

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3672931号
(P3672931)

(45) 発行日 平成17年7月20日(2005.7.20)

(24) 登録日 平成17年4月28日(2005.4.28)

(51) Int.Cl.⁷

A23L 3/015

F I

A23L 3/015

請求項の数 11 (全 19 頁)

(21) 出願番号	特願平9-521900	(73) 特許権者	カル カン フーズ インコーポレーテッド
(86) (22) 出願日	平成8年12月2日(1996.12.2)		アメリカ合衆国 カリフォルニア州 90
(65) 公表番号	特表2000-501612(P2000-501612A)		058-0853 ヴァーノン イースト
(43) 公表日	平成12年2月15日(2000.2.15)		フォーティフォース ストリート 32
(86) 国際出願番号	PCT/IB1996/001500		50
(87) 国際公開番号	W01997/021361	(74) 代理人	弁理士 柳田 征史
(87) 国際公開日	平成9年6月19日(1997.6.19)		
審査請求日	平成13年7月3日(2001.7.3)	(74) 代理人	弁理士 佐久間 剛
(31) 優先権主張番号	08/572,656	(72) 発明者	ウィルソン, マイケル ジェイ
(32) 優先日	平成7年12月14日(1995.12.14)		アメリカ合衆国 カリフォルニア州 90
(33) 優先権主張国	米国(US)		720 ロスムーア ドライズデイル レ
			ーン 11382
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 低酸食品の高温／超高压滅菌

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

4.6以上のpHを有する食品の滅菌方法であって：

- (a) 4.6以上のpHを有する食品を加圧前に75℃－105℃の温度まで加熱し、
- (b) 前記食品をパスカリゼーションチャンバー内に置き、
- (c) 上昇した温度および超高压が食品全体にわたり瞬間的断熱温度上昇をもたらし且つ該瞬間的断熱温度上昇が結果として10+logの孢子を殺して商業的滅菌を実現する時間にわたり、75,000－250,000psi (5.17x10⁸－17.2x10⁸ Pa) の超高压を前記食品にかけ、
- (d) 前記食品を加圧前温度に戻すために圧力を解放し、
- (e) 前記食品を所望の最終温度へ冷却する、各工程を含むことを特徴とする方法。

10

【請求項2】

4.6以上のpHを有する食品の滅菌方法であって：

- (a) 4.6以上のpHを有する食品を加圧前に75℃－105℃の温度まで加熱し、
- (b) 前記食品をパスカリゼーションチャンバー内に置き、
- (c) 上昇した温度および超高压が食品全体にわたり瞬間的断熱温度上昇をもたらし且つ該瞬間的断熱温度上昇が結果として10+logの孢子を殺して商業的滅菌を実現する時間にわたり、50,000－150,000psi (3.45x10⁸－10.3x10⁸ Pa) の超高压を前記食品にかけ、
- (d) 前記食品を加圧前温度に戻すために圧力を解放し、
- (e) 前記食品を所望の最終温度へ冷却する、各工程を含むことを特徴とする方法。

【請求項3】

20

70,000–130,000psi (4.82×10^8 – 8.96×10^8 Pa) の超高压を前記食品にかけることを特徴とする請求の範囲第2項記載の方法。

【請求項4】

80℃–99℃の温度に前記食品を加熱することを特徴とする請求の範囲第1項または第2項記載の方法。

【請求項5】

前記瞬間的断熱温度上昇が結果として、100℃–160℃の範囲のピーク温度をもたらすことを特徴とする請求の範囲第1項または第2項記載の方法。

【請求項6】

前記瞬間的断熱温度上昇が結果として、120℃–140℃の範囲のピーク温度をもたらすことを特徴とする請求の範囲第1項または第2項記載の方法。 10

【請求項7】

前記の上昇した温度および超高压が前記食品全体にわたり瞬間的断熱温度上昇をもたらし且つ該瞬間的断熱温度上昇が結果として $10 + \log$ の孢子を殺して商業的滅菌を実現する時間が、5分以上であることを特徴とする請求の範囲第1項または第2項記載の方法。

【請求項8】

前記食品がペットフード、主食、ソース、スープ、シチュー、野菜、飲料およびジュースより成る群から選択されることを特徴とする請求の範囲第1項または第2項記載の方法。

【請求項9】

前記食品が滅菌工程前にパッケージされることを特徴とする請求の範囲第1項または第2項記載の方法。 20

【請求項10】

パッケージされた食品が密閉シールされていることを特徴とする請求の範囲第9項記載の方法。

【請求項11】

熱処理に対して過剰処理または過剰暴露された部分を生じることなく、前記食品全体にわたり、予定F0致死レベルが達成されることを特徴とする請求の範囲第1項または第2項記載の方法。

【発明の詳細な説明】

発明の背景

30

発明の分野

本発明は、超高压と高温との組合せを利用した食品の滅菌方法に関する。より詳細には、本発明は、物質が静水圧により加圧された時に生じる断熱温度上昇と、圧力による致死性との組合せによる相乗効果を適切な滅菌条件を実現するために利用することに関する。

関連技術の記述

超高压（UHP）滅菌を利用してある食品を処理する可能性は、室温で100,000psiを超える静水圧が試験された世紀の転機以来知られており、植物細菌に対して致死的效果を持たせることが実現された。この処理は、物質（この場合は食品）を超高压（50,000から150,000psiおよびより高く）まで加圧することに関する。この処理は植物細菌、酵母およびカビを除去するために非常に効果的である。この処理は製品を通して均一であり、その微生物を不活性化させる能力においては、実行している間じゅうゆっくりと食品製品を加熱する標準バッチ滅菌プロセスよりもはるかに迅速である。UHPは頻繁に「無加熱」または「低温殺菌」法として称される。文献においては、UHPは、細菌の孢子の破壊および酵素の変性に対してはそれほど効果的ではないと信じられていた。これらは、低酸で、安定に貯蔵できる缶詰食品の処理に際して第一義的に要求されることである。 40

より高い品質の食品に対する消費者の関心が近年増加したことにより、食品産業界はUHPに関心を払うようになったが、それは、標準的な実施によっては、低酸製品の低温殺菌および高酸製品の商業的滅菌だけしか提供されないからである。典型的な加熱処理を超えるUHPの利点とは、食品の栄養特性、味、色の質を大きく悪化することなく貯蔵寿命を 50

増加させる可能性を有することである。熱処理の結果として起こる化学反応／悪化は実質的に排除され、処理はエネルギー利用の見地からより経済的である可能性もある。

1990年に明治屋がUHP保存ジャムを小売市場に導入し、日本人が最初にUHPを商業化した。現在、いくつかの高酸UHP処理された製品が日本市場において見られるが、それらにはフルーツ、ヨーグルト、ジャム、ゼリー、およびフルーツソースなどが含まれる。

超高压細菌不活性化は良くは理解されていない。微生物は、機械的破壊により細胞膜の透過性が変化すること、並びに疎水結合、イオン結合の破壊およびその結果としてのタンパク質構造の広がり（unfolding）によりタンパク質が変性することを通して破壊されると考えられている。これとは対照的に、熱によるタンパク質変性および微生物学的

