هذه الوثيقة لم تعد قيد الاستخدام من قبل مجموعة البنك الدولي. الإصدارات الجديدة من دليل مجموعة البنك الدولي للبيئة والصحة والسلامة متاحة في الرابط التالي http://www.ifc.org/ehsguidelines .

الإرشادات بشأن البيئة والصحة والسلامة الخاصة بتصنيع الزيوت النباتية

مقدّمة

الإرشادات بشأن البيئة والصحة والسلامة (**EHS**) هي وثائق مرجعية فنّية تتضمن أمثلة عامة وأمثلة من صناعات محددة على الممارسات الدولية الجيدة في قطاع الصناعة (**GIIP**).[1] وحين تشارك مؤسسة واحدة أو أكثر من المؤسسات الأعضاء في مجموعة البنك الدولي في أحد المشروعات ينبغي تطبيق الإرشادات بشأن البيئة والصحة والسلامة هذه حسب مقتضيات السياسات والمعايير التي تعتمدها تلك المؤسسة. وتستهدف هذه الإرشادات بشأن قطاع الصناعة أن يتم استخدامها جنباً إلى جنب مع وثيقة **الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة**، التي تتيح الإرشادات لمن يستخدمونها فيما يتعلق بالقضايا المشتركة في هذا المجال والممكن تطبيقها في جميع قطاعات الصناعة. وبالنسبة للمشروعات المُعقّدة، قد يلزم استخدام إرشادات متعددة حسب تعدد قطاعات الصناعة المعنيّة. ويمكن الاطلاع على القائمة الكاملة للإرشادات الخاصة بالقطاعات الصناعية على شبكة الإنترنت على الموقع:

http://www.ifc.org/ifcext/sustainability.nsf/Content/EnvironmentalGuidelines

وتتضمّن الإرشادات بشأن البيئة والصحة والسلامة مستويات الأداء والإجراءات التي يمكن للتكنولوجيا الحالية أن تحققها في المنشآت الجديدة بتكلفة معقولة. وقد يشمل تطبيق هذه الإرشادات في المنشآت القائمة وضع أهداف وغايات خاصة بكل موقع على حدة، مع اعتماد جدول زمني مناسب لتحقيقها.

وينبغي أن يكون تطبيق الإرشادات بشأن البيئة والصحة والسلامة بما يتناسب مع المخاطر والتهديدات المُحددة في كل مشروع، استناداً إلى نتائج التقييم البيئي الذي يأخذ في الاعتبار متغيرات كل موقع على حدة ومنها: الوضع في البلد المُضيف، والطاقة الاستيعابية في البيئة المعنيّة، والعوامل الأخرى الخاصة بالمشروع. كما يجب أن تستند تطبيق التوصيات الفنّية المحددة إلى الرأي المهني المتخصّص الذي يصدر عن أشخاص مؤهلين من ذوي الخبرة العملية.

وحين تختلف اللوائح التنظيمية المعتمدة في البلد المضيف عن المستويات والإجراءات التي تنص عليها هذه الإرشادات بشأن البيئة والصحة والسلامة، فمن المتوقع من المشروعات تطبيق أيهما أكثر صرامة. وإذا كانت المستويات أو الإجراءات الأقل صرامة من المنصوص عليه في هذه الإرشادات هي الملائمة – في ضوء أوضاع المشروع المعني – يحتاج الأمر إلى تبرير كامل ومُفصّل بشأن أية بدائل مُقترحة في إطار التقييم البيئي للموقع المحدد. وينبغي أن يُبيّن ذلك التبرير أن اختيار أي من مستويات الأداء البديلة يؤمّن حماية صحة البشر والبيئة.

[1] هي من حيث تعريفها ممارسة المهارات والاجتهاد والحصافة والتبصّر المُتوقعة على نحو معقول من المهنيين ذوي المهارات والخبرة العملية في النوع نفسه من العمل وفي الأوضاع نفسها أو المماثلة بشكل عام. وقد تشمل الأوضاع التي يمكن أن يجدها المهنيّون من ذوي المهارات والخبرة العملية عند قيامهم بتقييم مجموعة أساليب منع ومكافحة التلوّث المُتاحة لأحد المشروعات – على سبيل المثال لا الحصر – مستويات مختلفة من تدهور البيئة ومن الطاقة الاستيعابية البيئية، مع مستويات مختلفة من الجدوى المالية والفنّية.

