



트랜스지방 저감화 기술현황 및 개발

Current Status of Technology and Development for Reducing Trans Fat

김인환*
In-Hwan Kim*

고려대학교 식품영양학과
Department of Food and Nutrition, Korea University

배경

최근 트랜스지방의 유해성에 대한 많은 연구결과들과 well-being 바람 등으로 인하여 트랜스지방에 대한 관심이 고조되고 있다. 트랜스지방은 반추위동물로부터 얻어지는 낙농제품들(우유, 요구르트, 치즈 등)에도 소량 함유되어 있고, 유지를 가열하는 과정 즉 튀김과정에서도 시스(cis) 형태의 이중결합이 열역학적으로 보다 안정한 트랜스(trans) 형태의 이중결합으로 바뀌면서 생성되기도 하지만 장시간 가열하지 않는다면 그 생성량은 크게 우려할 만큼의 양은 아니라고 알려져 있다. 따라서 대부분의 트랜스지방은 식물성유지들(대두유, 옥수수유, 카놀라유, 면실유 등)이 수소첨가반응인 경화과정(Hydrogenation)을 거치면서 다량 생성되는데, 특히 부분경화유(Partially hydrogenated fat)에 매우 많은 양 포함되어 있는 것으로 알려져 있다. 이상의 부분경화유는 마아가린 및 튀김유로 사용되는 쇼트닝에 널리 사용되어 왔으며, 현재도 일부 식품회사제품의 마아가린 및 쇼트닝은 부분경화유를 사용하고 있고 따라서 이들 제품에는 다량의 트랜스지방이 함유되어 있으며, 많은 경우에는 30% 이상이 trans 지방으로 된 마아가린도 있는 실정이다. 현재 스프레드(spread)용 마아가린과 튀김용 쇼트닝의 경우 상당히 많은 제품이

부분경화 공정을 사용하지 않고 있으며 현재에는 트랜스지방 함량이 매우 낮은 low trans 또는 zero trans라는 접두사를 사용하여 시판되는 제품도 있다. 하지만 현재 가장 어려운 숙제는 이상의 두 용도의 마아가린이나 쇼트닝 보다는 빵, 과자, 초코렛, 특히 코팅용 초코렛 제조에 사용되는 가공유지가 문제가 되고 있다. 각 제품에 사용되는 가공유지의 물리적 특성은 그 제품의 물성에 맞게 다양해야 하며, 그 동안 이러한 가공유지의 경우에는 부분경화 공정을 통하여 비교적 손쉽게 만들어 왔다. 따라서 부분경화 공정을 사용하지 않는 방법으로 다양한 형태의 물성을 갖는 가공유지를 만들려는 시도가 여러가지 방법으로 시도되어 왔으며 현재까지 시도되어온 방법들의 종류 및 현재 가장 많이 사용되고 가능성이 높은 방법에 대하여 좀더 자세히 살펴보기로 한다.

저감화를 위해 시도되고 있는 방법들

1. 경화공정을 변화시키는 방법

기존의 경화공정의 반응조건 및 촉매 종류 및 조건을 변화시키는 방법으로 전기촉매 경화법(Electrocatalytic hydrogenation), 정밀촉매 경화법(Precise catalyst hydrogenation), 초임계용매상태 경화법(Supercritical fluid state hydrogenation) 등이 있으

*Corresponding author: In-Hwan Kim, Department of Food and Nutrition, College of Health Science, Korea University, Anam-dong, Seongbuk-gu, Seoul 136-701, Korea
Tel: 82-2-940-2855
Fax: 82-2-941-7821
E-mail: k610in@korea.ac.kr

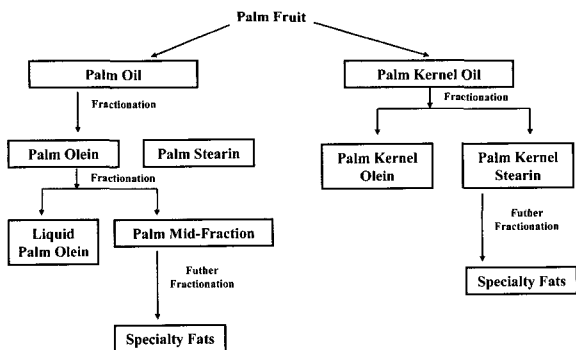


Fig. 1. Fractionation of palm oil and palm kernel oil into several fractions with different chemical composition and crystallization behavior.

나 이들 방법 역시 기존의 경화공정에 기본을 두고 있기 때문에 근본적인 해결책이 되고 있지 못하다.