10

不活性化の大部分は、共有結合の破壊および生成によるものである。現在、UHP処理は植物細菌、酵母およびカビを不活性化する場合にのみ有効であると考えられている。従って、商業的処理は、高酸食品滅菌または低酸食品殺菌に限定されていた。低酸食品殺菌とは、製品を60-100℃で加熱することに関与し、孢子形成をしない病原菌の不活性化に関してのみ有効である。滅菌工程は、製品全体、特に製品の中心を処理温度（>100℃）まで加熱するために要求される時間のためにきわめて過酷である。即ち、製品の中核を、所望のピーク処理温度に所望の時間的期間にわたって保持するときまでに、製品の外側部分は過剰に処理されてしまっているのである。従って、低酸食品滅菌は、特にパッケージング（製品を隔離するようなこと）においては、熱処理が製品の特徴をしばしば悪化させるために望ましくない。

20

以下の参考文献および今後言及されるものは、それらの各々が、参考文献として取り込まれ、技術の現状を開示している。

味の素の日本国特許公報第2257864号は細菌の孢子の圧力滅菌を開示している。この刊行物は、食品製品を5から300分間にわたり、30℃から100℃で、1,000から10,000 kg/cm²（70-700 psi）（超高压ではない）で処理することによる細菌の孢子の滅菌を開示している。

大日本印刷の特許公報第3183450号は少なくとも1,000 kg/cm²（70 psi）（超高压ではない）の圧力をかけることにより製品を殺菌する工程に関与する、カットされた野菜の調製を開示している。

Donaldのオーストラリア特許公報第425072号は食品組成物の滅菌を開示している。この開示された工程は、前もって加熱された食品製品の圧力を上昇させ、加圧チャンバーに蒸気を注入して製品の上に蒸気を濃縮させ、組成物の温度を上昇させ、続いて圧力を解放することから成る。この公報は、蒸気が水に濃縮されて潜熱エネルギーが周囲の組成物に付与されるような圧力に組成物を保持し、続いて圧力を下げ、濃縮された水を蒸発させて（flash off）、その潜熱エネルギーを組成物から取り去り冷却することを開示している。

30

高压滅菌は過去に、高酸食品を処理するために使われてきてはいるが、従来技術には低酸食品の超高压滅菌が開示されてはいない。食品を熱劣化させることなく商業的滅菌度までに処理する方法の開発が好ましい。

発明の目的

40

前述の従来技術の困難を克服することが本発明の目的である。

超高压を用いた、低酸食品の滅菌方法を提供することが本発明の別の目的である。

超高压および高温を用いた、低酸食品の滅菌方法を提供することが本発明のさらなる目的である。

瞬間的断熱温度上昇を用いた、食品の滅菌方法を提供することが本発明の付加的な目的である。

瞬間的断熱温度上昇を用いた、目的とする特定の致死性を実現する方法を提供することが本発明のまたさらなる目的である。

これらの方法により処理された商業的滅菌食品を提供することが本発明のさらなる目的である。

50

これらの目的および本発明の利点は、詳細な説明、試験データおよび実施例によって提供される以下の教示からさらに明白となるであろう。

発明の概要

本発明は、超高压と高温との組合せを用いた低酸食品の滅菌方法に関する。食品組成物に圧力をかける際に生じる瞬間的断熱温度変化により、高温短時間処理が超高压とを組合せ、前もってパッケージされた製品に、迅速でそれ故に穏和な処理を伝達する。

微生物の破壊は、単一の細胞レベルでの生命の破壊に関している (Pflung 他、"Principles of the thermal destruction of microorganisms", Disinfection, Sterilization and Preservation, 4版、Seymour Block編)。熱滅菌処理の標的の1つである微生物は、あのクロストリジウム ボツリヌム (*Clostridium botulinum*) である。食品中のC. ボツリヌムは、それらが毒素生成生殖培地を生成しない限りは危険ではない。増殖は、組織の栄養上の要求を満たしている食品に依存している。しかしながら、増殖は他の要素にも依存している (Food Born Diseases、Dean Cliver編、116-120頁、および Basic Food Microbiology、2版、George Banwart、219-239頁を参照されたい)。

本発明は、低酸食品製品の商業的滅菌度を達成した。即ち、所望の貯蔵条件の下で生育可能な全ての孢子を不活性化した。本発明は $10 + \log$ の孢子を殺すという結果となった (10^{10} の孢子またはそれより多くを排除)。本発明を利用して調製された製品は、従来技術で調理された製品と比較してより新鮮な外観を有するが、それは、本発明に従って処理された製品が、高温には短い時間のみ曝露されるためである。長時間の高温処理が回避されるので、本発明は、熱処理された製品と比較して、より柔軟性のある調理法と製品を提供する。これは熱感受性添加物をより容易に使用できるからである。

本発明の1つの実施例は、食品を加圧前温度まで加熱し、食品を超高压にさらし、それにより瞬間的に温度を断熱上昇させ、続いて温度が本来の加圧前温度まで戻るように圧力を解放することに関している。この技術は、食品材料が静水圧で加圧される際に生じる断熱温度上昇と、圧力による致死性との組合せにより、適切な滅菌条件を実現している。この処理は、パスカリゼーション (pascalization) と高温とを組み合わせることにより、中温性、嫌気性、好熱性孢子 (B. スブチリス、C. スポロゲネス (*sporangenes*)、B. ステアロサーモフィラス (*stearothermophilus*)) を、 $10 + \log$ 殺す (これまでの検出感度) ことを実現した。

発明の詳細な説明

今回開示された方法は、食品、特に低酸缶入り食品を滅菌および処理する新しい方法であって、従来の熱缶詰 (静水圧クッカーおよびレトルト) 工程と比較して、より迅速で、よりエネルギー効率が良く、製品の品質に対してより害の少ないものを提供する。本発明は、現在の滅菌技術を超えるいくつかの利点を提供する。第1の利点は、低酸食品をより効率良く滅菌する能力である。工程サイクルの時間は、従来の加圧 (30-35 psi) 加熱、保持および冷却サイクル時間を除くことによって劇的に減少された。この方法に従えば、例えば、製品を、従来のUHT装置を介して急速に80-99℃まで加熱し、パッケージし、前もって加熱された媒体で満たされているパスカリゼーションチャンバー中に収容し、50,000-150,000 psi、好ましくは70,000-130,000 psiまで加圧し、減圧し、80-99℃から室温まで冷やすことを通しての冷却へ移送することができる。

本発明の滅菌条件は、より低いピーク温度および著しく短い保持時間で達成される。それは超高压と温度の組合せが、工程の致死性に対して相乗的に寄与するからである。圧力条件も温度条件も、単独では、この組合せの相乗的致死性をも提供しなかったであろう。さらに、従来技術で殺菌されたパッケージ前の製品において生じる熱分解反応が、高温領域での熱処理の継続が短いため大幅に減少した。このことにより、ビタミンおよび栄養の悪化が減り、温度感受性の天然添加物および着色剤を使用することを可能としている。風味

