

C O D E X A L I M E N T A R I U S

Международные стандарты на пищевые продукты



Продовольственная и
сельскохозяйственная
организация
Объединенных Наций



Всемирная
организация
здравоохранения

E-mail: codex@fao.org - www.codexalimentarius.org

НОРМЫ И ПРАВИЛА ПО СНИЖЕНИЮ СОДЕРЖАНИЯ 3-МОНОХЛОРПРОПАН-1,2-ДИОЛ ЭФИРОВ (3-MCPDE) И ГЛИЦИДИЛОВЫХ ЭФИРОВ (GE) В РАФИНИРОВАННЫХ МАСЛАХ И ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТАХ С ДОБАВЛЕНИЕМ РАФИНИРОВАННЫХ МАСЕЛ

CXC 79-2019

Приняты в 2019 г.

ВВЕДЕНИЕ

1. Пищевые масла, к которым относятся растительные масла и рыбий жир, производятся из различных продуктов, включая плоды, семена, орехи и рыбу. В процессе рафинации пищевых масел (при температурах около 200°C или выше) возможно образование сложных 3-моноклорпропан-1,2-диол (MCPD) эфиров (3-MCPDE) и глицидиловых эфиров (GE).
2. В результате употребления рафинированных масел и различных пищевых продуктов, содержащих рафинированные масла (например, начальных смесей для детского питания, добавок для диетического питания, продуктов из жареного картофеля и сдобных хлебобулочных изделий) возможно поступление 3-MCPDE и GE в организм человека.
3. Токсикологические исследования показывают, что 3-MCPDE и 3-MCPD оказывают неблагоприятное воздействие на почки и мужские репродуктивные органы и являются негенотоксичными канцерогенами, а GE и глицидол являются генотоксичными канцерогенами.¹
4. На 83-м совещании Объединенного комитета экспертов ФАО/ВОЗ по пищевым добавкам (JECFA) была проведена оценка 3-MCPD, 3-MCPDE, GE и глицидола. Участники рекомендовали принять новые меры по снижению содержания 3-MCPDE и 3-MCPD в начальных смесях для детского питания и продолжить реализацию ранее принятых мер по снижению содержания GE и глицидола в жирах и маслах, особенно если они входят в состав таких смесей.
5. Способность к образованию 3-MCPDE и GE при дезодорации (часть процесса рафинации) зависит от типа масла.
6. Образование 3-MCPDE и GE в маслах любого типа во многом определяется условиями рафинации. В большинстве нерафинированных масел 3-MCPDE и GE практически не обнаруживаются.
7. К факторам, влияющим на способность к образованию 3-MCPDE и GE в процессе рафинации растительных масел, относятся климат, почва и условия роста масличных растений, их генотип и методы сбора урожая. Все эти факторы определяют концентрацию веществ-предшественников 3-MCPDE и GE (т. е. ацилглицеролов и хлорсодержащих соединений).
8. 3-MCPDE образуется главным образом в результате реакции между хлорсодержащими соединениями и ацилглицеролами, такими как триаилглицерины (TAG), диаилглицерины (DAG) и моноаилглицерины (MAG). GE образуется в основном из DAG или MAG.
9. Некоторые хлорсодержащие соединения являются веществами-предшественниками для 3-MCPDE. Масличные растения поглощают из почвы (в том числе из удобрений и пестицидов) и воды ионы хлора (в форме хлорсодержащих соединений). Эти ионы образуют реактивные хлорсодержащие соединения, что приводит к образованию 3-MCPDE при рафинации масла.
10. Плоды и семена масличных культур содержат фермент липазу. В плодах активность липазы увеличивается по мере созревания, а в семенах остается стабильной. Взаимодействуя с маслом созревших плодов, липаза быстро разлагает TAG на свободные жирные кислоты (FFA), DAG и MAG, однако ее воздействие на семена при надлежащем хранении незначительно.
11. Образование GE начинается примерно при 200°C, а с повышением температуры наблюдается экспоненциальный рост. Если количество DAG превышает 3–4% от общего количества липидов, вероятность образования GE увеличивается. 3-MCPDE образуется уже при 160–200°C, однако дальнейшее повышение температуры не приводит к росту.
12. Поскольку механизмы образования 3-MCPDE и GE различны, стратегии их контроля также должны быть разными. Взаимосвязь между относительными уровнями 3-MCPDE и GE в отдельных пробах масел, как правило, отсутствует.
13. Как правило, образование GE поддается контролю лучше, чем 3-MCPDE, поскольку оно находится в прямой зависимости от высокой температуры (начинается примерно при 200°C и становится более значительным при >230°C). GE образуется в основном из DAG и не зависит от наличия хлорсодержащих соединений. Для профилактики роста GE можно дезодорировать масла при температуре ниже 230°C. Однако снижать температуру дезодорации до порога образования 3-MCPDE (160–200°C) нецелесообразно, поскольку это может негативно повлиять на качество масла и его безопасность.
14. Хотя 3-MCPDE и GE образуются в основном при дезодорации, меры по снижению их содержания могут применяться во всей цепочке производства пищевых масел, начиная с методов сельскохозяйственной практики (выращивание, сбор, транспортировка и хранение плодов и семян и т. п.) и заканчивая

