正検証 (ICV) を準備して、校正標準液が正しく調製されているか検証すべきである。現在、この分析に適するチェックサンプルは存在しない。

【0150】

(サンプル調製および貯蔵)

a. 初期サンプル貯蔵: 個々のサンプルにつき指定されたとおりの冷凍、冷蔵、または 50

室温

b. 活性リパーゼを含むサンプルには、酵素不活性化などの特別な取り扱いが必要となる場合もある。

c. サンプリング：室温、よく混合 - 均質

d. サンプル抽出物：よく換気されたフードまたは爆発防止冷蔵庫において、しっかりと密閉された、ねじ式キャップのテフロン（登録商標）ライナー付きバイアルに入れて貯蔵された溶液。

e. サンプル単離物：最終溶出液は、酸と有機溶媒の混合物である。サンプル単離物は、いかなる塩基からも離れた、認可された易燃性物質貯蔵域で貯蔵すべきである。

【0151】

(サンプルクリーンアップ)

サンプル抽出の手順：固体および液体マトリックス

45 mL のガラス製遠心試験管に、次の順に加える。

| | | |
|------|--------------|--------------------|
| サンプル | 1.0 ~ 1.05 g | ± 0.0001 g までの表示重量 |
|------|--------------|--------------------|

| | | |
|----------|--------|------|
| 作業内部標準溶液 | 1.0 mL | ピペット |
|----------|--------|------|

| | | |
|-------|--------|------|
| エタノール | 1.0 mL | ピペット |
|-------|--------|------|

| | | |
|--------------------------------------|--------|------|
| 2.5 M H ₂ SO ₄ | 0.3 mL | ピペット |
|--------------------------------------|--------|------|

ボルテックス攪拌して、均質な混合物とする。

| | | |
|------------------|-------------|--|
| 珪藻土 ¹ | 4.5 ± 0.1 g | |
|------------------|-------------|--|

を加える。

十分にボルテックス攪拌する。

少なくとも10分で平衡にさせる²。

1:1 (v/v) のMTBE:ヘキサン 15.0 mL 溶媒ディスペンサー

を加える。

¹ 水分の非常に少ないサンプル（例 - 穀粉）の場合では、珪藻土は、溶媒を多量に吸収し過ぎる。そのような場合では、3.5 g が勧められる。

² サンプルと珪藻土の相互作用のための最小時間は、5分である。珪藻土は水を吸収する。サンプルに水分が存在すると、再現性のない結果になることもある。3:0および4:0は、容易に水層に分配される。最小時間として10分を設定しておく。これにより安全域が設けられて、相互作用を完了させることが可能になる。

【0152】

(抽出工程)：

Polytron：設定24,000 rpm、時間：マトリックスの固さに応じて25~45秒。注意：手袋をはめる。Polytronチップを温水ですすぎ、タオルで乾かした後、チップを再び2-プロパノールですすぎ、タオルで乾かす。Kimwipesまたは使い捨てペーパータオルを使用することができる。Polytronプローブを、さらにすすぐ必要があることもある。考えられる一部の懸案事項として、高い脂肪含有量、高いFFA含有量、および活性リパーゼが挙げられる。サンプルより前の最終すすぎは、2-プロパノールでなければならない。11,4の注記を参照されたい。次に、サンプルをボルテックス攪拌し、遠心管の中身全部をWhatman #1紙で濾過する。濾液を16×125 mmのガラス製ねじ式キャップ試験管に集める。別の選択肢：上清体積を最大にするために、3000 rpmで30分管遠心分離する。この選択肢を選ぶ場合、溶媒揮発性に関する注意を考慮しなければならない。上清を16×125 mmのガラス製ねじ式キャップ試験管に移す。

【0153】

(遊離脂肪酸の単離)

SPEカートリッジを3 Lのヘキサンで慣らす。この場合では溶媒ディスペンサーが適当である。特に、この時点でサンプル抽出物をすぐに移せない場合、このステップにおいて、有害な影響なしに追加の溶媒を加えることができる。追加のヘキサンにより、カート

10

20

30

40

50

リッジが乾ききるのが防止される。SPEカートリッジの筒をサンプル抽出物で満たす。この移送はパストールピペットで十分である。SPEに載せた抽出物の体積は、約3 mLである。乾燥させずに完全に排出させる。2 mLの塩化メチレン：2-プロパノール溶液で2回洗浄して、中性グリセリドを除去する。溶媒ディスペンサーが推奨される。完全に排出させる。2%酢酸-MTBE 2.5 mLをピペットで移す。溶出液を廃棄する。SPEカートリッジをサンプル収集バイアルに移す。2回目の2%酢酸-MTBE 2.5 mLをピペットで移す。FFAを含有する溶出液を4 mLのバイアルに直接集める。十分に混合する。

遊離脂肪酸の溶離体積は、SPEカートリッジの新しい各ロットについて検証しなければならない。1 mLの中レベル作業標準液（校正#3、ヘキサン中）を慣らしたカートリッジに適用し、次いで以下のとおりに溶離を行う。

| | | | |
|-----|----------|-----------------|----|
| 画分1 | 2 x 2 mL | 塩化メチレン：2-プロパノール | 廃棄 |
| 画分2 | 1.5 mL | 2%酢酸MTBE溶液 | 廃棄 |
| 画分3 | 1.0 mL | 2%酢酸MTBE溶液 | 収集 |
| 画分4 | 1.5 mL | 2%酢酸MTBE溶液 | 収集 |
| 画分5 | 1.0 mL | 2%酢酸MTBE溶液 | 収集 |
| 画分6 | 1.0 mL | 2%酢酸MTBE溶液 | 収集 |

画分3から6を分析して、すべての遊離脂肪酸の溶離に必要な溶液の最適体積を求める。

適切な画分が決まったなら、スクリーン工程を使用して、次の新しいロットのSPEカートリッジを有効にすることができる。ブランク抽出物は、新旧のロットのカートリッジに分けることができる。単離物のGC分析が相関すれば、それ以上の措置は必要でない。そうでなければ、前述のステップに従って適正な画分を最適化しなければならない。

【0154】

(計器の設定)

計器：オンカラム注入が可能なGC、0.53 mmカラム、EPC、オートサンプラー
カラム：Stabilwax DA：0.25 ミクロン、0.53 mm x 15 m

キャリアガス：10.0 mL/分の水素一定流量、またはEPCを60 で2.0 psiに設定

温度プログラム：60 で0.5分保持、50°/分で100 まで、10°/分で250 まで、1分保持

注入温度：オープントラックモード差3

注入体積：1 µL

検出器：水素炎イオン化検出器、260 、範囲0

【0155】

(分析)

初期分析：

まず、計器ブランク分析、すなわち2%酢酸MTBE溶液で、異物を含まない系であることが実証されなければならない。次に、標準溶液(1 ppm)で、各化合物について許容される検出が示されるはずである。3番目に、5 ppmから200 ppmの5点校正を準備して、定量化のための許容される操作範囲を確立すべきである。

計算は、平均反応率または線形回帰に基づくものでよい。反応率の計算を選ぶ場合、相対標準偏差(RSD)が、各化合物について平均の20%以内でなければならない。あるいは、線形回帰係数(R^2)法では、問題の各化合物に0.999の値が求められる。この校正は、二次的な標準供給源から準備されたICVによって検証すべきである。ICVにおいて、すべての化合物が、目下の校正の±5%以内となるべきである。

【0156】

(継続的な分析)：

各起動時に、計器ブランクおよび中レベル標準を、サンプルより前に分析するものとする。ブランクにより、異物の存在がないことが実証されなければならない。中レベル標準

10

20

30

40

50

は、目下の校正に基づき、期待値の10%以内でなければならない。15のサンプルのどれもが、中レベル標準でひとまとめに扱われなければならない。中レベル標準が10%の限界を超える場合、修正措置を講じなければならず、その標準より前のすべてのサンプルを分析し直さなければならない。18:0ピーク形状を使用して、入口の状況をモニターすることができる。ステアリン酸ピーク形状の降下～先細りは、カラムの前端への付着を示すものである。ステアリン酸の実際の消失は、注入ポートの漏れまたは汚染を示すものである。修正措置については、添付書類13.2で論述する。

【0157】

(評価、計算および結果の表示)

評価および計算

10

すべてのクロマトグラムをピーク形状に対して評価する。不完全なピーク形状は、操作設定の問題を表している。この問題は、さらなる分析を行う前に対処しておかなければならない。GCインレットおよびカラムガイドラインについては、添付書類13.2を参照されたい。さらに保持時間について標準液を評価する。個々のFFAに対して許容される保持時間窓は、現在の校正標準液の ± 0.02 分である。さらに、サンプルFFAレベルは確立された校正限界内にあるべきである。いずれかの成分が校正上限量を上回る場合、そのサンプルを適当に希釈し、再分析しなければならない。

この方法は、内部標準定量法をベースとする。5点校正曲線は、5から200ppmの範囲である。5つの反応率が平均される。次いでこの平均反応率を使用して不明FFAを計算する。各化合物は、それ自体の反応率を有する。

20

【0158】

(反応率の計算):

$$\text{反応率 (RF)} : RF_x = (A_x C_{i_s}) / (A_{i_s} C_x)$$

$$\text{平均反応率 (RF}_{avg}) : RF_{x_{avg}} = (RF_{x_1} + RF_{x_2} + RF_{x_3} + RF_{x_4} + RF_{x_5}) / 5$$

(式中、 RF_x = 化合物Xの反応率; A_x = 化合物Xのピーク領域; C_{i_s} = 加えた内部標準の合計 (μg); A_{i_s} = 内部標準のピーク領域; C_x = 化合物Xの合計 (μg); $RF_{x_{avg}}$ = 5点校正から導かれる化合物Xに対する平均反応率である)

【0159】

(不明濃度の計算):

$$\text{不明サンプル濃度 (}\mu\text{g/g)} = (x * C_{i_s}) / (A_{i_s} * RF_{x_{avg}} * W)$$

(式中、 W = サンプルの重量 (単位: g) である)

30

【0160】

(結果の表示)

結果は、最も近い自然数に四捨五入され、ppm、 $\mu\text{g/g}$ または mg/Kg で報告される。サンプルデータ作成以前に、実験室は、検出および実用的な定量限界を確立しなければならない。最も低い校正点を下回る結果はどれも、その値より下、 $< 5\text{ ppm}$ であると報告される。

【0161】

アミン相に保持されたFFAは、メチル-tert-ブチルエーテル(MTBE)中の2%酢酸と共に溶出される。抽出物は、キャピラリーカラム、Stabilwax上でクロマトグラフィーにかける。化合物は、炎イオン化(FID)で検出する。偶数の脂肪酸、4:0から18:0の量(3:0を含む)を、内部標準定量法を使用して求める。11:0、18:1および18:2の計算は、18:0標準液をベースとする。穀粉内に見出されたテトラデカン酸(14:0)、ヘキサデカン酸(16:0)、オクタデカン酸(18:0)、オクタデセン酸(18:1)およびオクタデカジエン酸(18:2)の量を一緒に加えたものが、表1に示されている、穀粉の総遊離脂肪酸含有量を構成する。

40

【0162】

表5は、92°Fで30日間貯蔵後に全粒粉中に生成された総遊離脂肪酸の結果を含有する。示されているのは、(1)酸タイプ(2)酸の量(3)テンパリング水中の酸モル

50

濃度 (4) 種実 1 0 0 重量当たりの酸モル数 (5) 初期 pH (6) 最終 pH (7) 穀粉中の遊離脂肪酸濃度 (8) 対照穀粉と比較した場合の遊離脂肪酸の減量 (%) である。

【 0 1 6 3 】

【 表 5 】

表5. 熟成した全粒粉のpHおよびFFA含有量

| 酸適用 量 | 酸の量 (酸乾燥 重量/初 期種実 重量) p pm | [酸濃度] (M) | 酸(モル /100lb の種実) | 初期pH | 56日後 のpH, 9 2F | pHの降 下 | 第30日 目のFPA 濃度 (pp m) | 阻害 (%) |
|-----------------------|---|---------------|------------------------|------|----------------------|-----------|-------------------------------|--------|
| 対照 | 0 | 0 | 0 | 6.65 | 5.99 | 0.66 | 3757 | — |
| 0.8g 85 % 乳酸 | 850 | 0.94 | 0.4289 | 6.3 | 5.91 | 0.39 | 3385 | 9.9 |
| 4g 85% 乳酸 | 4250 | 4.72 | 2.1446 | 5.24 | 5.16 | 0.08 | 2406 | 35.96 |
| 8g 85% 乳酸 | 8500 | 9.44 | 4.2891 | 4.65 | 4.59 | 0.06 | 1655 | 55.95 |
| 5.65g 8 5% 乳酸 | 6000 | 6.7 | 3.0276 | 4.95 | 4.87 | 0.08 | 2112 | 43.78 |
| 9.41g 8 5% 乳酸 | 10000 | 11.1 | 5.0460 | 4.54 | 4.45 | 0.09 | 1382 | 63.22 |
| 0.8g 85 % リン 酸 | 850 | 0.87 | 0.3942 | 6.16 | 5.82 | 0.34 | 3062 | 18.5 |
| 2.32g 8 5% リン 酸 | 2465 | 2.52 | 1.1433 | 5.67 | 5.39 | 0.28 | 2386 | 36.49 |
| 6.5g 85 % リン 酸 | 6906 | 7.05 | 3.2032 | 4.64 | 4.66 | -0.02 | 1592 | 57.63 |
| 0.8g 37 % 塩酸 | 370 | 1.03 | 0.3087 | 6.18 | 5.77 | 0.41 | 2593 | 30.98 |
| 4g 37% 塩酸 | 1850 | 5.18 | 1.5435 | 5.07 | 4.93 | 0.14 | 1147 | 69.47 |
| 6.5g 37 % 塩酸 | 3006 | 8.54 | 2.5080 | 4.48 | 4.42 | 0.06 | 746 | 80.14 |

【 0 1 6 4 】

図 4 は、初期穀粉 pH の関数としての、92 ° F で 30 日後に生成した総遊離脂肪酸のプロットを示す。pH に加えて、穀粉中に生成した遊離脂肪酸の抑制についての酸濃度の影響が図 5 に示されている。

【 0 1 6 5 】

(概要)

酸性化を介した安定化は、全粒粉中に生成した遊離脂肪酸の量を減少させた。30 日後の遊離脂肪酸レベルは、未処理の対照において 3757 ppm であった。約 pH = 4.5

