

Finite element analysis of coupled heat and mass transfer in harvested cucumber fruit to predict transpirational water loss during storage

金, 成憲

<https://hdl.handle.net/2324/4475194>

出版情報：九州大学, 2020, 博士（農学）, 課程博士
バージョン：
権利関係：やむを得ない事由により本文ファイル非公開（3）

氏名	KIM SEONGHEON (キム ソンホン)			
論文名	Finite element analysis of coupled heat and mass transfer in harvested cucumber fruit to predict transpirational water loss during storage (熱物質移動連成有限要素解析によるキュウリ果実の貯蔵中における蒸散予測)			
論文調査委員	主査	九州大学	教授	田中 史彦
	副査	九州大学	教授	井上 英二
	副査	九州大学	准教授	岡安 崇史

論文審査の結果の要旨

本論文は、キュウリ果実の品質評価の指標となる水分損失を予測する熱物質移動連成モデルを構築し、三次元有限要素法による解析を行うことで、貯蔵・流通中の水分損失と果実内温度・水分の時空間分布を求めたものである。本論文では、キュウリ果実の水分蒸散を予測するモデルとして新たに二層構造モデルを構築するとともに、収穫後、時間の経過とともに変化する果実表皮での水分移動抵抗を考慮したモデルを提案している。

まず、貯蔵中のキュウリ果実内部における水分移動現象を明らかにするために、X線CTによる非破壊計測を行い、果皮からの水分蒸散に伴い起こる内部構造と水分分布の変化を経時的に観察している。その結果、水分損失速度は部位によって異なるため、蒸散予測には二層構造モデルの構築が必要となることを明らかにしている。このことから、キュウリ果実を内層部と外層部に分け、乾燥実験とモデル解析によって各層の乾燥特性（水分拡散係数と平衡含水率）を明らかにしている。

次に、この知見を基に、各種貯蔵環境下におけるキュウリ果実からの水分蒸散を予測するための三次元熱物質移動モデルを構築している。本モデルでは、貯蔵環境変数として温湿度を挙げ、定常・非定常条件下で流体－果実間ならびに果実内部での熱物質移動解析を行っている。特筆すべき点は、貯蔵期間で水分蒸散を律速する果実表皮での水分移動抵抗が次第に増加することに着目し、この影響を考慮した新たなモデルを提案した点にある。この改良により、貯蔵期間が長くなるに連れ低下する予測精度を向上させ、より長期間の高精度予測を可能にしている。

さらに、応用研究として、本モデルを航空便ならびに船便によるキュウリ果実の海外輸送時の蒸散予測に適用し、輸出先となるシンガポール着荷時の水分損失を高精度で算出することに成功している。これに加え、各種温湿度環境下で日持ち期間を予測する品質評価線図を作成し、貯蔵・輸送計画設計に資する成果を挙げている。

以上要するに、本論文は、収穫後のキュウリ果実水分蒸散予測モデルを新たに提案し、この有効性を実証したものであり、農産食料流通工学の発展に寄与する価値ある業績と評価する。

よって、本研究者は博士（農学）の学位を得る資格を有するものと認める。