

学 位 論 文 題 名

Production of High-Quality Oncom, a Traditional Indonesian Fermented Food, by Inoculation with Selected Mold Strains in the Form of Pure Culture and Solid Inoculum

（純粋分離菌より調整した培養液及び固体スターターによる
高品質オンチョム－インドネシア伝統発酵食品－の製造）

学位論文内容の要旨

オンチョムはインドネシア伝統発酵食品の一つで、主にジャワ島西部で生産、消費されている。主なオンチョムとしてバンドン赤オンチョム (oncom merah bandung, 原料はピーナツ油残滓, タピオカデンプン残滓, 大豆油残滓, 主に *Neurospora* 発酵), ボゴール赤オンチョム (oncom merah bogor, 原料は大豆油残滓のみ, 主に *Neurospora* 発酵), 黒オンチョム (oncom hitam, 主原料はピーナツ油残滓, 他の原料は生産者により変化, 主に *Rhizopus* 発酵) がある。赤オンチョムは多量の胞子に覆われた状態で市場に出され, その層が厚いほど市場価値は高い。赤オンチョムの名称はそれを覆う胞子の色に由来する。黒オンチョムは菌糸の生育が不十分で胞子の色が明らかにはならない。

インドネシアは高温多湿帯にあり, 気温は約31℃と安定していることから有名なテンペ, タウチヨ等多くの伝統発酵食品が生産消費されている。オンチョム以外のそれ等発酵食品はスターターを用いて比較的近代のプロセスにより生産されているが, オンチョムは今尚零細な家内生産により生産されており, 多くの場合スターターを用いず原料はオンチョム製造室に放置され, そこで優勢な *Neurospora* により接種されるという自然接種が行われるが, 雑菌混入の恐れがあるような条件下で製造されているため, 品質は必ずしも一定にはならない。しかし, オンチョムの原料は上記のように主に農産廃棄物のため最も安価な発酵食品であり, 且つかなり多量のタンパク質を含んでいるため特に低所得者層に適した食品とされている。従ってオンチョム品質を改良できればタンパク質含量の高い良質で安価な食品を供給できるだけでなく, 農産物の効率的利用にも資することができる筈だが, オンチョムの品質を改良しその製品を普及する, という試みは殆どなされていない。

本研究は, 各種のインドネシア伝統発酵食品より純粋分離した多数の菌から高品質オンチョムを産生する菌株を選択し, 更に優良菌株の固体スターターを調製して安定で高品質のオンチョムの製造を容易にしたものである。又, 優良スターターを用いてオンチョム製造業者により生産されたオンチョムは市場で全く問題なく受け入れられることも証明された。更に本研究により, これまで多くの発酵食品中に検出されながらその役割が知られていなかった *Mucor* 属の菌株の多くが非常に優良なオンチョムを産生する能力を有することが初めて明らかにされた。

1. 優良菌株の選択とその培養液によるオンチョム製造

ジャワ島西部のインドネシア伝統発酵食品から分離しインドネシア科学研究所生物学研究開発センターに保存している多くの菌株の内 *Neurospora* 13株, *Rhizopus* 21株の純粹培養液を用いてバンドン赤オンチョムを製造, 又, *Rhizopus* 11株を用いて黒オンチョムを製造し, 官能検査, 物理化学的性質等により製品の品質を検討した結果, 48時間培養で8株の *Neurospora* が良好なオンチョムを産生した. 検討した *Rhizopus oryzae* の8株, *R. oligosporus* の7株, *R. arrhizus* 3株全て良質のバンドン赤オンチョムを産生したが, *R. stolonifer* 3株によるバンドン赤オンチョムは全て低品質であった. *Rhizopus* 11株による黒オンチョムは全て非常に良質であった.

