

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	
Title(English)	Modeling of membrane cross-flow filtration process of protein-polysaccharide natural suspension
著者(和文)	YIENGVEERACHONCha
Author(English)	Chayapa Yiengveerachon
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第12105号, 授与年月日:2021年9月24日, 学位の種別:課程博士, 審査員:吉川 史郎,関口 秀俊,多湖 輝興,大河内 美奈,松本 秀行,森 伸介
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第12105号, Conferred date:2021/9/24, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

(博士課程)

論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第	号	学位申請者氏名	Yiengveerachon Chayapa	
論文審査 審査員		氏名	職名	氏名	職名
	主査	吉川 史郎	准教授	松本 秀行	准教授
	審査員	関口 秀俊	教授	森 伸介	准教授
		多湖 輝興	教授		
大河内 美奈		教授			

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は、「Modeling of membrane cross-flow filtration process of protein-polysaccharide natural suspension」(タンパク質-多糖類懸濁液のクロスフロー限外濾過過程のモデル化に関する研究)と題し、英文で書かれており以下6章より構成されている。

第1章「Introduction」では、現在の健康食品市場の動向とココナッツスキムが代表的な植物由来健康食品となってきたこと及びその製造過程の概要を述べるとともにココナッツスキムの健康食品としての利点と廃棄した場合の環境負荷などに関する既往の研究に言及している。また、ココナッツスキムの濃縮法として加熱を伴わないクロスフロー限外濾過が有利であることを述べた上で限外濾過に適応されてきた既往の数式モデルを概観し、それらのモデル単独ではココナッツスキムのクロスフロー限外濾過過程を記述するには不十分であり、濾過器内の流動、濾過原液の pH などの因子を考慮したモデル構築が必要であることを述べた上で本研究の目的と意義を明らかにしている。

第2章「Cross-flow ultrafiltration of coconut suspension」ではココナッツスキムのクロスフロー限外濾過プロセスを設計する上で考慮すべき代表的な因子として膜間圧力差(TMP)、原液流量、原液温度と粘度などを挙げ、予想されるそれら因子の透過過程への影響について述べている。またココナッツフラワーを水に加えて調整したココナッツ由来のタンパク質と炭水化物の懸濁液(CPC 懸濁液)を試験流体として用い、クロスフロー限外濾過実験を行うことにより得られた透過流束の経時変化に基づいて上記因子の影響について検討している。その結果膜上に形成される堆積層は圧縮性があり、TMPの増加とともに透過抵抗が増加し、透過流束が減少すること、原液流量の増加に伴い、堆積層へのせん断応力等の効果により透過流束が増加すること、温度上昇に伴う粘度低下により透過流束は増加するが、流束が増加することにより堆積層形成が加速されるため、流束が短時間に減少する傾向がみられることなどを明らかにしている。

第3章「Molecular interaction in coconut suspension and filtration performance」ではタンパク質と多糖の静電効果による分子間相互作用についてCPC懸濁液のpHをパラメータとした限外濾過実験の結果に基づいて検討し、クロスフロー限外濾過において試料タンパク質の等電点付近のpH=4において膜のゼータ電位もほぼ0となることから静電効果が最小となり、溶解度が最小となるために堆積粒子のサイズが大きくなり緻密な堆積層が形成されにくく、透過流束が最も大きくなることを明らかにしている。

第4章「Models applicability to the coconut suspension ultrafiltration」ではデッドエンド及びクロスフロー限外濾過実験で得られた透過流束の経時変化を既往の膜細孔閉塞モデル、ケーキ濾過モデルと比較検討している。使用した再生セルローズ膜の分画分子量に対して試料に含まれるタンパク質の分子量が非常に大きいため、細孔閉塞は支配的な要因ではなく、デッドエンド、クロスフローの結果はともにケーキ濾過モデルによりおおむね良好に記述することが可能であることを確認している。ただし、クロスフロー限外濾過については濾過原液流れにより堆積層表面に生じるせん断応力により堆積層が剥離される速度にかかわるパラメータを加える必要があることを明らかにしている。

第5章「Fouling resistance relationship between dead-end and cross-flow filtration of coconut suspension」ではクロスフロー限外濾過における堆積層剥離速度にかかわるパラメータが同じ濾過原液を用いたデッドエンドとクロスフローの各限外濾過操作における透過抵抗の経時変化の差と関連していると考え、その差を予測するための因子を次元解析により探索している。その結果、デッドエンドとクロスフローにおける透過抵抗の比が原液流路におけるレイノルズ数と膜間圧力差と原液の運動エネルギーの代表値の比により相関されることを見出している。さらにその相関関係に基づいて実測されたクロスフローの透過流束の経時変化を良好に再現できることを確認している。

第6章「Conclusions and recommendation」では、各章の結論を総括するとともに今後の研究の展望を述べている。これを要するに、本論文はタンパク質を含む懸濁液の濃縮を目的としたクロスフロー限外濾過過程を支配する因子を明らかにするとともに、クロスフロー限外濾過の過程を予測することのできるモデルを構築し、その有用性を示したものであり、工学上、工業上貢献するところが大きい。よって本論文は博士(工学)の学位論文として十分価値のあるものと認められる。

注意:「論文審査の要旨及び審査員」は、東工大リサーチポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。