



طرق استخلاص وتحليل الدهون في الأغذية (الجزء الأول)

إعداد

م. عبير أبو شعر

١ - تعریف الليبیدات

- يطلق مصطلح **الدهون FATS** عادة لوصف الليبیدات التي تكون صلبة عند درجة حرارة محددة ، بينما يطلق مصطلح **الزيوت OILS** لوصف تلك الليبیدات التي تكون سائلة عند درجة حرارة محددة ، و تستخدمن العبارتان أحياناً من قبل علماء الأغذية بشكل قابل للتبادل.
- **الليبیدات** عبارة عن جزيئات حيوية ذواقة في المذيبات العضوية (مثل ايثيل الايثر والهكسان والاسيتون والإيثانول والكلوروفورم وغيرها) ، ولكنها غير ذواقة في الماء .



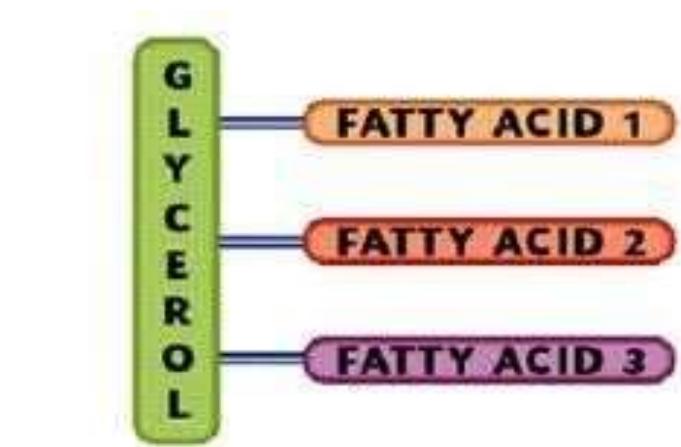
٢ - أهمية الليبيادات

- تعد الليبيادات من المكونات الرئيسية للأغذية إلى جانب البروتينات والسكريات
- تعد الليبيادات مصدراً رئيسياً للطاقة كما أنها تمد الجسم بالمغذيات الرئيسية
- تلعب الليبيادات دوراً رئيسياً في العديد من الأطعمة من حيث تحديد الخصائص الفيزيائية الكلية مثل النكهة والبنية والمظهر والشعور بالفم وغيرها ، ولهذه الأسباب يوجد صعوبة في تطوير بدائل منخفضة الدسم للعديد من الأطعمة لأنه حالما يتم إزالة الدسم فقد معظم الخصائص الفيزيائية الأكثر أهمية .



٣ - مكونات الـلـيـبـيـدـات في الأـغـذـيـة

- يشمل الجزء الدهني من غذاء ما مزيج معقد من أنماط مختلفة من الجزيئات ، وبالرغم من ذلك تعد الغليسيريدات الثلاثية (triacyl) المكون الرئيسي لدهون معظم الأغذية ، إذ تشكل (٩٥ - ٩٩ % من مجموع الدهون) وهي استرات لأحماض دهنية ثلاثة وجزئية غليسروول ، وتختلف الأحماض الدهنية الموجودة بشكل طبيعي في الأغذية بطول السلسلة ، ودرجة عدم الإشباع ، والموضع على جزئية الغليسروول



٣ - مكونات الليبيدات في الأغذية

- كما يمكن أن يشمل الجزء الدهني الغليسيريدات الأحادية والثنائية بالإضافة إلى الأحماض الدهنية الحرة والفوسفوليبيدات (تشمل الليسيتين والسيفالين) والستيرولات (الكوليسترول)، الكارتنويديات وفيتاميني A,D.
- كل نمط من الدهون يتميز بمظهر جانبي خاص من الليبيدات الموجودة والتي تعزز الطبيعة الدقيقة للخصائص التغذوية والفيزياكيميائية والتصنيعية.