10

20

30

40

50

の悪化、熱で誘導されたオフフレーバー (off flavor)、ゲルおよび粘度システムの破壊もまた大幅に減少した。付加的な利点は、熱エネルギーの必要量と冷却水の使用が減少したことである。さらに、製品の悪化を引き起こし得る酵素を変性させ、それ故に不活性化させている。

本発明に従った工程は、高温短時間工程に類似しているが、製品の滅菌度を維持するためのより複雑な無菌パッケージ条件に依存してはいない。高温短時間工程においては、食品製品は、パッケージの外で高温 (250 °F およびさらに上) まで加熱され、続いて汚染を回避するために無菌コンテナ中に直接パッケージされる。本発明においては、高温と、高温短時間工程の複雑なパッケージを要求されることとの両方を用いることを回避している。本発明は既にパッケージされた製品を処理することを可能とする。これらは、従来の熱処理またはパスカリゼーションを超える本発明のいくつかの利点である。

10

今回開示された工程は、多様な食品を滅菌するために利用できる。これらの食品には、ペットフード (高水分および半水分)、主食、ソース、スープ、シチュー、野菜、飲料およびジュースが含まれる。

好ましくは、今回開示された方法は、低酸食品の滅菌に利用される。低酸食品とは、 ≥ 4.6 の pH を有するものである。高酸食品 ($\text{pH} < 4.5$) は、低酸食品とは異なり病原体を増殖させる傾向にはない。これらの病原体が、本発明の工程の相乗効果に特に感受性である。

本発明は、好ましくは、低酸食品を滅菌するために、超高压と高温との両方の組合せを利用する。加圧前温度は、好ましくは室温 (20 °C) より高く、より好ましくは約 75 °C より高い。好ましくは、加圧前温度は約 105 °C より低い。100 °C より上の温度では、水は蒸気になり複雑化を引き起こし得る。しかしながら、塩等の添加物を水の沸点を上昇させるために使用することも可能である。

20

超高压は、約 75,000 psi より高く、好ましくは約 90,000 psi より高く、さらにより好ましくは約 125,000 psi より高く、250 Kpsi より低い。

好ましくは、静水圧をかけるための水力手段が用いられる。食品製品は好ましくはパッケージ中にある。パッケージはガスを含んでも良いが、ガスは加圧中に圧縮される。好ましくは、パッケージは密閉シールされている。

高温は、加圧による断熱温度増加によって成される。物質が超高压にさらされたとき、圧力がかけられると物質の温度は瞬間的に上昇し、圧力が解放されると直ちに開始温度に戻る。100,000 psi では、水の断熱加熱は温度を約 20 °C 上昇させるが、ひまし油は 40 °C 上昇させる。試験により、27 °C の断熱温度上昇が、90,000 psi でウェットペットフードのモデルにおいて示された。

30

この増減変換可能な (transposable) 温度変化は、理想気体の法則により説明される。理想気体の法則を、限界まで圧縮される固体および液体の物質に当てはめると、圧力がかけられた時には温度が上昇し、圧力が解放された時には温度が減少する。この圧力がかけられた時に生じる瞬間的溫度変化により、高温短時間工程と超高压との組合せが可能となり、予備パッケージされた製品に迅速かつそれ故に穏和な熱工程を伝達することを可能としている。工程の付加的な致死性は、主に、圧力下で達成されるピーク温度に基づいている。ピーク温度は開始温度 (加圧前の温度) および物質が加圧された時に瞬間的に生じる断熱温度上昇に応じて変化する。この温度上昇は、熱エネルギー伝達を担う伝導力あるいは対応力に依存することなく、製品中を均一かつ瞬間的に達成される。ピーク温度は約 100 °C から約 160 °C、好ましくは約 110 °C から 150 °C で、より好ましくは約 120 °C から 140 °C である。

40

時間一温度も超高压条件も、どちらも単独では低酸食品を滅菌するには十分ではない。しかしながら、この組合せは、約 95 % より多くの細菌胞子を不活性化することを実現している。好ましくは、細菌胞子の不活性化は、約 99 % より多く、より好ましくは約 99.9 % より多く、さらにより好ましくは約 100 % である。この工程は、 $10 + \log$ の胞子を殺すという結果となり、商業的滅菌度を実現した。

本発明の 1 つの実施態様には、食品製品を最初の加圧前温度まで加熱し、超高压まで加圧

50

し、それにより断熱温度上昇により瞬間的に温度を増加させ、製品を減圧し、それにより温度を加圧前温度に戻し、続いて製品を最初の加熱前温度から室温に冷却し、その結果滅菌された製品を得る段階を含んでいる。

加圧前温度は、好ましくは75℃より高く、より好ましくは約80℃、さらにより好ましくは85℃で、そして約105℃より低い。

本発明の別の実施態様は瞬間的温度上昇、好ましくは超高压の加圧から得られる瞬間的温度上昇を利用して食品製品を滅菌することに関するものである。

別の実施態様においては、瞬間的断熱温度上昇を利用した方法が、目標とされ要求されている特定の致死性の量を実現するために用いられる。熱工程の致死性は、通常F0という用語で表現される。F0値は、温度／時間の関係に基づいており、熱工程を121.1℃での公知の工程に相当させるために用いられている。1のF0とは、121.1℃で1分間物質を処理することに相当する。このことは、105℃で1分間よりずっと長く、または130℃で1分間よりいくらか少なく処理することによっても成されうる。このことは、製品の属性に応じ、食品の処理の仕方についての柔軟性を食品処理者にもたらしめている。

製品の中心部分を目標とする温度に到達させるまでには経過期間が必要であるので、外側部分を過剰に処理することなしには、必要とされる致死性を製品全体を通して得ることは困難である。開示された工程は、製品全体を通して瞬間的均質温度増加をもたらす瞬間的断熱温度上昇を提供する。従って、特定のF0目標を、製品の過剰処理された部分を生じさせることなしに実現できる。

例えば、予備パッケージされた製品を、製品を悪化させない加圧前温度まで加熱し、超高压で加圧し、特定の時間的期間にわたる製品全体を通した瞬間的温度増加をもたらし、続いて減圧し、冷却する。この実施例に従えば、特定の目標F0を達成できる（即ち、1のF0を達成するための、121.1℃への1分間の瞬間的温度増加）。故に、本発明の重要な側面は、熱処理に対して過剰処理または過剰曝露された製品の部分を生じることなく、（パッケージされているかまたはパッケージされていない）全体バルク製品を通して特定のF0致死性レベルを達成する能力に關している。

本発明の多様な側面の付加的な目的、利点および特徴は、以下の好ましい実施態様の記述から明白となるであろう。そのような記述は添付された図面と組み合わせて提供されている。

