

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6454115号
(P6454115)

(45) 発行日 平成31年1月16日(2019.1.16)

(24) 登録日 平成30年12月21日(2018.12.21)

(51) Int. Cl.		F I	
A 2 3 L	7/104	(2016.01)	A 2 3 L 7/104
A 2 1 D	8/04	(2006.01)	A 2 1 D 8/04
A 2 3 L	33/10	(2016.01)	A 2 3 L 33/10
A 2 1 D	13/04	(2017.01)	A 2 1 D 13/04

請求項の数 12 (全 23 頁)

(21) 出願番号	特願2014-197183 (P2014-197183)	(73) 特許権者	501203344
(22) 出願日	平成26年9月26日 (2014.9.26)		国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構
(65) 公開番号	特開2016-67228 (P2016-67228A)		茨城県つくば市観音台3-1-1
(43) 公開日	平成28年5月9日 (2016.5.9)	(74) 代理人	100091096
審査請求日	平成29年4月11日 (2017.4.11)		弁理士 平木 祐輔
(出願人による申告)平成25年度、農林水産省、「米粉に適した品種及び低コスト粉碎技術の開発」委託事業、産業技術力強化法第19条の適用を受ける特許出願		(74) 代理人	100118773
			弁理士 藤田 節
		(74) 代理人	100180954
			弁理士 漆山 誠一
		(72) 発明者	荒木 悦子
			茨城県つくば市観音台2丁目1-18 独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構 作物研究所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】小麦粉代用米粉及びグルテンフリー米粉パンの製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

米粉及び水を混合して米粉生地を製造する米粉生地製造工程、
前記米粉生地に100U/mL～200U/mLのプロテアーゼを混合するプロテアーゼ混合工程、
前記米粉生地を40℃以上60℃未満の温度にて3時間以上15時間以下で保温する保温工程、及び

前記保温工程後のプロテアーゼ処理した米粉生地を乾燥させる乾燥工程を含む米粉のプロテアーゼ処理米粉乾燥生地の製造方法。

【請求項2】

前記乾燥工程前及び/又は乾燥工程後に米粉生地を断片化する断片化工程をさらに含む、請求項1に記載のプロテアーゼ処理米粉乾燥生地の製造方法。 10

【請求項3】

米粉及び水を混合して米粉生地を製造する米粉生地製造工程、
前記米粉生地に100U/mL～200U/mLのプロテアーゼを混合するプロテアーゼ混合工程、
前記米粉生地を40℃以上60℃未満の温度にて3時間以上15時間以下で保温する保温工程、及び

前記保温工程後のプロテアーゼ処理した米粉生地を乾燥させる乾燥工程を含む方法によって得られるプロテアーゼ処理米粉乾燥生地。

【請求項4】

前記乾燥工程前及び/又は乾燥工程後にプロテアーゼ処理米粉乾燥生地を断片化する断 20

片化工程をさらに含む方法によって得られる、請求項 3 に記載のプロテアーゼ処理米粉乾燥生地。

【請求項 5】

請求項 3 又は 4 に記載のプロテアーゼ処理米粉乾燥生地进行を粉末化する粉碎工程を含むプロテアーゼ処理米粉乾燥粉末の製造方法。

【請求項 6】

粉碎工程後の産物を篩にかける篩工程をさらに含む、請求項 5 に記載のプロテアーゼ処理米粉乾燥粉末の製造方法。

【請求項 7】

前記粉碎工程及び篩工程を繰り返す反復工程をさらに含む、請求項 6 に記載のプロテアーゼ処理米粉乾燥粉末の製造方法。

10

【請求項 8】

請求項 3 又は 4 に記載のプロテアーゼ処理米粉乾燥生地进行を粉末化する粉碎工程を含む方法によって得られるプロテアーゼ処理米粉乾燥粉末。

【請求項 9】

粉碎工程後の産物を篩にかける篩工程をさらに含む方法によって得られる、請求項 8 に記載のプロテアーゼ処理米粉乾燥粉末。

【請求項 10】

前記粉碎工程及び篩工程を繰り返す反復工程をさらに含む方法によって得られる、請求項 9 に記載のプロテアーゼ処理米粉乾燥粉末。

20

【請求項 11】

請求項 3 又は 4 に記載のプロテアーゼ処理米粉乾燥生地、又は請求項 8 ~ 10 のいずれか一項に記載のプロテアーゼ処理米粉乾燥粉末に酵母、及び糖を加えて混捏し、発酵生地进行を製造する発酵生地进行製造工程、

製造した発酵生地进行を 25 ~ 40 で発酵させる発酵工程、及び
発酵工程後のパン生地进行を焼成する焼成工程
を含む米粉パン製造方法。

【請求項 12】

請求項 3 又は 4 に記載のプロテアーゼ処理米粉乾燥生地、又は請求項 8 ~ 10 のいずれか一項に記載のプロテアーゼ処理米粉乾燥粉末に酵母、及び糖を加えて混捏し、発酵生地进行を製造する発酵生地进行製造工程、

製造した発酵生地进行を 25 ~ 40 で発酵させる発酵工程、及び
発酵工程後のパン生地进行を焼成する焼成工程
を含む方法によって得られる米粉パン。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、小麦粉の代用穀粉として、所定の温度で所定の時間、プロテアーゼ処理した米粉、及びそれを用いたグルテンフリー米粉パンの製造方法に関する。

【背景技術】

40

【0002】

食物アレルギーは、食物の摂取により食物中に含まれる特定のアレルゲンに対して過剰な免疫反応を生じて発症するアレルギー疾患である。症状の多くは蕁麻疹のような痒みを伴う皮膚・粘膜系症状であるが、しばしば、呼吸困難になる呼吸器系症状や下痢、嘔吐等の消化器系症状も現れる。さらに、重篤な症状として、アナフィラキシーショックを呈する場合もあり、最悪の場合、死に至るケースも知られている。それ故に、食物アレルギー患者は、日常の食生活においてもアレルゲンを摂取しないように食物に対して常に注意を払う必要がある。これは、患者のみならず、その家族にとっても精神的な負担やストレスとなっている。また、食物アレルギー患者は、摂取可能な食品の種類が限定される結果、食事の種類に変化がなくなり、食に対する楽しみや喜びが失われる等のQOL(クオリティ

50

・オブ・ライフ)上の問題もある。特に主食や様々な食品に頻用される原材料に抗原が含まれる場合、日常の食事に著しい制限が課されてしまうため、問題はより深刻となる。例えば、小麦粉に含まれるグルテンに対して免疫反応を示すセリアック病患者の場合、小麦粉を原料とする全ての食品を摂取することができない。セリアック病患者は、日本では20~40万人であるが、欧米諸国では特に多く、米国で約300万人、また欧州で約250万人にもなると推定されており、約100~150人に一人がこの疾患に罹患していることになる。

【0003】

現在のところセリアック病の根治療法はなく、グルテンフリーの食品を選択的に摂取するアレルギー回避策しかない。しかし、罹患率の高い欧米では、パンやパスタ等の小麦粉製品が主食であり、これらを食生活から排除することは事実上困難である。そこで、小麦粉パンの代用として、グルテンを含まない米粉を原料穀粉にした米粉パンが世界各国で開発されている。

10

【0004】

ところが、米粉パンは米粉の分量が多くなるほど、膨らみ、食感、及び食味を維持することが困難となる。それ故、従来技術によるグルテンフリーの100%米粉パンは、膨らみが不十分であり、きめが粗く、食味や食感が悪いという大きな問題があった。

【0005】

小麦粉やグルテンを含まない100%米粉パンを膨らませる技術としては、主にグアガムやヒドロキシプロピルメチルセルロース(HPMC)といった増粘多糖を添加する方法が報告されている(特許文献1)。また、ポテトスターチ(特許文献2)や大豆の脱脂粕を添加する例もある。しかし、これらの方法で製造された米粉パンは、100%米粉パンとは言い難い。

20

【0006】

また、増粘剤を使用せずに膨らみのある100%米粉パンを製造する方法も開発されている。例えば、グルコースオキシダーゼやグルタチオン等の添加剤を添加する方法(特許文献3)、である。グルタチオン添加の100%米粉パンは、膨らみが向上し、きめの細かい柔らかいパンを作ることは可能である。しかし、添加剤として用いられる化合物は、化学試薬である場合が多く、安全性の面からも消費者には受け入れ難い。事実、日本国内ではグルタチオンは添加剤として認められておらず、実用化の目途が立たないという問題がある。また、グルタチオンは、精製された高純度品が必要となるため、コスト的に割高になる問題もある。

30

【0007】

添加剤を使わない方法として、プラスチックの発泡技術を応用した方法(特許文献4)、米麹を用いた米粉の前発酵を行う方法(特許文献5)、及びBacillus stearothersophilus由来のプロテアーゼを用いる方法(特許文献6)もある。しかし、プラスチックの発泡技術を応用した方法は、膨らみが不十分で、食味が低下するという問題がある。米麹による前発酵を行う方法や、Bacillus stearothersophilus由来のプロテアーゼを用いる方法は、膨らみが向上し、きめの細かい柔らかいパンを作る点では優れているが、前発酵やプロテアーゼ処理に時間や設備が必要なため、ベーカリーや家庭で簡易にパンを製造することは困難である。

40

【0008】

したがって、膨らみと食感や食味が良好で、かつ、ベーカリーや家庭で簡易に製造できるグルテンフリーの100%米粉パンの製造技術は、未だに確立していない。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0009】

