



1991 IFT-IUFoST 식품물리화학 심포지움 요약(Ⅱ)

목 차

(이화학연구소 물성연구실)

전보에서는 1991 IFT-IUFoST 식품물리화학 심포지움에서 다루어진 내용중 식품시스템의 상변화와 겔 및 에멀전의 물리화학에 관하여 소개한 바 있다. 이번에는 식품 및 식품성분 변화반응의 속도론에 관하여 소개하고자 한다.

이 심포지움에서 다루어진 식품 및 식품성분의 변화반응은 고체식품의 붕괴 및 분리현상, maillard반응, 지질산화, 단백질 변성 및 가교형성 등이었으며 이들 반응의 속도론에 대한 검토가 현재까지 진행된 결과를 토대로 이루어 졌다.

고체식품의 붕괴 및 분리현상의 속도론은 Dr. Micha Peleg이 소개하였다. 고체식품의 붕괴 및 분리현상은 부스러짐과 표면부식에 의해 발생하는데 부스러짐현상은 물체의 원래크기의 2-5배 정도 작은 입자가 생기게되는 반면 표면부식은 대부분 매우 작은 입자를 생성한다. 이들 기작은 물질의 물리적 특성 및 노출되는 기계적 상태(예를 들면 충격 또는 진동)에 의해 결정되며 이 반응의 속도론은 원래 물질의 감소속도를 기준으로 한 1차 반응이나 입자크기에 따른 파손확률 및 특정 입자크기를 기준으로 하여 인입 및 반출 물질수지를 토대로 한 다양한 모델과 해석방법들이 소개되었다.

maillard 반응으로 알려진 비효소적 갈변반응은 식품가공 및 저장에서 바람직한 측면과 바람직하지 않은 측면을 동시에 지니며 최근에는 인체의 노화 및 당뇨병과도 관계가 있음이 밝혀져 식품과학자 및 화학자 뿐만아니라 생화학자 및 영양학자에게도 지대한 관심의 대상이 되고 있는데, 이에 대한 연구결과의 속도론적 정리가 Dr. Theodore Labuza에 의해 이루어 졌다. 비효소적 갈변반응의 속도론은 환원당 감소속도에 대한 의사 1차반응(pseudo 1st order reaction) 또는 환원화합물과 아미노그룹간의 Schiff base 생성속도에 대한 2차반응으로 해석될 수 있다. 이외에 amadori 전이 화합물의 Bodenstein steady state approximation, 최종생

산물인 갈변물질의 생성속도에 대한 modelling, strecker 분해산물의 생성속도등이 maillard 반응의 속도론적 해석의 대상이 될 수 있다.

지질산화의 속도론은 Dr. Marcus Karel에 의해 정리되었는데 식품의 가공 및 저장중의 지질의 자동산화의 속도론적 해석이 가공조건 및 저장조건 의 관점에서 이루어 졌다. 또한 과산화반응의 촉매, 저해물질 및 식품내 다른 성분의 영향과 지질 산화에 의한 피해를 최소화하기 위한 가공공정, 저장, formulation의 최적화 방법등이 거론되었다.

단백질의 변성과 가교형성은 단백질-물, 단백질-지질, 단백질-탄수화물 및 단백질-단백질간의 상호작용에 영향을 주어 단백질의 구조 및 기능성에 변화를 가져오므로 식품 system에서 매우 의미있는 반응의 하나이다. 단백질의 변성 및 가교형성의 속도론은 Guelph 대학의 Dr. D.W. Stanley가 요약하였다. DSC에 의해 단백질의 변성에 관한 많은 정보가 제공되지만, 변성 및 가교형성반응의 엔탈피변화는 불특정적인 자료에 불과하므로 NMR이나 Laser Raman spectroscopy에 의한 자료의 보충이 필수적이다. 이들 방법을 통한 단백질 변성의 속도론적 해석이 다루어 졌다.

이상의 주제에 대한 강의의 개요를 소개하면 다음과 같다.