ジャワ島西部で集めた8種の伝統発酵食品から *Mucor* 34株を分離した. 最も頻度高く分離されたのは *Mucor javanicus* であった. 24時間培養では34株の内32株が, 又, 48時間では34株全てがバンドン赤オンチョム原料に生育することが示された. 次に *M. javanicus* 3株, *M. circinelloides* 3株, 未同定 *Mucor* 3株の培養液を用いてバンドン赤オンチョムを製造した. それ等全てが菌の発育良好で可溶性チッ素及び還元糖含量が高く, コンパクトで且つ柔らかいテクスチュアを持ち, 官能検査でも非常に好まれる極めて高品質の製品であったことから, これまでその役割が明らかになっていなかった *Mucor* 属の菌株の多くが *Neurospora* 及び *Rhizopus* の優良株と同等, 或いはそれ以上の非常に優秀なオンチョムを産生する優良菌株として用いられ得ることが示された. 又, *Mucor* 3株を用いオンチョム原料以外のライ豆, カウピー, ウィング豆等5種の豆科種子に接種した結果, その全てに良く生育して原料を覆い, コンパクトで且つ柔らかいテクスチュアに変えることも確かめられた.

2. 固体スターターの調製とそれを用いたオンチョムの製造

固体スターターは培養液に比べ貯蔵, 取扱いがはるかに容易であるため, 米を担体として上記で高品質のオンチョムを産生することが証明された菌株の内, *Neurospora* 3株, *Rhizopus* 4株, *Mucor* 4株の固体スターターを調製した. 粉碎後プラスチックバック中室温で180日間貯蔵し, その間生菌数, オンチョム産生能力を検討した. 室温貯蔵180日後11株の固体スターターの内 *Mucor* 1株を除く10株は 10^4 /g 個以上の生菌数を有しオンチョム産生能力があった.

2-1) 固体スターターを用いた研究室でのオンチョム製造

180日間室温貯蔵後, *Neurospora*, *Rhizopus*, *Mucor* のそれぞれ1株は非常に高品質のオンチョムを, 5株は良質のオンチョムを産生することができたが, 2株 (*Rhizopus* と *Mucor* それぞれ1株) の固体スターターによるオンチョムは低品質であった. *Mucor* の株のあるものは固体スターターとしても優れた品質のオンチョムを産生する優良菌株として用い得ることが判明した.

2-2) 固体スターターを用いたオンチョム製造業者によるオンチョム製造

オンチョム生産者に依頼して *Neurospora* 3株, *Rhizopus* 3株, *Mucor* 3株の固体スターターを用いてバンドン赤オンチョムを製造した結果優れた品質の製品が得られ, その内 *Neurospora* 1株による製品を地域の市場に出したところ問題なく受け入れられた. 同じ *Neurospora* 株の固体スターターにより製造したボゴール赤オンチョムも非常に高品質で, 同様に市場で受け入れられた. 著者が調製した固体スターターにより製造したオンチョムはこのように市場では問題なく受け入れられたが, その使用にはオンチョム製造業者の側

から苦情が寄せられた。

オンチョムは零細な家内生産規模で代々同じ方法で製造されている。生産者は極めて保守的であり、代々受け継がれてきた伝統的方法でオンチョムを製造することができるので余計な費用をかけてスターターを使用する必要はない、と考えている。しかし、安定な高品質の伝統的発酵食品を製造するためには、近代的なプロセスで調製されたスターターを用いての小規模生産という組み合わせが望ましく、そのためには安価で入手しやすい優良菌株のスターターの供給、生産者の無料のトレーニング、等が必要であるが、その結果生産者の姿勢がより栄養価が高く安価な種々の製品を積極的に作りだす、という方向に変わることが期待される。

学位論文審査の要旨

主 査 教 授 葛 西 隆 則
副 査 教 授 富 田 房 男
副 査 助 教 授 川 端 潤

学 位 論 文 題 名

Production of High-Quality Oncom, a Traditional Indonesian Fermented Food, by Inoculation with Selected Mold Strains in the Form of Pure Culture and Solid Inoculum

(純粋分離菌より調整した培養液及び固体スターターによる
高品質オンチョムーインドネシア伝統発酵食品ーの製造)

