

# 食品中の3-MCPD脂肪酸エステル類及び グリシドール脂肪酸エステル類の 低減に向けた これまでの成果と今後の進め方について

2019年7月16日

農林水産省顧問(大臣官房参事官)  
消費・安全局食品安全政策課

**MAFF**

Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries

# 目次

1. はじめに
2. 調味料中の3-MCPD低減
3. 精製油脂や当該油脂を含む食品中の3-MCPD脂肪酸エステル類及びグリシドール脂肪酸エステル類の低減
4. 今後の対応

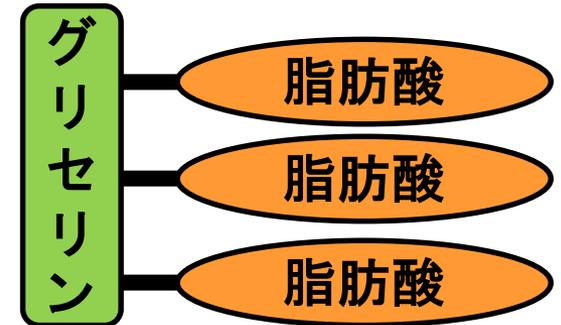


# 1. はじめに

# 油脂

## ■ 油脂

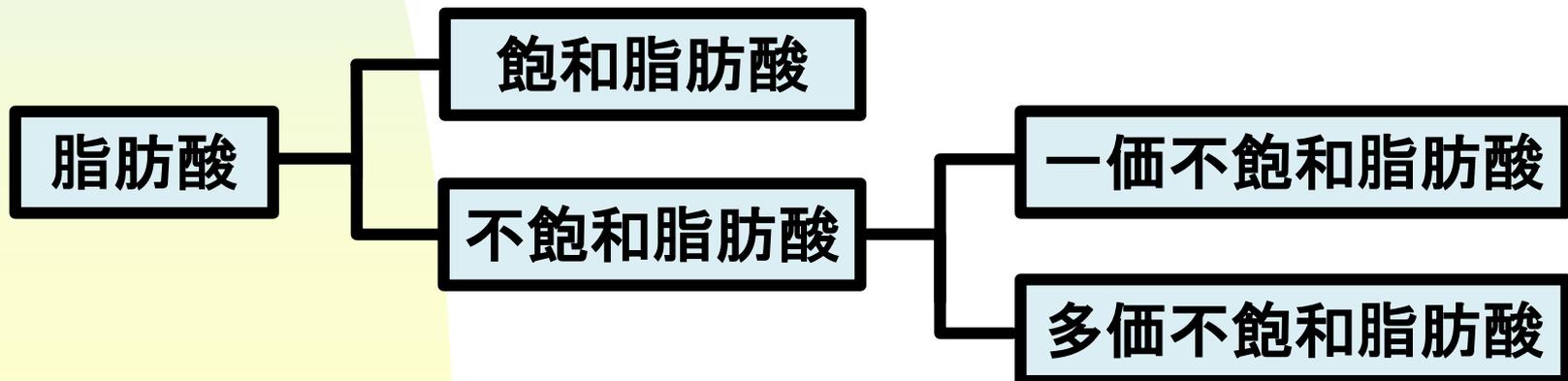
- グリセリンと脂肪酸が結合
- 結合する脂肪酸の数、位置及び組合せにより多種類が存在



トリアシルグリセロールの場合

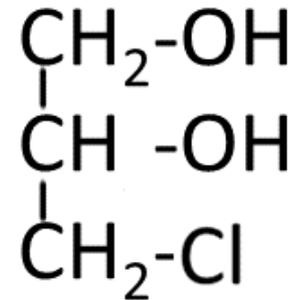
## ■ 脂肪酸

- 炭素数、二重結合の数、位置により多種類が存在



# 3-モノクロロプロパン-1,2-ジオール(3-MCPD)とは

- 調味料※<sup>1</sup>の原材料として用いられる「酸加水分解植物性たんぱく」(アミノ酸液)の製造工程で、意図しないにもかかわらず油脂(原料※<sup>2</sup>由来)と塩酸が反応して生成※<sup>3</sup>