10

20

30

40

50

での穀粉脂肪酸生成は、乳酸処理では1382ppmに減少し、リン酸処理では1592ppmに減少し、塩酸処理では746ppmに減少した。酸濃度は、穀粉中に生成した遊離脂肪酸の減少にも関連している。

【0166】

56日の貯蔵期間にわたり穀粉pHがわずかに下向きになる傾向が観察された。この変化は、おそらく穀粉中に生成されたより多くの酸性脂肪酸によるもので、未処理の対照穀粉において際立っていた。生成した遊離脂肪酸の全減少は、pHに応じて、10%の減少から80%の減少までの範囲であった。リポキシゲナーゼ酵素の重要な基質である遊離脂肪酸のこの減少は、穀粉中の酸化脂肪の量を、香り/風味の閾値である約3,000ppm(または総脂質含有量の10%)未満に大幅に減少させ、したがって貯蔵寿命を大幅に

10

【実施例4】

【0167】

(乳酸で安定化した全粒粉の焙焼機能)

この実施例では、本発明に従って酸で安定化した全粒粉の焙焼機能を未処理の全粒粉の焙焼機能と比較した。ふすまと胚芽と内胚乳との自然の割合で作られた全粒粉が、焙焼に使用された試験用配合と共に表6に列挙されている。実施例2に記載されているRotap法を使用して全粒粉の粒度分布を測定した。前の実施例に記載されている方法に従って、穀粉水分、灰分、容水量、炭酸塩水保持容量およびリパーゼ活性も測定した。全粒粉の焙焼機能性を評価するために使用したクッキー試験焙焼方法は、AACCC10-53Cookie Test Bakingであった。

20

【0168】

溶媒保持容量(SRC)は、特定の穀粉成分、たとえば損傷したデンプン量などの機能をモニターするための実用的な試験としての役目を果たす。使用されたSRCアッセイ法は、以下の手順に従って、AACCC方法56-10を適応し、これを修正した:

【0169】

(材料):

- 50ml遠心管+キャップ
- 5重量%の炭酸ナトリウム溶媒
- 遠心分離(IEC, Centra GP8、269ローター、2130rpm)

30

【0170】

(手順):

1. 50ml遠心管+キャップを秤量する(特別な管に対してはO-リングシールの重量)
2. 秤量し、5.00gのふすま-胚芽混合物を各管に加える(混合物の含水量を求める)
3. 25gの溶媒(予め秤量した溶媒アリコート)を各管に加える
4. 20分間水和させ、5分毎に振盪する(5、10、15、20)
5. 1000xgで15分間遠心分離する
6. 上清をデカントし、45°の角度で5分間、90°の角度で5分間排水する。
7. キャップを戻し、ペレットを秤量する
8. 計算する:

40

【0171】

【数3】

$$SRC\% = \left[\frac{\left[\frac{(\text{管、ストッパー、ゲル})\text{重量} - \text{管、ストッパー}}{\text{穀粉重量}} \right] \cdot 1}{100 - \text{穀粉水分}} \right] \times 100$$

50

【0172】

(方法) :

【0173】

原材料の機能性評価ならびに官能分析および機械的テクスチャー分析(TAXT2テクスチャーアナライザーの3点曲げまたは穿刺試験による機械的テクスチャー分析)の間の予測的相互関係の評価のために、AACCC 10-53クッキー試験焙焼方法をNabisco Biscuit Companyで設計した。USDA Soft Wheat Quality Lab(Wooster Ohio)により確認されたように、この試験は、AACCC 10-52 Sugar-Snap Cookie Test Baking法を改善したものである。AACCC 10-53試験は、1992年のSoft Wheat Quality Committeeによる共同試験後、American Association of Cereal Chemistsの正式な方法として採用された。この試験に使用された設備、クッキードウ組成物、混合手順、焙焼手順、測定手順などは以下の通りである :

10

【0174】

(設備)

用いた設備は :

湿度計、穀粉水分測定のための使い捨てサンプルパン、サーモカップルを備えたデジタル温度計(オメガモデル872A)、3-クオートのミキシングボウルおよび攪を備えたC-100 Hobart Mixer、ナショナルテストベーキングオープン、アルミニウムクッキーシート-幅26cm×長さ30cm、2つのゲージ棒、幅12mm×長さ30cm×高さ7mm付きクッキーカッター(60mm内径)、スリーブ付めん棒(スリーブのラインがめん棒全体に走っている)、へら、茶色の吸収紙、アルミ箔、プラスチックピーカー、TAXT2テクスチャーアナライザー**ドレオロジーについての取捨選択可能な試験** - 特別寸法のパン10cm、長さ10.5cm、高さ3.2cm、を含む。

20

【0175】

4個の試験用クッキーを作るための標準調合AACCC 10-53 Single Batchは、以下の通り :

30

【0176】

(段階-1)

脱脂粉乳の粉末 2.25g

塩 2.81g

炭酸水素ナトリウム 2.25g

植物性ショートニング(Sans Trans 39、Cargill) 90.00g

【0177】

(段階-2)

炭酸水素アンモニウム 1.13g

高フルクトースコーンシロップ; 42%フルクトース、71%固体 3.38g

水* 49.50g

40

【0178】

(段階-3)

穀粉(水分13%) 225.00g

【0179】

各焙焼日には穀粉含水量を測定する; 含水量13%からの偏差に対する補正のために穀粉および水のレベルを調整する

・穀粉含水量を記録し、方程式にFMとして挿入して、1バッチ当たりの実際の穀粉重量を計算する

50

【 0 1 8 0 】

【 数 4 】

$$\# \quad \text{実際の穀粉重量 (g)} = \frac{87}{(100 - FM)} * 225 \text{ g}$$

【 0 1 8 1 】

・ 1 バッチ当たりの実際の穀粉重量を記録し、方程式に A F W として挿入して、1 バッチ当たりに加えた実際の水量を計算する

10

$$\cdot \cdot \text{実際に加えた水 (g)} = 49.5 \text{ g} + 225 - A F W * 225 \text{ g}$$

【 0 1 8 2 】

(一般的混合手順)

使用した一般的混合手順 :

段階 - 1 : 乾燥原材料をブレンドする (脱脂粉乳、塩、炭酸水素塩、糖)

脂肪を加える

H o b a r t 攪拌機内で低速で3分間混合する ; 1分間混合するたびに、櫛およびボウル側面のかき取りを行う。

段階 - 2 : 炭酸水素アンモニウムを水中に溶解する ; 高フルクトースコーンシロップを加える

20

全溶液を段階 - 1 に加える ;

低速で1分間混合し、30秒混合するたびにボウルおよび櫛のかき取りを行う。

中間速度で2分間混合し、30秒混合するたびにボウルおよび櫛のかき取りを行う。

段階 - 3 : 穀粉を加える、液体混合物に3回量み込む ; 低速で2分間混合し、30秒混合するたびに櫛およびボウルのかき取りを行う。

【 0 1 8 3 】

焙焼時間の測定

使用した焙焼測定は以下の通りである :

焙焼時間とは、400 F ° での調合品の焙焼中、13.85%の減量を生じるのに必要な時間として定義される。

30

焙焼時間を測定するには :

【 0 1 8 4 】

調合品を400 F ° で10、11、12、13分間、および一部の全粒粉については16分間まで焙焼し、1分間の間隔をあけて焙焼シート+クッキーの重さを量る。

焙焼中の減量 (%) と焙焼時間 (分) とを対比したものをプロットする

13.58%の減量を実現するために必要な焙焼時間を補間する

【 0 1 8 5 】

(焙焼仕様)

使用した焙焼仕様は以下の通りである :

オーブンを400 F ° (202) に予熱する

40

冷たいクッキーシートの重量を記録する

標準焙焼時間の間オーブン内にクッキーシートを置く ; 高温のシートの重量を記録するクッキーの試験焙焼のための4つのドウブランクの調製のための手順 :

【 0 1 8 6 】

変形を最小にして、ドウを4つの60g小片に分け、クッキーシート上に置く。クッキーシートのゲージ棒を横切るようにめん棒を横たえ、追加的圧縮力がかからないようにめん棒の重量でドウ小片を圧縮する。めん棒を手に取り、クッキーシートの端のゲージ棒の上に置き、自分から離れるように1回だけロールする。60mmカッターでクッキーを切り、小さいへらでドウ断片を慎重に持ち上げる。水平ゆがみを回避するためカッターはまっすぐに持ち上げる。

50

【0187】

ドウblankおよびクッキーシートの重量を記録する。

【0188】

オーブン内にドウblankおよびクッキーシートを、シーティングの方向に置く。400 F °で既定の焙焼時間の間、クッキーを焙焼する。

【0189】

クッキーを載せたクッキーシートを、オーブンから取り出してから直ちに秤量する。平坦なへらでシートからクッキーを慎重に取り出し、クッキーをシーティングし、焙焼した方向と同じ方向に、茶色紙上に平置きする。

【0190】

幾何学的測定（少なくとも30分間クッキーを冷却した時点で行う）

幅 - シーティングした方向に対して垂直方向の直径。めん棒 - スリーブラインが計量スティック全長にわたり平行となるよう、4個のクッキーを列に並べる。測定をcmで記録する。

【0191】

長さ - シーティングした方向に対して平行方向の直径。めん棒 - スリーブラインが計量スティックと垂直となるようクッキーを90°回転させる。測定をcmで記録する。

【0192】

積み重ねの高さ - 4個のクッキーを積み重ね、積み重ねたものをフラットガイドの間に横にして置く。高さを記録する。

【0193】

表6において、対照および乳酸処理した穀粉（2通り）に対するSRCおよび焙焼結果が示されている。表に含まれているのは、（1）酸処理条件（2）灰分（3）水、スクロース、炭酸ナトリウムおよび乳酸溶媒に対する穀粉の溶媒保持容量（6）穀粉のpH（7）クッキーの幅、クッキーの長さおよび積み重ねの高さである。

【0194】

10

20

【 表 6 】

表6: SRCおよびAAC10-53クッキー焙焼の結果

| リパ ゼ阻 害タ 剤の イ ブ | 酸の量(乾燥 重量/初期種 実重量) | 3 週 目、2 8°Cで のFFA (ppm) | 穀 粉 のpH | クッキー焙焼 | | | | 穀粉のSRC | | | | |
|--------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|---------------|-------------------------|--|----------------|---------------------|---|-------|-----------------------|-------------------------|--------|
| | | | | ク ッ キ ウ のpH | 焙 焼 に よ る 減 量 (%) | 幅 (cm) 4 | 長 さ (cm) 4 | 積 み 重 ね の 高 さ (cm) | 水 | ス ク ロ ー ス | 炭 酸 ナ トリ ウム | 乳 酸 |
| 対照 | 0 ppm | 4576 | 6.56 | 8.00 | 13.45 | 30.30 | 30.10 | 4.37 | 65.91 | 99.38 | 82.80 | 71.47 |
| 乳酸 | 3000 ppm | 2628 | 5.54 | 7.65 | 13.84 | 31.20 | 31.30 | 4.10 | 59.53 | 95.77 | 76.58 | 69.11 |
| 乳酸 | 3000 ppm | 2364 | 5.56 | 7.52 | 13.63 | 31.00 | 30.70 | 4.15 | 60.35 | 94.23 | 78.67 | 69.40 |
| 緑茶抽 出物 | 7000 ppm | 3718 | 6.54 | 7.89 | 13.95 | 31.40 | 31.00 | 4.15 | 62.45 | 90.29 | 76.85 | 70.02 |

【 0 1 9 5 】

10

20

30

40

50

熟練したパネルが試食した場合、クッキーは、対照と比較して、より香ばしく、より甘く、よりカラメル化していると記載された。クッキーのテクスチャーはより硬かった。

【0196】

概要

乳酸で安定化した全粒粉は、未処理の全粒粉と同様の焙焼品質を実証している。風味におけるいくつかの利点、さらにカラメル化され、甘く、香ばしいことが指摘された。

【実施例5】

【0197】

(パートA . 全粒小麦の酸性化)

この実施例の目的は、軟質赤小麦種実の水分およびミル性能についての水レベル、酸濃度およびテンパリング時間の変動要素の関係を理解することである。表7は、加えた水、酸濃度、テンパリングホールドタイムおよび小麦100重量当たりの酸のモル数を示す。

【0198】

【表 7】

表7. 水レベル、酸濃度およびテンパリング時間の影響

| 作業 | タイプ | 乳酸の 量(酸乾 燥重量/ 初期種 実重量) ppm | テンパ リング 時間(分) | テンパ リング の水レ ベル(%) | [酸濃度 (M)] | 水(g) | 88.50% 乳酸(g) | 加えた 酸(g, d wb) | 酸(モル /100lb の種実) |
|----|---------|---|---------------------|----------------------------|--------------|-------|-----------------|----------------------|------------------------|
| 1 | | 0 | 480 | 1 | 0 | 8 | 0 | 0.00 | 0.0000 |
| 2 | 中心 点 | 6000 | 240 | 3 | 2.22 | 23.38 | 5.42 | 4.80 | 3.0276 |
| 3 | 不明 | 3000 | 20 | 5 | 0.67 | 39.69 | 2.71 | 2.40 | 1.5138 |
| 4 | 軸点 | 3000 | 240 | 3 | 1.11 | 23.69 | 2.71 | 2.40 | 1.5138 |
| 5 | 要因 点 | 3000 | 480 | 1 | 3.33 | 7.69 | 2.71 | 2.40 | 1.5138 |
| 6 | 軸点 | 6000 | 20 | 3 | 2.22 | 23.38 | 5.42 | 4.80 | 3.0276 |
| 7 | 要因 点 | 9000 | 480 | 1 | 9.99 | 7.06 | 8.14 | 7.20 | 4.5414 |
| 8 | 中心 点 | 6000 | 240 | 3 | 2.22 | 23.38 | 5.42 | 4.80 | 3.0276 |
| 9 | 要因 点 | 9000 | 480 | 5 | 2 | 39.06 | 8.14 | 7.20 | 4.5414 |
| 10 | 軸点 | 6000 | 240 | 1 | 6.66 | 7.38 | 5.42 | 4.80 | 3.0276 |
| 11 | 不明 | 9000 | 20 | 1 | 9.99 | 7.06 | 8.14 | 7.20 | 4.5414 |
| 12 | 軸点 | 6000 | 240 | 5 | 1.33 | 39.38 | 5.42 | 4.80 | 3.0276 |
| 13 | 要因 点 | 3000 | 480 | 5 | 0.67 | 39.69 | 2.71 | 2.40 | 1.5138 |
| 14 | 中心 点 | 6000 | 240 | 3 | 2.22 | 23.38 | 5.42 | 4.80 | 3.0276 |
| 15 | 軸点 | 6000 | 480 | 3 | 2.22 | 23.38 | 5.42 | 4.80 | 3.0276 |
| 16 | 不明 | 3000 | 20 | 1 | 3.33 | 7.69 | 2.71 | 2.40 | 1.5138 |
| 17 | 不明 | 9000 | 20 | 5 | 2 | 39.06 | 8.14 | 7.20 | 4.5414 |
| 18 | 軸点 | 9000 | 240 | 3 | 3.33 | 23.06 | 8.14 | 7.20 | 4.5414 |
| 19 | 中心 点 | 6000 | 240 | 3 | 2.22 | 23.38 | 5.42 | 4.80 | 3.0276 |
| 20 | | 0 | 480 | 1 | 0 | 8 | 0 | 0.00 | 0.0000 |