【図面の簡単な説明】

図1は、本発明に従った1つの超高压工程の実施態様の、時間－温度－圧力の関係のグラフ表示を示しており、そこにおいて左垂直軸は温度を示し、右垂直軸は圧力を示し、水平軸は時間を示している。

図2は、本発明に従った別の超高压工程の実施態様の、時間－温度－圧力の関係のグラフ表示を示しており、そこにおいて左垂直軸は温度を示し、右垂直軸は圧力を示し、水平軸は時間を示している。

図3は、本発明に従った別の超高压工程の実施態様の、時間－温度－圧力の関係のグラフ表示を示しており、そこにおいて左垂直軸は温度を示し、右垂直軸は圧力を示し、水平軸は時間を示している。

図4は、本発明に従った別の超高压工程の実施態様の、時間－温度－圧力の関係のグラフ表示を示しており、そこにおいて左垂直軸は温度を示し、右垂直軸は圧力を示し、水平軸は時間を示している。

図5は、本発明に従った別の超高压工程の実施態様の、時間－温度－圧力の関係のグラフ表示を示しており、そこにおいて左垂直軸は温度を示し、右垂直軸は圧力を示し、水平軸は時間を示している。

図6は、本発明に従った別の超高压工程の実施態様の、時間－温度－圧力の関係のグラフ表示を示しており、そこにおいて左垂直軸は温度を示し、右垂直軸は圧力を示し、水平軸は時間を示している。

好ましい実施態様の記述

最初に図1を参照するが、グラフ表示は、実施例4のセットAのUHP工程の時間－温度－圧力の関係を示している。左垂直軸は温度を示し、右垂直軸は圧力を示し、水平軸は時間を示している。処理の間の製品の温度は曲線で示されている。圧力は影を付けた領域によって示されている。加圧前温度は約85℃であり、約1分間にわたってかけられた最高圧力は90,000psiであった。

図2は、実施例4のセットBで実行されたUHP工程の時間－温度－圧力の関係のグラフ表示を示しているが、そこにおいて加圧前温度は約85℃であり、圧力は90,000psiで約5分間にわたって加圧した。図3は、実施例4のセットCで実行されたUHP工程の時間－温度－圧力の関係のグラフ表示を示しているが、そこにおいて加圧前温度は約85℃であり、圧力は90,000psiで約30分間にわたって加圧した。図4は、実施例4のセットDで実行されたUHP工程の時間－温度－圧力の関係のグラフ表示を示しているが、そこにおいて加圧前温度は約98℃であり、圧力は90,000psiで約1分間にわたって加圧した。図5は、実施例4のセットEで実行されたUHP工程の時間－温度－圧力の関係のグラフ表示を示しているが、そこにおいて加圧前温度は約98℃であり、圧力は90,000psiで約5分間にわたって加圧した。図6は、実施例4のセットFで実行されたUHP工程の時間－温度－圧力の関係のグラフ表示を示しているが、そこにおいて加圧前温度は約98℃であり、圧力は90,000psiで約30分間にわたって加圧した。

実施例

実施例1

50グラム量の生肉エマルジョンを個々に計重し、評価されたUHP前調整／工程の各々あたり4つの試験パウチ（熱シール可能プラスチックパウチ）それぞれの中に入れた。80℃以上の加圧前および12,000psi以上の圧力を用いた。この研究の目的は、界面活性剤、塩化ナトリウム、およびキレート剤（EDTA）等の多様な添加剤の影響を評価することであった。バチルス スプチリス孢子片（spore strip）を、前調整／工程毎に2つのパウチのそれぞれに、シール前に個々に配置し、殺孢子活性を決定した。全てのパウチは工程の前24時間にわたり氷上で保存した。

全ての試料を、処理後冷蔵下（4℃）で保存した。孢子片を含有するパウチを、全好気的および嫌気的計数、全好気的および嫌気的孢子、澱のストレプトコッカス、酵母／カビ、およびクロストリジウム B. スプチリス孢子計数に関して分析した。このデータは、孢子片の生存体を計数することにより得られた。

結論：

グラムあたり3から7log単位の微生物的減少が得られた。パスカリゼーションは植物生物、酵母およびカビの不活性化に効果的であった。評価された条件の下では微生物孢子は完全には不活性化されなかった。嫌気性孢子は好気性と比較してパスカリゼーションに対してより耐性であった。孢子不活性化の度合いは、試料の前調整温度を80℃より上に上昇させるに従って増加した。より高い圧力（120,000psi）では、増加された断熱上昇温度により、さらに殺孢子活性が促進された。二酸化炭素、真空、または窒素は工程の致死性に効果を有していなかった。さらに、添加物は工程の致死性に好ましくない影響を有していないことも判明した。

実施例2

37の試験バリエーションを評価した。試験においては、リン酸バッファー中に含まれた孢子を有するメディア対照システムを用いた。このことにより、他の物質の影響による何れかの変化なしに、処理条件の孢子に対する影響の評価を行うことが可能となった。これには、圧力効果を促進するために、他段階（multi-staged）で加圧すること、試料を前調整すること、および化学物質（15種を評価）を取り込ませることが含まれていた。多様な処理パラメーターには、（a）100Kpsiの圧力および100℃、1分間の加圧前温度、（b）7500および60,000（連続して各々の圧力に10分間曝露）の圧力を用いた他段階加圧、および（c）80℃、1分間での加圧前処理温度での120Kpsiの圧力が含まれている。それぞれ1のB. スプチリス孢子片を含む3つの

別個のパウチを、1の処理（工程が変化されたか、および／または、化学物質が添加された）あたりに曝露させた。処理の後、パウチを生存胞子のアッセイまで冷蔵下で保存した。1処理あたりの3つのパウチのうちの2つから、胞子片を10mlのトリプチカーゼソイブロス（trypticase soy broth）（Difco（登録商標））中に無菌的に移し、無菌性について個々に培養した。培養を35℃で7日間保温し、増殖の兆候を評価した。増殖のないことにより、胞子無菌性が示された。

残っている1処理あたりの第3の胞子を、生存胞子のレベルを計数するために用いた。胞子片およびパウチ内容物を完全に混合し、生理食塩水で希釈した。希釈液を個々に、それぞれ2つのトリプチカーゼソイアガープレート上に移し、35℃で72時間保温した。1mlあたりのコロニー形成単位を、各々のプレート上のコロニーを計数し、希釈係数をかけることによって決定した。

10

結論：

100 Kpsiおよびピーク温度100℃、1分間では、6 logのB. スプチリス胞子を不活性化させるには不十分であった。しかしながら、B. スプチリス胞子を、80℃以上1分間の加圧前温度で120 Kpsiの圧力に曝露させることにより全胞子の不活性化が達成された。炭酸ナトリウム（2%）、プロピオン酸（1%）または塩化ナトリウム（5%以上）を添加すると、胞子を不活性化から防御するよう作用し、処理の効率を減少させた。

7500および60,000 psiの圧力を用いた他段階加圧では、6 logのB. スプチリス胞子を不活性化しなかった。各々の圧力に10分間づつ連続的に曝露させた後も、胞子の生存が観察された。