【特許文献1】特開2005-245409号

【特許文献2】特開2005-253361号

【特許文献3】特開2011-62096号

【特許文献4】特開2003-189786号

50

【特許文献5】特開2012-115197号

【特許文献6】特開2014-33646号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

本発明の第1の課題は、膨張性が高く、きめが細かい100%米粉パンの製造方法を開発し、提供することである。

【0011】

本発明の第2の課題は、小麦粉の代用品となり、製パンに用いた場合には、ベーカリーや家庭で100%米粉パンを簡易に製造することができる米粉を開発し、提供することである。

10

【課題を解決するための手段】

【0012】

本発明者らは、上記課題を解決するために鋭意研究を重ねた結果、増粘剤等の添加剤を含有しない100%米粉であっても、所定の温度で所定の時間処理した米粉を用いることで、十分な膨張性を有するパンを製造することに成功した。また、前記米粉にプロテアーゼを混合した場合には、膨張性のみならず、きめの細かさを有する、柔らかくて食感の良いパンを製造することができた。さらに所定の温度でプロテアーゼ処理した米粉生地を発酵前に一旦乾燥させた後、粉碎して粉末化した米粉を再度混捏し、パンを製造した場合も、米粉パンの膨張性やきめの細かさが失われないことを見出した。本発明は、上記研究開発の結果に基づくものであり、以下を提供する。

20

【0013】

(1) 米粉及び水を混合して米粉生地を製造する米粉生地製造工程、前記米粉生地にプロテアーゼを混合するプロテアーゼ混合工程、及び前記米粉生地を40 以上60 未満の温度にて3時間以上20時間以下で保温する保温工程を含む米粉のプロテアーゼ処理方法。

(2) 米粉及び水を混合して米粉生地を製造する米粉生地製造工程、前記米粉生地にプロテアーゼを混合するプロテアーゼ混合工程、及び前記米粉生地を40 以上60 未満の温度にて3時間以上20時間以下で保温する保温工程を含む方法によって得られるプロテアーゼ処理米粉生地。

(3) 前記(2)に記載のプロテアーゼ処理米粉生地を乾燥させる乾燥工程を含むプロテアーゼ処理米粉乾燥生地の製造方法。

30

(4) 前記乾燥工程前及び/又は乾燥工程後に米粉生地を断片化する断片化工程をさらに含む、(3)に記載のプロテアーゼ処理米粉乾燥生地の製造方法。

(5) 前記(2)に記載のプロテアーゼ処理米粉生地を乾燥させる乾燥工程を含む方法によって得られるプロテアーゼ処理米粉乾燥生地。

(6) 前記乾燥工程前及び/又は乾燥工程後にプロテアーゼ処理米粉乾燥生地を断片化する断片化工程をさらに含む方法によって得られる、前記(5)に記載のプロテアーゼ処理米粉乾燥生地。

(7) 前記(5)又は(6)に記載のプロテアーゼ処理米粉乾燥生地を粉末化する粉碎工程を含むプロテアーゼ処理米粉乾燥粉末の製造方法。

40

(8) 粉碎工程後の産物を篩にかける篩工程をさらに含む、前記(7)に記載のプロテアーゼ処理米粉乾燥粉末の製造方法。

(9) 前記粉碎工程及び篩工程を繰り返す反復工程をさらに含む、前記(8)に記載のプロテアーゼ処理米粉乾燥粉末の製造方法。

(10) 前記(5)又は(6)に記載のプロテアーゼ処理米粉乾燥生地を粉末化する粉碎工程を含む方法によって得られるプロテアーゼ処理米粉乾燥粉末。

(11) 粉碎工程後の産物を篩にかける篩工程をさらに含む方法によって得られる、前記(10)に記載のプロテアーゼ処理米粉乾燥粉末。

(12) 前記粉碎工程及び篩工程を繰り返す反復工程をさらに含む方法によって得られる、(11)に記載のプロテアーゼ処理米粉乾燥粉末。

50

(13) 前記(2)に記載のプロテアーゼ処理米粉生地、前記(5)又は(6)に記載のプロテアーゼ処理米粉乾燥生地、又は前記(10)～(12)のいずれかに記載のプロテアーゼ処理米粉乾燥粉末に酵母、及び糖を加えて混捏し、発酵生地を製造する発酵生地製造工程、製造した発酵生地を25～40℃で発酵させる発酵工程、及び発酵工程後のパン生地を焼成する焼成工程を含む米粉パン製造方法。

(14) 前記(2)に記載のプロテアーゼ処理米粉生地、前記(5)又は(6)に記載のプロテアーゼ処理米粉乾燥生地、又は前記(10)～(12)のいずれかに記載のプロテアーゼ処理米粉乾燥粉末に酵母、及び糖を加えて混捏し、発酵生地を製造する発酵生地製造工程、製造した発酵生地を25～40℃で発酵させる発酵工程、及び発酵工程後のパン生地を焼成する焼成工程を含む方法によって得られる米粉パン。

10

(15) 米粉及び水を混合して米粉生地を製造する米粉生地製造工程、及び前記米粉生地を35℃以上60℃未満の温度にて3時間以上20時間以下で保温する米粉生地保温工程を含む米粉の処理方法。

【発明の効果】

【0014】

本発明の米粉のプロテアーゼ処理方法によれば、保存性や膨張性が高く、きめが細かい食感の良い100%米粉パンをベーカリーや家庭で簡易に製造可能な米粉を提供することができる。

【0015】

本発明の米粉パンの製造方法によれば、十分な膨らみと、きめの細かさを有し、柔らかく食感の良い100%米粉パンを提供することができる。

20

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1A】本発明の米粉パン製造方法のフローを示す図である。001～003で示す工程は本発明の第2態様に、001～004で示す工程は本発明の第3態様に、001～005で示す工程は本発明の第4態様に、そして001～008で示す工程は本発明の第5態様に相当する。本図では、保温工程(003)がプロテアーゼ混合工程(002)後に実施される場合を示している。

【図1B】本発明の米粉パン製造方法の他のフローを示す図である。本図では保温工程(003)が米粉生地製造工程(001)後、プロテアーゼ混合工程(002)前に実施する第1保温工程(009)と、プロテアーゼ混合工程(002)後に実施する第2保温工程(010)に分割されている。

30

【図2A】各保温温度で15時間プロテアーゼ(プロテアックス)処理した米粉生地(米品種:コシヒカリ)を用いて100%米粉パンを製造したときのパンの高さ、パン内相部の気泡、パン頂部のへこみ、及び総合評価を示す図である。パンの高さは、パン底部から最高位置までの長さ(cm)を示し、これはパンの膨らみ(膨張性)を表す。本明細書では7cm以上(斜字で示す)の高さが得られた場合には、十分な膨張性があると判断した。パン内相部の気泡とは、パンを切断した際に断面部に見出される気泡の平均的な大きさであって、これはパンのきめを表す。気泡が細かいほどきめが細かいため、食感がよいパンとなる。本明細書では目視で約20cm離してパン内相部を観察した時に、気泡がはっきりと認識できない場合には、気泡(きめ)が細かいと判断して図中「細」で示し、また気泡が大きく、明瞭に認識できる場合には、気泡(きめ)が粗いと判断して図中「粗」で示した。一方、パンが膨張しておらず、至近距離からパン内相部を観察しても、気泡がほとんど認められない場合は、気泡がないと判断して図中「 」で示した。パン頂部のへこみは、パン頂部の最高位置からへこみ部の最低位置までの長さ(深さ)(cm)を示す。このへこみは、パンの膨張性やきめに影響はしないが、パンとしての美感を損ねることから、参考までに示している。一般的に美感の良いパンは、パン頂中央部が平坦か、やや盛り上がっている。このような形態のパンは、へこみがないと判断し、図中「 」で示した。総合評価は、印、印及び×印で示した。パンの高さが7cm以上で、かつパン内相部の気泡が細かい場合には、膨張性が高く、きめの細かい食感の良い100%米粉パンとして を付した。パンの高さが5cm以上で、パン内相部の気泡が粗い場合には、膨張性は認められるものの、きめ

40

50

が粗く、食感が良くない100%米粉パンとして を付した。そして、パンの高さが5cm未満できめが粗い場合やきめがない場合には、膨張性がなく、パンとして認められないことから×を付した。

【図2B】プロテアーゼにサモアーゼを用いて、図2Aと同様の処理を行ったときの図である。パンの高さ、パン内相部の気泡、パン頂部のへこみ、及び総合評価の判定は、図2Aの基準に準じて行った。

【図3】55 の保温温度で各処理時間、プロテアーゼ処理した米粉生地（米品種：こなだもん）を用いて100%米粉パンを製造したときのパンの高さ、パン内相部の気泡、パン頂部のへこみ、及び総合評価を示す図である。これらの判定は、図2Aの基準に準じて行った。

【図4】各種プロテアーゼを用いて55 で15時間処理した本発明のプロテアーゼ処理米粉生地（米品種：こなだもん）を用いて100%米粉パンを製造したときのパンの高さ、パン内相部の気泡、パン頂部のへこみ、及び総合評価を示す図である。これらの判定は、図2Aの基準に準じて行った。

【図5】本発明のプロテアーゼ処理米粉乾燥粉末を用いた100%米粉パンの製造の結果を示す図である。パンの高さ、パン内相部の気泡、パン頂部のへこみ、及び総合評価の判定は、図2Aの基準に準じて行った。

【図6】米粉生地（米品種：コシヒカリ）を各保温温度で15時間、プロテアーゼを添加せずに処理して100%米粉パンを製造したときのパンの高さ、パン内相部の気泡、パン頂部のへこみ、及び総合評価を示す図である。これらの判定は、図2Aの基準に準じて行った。