【 0 1 9 9 】

(手順)

【 0 2 0 0 】

汚れを取った小麦サンプル(800g)をプラスチックの気密広口瓶に秤量し、表7に示されている通りの特定の量の酸を含有する、対応する量のテンパリング水と混合する。周辺温度で、20分、4時間、または8時間の間隔で小麦をテンパリングする。たとえば、小麦800g中3000ppmの乳酸濃度を得るため、1%の水分増加に対して、2.71gの88.5%乳酸溶液を7.69gの水道水に加える。酸を含んだテンパリング水を小麦に加えたなら、広口瓶を密閉し、10分毎に1分間、6回手で振盪し、次いで終夜静置する。

10

20

30

40

50

【 0 2 0 1 】

表 8 は、(1) 小麦の重量 (2) 初期小麦水分 (3) 百万分率 (p p m) で表示した、小麦に加えた酸 (d w b) の量 (4) テンパリング時間 (5) テンパリング水の % (w t / w t) (7) 小麦種実を加湿するために加えた合計での水 (テンパリング水 + 酸溶液からの水) (8) 加えた 8 8 . 5 % 乳酸溶液の量 (9) 加えた水 (1 0) テンパリングした種実の水分を示す。

【 0 2 0 2 】

【 表 8 】

表8 異なる酸の量および濃度での小麦のテンパリング

| 小麦種実 (g) | 種実水分 (%) | 乳酸の量(酸 乾燥重量/初 期種実重量) (ppm) | テンパリン グ時間(分) | 温度水レベ ル(%) | [酸濃 度](M) | 加えた 水(g) | 88.5%乳酸 (g) | 水の合 計(g) | テンパリ ングした 種実水分 (%) |
|-------------|-------------|-------------------------------------|-----------------|---------------|--------------|-------------|----------------|-------------|-----------------------------|
| 800 | 11.48 | 0 | 480 | 1 | 0.00 | 8.00 | 0.00 | 8 | 12.893 |
| 800 | 11.48 | 6000 | 240 | 3 | 2.22 | 23.38 | 5.42 | 24 | 14.506 |
| 800 | 11.48 | 3000 | 20 | 5 | 0.67 | 39.69 | 2.71 | 40 | 15.452 |
| 800 | 11.48 | 3000 | 240 | 3 | 1.11 | 23.69 | 2.71 | 24 | 14.748 |
| 800 | 11.48 | 3000 | 480 | 1 | 3.33 | 7.69 | 2.71 | 8 | 13.236 |
| 800 | 11.48 | 6000 | 20 | 3 | 2.22 | 23.38 | 5.42 | 24 | 14.052 |
| 800 | 11.48 | 9000 | 480 | 1 | 9.99 | 7.06 | 8.14 | 8 | 13.22 |
| 800 | 11.48 | 6000 | 240 | 3 | 2.22 | 23.38 | 5.42 | 24 | 14.125 |
| 800 | 11.48 | 9000 | 480 | 5 | 2.00 | 39.06 | 8.14 | 40 | 15.721 |
| 800 | 11.48 | 6000 | 240 | 1 | 6.66 | 7.38 | 5.42 | 8 | 13.184 |
| 800 | 11.48 | 9000 | 20 | 1 | 9.99 | 7.06 | 8.14 | 8 | 13.844 |
| 800 | 11.48 | 6000 | 240 | 5 | 1.33 | 39.38 | 5.42 | 40 | 15.563 |
| 800 | 11.48 | 3000 | 480 | 5 | 0.67 | 39.69 | 2.71 | 40 | 15.258 |
| 800 | 11.48 | 6000 | 240 | 3 | 2.22 | 23.38 | 5.42 | 24 | 14.227 |
| 800 | 11.48 | 6000 | 480 | 3 | 2.22 | 23.38 | 5.42 | 24 | 14.814 |
| 800 | 11.48 | 3000 | 20 | 1 | 3.33 | 7.69 | 2.71 | 8 | 13.282 |
| 800 | 11.48 | 9000 | 20 | 5 | 2.00 | 39.06 | 8.14 | 40 | 15.157 |
| 800 | 11.48 | 9000 | 240 | 3 | 3.33 | 23.06 | 8.14 | 24 | 14.691 |
| 800 | 11.48 | 6000 | 240 | 3 | 2.22 | 23.38 | 5.42 | 24 | 14.603 |
| 800 | 11.48 | 0 | 480 | 1 | 0.00 | 8.00 | 0.00 | 8 | 12.955 |

【 0 2 0 3 】

(パ ー ト B . 小 麥 澱 粉)

10

20

30

40

50

【0204】

この手順の目的は、パートAに記載されている通りにテンパリングした小麦種実から全粒粉を製造することにあつた。

(手順)

【0205】

テンパリングした小麦サンプルは、実施例1で以前に記載した通りChopin Laboratory Mill CDI (Chopin、フランス)で製粉した。表9は、穀粉抽出収率を示す。収率は、製粉した小麦に基づき計算した。この研究において、穀粉収量は、 $\text{収量} = 100 \times [(\text{粗ふすまおよび微細ふすま重量} + \text{余りかす重量}) / \text{小麦重量}]$ として計算した。

【0206】

【表9】

表9 穀粉抽出収率

| 乳酸の量(酸乾燥重量/初期種実重量) (ppm) | テンパリングした種実水分(%) | 抽出収率(%) |
|--------------------------|-----------------|---------|
| 0 | 12.893 | |
| 6000 | 14.506 | 69.85 |
| 3000 | 15.452 | 65.30 |
| 3000 | 14.748 | 69.00 |
| 3000 | 13.236 | |
| 6000 | 14.052 | 66.96 |
| 9000 | 13.22 | |
| 6000 | 14.125 | 68.53 |
| 9000 | 15.721 | |
| 6000 | 13.184 | 66.04 |
| 9000 | 13.844 | 65.56 |
| 6000 | 15.563 | 67.14 |
| 3000 | 15.258 | |
| 6000 | 14.227 | 68.12 |
| 6000 | 14.814 | |
| 3000 | 13.282 | |
| 9000 | 15.157 | 67.39 |
| 9000 | 14.691 | 66.93 |
| 6000 | 14.603 | 67.31 |
| 0 | 12.955 | |

(概要)

【0207】

小麦種実を異なる量の酸を含有する水でテンパリングした。テンパリング後の最終種実水分が1、3、および5%に増加するように、初期小麦種実水分に従って加える水分を調節した。テンパリング水に加えた酸の量は、0 ppmから9,000 ppmの範囲(小麦の初期重量当たりの酸乾燥重量)が試験されるよう調節した。すべてのタイプおよび量の酸処理について、正常な製粉挙動が観察された。穀粉抽出収率は通常、概して65%から70%であり、すべての製粉画分を再配合して、ふすま、胚芽および内胚乳の自然な割合を有する全粒粉とした。

【実施例 6】

【0208】

酸処理した種実からの粗粉碎ふすまの製造および全粒粉とする再配合

【0209】

この手順の目的は、酸処理した小麦の製粉から得られた粗ふすま画分および縮小余りかすの粒度を縮小することであった。第1の歯付ロールからの粗ふすまおよび縮小ロールからの粗余りかすを凍結し、粉碎し、実施例2に記載されているように再配合して全粒粉とした。全粒粉の粒度分布を以前に記述された R o t o T a p 法で求めた。

【0210】

モデル# A - 5 8 9 0 5 - 6 6 高性能コンビネーション pH 電極を備えた C o r n i n g p H メーター 3 6 0 i を使用して、10%スラリー（穀粉1部に対して水9部）中の全粒粉の pH を測定した。穀粉中の灰分の測定に対して A O A C の正式な方法 9 2 3 . 0 3 に従って灰分を求める。A A C C 法 4 4 - 1 5 A に従って穀粉水分を求めた。

10

【0211】

表10は、全粒粉特性である（1）酸の量（2）pH（3）穀粉の水分（4）灰分含有量および（5）粒度分布を示す。

【0212】

【表 10】

表10 全粒粉の特徴付け

| 乳酸の量 (酸乾燥重 量/初期種 実重量) (ppm) | pH | 水分 | MBAash | Rotap +35 | Rotap +50 | Rotap +60 | Rotap +80 | Rotap +100 | Rotap 通過1 00 | Rotap +70 | 合計 |
|---|------|--------|--------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|-----------------|-----------|-------|
| 0 | 6.5 | 12.893 | 1.40 | 0.80 | 7.40 | 4.60 | 4.40 | 20.20 | 61.80 | 1.60 | 100.8 |
| 6000 | 4.87 | 14.506 | 1.41 | 0.80 | 8.00 | 3.20 | 4.60 | 6.80 | 75.00 | 2.20 | 100.6 |
| 3000 | 5.52 | 15.452 | 1.45 | 0.80 | 7.40 | 5.00 | 4.20 | 19.60 | 60.60 | 2.20 | 99.8 |
| 3000 | 5.52 | 14.748 | 1.42 | 0.20 | 5.40 | 3.20 | 4.60 | 21.00 | 62.80 | 2.60 | 99.8 |
| 3000 | 5.47 | 13.236 | 1.39 | 0.80 | 7.20 | 3.80 | 4.00 | 14.60 | 67.60 | 2.00 | 100 |
| 6000 | 4.91 | 14.052 | 1.43 | 0.60 | 7.20 | 3.80 | 4.00 | 13.60 | 68.20 | 2.20 | 99.6 |
| 9000 | 4.49 | 13.22 | 1.41 | 6.00 | 7.40 | 3.00 | 4.20 | 7.00 | 74.60 | 2.60 | 104.8 |
| 6000 | 4.9 | 14.125 | 1.41 | 1.20 | 8.40 | 3.60 | 4.40 | 15.60 | 64.20 | 2.40 | 99.8 |
| 9000 | 4.53 | 15.721 | 1.42 | 0.40 | 6.80 | 3.20 | 4.60 | 7.40 | 75.00 | 2.60 | 100 |
| 6000 | 4.85 | 13.184 | 1.41 | 0.20 | 4.80 | 4.80 | 6.00 | 25.20 | 55.80 | 3.20 | 100 |
| 9000 | 4.52 | 13.844 | 1.43 | 0.40 | 5.00 | 3.40 | 3.40 | 12.20 | 72.80 | 2.80 | 100 |
| 6000 | 4.92 | 15.563 | 1.44 | 1.00 | 8.20 | 4.20 | 4.40 | 15.00 | 64.60 | 2.60 | 100 |
| 3000 | 5.51 | 15.258 | 1.46 | 0.20 | 5.60 | 4.40 | 4.60 | 17.40 | 64.40 | 3.40 | 100 |
| 6000 | 4.93 | 14.227 | 1.43 | 0.20 | 4.80 | 3.80 | 5.80 | 18.80 | 63.20 | 3.20 | 99.8 |
| 6000 | 4.93 | 14.814 | 1.45 | 0.20 | 4.40 | 3.60 | 5.80 | 20.00 | 61.40 | 3.80 | 99.2 |
| 3000 | 5.51 | 13.282 | 1.39 | 0.20 | 6.80 | 3.60 | 5.00 | 12.60 | 68.00 | 3.20 | 99.4 |
| 9000 | 4.59 | 15.157 | 1.43 | 1.20 | 8.00 | 4.40 | 5.20 | 10.20 | 67.40 | 3.60 | 100 |
| 9000 | 4.53 | 14.691 | 1.41 | 0.40 | 6.20 | 4.40 | 6.00 | 14.60 | 64.20 | 4.20 | 100 |
| 6000 | 4.88 | 14.603 | 1.43 | 0.40 | 7.80 | 3.80 | 6.00 | 13.20 | 64.00 | 3.80 | 99 |
| 0 | 6.61 | 12.955 | 1.41 | 0.20 | 6.40 | 4.00 | 6.20 | 12.60 | 66.00 | 4.20 | 99.6 |

抽出可能なリパーゼ活性を各穀粉について求めた。リパーゼ活性を求めるために使用した方法は、実施例 2 に記載されている通りである。

【 0 2 1 4 】

様々な全粒粉に対する抽出可能なリパーゼ活性が表 1 1 に示されている：

【 0 2 1 5 】

【表 1 1】

表11-穀粉pHの関数としての抽出可能なリパーゼ活性

| pH | リパーゼ活性(単位/g) |
|------|--------------|
| 6.5 | 337.2 |
| 4.87 | 296.92 |
| 5.52 | 318.39 |
| 5.52 | 352.87 |
| 5.47 | 325.72 |
| 4.91 | 294.43 |
| 4.49 | 284.27 |
| 4.9 | 283.72 |
| 4.53 | 269.12 |
| 4.85 | 292.14 |
| 4.52 | 330.65 |
| 4.92 | 294 |
| 5.51 | 349.35 |
| 4.93 | 327.11 |
| 4.93 | 306 |
| 5.51 | 350.02 |
| 4.59 | 270.84 |
| 4.53 | 265.78 |
| 4.88 | 284.69 |
| 6.61 | 351.31 |

10

20

30

(概要および結論)

【 0 2 1 6 】

最終穀粉の粒度分布は、試験変動要素である最終水分、テンパリング時間および pH の間で同様であり、穀粉重量の約 10% から 15% が > 250 μm であり、約 60% から 75% が < 150 μm であった。穀粉製粉における灰分測定の使用は、ふすま、糊粉、および胚芽では、内胚乳より灰分（ミネラル）の濃度が高いことに基づく。灰分含有量は、広く使用されている、精白穀粉純度の指標であり、製粉工程の際の種実成分の機械的分離を測定する手段となる。この場合では、灰分は、ふすま、胚芽および内胚乳の自然な割合を有する全粒粉を作るために、粗粉碎画分が穀粉内胚乳と完全に再現可能に再配合されていることの指標として使用する。最終穀粉の pH は、全種実のテンパリングに使用した酸の量に応じて変わった。全粒粉における抽出可能なリパーゼ活性は、より低い pH でわずかに低減した。