التطبيق

تسري إرشادات البيئة والصحة والسلامة الخاصة بتصنيع الزيوت النباتية على المرافق التي تستخلص وتصنّع الزيوت والدهون من المصادر النباتية. وهذا يغطي إنتاج الزيت الخام وعمليات التكرير، بدءاً من إعداد المواد الخام وحتى تعبئة المنتجات النهائية في زجاجات وتغليفها للاستهلاك الآدمي أو الحيواني، من بين استخدامات أخرى. ويحتوي الملحق (أ) على وصف كامل لأنشطة الصناعة الخاصة بهذا القطاع. وتغطي إرشادات البيئة والصحة والسلامة لإنتاج المحاصيل السنوي وإرشادات البيئة والصحة والسلامة لإنتاج المحاصيل الزراعية إنتاج البذور الزيتية والفاصوليا وسباطات الثمار الطازجة لزيت النخيل في المزارع. وهذه الوثيقة تم تنظيمها وفق الأقسام التالية:

القسم 1.0- الآثار المرتبطة تحديداً بالصناعة وكيفية التعامل معها
القسم 2.0- مؤشرات الأداء ورصده
القسم 3.0 - ثبت المراجع والمصادر الإضافية
الملحق أ - وصف عام لأنشطة الصناعة

1.0 الآثار المرتبطة تحديداً بالصناعة وكيفية التعامل معها

يعرض القسم التالي موجزاً لقضايا البيئة والصحة والسلامة المرتبطة بتصنيع الزيوت النباتية والتي تحدث خلال مرحلة عمليات التشغيل، مع تقديم توصيات لكيفية التعامل معها. وتجدر الإشارة إلى أن التوصيات المتعلقة بالتعامل مع قضايا البيئة والصحة والسلامة الشائعة في غالبية المرافق الصناعية الكبرى خلال مرحلة الإنشاء وإيقاف التشغيل واردة في **الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة**.

1.1 القضايا البيئية

تتضمن القضايا البيئية المرتبطة بالمرحلة التشغيلية لتصنيع الزيوت النباتية بصورة أساسية ما يلي:

- النفايات الصلبة والمنتجات الثانوية
- المياه المستعملة
- الانبعاثات الهوائية
- استهلاك المياه والطاقة
- المواد الخطرة

النفايات الصلبة والمنتجات الثانوية

ينشأ عن أنشطة تصنيع الزيوت النباتية كميات كبيرة من النفايات الصلبة العضوية والمنتجات الثانوية، مثل سباطات الثمار الفارغة ونوى النخيل المعدوم. وتعتمد كمية النفايات الناتجة على جودة المواد الخام واستخدام أو إعادة تحويل الفضلات إلى منتجات ثانوية مجدية تجارياً. وتتضمن النفايات الصلبة الأخرى الناتجة عن عملية تصنيع الزيوت النباتية مواد صناعة الصابون والأحماض المستهلكة الناتجة عن عملية التكرير الكيميائي للزيوت الخام وتراب التقصير المستهلك (مواد التبييض) المحتوية على صمغ ومعادن وأصباغ، ومواد إزالة الروائح الناتجة عن التقطير البخاري للزيوت الصالحة للأكل المكررة والصمغ النباتي الناتج عن عملية إزالة الصمغ والمحفزات المستهلكة ومساعد الترشيح الناتج عن عملية التقسية.

تتضمن الأساليب الموصى بها لمنع النفايات الصلبة والمنتجات الثانوية والسيطرة عليها ما يلي:

- ضرورة عدم حرق سباطات الثمار الفارغة الناتجة عن مزارع نخيل الزيت. ضرورة إعادة سباطات الثمار الفارغة إلى المزارع، بالإضافة إلى قصاصات الأشجار،