※<sup>1</sup> 混合醸造方式又は混合方式しょうゆ、めんつゆ、たれなど

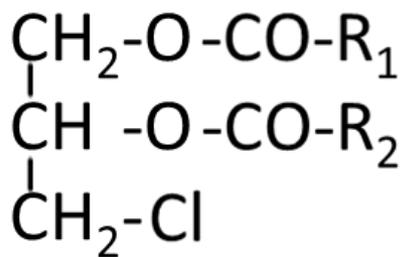
※<sup>2</sup> 大豆、小麦等の植物性原料

※<sup>3</sup> プロパノール(炭素を3つもつアルコール。グリセリンもその1種)に塩素が結合した物質の総称をクロロプロパノール類という。3-MCPD以外にもある。

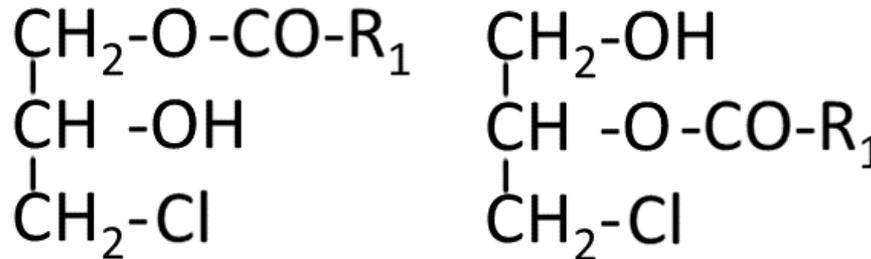
- 1990年代後半以降、中国・東南アジアから欧州に輸出された調味料から高濃度に検出され、世界的に注目
- 動物試験で、長期間摂取により、腎臓等への悪影響(尿細管の過形成)があると報告

# 3-MCPD脂肪酸エステル類(3-MCPDE)とは

- 分析技術の進歩により、近年、精製した食用油脂やそれを含む加工食品に含まれることが判明
- 油脂の精製工程で、意図しないにもかかわらず、高温処理(> 160-200°C)により油脂と塩素が反応して生成
- 多くの分子種が存在



ジエステル



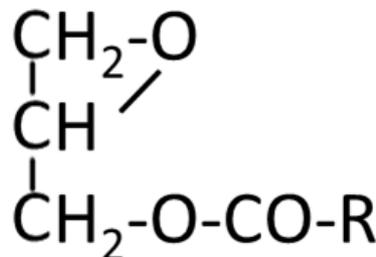
モノエステル

R: 脂肪酸  
様々な種類がある

- 3-MCPDEは動物体内で加水分解し、3-MCPDを生成

# グリシドール脂肪酸エステル類(GE)とは

- 分析技術の進歩により、近年、精製した食用油脂やそれを含む加工食品に含まれることが判明



R: 脂肪酸  
様々な種類がある

- 3-MCPDEの分析の際に、GEが3-MCPDEに変化していたことを確認
- 油脂の精製工程で、意図しないにもかかわらず、高温処理(> 200°C)により生成
- GEは動物体内で加水分解し、グリシドールを生成
- グリシドールは、
  - アクリルアミドの代謝物であるグリシダミドと構造が類似
  - 遺伝毒性発がん性物質※であることを否定できない