20

メディアシステム2（実施例2）においては、エマルジョン化肉（実施例1）のものと比較して増加された殺胞子活性が見られた。脂肪、タンパク質、および他の物質が、高静水圧による不活性化から胞子を防御するよう作用していることが仮定できる。

実施例3

30グラム量の、生エマルジョン化肉を、プラスチック熱シール可能パウチ中に個々に計量し、続いて混合胞子培養（クロストリジウム スポロゲネス、バシルス スプチリスおよびバシルス ステアロサーモフィラス）を接種した。生の接種されていない同じ肉のセットを対照とした。接種の手順を、前もって滅菌された材料を用いて繰り返した。全てのバッグを接種に続いてシールし、氷上でパスカリゼーションを行うまで保存した。

30

試料および処理チャンバーを、90 Kpsiでのパスカリゼーションに先立って75℃、85℃、95℃の3つの温度に前調整した。生と、予備滅菌された群との両方からの3つの試料を処理工程毎に評価した。試料を各々の温度／圧力組合せに30分まで曝露した。パスカリゼーションに続いて、生存微生物の評価を行うまで、試料を氷上で貯蔵した。しかしながら、熱シールの目視調査により、それらは工程の間に衰え、密閉完全性が維持されていなかったことが明らかとなった。シール不全は、細菌増殖が観察された成長の研究においても立証された；しかしながら、同じ変数において、接種された胞子の存在も（試験感度内において）測定されなかった。故に、成長は処理後の汚染によるものであることが仮定される。

各々の群／工程からの2つの試料を、全好気性、嫌気性および好熱性胞子について分析した。群／工程毎に残っている試料を37℃で7日間保温し、続いて商業的滅菌性に関して分析した。

40

結論：

この結果は、目標の13 logレベルよりいくらか低いパッケージ毎に6 logの投与胞子レベルを示していた。投与胞子レベルとは、試験試料が接種される胞子の量である。投与胞子の不足は試料の詰め込みの間の胞子の発芽に関連していた。

評価された試験条件は、接種された全ての生物について、胞子集団数で5 logまでの減少を提供していた。この商業用滅菌性試験からの結果は処理後の汚染が生じたことを示していた。しかしながら、85℃の低温で1分間（前調整温度）での処理は、3つの接種された生物を6 log減少させる能力を有しているかもしれない。

50

実施例 4

30 グラム量の、生エマルジョン化肉を、プラスチック熱シール可能パウチ中に個々に計量し、続いて混合孢子培養（クロストリジウム スポロゲネス、バシルス スブチリスおよびバシルス ステアロサーモフィラス）を接種した。生の接種されていない同じ肉のセットを対照とした。接種工程を、予備滅菌された材料を用いて繰り返した。全てのバッグを接種に続いてシールし、氷上でパスカリゼーションを行うまで保存した。

試料および処理チャンバーを、90 K p s iでのパスカリゼーションに先立って85℃または98℃の温度に前調整した。生と、予備滅菌された群との両方からの3つの試料を、処理条件毎に評価した。試料を各々の温度／圧力組合せに30分まで曝露した。パスカリゼーションに続いて、生存微生物の評価を行うまで、試料を氷上で貯蔵した。表1から6

10

表 1

実施例 4：セット A

ヒ°-ク圧力加圧の継続時間：1 分間

加圧前温度：85℃

段階	時間 (時:分:秒)	時間 (分)	圧力 (K psi)	製品 温度(F)	製品 温度(C)
加熱	00:00:00	0.00	0	60	15.6
	00:01:00	1.00	0	125	51.7
	00:04:00	4.00	0	180	82.2
	00:05:20	5.33	0	184	84.4
加圧	00:05:20	5.33	0	184	84.4
	00:06:15	6.25	10	190	87.8
	00:07:00	7.00	20	198	92.2
	00:08:00	8.00	30	204	95.6
	00:08:50	8.83	40	211	99.4
	00:09:35	9.58	50	216	102.2
	00:10:20	10.33	60	220	104.4
	00:11:05	11.08	70	224	106.7
	00:11:40	11.67	80	227	108.3
	00:12:35	12.58	90	231	110.6
保持	00:12:35	12.58	90	231	110.6
	00:13:35	13.58	90	227	108.3
減圧	00:13:35	13.58	90	227	108.3
	00:14:00	14.00	0	174	78.9

20

30

表 2

実施例 4 : セット B

ヒート圧力加圧の継続時間 : 5 分間

加圧前温度 : 85℃

段階	時間 (時:分:秒)	時間 (分)	圧力 (K psi)	製品 温度(F)	製品 温度(C)
加熱	00:00:00	0.00	0	60	15.6
	00:01:00	1.00	0	181	82.8
	00:01:30	1.50	0	185	85.0
加圧	00:01:30	1.50	0	185	85.0
	00:03:45	3.75	10	191	88.3
	00:04:45	4.75	20	196	91.1
	00:05:45	5.75	30	199	92.8
	00:06:30	6.50	40	201	93.9
	00:07:20	7.33	50	202	94.4
	00:08:00	8.00	60	204	95.6
	00:08:45	8.75	70	205	96.1
	00:09:25	9.42	80	207	97.2
	00:10:14	10.23	90	208	97.8
保持	00:15:14	15.23	90	209	98.3
	00:20:14	20.23	90	207	97.2
減圧	00:20:14	20.23	90	207	97.2
	00:20:30	20.50	0	109	42.8

10

20

表 3

実施例 4 : セット C

ヒート圧力加圧の継続時間 : 30 分間

加圧前温度 : 85℃

段階	時間 (時:分:秒)	時間 (分)	圧力 (K psi)	製品 温度(F)	製品 温度(C)
加熱	00:00:00	0.00	0	65	18.3
	00:01:00	1.00	0	95	35.0
	00:04:00	4.00	0	142	61.1
	00:07:30	7.00	0	165	73.9
	00:12:20	12.33	0	184	84.4
加圧	00:12:20	12.33	0	184	84.4
	00:13:10	13.17	10	190	87.8
	00:14:10	14.17	20	198	92.2
	00:15:00	15.00	30	207	97.2
	00:15:55	15.92	40	213	100.6
	00:16:40	16.67	50	219	103.9
	00:17:30	17.50	60	224	106.7
	00:18:10	18.17	70	228	108.9
	00:18:45	18.75	80	231	110.6
	00:19:35	19.58	90	234	112.2
保持	00:19:35	19.58	90	234	112.2
	00:25:00	25.00	90	217	102.8
	00:30:00	30.00	90	211	99.4
	00:35:00	35.00	90	209	98.3
	00:40:00	40.00	90	209	98.3
	00:45:00	45.00	90	209	98.3
	00:49:35	49.58	90	209	98.3
減圧	00:49:35	49.58	90	209	98.3
	00:49:50	49.83	0	165	73.9