¹ 3-MCPDE и GE после потребления расщепляются в организме на 3-MCPD и глицидол соответственно.

отжимом и рафинацией (производство и обработка сырого масла, рафинация гидратацией/отбеливанием и дезодорация и т. п.), а также мерами, принимаемыми после рафинации (например, дополнительное отбеливание и дезодорация, а также обработка активированной отбеливающей глиной). Оптимальным способом профилактики образования 3-MCPDE и GE представляется удаление веществ-предшественников на ранних стадиях технологического процесса.

15. Существует широкий спектр методов снижения уровня 3-MCPDE и GE. Выбор наиболее подходящего метода зависит от конкретных условий (включая источник масла, процесс рафинации и тип используемого оборудования). Кроме того, снижение содержания 3-MCPDE и GE в масле может потребовать сочетания нескольких методов. Производители должны выбирать и применять те методы, которые подходят для конкретных продуктов и технологических процессов.
16. Наряду с уменьшением содержания 3-MCPDE и GE важно также учитывать общее влияние метода на качество рафинированных масел и маслосодержащих продуктов, включая органолептические свойства, профили свободных жирных кислот (FFA), параметры стабильности, уровни питательных веществ, а также очистку от загрязнений (например, пестицидов и микотоксинов). Кроме того, при применении рекомендованных методов по снижению содержания вредных веществ следует учитывать экологический фактор.
17. Хотя большинство работ по снижению содержания 3-MCPDE и GE в рафинированных маслах было посвящено пальмовому маслу, некоторые сведения и опыт могут быть применимы к снижению содержания 3-MCPDE и GE в других рафинированных маслах. Поэтому, при наличии соответствующей информации, в настоящем документе указано, какой подход к снижению содержания вредных веществ применим именно к пальмовому маслу, а какой допускает более широкое применение и может быть задействован при производстве других рафинированных масел, в том числе рыбьего жира.

НАЗНАЧЕНИЕ

18. Целью настоящих норм и правил является предоставление национальным и местным органам власти, изготовителям, производителям и другим соответствующим структурам указаний по предотвращению и снижению образования 3-MCPDE и GE в рафинированных маслах и пищевых продуктах с добавлением рафинированных масел. В этих указаниях рассмотрены три стратегии снижения образования 3-MCPDE и GE (при наличии информации):
 - (i) надлежащая сельскохозяйственная практика;
 - (ii) надлежащая производственная практика;
 - (iii) выбор и применение рафинированных масел в маслосодержащих пищевых продуктах.

