

氏 名	西 山 淳 子 にし やま じゅん こ
学位の種類	農 学 博 士
学位記番号	論 農 博 第 897 号
学位授与の日付	昭 和 56 年 1 月 23 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 5 条 第 2 項 該 当
学位論文題目	STUDIES ON OXIDATIVE MODIFICATION OF WHEAT FLOUR DOUGH (小麦粉ドウの酸化的改変に関する研究)

論文調査委員 (主 査) 教授 松下雪郎 教授 米沢大造 教授 鬼頭 誠

論 文 内 容 の 要 旨

小麦粉ドウに混入されたわずかな酸素や酸化剤がドウの物性を著しく向上させるという事実は古くから注目されてきた。本論文は、ドウやそのモデル系を用いて、酸化酵素と酸化剤の物性への影響を明らかにし、ドウの物性の酸化的改変機構について考察したものである。

酵母によって生成する炭酸ガスによるドウの伸びはエクステンソグラフに比べて 1/1000 程度の遅いもので、このような遅い速度による伸長下での物性及び長時間の緩和に対する酸化剤 (KIO_3 , KBrO_3), 酸化酵素 (チロシナーゼ, リポキシゲナーゼ) の影響をみると、発酵ドウではガス泡を包むグルテン膜の張力を高め、内部圧を増加し、未発酵ドウでは内部ひずみの緩和を遅らせる効果がみられる。このようなドウの物性の改変は、ドウ中で交差結合が増加したため、また SH 基を封鎖することで SH-SS 交換反応が阻止されたために現われたものであることを以下の実験により明らかにしている。

1. マッシュルームのチロシナーゼがドウの抗張力を増大することをエクステンソグラフで確認し、このチロシナーゼの効果は小麦粉に SH 基のマスク剤を加えると現われないこと、フェノール性物質の酵素による酸化生成物が SH 基を封鎖すること、低分子チオールとチロシン酸化物との付加物の存在が確認されたこと、さらにグルテンタンパク質のチロシン残基や小麦粉中に含まれる数種のフェノール性物質がチロシナーゼの基質となりうることなどから、チロシナーゼを含むドウでは、フェノール酸化物が SH 基と付加反応し、交差結合の形成や HS 基の封鎖を導き、ドウに対し酸化剤と類似の効果を与えたものと考えられた。

2. またリノール酸酸化物を SH-ポリビニルアルコール (SH-PVA) あるいは還元グルテンとインキュベートしたとき、いずれの系でも SH 基の SS 結合への酸化が進み、粘性挙動、ゲル化過、電気泳動図からは、分子間 SS 架橋の形成が示された。SH-PVA 溶液に KBrO_3 を作用させるとき、速やかに SS 基が生成し、SH-PVA 3%以上の溶液ではゲル状物質に変化することなどから、酸化脂質や酸化剤による分子間 SS 架橋の形成がドウの抗張力の増大、伸展性の減少の一因であることが推定された。

3. ラジカル捕捉剤, 1,1-ジフェニル-2-ピクリルヒドラジル (DPPH) をドウに混入すると, DPPH の色が消失し, ラジカルの存在が示された。この DPPH の退色は脱脂粉ドウ中では抑制され, また小麦粉脂質画分に強い退色能があることから, グルテンのネットワーク形成に脂質のラジカル反応が介在する可能性が推測された。

4. スピンラベルを利用した ESR 分析で, 水和したグルテンマトリックス中で脂質はタンパク質と強い相互作用を有することが示された。アルゴン気流中で調製したドウから得たグルテンと, 空気中あるいは KBrO_3 を添加して調製したドウからのグルテンの ESR パラメーターを比較して, 酸化処理は脂質とタンパク質の相互作用に影響を及ぼすことを見た。

以上の結果より, グルテンのネットワークの発達は共有結合形成に加え, 脂質とタンパク質の相互作用にも依存し, ドウの物性の改変はこれら両者の集合として現われると結論している。

論文審査の結果の要旨

小麦粉ドウにわずかの酸化剤を加えると, ドウの物性が著しく向上するという事実は古くより注目され, 利用されてきた。本論文はドウの物性の酸化的改変の機構をグルテンならびにモデル系を用いて検討したものである。

酸化剤や酸化酵素のグルテンに対する作用は発酵ドウではガス泡を包むグルテン膜の張力を高め, 未発酵ドウでは内部ひずみの緩和を遅らせるものである。このようなドウの改変はドウ中で交差結合が増加したため, また SH 基を封鎖することで SH-SS 交換反応が阻止されたために現われたものであることを明らかにした。すなわち, マッシュルームに含まれるチロシナーゼの作用で小麦粉中に含まれるフェノール性物質が酸化され, 酸化生成物が SH 基と付加物を形成し, 交差結合の形成や SH 基の封鎖が導かれた。またリノール酸酸化物や酸化剤 KBrO_3 の SH-ポリビニルアルコールあるいは還元グルテンへの作用では, SS 架橋の形成によるゲル化などから, 酸化反応がドウの抗張力の増大, 伸展性の減少など, 好ましい物性を付与したものと推定した。

さらにドウ中にラジカルの存在を証明し, グルテンのネットワーク形成に脂質に基づくラジカル反応が介在する可能性や, スピンラベルを利用した ESR 分析から, グルテンマトリックス中では酸化処理が脂質とタンパク質の相互作用に影響を及ぼすなどの知見を得た。

これらの結果から, グルテンのネットワークの発達は共有結合形成と, 脂質とタンパク質の相互作用の集合として現われるとの結論に至っているが, これはグルテンのネットワーク形成機構に新知見を加えたものであって, 穀物化学ならびに食品化学に寄与するところが大きい。

よって, 本論文は農学博士の学位論文として価値あるものと認める。