10

20

30

表 4

実施例 4 : セット D

ヒート圧力加圧の継続時間 : 1 分間

加圧前温度 : 98°C

段階	時間 (時:分:秒)	時間 (分)	圧力 (K psi)	製品 温度(F)	製品 温度(C)
加熱	00:00:00	0.00	0	60	15.6
	00:01:00	1.00	0	170	76.7
	00:04:00	4.00	0	191	88.3
	00:06:00	6.00	0	196	91.1
	00:10:00	10.00	0	202	94.4
	00:14:00	14.00	0	205	96.1
	00:14:30	14.50	0	205	96.1
加圧	00:14:30	14.50	0	205	96.1
	00:15:20	15.33	10	211	99.4
	00:16:20	16.33	20	218	103.3
	00:17:15	17.25	30	224	106.7
	00:18:10	18.17	40	229	109.4
	00:19:00	19.00	50	232	111.1
	00:19:45	19.75	60	235	112.8
	00:20:30	20.50	70	238	114.4
	00:21:10	21.17	80	241	116.1
	00:21:50	21.83	90	243	117.2
保持	00:21:50	21.83	90	243	117.2
	00:21:50	21.83	90	238	114.4
減圧	00:22:50	22.83	90	238	114.4
	00:23:05	23.08	0	187	86.1

10

20

表 5

実施例 4 : セット E

ヒート圧力加圧の継続時間 : 5 分間

加圧前温度 : 98°C

段階	時間 (時:分:秒)	時間 (分)	圧力 (K psi)	製品 温度(F)	製品 温度(C)
加熱	00:00:00	0.00	0	65	18.3
	00:02:31	2.52	0	124	51.1
	00:05:00	5.00	0	161	71.7
	00:12:00	12.00	0	201	93.9
	00:13:10	13.17	0	204	95.6
	00:14:40	14.67	0	207	97.2
加圧	00:14:50	14.83	0	208	97.8
	00:15:20	15.33	10	212	100.0
	00:16:25	16.42	20	222	105.6
	00:17:20	17.33	30	230	110.0
	00:18:15	18.25	40	239	115.0
	00:19:00	19.00	50	245	118.3
	00:19:45	19.75	60	251	121.7
	00:20:30	20.50	70	256	124.4
	00:21:10	21.17	80	260	126.7
	00:21:55	21.92	90	265	129.4
保持	00:21:55	21.92	90	265	129.4
	00:24:00	24.00	90	260	126.7
	00:24:05	24.08	90	258	125.6
	00:24:30	24.50	90	257	125.0
	00:25:00	25.00	90	255	123.9
	00:25:30	25.50	90	253	122.8
	00:26:30	26.50	90	250	121.1
	00:26:55	26.92	90	249	120.6
減圧	00:26:55	26.92	90	249	120.6
	00:26:12	26.02	0	195	90.6

10

20

30

表 6

実施例 4 : セット F

ヒート圧力加圧の継続時間 : 30 分間

加圧前温度 : 98°C

段階	時間 (時:分:秒)	時間 (分)	圧力 (K psi)	製品 温度(F)	製品 温度(C)
加熱	00:00:00	0.00	0	65	18.3
	00:03:00	3.00	0	212	100.0
	00:08:00	8.00	0	205	96.1
	00:10:00	10.00	0	198	92.2
	00:17:00	17.00	0	199	92.8
	00:19:00	19.00	0	204	95.6
	00:20:00	20.00	0	206	96.7
加圧	00:20:10	20.17	0	207	97.2
	00:21:00	21.00	10	213	100.6
	00:22:00	22.00	20	220	104.4
	00:23:00	23.00	30	226	107.8
	00:23:50	23.83	40	230	110.0
	00:24:35	24.83	50	235	112.8
	00:25:20	25.33	60	238	114.4
	00:26:10	26.17	70	241	116.1
保持	00:26:10	26.17	70*	241	116.1
	00:55:25	55.42	70*	236	113.3
	00:56:10	56.17	70*	237	113.9
減圧	00:56:10	56.17	70	237	113.9
	00:56:30	56.50	0	198	92.2

* 液体から噴出 - 70K psi 最高圧力に到達

図 1 から 6 は、実施例 4 のセット A から F の、UHP 時間 - 温度 - 圧力の関係を示している。

各々の群 / 工程からの 2 つの試料を、全好気性、嫌気性および好熱性孢子について分析した。群 / 工程毎に残っている試料を 37°C で 7 日間保温し、続いて商業的滅菌性に関して分析した。

結論 :

結果 (表 7) は、目標とする $13 \log$ レベルの下、パッケージあたり $10^6 \cdot 3 - 10^2$ 投与孢子レベルを示した。

10

20

30

表7 実施例4(セットAからF)のハ°スカリセーションの結果
予備滅菌接種試料

セット	試料の種類	ハ°パッケージあたりの $\log_{10}$ B.スプ°チリス	ハ°パッケージあたりの $\log_{10}$ B.ステアロサ°モフィラス	ハ°パッケージあたりの $\log_{10}$ C.スホ°ロケ°ネス	商業的 滅菌試験
C1	0-0-13-SI	10.2	6.3	10	非滅菌
C2	0-85-SI	10.5	6.2	9.6	非滅菌
A	1-85-SI	6.1	5.7	4.6	非滅菌
B	5-85-SI	1.7	2.1	<1.0	非滅菌
C	30-85-SI	<1.0	<1.0	<1.0	滅菌
D	1-98-SI	1.5	3.5	2.7	非滅菌
E	5-98-SI	<1.0	<1.0	<1.0	滅菌
F	30-98-SI	<1.0	<1.0	<1.0	滅菌

10

生非接種試料

セット	試料の種類	ハ°パッケージあたりの $\log_{10}$ B.スプ°チリス	ハ°パッケージあたりの $\log_{10}$ B.ステアロサ°モフィラス	ハ°パッケージあたりの $\log_{10}$ C.スホ°ロケ°ネス	商業的 滅菌試験
C3	0-0-RU	6	3.1	5.8	非滅菌
C4	0-85-RU	4.8	2.9	4.3	非滅菌
C	30-85-RU	<1.0	<1.0	<1.0	滅菌
D	1-98-RU	<1.0	<1.0	<1.0	滅菌
E	5-98-RU	<1.0	<1.0	<1.0	滅菌
F	30-98-RU	<1.0	<1.0	<1.0	滅菌

20

生接種試料

セット	試料の種類	ハ°パッケージあたりの $\log_{10}$ B.スプ°チリス	ハ°パッケージあたりの $\log_{10}$ B.ステアロサ°モフィラス	ハ°パッケージあたりの $\log_{10}$ C.スホ°ロケ°ネス	商業的 滅菌試験
C5	0-0-RI	9.7	5.4	10.7	非滅菌
A	1-85-RI	5.3	3.3	3.7	非滅菌
B	5-85-RI	1.3	1.6	<1.0	非滅菌
C	30-85-RI	<1.0	<1.0	<1.0	滅菌
D	1-98-RI	1.5	3.5	2.7	非滅菌
E	5-98-RI	<1.0	<1.0	<1.0	滅菌
F	30-98-RI	<1.0	<1.0	<1.0	滅菌