РЕКОМЕНДУЕМЫЕ МЕТОДЫ, ОСНОВАННЫЕ НА НАДЛЕЖАЩЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРАКТИКЕ (GAP) И НАДЛЕЖАЩЕЙ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРАКТИКЕ (GMP)

19. Производство пищевых растительных масел состоит из нескольких основных этапов, а именно: выращивание, сбор, транспортировка и хранение плодов и семян для дальнейшей переработки; отжим пальмового масла, подразумевающий извлечение сырого масла из подвергнутых стерилизации плодов масличной пальмы; отжим масличных семян, подразумевающий извлечение сырого масла из очищенных, измельченных и пропаренных семян масличных растений; и рафинация сырого масла.
20. Производство пищевого рыбьего жира также состоит из нескольких основных этапов, а именно: добыча рыбы, варка на пару, обезвоживание/прессование (подразумевающее выдавливание жидкой среды, отделение масла от воды и, в некоторых случаях, промывку масла водой) и рафинация сырого масла.
21. Рафинация пищевых масел может быть химической или физической. Химическая рафинация состоит из гидратации (удаления фосфолипидов); нейтрализации (добавление раствора гидроксида для удаления свободных жирных кислот (FFA) через образование мыльного осадка); отбеливания (с использованием глины) для обесцвечивания и удаления мыльного осадка и смол, следов металлов и продуктов разложения; и дезодорации (т. е. процесса паровой дистилляции при пониженном давлении (1,5–6,0 мбар) и повышенной температуре (180–270°C)) для обесцвечивания, удаления FFA и летучих соединений, включая определенные загрязнители. Физическая рафинация состоит из гидратации, отбеливания и дезодорации, которая проводится при более высокой температуре в связи с отсутствием этапа нейтрализации. Выбор в пользу физической рафинации определяется рядом факторов, однако чаще всего этот метод используют при производстве масел с низким содержанием фосфолипидов.

НАДЛЕЖАЩАЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ ПРАКТИКА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ

22. При посадке новых саженцев масличной пальмы фермерам следует по возможности выбирать сорта с низкой активностью липазы в масличных плодах, поскольку низкая активность липазы является

одним из факторов, способных уменьшить образование свободных жирных кислот (FFA) и веществ-предшественников ацилглицеролов.

23. Во время выращивания масличных растений следует свести к минимуму применение удобрений, пестицидов и хлорированной воды, чтобы плоды и семена поглощали меньше хлора. Хлорсодержащие удобрения можно заменить бесхлорными сульфатными удобрениями.
24. Собирать плоды масличной пальмы следует тогда, когда те достигли оптимальной спелости. При этом необходимо свести к минимуму процесс контактного обращения с плодами, чтобы уменьшить число побитых плодов и предотвратить образование FFA. Кроме того, не следует отправлять на переработку поврежденные или перезрелые плоды, поскольку это может способствовать образованию 3-MCPDE и GE в большем объеме.
25. Собранный урожай плодов масличной пальмы необходимо как можно скорее доставить на маслозавод.

ОТЖИМ И РАФИНАЦИЯ МАСЛА

Производство и обработка сырого масла

26. Чтобы обеспечить низкий уровень липазы, перерабатывающим предприятиям следует рассмотреть возможность хранения предназначенных для отжима масличных семян в прохладном (при температуре ниже 25°C) и сухом (при влажности ниже 7%) месте.
27. Полученные плоды масличной пальмы следует немедленно (желательно в двухдневный срок после сбора) стерилизовать при температуре не ниже 140°C для инактивации липазы (температура будет зависеть от метода стерилизации). Перед стерилизацией плоды можно вымыть, чтобы удалить хлорсодержащие вещества-предшественники. Масличные семена следует очистить, измельчить и подвергнуть тепловой обработке.
28. Следует рассмотреть возможность промывки сырого растительного масла нехлорированной водой, чтобы удалить хлорсодержащие соединения.
29. Не следует запускать в производство остаточное растительное масло, полученное с помощью растворителей или дополнительных экстракций, поскольку такое масло, как правило, содержит больше веществ-предшественников (DAG и хлорсодержащих соединений).
30. Перерабатывающим предприятиям следует определять содержание веществ-предшественников (DAG, FFA, хлорсодержащих соединений) в партиях сырого растительного масла или рыбьего жира и корректировать параметры рафинации и стратегии снижения содержания вредных веществ в зависимости от типа перерабатываемого растительного масла или рыбьего жира и условий технологического процесса.
31. Для рафинации желательно отбирать сырые растительные масла или рыбий жир с меньшим содержанием веществ-предшественников, поскольку это позволит снизить содержание 3-MCPDE и GE в конечной продукции.