※ 理論上、1分子でも細胞のDNAに直接作用して遺伝子の突然変異をもたらし、発がんを引き起こす可能性がある物質(ただし、閾値がある物質もある)。

## 2. 調味料中の3-MCPD低減

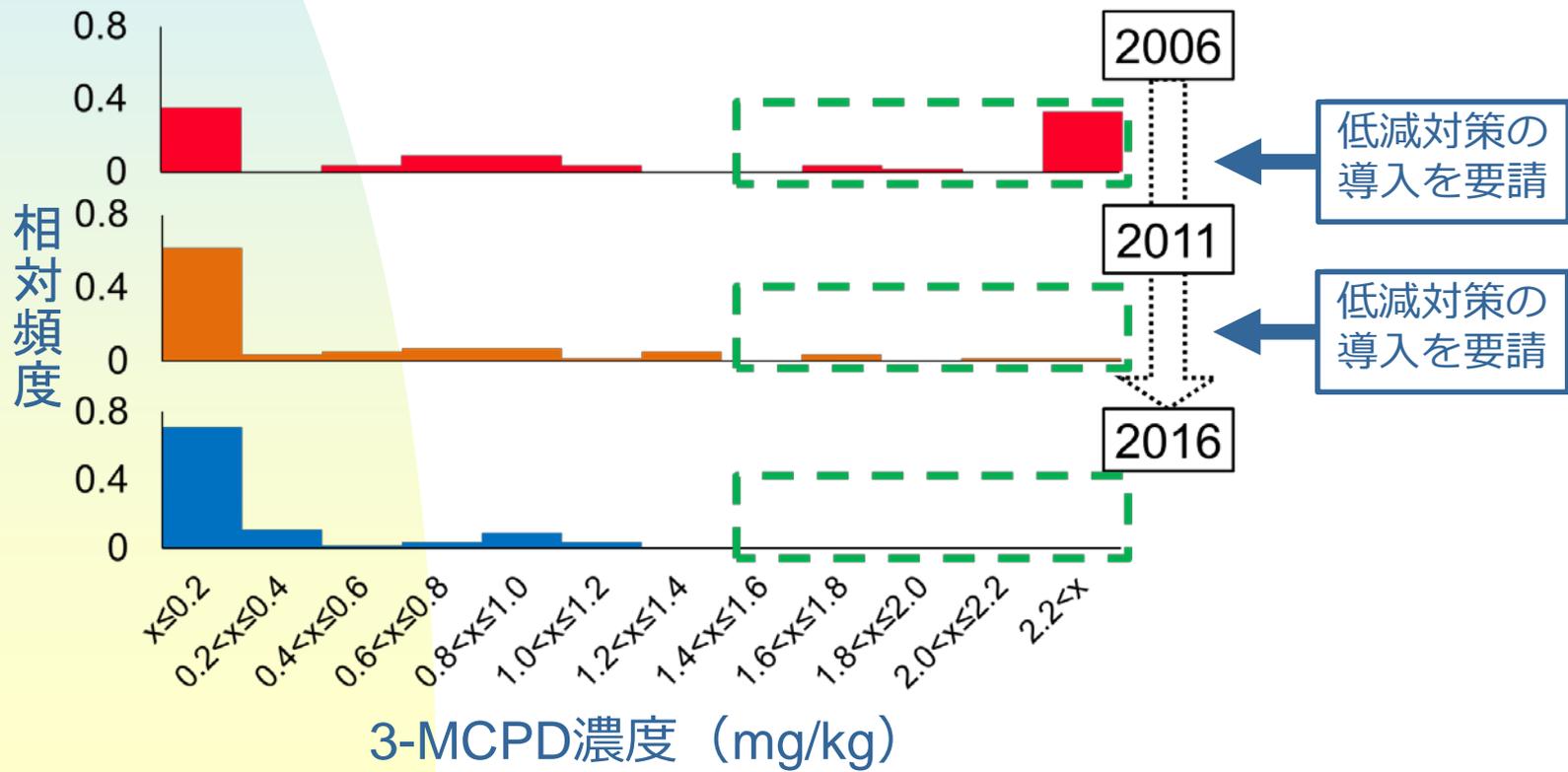
# 農林水産省は

- しょうゆ中の3-MCPD含有実態を調査し、以下を確認 (2004-2006年)
  - 国内しょうゆ生産量の8割以上を占める本醸造しょうゆ
    - ✧ 3-MCPDを定量限界(0.004 mg/kg)以上に含まない
  - アミノ酸液を用いた混合醸造方式又は混合方式しょうゆ
    - ✧ 9割以上のしょうゆ中の3-MCPDの濃度は低い
    - ✧ 事業者が自ら製造したアミノ酸液及びそれを用いたしょうゆの一部に、3-MCPDを高濃度で含むものあり
- 製造事業者に、アミノ酸液及びアミノ酸液を使用したしょうゆ中の3-MCPD等の低減対策の徹底を指導 (2008年、2012年)
  - アミノ酸液の製造工程において、アルカリ処理の実施
  - 3-MCPD濃度の低いアミノ酸液を購入
- 実態調査により低減対策の効果を検証 (2009年、2011年、2016年)