40

【実施例 7】

【 0 2 1 7 】

全粒粉安定性および機能に対する酸テンパリングの影響

【 0 2 1 8 】

この実施例の目的は、92 F ° で 28 日間密閉したガラス広口瓶内で貯蔵した、実施例

50

5 および 6 で調製した全粒粉の中に生成した遊離脂肪酸の量を測定することであった。全粒粉機能を、実施例 4 に記載されている溶媒保持容量試験で試験した。

A . 全粒粉中の遊離脂肪酸生成に対する、変動要素である加えた酸、加えたテンパリング水、およびテンパリング時間の影響

【 0 2 1 9 】

実施例 5 および 6 で調製した全粒粉（新鮮な穀粉および 2 8 日間熟成した穀粉）の遊離脂肪酸含有量を実施例 4 に開示された方法に従って求めた。

【 0 2 2 0 】

表 1 2 は、(1) 加えた乳酸の重量 (2) 小麦に加えた水の合計 (%) (w t / w t) 、小麦種実中の自然発生以外のすべての供給源 (3) テンパリング時間 (4) 酸濃度 (5) 穀粉の p H (6) 初期遊離脂肪酸含有量 (7) 9 2 F ° で 2 8 日間貯蔵した穀粉の遊離脂肪酸含有量 (8) 未処理の対照と比較した、遊離脂肪酸の減少 (%) を示す。

10

【 0 2 2 1 】

8 0 0 g バッチの小麦種実に対して酸濃度を計算する：

[乳酸、乾燥重量 (p p m または (μ g / g 小麦)] * 8 0 0 = 合計酸乾燥重量

合計酸乾燥重量 / 乳酸分子量 = 酸のモル数

% 水 * 小麦 8 0 0 g = 水の合計 (g) / 容量当量 (1 m l) ; 水 (m l) / 1 0 0 0 = 水合計量 (L)

[酸濃度] = 酸モル数 / 水リットル数 = モル濃度 (M)

【 0 2 2 2 】

結果は表 1 2 に示されている：

20

【 0 2 2 3 】

【表 1 2】

表12. 熟成した全粒粉のpHおよびFFA含有量

| 乳酸の量 (酸乾燥 重量/初 期種実重 量、ppm) | 水レベル の合計(%) (wt/wt) | テンパリ ング時間 (分) | [酸濃度] (M) | pH | 第0日目 のFFA濃 度 (ppm) | 第28日目 のFFA濃 度 (ppm) | 阻害(%) |
|--|----------------------------|---------------------|--------------|------|--------------------------|---------------------------|-------|
| 0 | 1 | 480 | 0.00 | 6.5 | 510 | 2826 | 5.93 |
| 6000 | 3 | 240 | 2.22 | 4.87 | 466 | 1762 | 41.34 |
| 3000 | 5 | 20 | 0.67 | 5.52 | 485 | 2973 | 1.03 |
| 3000 | 3 | 240 | 1.11 | 5.52 | 505 | 2524 | 15.98 |
| 3000 | 1 | 480 | 3.33 | 5.47 | 508 | 2183 | 27.33 |
| 6000 | 3 | 20 | 2.22 | 4.91 | 501 | 1626 | 45.87 |
| 9000 | 1 | 480 | 9.99 | 4.49 | 474 | 1425 | 52.56 |
| 6000 | 3 | 240 | 2.22 | 4.9 | 468 | 1383 | 53.96 |
| 9000 | 5 | 480 | 2.00 | 4.53 | 475 | 2222 | 26.03 |
| 6000 | 1 | 240 | 6.66 | 4.85 | 468 | 1809 | 39.78 |
| 9000 | 1 | 20 | 9.99 | 4.52 | 441 | 1524 | 49.27 |
| 6000 | 5 | 240 | 1.33 | 4.92 | 469 | 3248 | -8.12 |
| 3000 | 5 | 480 | 0.67 | 5.51 | 487 | 3241 | -7.89 |
| 6000 | 3 | 240 | 2.22 | 4.93 | 477 | 1893 | 36.98 |
| 6000 | 3 | 480 | 2.22 | 4.93 | 467 | 2043 | 31.99 |
| 3000 | 1 | 20 | 3.33 | 5.51 | 493 | 2298 | 23.50 |
| 9000 | 5 | 20 | 2.00 | 4.59 | 451 | 1881 | 37.38 |
| 9000 | 3 | 240 | 3.33 | 4.53 | 461 | 1533 | 48.97 |
| 6000 | 3 | 240 | 2.22 | 4.88 | 467 | 1716 | 42.88 |
| 0 | 1 | 480 | 0.00 | 6.61 | 500 | 3182 | -5.93 |

10

20

30

【0224】

Design Expert (著作権)ソフトウェア(Stat-Ease, Inc.)を使用した統計分析は、穀粉のもととなる穀物のテンパリングに使用するために加えた乳酸の量および加えた水の量の有意な影響を確認した。

【0225】

図6は、92°Fで28日後に生成した総遊離脂肪酸に対する2つの変動要素の分析プロットを示す。92°Fで28日後の全粒粉の遊離脂肪酸含有量に対する、乳酸およびテンパリング水の影響が図6に示されている。変動要素Aは、穀粉に加えた乳酸濃度であり、変動要素Cは、小麦種実のテンパリング水レベルである。最適なテンパリング条件がプロットの右下すみに表されている；より多量の乳酸を加え、より低量の水を加えた場合に、貯蔵寿命にわたって遊離脂肪酸の生成が最低の全粒粉が製造された。

40

B. SRCで測定した場合の全粒粉機能に対する酸テンパリングの影響

【0226】

実施例4に記載されているSRC方法を使用して、全粒粉機能特性に対する変化を測定した。

【0227】

表13は、穀粉工程変動要素である(1)加えた乳酸(2)加えたテンパリング水(3)水中の酸濃度(4)テンパリング時間および(5)4つの溶媒；水、スクロース、炭酸ナトリウム、乳酸に対する溶媒保持容量の値(6)乳酸のSRCを水のSRCで割ったも

50

のを示す。

【 0 2 2 8 】

【 表 1 3 】

表13:SRCの結果

| 乳酸の 量(酸乾 燥重量/ 初期種 実重量) (ppm) | 水レベ ルの合 計(%) (w t/wt) | テンパ リング 時間(分) | [酸濃度 (M)] | 水のSRC % | スクロ ースのS RC % | Na ₂ CO ₃ の SRC | 乳酸のS RC % | LAのSRC /水のSR C |
|---|--------------------------------|-------------------------|--------------|------------|------------------------|--|-----------------|----------------------|
| 0 | 1 | 480 | 0.00 | 63.98 | 70.67 | 79.53 | 69.12 | 1.08 |
| 6000 | 3 | 240 | 2.22 | 61.67 | 72.18 | 77.81 | 67.53 | 1.09 |
| 3000 | 5 | 20 | 0.67 | 59.14 | 71.59 | 77.77 | 66.87 | 1.13 |
| 3000 | 3 | 240 | 1.11 | 57.78 | 69.10 | 76.06 | 66.29 | 1.15 |
| 3000 | 1 | 480 | 3.33 | 59.97 | 70.35 | 77.76 | 68.09 | 1.14 |
| 6000 | 3 | 20 | 2.22 | 60.52 | 73.54 | 77.96 | 68.34 | 1.13 |
| 9000 | 1 | 480 | 9.99 | 62.27 | 70.39 | 77.53 | 67.21 | 1.08 |
| 6000 | 3 | 240 | 2.22 | 61.72 | 70.11 | 77.82 | 68.06 | 1.10 |
| 9000 | 5 | 480 | 2.00 | 60.89 | 69.95 | 76.60 | 66.81 | 1.10 |
| 6000 | 1 | 240 | 6.66 | 62.28 | 70.06 | 76.47 | 67.67 | 1.09 |
| 9000 | 1 | 20 | 9.99 | 62.79 | 71.46 | 77.34 | 68.79 | 1.10 |
| 6000 | 5 | 240 | 1.33 | 61.78 | 70.65 | 77.93 | 67.28 | 1.09 |
| 3000 | 5 | 480 | 0.67 | 59.13 | 67.38 | 78.23 | 67.14 | 1.14 |
| 6000 | 3 | 240 | 2.22 | 60.91 | 68.98 | 76.75 | 66.33 | 1.09 |
| 6000 | 3 | 480 | 2.22 | 60.01 | 69.17 | 76.64 | 66.94 | 1.12 |
| 3000 | 1 | 20 | 3.33 | 60.40 | 67.18 | 76.35 | 68.13 | 1.13 |
| 9000 | 5 | 20 | 2.00 | 64.12 | 76.73 | 81.35 | 71.81 | 1.12 |
| 9000 | 3 | 240 | 3.33 | 61.55 | 72.14 | 75.84 | 69.68 | 1.13 |
| 6000 | 3 | 240 | 2.22 | 62.18 | 71.92 | 78.04 | 71.44 | 1.15 |
| 0 | 1 | 480 | 0.00 | 66.92 | 71.33 | 82.80 | 67.13 | 1.00 |

10

20

30

【 0 2 2 9 】

Design Expert (著作権)ソフトウェアを使用した統計分析により、テンパリング時間および加えた乳酸量は、図7に示されているような乳酸のSRC値で測定される穀粉強度を低減しなかったことが示された。図7は、テンパリング時間および乳酸量(ppm)の関数として、全粒粉のSRC(68、69、70)をプロットしたものである。さらに、水のSRC値により測定される一般の穀粉吸収は、軟質の小麦穀粉に対して低いことが望まれるが、酸処理の関数として変化を示さず、乳酸のSRCを水のSRCで割った割合は、処理の関数として変化しなかった(たとえば高い比は、より強い穀粉および低い吸収を示す)。

40

【 0 2 3 0 】

テンパリングした小麦の製粉により小麦種実の4つの画分が製造され、これらを合わせることによって全穀粉を作る。画分は、小麦種実の外層から内層へ移動して、粗ふすま、微細ふすま、縮小穀粉および微砕穀粉である。表14は、全穀粉へと再配合する前のこれら製粉された画分のそれぞれの水分およびpHを測定したものを示す。

【 0 2 3 1 】

表14で示されているのは：(1)微砕穀粉中の水分およびpHの分布(2)粗ふすま

50

中の水分およびpHの分布(3)縮小穀粉中の水分およびpHの分布(4)微細ふすま中の水分およびpHの分布(5)それぞれの画分のそれぞれの重量である。

【0232】

【 表 1 4 】

表14: 穀粉画分に対するpHおよび水分の結果

| 乳酸(pH) | 水の合 計(%) (wt/w t) | レンバ リング 時間 (分) | [水の 合計中 の酸濃 度](M) | 最終穀 粉のpH | 第28日 目のFF A(ppm) | 微砕穀 粉の水分 | 微砕穀 粉のpH | 微砕穀 粉の重 量(g) | 粗ふす まの水 分 | 粗ふす まのPH | 粗ふす まの重 量(g) | 微細ふ すまの 水分 | 微細ふ すまの pH | 微細ふ すまの 重量 (g) | 水分の 低減 | pHの低 減 | 減量 (g) |
|--------|----------------------------|-------------------------|----------------------------|-------------|------------------------|-------------|-------------|--------------------|-----------------|-------------|--------------------|------------------|------------------|-------------------------|-----------|-----------|-----------|
| 0 | 1 | 480 | 0.00 | 6.5 | 2826 | 13.90 | 5.78 | 397.06 | 13.59 | 5.67 | 181.97 | 13.38 | 6.41 | 76.08 | 13.55 | 6.52 | 151.84 |
| 6000 | 3 | 240 | 2.22 | 4.87 | 1762 | 15.03 | 5.26 | 445.26 | 14.58 | 4.79 | 179.87 | 14.27 | 4.72 | 32.39 | 15.62 | 4.43 | 119.15 |
| 3000 | 5 | 20 | 0.67 | 5.52 | 2573 | 15.88 | 5.22 | 403.66 | 15.80 | 4.84 | 112.78 | 15.56 | 5.33 | 136.96 | 17.51 | 5.46 | 159.54 |
| 3000 | 3 | 240 | 1.11 | 5.52 | 2524 | 15.03 | 5.57 | 434.76 | 14.62 | 5.37 | 184.88 | 14.48 | 5.37 | 69.58 | 15.58 | 4.86 | 120.26 |
| 3000 | 1 | 480 | 3.33 | 5.47 | 2183 | 13.74 | 5.49 | 392.96 | 13.70 | 5.45 | 182.09 | 12.92 | 5.26 | 71.26 | 13.43 | 4.84 | 153.44 |
| 6000 | 3 | 20 | 2.22 | 4.91 | 1626 | 14.45 | 5.00 | 378.38 | 14.49 | 4.46 | 164.14 | 14.50 | 4.63 | 98.27 | 16.07 | 4.61 | 176.64 |
| 9000 | 1 | 480 | 9.99 | 4.49 | 1425 | 13.81 | 4.95 | 389.89 | 13.71 | 4.58 | 182.19 | 13.18 | 4.17 | 96.72 | 13.37 | 4.05 | 135.04 |
| 6000 | 3 | 240 | 2.22 | 4.9 | 1383 | 14.85 | 5.30 | 434.16 | 14.49 | 5.00 | 182.06 | 14.23 | 4.74 | 75.54 | 15.28 | 4.41 | 121.44 |
| 9000 | 5 | 480 | 2.00 | 4.53 | 2222 | 16.35 | 4.73 | 446.06 | 15.85 | 4.22 | 176.52 | 16.57 | 4.32 | 89.67 | 17.21 | 4.21 | 104.96 |
| 6000 | 1 | 240 | 6.66 | 4.85 | 1809 | 13.89 | 5.23 | 446.26 | 13.45 | 5.03 | 179.87 | 12.42 | 4.52 | 82.39 | 13.50 | 4.28 | 162.24 |
| 9000 | 1 | 20 | 9.99 | 4.52 | 1524 | 13.55 | 4.73 | 360.56 | 13.24 | 4.44 | 173.73 | 12.72 | 4.17 | 84.66 | 13.41 | 4.20 | 187.74 |
| 6000 | 5 | 240 | 1.33 | 4.92 | 3248 | 15.93 | 5.28 | 441.86 | 15.59 | 4.73 | 180.20 | 15.77 | 4.75 | 80.71 | 17.37 | 4.50 | 113.81 |
| 3000 | 5 | 480 | 0.67 | 5.51 | 3241 | 16.45 | 5.29 | 462.56 | 15.91 | 5.04 | 189.38 | 16.33 | 5.25 | 79.48 | 17.25 | 4.90 | 93.54 |
| 6000 | 3 | 240 | 2.22 | 4.93 | 1893 | 14.76 | 5.22 | 432.36 | 14.49 | 4.89 | 185.49 | 14.05 | 4.64 | 71.90 | 15.56 | 4.45 | 136.02 |
| 6000 | 3 | 480 | 2.22 | 4.93 | 2043 | 15.20 | 5.13 | 432.46 | 14.97 | 4.82 | 188.01 | 14.84 | 4.65 | 87.52 | 15.34 | 4.40 | 110.01 |
| 3000 | 1 | 20 | 3.33 | 5.51 | 2298 | 13.54 | 5.38 | 375.15 | 13.47 | 5.23 | 175.79 | 12.72 | 5.38 | 68.81 | 13.39 | 4.76 | 172.34 |
| 9000 | 5 | 20 | 2.00 | 4.59 | 1881 | 15.88 | 4.28 | 401.66 | 15.80 | 3.94 | 100.29 | 16.03 | 4.38 | 147.28 | 16.81 | 4.65 | 168.44 |
| 9000 | 3 | 240 | 3.33 | 4.53 | 1533 | 14.94 | 4.88 | 422.36 | 14.81 | 4.46 | 180.05 | 14.79 | 4.22 | 86.53 | 15.58 | 4.26 | 129.56 |
| 6000 | 3 | 240 | 2.22 | 4.88 | 1716 | 14.88 | 5.20 | 429.66 | 14.77 | 4.76 | 182.27 | 14.90 | 4.68 | 96.20 | 15.45 | 4.46 | 105.95 |
| 0 | 1 | 480 | 0.00 | 6.61 | 3182 | 13.80 | 5.66 | 394.83 | 13.71 | 5.57 | 185.36 | 13.37 | 6.27 | 72.30 | 13.41 | 6.40 | 156.84 |