【図7】保温工程をプロテアーゼ混合工程前の第1保温工程とプロテアーゼ混合工程後の第2保温工程に分割して米粉生地（米品種：コシヒカリ）を処理したときの100%米粉パンの高さ、パン内相部の気泡、パン頂部のへこみ、及び総合評価を示す図である。これらの判定は、図2Aの基準に準じて行った。第1保温工程における第1保温温度及び保温時間をそれぞれ55 及び15時間とし、第2保温工程における第2保温温度及び保温時間をそれぞれ55 及び2時間又は4時間とした。

【図8】米粉生地製造工程及びプロテアーゼ混合工程後に保温工程にて米粉生地（米品種：コシヒカリ）を55 で3時間処理した場合と、保温工程をプロテアーゼ混合工程前の第1保温工程とプロテアーゼ混合工程後の第2保温工程に分割して、55 で保温時間をそれぞれ2時間と1時間に分けて処理した場合の100%米粉パンの高さ、パン内相部の気泡、パン頂部のへこみ、及び総合評価を示す図である。これらの判定は、図2Aの基準に準じて行った。

【発明を実施するための形態】

【0017】

1. 米粉のプロテアーゼ処理方法

1-1. 概要

本発明の第1の態様は、米粉のプロテアーゼ処理方法である。本発明の方法は、米粉を食品用プロテアーゼで所定の温度にて所定の時間処理することを特徴とする。この処理により、米粉中のタンパク質が適度に分解される結果、気泡を保持しやすい生地を形成することができる。本態様の方法は、本発明の第2態様以降の基本技術となる。

【0018】

1-2. 方法

本態様の米粉のプロテアーゼ処理方法は、米粉生地製造工程、プロテアーゼ混合工程及び保温工程を必須工程として含む。以下、各工程について具体的に説明をする。

【0019】

1-2-1. 米粉生地製造工程

「米粉生地製造工程」とは、米粉及び水を混合して米粉生地を製造する工程である。

【0020】

(1) 原料

米粉、プロテアーゼ及び水は、本態様において必須の原材料である。米粉及び水は本工

10

20

30

40

50

程で、プロテアーゼは後述するプロテアーゼ混合工程で使用する。

【0021】

(米粉)

本工程で使用する米粉の原材料は、イネ (*Oryza sativa*) の種子、すなわち米である。原材料となるイネの系統や品種は、限定はしない。例えば、ジャポニカ亜種 (*ssp. japonica*) 又はインディカ亜種 (*ssp. indica*) のいずれであってもよい。また、ジャポニカ亜種であれば、コシヒカリ、ササニシキ、あきたこまち、こなだもん等、その品種は問わない。ただし、本方法で処理した米粉を原材料として100%米粉パンを製造する際には、食味の点からアミロース含有率が15重量%以上の米であることが好ましい。20~25重量%であればより好ましく、22~24重量%であればさらに好ましい。このようなアミロース含有率を有するイネの品種としては、例えば、コシヒカリ (15~20重量%)、こなだもん (18~21重量%)、ミズホチカラ (20~26重量%)、モミロマン (24~28重量%)、越のかおり (28~35重量%) 等が挙げられるが、これに限定はされない。

10

【0022】

米粉に製粉する前の米の搗精段階は、限定はしない。胚芽米又は白米 (無洗米を含む) のいずれであってもよい。好ましくは白米である。米粉に製粉する前の白米の状態は、乾燥したままの乾式、水浸漬による湿式のいずれでもよい。

【0023】

米粉の粒度 (粒子径) は、限定はしない。ロール式粉碎やピン式粉碎により製造された比較的粒度の大きい米粉であってもよいし、気流式粉碎や胴搗き式粉碎により製造された粒度の小さい米粉であってもよい。通常は粒度分布5~300 μm (平均粒度15~70 μm) の範囲であればよい。本方法で処理した米粉を原材料として100%米粉パンを製造する場合、粒度が小さいほど膨張率が高くなる傾向にあることから、平均粒度15~40 μm の範囲であることが好ましい。

20

【0024】

白米粉の一製造例として、水浸漬による湿式気流粉碎法について説明をする。まず、白米を2時間水に浸漬して吸水させた後、遠心による脱水機で表面の水分を取り除く。続いて、株式会社西村機械製作所SPM-R290製粉機スーパーパウダーミル (渦流式微粉粉碎機) 等の粉碎機を用いて気流粉碎処理を行うことで白米粉を得ることができる。この時、スーパーパウダーミルのブレードの回転速度は、例えば、40Hz~50Hz、サンプル供給速度 (フィーダ) はレベル1又は2で行えばよい。

30

【0025】

(その他の原材料)

上記必須の原材料の他に、必要に応じて適当な又は所望の添加物を加えることもできる。所望の添加物の米粉生地への添加時期は、特に限定はしない。添加物の種類や性質を勘案し、米粉生地の製造やプロテアーゼの活性を抑制又は阻害しない範囲において、適当な時期に加えればよい。例えば、本工程で加えてもよいし、後述するプロテアーゼ混合工程で加えてもよい。また、保温工程後に加えることや、複数の工程で加えることもできる。

添加物には、例えば、着色料 (天然色素及び合成色素を含む)、保存料 (安息香酸ナトリウム、ソルビン酸カリウム、プロピオン酸塩等)、抗酸化剤 (L-アスコルビン酸、エリソルビン酸、トコフェロール等)、膨張剤 (炭酸水素ナトリウム、グルコノラクトン等)、甘味料 (アスパルテーム、カンゾウエキス、キシリトール、D-ソルビトール、ステビア、サッカリン等)、香料 (天然香料及び合成香料を含む)、増粘剤 (グアガム、キタンサンガム、ヒドロキシプロピルメチルセルロース、カルボキシメチルセルロース、ペクチン、カラギナン等) 等が挙げられる。その他、バター、卵 (卵白及び/又は卵黄)、糖、塩、ミネラル等もプロテアーゼの活性を抑制又は阻害しない範囲で、必要に応じて添加することができる。

40

【0026】

本発明の課題から、小麦粉等のグルテンを含むものは添加しないことが好ましい。ただし、食物アレルギー対策ではなく、単に食材の一つとして意図的にこれらを添加する場合

50

、その限りではない。

【0027】

(2) 混合

「混合」とは、原材料を十分に混ぜ合わせることをいう。本態様においては、特に米粉、水、後述するプロテアーゼ及び必要であれば他の原材料を十分に混ぜ合わせて米粉生地を製造することをいう。

【0028】

本明細書において「米粉生地」とは、米粉を水で溶いた状態のものをいう。米粉と水の比率は、限定はしない。例えば、米粉が30重量%未満で流動性を有する水溶液状態であってもよいし、30重量%以上60重量%未満で葛湯状の粘性と流動性を有する液体状態であってもよい。また、60重量%以上で流動性のないペースト状態であってもよい。

10

【0029】

(混合方法)

原材料を混合する方法は、各原材料が結果物である米粉生地内で均一に分散するように混合できる方法であれば特に限定はしない。米粉生地の状態等に応じて、公知の方法を適宜選択すればよい。例えば、米粉生地が流動性を有する場合には、攪拌する方法が挙げられる。攪拌には、適当な攪拌機を使用することができる。また、米粉生地が流動性を有さない場合には、混捏(ミキシング)する方法が挙げられる。混捏には、ミキサー等の混捏機を使用することができる。

混合時間は、少なくとも原材料が十分に混合するまで行えばよく、特に限定はしない。

20

【0030】

1-2-2. プロテアーゼ混合工程

「プロテアーゼ混合工程」とは、前記米粉生地にプロテアーゼを添加して混合する工程である。

【0031】

(プロテアーゼ)

本工程で使用するプロテアーゼは、食品用として使用可能なプロテアーゼであれば、あらゆる種類を用いることができる。エンドペプチダーゼ、エキソペプチダーゼ、又はその混合酵素のいずれであってもよい。例えば、セリンプロテアーゼであるトリプシンやアルカリプロテアーゼ、チオールプロテアーゼであるパイン、プロメライン、アクチニジン及びフィシン、金属プロテアーゼであるテルモリシン、酸性プロテアーゼであるペプシン等が挙げられる。

30

【0032】

プロテアーゼの由来生物は、特に限定はしない。例えば、細菌由来、真菌由来、植物由来、及び動物由来のプロテアーゼのいずれであってもよい。

【0033】

細菌由来の場合、細菌の種類は限定しないが、食品用として使用するプロテアーゼであるため内毒素や外毒素を持たない種類が望ましい。例えば、*Bacillus*属細菌(*B. subtilis*、*B. amyloliquefaciens*、*B. circulans*、*B. licheniformis*、*B. stearothermophilus*、*B. thermoproteolyticus*等)、又は*Streptomyces*属細菌(*S. griseus*、*S. kanamyceticus*等)が挙げられる。

40

【0034】

真菌由来の場合、真菌の種類は限定しないが、食品用として使用するプロテアーゼであるため毒性のない種類が望ましい。例えば、*Aspergillus*属種(*A. oryzae*、*A. melleus*、*A. niger*、*A. sojae*、*A. saitoi*等)、*Rhizopus*属種(*R. niveus*、*R. arrhizus*、*R. oligosporus*等)、*Penicillium*属種(*P. duponti*、*P. galaucum*、*P. roqueforti*等)が挙げられる。