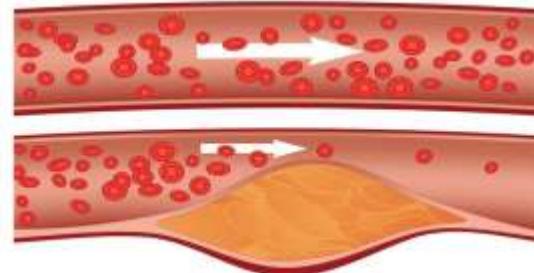
ع - المبادئ وصحة الإنسان

Nutrient (units)	Source of goal ^a	Child 1-3	Female 4-8	Male 4-8	Female 9-13	Male 9-13	Female 14-18	Male 14-18	Female 19-30	Male 19-30	Female 31-50	Male 31-50	Female 51+	Male 51+
Macronutrients														
Protein (g)	RDA ^b	13	19	19	34	34	46	52	46	56	46	56	46	56
(% of calories)	AMDR ^c	5-20	10-30	10-30	10-30	10-30	10-30	10-30	10-35	10-35	10-35	10-35	10-35	10-35
Carbohydrate (g)	RDA	130	130	130	130	130	130	130	130	130	130	130	130	130
(% of calories)	AMDR	45-65	45-65	45-65	45-65	45-65	45-65	45-65	45-65	45-65	45-65	45-65	45-65	45-65
Total fiber (g)	IOM ^d	14	17	20	22	25	25	31	28	34	25	31	22	28
Total fat (% of calories)	AMDR	30-40	25-35	25-35	25-35	25-35	25-35	25-35	20-35	20-35	20-35	20-35	20-35	20-35
Saturated fat (% of calories)	DG ^e	<10%	<10%	<10%	<10%	<10%	<10%	<10%	<10%	<10%	<10%	<10%	<10%	<10%
Linoleic acid (g)	AI ^f	7	10	10	10	12	11	16	12	17	12	17	11	14
(% of calories)	AMDR	5-10	5-10	5-10	5-10	5-10	5-10	5-10	5-10	5-10	5-10	5-10	5-10	5-10
alpha-Linolenic acid (g)	AI	0.7	0.9	0.9	1.0	1.2	1.1	1.6	1.1	1.6	1.1	1.6	1.1	1.6
(% of calories)	AMDR	0.6-1.2	0.6-1.2	0.6-1.2	0.6-1.2	0.6-1.2	0.6-1.2	0.6-1.2	0.6-1.2	0.6-1.2	0.6-1.2	0.6-1.2	0.6-1.2	0.6-1.2
Cholesterol (mg)	DG	<300	<300	<300	<300	<300	<300	<300	<300	<300	<300	<300	<300	<300
Minerals														



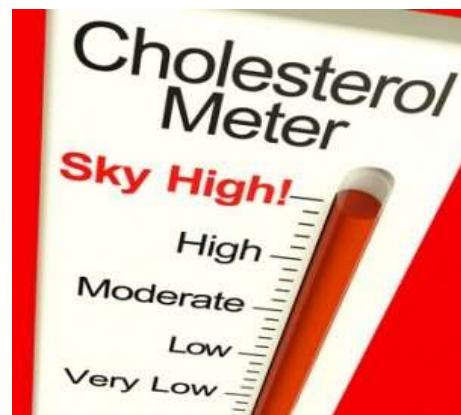
٤ - الزيوت والدهون وصحة الإنسان

- تعد الزيوت والدهون جزءاً من الوجبة الصحية ، إلا أن نمط الدهن المستهلك يشكل فارقاً لصحة القلب ، بالإضافة إلى الكمية المستهلكة .
- المدخول العالى من الأحماض الدهنية المشبعة والدهون من نوع ترانس والكوليسترول يزيد من خطر ارتفاع مستوى الدهون غير الصحية في الدم ، والذي يمكن أن يزيد من أمراض القلب التاجية
- إن ارتفاع المدخل اليومي من الدهن (حسب USDA,2010) لأكثر من ٣٥ % من السعرات الحرارية يزيد عادة من مدخل الأحماض المشبعة و يجعل من الصعب تجنب استهلاك كمية زائدة من الحريرات ، كما أن المدخل اليومي المنخفض من الزيوت والدهون لأقل من ٢٠ % من السعرات الحرارية يزيد من خطر المدخل غير الكافى من فيتامين E والأحماض الدهنية الأساسية ، ويمكن أن يساهم في تغيرات غير مرغوبة في كوليسترول الدم والغليسريدات الثلاثية



٤ - الـلـيـبـدـات وصـحة الـإـنـسـان

- كما أوصت USDA بأن يكون معظم مصدر الدهون من الأحماض الدهنية أحادية وعديدة عدم الإشباع مثل السمك والمكسرات والزيوت النباتية.
- وأن يكون الاستهلاك من الأحماض الدهنية المشبعة أقل من ١٠ % من السعرات ،
- وأن يكون الاستهلاك من الكوليسترول أقل من ٣٠٠ ملغ في اليوم ، وأن نبقي استهلاك الأحماض الدهنية من نوع ترانس أقل ما يمكن .