30

C1(試料0-0-13-SI)とは、目標の13logを接種された、予備滅菌された製品の試料であって圧力に曝露されていないものを称する(0圧力0時間)。C2(試料0-85-SI)とは、試料が超高压に0分間曝露された、即ち、瞬間的に加圧され続いて解放されたこと以外はC1と同じである。C3(試料0-0-RU)は、生(滅菌されていない)の接種されていない試料で加圧されていないものである。C4(試料0-85-RU)は、生の接種されていない試料で加圧前温度で瞬間的に加圧されたものである。C5(試料0-0-RI)は、生で接種された試料で加圧されていないものである。C1、C3およびC5はUHP処理なしの孢子レベルを示した。C2およびC4は、超高压の瞬間的な加圧は滅菌を実現するために孢子を不活性化するためには不十分であることを示した。

40

いくつかの評価された試験条件により、孢子集団数において10+log(試験感度)までの減少が得られた。商業的滅菌は試料を90Kpsi、85°Cで30分間または98°Cで5分以上処理することにより得られた。これらの結果は、この処理からは生存孢子が存在しないことを示した生長研究の結果を妥当なものとしている。

実施例5

50

1 ml あたり 10^7 から 10^{13} の孢子を含んでいる調整孢子懸濁液を調整した。1つの調整懸濁液からの 1 ml 量を、デキストロースを 1% 添加された 10 ml のフェノールレッドブロスに添加し、熱シールした。これを、各々の孢子濃度／投与生物（クロストリジウム スポロゲネス、バシルス スブチリスおよびバシルス ステアロサーモフィラス）あたり 3つの試験パックを調製するまで繰り返した。全てのパウチを評価まで氷上で保存した。

投与生物／孢子濃度あたり 2つのパウチを、98℃までの温度に前調整し、続いて 90 Kpsi の圧力に 30分まで曝露した。全部で 5回の試行を行った。処理後、生存孢子を評価するまで試料を氷上に置いた。B. スブチリスのパウチを 35℃で 7日間保温した。C. スポロゲネスのパウチを嫌氣的に 35℃で 7日間保温した。B. ステアロサーモフィラスのパウチを 55℃で 7日間保温した。全てのパウチについて、黄色い培地の色（酸の生成による）によって立証された細菌増殖の兆候が見られた。

10

結論

実施例 5の結果は、パウチが所望の曝露温度から孢子を隔離する作用をしたために、部分的には納得できるものではない。いくつかのパウチは同時に試験され、その結果パウチが互いに接触することになった。他のパウチに包囲されたパウチは隔離され、それ故に加圧前温度が実現されなかった。付加的には、熱結合 (thermocouples) が試験の間を通して悪く作用していたので温度特性は正確には決定されなかった。

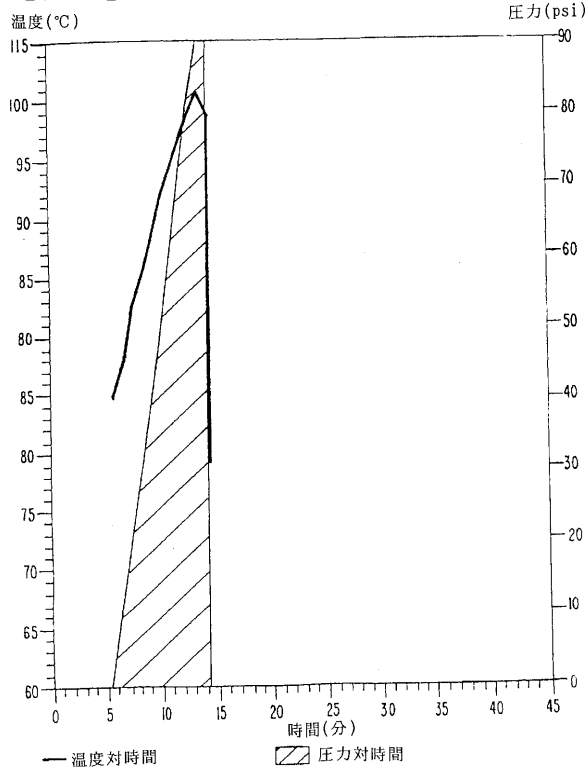
6-11 log の間での孢子の減少が、評価された工程条件／孢子のタイプに応じて観察された。最も高い不活性化レベルは、98℃の前調整温度および 90 Kpsi への 30分間の曝露を行った場合に観察された。この場合には、9 log (B. スブチリス) から 11 log (B. ステアロサーモフィラス) の間の実際の孢子の減少という結果となった。これまでの記述および実施例に示されるように、本発明は幅広く多様な食品製品の滅菌に重要な用途を有している。本発明によって、ピーク温度を実現するために要求される滅菌時間を減少させることによる、低酸食品の滅菌のための効率的方法が提供される。本発明はまた、高温領域での熱曝露をより短く経ることによって、従来の方法で滅菌された食品中で生じていた熱悪化を回避することを可能としている。

20

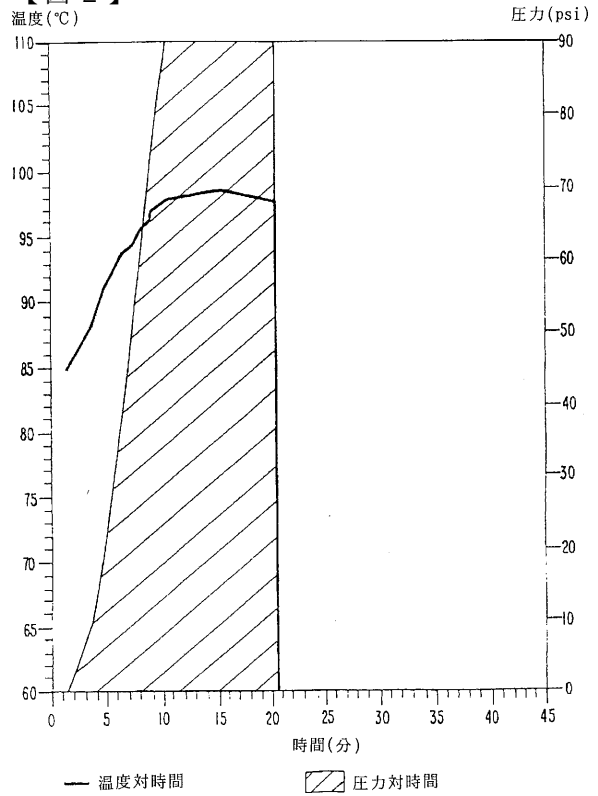
用いられている用語および表現は、限定ではなく記述のための用語であって、それらの部分として示され記述されている特徴の如何なる相当体をも排除するように、そのような用語または表現を用いることは意図されておらず、本発明の範囲内で多様な改変が可能であることは認識されている。