# 自製アミノ酸液を原料とするしょうゆ中の 3-MCPD低減

## ■ 低減対策の効果検証

- 製造事業者が低減対策を実施
- 我が国の混合醸造方式又は混合方式しょうゆ中の3-MCPD濃度が大きく低減
- 農水省が策定した低減措置が有効であることを確認



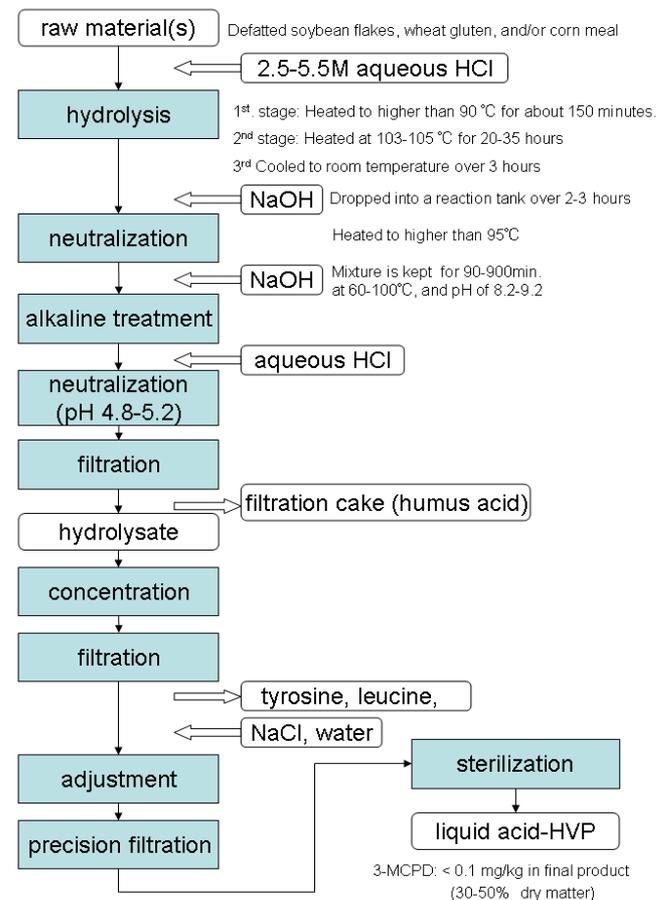
# コーデックス委員会における 3-MCPD低減の実施規範作成への貢献

## ■ 「酸加水分解植物性たんぱくやそれを原料とする製品の製造過程で3-MCPDを低減するための実施規範」(2008年)

- 農林水産省は、国内事業者の協力を得て、3-MCPD低減のための製造方法や詳細な製造条件に関する情報を英訳し、実態調査データとともに提出

アルカリ処理の条件を厳密に管理することが、3-MCPDの低減に有効かつ重要

- ➔ 我が国の製造事業者が実施している方法を反映



# コーデックス委員会における 3-MCPDの最大基準値設定への貢献

- 「酸加水分解植物性たんぱくを含む液状調味料(本醸造しょうゆを除く)の3-MCPDの最大基準値:0.4 mg/kg」(2008年)
  - 農林水産省は、適切な低減措置を講じて製造した酸加水分解植物性たんぱく中の3-MCPD含有実態データを提出
    - ◇ 最大基準値案の0.4 mg/kgは、技術的に達成可能である  
できる限り低い値であることを示唆
    - ◇ 本醸造しょうゆは3-MCPDを定量限界以上の濃度で含まないため基準値の対象に含めるべきではない旨を主張
  - ➔ 我が国の含有実態データが、国際的な最大基準値設定の根拠に

**3. 精製油脂や当該油脂を含む食品中の  
3-MCPD脂肪酸エステル類(3-MCPDE)  
グリシドール脂肪酸エステル類(GE)  
の低減**

# 農林水産省は

- 国内外の情報を積極的に収集(2000年代～)
  - 毒性、生成機序、体内での代謝メカニズム、食品中の含有実態及び分析法、低減技術等
- 優先的にリスク管理を行うべき化学物質に選定
  - 3-MCPD(2006年)、3-MCPDE(2010年)、GE(2015年)
- リスクプロファイルを作成、ウェブサイトを通じて情報提供

作成 : 2006年6月19日  
最終更新: 2019年3月28日

- 国内で流通する食品中の含有実態を調査(2012-2014年)
  - 食用植物油脂、バター、マーガリン、ショートニング、ラード、魚油を主成分とする食品、調製粉乳等※
    - ✧ 当時海外で報告されていた濃度よりやや低い傾向