٥ - أهمية تحليل الليبيدات

١ - تحديد التركيز الكلي من الليبيدات في الأغذية :

وهو أمر ضروري لعدد من الأسباب :

- اقتصادي : عدم هدر المحتويات مرتفعة الثمن .
- تشريعي : المطابقة مع المقاييس والمواصفات للمنتجات الغذائية
- صحي : تطوير أغذية منخفضة الدهون .
- نوعية الغذاء : كخصائص الغذاء المعتمدة على المحتوى الكلي من الدهون .
- العملية التصنيعية : تعتمد شروط العملية التصنيعية في كثير من الأحيان على المحتوى الكلي من الدهون .



٥ - ٢ - تحديد تركيز الأنماط المختلفة من الليبيدات الموجودة في الأغذية :

- **التشريعات القانونية** : والتي غالباً ماتطالب بتحديد كميات PUSFA ,SFA , USFA , بالإضافة إلى كمية الكوليسترون على بطاقة بيان المنتج .
- **جودة الغذاء** : تعتمد الخصائص الفيزيائية للأغذية على نمط الليبيدات الموجودة
- **أكسدة الليبيدات** : إن الأغذية الحاوية على تراكيز عالية من الليبيدات غير المشبعة تكون حساسة بشكل خاص للتأكسد ، والذي يقود إلى تشكيل نكهات وروائح غير مرغوبة ، بالإضافة إلى مركبات سامة مثل أكاسيد الكوليسترون .
- **الغش**: يمكن التحري عن غش الدهون والزيوت عن طريق قياس الأنماط المتواجدة من الليبيدات ومقارنتها مع نموذج متوقع لعينة غير مغشوشة .
- **التصنيع الغذائي** : يعتمد تصنيع العديد من الأغذية على معرفة نمط الليبيدات الموجودة من أجل تعديل ظروف التصنيع إلى قيمها المثلث ، مثل درجات الحرارة ومعدلات التدفق .

٦ - تقدیر التركیز الكلی للبیدات فی الاغذیة

- يمكن تصنیف التقنيات التحلیلية المستخدمة فی تقدیر التركیز الكلی للبیدات إلی ثلاث فئات :
 - الاستخلاص بالمذیبات (سوكسلیت ، غولدفیش) .
 - الاستخلاص الرطب دون استخدام المذیبات (بابکوک ، جربر) .
 - الطرائق الآلية (مثل الأشعة تحت الحمراء ، امتصاص أشعة X) .
- يعتمد اختيار الطريقة المناسبة للتحليل علی مجموعة عوامل : طبيعة العينة ومحتوها من الرطوبة ، الهدف من التحلیل (کبطاقة البيان التغذوية أو ضبط الجودة) ، التجهیزات المتواجدة (طریقة بابکوک تستخدیم أدوات زجاجیة وتجهیزات بسيطة بالمقارنة مع طریقة الأشعة تحت الحمراء) .

٦ - ١ الاستخلاص بالمذيبات

- هي الطريقة الأكثر شيوعاً واستخداماً لعزل الليبيادات من الأغذية بالاعتماد على حقيقة ذوبانها في المذيبات العضوية وعدم ذوبانها في الماء .
- تحتاج طريقة الاستخلاص بالمذيبات إلى تحضير العينة وذلك يتضمن عدة خطوات :
- تجفيف العينة لرفع كفاءة عملية الاستخلاص إذ أن العديد من المذيبات العضوية لا تخترق بسهولة الأغذية الحاوية على الماء .
- حفظ حجم الجزيئات بطحن العينة المجففة لإنتاج عينة أكثر تجانساً ولزيادة المساحة السطحية من الليبيادات المعرضة للمذيب .



الحلمة الحمضية : من أجل تحديد تركيز الليبيات المرتبطة مع البروتينات (الليبوبروتينات) أو مع السكريات العديدة (غликوليبيدات). من الضروري كسر الروابط التي تضم المكون الليبيدي وغير الليبيدي معاً بشكل مسبق للاستخلاص بالمذيب ، وتستخدم الحلمة بالحمض بشكل شائع لتحرير الليبيات المرتبطة إلى أشكال قابلة للاستخلاص بشكل أسهل

ونجد استخدام الحلمة الحمضية في دليل AOAC بالنسبة لمنتجات الكاكاو ومنتجات المعكرونة والدقيق والخبز والبيض وثمار البحر والسمك .

أما الحلمة القلوية فتستخدم للحليب ومنتجاته .

وبدون حلمة بالنسبة للحوم ومنتجاتها والمكسرات ومنتجاتها .