【 0 2 3 3 】

10

20

30

40

50

貯蔵の間に全粒粉中に生成した F F A は、図 8 に示されている通り適用した酸の量および濃度に相関する。図 8 は、小麦に適用した酸濃度および量の関数として最終穀粉中の遊離脂肪酸 (F F A) の生成を示す。最も大きな減少が 0 . 6 7 M を超える際に見られ、加えた酸の量の増加も遊離脂肪酸の生成を減少させる。

【 0 2 3 4 】

図 9 は、微細ふすまおよび縮小穀粉に対する酸濃度の関数としての p H を示す。図 9 に示されている通り、大部分のリパーゼ活性が存在する微細ふすま画分、および縮小穀粉画分 (ふすまに最も近い穀粉部分) は、小麦に適用される酸濃度が増加するにつれて p H の有意な降下を実証している。

【 0 2 3 5 】

図 1 0 に示されている通り、穀粉中に生成される遊離脂肪酸 (F F A) は、p H が低減するにつれて低減し、小麦に適用される酸濃度もまた遊離脂肪酸生成に影響を与える。最終全粒粉中に生成される遊離脂肪酸は、図 1 0 に示されている通り、全粒粉の p H が低減するにつれて減少している。遊離脂肪酸生成の減少に対して好ましい影響を見るためには、小麦に適用する酸濃度は最小レベルよりも上でなければならない。

【 0 2 3 6 】

図 1 1 および図 1 2 は、9 2 ° F で 2 8 日後の全粒粉の、乳酸の S R C / 水の S R C の割合に対するテンパリング水中乳酸濃度の影響を示す。穀粉吸収およびグルテン強度に対する酸濃度の影響が、図 1 1 では、乳酸の S R C を水の S R C で割った割合として、図 1 2 では、乳酸の S R C を炭酸ナトリウムの S R C で割った割合として表示されることで示されている。すべての場合において、割合は、少なくとも未処理の対照穀粉と同じ位高いままであり、これは穀粉機能に対して有害な影響がないことを示している。

概要

【 0 2 3 7 】

酸性化による安定化は、全粒粉中に生成される遊離脂肪酸の量を減少させた。2 8 日後の遊離脂肪酸レベルは、未処理の対照では 3 0 0 4 p p m であった。約 9 0 0 0 p p m の乳酸濃度および 4 . 5 p H での穀粉の脂肪酸生成は、1 4 2 5 p p m まで減少した。

【 0 2 3 8 】

テンパリング時間 (2 0 分から 8 時間) は、脂肪酸生成により測定した全粒粉貯蔵寿命に対してわずかな影響しか及ぼさなかった。一般に、遊離脂肪酸生成は、加えた酸の量が増加し、酸濃度が増加するにつれて低減した。

【 0 2 3 9 】

生成した遊離脂肪酸の全減少は、1 6 % の減少から 5 4 % までの減少の範囲であった。より小さな減少が 5 % のテンパリング水条件で見られ、ここでは酸濃度は減少したが、あまり効果はなかった。リポキシゲナーゼ酵素の重要な基質である遊離脂肪酸のこの減少は、穀粉中の酸化脂肪の量を、香り / 風味の閾値である約 3 , 0 0 0 p p m (または総脂質含有量の 1 0 %) 未満に大幅に減少させ、したがって貯蔵寿命を大幅に延ばしたと考えられている。

【 0 2 4 0 】

乳酸で安定化した全粒粉は、未処理の全粒粉と同様の S R C を実証している。他の溶媒のいずれについてもいかなる傾向も見られず、乳酸の S R C を炭酸ナトリウムの S R C で割った割合については、優れた品質のビスケット穀粉に期待されるものと同じ位低い穀粉吸収、および十分に強いグルテンを示す対照穀粉と異ならなかった。

【 実施例 8 】

【 0 2 4 1 】

(リパーゼ活性阻害に対する酸の影響)

【 0 2 4 2 】

この実施例の目的は、酵素を酸溶液中で 4 0 分間予備インキュベーションした後、リパーゼ活性に対する、酸タイプおよび濃度の影響を試験することであった。以下の酸およびレベルを試験した ; (1) 5 m l の乳酸 (8 g / 1 0 0 0 m l p H 2 . 5 7) 、 2 0 μ

10

20

30

40

50

1のリパーゼおよび980 μ lの水を加え、阻害40分間；(2)5mlの乳酸(2g/1000ml pH2.85)、20 μ lのリパーゼおよび980 μ lの水を加え、阻害40分間；(3)5mlの乳酸(16g/1000ml、pH2.48)、20 μ lのリパーゼおよび980 μ lの水を加え、阻害40分間；(4)5mlの酢酸(1g/1000ml pH2.80)、20 μ lのリパーゼおよび980 μ lの水を加え、阻害40分間；(5)5mlのHCL(4g/1000ml、pH1.5)、20 μ lのリパーゼおよび980 μ lの水を加え、阻害40分間；(6)5mlの緑茶抽出物(8g/1000ml)、20 μ lのリパーゼおよび980 μ lの水を加え、阻害40分間。

【0243】

結果を、対照リパーゼ酵素活性(ニホンコウジカビ(*Aspergillus oryzae*)からのNovozymeリパーゼ20 μ l 20 μ / μ l、対照、pH4.14、0.29mlの0.1N KOHを加えることによって、pHを7.84に調整し、次いで20 μ lのリパーゼおよび980 μ lの水を加え、タイマーを始動させておおよぼ測定を開始)と比較した。

【0244】

リパーゼ(3.1.1.3)活性は、非特許文献3に記述された方法から適応した。

【0245】

手順は以下の通りである：

リパーゼI.U. : 3.1.1.3 トリアシルグリセロールアシルヒドロラーゼ

膵臓リパーゼ(PL)は、膵液の外分泌酵素の1つであり、グリセロールおよび長鎖脂肪酸の乳化エステルの加水分解を触媒する。この基質は単一分子ではなく、凝集した脂質の非水系相(Brockhoff and Jensen (1974))である。作用基質の特徴は、水性媒体と相互作用する、エステル分子、ミセルまたはモノ分子フィルム凝集体である。酵素活性は、界面上の基質分子の濃度と直接関連している(Esposito et al 1973; Lagocki et al 1973)。PLは、第一級エステル基を最も容易に攻撃する。モノグリセリドは不完全な基質である。(これは腸壁を介して吸収され、再形成してリンパカイクロミクロンとなる2-モノグリセリドである)。膵臓リパーゼは、Brockhoff and Jensen (1974)、およびDesnuelle (1972)により十分に再調査されてきた。Lieberman and Ollis (1975)は、ステンレススチールおよびポリアクリルアミドビーズ上に固定化したリパーゼについて報告した。流動床式リサイクル反応器を使用して、酵素基質の親和性が変化しないことが指摘された。

(ブタ膵臓からのリパーゼの特性)：

【0246】

2つのリパーゼが存在する。リパーゼAはリパーゼBよりも酸性である；さもないならば、この2つのアイソザイムはほとんど同じである(Verger et al 1969)。通常、コファクターは酵素に結合する(Maylie et al 1971)。2つのコリパーゼがErlanson et al (1973)により精製された。これらは、分子量11,000を有するかなり類似したポリペプチド鎖であった。(Borgstrom et al (1974))も参照されたい。Borgstrom and Erlanson (1973)は、コリパーゼは、これらが化学量論的關係で相互作用するという意味で、リパーゼに対してコエンザイムとして分類してもよいことを指摘した。

(酵素反応)

分子量：45,000 ~ 50,000 (Verger et al 1969)

【0247】

組成物：アミノ酸組成物は、イソロイシン以外はほとんど同一であるが、これはBrockhoff and Jensen (1974) (表IV-3、43頁)に示されている。両方とも炭水化物部分を含む(Garner and Smith 1972)。ヒスチジンは活性サイトに関与している。(Semeriva et al 1971) Hultin (1992)を参照されたい。アミド生成による遊離カルボキシル基の改質は、酵素を不活化する(Semeriva et al 1972)。Desnuelle (1972)によると、リパーゼ中のカルボキシルは活性酵素を安定化する、すなわち、疎水性界面での吸着から酵素構造が生じる。PLは2つのジスルフィド基を含むが、これらは酵素活性に関

10

20

30

40

50

与しない (Verger et al 1971)。ジイソプロピルフルオロリン酸 (DFP) はチロシン残基に結合するが、阻害性はない (Maylie et al 1969)。Roverly et al. (1973) も参照されたい。

減衰係数 : $E_{1\%}^{260} = 13.3$ (Desnuelle (1972))

等電点 : リパーゼ A = 4.9 (Brockerhoff and Jensen (1974)) およびリパーゼ B = 5.0

【0248】

活性 : 「触媒特性」に関する Desnuelle (1972) (586 頁) を参照されたい。Momsen and Broeckman (1976a and b) は、タウロデオキシコール酸塩およびコリパーゼの影響について報告している。0.3 mM までの低濃度では、胆汁酸塩はリパーゼの安定性を 5 倍まで増加させる。より高いレベル (0.3 ~ 0.8 mM) ではあるが、臨界ミセル濃度より下においては、胆汁酸塩は、基質界面上への酵素吸着を妨げ、したがって脂肪分解を阻害する。コリパーゼは、リパーゼ - 胆汁酸塩錯体の表面に高親和性結合部位を提供することによってこの阻害作用に対抗する。Borgstrom and Elanson (1973)、Borgstrom et al (1974)、および Kaimal and Saroja (1989) も参照されたい。胆汁塩なしのコリパーゼは、活性を穏やかに刺激するだけである。Brockman et al (1973) は、可溶性トリグリセリドたとえばトリプロピオンなどに対する PL 活性について報告している。これは、疎水性表面の存在下で刺激される。Santhanam and Wagle (1971) は、タンパク質キナーゼ、 Mg^{2+} 、ATP および cAMP が PL 活性を刺激することを示している。

【0249】

特異性 : PL は、側鎖特異性の広域スペクトルを有する (Lagocki et al 1973)。Savary (1972) および Brockerhoff (1969a) も参照されたい。

【0250】

活性化剤 : Ca^{2+} は活性に必要とされる [Sr^{2+} および Mg^{2+} はあまり効果的ではない活性化剤である (Sarda et al 1957)]。

【0251】

阻害剤 : ヴェルセン、 Zn^{2+} 、 Cu^{2+} 、 Hg^{2+} 、ヨウ素、PCMB (Willis 1960)。DFP は阻害しない。

【0252】

安定剤 : 溶液中にプロテイナーゼを含有する不純な調製物を安定化するために DFP を使用することができる。

【0253】

安定性 : ブタ膵臓リパーゼの高度に精製された、均質の調製物は、極度に不安定である。

リパーゼ (EC 3.1.1.3) の酵素アッセイ

【0254】

原理 :

【0255】

【化1】

リパーゼ

トリグリセリド + H_2O $\xrightarrow{\text{リパーゼ}}$ ジグリセリド + 脂肪酸

【0256】

条件 : $T = 25$ 、 $pH = 8.0$

【0257】

(方法 : 滴定)

【0258】

(試薬) :

A. オリーブ油基質 (オリーブ油) (Sigma Lipase Substrate

10

20

30

40

50

、Sigma Stock No. 800-1を使用)

B. 3000 mM塩化ナトリウム溶液 (NaCl) (塩化ナトリウム、Sigma Prod、No. S-9625を使用して、脱イオン水中で100 mlを調製)

C. 0.5%アルブミン。毎日新しいものを調製。

D. 75 mMの塩化カルシウム溶液 (CaCl₂) (塩化カルシウム二水和物、Sigma Prod、No. C-3881を使用して脱イオン水中で25 mlを調製)。

E. 10 mM 水酸化ナトリウム溶液 - 標準化 (NaOH) (水酸化ナトリウム、無水Sigma Stock No. 505-8を使用して冷たい脱イオン水中で50 mlを調製。ACS試薬手順により標準化)

F. 5 mM 塩化カルシウム溶液 (塩化カルシウム二水和物、Sigma Prod、No. C-3881を使用して脱イオン水中に25 mlを調製)

G. リパーゼ酵素溶液 (使用直前に、20,000 ~ 30,000 単位/mlのリパーゼを含有する懸濁液を冷たい試薬F中に調製)

H. オリーブ油 - アラビアガム乳剤: アラビアガム16.5グラムを試薬グレードの水130 mlに溶解することによって調製。材料を溶液中に入れたら、試薬グレードの水で最終容量165 mlに希釈する。試薬グレードのオリーブ油20 mlおよびクラッシュアイス15グラムを加える。この混合物をWaringブレンダー内で低速で3分間ブレンダーし、ガラス綿を介して乳剤を濾過する。毎日新しいものを調製する。