【0035】

植物由来の場合、植物の種類は限定しないが、食品用として使用するプロテアーゼであるため毒性のない種類が望ましい。例えば、*Carica*属種(*C. papaya*等)、*Ananas*属種(*A*

50

. comosus等)、Actinidia属種(A. chinensis、A. deliciosa、A. arguta等)、Ficus属種(F. carica等)が挙げられる。また、プロテアーゼは、各メーカー市販のプロテアーゼを使用してもよい。

【0036】

米粉生地中のプロテアーゼの添加量は、各プロテアーゼの比活性を勘案して、米粉生地1mLあたり5U~2000Uの範囲、好ましくは7U~600Uの範囲で適宜定めればよい。例えば、Bacillus sp.由来のプロチンやRhizopus sp.由来のペプチダーゼRは、1mLあたり5~20Uの低めの比活性で足り、Aspergillus sp.由来のプロテアーゼPやCarica papaya L.由来のパパインは、150~2000U、又は600~2000Uの高めの比活性が好適である。通常は1mLあたり150U±50U(100U~200U)の範囲で足りるが、処理時間等の諸条件によって添加量は、
10

【0037】

(混合方法)

本工程においてプロテアーゼを混合する方法は、前記米粉生地製造工程に記載の混合方法に準ずる。本工程は、米粉生地製造工程後に、又は米粉生地製造工程と同時に行われる。米粉生地製造工程と同時に行う場合には、各工程の原材料である米粉、プロテアーゼ及び水をまとめて、又は個別に混合して米粉生地を製造することができる。

【0038】

1-2-3. 保温工程

「保温工程」とは、前記米粉生地を所定の保温温度にて所定の保温時間で処理する工程である。本工程は、米粉中のデンプンやタンパク質を水と馴染ませ、また米粉に含まれるタンパク質成分をプロテアーゼによって分解する工程であり、本工程によって本発明の課題が達成され得る。
20

【0039】

本工程は、連続していてもよいし、工程内に1回又は複数回の中断期間があってもよい。本明細書では、本工程が後述する所定の保温温度にて所定の保温時間で、連続して処理されることを「連続処理」、また中断期間を含み処理されることを「中断処理」とする。中断処理の場合、中断期間は1回あたり15時間以下、好ましくは10時間又は5時間以下である。
30

【0040】

連続処理の例としては、本工程をプロテアーゼ混合工程後、又は米粉生地製造工程とプロテアーゼ混合工程の同時処理後に、保温工程を実施する場合が挙げられる。

【0041】

中断処理の例としては、本工程を、米粉生地製造工程とプロテアーゼ混合工程間で実施する「第1保温工程」と、プロテアーゼ混合工程後に実施する「第2保温工程」の2工程に分割する場合が挙げられる。また、保温工程を前述のように分割せず、ひとまとめで実施する場合であっても、その保温期間内に後述する保温温度で保温しない状態が存在すれば、本明細書では中断処理とする。
40

【0042】

(1) 保温温度

本工程での保温温度は、本態様において最も重要かつ特徴的な条件であって、その温度は40以上60未満である。この温度範囲外で処理した米粉を用いた場合、本願発明の課題である膨張性が高く、きめが細かい100%米粉パンを製造することができない。好ましくは45以上60未満である。

【0043】

また40以上60未満の範囲内であれば、中断期間前後の保温温度が同じ温度である必要はない。例えば、本工程を前記「第1保温工程」と「第2保温工程」の2工程に分割して実施する場合、保温温度範囲を第1保温工程は45以上55未満、また第2保温工程は、47.5以上60未満とすることができる。
50

【 0 0 4 4 】

(2) 保温時間

本工程の保温時間は、前記保温温度で米粉生地を処理する時間であって、具体的には3時間以上20時間以内である。好ましい保温時間は6時間～18時間である。この保温時間は、米粉生地を前記保温温度で処理する総時間をいう。したがって、本工程を間断処理する場合には、前記保温温度で処理した時間の総和が上記範囲内であればよい。

【 0 0 4 5 】

また本工程において、間断期間前後の保温時間が同じである必要はない。例えば、本工程を第1保温工程と第2保温工程の2工程に分割した場合には、保温時間を第1保温工程では2時間～17時間又は5時間～16時間の範囲とし、第2保温工程では30分～5時間又は1時間～4時間の範囲とすることができる。米粉生地製造工程後の第1保温時間は、米粉中のデンプンやタンパク質を水と馴染ませるためやや長めにすることが好ましい。一方、プロテアーゼ混合工程後の第2保温時間は、プロテアーゼの添加量にも依存するが、少なくとも30分、好ましくは少なくとも1時間、より好ましくは少なくとも2時間のように、比較的短い処理時間で足りる。

10

【 0 0 4 6 】

(3) 保温方法

保温方法は、前記保温温度まで加熱し、前記保温時間の期間、その保温温度を維持できる方法であれば、公知のあらゆる方法で行うことができる。例えば、インキュベーターやホイロ等の加熱保温機を使用すればよい。

20

【 0 0 4 7 】

1 - 3 . 効果

本態様の米粉のプロテアーゼ処理方法により、生地中の米粉粒子に含まれるタンパク質成分が適度に分解され、生地中に気泡を保持しやすい性質を獲得することができる。この現象の詳細な機序は明らかではないが、プロテアーゼ処理により加水後の米粉粒子における凝集性が変性する (Hamada et al., 2013, Journal of Cereal Science 57: 91-97) ことが一因と考えられる。また、本態様の処理方法により、第2態様のプロテアーゼ処理米粉生地を製造することができる。

【 0 0 4 8 】

2 . プロテアーゼ処理米粉生地

30

2 - 1 . 概要

本発明の第2の態様は、プロテアーゼ処理米粉生地である。本態様のプロテアーゼ処理米粉生地は、第1態様に記載の米粉のプロテアーゼ処理方法によって得られるプロテアーゼ処理済みの米粉生地である。本態様のプロテアーゼ処理米粉生地は、後述する第3態様のプロテアーゼ処理米粉乾燥生地、第4態様のプロテアーゼ処理米粉、及び第5態様の米粉パン製造方法の原材料となり得る。

【 0 0 4 9 】

2 - 2 . 構成

本態様のプロテアーゼ処理米粉生地は、前記米粉生地製造工程、プロテアーゼ混合工程及び保温工程を含むプロセスを経て製造される。米粉生地製造工程、プロテアーゼ混合工程及び保温工程については、第1態様に記載の米粉生地製造工程、プロテアーゼ混合工程及び保温工程と同じ工程であることから、ここではその具体的な説明を省略する。

40

【 0 0 5 0 】

保温工程後に得られるプロテアーゼ処理米粉生地は、米粉のタンパク質成分がプロテアーゼによって適度に分解された結果、生地中に気泡を保持しやすい性質を獲得している。

【 0 0 5 1 】

2 - 3 . 効果

本態様で得られたプロテアーゼ処理米粉生地は、乾燥工程を経て第3態様に記載のプロテアーゼ処理米粉生地の原材料とすることができる。また、乾燥させることなく、第5態様に記載する米粉パン製造方法の製パン用生地に調製することもできる。

50

【 0 0 5 2 】

3 . プロテアーゼ処理米粉乾燥生地

3 - 1 . 概要

本発明の第3の態様は、プロテアーゼ処理米粉乾燥生地である。本態様のプロテアーゼ処理米粉乾燥生地は、第2態様に記載のプロテアーゼ処理米粉生地を原材料とし、それを乾燥することで得られる。本態様のプロテアーゼ処理米粉乾燥生地によれば、軽量で、保存性が高く、運搬の容易な形態のプロテアーゼ処理米粉生地とすることができる。

【 0 0 5 3 】

3 - 2 . 構成

本態様のプロテアーゼ処理米粉乾燥生地は、第1態様に記載の米粉のプロテアーゼ処理方法によって得られた第2態様に記載のプロテアーゼ処理米粉生地で構成される。第2態様に記載のプロテアーゼ処理米粉生地の単なる乾燥物であることから、含水率を除き第2態様に記載のプロテアーゼ処理米粉生地と成分は、基本的に同じである。乾燥生地の含水率は、15%以下にすることが好ましい。15%より高い場合には、保存中にカビが発生する確率が高くなるためである。より好ましくは5~13%の範囲、さらに好ましくは8~12%の範囲である。

【 0 0 5 4 】

プロテアーゼ処理米粉乾燥生地の形状は、含水率が15%以下となった固形状態であれば特に制限はしない。例えば、塊状、平板状、棒状（麺状を含む）、小片状、チップ状、顆粒状、粉末状のいずれであってもよい。プロテアーゼ処理米粉乾燥生地が塊状ではなく、複数の断片や粒子で構成される場合、各断片や粒子の大きさは同程度であることが好ましいが、異なっても構わない。

【 0 0 5 5 】

3 - 3 . 製造方法

本態様のプロテアーゼ処理米粉乾燥生地は、第2態様に記載のプロテアーゼ処理米粉生地を原材料として、乾燥工程を経ることで製造することができる。また、必要に応じて断片化工程を乾燥工程の前後に行うことも可能である。以下、各工程について、具体的に説明をする。

【 0 0 5 6 】

3 - 3 - 1 . 乾燥工程

「乾燥工程」とは、第2態様に記載のプロテアーゼ処理米粉生地を乾燥させて、プロテアーゼ処理米粉生地の乾燥生地を得る工程である。本工程は、プロテアーゼ処理米粉乾燥生地の製造方法において必須の工程である。