مثال تطبيقي : عند تقدير الدهن في الدقيق يجب تحضير العينة (حسب AOAC,2002) بالحلمة الحمضية حسب الخطوات الآتية :

- نأخذ ٢ غ من العينة ونضعها في دورق سعة ٥٠ مل ، ثم نضيف ٢ مل من الكحول ونحرك لترطيب كل الجزيئات وعدم تكتلها عند إضافة الحمض .
- نضيف ١٠ مل حمض HCL ثم نضع الدورق في حمام مائي على درجة حرارة ٧٠ - ٨٠ م ونحرك بين الفينة والأخرى خلال ٣٠ - ٤٠ دقيقة .
- نضيف ١٠ مل كحول ونبعد ، ثم ننقل المزيج إلى وحدة استخلاص الدهن ليكون جاهزاً لتقدير الدهن الكلي .

- تعتمد كفاءة الاستخلاص بالمذيب على قطبية الليبيات الموجودة
بالمقارنة مع قطبية المذيب :
- الليبيات القطبية (الجليكوليبيات والفوسفوليبيدات) ذوابة أكثر في المذيبات
القطبية (الكحولات)
- الليبيات اللاقطبية (الجليسيريدات الثلاثية) ذوابة أكثر في المذيبات
اللاقطبية (الهكسان) .
- يجب أن يكون المذيب ذو نقطة غليان منخفضة نسبياً (حتى يمكن إزالته
بسهولة بواسطة التبخير)
- من المذيبات الأكثر شيوعاً ايثر وايثرالبترول لكن يستخدم البتنان
والهكسان لبعض الأغذية .

أشكال الاستخلاص بالمذيبات

٦ - ١ - الاستخلاص بالمذيبات على شكل دفعات :

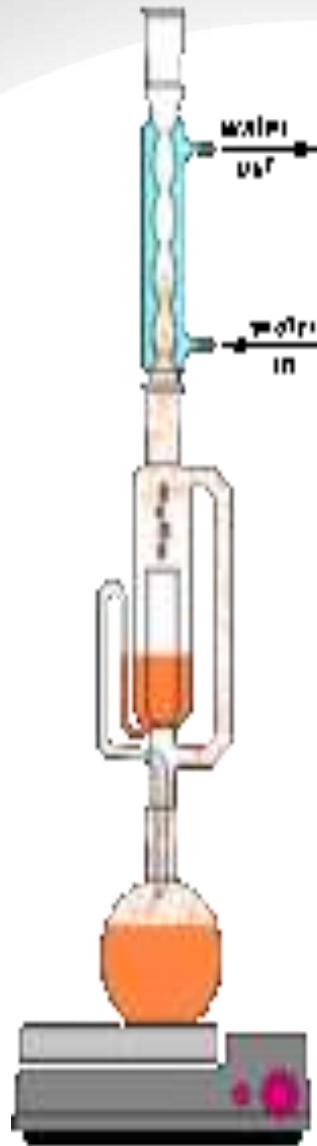
- تعتمد هذه الطريقة على خلط العينة والمذيب في وعاء مناسب مثل قمع الفصل ورجهماً جيداً، ثم نترك الوعاء حتى يتم الفصل بين الطور المائي والمذيب العضوي عن طريق الجاذبية أو بالطرد المركزي وبعد سكب الطور المائي وتبخير المذيب تقوم بقياس كتلة الليبيد المتبقية .
- قد نضطر لتكرار هذا الإجراء عدد من المرات لتحسين كفاءة عملية الاستخلاص ، وفي هذه الحالة سيعرض الطور المائي لمزيد من الاستخلاص باستخدام مذيب جديد .
- يمكن تحديد كفاءة عملية الاستخلاص لنمط معين من الليبيدات بواسطة نمط معين من المذيبات بواسطة معامل التجزئة ، كلما كان معامل التجزئة أكبر كانت عملية الاستخلاص أكثر كفاءة .

Liquid:liquid extraction (or ‘separation’)

٦ - ١ - ٢ - الاستخلاص شبه المستمر بالذبيبات :

هي الطريقة الأكثر استخداماً لزيادة كفاءة عملية استخلاص الليبيادات من الأغذية وطريقة سوكسليت هي المثال الأكثر استخداماً عن الاستخلاص شبه المستمر للنبيادات .





- **مبدأ الطريقة :** يتم تسخين المذيب وتبخيره ومن ثم تكثيفه فوق العينة. إن تقطير المذيب على العينة وتخلله ضمنها يؤدي إلى استخلاص الدهن منها . وبفترات زمنية فاصلة (١٥ - ٢٠ دقيقة) يتم امتصاص أو سحب المذيب بواسطة سيفون ليعود إلى دورق التسخين لتبأ العملية من جديد ، وتستغرق هذه العملية كاملة فترة طويلة من الزمن (من ٦ إلى ٢٤ ساعة)
- يتم قياس المحتوى الدهني عن طريق قياس الخسارة في وزن العينة أو وزن الدهن المستخلص .