1. 식품입자의 붕괴 및 분리 속도론

가. 붕괴(disintegration)

- 1) 입도 및 입도분포
- 2) 부스러짐 기작
- 3) 파손(shattering)과 부식(erosion)
- 4) 부식지수(erosion index)
- 5) 원래 입자의 소멸 관점에서 유도된 모델
 - 1차반응 모델
 - Double exponential

- Non-exponential
- 6) 부스러짐 현상의 확률론 및 물질수지로 부터 유도된 모델
 - Wei's model
 - New modified model
- 나. 분리(segregation)
 - 1) 분리현상의 원인
 - 2) 미세입자의 근원
 - 3) 상호반응적(interactive) 혼합물과 비상호반응적(non-interactive) 혼합물
 - 4) 분리기작 및 형태
 - 5) 분리혼합물의 농도곡선
 - 6) 분리지수(segregation index)

2. Maillard반응 속도론

- 가. 비효소적 갈변반응 (NEB, non-enzymatic browning)의 개요
 - 1) 바람직한 NEB
 - 가. 곡류 및 배소향
 - 나. 색깔
 - 다. 산화방지제
 - 2) 바람직하지 못한 NEB
 - 가. Off flavors
 - 나. 색깔
 - 다. 단백질의 생물가 감소
 - 라. 아미노산의 소실
 - 마. 단백질의 용해도 감소
 - 3) 바람직하지 못한 생체내에서의 NEB
 - 가. 헤모글로빈의 glycation
 - 나. 백내장과 당뇨병
 - 다. 신장여과(kidney filtration)와 당뇨병
 - 라. 동맥경화
 - 마. 중간생성물과 갈색물질의 독성
 - 바. 무기질 배설
- 나. NEB의 일반화학
 - 1) Maillard Schiff base형성
 - 2) Amadori 전이
 - 3) 탈수 및 분리반응
 - 4) Strecker 분해
 - 5) 갈색물질의 형성

- 다. NEB 초기반응의 속도론
 - 1) 환원물질 손실의 의사(pseudo) 1차반응 모델
 - 2) 당/amine 반응의 2차 반응모델
- 라. NEB 중간반응의 속도론
 - 1) Bodenstein steady state model의 응용
- 마. 갈색물질 생성의 속도론
- 바. NEB에 대한 물리적, 화학적 요인의 영향
 - 1) pH-Bronstead type rate plot
 - 2) 온도-Arrhenius model
 - 3) 수분함량 및 수분활성도-Q_A law
- 사. NEB의 제어
 - 1) 기질의 제어 및 제거
 - 2) 물리적, 화학적 요인의 이용
 - 3) NEB 저해물질의 이용
- 아. Microwave cooking과 NEB
 - 1) 제어방법으로서의 표면온도
 - 2) 제어방법으로서의 표면수분활성도

3. 지질산화 속도론

- 가. 지방산 과산화반응 기구
 - 1) 자유기(free radical)의 pentadiene group 공략
 - 2) Singlet oxygen의 지방산 공략
 - 3) 자유기의 발생 및 촉매제
- 나. 지방산 과산화반응 속도론
 - 1) 자유기 반응의 특징
 - 2) 지방산의 자동촉매 반응
 - 3) 지방산의 자동촉매 반응의 산소의존성
- 다. 과산화반응의 촉매
 - 1) 금속
 - 2) 산화반응의 2차 생성물
 - 3) 지방산화효소
- 라. 과산화반응의 저해제
 - 1) 산화방지제의 기구
 - 2) 산화방지제와 보조제(synergists)
- 마. 촉매 과산화반응의 속도론
- 바. 저해 과산화반응의 속도론
- 사. 식품성분의 과산화반응에 대한 영향
- 아. 지질산화를 감소하기 위한 공정, 저장, 제품사양의 최적화

4. 단백질 변성 및 가교형성 (crosslinking) 속도론

가. 식품단백질의 변성과 가교형성

- 1) 식품단백질의 구조와 기능과의 관계
- 2) 식품단백질의 구조와 변환

나. 변성 및 가교형성의 측정방법

- 1) Differential scanning calorimetry
- 2) Raman spectroscopy
- 3) Low resolution NMR spectroscopy

다. 변성 및 가교형성 속도론

1) 단백질 system에서 속도론 응용

2) 가교형성 속도론

이상으로 1991 IFR-IUFoST 식품물리화학 심포지움에서 다루어진 식품 및 식품성분 변화반응의 속도론에 관하여 개략적으로 소개하였다. 전보에서 다루어진 식품시스템의 상변화와 겔 및 에멀전의 물리화학에 관한 내용과 함께 식품물리화학 분야의 중요성과 최근 연구동향의 파악에 도움이 되었으면 하는 바람과 함께 이 분야의 보다 활발한 연구가 국내에서도 이루어졌으면 한다.

근 하 신 년

지난해 보살피 주신

회원사, 관련단체 및 관계자 여러분의

은혜에 깊이 감사드리며

壬申年 새해를 맞이하여

행운이 함께 하시길 기원합니다.

새해 복 많이 받으세요.

한국식품개발연구원

임직원 일동