Гидратация

32. Чтобы снизить содержание 3-MCPDE в растительных маслах или рыбьем жире, перерабатывающим предприятиям следует осуществлять гидратацию в более щадящих и менее кислотных условиях (например, гидратация с низкой концентрацией фосфорной, лимонной или других кислот или водная гидратация). Необходимая концентрация кислоты зависит от качества сырого растительного масла или рыбьего жира. Для обеспечения качества необходимо обеспечить удаление достаточного количества фосфолипидов и кислот.
33. Снижение температуры гидратации может уменьшить образование веществ-предшественников 3-MCPDE в растительных маслах, однако температура гидратации будет зависеть от множества факторов, в том числе от типа растительного масла.

Нейтрализация

34. Использование химической рафинации (т.е. нейтрализации) вместо физической может способствовать удалению веществ-предшественников (например, хлора) и снижению содержания FFA, что позволит понизить температуру дезодорации растительных масел или рыбьего жира. Однако химическая рафинация может привести к чрезмерным потерям масла (особенно при производстве пальмового масла, у которого уровень FFA выше) и способна оказывать более неблагоприятное воздействие на окружающую среду, чем физическая рафинация.

Отбеливание

35. Использование большего количества отбеливающей глины снижает образование 3-МСПДЕ и GE во всех растительных маслах и в рыбьем жире. Однако следует избегать применения отбеливающих глин, в состав которых входит значительное количество хлорсодержащих соединений.
36. Использование более рН-нейтральных глин снижает кислотность и потенциал образования 3-МСПДЕ в пальмовом масле, маслах из некоторых семян и рыбьем жире.

Дезодорация

37. С целью уменьшения образования GE перерабатывающим предприятиям следует рассмотреть возможность снижения температуры дезодорации растительных масел и рыбьего жира. Например, дезодорацию растительных масел предлагается проводить при температуре 190–230°C, а рыбьего жира — при температуре ниже 190°C. Температура будет зависеть от времени выдержки масла в указанных условиях. Перерабатывающие предприятия могут подобрать оптимальные для своих технологических процессов условия.
38. Перерабатывающие предприятия могут заменить традиционную дезодорацию растительных масел и рыбьего жира двойной (двухступенчатой), которая позволяет снизить термальную нагрузку, способствует уменьшению образования GE и, в меньшей степени, снижению содержания 3-МСПДЕ. Данный процесс может предусматривать как сокращение времени дезодорации при более высокой температуре, так и увеличение времени дезодорации при более низкой температуре. Необходимо учитывать температуру, время и вакуумметрическое давление, а также конструктивные различия и характеристики оборудования. Кроме того, для снижения уровня GE после рафинации можно прибегнуть к дополнительной обработке.
39. Повышение вакуума облегчает выпаривание летучих соединений за счет увеличения объема пара и скорости отгонки, что способствует снижению температуры дезодорации и уменьшению образования GE и, в меньшей степени, 3-МСПДЕ, в растительных маслах и рыбьем жире.
40. Известно также, что замена дезодорации короткоцикловой дистилляцией² позволяет снизить термальную нагрузку и образование сложных эфиров в рыбьем жире, способствуя снижению количества 3-МСПДЕ и GE по сравнению с обычной дезодорацией. Однако для придания необходимых органолептических свойств необходима дополнительная последующая обработка с использованием щадящей дезодорации.