(酵素):

【0259】

1 mg/mlの濃度で酵素を試薬グレード水に溶解する。さらに5 mM 塩化カルシウム中で希釈物を作る。

(手順):

【0260】

滴定は、実験室用pHメーター (A-58905-66高性能コンビネーションpH電極を備えたCorning pHメーター360i)を用いて測定することができる。

試薬 容量 (ml)

脱イオン水 5.00

試薬H (オリーブ油) 5.00

試薬B (NaCl) 2.00

試薬C (アルブミン) 2.00

試薬D (CaCl₂) 1.00

【0261】

ブランク率の測定: 反応混合物のpHを8.0に調整し、定率を実現した後3~4分間の間pHを8.0に維持するのに必要な滴定剤の容量を記録する。毎分加える滴定剤の容量として、曲線の最終の直線部分から「ブランク率」を求める。

【0262】

サンプルの測定: 時間ゼロで、適当に希釈した酵素を加え、必要に応じてpHを8.0に再調整する。pHを5~6分間の間8.0に維持するのに必要な滴定剤の容量を記録する。曲線の直線部分から毎分加える滴定剤の容量として、「サンプル率」を求める。

【0263】

(計算)

【0264】

【数5】

$$\text{単位}/\mu\text{l酵素} = \frac{(\text{サンプル-ブランク}) \times \text{ベースの規定度} \times 1000}{\text{反応混合物中の酵素}(\mu\text{l})}$$

【0265】

参考文献: 非特許文献4

10

20

30

40

50

【0266】

(注意)：

1. NaOH溶液の標準化は非特許文献4に記載されている。
2. このアッセイは、引用された参考文献をベースとする。
3. Sigma ProductまたはStock番号が特定されている場合、同等の試薬で置き換えてもよい。

【0267】

【表15】

表15. 測定したリパーゼ活性

| 酸による前処理 | 前処理の酸(g/15 ml) | 前処理の酸(M) | 前処理の酸のpH | リパーゼ活性(単位/ μ l) |
|---------|----------------|----------|----------|---------------------|
| なし(水) | 0 | 0 | 7 | 6.69 |
| 乳酸 | 0.08 | 0.059 | 2.48 | 4.15 |
| 乳酸 | 0.04 | 0.030 | 2.57 | 5.8 |
| 酢酸 | 0.005 | 0.006 | 2.8 | 5.33 |
| 乳酸 | 0.02 | 0.015 | 2.85 | 6.45 |
| 塩酸 | 0.02 | 0.036 | 1.5 | 0 |
| 抗酸化剤 | | | | |
| 緑茶抽出物 | 0.04 | - | 6.36 | 5.77 |

10

20

【0268】

酸濃度を計算する：

合計酸乾燥重量 / 酸分子量 = 酸モル数

水合計量 (15 ml) / 1000 = 水合計量 (L)

[酸濃度] = 酸モル数 / 水リットル数 = モル濃度 (M)

(概要)

【0269】

各酸タイプ、および試験した濃度は、40分の前処理後、対照（酸を使用しないで前処理）と比較して、酵素活性を低減させた。酵素活性は、より高濃度の酸およびより低いpHで、処理後により低くなることが観察された。非常に低いpH値、たとえばpH1.5などは、酵素に完全な活性損失をもたらした。緑茶抽出物もまたリパーゼ活性を阻害した。

30

【実施例9】

【0270】

(全粒粉安定性に対する抗酸化剤テンパリングの影響)

【0271】

この実施例の目的は、貯蔵中の全粒粉の安定性に対する、抗酸化剤テンパリングの影響を試験することであった。密閉したガラス広口瓶において82F°の加速貯蔵条件下で30日間穀粉を貯蔵した後、生成した遊離脂肪酸の量を測定した。全粒粉は、実施例1および2に記載されている工程に従って調製した。試験した抗酸化剤は、以下のものであった。(1)未処理の軟質赤穀粉(対照)、(2)セルロースで処理した軟質赤穀粉、(3)NaClで処理した軟質赤穀粉、(4)TBHQで処理した軟質赤穀粉、(5)ローズマリー抽出物で処理した軟質赤穀粉、(6)緑茶抽出物で処理した軟質赤穀粉、(7)乳酸で処理してpH6.16にした軟質赤穀粉、(8)リン酸で処理してpH5.67にした軟質赤穀粉、(9)リン酸で処理してpH4.64にした軟質赤穀粉、(10)塩酸で処理してpH5.55にした軟質赤穀粉、(11)実施例1に記載されている方式でBHTで処理した軟質赤穀粉。テンパリングした小麦は、実施例2に記載されている方式で細かく砕いて穀粉にした。貯蔵時の全粒粉中に生成した遊離脂肪酸の量を、未処理の対照穀粉中に生成した遊離脂肪酸の量と比較した。全粒粉を、製粉した穀粉から得たふすま成分お

40

50

よび内胚乳の自然の割合で作製、全粒粉の灰分含有量を使用して組成を確認した。

【0272】

全粒粉（新鮮な穀粉および熟成させた穀粉）の遊離脂肪酸含有量を、実施例3に記載されている方法に従って求めた。

【0273】

表16は、82°Fで6週間まで貯蔵した後、全粒粉中に生成した総遊離脂肪酸の結果を含有する。示されているのは、(1)処理タイプ(2)処理量(3)リパーゼ活性(4)pH(5)ヘキサナール(6)遊離脂肪酸濃度である。

【0274】

【表16】

表16. 熟成後の全粒粉FFAに対する小麦の抗酸化剤処理の影響

| | リパーゼ 阻害剤の 量(酸乾 燥重量/ 初期種実 重量) (ppm) | [リパー ゼ阻害剤 濃度](M) | リパーゼ 活性(単 位/g) | 穀粉のpH | リパーゼ 活性(単 位/g) | 第0週目 のFFA(pp m) | 第6週目 のFFA(pp m) |
|-------------------|--|------------------------|----------------------|-------|----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 対照 | 0 | 0.00 | 379.2 | 6.6 | 154.6 | 828 | 4576 |
| セルロー ス | 7000 | - | 389.1 | - | 225.8 | - | - |
| NaCl | 3000 | 5.13 | 371.1 | - | 209.5 | - | - |
| TBHQ | 200 | 0.12 | 171.5 | - | 137.6 | 739 | 3867 |
| ローズマ リー抽出 物 | 7000 | - | 290.1 | - | 104.1 | 1522.5 | 4216 |
| 緑茶抽出 物 | 7000 | - | 216.9 | 6.5 | 117.6 | 709.5 | 3718 |
| 乳酸 | 3000 | 3.33 | 305.0 | 5.6 | 120.9 | 563 | 2496 |
| BHT | 200 | 0.09 | 360.1 | - | 164.3 | - | - |

(概要)

【0275】

82°Fで貯蔵後の全粒粉脂肪酸含有量は、小麦を緑茶抽出物または乳酸のいずれかで処理した対照と比較して減少した。遊離脂肪酸含有量の小さな減少が試験した他の処理に対して指摘された。

【実施例10】

【0276】

(分離したふすまの酸処理)

【0277】

この実施例の目的は、分離したふすまの酸処理の安定化効力を試験することである。粗ふすま粒子として内胚乳から分離したふすまおよび胚芽に、またはふすまをより微細な粒子へと粉砕した後に、乳酸を含む水を加える。乳酸を加えた後、90で10分間の加熱を適用することによっていくつかのサンプルをさらに安定化させる。ふすまおよび胚芽は、ふすま、胚芽および内胚乳の自然の割合に再配合することによって、全粒粉を作る。自然の割合は、最終穀粉重量のうち、ふすまを32%に、内胚乳を68%に再配合することによって実現された。全粒粉を密閉した容器内に置き、100°Fで30日間貯蔵する。

10

20

30

40

50

リパーゼ活性および穀粉中に生成した遊離脂肪酸を貯蔵開始および終了時に測定することによって、長期にわたる穀粉の新鮮さおよび安定性を評価する。穀粉品質の変化を溶媒保持容量で測定する。

【0278】

(材料) :

- (1) 軟質の白色小麦から分離した粗ふすま / 胚芽
- (2) 粗粉碎ふすま / 胚芽
- (3) 水または水中の乳酸
- (4) 内胚乳

【0279】

実施例2に開示されている方法に従ってリパーゼを測定し、実施例3に開示されている方法に従って、穀粉中の脂肪酸を測定し、実施例4に開示されている溶媒保持容量試験に従って穀粉品質を測定する。

【0280】

表17は、内胚乳からふすまおよび胚芽を分離し、水に溶解した乳酸を粗いまたは細かく粉碎したふすまに加えることによって生成された穀粉を示す。ふすまに加えた乳酸の量が表に示されている。示されている中で、ふすまは、酸を加えた後、90℃で10分間加熱処理もしている。

【0281】

【表17-1】

表17: 製造された穀粉

| 全粒粉 | 粉碎中に抽出されたB&G (%) | 乳酸の量(酸乾燥重量/最終穀粉重量) ppm | 加えた水の合計 (g/100g B&G) | 水中の酸濃度 (M) | WG水分 | 90℃で10分間加熱 | 酸(モル/100lbの最終穀粉) |
|-----------------------------------|------------------|------------------------|----------------------|------------|--------|------------|------------------|
| 全粒粉、粗ふすま | 32 | 0 | 6.25 | 0 | 14.126 | なし | 0.0000 |
| 全粒粉、微細ふすまと共に6.25gの水/100gのB&G | 32 | 0 | 6.25 | 0 | 13.488 | なし | 0.0000 |
| 全粒粉、粗ふすま、6000 | 32 | 6000 | 6.25 | 3.33 | 13.638 | なし | 3.0276 |
| 全粒粉、微細ふすま、6000と共に6.25gの水/100gのB&G | 32 | 6000 | 6.25 | 3.33 | 13.588 | なし | 3.0276 |

【0282】

10

20

30

40

【表 17 - 2】

表17の続き

| | | | | | | | |
|-----------------------------------|----|--------|------|------|--------|----|--------|
| 全粒粉、微細ふすま | 32 | 0 | 3.75 | 0 | 12.735 | なし | 0.0000 |
| 全粒粉、微細ふすま、加熱 | 32 | 0 | 3.75 | 0 | 12.954 | あり | 0.0000 |
| 全粒粉、微細ふすま、3000 | 32 | 3000 | 3.75 | 2.77 | 12.991 | なし | 1.5138 |
| 全粒粉、微細ふすま、3000 + 加熱 | 32 | 3000 | 3.75 | 2.77 | 12.849 | あり | 1.5138 |
| 全粒粉、微細ふすま、6000と共に3.75gの水/100gのB&G | 32 | 6000 | 3.75 | 5.55 | 12.742 | なし | 3.0276 |
| 全粒粉、微細ふすま、6000 + 加熱 | 32 | 6000 | 3.75 | 5.55 | 12.959 | あり | 3.0276 |
| 全粒粉、微細ふすま、10,000 | 32 | 10,000 | 3.75 | 9.25 | 12.298 | なし | 5.0460 |
| 全粒粉、微細ふすま、10,000 + 加熱 | 32 | 10,000 | 3.75 | 9.25 | 12.112 | あり | 5.0460 |

10

20

【 0 2 8 3 】

表 18 は、100 F ° で 30 日間まで貯蔵した後、全粒粉中に生成した総遊離脂肪酸の結果を含有する。示されているのは、(1) 穀粉 (2) 酸 (乾燥 w t / w t ふすま) (3) 加熱する (4) 全粒粉を作る内胚乳の% (5) ふすまの pH (6) 粒度 (9) リパーゼ活性 (10) 遊離の脂肪酸濃度、初期値および 21 日後の値 (11) 貯蔵された穀粉中の FFA 生成の阻害 (%) である。

30

【 0 2 8 4 】

【 8 1 冊 】

表 18. 酸処理または酸+加熱+水処理したふすま&胚芽を用いて作られた全粒粉の安定性

| | 加えた水の合計 (g/100g B&G) | 乳酸の量 (酸乾燥重量/最終穀粉重量) ppm | 90°Cで18分間加熱 | 穀粉内胚乳重量 (%) | WpH | Rotap通過 100 | リパーゼ活性 (単位 /g) | 初期FFA (p pm) | リパーゼ阻害 (%) | FFA ppm 3 0 d 100F | FFA阻害 (%) |
|-----------------------------------|----------------------|-------------------------|-------------|-------------|------|-------------|----------------|--------------|------------|--------------------|-----------|
| 全粒粉、粗ふすま | 6.25 | 0 | なし | 68 | 5.86 | 41.66 | 215 | 1107 | 0 | 2551 | 0.00 |
| 全粒粉、微細ふすまと共に6.25gの水/100gのB&G | 6.25 | 0 | なし | 68 | 6.14 | 61.64 | 382 | 1309 | 0 | 5374 | 0.00 |
| 全粒粉、粗ふすま、6000 | 6.25 | 6000 | なし | 68 | 4.23 | 42.12 | 174 | 1144 | 19.1 | 2077 | 18.58 |
| 全粒粉、微細ふすま、6000と共に6.25gの水/100gのB&G | 62.5 | 6000 | なし | 68 | 4.47 | 63.64 | 280 | 1218 | 26.7 | 3412 | 36.51 |
| 全粒粉、微細ふすま | 3.75 | 0 | なし | 68 | 6.12 | 66.01 | 423 | 1319 | 0 | 5523 | 0.00 |
| 全粒粉、微細ふすま、加熱 | 3.75 | 0 | あり | 68 | 6.15 | 64.70 | 249 | 1299 | 41.13 | 5511 | 0.22 |
| 全粒粉、微細ふすま、3000 | 3.75 | 3000 | なし | 68 | 5.04 | 63.86 | 325 | 1274 | 23.17 | 3847 | 30.35 |
| 全粒粉、微細ふすま、3000 + 加熱 | 3.75 | 3000 | あり | 68 | 5.07 | 62.68 | 222 | 1229 | 47.52 | 3689 | 33.21 |
| 全粒粉、微細ふすま、6000と共に3.75gの水/100gのB&G | 3.75 | 6000 | なし | 68 | 4.45 | 64.68 | 296 | 1227 | 30.02 | 3367 | 39.04 |
| 全粒粉、微細ふすま、6000 + 加熱 | 3.75 | 6000 | あり | 68 | 4.50 | 63.34 | 121 | 1167 | 71.39 | 2541 | 53.99 |
| 全粒粉、微細ふすま、10,000 | 3.75 | 10,000 | なし | 68 | 3.97 | 63.84 | 232 | 1146 | 45.15 | 2788 | 49.52 |
| 全粒粉、微細ふすま、10,000 + 加熱 | 3.75 | 10,000 | あり | 68 | 3.99 | 64.72 | 73 | 1140 | 82.74 | 1731 | 68.66 |