※ 調製粉乳は、母乳を受け付けない乳児にとっては、身体の発育のために毎日飲用し続けることが不可欠であり、代替食品はない

# 農林水産省は

- 国内の食品製造事業者による自主的な3-MCPDE・GE低減を支援するため、関係業界※団体・事業者と連携

※ 植物油、魚油、加工油脂、乳児用調製乳等

- 事業者が実施している低減技術や情報をコーデックス委員会に提供
- ➔ 我が国の状況をコーデックス委員会の実施規範に反映

「精製油脂及び当該油脂を使用した製品中の3-MCPDE及びGEを低減するための実施規範」(2019年)

- 品質を確保しつつ、さらに効果的に植物油中の3-MCPDE・GEを低減できる技術を研究開発中

# コーデックス委員会における 3-MCPDE・GE低減の実施規範作成への貢献(2017年~)

- 農林水産省は、継続的に低減技術の情報・コメントを提出するとともに、議場で発言 → 主要な主張を全て反映
  - 産業レベルで効果が実証され、実際に製造事業者が実施している技術のみを掲載
  - 対象油種は精製油全般とする
    - ◇ より安全な乳児用調製乳の製造のために原料として使用される魚油も対象とする必要、魚油にも低減対策が実行可能
  - 植物油に加え、魚油等に適用可能な低減技術を充実
    - ◇ 国内事業者が実施している低減技術の情報を提出・反映

(例)

植物油	脱臭する際の温度を下げる
魚油	脱色する際の白土の使用量を増やす
乳児用調製乳	3-MCPDE・GE濃度が低い油脂を原料に使用

# (参考) 諸外国における取組

## ■ EU

- 食品中のGEの最大基準値を設定(2018年3月19日)
  - ✧ 食用植物油脂※、乳児用調製乳について設定
    - ※ 乳幼児用食品の原料用の油脂について、より低い基準値を設定
  - ✧ 魚油やその他の食品についても検討中
- 現在、食品中の3-MCPDEの最大基準値を提案中

## ■ マレーシア等パーム油生産国

- 輸出するために、相手国の規制に適合するよう製造
- 3-MCPDE・GE低減に向け、政府と搾油・精製事業者が協力(低減技術の実証試験の実施等)



## 4. 今後の対応

# 3-MCPD低減に向けた今後の対応

- 引き続き、混合醸造方式又は混合方式しょうゆ中の3-MCPDの低減措置の有効性を検証するために
  - 2006年度の調査時点で自製アミノ酸液を使用していた製造事業者を対象に、3-MCPDの含有実態調査と低減対策についてのアンケートを5年に一度実施

# 3-MCPDE・GE低減に向けた今後の対応

■ 精製油脂や当該油脂を原料とする食品（調製粉乳等）中の3-MCPDE・GEをさらに低減するために

- 国内関係事業者が低減対策に活用できるよう
  - ✧ コーデックス委員会の実施規範を参考にしつつ、3-MCPDE・GE低減のための手引き（仮称）を作成
  - ✧ 品質を確保しつつ、さらに効果的に植物油中の3-MCPDE・GEを低減できる技術についての知見を蓄積
- 低減対策の効果を検証するため、数年後、3-MCPDE・GEの含有実態を把握し、2012-2014年度の調査結果と比較

**【参考資料】**  
**コーデックス委員会の**  
**「食用精製油脂及び当該油脂を使用した**  
**製品中の3-MCPDE及びGEの低減のため**  
**の実施規範」**  
**における低減の考え方及び技術一覧**

# 実施規範の概要

## ➤ 以下の各工程で適用できる3-MCPDE・GE低減対策を掲載

- ◇ 油脂原料の栽培(例: 果実の収穫、保管)
- ◇ 搾油・精製(例: 脱ガム、脱色、脱臭)
- ◇ 油脂の他製品への使用(例: 油脂の選定)