【 0 0 5 7 】

本工程の「乾燥」とは、プロテアーゼ処理米粉生地に含まれる水分を減ずることをいう。乾燥の方法は、米粉生地中に含まれる水分を減じることができれば特に限定はしない。例えば、送風装置等を用いて温風若しくは冷風を当てる通風乾燥法、加熱により水分蒸発させる無風乾燥法、気体中に生地を噴霧して急速乾燥させる噴霧乾燥、凍結乾燥（フリーズドライ）法、密閉容器内で真空ポンプ等を用いて脱気する真空乾燥法、外気に晒して放置する自然乾燥法（天日干しを含む）、又はその組み合わせが挙げられる。これらの方法を用いた各種乾燥装置を用いてプロテアーゼ処理米粉生地を乾燥させればよい。例えば、ドラムドライヤー、遠赤バンド乾燥機、連続式真空乾燥装置、スプレードライヤー、フリーズドライヤー等を用いることができる。なお、スプレードライヤー等を使用した噴霧乾燥等によりプロテアーゼ処理米粉乾燥生地を乾燥させた場合には、乾燥と同時に粉末化されるため、後述する粉碎工程を経ることなく粉末状態として調製することができる。

【 0 0 5 8 】

3 - 3 - 2 . 断片化工程

「断片化工程」とは、プロテアーゼ処理米粉生地を断片化する工程である。本工程は、プロテアーゼ処理米粉乾燥生地の製造方法において選択工程であって必要に応じて行えばよい。例えば、前述のように乾燥工程でスプレードライヤー等を使用した場合には、乾燥

10

20

30

40

50

工程後の産物が粉末状態であることから本工程は不要である。

【0059】

本工程を行う場合には、前記乾燥工程との順序は、特に限定しない。例えば、プロテアーゼ処理米粉生地がペースト状の場合には、断片化工程後に乾燥工程を行ってもよいし、乾燥工程後に断片化工程を行ってもよい。また、乾燥工程の前後に2度にわたって本工程を行うこともできる。乾燥工程前に本工程を行えば、プロテアーゼ処理米粉生地の表面積率を高め、乾燥時間を短縮することができる。また、乾燥工程後に本工程を行うことで、米粉乾燥生地の収容率や運搬性を高めることができる他、嵩の調整も可能となる。

【0060】

本明細書において「断片化」とは、切断及び/又は粉碎により、プロテアーゼ処理米粉生地をチップ状、小片状、又は粒度90 μm 以上、好ましくは粒度100 μm 以上の顆粒状にすることをいう。プロテアーゼ処理米粉生地の断片化は、当該分野で公知の方法又は装置を用いて達成することができる。例えば、コンバージミル、ラインミル、押出し造粒機、破碎造粒機、環式圧縮解砕造粒機等の公知の断片化装置又は造粒装置を用いて行えばよい。

【0061】

3-4. 効果

本発明のプロテアーゼ処理米粉乾燥生地は、第2態様のプロテアーゼ処理米粉生地を乾燥することで、軽量化でき、また保存性と運搬性を高めることができる。したがって、プロテアーゼ処理米粉生地を大量かつ簡便に流通することができる。また、第3態様のプロテアーゼ処理米粉乾燥生地は、第4態様のプロテアーゼ処理米粉乾燥粉末、及び第5態様の米粉パン製造方法の原材料となり得る。

【0062】

4. プロテアーゼ処理米粉乾燥粉末

4-1. 概要

本発明の第4の態様はプロテアーゼ処理米粉乾燥粉末である。本態様のプロテアーゼ処理米粉乾燥粉末は、第3態様のプロテアーゼ処理米粉乾燥生地が粉末以外の固形状態である場合に、それを原材料として、粉末化したものである。粉末化によって、プロテアーゼ処理米粉生地を調理しやすい形態で提供することができる。

【0063】

4-2. 構成

本態様のプロテアーゼ処理米粉乾燥粉末は、第1態様に記載の米粉のプロテアーゼ処理方法によって得られた第2態様に記載のプロテアーゼ処理米粉生地で構成される。第2態様に記載のプロテアーゼ処理米粉生地の単なる粉末形態であることから、原則として第2態様に記載のプロテアーゼ処理米粉生地と成分は同じである。含水率は、第3態様に記載のプロテアーゼ処理米粉乾燥生地と同程度でよい。

【0064】

本態様のプロテアーゼ処理米粉乾燥粉末の形状は、微細粉末である。プロテアーゼ処理米粉乾燥粉末の粒度は、平均粒度5 μm 以上90 μm 未満の範囲であればよい。前述のように、粒度が小さいほど膨張率が高くなる傾向にあることから、平均粒度5~20 μm の範囲が好ましい。

【0065】

4-3. 製造方法

本態様のプロテアーゼ処理米粉乾燥粉末は、第3態様に記載のプロテアーゼ処理米粉乾燥生地が粉末以外の固形状態である場合に、それを原材料として、粉碎工程を経ることで製造することができる。また、必要に応じて篩工程及び反復工程を行うこともできる。

【0066】

4-3-1. 粉碎工程

「粉碎工程」は、第3態様のプロテアーゼ処理米粉乾燥生地を粉碎し、粉末化する工程である。本工程は、第3態様のプロテアーゼ処理米粉乾燥生地が粉末状以外の形状、例えば、塊状、平板状、棒状(麺状を含む)、小片状、チップ状又は顆粒状の場合に、必須の

10

20

30

40

50

工程である。

【0067】

プロテアーゼ処理米粉乾燥生地の粉末化は、製粉分野で公知の方法又は装置を用いて達成することができる。例えば、ロール粉碎機や摩砕機を用いて行えばよい。

【0068】

4 - 3 - 2 . 篩工程

「篩工程」は、前記粉碎工程後の産物を篩にかけて、粉碎されたプロテアーゼ処理米粉乾燥粉末を粒度別に選別する工程である。本工程は、選択工程であり、必要に応じて行えばよい。本工程は、製粉分野で公知の方法又は装置、例えばシフターを用いて達成することができる。目開きの大きさが異なる篩を組み合わせて粉碎工程後の産物を通過させることで、本態様のプロテアーゼ処理米粉乾燥粉末の粒度をそろえたり、異なる粒度のプロテアーゼ処理米粉乾燥粉末を得ることができる。

10

【0069】

4 - 3 - 3 . 反復工程

「反復工程」は、前記粉碎工程及び篩工程を繰り返す工程である。篩工程において選別された粒度の異なるプロテアーゼ処理米粉乾燥粉末のうち、目的の粒度範囲を超える大きな粒度のプロテアーゼ処理米粉乾燥粉末については、本工程により再度粉碎工程に送り、篩工程を経ることで、目的の粒度に調整することができる。反復回数は、特に限定はしない。篩工程後に得られるプロテアーゼ処理米粉乾燥粉末の粒度に応じて、適宜調整すればよい。通常は、1~10回、好ましくは1~5回で足りる。

20

【0070】

4 - 4 . 効果

本態様のプロテアーゼ処理米粉乾燥粉末は、グルテンを含まない米粉でありながら、その生地は、気泡を保持しやすい性質を有する。その結果、従来小麦粉を原材料として使用していた様々な料理や食品において小麦粉の代用となり得るグルテンフリーの穀粉として利用することができる。例えば、パン以外にも、麺類の打ち粉として、クッキーやケーキ等の菓子の原料として、天ぷら若しくはムニエルの衣として、又はソース等にとろみをつけるルーとして、小麦粉に代えて使用することができる。

【0071】

本態様のプロテアーゼ処理米粉乾燥粉末を用いれば、煩雑な米粉のプロテアーゼ処理は既に完了していることから、生地製造工程や保温工程を必要とせず、ベーカリーや家庭でもパン生地を作製し、発酵、焼成を行うのみで、膨張性が高く、きめが細かい100%米粉パンを簡単に製造することができる。

30

【0072】

本態様のプロテアーゼ処理米粉乾燥粉末を用いることで、セリアック病患者もこれまで制限を受けてきたパンのような小麦粉製品を、同等の食感や食味を有する非小麦粉製品、すなわち米粉製品として摂取することができる。

【0073】

本態様のプロテアーゼ処理米粉乾燥粉末は、適温（例えば、15~25℃）で1年、好ましくは10ヶ月間、保存することができる。また、保存後であっても、製パン後に高い膨張性ときめの細かさを保持することができる。

40

【0074】

米は、日本で唯一の自給可能な穀物資源であるが、食生活の欧米化により、その消費量は近年減少の一途をたどっていた。本態様のプロテアーゼ処理米粉乾燥粉末は、市場規模の大きい「パン」等の原材料として、日本国内の米の消費拡大にも貢献し得る。

【0075】

5 . 米粉パン製造方法及び米粉パン

5 - 1 . 概要

本発明の第5の態様は、米粉パンの製造方法及びその方法で生産される米粉パンである。本態様の米粉パンの製造方法は、第1態様のプロテアーゼ処理後の米粉生地、米粉乾燥

50

生地、又は米粉を原材料に用いることを特徴とする。本態様の米粉パンの製造方法によれば、グルテンフリーの100%米粉パンであっても膨張性が高く、きめが細かいパンを製造することができる。

【0076】

5 - 2 . 製造方法

本態様の米粉パンの製造方法は、発酵生地製造工程、発酵工程、及び焼成工程を含む。いずれの工程も基本的には従来の小麦粉パンの製造方法と変わるところはないが、前述のように小麦粉に代わる原材料として第1態様のプロテアーゼ処理後の米粉等を使用する点が異なる。以下、各工程について説明をする。