30

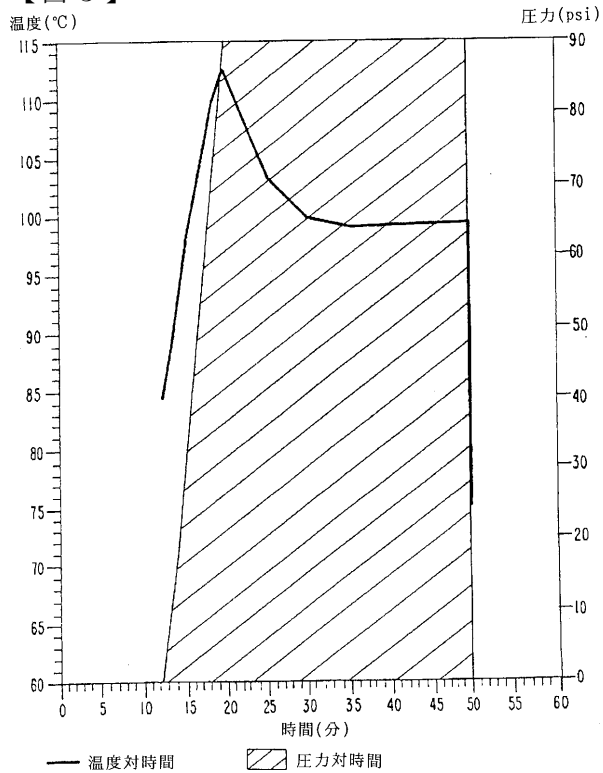
【図 1】



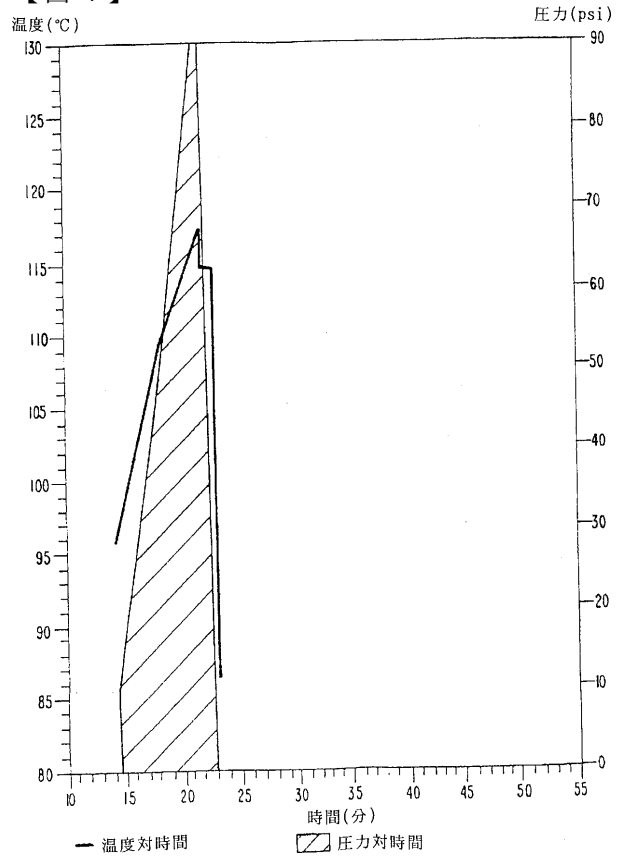
【図 2】



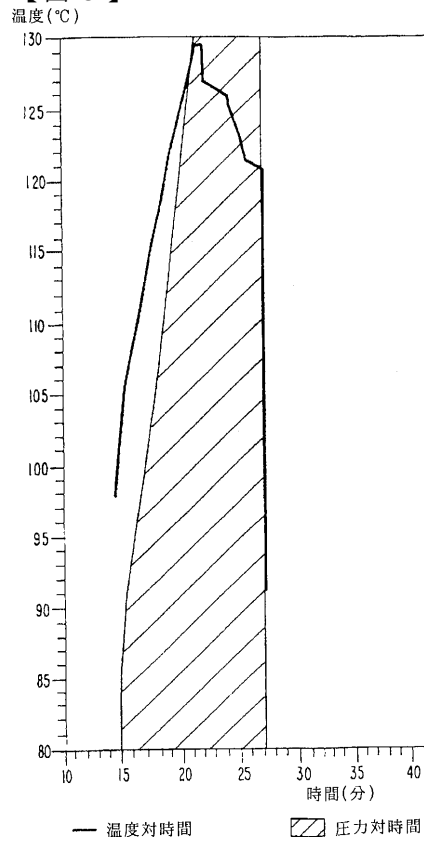
【図 3】



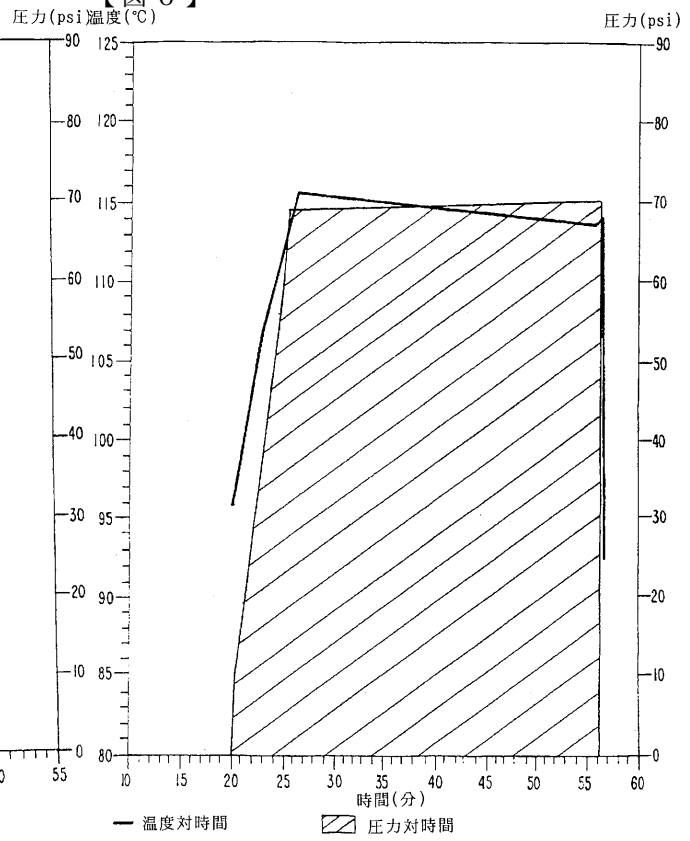
【図 4】



【図 5】



【図 6】



フロントページの続き

(72)発明者 ベイカー, ロバート

アメリカ合衆国 オハイオ州 43015 デラウェア ブローミラー ロード 3325

審査官 内田 淳子

(56)参考文献 特開平02-186966 (JP, A)

特開平02-234658 (JP, A)

特開平02-257864 (JP, A)

特開平05-344875 (JP, A)

特開平2-255068 (JP, A)

特開平4-299967 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl.⁷, DB名)

A23 3/015