【 5 2 8 0 】

10

20

30

40

50

貯蔵中の各穀粉の溶媒保持容量試験を使用して、それぞれの各処理後の穀粉の品質を評価する。特に重要なのは、穀粉のグルテンが機能的なままであることを示す、乳酸溶媒保持性の維持によって測定される穀粉のグルテン強度である。穀粉の全吸収は、低いままであり、対照値と変わるべきではない。表19は、各穀粉のSRCプロファイルを示す。

【0286】

【表19】

表19 溶媒保持容量試験

| | 水 | スクロース | 炭酸ナトリウム | 乳酸 | 灰分(*%ベース) |
|-----------------------------------|-------|-------|---------|-------|-----------|
| 全粒粉、粗ふすま | 60.36 | 65.66 | 68.89 | 64.12 | 1.33 |
| 全粒粉、微細ふすまと共に6.25gの水/100gのB&G | 64.97 | 73.36 | 76.21 | 70.89 | 1.48 |
| 全粒粉、粗ふすま、6000 | 57.94 | 66.13 | 67.94 | 63.20 | 1.18 |
| 全粒粉、微細ふすま、6000と共に6.25gの水/100gのB&G | 60.05 | 68.81 | 75.45 | 67.81 | 1.38 |
| 全粒粉、微細ふすま | 65.88 | 74.10 | 77.93 | 67.46 | 1.44 |
| 全粒粉、微細ふすま、加熱 | 64.71 | 73.63 | 79.97 | 67.33 | 1.42 |
| 全粒粉、微細ふすま、3000 | 61.96 | 70.15 | 75.82 | 66.59 | 1.39 |
| 全粒粉、微細ふすま、3000 + 加熱 | 61.38 | 70.50 | 77.12 | 65.12 | 1.42 |
| 全粒粉、微細ふすま、6000と共に3.75gの水/100gのB&G | 61.82 | 71.12 | 74.53 | 66.11 | 1.35 |
| 全粒粉、微細ふすま、6000 + 加熱 | 60.85 | 70.14 | 76.36 | 65.68 | 1.46 |
| 全粒粉、微細ふすま、10,000 | 62.59 | 70.68 | 76.72 | 66.23 | 1.45 |
| 全粒粉、微細ふすま、10,000 + 加熱 | 63.71 | 69.44 | 75.96 | 65.60 | 1.39 |

【0287】

(概要)

ふすまおよび胚芽の酸処理は、加熱処理などの従来の安定化方法を向上させた。酸処理および加熱処理の両方を受けたふすまから作られた穀粉におけるリパーゼ活性141単位/gおよびこの中で生成した遊離脂肪酸1127ppmは、未処理の対照の282単位/gおよび3941ppmより低く、加熱処理のみで安定化したふすまより思いがけず低い(201単位/gおよび3014ppm)。酸処理を熱処理と組み合わせることによりもたらされる安定化の向上という利益が、リパーゼ活性の低下および貯蔵中の遊離脂肪酸の生成の低下を可能にし、これらは、酸処理または加熱処理のいずれかを単独で行うことでは実現できない。加熱処理単独では遊離脂肪酸の23.5%の減少、または酸処理単独では37.66%の減少に留まったのと比較して、遊離脂肪酸の生成を71.40%減少させた、酸と加熱による安定化の有意な相乗効果が存在する。

【実施例11】

【0288】

(非加熱安定化および加熱安定化の相乗効果)

【0289】

この実施例の目的は、全粒粉貯蔵寿命に対する非加熱および加熱安定化の間の相乗効果
を特定することであった。

(材料) :

(1) 全粒粉製粉トライアル :

・ 2%テンパリング水を用いて典型的な4時間の間、乳酸(6000ppm)を用いて
/用いずに小麦種実をテンパリングした。

・ テンパリングしたSWW全粒小麦粉対照 : 全粒粉小麦8000kgに対して水160
kgを使用。

・ 乳酸を用いてテンパリングしたSWW全粒粉 : 全粒粉小麦4000kgに対して、水
76.72kgおよび乳酸27.28kgを使用した。

・ 4時間テンパリング後、小麦を製粉機で製粉する。乳酸を用いた/用いなかったふす
まおよび胚芽を収集し、乳酸を用いた/用いなかった内胚乳もまた収集した。

【0290】

(2) ふすまおよび胚芽を実験室内で加熱/水分安定化させた。

【0291】

乳酸を用いなかったB&G30gを、9つの穴を有するホイルバッグ(7インチ×6.
5インチ)に詰め、次いでこのバッグを140℃で10分間加熱した。

【0292】

乳酸を用いたB&G30gを9つの穴を有するホイルバッグ(7インチ×6.
5インチ)に詰め、次いでこのバッグを140℃で10分間加熱した。

【0293】

全粒粉の再構成が表20に示されている :

【0294】

【表20】

表20. 全粒(WG)粉の再構成

| 全粒粉 | ふすまおよび胚芽24% | 内胚乳76% |
|------------------------|---------------------|---------------|
| 処理済みB&Gなしで作られた対照 | ふすまおよびジェム、乳酸なし、加熱なし | 内胚乳、乳酸なし、加熱なし |
| 加熱処理したB&Gを用いて作られた全粒粉 | ふすまおよびジェム、乳酸なし、加熱あり | 内胚乳、乳酸なし、加熱なし |
| 酸処理したB&Gを用いて作られた全粒粉 | ふすまおよびジェム、乳酸あり、加熱なし | 内胚乳、乳酸あり、加熱なし |
| 酸+加熱処理したB&Gを用いて作られた全粒粉 | ふすまおよびジェム、乳酸あり、加熱あり | 内胚乳、乳酸あり、加熱なし |

【0295】

調製した全粒粉(新鮮な穀粉および33日間熟成した穀粉)の遊離脂肪酸(FFA)含有量およびリパーゼ活性を実施例4に開示されている方法に従って分析し、結果が表21に示されている。穀粉の粒度分布が表22に示されている :

【0296】

10

20

30

40

【表 2 1】

| 表21. 安定化: 酸+加熱 | 乳酸の 乾燥重 量/初 期種実 重量) (ppm) | パンパ ゲリン グの 時間 (分) | パンパ ゲリン グの水 のベル (%) | [酸濃 度] (M) | 小麦10 00g当 たり加 えた水 (g) | 小麦10 00g当 たりの 88.5% 乳酸の 量(g) | 酸(モ ル/100 lbの最 終穀 粉) | 粉砕中 に抽出 された B&G(%) | B&Gの 水分 (%) | 加熱処 理(温 度/時 間) | 穀粉の 内胚乳 の重量 | 穀粉の B&Gの 重量 | リパー ゼ活性 (単位/ g) | 初期FF A (ppm) | FFA: 第 33日 目、10 OF (pp m) | 阻害 (%) | W6のpH |
|------------------------|--|-------------------------------|---------------------------------|---------------|-----------------------------------|---|----------------------------------|-----------------------------|-------------------|-------------------------|-------------------|-------------------|--------------------------|-----------------|---------------------------------------|-----------|-------|
| 未処理のB&Gを用いて作られた対照 | 0 | 240分 | 2 | 0 | 20 | 0 | 0 | 23 | 5.75 | 0 | 82.76 | 38.55 | 282 | 628 | 3941 | 0 | 6.27 |
| 加熱処理したB&Gを用いて作られた全粒粉 | 0 | 240分 | 2 | 0 | 20 | 0 | 0 | 22.82 | 5.07 | 140C, 10分 | 82.76 | 38.27 | 201 | 610 | 3014 | 23.52 | 6.25 |
| 酸処理したB&Gを用いて作られた全粒粉 | 6000 | 240分 | 2 | 3.49 | 19.18 | 6.82 | 3.04 | 23 | 4.65 | 0 | 82.76 | 38.10 | 241 | 579 | 2457 | 37.66 | 4.85 |
| 酸+加熱処理したB&Gを用いて作られた全粒粉 | 6000 | 240分 | 2 | 3.49 | 19.18 | 6.82 | 3.04 | 22.92 | 4.32 | 140C, 10分 | 82.76 | 37.97 | 141 | 655 | 1127 | 71.4 | 4.89 |

【表 2 2】

表22. 穀粉の粒度

| | 全粒粉 | Rotap +40 | Rotap +50 | Rotap +60 | Rotap +70 | Rotap +80 | Rotap +100 | Rotap 通過 100 | 合計 |
|------------------------|------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|--------------------|--------|
| 未処理のB&Gを用いて作られた対照 | 1.88 | 0.18 | 2.22 | 2.3 | 1.4 | 2.22 | 2.46 | 88.78 | 99.56 |
| 加熱処理したB&Gを用いて作られた全粒粉 | 1.87 | 0.16 | 2.44 | 2.48 | 1.62 | 2.54 | 3.84 | 87.3 | 100.38 |
| 酸処理したB&Gを用いて作られた全粒粉 | 1.84 | 0.04 | 2 | 2.22 | 1.62 | 2.26 | 2.64 | 88.24 | 99.02 |
| 酸+加熱処理したB&Gを用いて作られた全粒粉 | 1.84 | 0.08 | 2.52 | 2.52 | 1.72 | 2.48 | 3.06 | 86.52 | 98.9 |

10

20

【0298】

(概要)

【0299】

表20～22に示されている通り：

・加熱安定化と共に乳酸(LA)処理した全粒粉(WG)は、加熱安定化なしでLA処理したWGと比較して、リパーゼ活性が241から141単位/gに減少した。

・加熱安定化と共にLA処理したWGは、加熱安定化なしでLA処理したWGと比較して、遊離脂肪酸(FFA)が2457から1127ppmに減少した。

・非加熱および加熱安定化の間に有意な相乗効果(71.40%阻害)が存在する(23.5%+37.66%の組合せ阻害)。

【実施例12】

【0300】

この実施例では、加熱安定化した全粒小麦粉対照、加熱安定化および本発明によるリパーゼ阻害剤としての乳酸の両方を使用して安定化した全粒小麦粉、ならびに安定化した穀粉で作った低脂肪ビスケットまたは全麦クラッカーの官能属性を専門家試食パネルが評価した。使用した安定化全粒小麦粉は、ビスケットが作られた時点で58日経過しており、ビスケットは、6週間熟成させてからこれらの官能属性について評価した。102°Fでの穀粉遊離脂肪酸(FFA)を第0日目、ならびに第30日目、第45日目、および第60日目に求めた。

30

40

【0301】

評価対象の加熱安定化した全粒小麦粉サンプルまたは作業のそれぞれは、ほぼ同じ粒度分布を有した。各サンプルに対する加熱安定化は、対照サンプルに対して、さらに加熱安定化および乳酸の両方を使用して製造されたサンプルに対して、188°Fの加熱安定化温度を使用して同様に行った。安定化に使用されたふすまの加水処理レベルは、4.5重量%および7.5重量%であった。安定化に用いた乳酸の量は、対照サンプルでは0であ

50

り、本発明のサンプルでは、全粒粉の重量を基準として3000 ppmおよび6000 ppmであった。評価対象の安定化した全粒小麦粉は表23に示されている：

【0302】

【表23】

表23: 安定化した全粒小麦粉サンプルの評価

| サンプル(作業) | 穀粉の熟成(日数) | ふすまの加水処理レベル(wt %) | 乳酸(ppm) | 安定化温度(° F) | 安定化タイプ |
|----------|-----------|-------------------|---------|------------|-----------|
| 1(対照) | 58 | 7.5 | 0 | 188 | 加熱のみ |
| 2 | 58 | 7.5 | 6,000 | 188 | 加熱 + 加熱なし |
| 3 | 58 | 7.5 | 3,000 | 188 | 加熱 + 加熱なし |
| 4 | 58 | 4.5 | 6,000 | 188 | 加熱 + 加熱なし |
| 5 | 58 | 4.5 | 3,000 | 188 | 加熱 + 加熱なし |

10

【0303】

ビスケットを製造するために用いた各ドウは、同量の安定化した全粒小麦粉(ドウ重量を基準として約57重量%)、ならびに同量のスクロース、油、塩、脱脂粉乳固形、高フルクトースコーンシロップ、炭酸水素アンモニウム、炭酸水素ナトリウム、および水を含む。ドウは、ジャケット付きファリノグラフのようなミキシングボウルおよびブレード内で原材料を混合することで製造し、ドウをシーティングし、積層し、小片に切り、焙焼することによって、含水量3.5重量%のビスケットを得た。

官能属性の評価方法

【0304】

記述式パネル(n=12)が生成物を評価した。パネリストは、官能の鋭さおよび記述能力に基づき選択された。パネリストらは、司会による討議セッションを介してすべての様相にわたってサンプルの特性を記載する語彙を開発した。

20

30

【0305】

サンプルは、彼らが作った語彙を使用してパネリストが個別に評価した。サンプルは、目隠し付で、および提示順序による偏りを最小限に抑えるようにバランスのとれた設計で提示された。各パネリストは、すべての属性について3回ずつ、すべての生成物を評価した。

【0306】

ウェブベースのデータ収集システム(Compusense at Hand、カナダ)を使用してデータ収集した。評価に使用した体系化されていないラインスケールを分析用に100点スケールに電子的に変換した。

40

サンプルセットを評価するために使用した属性および定義

【0307】

官能属性、属性定義、および官能属性評価を行うための判定またはパネリストへの指示が表24に示されている：

【0308】

【表 2 4】

表24:官能属性、属性の定義および判定のしかた

| | |
|--|--|
| 香り-判定のしかた:サンプルを鼻のところまで持ってきて、以下の香り属性を評価する: | |
| 属性 | 定義 |
| 穀粉 (弱-強) | 白色粉の袋を開放しておいたものを連想させる穀粉香の強度 |
| 風味-判定のしかた:長方形の約1/3を一回一かじりし、噛み、以下の風味属性を評価する: | |
| 甘い (弱-強) | 菓子屋の糖を連想させる口内の甘い味覚の強度。 |
| シナモン (Weak-Strong) | McCormick粉末タイプシナモン、またはCinnamon Teddygrahamsを連想させるシナモン風味の強度 |
| 後味/印象-判定のしかた:クラッカーを一かじりし、噛み、飲み込む。飲み込んでから15秒待ち、以下の後味/印象属性を評価する: | |
| 香ばしさ (弱-強) | 香ばしい後味の強度。香ばしい後味が弱い場合は軽く焙焼したイタリアパンの皮を連想させる。香ばしい後味が強い場合は濃い色にトーストしたパンを連想させる。 |
| バニラ (弱-強) | イエローケーキミックスの中のバニラの香りを連想させるバニラ後味の強度。 |
| 蜂蜜 (弱-強) | Honey Teddy Grahamsの蜂蜜の後味を連想させる蜂蜜後味の強度。 |
| 歯に対する粘着性 (わずか-顕著) | 依然として歯および/または口に粘着しているクラッカーの量を測定。 |
| 微粒子の量 (少量-多量) | 口内に残存するように感じる粒子またはくずの量を測定 |