【0077】

5 - 2 - 1 . 発酵生地製造工程

「発酵生地製造工程」は、第2態様に記載のプロテアーゼ処理米粉生地、第3態様に記載のプロテアーゼ処理米粉乾燥生地、又は第4態様に記載のプロテアーゼ処理米粉乾燥粉末を主原料として、酵母、及び糖を加えて混捏し、発酵生地を製造する工程である。酵母は、食品用の酵母であれば限定はしない。入手が容易なドライイースト (*S. cerevisiae*) が便利である。糖は、酵母の炭素源となるものであれば限定はしない。ショ糖(砂糖: スクロース)、ブドウ糖(グルコース)、果糖(フルクトース)等が挙げられる。この他、必要に応じて、副材料を加えることもできる。副材料には、食塩、乳化剤、バター、卵(卵白及び/又は卵黄)、イーストフード、油脂、香料、前記甘味料、前記増粘剤、前記着色料、前記保存料、前記抗酸化剤、前記膨張剤(ベーキングパウダーを含む)、及び/又はビタミン類(栄養強化剤)、保存料を挙げることができる。グルテンフリーの100%米粉パンを目的としないのであれば、小麦粉(強力粉が好ましい)を加えてもよい。プロテアーゼ処理米粉生地、プロテアーゼ処理米粉乾燥生地、又はプロテアーゼ処理米粉乾燥粉末に対する酵母、糖、及び副材料の添加量(重量%)は、製パン分野で公知の一般的なレシピに従えばよい。前記原材料を混合後、パン生地として適度な粘性をもつように、適宜加水して調整する。

【0078】

混捏は、混捏機(ミキサー)を使用すると便利である。家庭でパンを製造する場合、家庭用ミキサーを用いればよい。例えば、KitchenAid社製ミキサーを用いた場合、4~6速で5~15分程度、より好適には6速で10分程度混捏すればよい。

【0079】

5 - 2 - 2 . 発酵工程

「発酵工程」は、製造した発酵生地を発酵させる工程である。例えば、発酵生地製造工程後に得られた発酵生地にホイロを行う工程である。本工程の開始前に、発酵生地を必要に応じて目的の形状に合わせて型に流し込め、又は整形しておく。発酵温度は、酵母の生育温度範囲であればよく、通常は25 ~ 40、好ましくは27 ~ 38 である。発酵時間は、30分~90分、好ましくは40分~60分であるが、パンが潰れる原因になるため、発酵によって発酵生地が2倍程度に膨らんだところで発酵(ホイロ)を終了するのが適当である。

【0080】

5 - 2 - 3 . 焼成工程

「焼成工程」は、発酵工程後のパン生地を焼成する工程である。本工程は、公知のパン製造方法における焼成方法に準じて行えばよい。例えば、家庭用オーブン等を用いる場合であれば、140~160 で、30~40分間焼成すればよい。ただし、100%米粉パンは、通常の小麦粉パンに比べ、焼成によりパン表面が堅くなり易いことから、極端に高い温度は避け、スチーム(加湿)を行うことよい。

【0081】

5 - 3 . 米粉パンの特徴

本態様の米粉パン製造方法は、第2態様に記載のプロテアーゼ処理米粉生地、第3態様に記載のプロテアーゼ処理米粉乾燥生地、又は第4態様に記載のプロテアーゼ処理米粉乾燥粉末を主原料として、100%米粉パンを製造することを目的とする。したがって、本態

10

20

30

40

50

様で対象となる米粉パンは、原則として100%米粉パンである。

【0082】

本明細書において「100%米粉パン」とは、粉体原料に米粉以外の穀粉を使用せず、かつグルテン無添加で製造されたパンをいう。したがって、本明細書において100%米粉パンとグルテンフリーの100%米粉パンは、実質的に同義である。ただし、製粉上又は製造上他の穀粉が微量に含まれることは妨げられず、粉体中98%以上、99%以上又は99.5%以上が米粉である場合も100%米粉パンに包含するものとする。この場合も小麦粉のようなグルテンを含む穀粉は、包含しないことが好ましい。

【0083】

本態様の100%米粉パンは、穀粉の原料として100%米粉を使用しているにもかかわらず、十分な膨らみときめの細かさを有する。それ故に、従来の100%米粉パンと比較して、柔らかく、きめの細かい、食感の良いパンとなる。

10

【0084】

5 - 4 . 効果

本態様の米粉パン製造方法によれば、街のベーカリーや家庭のように米粉のプロテアーゼ処理を行う設備が充実していない製造現場であっても、十分な膨らみときめの細かさを有する100%米粉パンを簡易に製造することができる。

【0085】

本態様の米粉パンは、グルテンフリーの100%米粉パンでありながら十分な膨らみときめの細かさを有する。それ故に、セリアック病患者のような小麦アレルギー（グルテンアレルギー）患者に対応可能な小麦粉パンの代用食品としての活用できる。

20

【実施例】

【0086】

<実施例1：米粉のプロテアーゼ処理温度と100%米粉パンの膨張性及びきめの関係>

（目的）

プロテアーゼによる処理温度と処理後の米粉を用いて製造した100%米粉パンの膨張性等との関係を検証する。

【0087】

（方法）

210g（粉水分含量14%換算）の白米粉（米品種「コシヒカリ」）に210mL水と150 U/mLのプロテアーゼを加えて、家庭用ハンドミキサー（THM280又はTHM281；テスコム）で3分間混捏し、生地を作成した。

30

【0088】

プロテアーゼには、*Aspergillus* sp.由来のプロテアックス（天野エンザイム）、又は*Bacillus* sp.由来のサモアーゼ（天野エンザイム）を用いた。続いて、製造した米粉生地に前記プロテアーゼを添加し、25、35、45、47.5、50、55、60及び65で15時間、インキュベーター（MIR-254；三洋電機；65のみND-420；東京理化学器械）にてインキュベートした。米粉生地1mL中のプロテアーゼ活性が、150 Uとなるよう各プロテアーゼを添加した。インキュベート後の各プロテアーゼ処理米粉生地420gに10gの砂糖、3gの食塩、3gのドライイースト（ルサッフル）を加えて、家庭用ミキサー（KSM150；KitchenAid）で15分間混捏し、生地をパン型に流し込み、電子発酵器（Proofer SK-15；大正電機）で38にて50分間ホイロを行った。生地が2倍程度に膨らんだ時点でホイロを終了し、家庭用オーブン（NE-R301；パナソニック）を用いて160で、30分間焼成した。焼きあがった100%米粉パンの膨らみ、及びパン内部のきめの細かさを検証した。

40

【0089】

なお、本明細書において生地中のプロテアーゼ活性は、カゼイン（和光純薬）を基質として、Pierce Protease Assay Kit（サーモフィッシャーサイエンティフィック社製）を用いて測定したものである。本測定では、10 µg/mLのトリプシン溶液のプロテアーゼ活性を1Uとし、各米粉生地のプロテアーゼ活性量を算出している。

【0090】

50

(結果)

図2Aにプロテアックスを用いたときの結果を、図2Bにサモアーゼを用いたときの結果を示す。図2Aでは、60以上の温度でプロテアーゼ処理した場合、膨張やきめの細かさは完全に失われた。また35以下の温度で処理した場合には、膨張が不十分できめが粗いパンとなった。一方、45～55の範囲で処理したときには、膨張ときめの細かい米粉パンを製造することができた。同様の傾向は、図2Bに示すサモアーゼでも確認された。上記結果から、本発明の米粉のプロテアーゼ処理方法におけるプロテアーゼ処理温度を、40以上60未満とした。

【0091】

なお、特開2014-33646に開示の発明では、米粉のプロテアーゼ処理条件が、*Bacillus* *stearothermophilus*由来のプロテアーゼ(サモアーゼ)を用いて、15～30で、5～30時間の保温した場合に特定されている。しかし、本発明における米粉のプロテアーゼ処理温度は、サモアーゼ又はプロテアックスのいずれを用いたときにも特開2014-33646に開示された前記温度範囲よりも10以上高い40以上60未満の範囲に至適域を有するという点で特開2014-33646に開示の発明とは大きく異なる。

【0092】

<実施例2：プロテアーゼ処理時間と100%米粉パンの膨張性及びきめの関係>

(目的)

プロテアーゼによる処理時間と処理後の米粉を用いて製造した100%米粉パンの膨張性等との関係を検証する。

【0093】

(方法)

基本的な方法は、実施例1に準じた。ここでは米品種として「こなだもん」を用いた点、プロテアックスによるプロテアーゼ処理温度を55に設定した点、及び処理温度を2時間、6時間、及び15時間とした点が実施例1とは異なる。

【0094】

(結果)

図3に結果を示す。傾向として、処理時間が長いほど良好な膨らみときめの細かさをもつ100%米粉パンを製造することができた。2時間の処理温度では、十分な膨張は得られず、きめも粗くなった。上記結果から、本発明の米粉のプロテアーゼ処理方法におけるプロテアーゼ処理時間を、3時間以上20時間以下とした。

【0095】

<実施例3：各種プロテアーゼ処理米粉生地を用いた100%米粉パンの製造>

(目的)

異なる生物種に由来する様々なプロテアーゼに基づいて調製した本発明のプロテアーゼ処理米粉生地を用いて100%米粉パンを製造し、膨張性及びきめの細かさについて検証する。

【0096】

(方法)

基本的な手順は、実施例1に準じる。具体的には、以下の通りである。210g(粉水分含量14%換算)の白米粉(米品種「こなだもん」)に210mL水と各種プロテアーゼを加えて、家庭用ハンドミキサー(THM280又はTHM281;テスコム)で3分間混捏し、米粉生地を作成した(米粉生地製造工程及びプロテアーゼ混合工程)。