- خطوات طريقة سوكسلت لتقدير الدهن في الشيبس (حسب AOAC,2007).
- تقوم بطحنة العينة إلا أن الطحن الزائد يؤدي إلى خسارة أكبر للدهن في المطحنة .
- نضع ٢ - ٣ غ من العينة في الكشتبان المخصص المجفف مسبقاً ونضع السدادات المصنوعة من الصوف الزجاجي في كل كشتبان ونضع المكررات الثلاث في جهاز سوكسليت
- نضع حوالي ٣٥٠ مل من ايثر البترول في الدورق ونجري عملية الاستخلاص لمدة ٦ ساعات أو أطول
- بعد الانتهاء من عملية الاستخلاص نزييل الكشتبانات من مكانها ونقوم بتجفيفها في فرن تحت تفريغ على ٧٠م لمندة ٢٤ ساعة ونقوم بوزنها بعد تبريدها
- تقوم بحساب النسبة المئوية للدهن (وزن / وزن) على أساس الوزن الربط

استخلاص الزيوت العطرية بطريقة سوكسليت



٦ - ١ - ٣ - الاستخلاص المستمر بالمذيبات

- **مبدأ طريقة غولد فيش:** طريقة شبيهة بطريقة سوكسليت ماعدا أن حجرة الاستخلاص مصممة أن يتم تقطير المذيب خلال العينة بشكل مستمر ، ويتم حساب المحتوى الدهني عن طريق الخسارة في وزن العينة أو وزن الدهن الذي تم إزالته بعملية الاستخلاص .



٦ - ١ - ٣ - الاستخلاص المستمر بالمذيبات

- مثال عن طريقة غولد فيش نأخذ طريقة (AOAC, 2007) لتقدير المحتوى الدهني في الشيبس :
- الخطوات الأولى مشابهة لطريقة سوكسليت من حيث طحن العينة ووضعها في الكشتبان المجفف مسبقاً
- دفع بالكشتبان إلى الأعلى بحيث تبقى مسافة ١ سم تحت الرف .
- نملأ الدورق بايثر البترول (٥٠ مل) ، ننغل الدورق مع الجهاز باستخدام حشوة وحلقة معدنية .
- نبدأ فيما بعد تدفق الماء عبر المكثف ، ونشغل الجهاز ليبدأ غليان الايثر ، ونستخلص لمدة ٤ ساعات بمعدل تكثف ٥ - ٦ قطرات في الثانية ، ثم نكمل باقي الخطوات كما هو الحال في طريقة سوكسليت .



٦ - ١ - ٤ - الاستخلاص المتسارع بالمذيب

تزداد فعالية المذيب لاستخلاص الليبيادات بازدياد حرارته ، لكن يجب زيادة الضغط أيضاً لإبقاء المذيب في الحالة السائلة ، وهذه الأمر يؤدي إلى :

زيادة كفاءة الاستخلاص بالمذيب

تخفيض كمية المذيب العضوي الضرورية لتنفيذ التحليل

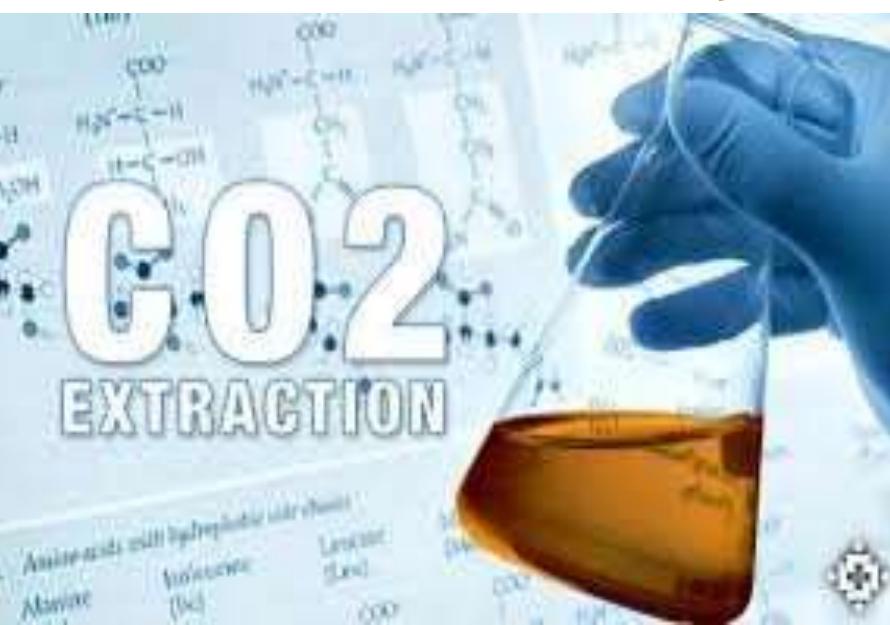
الأمر نافع من وجهاً نظر بيئية ومن ناحية التكلفة

