

論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称	博 士 (農学)	氏名	松本 茜
学位授与の要件	学位規則第4条第1項・2項該当		
論文題目			
水分制御がピッツァ生地のリオロジー特性およびピッツァクラストの食感に及ぼす影響			
論文審査担当者			
主 査	教 授	川 井	清 司
審査委員	教 授	羽 倉	義 雄
審査委員	教 授	磯 部	直 樹
〔論文審査の要旨〕			
<p>本格的な店舗で提供されるピッツァクラストの“ふっくら”、“もっちり”とした食感は、石窯を用いた高温短時間焼成によって実現される。一方、フードチェーンでは電気式オーブンをを用いてピッツァを焼成するため、石窯と比べると低温長時間焼成になり、硬い食感になる。水は食品にとって最も強力な可塑剤であることから、生地の水分を多くすることで食感の改善が期待されるが、生地の混捏性や成形性は悪化する。この問題は、材料に使用する小麦粉の一部を糊化小麦澱粉 (gelatinized wheat starch, GWS) に置き換えることで解決できる可能性がある。澱粉は糊化することで水和力が向上するため、生地のリオロジー特性を維持しつつ水分含量を高めることができると期待される。また、小麦粉を GWS に置き換える操作であるため、味や風味への影響はほとんどないと考えられる。</p> <p>一方、一部のフードチェーンでは店舗での調理時間を短縮するために、工場ですべて焼成したピッツァクラストを冷蔵輸送して、店舗で調理するセントラルキッチン方式が採られているが、積載流通・保管時にクラストの内部構造がつぶれることが問題視されている。予備焼成クラストにはチルド流通・保管が許容される水分活性 (a_w) と積載耐性が求められ、予備焼成段階での水分含量を一定水準まで引き下げる必要がある。しかし、予備焼成クラストを店舗で調理 (本焼成) すると、クラストの水分含量はさらに低下し、食感は硬くなる。本焼成の前に再水和を行うことで、2段階焼成後のクラストの食感を改善できる可能性がある。</p> <p>フードチェーンにおけるピッツァクラストに関するこれらの課題は、それぞれの状況に合わせた最適な水分制御によって改善できると考えられる。本論文の目的は、1. GWS を用いた加水がクラスト生地のリオロジー特性およびクラストの食感に及ぼす影響、2. 予備焼成による乾燥がクラストの物性に及ぼす影響と、本焼成前の再水和が2段階焼成クラストの食感に及ぼす影響を明らかにすることであった。</p> <p>1章では上記の研究背景と目的が述べられた。</p> <p>2章では実験に用いる試料の調製方法や測定手法が説明された。</p> <p>3章では GWS による加水がクラスト生地のリオロジー特性に及ぼす影響について検討した結果が報告された。小麦澱粉を用いて様々な水分含量の GWS を調製し、他の材料と混合して、モデル生地およびピッツァ生地が調製された。生地のリオロジー特性は動的粘</p>			

弾性測定によって調べられた。クラスト生地的水分含量の増加に伴い、水の可塑効果によって G' (貯蔵弾性率), G'' (損失弾性率), σ_{yield} (降伏応力) の対数値は直線的に低下した。小麦粉の一部を GWS に置き換えることで、糊化澱粉の保水効果により、すべての値がシフトアップした。また、副材料 (油, 塩, 砂糖, 酵母) を添加したピッツァ生地でも同様の結果が示された。しかし、モデル生地をベースにしたピッツァ生地 (改質生地) ではモデル生地よりも G' および σ_{yield} が低下した。これは、小麦粉の一部を GWS に置き換えることにより生地中のグルテン含量が低下し、酵母発酵によって形成されるガスセルが大きくなったことが要因と考えられた。一方、従来配合のピッツァ生地 (従来生地) と改質生地との間に G' , G'' , σ_{yield} の有意差は認められなかった。小麦粉の一部を GWS に置き換えることで、配合する水分量を増加させてもレオロジー特性を維持できることが示された。

4 章では、改質生地を用いてクラスト生地を調製し、電気式オーブンによって焼成した改質クラストの構造、水分含量、食感について検討した結果が報告された。その結果、従来クラストと比べて、改質クラストは見かけ密度に有意差は無かったが、焼成後のクラスト内部の水分含量は有意に高いことが明らかにされた。一方、レオメーターを用いたテクスチャー測定より、改質クラストは高歪みでの見かけ応力が有意に低いことが示された。また、官能評価より、従来クラストよりも有意に柔らかく、もっちりした食感であることが示された。これはクラスト内部の水分含量が増加したことに由来する。小麦粉の一部を GWS に置き換える加水方法により、焼成後もクラスト内部の水分含量を高めることができ、電気式オーブンを用いて焼成しても柔らかく、もっちりした食感のクラストに仕上げることが可能なことが示された。

5 章では、予備焼成がクラスト生地的水分含量, a_w , 初期弾性率, 積載耐性に及ぼす影響と、再水和処理が本焼成クラストの食感に及ぼす影響について検討した結果が報告された。予備焼成時間の増加によりピッツァクラストの水分含量及び a_w は低下し、初期弾性率および積載耐性は増加する傾向にあった。 a_w から推定される保存性と積載耐性の結果から、最適な予備焼成条件 (200°C, 15 分) が決定された。このとき予備焼成クラストの水分含量は 0.48 ± 0.01 g/g-DM (dry matter) であった。この予備焼成クラストを本焼成すると、通常のクラストと比較して著しく水分含量が低下した。しかし、本焼成前に再水和処理を施すことで、通常のクラストに近い値まで水分含量を増加させることが可能であった。また、レオメーターによるテクスチャー測定と官能評価より、再水和処理によって本焼成後クラストの柔らかさと高歪みでの荷重 (もっちり感) は有意に向上することが示された。これは、再水和処理によってクラストの水分含量が高くなったことに由来する。

以上、本研究より、低温長時間焼成や 2 段階焼成といった特殊な方法で調理されたピッツァクラストの食感改善は巧みな水分制御により実現可能であることが示された。調理の基礎は温度と水の制御にある。近年の食品産業では AI (Artificial Intelligence) や IOT (Internet of Things) を活用した先端テクノロジーの導入が注目されているが、それらと同時に、従来の調理を基礎から見直す視点もまた重要といえる。

以上、審査の結果、本論文は統合生命科学研究科学位論文評価基準を満たし、著者は博士 (農学) の学位を授与される十分な資格があるものと認められる。