【0097】

米粉生地中のプロテアーゼ活性が、1mLの米粉生地あたり150Uのプロテアックス(*Aspergillus* sp.由来:天野エンザイム)、150UのプロテアーゼA(*Aspergillus* sp.由来:天野エンザイム)、150UのプロテアーゼM(*Aspergillus* sp.由来:天野エンザイム)、600UのプロテアーゼP(*Aspergillus* sp.由来:天野エンザイム)、7.0Uのプロチン(*Bacillus* sp.由来:天野エンザイム)、150Uのサモアーゼ(*Bacillus* sp.由来:天野エンザイム)、6.9UのペプチダーゼR(*Rhizopus* sp.由来:天野エンザイム)、600Uのパパイン(*Carica papaya* L.由来:天野エンザイム)となるよう各プロテアーゼを添加した。なお

10

20

30

40

50

、米粉生地中のプロテアーゼ活性は、カゼイン（和光純薬）を基質として、Pierce Protease Assay Kit（サーモフィッシャーサイエンティフィック社製）を用いて測定した。本測定では、10 µg/mLのトリプシン溶液のプロテアーゼ活性を1Uとし、各米粉生地のプロテアーゼ活性量を算出した。続いて、製造した米粉生地を55 °Cで15時間、インキュベーター（MIR-254；三洋電機）にてインキュベートした（保温工程）。

【0098】

インキュベート後の各プロテアーゼ処理米粉生地420gに10gの砂糖、3gの食塩、3gのドライイースト（ルサッフル）を加えて、家庭用ミキサー（KSM150；KitchenAid）で15分間混捏し、発酵生地を製造した（発酵生地製造工程）。

【0099】

製造した発酵生地をパン型に流し込み、電子発酵器（Proofer SK-15；大正電機）で38 °Cにて60分間ホイロを行った（発酵工程）。

【0100】

発酵生地が2倍程度に膨らんだ時点でホイロを終了し、家庭用オーブン（NE-R301；パナソニック）を用いて160 °Cで、30分間焼成した（焼成工程）。

【0101】

焼きあがった100%米粉パンの膨らみと切断面のきめの細かさを検証した。

【0102】

（結果）

図4に結果を示す。特開2014-33646に開示の発明では、効果があるプロテアーゼを*Bacillus stearothermophilus*由来のプロテアーゼ（例：サモアーゼ）に特定し、プロテアーゼA、プロテアーゼM及びプロテアーゼP等の他のプロテアーゼによる処理については、その効果を否定している。これに対して、本発明の条件（温度及び時間）で処理した場合、由来生物種やプロテアーゼの種類を問わず、様々なプロテアーゼで十分な膨らみときめの細かさのある100%米粉パンを製造することができた。

【0103】

<実施例4：プロテアーゼ処理米粉乾燥粉末を用いた100%米粉パンの製造>

（目的）

プロテアーゼ処理米粉生地を乾燥し、粉末化したプロテアーゼ処理米粉乾燥粉末を用いて100%米粉パンを製造したときに、十分な膨らみときめの細かさの特性を保持していることを検証する。

【0104】

（方法）

保温工程までは、実施例3に記載の方法に準じて行った。プロテアーゼは、米粉生地1mLあたりのプロテアーゼ活性が150 Uのプロテアックス（*Aspergillus* sp.由来：天野エンザイム）及び150 UのプロテアーゼA（*Aspergillus* sp.由来：天野エンザイム）となるよう各プロテアーゼを添加した。

【0105】

続いて、得られたプロテアーゼ処理米粉生地を、インキュベーター（WFO-600ND；東京理化工機）にて55 °Cで6時間通風乾燥（WFO-660ND；東京理化工機）、又はインキュベーター（MIR-254；三洋電機）にて55 °Cで15時間無風乾燥した（乾燥工程）。得られたプロテアーゼ処理米粉乾燥生地を、ミルサー（IFM-503M；イワタニ）を用いて、90 µm未満（平均粒度約9 µm）に粉末化した（粉碎工程）。

【0106】

製造したプロテアーゼ処理米粉乾燥粉末を用いて100%米粉パンの製造を行った。製造方法は、実施例3の発酵生地製造工程以降の方法に準じた。また、プロテアーゼ処理米粉乾燥粉末の保存性を確認するため、製造したプロテアーゼ処理米粉乾燥粉末の一部は、25 °Cで1ヶ月間、3ヶ月間及び10ヶ月間保存した後に上記方法で100%米粉パンを製造した。

【0107】

なお、本発明に対する対照用として、米麹を用いて米粉の前発酵を行う100%米粉パン

10

20

30

40

50

の製造方法（特開2012-115197号）に従って米粉生地を製造した。得られた米粉生地を本願発明のプロテアーゼ処理米粉生地と同様に55 で乾燥させた。乾燥後、同様に粉末化した米粉を用いて100%米粉パンの製造を行った。焼きあがった100%米粉パンの膨らみと切断面のきめを検証した。

【0108】

（結果）

図5に結果を示す。この図では、プロテアーゼとしてプロテアックスを用いた場合の結果を示している。通風乾燥又は無風乾燥により得られた本発明のプロテアーゼ処理米粉乾燥粉末を用いた場合（乾燥再生製法）、いずれの100%米粉パンも乾燥工程を経ない実施例3に記載の製法（基本製法）の100%米粉パンと同程度に十分な膨らみときめの細かさを有していた（図5の「直後」）。一方、プロテアーゼ処理米粉乾燥粉末を製造後、25 で1ヶ月間、3ヶ月間及び10ヶ月間保存した後に100%米粉パンを製造した場合も、プロテアーゼ処理米粉乾燥粉末の製造直後と遜色ない十分な膨らみときめの細かさを有していた（図5の「1ヶ月」「3ヶ月」、及び「10ヶ月」）。この結果は、プロテアーゼにプロテアーゼAを用いた場合も同様であった（図省略）。

10

【0109】

一方、特開2012-115197号に記載の製法（基本製法）で製造した米麹処理米粉を用いた100%米粉パンの場合には、十分な膨らみを有していたが、生地を乾燥後、粉末化した米麹処理米粉を用いた場合、膨張性もきめの細かさも失われた。これは、米麹由来の酵素反応が生地の乾燥過程でも進行した結果、米粉中のタンパク質が必要以上に分解されたことが原因と考えられる。

20

【0110】

以上の結果から、本発明のプロテアーゼ処理米粉生地を乾燥後に粉砕し、粉末化したプロテアーゼ処理米粉乾燥粉末を用いれば、半年以上の保存後にもプロテアーゼ処理米粉生地と同様の膨らみときめの細かさを保持した100%米粉パンを製造することができることが立証された。

【0111】

<実施例5：プロテアーゼ処理を行わない100%米粉パンの製造>

（目的）

プロテアーゼ混合工程を経ず、米粉生地製造工程と米粉生地保温工程のみで製造した100%米粉パンの膨張性等との関係を検証する。

30

【0112】

（方法）

210g（粉水分含量14%換算）の白米粉（米品種「コシヒカリ」）に210mL水を加えて、家庭用ハンドミキサー（THM280又はTHM281；テスコム）で3分間混捏し、生地を作成した（米粉生地製造工程）。続いて、製造した米粉生地を、25、35、45、47.5、50、55、及び60 で15時間、インキュベーター（MIR-254；三洋電機）にてインキュベートした（米粉生地保温工程）。インキュベート後の米粉生地420gに10gの砂糖、3gの食塩、3gのドライイースト（ルサッフル）を加えて、家庭用ミキサー（KSM150；KitchenAid）で15分間混捏した（発酵生地製造工程）。生地をパン型に流し込み、電子発酵器（Proofer SK-15；大正電機）で38 にて50分間ホイロを行った（発酵工程）。生地が2倍程度に膨らんだ時点でホイロを終了し、家庭用オーブン（NE-R301；パナソニック）を用いて160 で、30分間焼成した（焼成工程）。焼きあがった100%米粉パンの膨らみ、及びパン内部のきめの細かさについて検証した。

40

【0113】

（結果）

図6に結果を示す。60 又は25 で保温した場合、膨張性やきめの細かさは完全に失われ、100%米粉パンを得ることはできなかった。しかし、35 以上又は60 未満の温度で処理した場合には、きめは粗いものの、膨張性のある100%米粉パンを得ることができた。この結果から、プロテアーゼ処理をせずとも35 以上60 未満の保温温度で所定時間、

50

米粉生地を処理するという、簡便かつ安価な方法で、膨張性のある100%米粉パンを製造できることが明らかとなった。このような100%米粉パンは、きめが粗く食感が悪いことから、パンそのものとして利用する上では不適であるが、パン粉のようなパンの加工原料として利用することができる。

【0114】

<実施例6：保温工程の分割による100%米粉パンの製造(1)>

(目的)

保温工程をプロテアーゼ混合工程前及びプロテアーゼ混合工程後に分割して米粉生地を処理した時の100%米粉パンの膨張性等との関係を検証する。

【0115】

(方法)

210g(粉水分含量14%換算)の白米粉(米品種「コシヒカリ」)に210mL水を加えて家庭用ハンドミキサー(THM280又はTHM281;テスコム)で3分間混捏し、生地を作成した(米粉生地製造工程)。続いて、製造した米粉生地を55℃で15時間、インキュベーター(MIR-254;三洋電機)にてインキュベートした(第1保温工程)。その後、米粉生地1mLあたり900Uとなるようプロテアックス(天野エンザイム)を添加し(プロテアーゼ混合工程)、引き続き、55℃で2時間又は4時間、インキュベーター(MIR-254;三洋電機)にてインキュベートした(第2保温工程)。その後は、実施例4と同様の方法で米粉パンを製造し、焼きあがった100%米粉パンの膨らみ、及びパン内部のきめの細かさについて検証した。