تتوارد معدات خاصة لتنفيذ الاستخلاص بالمذيب عند درجات حرارة وضغط مرتفعين

٦ - ٥ - الاستخلاص باستخدام ثاني

أكسيد الكربون فوق الحرج

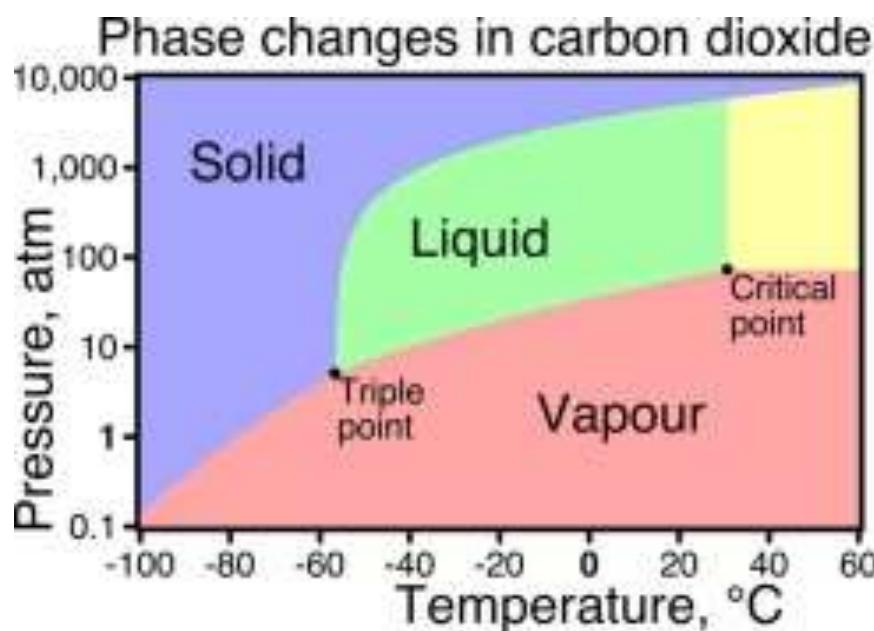
- تجد هذه الطريقة استخداماً أكبر من طرائق الاستخلاص بالمذيب بسبب التكلفة والمشاكل البيئية المترافقه مع استخدام وتصريف المذيبات العضوية .
- يعتمد مبدأ هذه الطريقة على تسخين ثاني أكسيد الكربون المضغوط على درجة حرارة معينة حرجة باستخدام معدات خاصة ليصبح مائعاً يملك بعض خصائص الغاز وبعض خصائص السائل وهذا الأمر يجعله يخترق العينة بسهولة أكبر ويذيب كمية أكبر من الليبيدات خاصة عند درجات ضغط أعلى .



٦ - ١ - ٥ - الاستخلاص باستخدام ثاني

أكسيد الكربون فوق الحرج

- تقوم المعدات المرتكزة على هذا المبدأ بتسخين عينة الغذاء في حجرة مضغوطة ومن ثم يتم خلط CO₂ معها والذي يقوم باستخلاص الليبيدات منها وتشكيل طبقة منفصلة ثم يتم خفض درجة الحرارة والضغط وهذا يسبب تحول CO₂ إلى غاز مغادراً الجزء الليبيدي المتبقى ، ثم يتم تحديد محتوى الغذاء من الليبيد عن طريق الوزن وتحديد النسبة المئوية للنبيد الذي تم استخلاصه من العينة الأصلية



٦ - ٢ - الطرق الرطبة

- لا تعتمد هذه الطرق على المذيبات العضوية بل تستخدم مواد أخرى لفصل الليبيادات عن بقية الغذاء .
- تعد طرائق بابكوك وجربير أمثلة عن الاستخلاص السائل دون استخدام المذيبات لتحديد المحتوى الدهني للحليب وبعض منتجات الألبان الأخرى .