乳児用調製乳に加え  
油脂を原料とする  
加工食品全般が対象

## ➤ 製品の品質への影響も考慮することが重要

- ◇ 風味、安定性、栄養素の保持
- ◇ 他の有害物質(例: かび毒、残留農薬)の除去

## ➤ 各事業者が、対象油種、自社の製造工程・装置、製品に応じて、効果的な対策を選択し、組み合わせることで実施可能

# 3-MCPDE・GEを低減するための主な考え方

- I. 3-MCPDE・GEの前駆体となる物質の量を抑える
  - モノアシルグリセロール、ジアシルグリセロール、遊離脂肪酸、塩素(3-MCPDEの場合)の量を抑える  
原料管理 等
- II. 脱臭工程において、3-MCPDE・GEの生成を抑える
  - 脱臭温度・時間の管理 等
- III. 生成した3-MCPDE・GEを除去する
  - 脱臭後、白土や吸着剤による処理 等
- IV. 油脂から加工食品への3-MCPDE・GEの移行を抑える
  - 原料油脂の選定 等

# 実施規範に掲載されている低減技術①

## 原料生産

低減技術	適用可能な油種
リパーゼ活性が低い品種を選定する	パーム油
栽培中に塩素量が多い肥料、農薬、水の使用を最小限にする	パーム油
アブラヤシ果実を適期に収穫する、損傷を防ぐため果房のハンドリングを最小限にする、傷ついた又は熟しすぎた果実を使用しない	パーム油
アブラヤシ果実を可能な限り早く搾油工場に運ぶ	パーム油

## 搾油・精製(粗油の生産・処理)

乾燥(例:<7%水分含量)・低温(例:<25℃)条件で油糧種子を保管する	種子を原料とする油
アブラヤシ果実を速やかに(<収穫後2日)140度以下で殺菌する、アブラヤシ果実を殺菌前に洗浄する、油糧種子は洗浄・粉碎し、蒸熱する	パーム油 種子を原料とする油
粗油を、塩素を含まない水で洗浄する	植物油全般
溶媒や抽出液に残存した油を回収してリサイクルしない	植物油全般
適切な精製条件調整のため、粗油の前駆体量(例:DAG、塩素化合物)を評価する	植物油全般、魚油
前駆体の濃度が低い粗油を優先的に精製する	植物油全般、魚油

# 実施規範に掲載されている低減技術 ②

## 搾油・精製(脱ガム)

低減技術	適用可能な油種
脱ガム時の酸性度を下げる(例:低濃度のリン酸、クエン酸やその他の酸、又は水を用いて脱ガムする)(3-MCPDEのみ)	植物油全般、魚油
脱ガム時の温度を下げる(3-MCPDEのみ)	植物油全般

## 搾油・精製(中和)

物理的精製に替えて、化学的精製(例:中和工程)により前駆体(例:塩素)を除去し、低温で脱臭する	植物油全般、魚油
---	----------

## 搾油・精製(脱色)

白土の使用量を増やす(ただし、塩素化合物を多く含む白土の使用を避ける)	植物油全般、魚油
酸性度を下げるため中性に近い白土を使用する(3-MCPDEのみ)	パーム油 種子を原料とする 数種類の油 魚油

# 実施規範に掲載されている低減技術③

## 搾油・精製(脱臭)

低減技術	適用可能な油種
低温で脱臭する(例:植物油190-230°C、魚油190°C未満)(GEのみ)	植物油全般、魚油
高温短時間での脱臭、低温長時間での脱臭による2段階脱臭を行う	植物油全般、魚油
強力な真空装置を使用して揮発性成分を蒸発し、脱臭温度を下げる	植物油全般、魚油
短工程(薄膜)蒸留を行い、低温で脱臭する	魚油

## 搾油・精製(精製後の処理)

再脱色及び再脱臭する(1回目より低温)(GEのみ)	パーム油
脱臭後に活性白土で処理する(GEのみ)	植物油全般
脱色、脱臭後の油に短工程(薄膜)蒸留(<1 mbar、120-270°C)を行う	植物油全般
中鎖脂肪酸油を、アルカリ金属や1種類以上の塩基で処理する(3-MCPDEをMAG、DAG、TAGに、GEをDAGに変換)	中鎖脂肪酸油

## 製品の原料に用いる精製油脂の選定及び使用

3-MCPDE及びGE濃度が低い精製油脂を原料として使用する	植物油全般、魚油
最終製品中の精製油脂の量を減らす	植物油全般、魚油
(揚げ調理により、揚げ油中の3-MCPDE・GEは増加しないが、食品の種類(肉又は魚加工品)により3-MCPDE・GEが生成)	植物油全般