2. 분획

분획을 이용한 방법은 오래 전부터 사용되어온 방법으로 산업 현장에서 사용되고 있는 실제적인 방법으로 기존의 유지를 용매와 혼합하거나 아니면 단독으로 저온에서 결정화하여 여러 분획으로 분획하고 따라서 이렇게 얻어진 여러 분획들은 각기 다른 물성들

Table 1. Lipases for the production of zero trans fat using enzymatic interesterification

Lipase source	Fatty acid specificity	Regio specificity (sn)
<i>Aspergillus niger</i>	S, M, L	1, 3 >> 2
<i>Candida lipolytica</i>	S, M, L	1, 3 > 2
<i>Humicola lanuginosa</i>	S, M, L	1, 3 >> 2
<i>Mucor javanicus</i>	M, L >> S	1, 3 > 2
<i>Rhizomucor miehei</i>	S > M, L	1 > 3 >> 2
Pancreatic	S > M, L	1, 3
Pre-gastric	S, M >> L	1, 3
<i>Penicillium camembertii</i>	MAG, DAG > TAG	1, 3
<i>Penicillium roquefortii</i>	S, M >> L	1, 3
<i>Rhizopus delemar</i>	M, L >> S	1, 3 >> 2
<i>Rhizopus javanicus</i>	M, L > S	1, 3 > 2
<i>Rhizopus japonicus</i>	S, M, L	1, 3 > 2
<i>Rhizopus niveus</i>	M, L > S	1, 3 > 2
<i>Rhizopus oryzae</i>	M, L > S	1, 3 >>> 2
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	M, L > S	1, 3 > 2
<i>Pseudomonas sp.</i>	S, M, L	1, 3 > 2
<i>Rhizopus arrhizus</i>	S, M > L	1, 3

Abbreviations: MAG, monoacylglycerols; DAG, diacylglycerols; TAG, triacylglycerols; L, long-chain fatty acids; S, short-chain fatty acids; M, medium-chain fatty acids.

(용점 및 SFC 등)을 갖는다. Fig. 1은 palm에서 얻어지는 다양한 형태의 분획유지의 예를 보여주고 있다. 그러나 이러한 방법은 단독으로 사용되기 보다는 다른 방법과 혼용하여 사용되는 것이 일반적이다.

3. 육종개발을 통한 유지자원의 개발

북미 또는 호주 등과 같이 콩, 옥수수 등을 많이 생산하는 나라의 경우에는 다양한 형태의 유지자원을 육종개발을 통하여 개발해 왔다. 그 예로서 high 또는 mid level oleic 해바라기유, high level oleic 옥수수유, 대두유, 카놀라유, high lauric 카놀라유, high palmitic 대두유 등 기존의 유지종자를 육종개발하여 직접 셀러드유 또는 튀김유로 사용되거나, 다양한 형태의 가공유지 생산에 원료유지로 사용되고 있으나, 이것 역시 단독으로 사용되기 보다는 앞에서 언급한 분획과 같이 다른 공정과 혼용하여 사용되고 있다.

4. 에스테르 교환반응

에스테르 교환반응은 현재 가장 많은 비중을 갖고 시도되는 방법으로서, 촉매로 화학적 촉매를 사용하는 CI (Chemical Interesterification; CI) 방법과 촉매로 효소를 사용하는 EI (Enzymatic Interesterification; EI) 방법이 있다. 이 방법의 기본원리는 기존의 중성 지질에 결합되어 있는 지방산의 위치를 교환시켜 지방산 조성은 갖지만 triglyceride내 sn-1, 2, 3 위치의 지방산 결합 분포가 다르고 물리적 특성이 다른 지질이 합성되는 것이다. 보통 이러한 형태의 지질은 재구

Table 2. The immobilized commercial lipases used and their characteristics

Brand	Lipase species	Carrier	Specificity
Lipozyme TL IM	<i>Thermomyces lanuginosus</i>	silica granules	sn-1,3-specific
TL-lab-immobilized	<i>Thermomyces lanuginosus</i>	Accurel EP 100	sn-1,3-specific
Lipozyme RM IM	<i>Rhizomucor miehei</i>	macroporous resin	sn-1,3-specific
Novozym 435	<i>Candida antarctica</i> lipase B	macroporous polymer based on methyl and butyl methacrylic esters	nonspecific
Lipase PS-C-I	<i>Burkholderia cepacia</i>	ceramic particles	nonspecific ^a
Lipase PS-D-I	<i>Burkholderia cepacia</i>	diatomaceous earth	nonspecific ^a

^a No clear claim.



성지질(structured lipids)라고 불려진다. 우선 CI의 경우 사용되는 촉매로는 알칼리 촉매가 주로 사용되며 sodium methoxide가 가장 널리 사용되고 있다. 현재 국외뿐만 아니라 국내 주요 가공유지 업체에서도 CI 방법을 사용하여 여러 종류의 가공유지 제품을 생산하고 있다. 한편 효소를 사용하는 EI의 경우 사용되는 촉매는 리파제 (lipase)로서 생산하는 미생물의 종류에 따라 활성도 및 특이성이 다른 것으로 알려져 있다. Table 1은 lipase를 생산하는 미생물의 종류 및 각 lipase의 기질 특이성 및 위치특이성을 나타내고 있다. 리파제를 생산하는 수많은 종류의 미생물이 보고되고 있으며, 이들을 EI에 적용한 수많은 연구보고도 있지만 아직까지 상용화 되어 있는 효소는 일부에 지나지 않는다 (Table 2).