٦ - ٢ - ١ - طريقة بابكوك

- تعتمد هذه الطريقة على إضافة حمض الكبريت الذي يقوم بهضم البروتين وتوليد الحرارة وتحطيم أغشية الحبيبات الدهنية المحيطة وبالتالي تحرر الدهن
- خطوات بابكوك لتحليل دهن الحليب حسب (AOAC, 2007) :
 - نعدل درجة حرارة الحليب حتى 38°م وباستخدام الماصة نأخذ
 - $17,6$ مل من الحليب إلى داخل قارورة مصممة خصيصاً
 - (قارورة بابكوك) وندع الحرارة حتى تتعدل وتصبح 22°م .
 - نضع $17,5$ مل من حمض الكبريت (الثقل النوعي $1,82 - 1,83$) بحذر إلى الأنابيب وعلى دفعات مع التحريك بقوة ، ويجب ألا يتجاوز زمن إضافة كامل كمية الحمض 20 ثانية .



- نجري الطرد المركزي للعينة فيما بعد بينما تكون ساخنة (٥٥ - ٦٠ °م) لمدة ٥ دقائق بعد الوصول للسرعة الملائمة التي تختلف حسب سرعة المثفلة
- بعد إجراء الطرد المركزي نضيف ماء ساخن حرارته (٦٠ °م) بحذر إلى داخل الأنابيب حتى يصل مستوى السائل ٦٠ سم من عنق الزجاجة المدرجة ونقوم بالطرد المركزي تانية لمدة دقيقتين .
- نكرر العملية بإضافة الماء الساخن حتى يصبح عمود السائل بجانب التدرج العلوي لأنبوبة التدرج ونقوم بالطرد المركزي لمدة دقيقة ثم نقرأ كمية دهن الحليب التي تكون على شكل نسبة مئوية وزنية .
- يستغرق إجراء الطريقة حوالي ٤٥ دقيقة ، وهي طريقة دقيقة ضمن حدود ١٠٪
- لا تحدد هذه الطريقة نسبة الفوسفوليبيدات الموجودة في الحليب لأنها تتوضع في الطور المائي أو على الحدود بين طبقة الليبيد والطور المائي .



٦ - ٢ - اختبار جربر

- تعد هذه الطريقة مشابهة لطريقة بابكوك مع بعض الفروقات التالية :
- تستخدم زجاجة مختلفة الشكل قليلاً .
- طريقة أكثر سرعة وأكثر بساطة مقارنة مع بابكوك .
- تستخدم ايزو إميل الكحول لمنع احتراق السكريات بواسطة الحرارة وحمض الكبريت والتي تجعل عملية القراءة صعبة من القارورة المدرجة .
- كما هو الحال في طريقة بابكوك لا تقيس كمية الفوسفوليبيدات .
- تستخدم طريقة جربر بشكل رئيسي في أوروبا في حين أن طريقة بابكوك تستخدم في الولايات المتحدة .

٦ - ٢ - ٢ - اختبار جرب



٦ - ٣ - الطرائق الآلية

- يمكن تقسيم الطرائق الآلية المتنوعة إلى ثلاث فئات مختلفة تبعاً للمبدأ الفيزياكيميائي :
 - حساب الخصائص الفيزيائية للكتلة .
 - حساب امتصاص الإشعاع .
 - حساب تبديد الإشعاع .
- تمتاز كل طريقة من الطرائق الآلية بمزايا وعيوب معينة بالإضافة إلى مجال الأغذية التي تطبق عليه .

٢٦ - ١ حساب الخصائص الفيزيائية للكتلة

- **الكتافة:** إن كثافة الزيوت السائلة أقل من معظم المكونات الأخرى ، لذا يوجد تناقص في كثافة الغذاء عند ازدياد محتواه من الدهن ، لذا يمكن تقدير المحتوى الدهني للأغذية بقياس كثافتها .
- **الناقلية الكهربائية:** إن الناقلية الكهربائية للبييدات أصغر بكثير من ناقلية المواد المميهه ، ولذا فإن ناقلية الغذاء للكهرباء تتناقص بازدياد تركيز الليبيدات وبالتالي يمكن تقدير المحتوى الدهني بقياس الناقلية الكهربائية الكلية للغذاء
- **سرعة الأمواج فوق الصوتية:** إن السرعة التي تنتقل فيها الموجة فوق الصوتية خلال مادة ما تعتمد على تركيز الدهن في الغذاء ، لذا يمكن قياس المحتوى من الليبيدات عن طريق قياس سرعة الأمواج فوق الصوتية ، وتميز هذه الطريقة بسرعتها وعدم إتلافها العينة الغذائية

