

氏名(本籍)	すずき けいたろう 鈴木 啓太郎 (神奈川県)
学位の種類	博士(農学)
学位記番号	博甲第2203号
学位授与年月日	平成11年7月23日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当
審査研究科	農学研究科
学位論文題目	発芽玄米製造装置の開発に関する基礎研究
主査	筑波大学教授 農学博士 前川 孝 昭
副査	筑波大学教授 農学博士 木村 俊 範
副査	筑波大学教授 農学博士 日下部 功
副査	筑波大学助教授 農学博士 山口 智 治

論文の内容の要旨

玄米に含まれる栄養成分および機能性成分の価値が見直されてきている。一方、玄米には炊飯性、消化性、糠臭などの問題があり、消費者による直接利用の割合が低い。本研究では、新規な玄米の利用法の開発を目的として発芽玄米の製造を試みた。効率的な発芽工程を提示し、発芽玄米の良好な外観の保持および移送時のハンドリング性を確保するため、玄米の迅速かつ斉一な出芽と同時に発根を抑える出芽制御 (Sprouting control) を製造目標とした。液相発芽における玄米の出芽と発根に影響する特定の溶存酸素濃度範囲の存在を仮説とし、発芽玄米製造装置の開発に関する基礎研究を実施した。玄米の出芽制御法の決定、ベンチスケール発芽玄米製造装置の試作とその性能評価、発芽玄米製造工程における微生物制御ならびに衛生学的評価、玄米の出芽過程の形態学的評価と生化学的分析による評価を実施し、以下の結果を得た。

- 液体培養では玄米の充填層に均一に浸漬液を循環させるために、ポンプによる流速を与えることで液相の酸素を玄米へ供給することが可能であった。玄米の浸漬タンクと浸漬液の貯水タンクを設置した実験装置を試作し、貯水タンクの液温を30℃に保持した浸漬液を浸漬タンクへ間欠循環し、液相の酸素供給法を検討した。玄米への酸素の継続した供給は早期の発根を誘導し、出芽制御のために液相の溶存酸素濃度の制御が必要となった。液相下での迅速かつ斉一な玄米の出芽促進と発根抑制のために発芽開始から18時間までを飽和溶解度に近い酸素を供給するAeration stageとして操作し、18時間後から30時間を飽和溶解度のおよそ50%の高温脱気水に交換し、供給するNon-aeration stageとして操作することにより、発根を抑制した出芽が得られた。Aeration stageからNon-aeration stageへの切換え時間は、玄米の出芽から発根までの時間のズレ (Time lag) を持たせるために重要な制御条件であった。
- 発芽玄米製造時の微生物制御について、食品用化学物質の玄米および発芽玄米の殺菌操作と浸漬液への紫外線照射および浸漬液の濾過操作の効果を調べた。1) 0.1%かき殻焼成カルシウム水溶液および1%次亜塩素酸ナトリウム水溶液の玄米浸漬処理により、未処理区と比較して、発芽工程開始時の浸漬液の初発菌数を低く抑える効果が見られた。この時、処理による玄米の出芽阻害はみられなかった。しかし、発芽工程18時間での浸漬液の微生物増殖が見られ、継続的な微生物制御の必要性が示された。2) 発芽工程を通しての貯水タンクにおける浸漬液への254nm紫外線連続照射は、発芽工程48時間における一般生菌数を 10^2 cfu/ml以下で維持できた。3) 発芽玄米の浸漬液は、微生物の増殖や玄米からの溶出物質に起因すると思われる濁度の上昇が見られ

た。活性炭—中空糸膜型濾過装置による浸漬液の6時間間隔での濾過処理は、処理後の浸漬液濁度はすべて検出限界以下の値となり、浸漬液の清澄効果があった。これにより紫外線照射での浸漬液への紫外線透過力を効果的に維持する殺菌処理系を組み立てることが可能となった。4) 発芽玄米製造装置は、空気中からの微生物のコンタミネーションを防止する観点から、閉鎖された空間に隔離することが必要であった。5) 玄米の浸漬処理と浸漬液の紫外線照射処理および濾過処理を組み合わせ、発芽工程終了後の発芽玄米の0.1%かき殻焼成カルシウムによる浸漬処理により、発芽玄米の一般生菌数を 10^2 cfu/g以下に出来た。

3. 玄米の出芽過程の形態学的検討と玄米胚部のATP(アデノシン-3-リン酸)濃度測定による生化学的検討から、玄米の出芽制御の過程を以下のように評価した。液相発芽では液相の溶存酸素を高く保持した時、液相発芽初期における玄米1粒当りのATP濃度で判断されるエネルギー活性を気相発芽レベルまで高めることができ、迅速かつ均一な出芽とするために重要な操作条件であった。液相発芽での溶存酸素濃度の2段階制御による玄米の出芽制御では、溶存酸素供給を発芽過程にAeration stageでの飽和状態から、その約50%の濃度に制御したNon-aeration stageに切換えた後、玄米で生成されるATP濃度が同調減少した。これにより、エネルギー供給量に依存している組織発達に遅れが生じ、出芽から発根までの時間のズレ(Time lag)を持たせることができると考えられた。

審 査 の 結 果 の 要 旨

本研究は栄養成分および機能性成分を含む玄米の新規な利用方法を提案するために、発芽玄米の効率的な製造方法と発芽玄米製造装置の開発について検討したものである。著者は発芽玄米に良好な外観を保持し、その発根を抑制し、迅速かつ均一な玄米の出芽制御法を研究した。玄米浸漬水の溶存酸素濃度を飽和量に近い濃度とおおよそ50%濃度に脱気した2段階に設定して、48時間の工程で発根を抑えた出芽を図った発芽玄米の製造方法を開発した。この製造方法をもとにベンチスケール発芽玄米製造装置を試作し、玄米の発芽状態の評価を行い、迅速かつ均一な玄米の出芽を誘導できる知見を示した。また、ベンチスケール発芽玄米製造装置を用いた製造工程における衛生学的評価ならびに微生物制御法を検討し、製造段階での微生物制御の必要性を明らかにした。微生物制御方法では、食品用化学物質であるカキ殻焼成カルシウムおよび次亜塩素酸ナトリウムによる玄米と発芽玄米の浸漬処理、貯水タンク内浸漬液への紫外線照射処理および浸漬液の活性炭—中空糸膜型濾過装置による濾過処理の4方法について実施し、一般生菌数の急激な増加を継続的に抑制する方法を提示した。玄米の出芽過程における溶存酸素濃度の抑制は玄米胚部のATP濃度の経時変化から出芽と発根に時間のズレを持たせることを実証した。

本論文は発芽玄米の出芽環境条件を明らかにし、一定の品質を確保するために形態学的評価と生化学的分析を行い、出芽を優占的に誘導する環境制御法とその機構を解明した。さらに、発芽玄米製造時の微生物制御に関する処理の有効性を明らかにした。これらの知見は、生物資源プロセス工学や食糧資源工学など、農業工学分野の発展に極めて大きく寄与し、今後の実用化の道を開拓した。

よって、著者は博士(農学)の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。