CI 즉 화학적 촉매를 사용하는 방법과 EI 즉 효소

를 사용하는 방법을 비교해보면 CI 방법의 장점은 batch식 반응기에서 반응이 이루어지기 때문에 시설 투자가 적고, 공정 컨트롤이 간단하며, 소량 다품종 형태의 가공유지 생산에 적합하다는 장점을 갖고 있다. 한편 EI 방법의 장점은 CI 방법으로 이루어지는 반응보다 온도가 비교적 낮고, 선택성 (specificity)을 갖고 있으며, 공정이 효율적으로 이루어질 경우 FFA, MAG, DAG 등의 생성이 적어 폐기물 감소 및 최종 제품의 수율이 높고, 고정화 효소를 사용할 경우 촉매의 재사용이 가능하다는 것이다. Fig. 2는 CI와 EI 공정의 간략도를 보여주고 있다. 현재 추세는 선택성이 없고, 반응온도가 높은 CI 방법 보다는 EI 방법으로의 전환이 추세인 것으로 알려져 있다.

이상의 방법들이 트랜스지방 저감화를 위해 시도되거나 실제 적용되고 있다. 그러나 가장 많이 고려

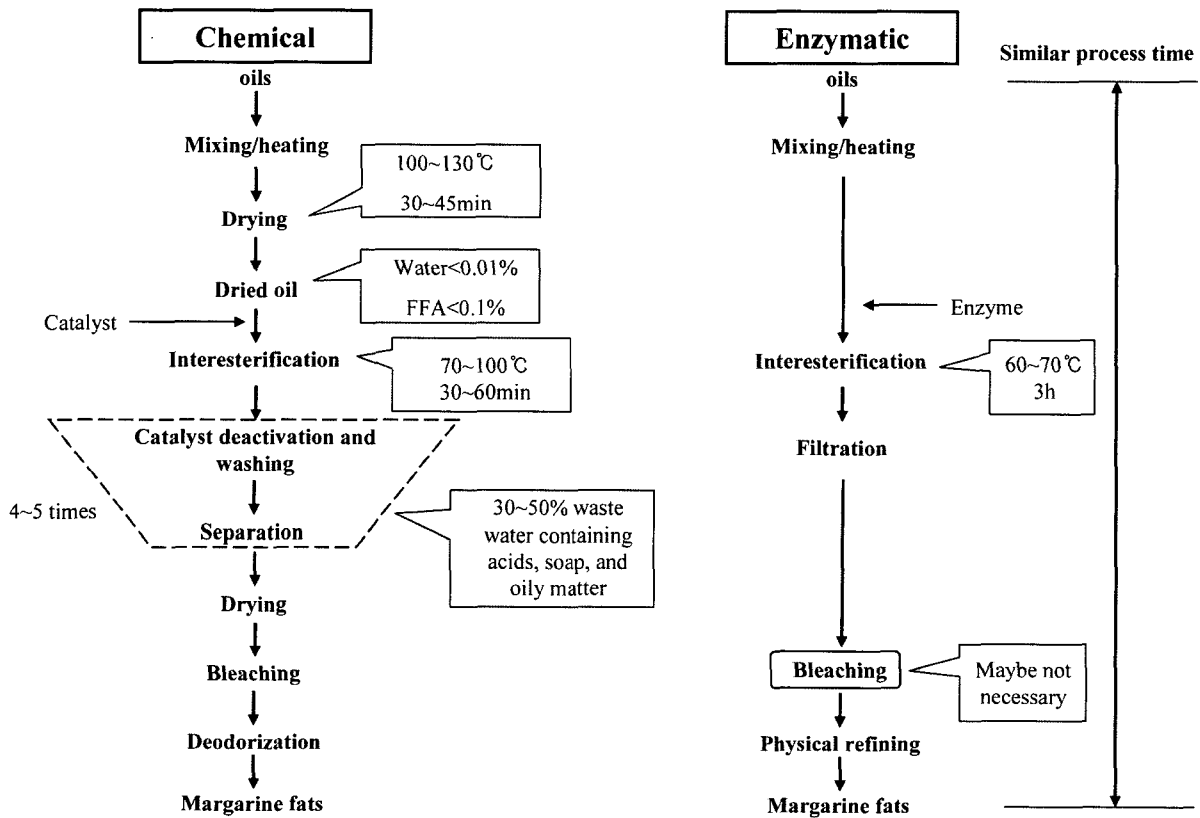


Fig. 2. Production of margarine using chemical and enzymatic interesterification.

되고 또는 적용되는 방법은 에스테르 교환반응이 압도적이며, 아직까지 국외의 경우에도 산업체에서 EI 보다는 CI 방법이 대부분을 차지하고 있기는 하지만 향후 미래를 위해서 EI에 대한 기술축적이 실용화할 수 있는 기술을 축적하고 있고 많은 연구가 진행되고 있다.

결 론

트랜스지방 저감화를 위한 기술개발은 다양한 각도에서 검토되고 있다. 그러나 현재 사용되는 방법에서 언급한 방법들을 상호 혼용하는 것이 가장 적합한 방법이라 할 수 있다. .