٦ - ٣ - ٢ - قياس امتصاص الاشعة

- **امتصاص الأشعة فوق البنفسجية المرئية :** يمكن تقدير تركيز لبييدات معينة عن طريق امتصاصها للأشعة فوق البنفسجية المرئية . يجب استخلاص الليبيد عادة وتحفييفه في مذيب مناسب بشكل سابق للتحليل ، لذا تحتاج هذه التقنية إلى وقت وجهد .
- **الأشعة تحت الحمراء :** ترتكز هذه الطريقة على امتصاص طاقة الأشعة تحت الحمراء عند طول موجة (5.73 ميكرومتر) تبعاً للاهتزازات الجزيئية أو الدوران المترافق مع جزيئات الدهن (كلما كان الامتصاص أكبر دل على وجود المزيد من الدهن) . تعد طريقة الأشعة تحت الحمراء مفيدة بشكل خاص للتحليل السريع والمرتبط بالانترنت للمحتوى الدهني حالما يتم تطوير منحني ملائم للمعايرة .
- **مطيافية الرنين المغناطيسي النووي (NMR) :** تستخدم بشكل روتيني لتقدير التركيز الكلي للبييدات في الأغذية عن طريق قياس المساحة تحت القمة في طيف التغير الكيميائي التي تتجاوب مع الليبيد .

٦ - ٣ - ٢ - قياس امتصاص الاشعاع

- يمكن تقدير المحتوى الدهني غالباً في ثواني قليلة دون الحاجة إلى تحضير العينة باستخدام الأدوات المتوافرة تجارياً .
- **امتصاص أشعة X :** تمتص اللحمة الدهرة أشعة X بقوة أكبر من الدهن ، لذا فإن امتصاص أشعة X يتناقص بازدياد تركيز الدهون . لقد تم تطوير أدوات تجارية تقوم بالانتفاع من هذه الظاهرة لتقدير المحتوى الدهني في اللحوم ومنتجاتها .



٦ - ٣ - قياس تبدد الإشعاع

- **تبدد الضوء** : يمكن تقدير تركيز قطرات الزيت في المستحلبات الغذائية المخففة باستخدام تقنيات تبدد الضوء لأن عكر المستحلب يكون متناسب بشكل مباشر مع تركيز قطرات الزيت المتواجدة .
- **تبدد الأمواج فوق الصوتية** : يمكن تقدير تركيز قطرات الزيت في المستحلبات الغذائية المكثفة بتقنيات التبدد فوق الصوتي لأن سرعة وامتصاص هذه الأمواج بواسطة المستحلب متعلقة بتركيز قطرات الزيت المتواجدة .



مقارنة بين الطرق المختلفة

- تعد طريقة سوكسليت الطريقة الرسمية المتعارف عليها لمجال واسع من تقديرات المحتوى الدهني وهي الأكثر شيوعاً لاستخلاص الليبيادات الكلية من الأغذية المحففة وهذا يعود إلى كون هذه الطريقة بسيطة على نحو مقبول إلا أنها طريقة متلفة للعينة ومتطلبة لوقت طويل .
- من الأفضل غالباً استخدام طرائق الاستخلاص بالمذيبات على دفعات أو الطرق الرطبة من أجل الأغذية التي تحوي على نسب أعلى من الرطوبة .
- تميل تقنيات الاستخلاص لكونها أكثر دقة وأكثر قابلية للتطبيق بشكل عام لذا تعد الطرق القياسية للتحاليل الرسمية للعديد من المواد الغذائية (للعنونة أو متطلبات تشريعية) .
- إن الطرق الآلية أكثر فائدة للقياس السريع للمحتوى الدهني خاصة في مخابر توكيد الجودة للمعامل الغذائية حيث يجب تحليل العديد من العينات بسرعة ، بالإضافة إلى أنها بسيطة الإجراء وقد لا تتطلب تحضيراً مسبقاً للعينة إلا أنها ذات كلفة عالية ويمكن أن تستخدم لنمط معين من الأغذية ، كما أن منحنيات المعايرة التي يتم تحضيرها للطرق الآلية تتطلب عادة حساب المحتوى الدهني باستخدام طريقة قياسية .

بعض المراجع

AOAC International (2007) Official Methods of Analysis 18th edn, 2005; Current through Revision 2, 2007 (On-line).

AOAC International, Gaithersburg MD

Min DB, Ellefson WC (2010) Fat analysis. Ch. 8. In: Nielsen SS(ed) Food analysis, 4th edn. Springer, New York

Wehr HM, Frank JF (eds) (2004) Standard methods for the examination of dairy products. 17th edn. American Public

Health Administration, Washington, DC

Food Analysis: Theory and Practice. Y. Pomeranz and C.E. Meloan, Chapman and Hall – General overview of food analysis techniques

Food Analysis: Principles and Techniques. D.W. Gruenwedel and J.R. Whitaker, Marcel Dekker – General overview of food analysis techniques

Analytical Chemistry of Foods. C.S. James, Blackie Academic and Professional – General overview of food analysis techniques