10

20

30

【0309】

これらの貯蔵寿命にわたるビスケットサンプルの香り、風味、および後味/印象特性に対する官能属性平均値が表 2 5 に示されている:

【0310】

【表 25】

表25:貯蔵寿命の間のビスケットの香り、風味、および後味/印象特性に対する官能属性平均値

| サンプルID および属性 | サンプル(作 業)1(対照) | サンプル(作 業)2 | サンプル(作 業)3 | サンプル(作 業)4 | サンプル(作 業)5 |
|--------------------|-------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 穀粉の熟成(日数) | 58 | 58 | 58 | 58 | 58 |
| ふすまの加水処理レベル(wt. %) | 7.5 | 7.5 | 7.5 | 4.5 | 4.5 |
| 乳酸レベル(ppm) | 0 | 6,000 | 3,000 | 6,000 | 3,000 |
| 製品の熟成(週数) | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| 穀粉香 | 9.62 | 8.94 | 8.64 | 8.49 | 8.52 |
| 甘い風味 | 29.91 | 32.30 | 33.41 | 33.14 | 32.08 |
| シナモン風味 | 9.47 | 12.68 | 11.21 | 11.45 | 11.43 |
| 香ばしい後味 | 30.42 | 32.15 | 34.02 | 33.39 | 38.69 |
| バニラの後味 | 16.95 | 19.38 | 16.51 | 18.90 | 15.52 |
| 蜂蜜の後味 | 22.96 | 23.59 | 23.16 | 25.77 | 20.77 |
| 歯に粘着する印象 | 53.82 | 51.81 | 51.46 | 50.90 | 51.57 |
| 粒子の量の印象 | 36.98 | 31.04 | 35.99 | 35.38 | 34.47 |
| 第0日目のFFA | 895 | 939 | 849 | 960 | 854 |
| 第30日目のFFA | 2391 | 2023 | 1779 | 1640 | 1766 |
| 第45日目のFFA | 2862 | 2346 | 2127 | 1986 | 2190 |
| 第60日目のFFA | 3384 | 2571 | 2791 | 2237 | 2386 |

【0311】

(結果の考察)

表 25 に示されている通り、乳酸処理および低温加熱(188 °F)の両方を使用して安定化した全粒粉は、低温加熱安定化(188 °F)のみで安定化し、乳酸処理しなかった全粒粉を使用した対照に対するスコア、29.91スケール単位(作業1)と比較して、甘い風味をより多く保持する、少なくとも32.08スケール単位(作業2、3、4、および5)の優れた焙焼をもたらし、これは甘い風味スコアの少なくとも7.2%の増加である。

【0312】

また、表 25 に示されている通り、乳酸処理および低温加熱(188 °F)の両方を使用して安定化した全粒粉は、低温加熱安定化(188 °F)のみで安定化し、乳酸処理を

10

20

30

40

50

しなかった全粒粉を使用した対照に対するスコア、9.47スケール単位(作業1)と比較して、シナモン風味をより多く保持する、少なくとも11.21スケール単位(作業2、3、4、および5)の優れた焙焼をもたらし、これは、シナモン風味スコアの少なくとも18.3%の増加である。

【0313】

負の属性である生穀粉の香りは、表25に示されている通り、9.62スケール単位のスコアをつけた対照(作業1)と比較して、8.94スケール単位、最大9でより低いままであり(作業2、3、4、および5)、これは穀粉香りスコアの少なくとも7%の低減であった。

【0314】

作業番号1(乳酸なし;対照として機能)と比較して、乳酸(作業2、3、4、および5)を用いたすべてのサンプルは、生穀粉の香りが低く、甘い風味がより高く、シナモン風味がより高く、香ばしい後味がより高く、歯への粘着性が低く、および粒子の量の印象がより弱い。

【0315】

作業番号1(乳酸なし;対照として機能)と比較して:a)6000ppm乳酸(作業2および4)を使用するが、3000ppmの乳酸(作業3および5)を使用せずに製造されたサンプルは、バニラ後味がより高く、b)3000ppm乳酸および4.5%のふすま加水処理を使用して製造されたサンプル(作業5)以外の、乳酸を用いたすべてのサンプル(作業2、3、および4)は、蜂蜜後味がより高い。

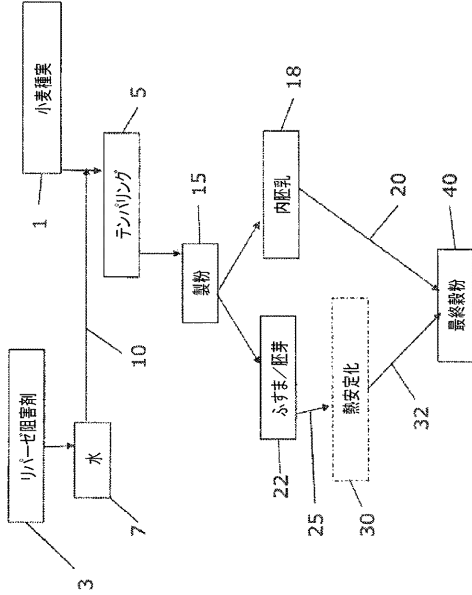
【0316】

貯蔵期間にわたり穀粉に生成した遊離脂肪酸(FFA)で測定されるような、全粒粉およびこれを含む製品の新鮮さ、ならびに熟成した穀粉で作られた製品中の風味保持性は、乳酸処理なしで安定化された対照全粒粉の新鮮さ、および対照穀粉を含む製品の風味保持性と比較して、表25で実証されているように、全粒小麦粉を安定化するために乳酸処理および低温加熱処理の両方を使用することで延長する。

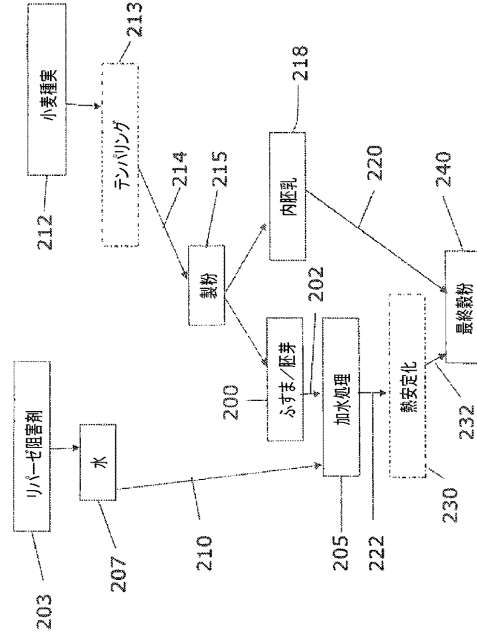
10

20

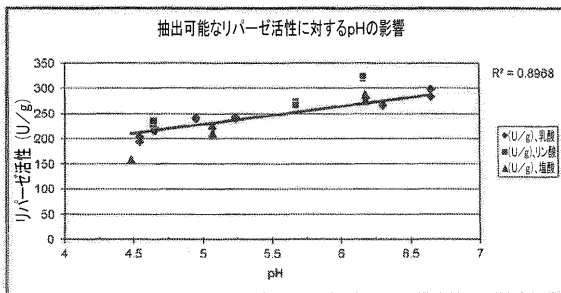
【 図 1 】



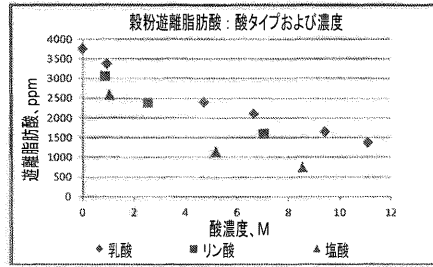
【 図 2 】



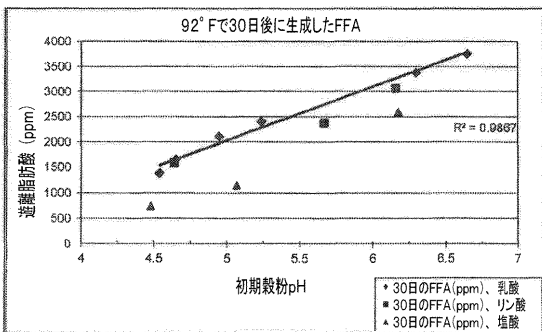
【 図 3 】



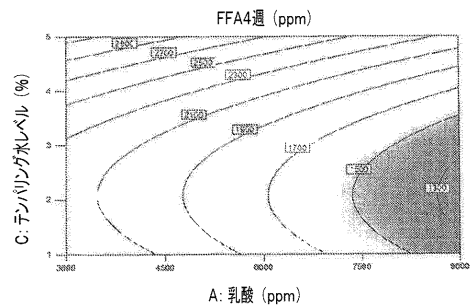
【 図 5 】



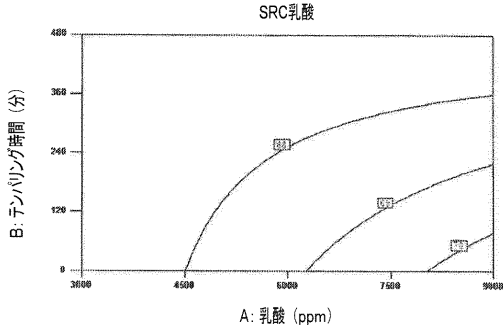
【 図 4 】



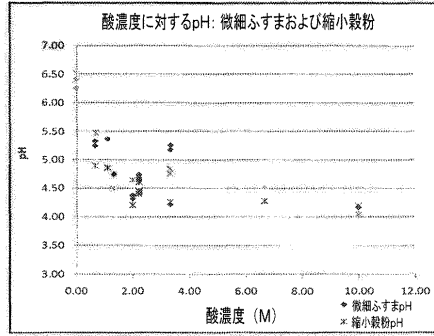
【 図 6 】



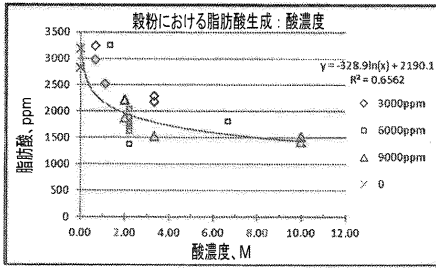
【 図 7 】



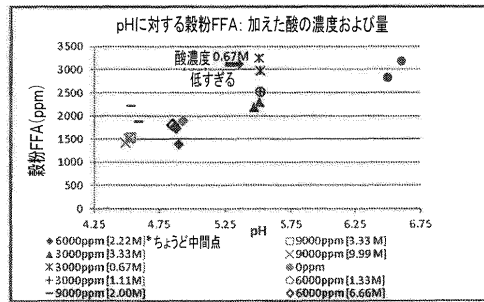
【 図 9 】



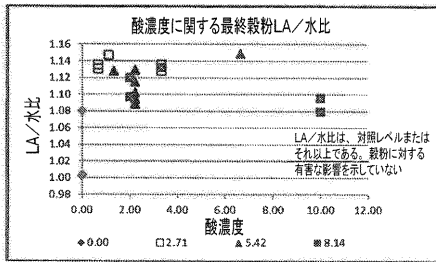
【 図 8 】



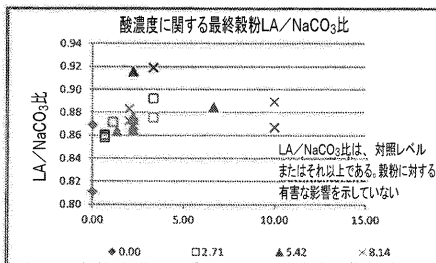
【 図 10 】



【 図 11 】



【 図 12 】



フロントページの続き

- (72)発明者 ニン ジョウ
アメリカ合衆国 07936 ニュージャージー州 イースト ハノーバー キャッスル リッジ
ドライブ 95
- (72)発明者 ティモシー エス.ハンセン
アメリカ合衆国 60525 イリノイ州 ラグレンジ サウス ケンジントン アベニュー 2
33
- (72)発明者 マイケル エー.ダフィン
カナダ エム9エヌ 1エー7 オンタリオ トロント クラウストン アベニュー 114
- (72)発明者 ドメニコ アール.カッソーネ
アメリカ合衆国 08876 ニュージャージー州 ブランチバーグ ラマボ トレイル 18
- (72)発明者 ダイアン エル.ギャノン
アメリカ合衆国 43551 オハイオ州 ペリーズバーグ ブリッジウッド ロード 1034
6
- (72)発明者 リン シー.ヘイネス
アメリカ合衆国 07950 ニュージャージー州 モリス プレインズ グローブ アベニュー
44
- (72)発明者 ジェイムズ エム.マンズ
アメリカ合衆国 07460 ニュージャージー州 ストックホルム ストーンヘッジ ドライブ
28
- (72)発明者 ジェニー イー.ジメリ
アメリカ合衆国 07828 ニュージャージー州 バッド レイク エリザベス レーン 52
- (72)発明者 ピーター ワーフォルク
カナダ エル9エヌ 1ダブリュ1 オンタリオ イニスフィル アッシュウッド アベニュー
1873
- (72)発明者 アンソニー プラセック
カナダ エル5エヌ 1ジー9 オンタリオ ミシサガ サバーバン ドライブ 64

審査官 小石 真弓

- (56)参考文献 特開昭59-232058(JP,A)
特表2002-500870(JP,A)
米国特許第03851085(US,A)
米国特許第02930699(US,A)
欧州特許出願公開第01900290(EP,A1)
特開平03-219872(JP,A)
特開昭51-110053(JP,A)
J. Am. Oil. Chem. Soc., 1986年, Vol.63, p644-646
J Food Sci. & Technol., 1995年, vol.32, p395-399

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A23L 7/00-7/25

JSTPlus/JMEDPlus/JST7580(JDreamIII)