本論文は序章と終章を含めて8章より構成され、図24、表51、引用文献92を含む総頁数189の英文論文である。他に参考論文50編が添えられている。

オンチョムはインドネシア伝統発酵食品の一つで、ピーナツ油残滓、タピオカデンプン残滓、大豆油残滓、等を*Neurospora*属、*Rhizopus*属により発酵させたものであり、主にジャワ島西部で生産、消費されている。インドネシアは高温多湿帯にあり、気温は約31℃と安定していることから有名なテンペ等多くの伝統発酵食品が生産消費されている。オンチョム以外のそれ等発酵食品はスターターを用いて比較的近代のプロセスにより生産されているが、オンチョムは今尚零細な家内生産により生産されており、多くの場合スターターを用いず雑菌混入の恐れがあるような条件下で製造されているため、品質は必ずしも一定にはならない。しかし、オンチョムの原料は上記のように主に農産廃棄物のため最も安価な発酵食品であり、且つかなり多量のタンパク質を含んでいるため特に低所得者層に適した食品とされている。従ってオンチョム品質を改良できればタンパク質含量の高い良質で安価な食品を供給できるだけでなく、農産物の効率的利用にも資することができる筈だが、オンチョムの品質を改良しその製品を普及する、という試みは殆どなされていない。

本研究は、各種のインドネシア伝統発酵食品より純粋分離した多数の菌から高品質オンチョムを産生する菌株を選択し、更に優良菌株の固体スターターを調製して安定で高品質のオンチョムの製造を容易にしたものである。更に本研究により、これまで多くの発酵食

品中に検出されながらその役割が知られていなかった*Mucor*属の菌株の多くが非常に優良なオンチョムを産生する能力を有することが初めて明らかにされた。

1. 優良菌株の選択とその培養液によるオンチョム製造

ジャワ島西部のインドネシア伝統発酵食品から分離しインドネシア科学研究院生物学研究開発センターに保存している多くの内*Neurospora*, *Rhizopus* 2の菌株を用いてオンチョムを製造した結果、48時間培養で8株の*Neurospora*が良好なオンチョムを産生した。検討した*Rhizopus oryzae*の8株、*R. oligosporus*の7株、*R. arrhizus*3株全て良質のオンチョムを産生したが、*R. stolonifer*3株によるオンチョムは全て低品質であった。

ジャワ島西部で集めた8種の伝統発酵食品から*Mucor*34株を分離した。最も頻度高く分離されたのは*Mucor javanicus*であった。24時間培養では34株の内32株が、又、48時間では34株全てがオンチョム原料に生育することが示された。次に*M. javanicus*3株、*M. circinelloides*3株、未同定*Mucor*3株の培養液を用いてオンチョムを製造した。それ等全てが菌の発育良好で、官能検査でも非常に好まれる極めて高品質の製品であったことから、これまでその役割が明らかになっていなかった*Mucor*属の菌株の多くが*Neurospora*及び*Rhizopus*の優良株と同等、或いはそれ以上の非常に優秀なオンチョムを産生する優良菌株として用いられ得ることが示された。

2. 固体スターターの調製とそれを用いたオンチョムの製造

固体スターターは培養液に比べ貯蔵、取扱いがはるかに容易であるため、米を担体として上記で高品質のオンチョムを産生することが証明された菌株の内、*Neurospora*3株、*Rhizopus*4株、*Mucor*4株の固体スターターを調製した。室温貯蔵180日後11株の固体スターターの内*Mucor*1株を除く10株は 10^4 /g 個以上の生菌数を有しオンチョム産生能力があった。

2-1) 固体スターターを用いた研究室でのオンチョム製造

180日間室温貯蔵後、*Neurospora*, *Rhizopus*, *Mucor*のそれぞれ1株は非常に高品質のオンチョムを、5株は良質のオンチョムを産生することができたが、2株(*Rhizopus*と*Mucor*それぞれ1株)の固体スターターによるオンチョムは低品質であった。*Mucor*の株のあるものは固体スターターとしても優れた品質のオンチョムを産生する優良菌株として用い得ることが判明した。

2-2) 固体スターターを用いたオンチョム製造業者によるオンチョム製造

オンチョム生産者に依頼して*Neurospora*3株、*Rhizopus*3株、*Mucor*3株の固体スターターを用いてオンチョムを製造した結果優れた品質の製品が得られ、地域の市場で問題なく受け入れられた。

以上のように本研究は学術的にも実用的にも高い成果をあげたものであり、よって審査員一同は、Dudi Djuhdia Sastraatmadjaが博士（農学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認めた。