ОБРАБОТКА ПОСЛЕ РАФИНАЦИИ

41. Далее описаны рекомендованные методы уменьшения содержания 3-МСПДЕ и GE в рафинированных маслах. Эти методы лучше всего подходят для масел, в которых содержание 3-МСПДЕ и GE превышает установленные для целей предполагаемого использования значения.
42. Известно что дополнительное отбеливание и дезодорация рафинированного пальмового масла (после исходного отбеливания и дезодорации) позволяет снизить уровень GE (вторая дезодорация должна выполняться при более низкой температуре, чем первая).
43. Известно также, что применение активированной отбеливающей глины после рафинации снижает содержание GE в рафинированных растительных маслах.
44. Короткоцикловая дистилляция (при давлении <1 мбар и температуре 120–270°C) отбеленного и дезодорированного растительного масла может снизить содержание ацилглицероловых компонентов и уровни 3-МСПДЕ и GE.
45. Обработка рафинированного триглицеридного масла с цепочками средней длины (МСТ) жирными кислотами и противоионом катиона (например, щелочного металла), а также одним или несколькими основаниями, обеспечивает превращение 3-МСПДЕ в MAG, DAG и TAG, а GE в DAG.

ВЫБОР И ПРИМЕНЕНИЕ РАФИНИРОВАННЫХ МАСЕЛ В МАСЛОСОДЕРЖАЩИХ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТАХ**Выбор масел**

46. Выбор рафинированных растительных масел и рыбьего жира с низким уровнем 3-МСПДЕ и GE (природным или достигнутым в результате применения мер по снижению образования вредных

² Короткоцикловая дистилляция представляет собой более щадящий метод удаления летучих соединений при относительно низких температурах. Это достигается за счет снижения давления (что приводит к понижению температуры кипения отделяемого соединения) и повышения эффективности за счет уменьшения расстояния между испарителем и поверхностью конденсатора.

веществ) позволяет уменьшить содержание 3-MCPDE и GE в готовой продукции. Так, наблюдаемые различия в уровнях 3-MCPDE и GE в начальных смесях для детского питания связывают именно с применением масел с разными уровнями 3-MCPDE и GE. Соответственно, выбор масел с низким содержанием 3-MCPDE и GE при производстве начальных смесей для детского питания позволяет снизить уровни 3-MCPDE и GE в этих смесях. Однако производителям также необходимо учитывать факторы обеспечения качества и требования к составу продукции. Например, выбор рафинированных масел, используемых в производстве начальных смесей для детского питания, определяется требованиями к составу, например национальными критериями или критериями, установленными в стандарте «Смеси начальные для детского питания и смеси специализированные для лечебного питания детей грудного возраста» (СХС 72-1981).

Изменение технологического процесса

47. Одним из способов снижения уровня 3-MCPDE и GE в готовой продукции может стать уменьшение количества рафинированных растительных масел и рыбьего жира, используемого при ее приготовлении. Однако это может повлиять на органолептические или питательные качества готового продукта.
48. Жарка на рафинированном растительном масле сама по себе не приводит к повышению уровня 3-MCPDE и GE, однако при жарке определенных продуктов (например, мясных или рыбных) уровень 3-MCPDE может повыситься.

ПРИЛОЖЕНИЕ**ВОЗМОЖНЫЕ МЕРЫ ПО СНИЖЕНИЮ СОДЕРЖАНИЯ 3-MCPDE и GE**

Перечень мер не определяет приоритетности.

Определение наиболее эффективной стратегии снижения содержания вредных веществ в конкретной продукции рекомендуется осуществлять по результатам испытаний.