【0116】

(結果)

図7に結果を示す。保温工程をプロテアーゼ混合工程前及びプロテアーゼ混合工程後に分割した場合であっても十分な膨張性ときめの細かさを有する100%米粉パンを得ることができた。また、第1保温工程において所定の保温温度で十分な時間処理していれば、プロテアーゼ混合工程後の第2保温時間は2時間で足りることが明らかとなった。これは、実施例3における米粉生地製造工程とプロテアーゼ混合工程を同時に行った2時間の保温時間の結果とは異なる。この結果から、プロテアーゼ混合工程後に必要とされる実質的な保温時間は、比較的短時間で足りることが明らかとなった。

【0117】

本実施例の結果と前記実施例5の結果から、米粉生地製造工程後の保温時間は、100%米粉パンに膨張性を付与し、また、プロテアーゼ混合工程後の保温時間は100%米粉パンにきめの細かさを付与することが示唆された。

【0118】

<実施例7：保温工程の分割による100%米粉パンの製造(2)>

(目的)

保温工程の保温時間を固定し、保温工程を分割せずに一貫して行ったときと、分割して行ったときの本発明の製造方法における100%米粉パンの膨張性等との関係を検証する。

【0119】

(方法)

(1)保温工程を分割せずに一貫して行う場合、つまり保温工程が実質的にプロテアーゼ混合工程後の第2保温工程のみの場合、(2)保温工程をプロテアーゼ混合工程前の第1保温工程とプロテアーゼ混合工程後の第2保温工程に分割して行う場合、(3)プロテアーゼ混合工程を行わない場合、つまり実質的にプロテアーゼ混合工程前の第1保温工程のみの場合、のそれぞれで検証した。以下、(1)~(3)のそれぞれの方法について説明する。

【0120】

(1)米粉生地製造工程とプロテアーゼ混合工程を同時に行った後に、米粉生地を55℃で3時間保温した。

(2)米粉生地製造工程後の米粉生地に55℃で2時間の第1保温工程を行い、続いてプロテアーゼ混合工程を行った後に55℃で1時間の第2保温工程を行った。

(3) 米粉生地製造工程後の米粉生地に、(2)の第1保温時間と同じ2時間の保温処理と、(1)の保温時間と同じ3時間で保温処理を行った。

その後の製パンに関する基本的な方法は、(1)~(3)のいずれも実施例6に準じた。

【0121】

(結果)

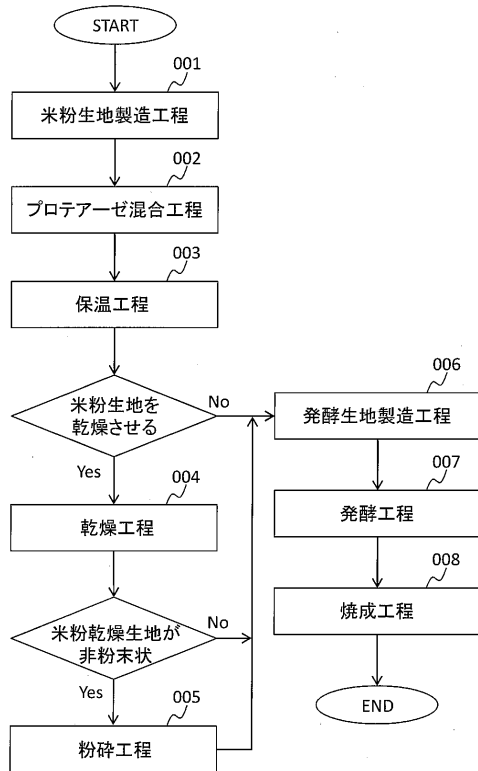
図8に結果を示す。図中、Aは(1)の、Cは(2)の、そしてB及びDは(3)の結果である。A及びCの結果から、製造方法における保温時間は総合して少なくとも3時間あれば、保温工程をプロテアーゼ混合工程後に一貫して行っても、また第1保温工程と第2保温工程に分割して行っても、十分な膨張性ときめの細かさを有する100%米粉パンを得ることができることが判明した。また、100%米粉パンに膨張性を付与する上で必要なプロテアーゼ混合前の米粉生地の保温時間(第1保温時間)は少なくとも2時間、また100%米粉パンにきめの細かさを付与する上で必要なプロテアーゼ混合後の保温時間(第2保温時間)は少なくとも1時間あればよいことが明らかとなった。

10

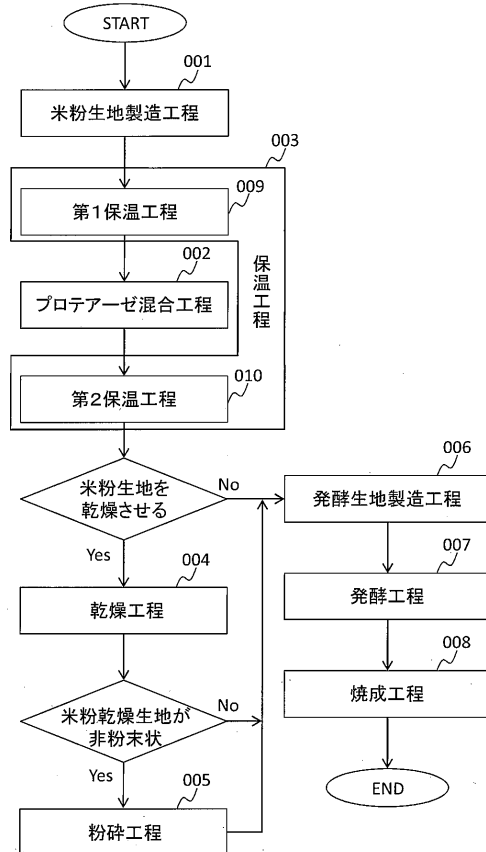
【0122】

一方、Bの結果から保温時間がCの第1保温時間と同じ2時間であっても、また、Dの結果から保温時間がAやCの保温時間の総計と同じ3時間であっても、プロテアーゼ混合工程を行わない場合の100%米粉パンは、実施例5及び6の結果と同様に、膨張性はあるものの、きめが粗くなることが再確認された。

【図1A】



【図1B】



【 図 5 】

処理法	プロテアックス						米麹				
	基本製法			乾燥再生製法			基本製法	乾燥再生製法			
	製法	乾燥方法	乾燥後脱ハンまでの期間	55℃ 通風乾燥	55℃ 無風乾燥	1ヶ月	3ヶ月	10ヶ月	直後	55℃ 通風乾燥	直後
	—	—	—								
高さ (cm)	8.0	7.7	7.3	7.0	8.2	8.7	6.7	3.8			
気泡	細	細	細	細	細	細	粗	—			
へこみ (cm)	—	—	—	—	—	—	—	—			
総合評価	○	○	○	○	○	○	△	×			

【 図 6 】

プロテアーゼ	15時間							
	60℃	55℃	50℃	47.5℃	45℃	35℃	25℃	
保溫時間	15時間							
保溫温度	60℃	55℃	50℃	47.5℃	45℃	35℃	25℃	
外観								
断面								
高さ (cm)	3.1	6.2	7.3	7.2	7.2	6.7	4.7	
気泡	—	粗	粗	粗	粗	粗	粗	
へこみ (cm)	—	1.7	—	—	0.8	2.4	—	
総合評価	×	△	△	△	△	△	×	

【 図 7 】

第1保溫温度	55℃		
第1保溫時間	15時間		
	↓		
プロテアーゼ	—	プロテアックス	
第2保溫温度	—	55℃	
第2保溫時間	—	2時間	4時間
外観			
断面			
高さ (cm)	6.2	7.7	8.3
気泡	粗	細	細
へこみ (cm)	1.7	0.9	—
総合評価	△	○	○

【 図 8 】

	A	B	C	D
第1保溫温度	—	55℃		
第1保溫時間	—	2時間	3時間	
	↓			
プロテアーゼ	プロテアックス	—	プロテアックス	—
第2保溫温度	55℃	—	55℃	—
第2保溫時間	3時間	—	1時間	—
外観				
断面				
高さ (cm)	7.5	6.6	7.8	5.8
へこみ (cm)	—	2.6	—	1.0
気泡	細	粗	細	粗
総合評価	○	△	○	△

フロントページの続き

- (72)発明者 鈴木 保宏
茨城県つくば市観音台2丁目1-18 独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構 作物研究
所内
- (72)発明者 鈴木 啓太郎
茨城県つくば市観音台2丁目1-18 独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構 作物研究
所内
- (72)発明者 濱田 茂樹
青森県弘前市文京町3番地 弘前大学 農学生命科学部 分子生命科学科内

審査官 竹内 祐樹

- (56)参考文献 特開2014-033646(JP,A)
Journal of Cereal Science, 2013年, vol.57, pp.91-97
Journal of Cereal Science, 2013年, vol.58, pp.45-50
Cereal Chem., 1993年, vol.70 no.4, pp.377-380

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A23L 7/00 - 7/104

A21D 2/00 - 17/00

A23L 31/00 - 33/29

PubMed

JSTPlus/JMEDPlus/JST7580(JDreamIII)

Cinii

CPlus/BIOSIS/MEDLINE/WPIDS(STN)