Стадия производства	Меры по снижению содержания вредных веществ
НАДЛЕЖАЩАЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ ПРАКТИКА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ	<ul style="list-style-type: none"> • По возможности выбирать сорта масличной пальмы с низкой активностью липазы. • Свести к минимуму применение удобрений, пестицидов и хлорированной воды при выращивании масличных растений. • Сбирать плоды масличной пальмы по достижении оптимальной спелости. Свести к минимуму процесс контактного обращения с плодами. Не отправлять на переработку поврежденные или перезрелые плоды. • Направлять собранный урожай плодов масличной пальмы на маслозавод в максимально сжатые сроки.
ОТЖИМ И РАФИНАЦИЯ МАСЛА	<p>Производство и обработка сырого масла</p> <ul style="list-style-type: none"> • Хранить масличные семена в прохладном и сухом месте. • Стерилизовать плоды масличной пальмы при температуре не выше 140°C. Инактивировать липазу в масличных семенах посредством чистки, сушки и нагрева. • Промывать сырое растительное масло нехлорированной водой. • Не использовать в производстве остаточное растительное масло, полученное с помощью растворителей или экстракций. • Определять содержание веществ-предшественников (DAG, FFA и хлорных соединений) в партиях сырого растительного масла или рыбьего жира и корректировать параметры рафинации. • По возможности выбирать для рафинации сырые растительные масла или рыбий жир с низкой концентрацией веществ-предшественников. <p>Гидратация</p> <ul style="list-style-type: none"> • Осуществлять гидратацию растительных масел и рыбьего жира в более щадящих и менее кислотных условиях (например, гидратация с низкой концентрацией кислот или водная гидратация). • Уменьшить температуру гидратации растительных масел. <p>Нейтрализация</p> <ul style="list-style-type: none"> • Осуществлять рафинацию растительных масел и рыбьего жира химическими (т. е. с нейтрализацией), а не физическими методами. <p>Отбеливание</p> <ul style="list-style-type: none"> • Увеличить количество глины при отбеливании растительных масел и рыбьего жира. • Использовать более рН-нейтральные глины, чтобы снизить кислотность пальмовых масел, масел из некоторых семян и рыбьего жира.

ВОЗМОЖНЫЕ МЕРЫ ПО СНИЖЕНИЮ СОДЕРЖАНИЯ 3-MCPDE и GE

Перечень мер не определяет приоритетности.

Определение наиболее эффективной стратегии снижения содержания вредных веществ в конкретной продукции рекомендуется осуществлять по результатам испытаний.

Стадия производства	Меры по снижению содержания вредных веществ
ОТЖИМ И РАФИНАЦИЯ МАСЛА	<p>Дезодорация</p> <ul style="list-style-type: none"> • Понизить температуру дезодорации растительных масел или рыбьего жира. Температура будет зависеть от времени выдержки масла в указанных условиях. • Заменить традиционную дезодорацию растительных масел и рыбьего жира двойной (двухступенчатой). • Повысить вакуум, чтобы облегчить выпаривание летучих соединений и способствовать снижению температуры дезодорации растительных масел и рыбьего жира. • Заменить дезодорацию рыбьего жира короткоцикловой дистилляцией, чтобы снизить термальную нагрузку.
ОБРАБОТКА ПОСЛЕ РАФИНАЦИИ	<ul style="list-style-type: none"> • Ввести дополнительный этап отбеливания и дезодорации на производстве рафинированного пальмового масла (после исходного отбеливания и дезодорации). • Обрабатывать рафинированные растительные масла активированной отбеливающей глиной. • Подвергать отбеленные и дезодорированные растительные масла короткоцикловой дистилляции. • Обрабатывать рафинированное триглицеридное масло с цепочками средней длины (MCT) жирными кислотами с противоионом катиона (например, щелочного металла), а также одним или несколькими основаниями, чтобы обеспечить превращение 3-MCPDE в MAG, DAG и TAG, а GE в DAG.
ВЫБОР И ПРИМЕНЕНИЕ РАФИНИРОВАННЫХ МАСЕЛ	<p>ВЫБОР МАСЕЛ</p> <ul style="list-style-type: none"> • Выбирать рафинированные растительные масла или рыбий жир с наименьшим содержанием 3-MCPDE и GE. <p>ИЗМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА</p> <ul style="list-style-type: none"> • Уменьшить количество рафинированных растительных масел или рыбьего жира в готовой продукции.