حيث ستمثل أهمية ذات قيمة كمواد إصلاح للتربة ومصدر للكربون،

- جمع نوى النخيل المعدوم لاستخدامه كوقود لتوليد الطاقة والبخار في منشآت التكرير. ويتعذر حرق النوى المعدوم عن طريق مصانع زيت النخيل الخام النموذجية بسبب عدم تصميم الغلايات الخاصة بها للتعامل مع محتوى السيليكا العالي بالنوى على النقيض من منشآت التكرير،
- استخدام الحمأة غير الملوثة والنفايات السائلة الناتجة عن عملية معالجة المياه المستعملة في الموقع كمخصبات في التطبيقات الزراعية،
- التخلص من الحمأة غير الملوثة الناتجة عن عملية معالجة المياه المستعملة في مدفن صحي أو عن طريق الحرق. وينبغي أن تتم عملية الحرق فقط داخل مرافق مرخص لها تعمل وفق معايير معترف بها دولياً لمنع التلوث والسيطرة عليه؛[2]
- خفض خسائر الإنتاج من خلال تحقيق التحكم الأفضل بالإنتاج (مثل رصد وضبط رطوبة الهواء لمنع خسائر الإنتاج التي تُعزى إلى تكوّن العفن على المواد الصالحة للأكل)،
- إعادة تدوير ناتج تكثيف جهاز التعقيم لإزالة الزيوت النباتية،
- تحسين تصميم مادة التغليف لتقليل حجمها (على سبيل المثال عن طريق خفض السُمك أو عدد الطبقات) ولكن دون التفريط في سلامة الأغذية وسلامة النقل أو متطلبات الجودة الأخرى،
- التحقق من الخيارات التالية للتخلص الموثوق به من تراب التقصير المستهلك:
  - الاستخدام كخام تغذية لتصنيع الآجر (الطوب أو القرميد) والكتل الحجرية والأسمنت
  - الاستخدام كسماد، في حالة عدم تعرضه للتلوث بالمعادن الثقيلة مثل النيكل وبقايا مبيدات الآفات والملوثات الأخرى
  - التخلص منه عن طريق الهضم اللاهوائي ثم استخدامه لبسط الأراضي
  - في حالة تلوثه، التعامل معه وفقاً لإرشادات التعامل مع النفايات الواردة في **الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة**
- التحقق من الخيارات التالية لاستخدام منتجات التقطير (على سبيل المثال الأحماض الدهنية الحرة والمركبات العضوية المتطايرة)، بناء على مستوى الملوثات (مبيدات الآفات و/أو البقايا والفضلات):
  - الاستخدام كعلف للحيوانات حال عدم تلوثها
  - الاستخدام كخام تغذية لعمليات الصناعات الكيميائية (على سبيل المثال مضادات الأكسدة)
  - الاستخدام كوقود لإنتاج الطاقة
- يجب التعامل مع محفز النيكل الناتج عن الهدرجة إما عن طريق:
  - إعادة التدوير والاستعادة لإعادة الاستخدام كمحفز نيكل أو كمعدن نيكل أو ملح أو أي استخدام آخر أو
  - التخزين والتخلص منه وفقاً لإرشادات التعامل مع النفايات الواردة في **الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة**
- التعامل مع مساعد الترشيح المختلط بالنيكل وفقاً للتوصيات بشأن محفز النيكل،
- جمع البقايا الناتجة عن مرحلة إعداد المواد الخام للتهيئة (التجفيف) وإعادة المعالجة (الطحن) للحصول على منتجات ثانوية (على سبيل المثال العلف الحيواني).

[2] توفر الإرشادات التي قامت بإعدادها مؤسسة التمويل الدولية بشأن البيئة والصحة والسلامة من أجل مرافق إدارة النفايات أمثلة للقضايا البيئية الرئيسية المرتبطة بمرافق الحرق.

المياه المستعملة

المياه المستعملة الناتجة عن العمليات الصناعية

قد تحتوي المياه المستعملة الناتجة عن عملية تصنيع الزيوت النباتية أثناء غسل ومعادلة الزيوت على محتوى عال من المواد العضوية وبالتالي تنشأ الحاجة الحيوية الكيميائية للأكسجين (*BOD*)، والحاجة الكيميائية للأكسجين (*COD*). وقد تحتوي المياه المستعملة كذلك على محتوى عال من المواد الصلبة العالقة والنيتروجين العضوي والزيوت والدهون، وقد تحتوي على بقايا مبيدات الآفات الناتجة عن عملية معالجة المواد الخام. وتتضمن الإجراءات الموصى بها لمنع المياه المستعملة الناتجة عن العمليات ما يلي:

- استخدام أساليب تكسير المستحلبات (على سبيل المثال التعويم بالهواء المذاب [*DAF*]) لفصل الزيوت ذات الحاجة الحيوية الكيميائية العالية للأكسجين وذات الحاجة الكيميائية العالية للأكسجين عن المياه المستعملة،
- إعادة تدوير نواتج التكثيف،
- استخدام شبك لتغطية المصارف في منطقة الإنتاج لمنع النفايات الصلبة والسوائل المركزة من الدخول إلى تيار المياه المستعملة،
- تحديد مواد كيميائية للتطهير لملاءمة عملية التنظيف التي يجري استخدامها في معدات المعالجة وفقاً لنوع المشكلة. وتستخدم المواد الكاوية (مثل الغسول [مادة قلوية قوية]) عادة للدهون المبلمرة، وتستخدم الأحماض لإنتاج أحماض الترسبات الجيرية،
- استعمال مواد التنظيف الكيميائية مع استخدام الجرعة الصحيحة والتطبيق الصحيح،
- تطبيق إجراءات التنظيف للمساعدة على خفض استهلاك المواد الكيميائية والمياه والطاقة أثناء إجراء عمليات التنظيف،
- المعالجة وتصريف محاليل التنظيف على نحو ملائم (على سبيل المثال عن طريق عملية انشطار المواد الصابونية) لفصل الزيوت والأحماض الدهنية عن مرحلة المياه ثم من خلال مصائد الدهون،
- وإن أمكن، القيام باستبدال حمض الفوسفوريك بحمض الستريك في عمليات إزالة الصمغ (وتقلل هذه العملية من الحمل الفوسفوري في المياه المستعملة كما تؤدي إلى حدوث خفض يسير في كميات الحمأة).

معالجة المياه المستعملة الناتجة عن العمليات

تشمل أساليب معالجة المياه المستعملة الناتجة عن العمليات الصناعية في هذا القطاع مصائد الشحوم أو الكاشطات أو أجهزة فصل الماء/ الزيت لغرض فصل المواد الصلبة العائمة؛ ومعادلة التدفق والحمل؛ والترسيب للتقليل من المواد العالقة باستخدام المصفيات؛ والمعالجة البيولوجية، والتي عادة ما تكون لاهوائية يتبعها معالجة هوائية، وذلك للتقليل من المواد العضوية المذابة (حاجة حيوية كيميائية للأكسجين)؛ والإزالة البيولوجية للمغذيات للتقليل من نسبة النيتروجين والفوسفور؛ واستعمال الكلورة في النفايات السائلة عندما تقتضي الحاجة إلى إجراء عملية تطهير؛ وإزالة الماء من البقايا والتخلص منها؛ وربما أمكن في بعض الحالات التسميد ببقايا عمليات معالجة المياه المستعملة أو استخدامها في الأراضي، هذا إذا كانت تلك البقايا ذات نوعية مقبولة. وقد تكون هناك حاجة لضوابط هندسية إضافية لاحتواء وإبطال مفعول الروائح المزعجة.

وتناقش **الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة** كيفية التعامل مع المياه المستعملة الناتجة عن العمليات الصناعية مع تقديم أمثلة لأساليب المعالجة. ويتعين على المرافق، من خلال استخدامها لهذه التكنولوجيات وأساليب

الممارسة الصحيحة المتعلقة بكيفية التعامل مع المياه المستعملة، أن تفي بالقيم الإرشادية المعنية بتصريف المياه المستعملة والمبينة بالجدول ذي الصلة بالقسم *2* من هذه الوثيقة الخاصة بهذا القطاع الصناعي.

المجاري الأخرى للمياه المستعملة واستهلاك المياه

تقدم **الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة** التوجيهات المعنية بكيفية التعامل مع المياه المستعملة غير الملوثة الناتجة عن العمليات التي تتم في المرافق الصناعية ومياه العواصف (الأمطار) غير الملوثة ومياه الصرف الصحي. ويجب توجيه مجاري المياه المستعملة الملوثة إلى نظام معالجة المياه المستعملة الناتجة عن العمليات الصناعية. وتتطلب مرافق الزيوت النباتية ضرورة توفير كميات كبيرة من المياه لإنتاج الزيت الخام (مياه التبريد) وعمليات المعادلة الكيميائية وعمليتي الغسيل وإزالة الروائح التاليتين. وتقدم **الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة** توصيات لخفض استهلاك المياه، لاسيما في الأماكن التي تكون فيها المصادر الطبيعية محدودة. وتتضمن التوصيات المرتبطة تحديداً بالقطاع، فيما يتعلق بخفض استهلاك المياه، ما يلي:

- استخدام أساليب تكسير المستحلبات (على سبيل المثال التعويم بالهواء المذاب (*DAF*)) لفصل الزيوت ذات الحاجة الحيوية الكيميائية العالية للأكسجين وذات الحاجة الكيميائية العالية للأكسجين من المياه المستعملة،
- الأخذ بعين الاعتبار، إن كان هذا الأمر مجدياً اقتصادياً، استخدام التكرير المادي بدلاً من التكرير الكيميائي لخفض استهلاك المياه،
- استعادة ناتج التكثيف من عمليات التسخين وإعادة استخدامه،
- استخدام استعادة الحرارة (على سبيل المثال الحرارة الناتجة عن عمليات إنتاج الزيت) لتسخين الزيت الوارد بواسطة الزيت الناتج. ويمكن استعادة ما يصل إلى *75* في المائة من حرارة الزيت بهذه الطريقة، مما يقلل من الطلب على المياه في نظام بخار الماء،
- إغلاق دائرة مياه التبريد وإعادة دوران مياه التبريد.

الانبعاثات الهوائية

المركبات العضوية المتطايرة

تمثل الجسيمات (الغبار) والمركبات العضوية المتطايرة الانبعاثات الرئيسية الصادرة عن عملية تصنيع الزيوت النباتية. وينتج الغبار من معالجة المواد الخام بما في ذلك عملية التنظيف والغربلة والسحق، في حين تعزى انبعاثات المركبات العضوية المتطايرة إلى استخدام المذيبات المستخلصة من الزيوت، الهكسان عادة.[3] وتصدر انبعاثات المذيبات عن مصادر متعددة في مصانع تصنيع الزيوت النباتية، بما في ذلك وحدة استرداد المذيبات ومبرد ومجفف المسحوق ومواضع التسريب الموجودة في الأنابيب وفتحات التهوية. وقد توجد أحجام صغيرة من المذيب في الزيت النباتي الخام إذا استخلص الزيت بواسطة مذيب، وسيتطاير خلال عملية تكرير الزيت، وبصورة خاصة أثناء إزالة الروائح. وهنالك انبعاثات الروائح الناتجة عن مصادر متعددة (على سبيل المثال المواقد وانشطار المواد الصابونية والتوليد الخوائي).

تتضمن أساليب التعامل المُوصى بها للحيلولة دون انبعاث المركبات العضوية والسيطرة عليه ما يلي:

- التحقق من الاستعادة الفعالة للمذيب بواسطة تقطير الزيت الناتج عن جهاز الاستخلاص،

[3] صُنّف الهكسان كملوث هوائي خطر في بعض البلدان.

- استعادة أبخرة المذيبات، إن أمكن، وبصورة أساسية من خلال استخدام جهاز إزالة المذيب بالتدفق المتعاكس الاتجاه – أي المحمصة في عملية استخلاص الزيوت النباتية،
- استخدام مسخن حراري ووحدة فصل بالثقل لمعالجة نواتج التكثيف ذات محتوى المذيبات العالي لخفض انبعاثات المذيبات وخفض خطر حدوث انفجار في البالوعات وأنابيب المجاري.
- تقدم **الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة** توصيات إضافية خاصة بمنع انبعاثات المركبات العضوية المتطايرة والسيطرة عليها.

تتضمن أساليب التعامل المُوصى بها للحيلولة دون انبعاث الغبار والروائح والسيطرة عليها ما يلي:

- التحقق من إجراء الصيانة الملائمة لمعدات التنظيف والغربلة والسحق، بما في ذلك أية أنظمة للتهوية وأنظمة التعامل مع الهواء لخفض انبعاثات الغبار المنفلت،
- تركيب حلزونات و/أو مرشحات قماشية أو مرسبات إلكتروستاتية على فتحات تهوية محددة، بما في ذلك مجففات المسحوق والمبردات وماكينات الطحن لإزالة انبعاثات الروائح،
- خفض انبعاثات الروائح (على سبيل المثال الناتجة عن انشطار المواد الصابونية والمواقد في عملية الاستخلاص والأنظمة الخوائية والأنظمة المضغوطة) بواسطة نظام غسل الأوزون أو النظام الكاوي أو النظام القلوي أو حرق الغاز في وحدة غلي أو في أنظمة حرق منفصلة.

غازات العادم

تعتبر مصانع تصنيع الزيوت النباتية من الوحدات المستهلكة لمقدار كبير من البخار والطاقة مما يفيد في استخدام غلايات مساعدة لتوليد الطاقة البخارية. وتتألف الانبعاثات المرتبطة بتشغيل مصادر الطاقة البخارية عادة من حرق المنتجات الثانوية مثل أكاسيد النيتروجين وأكاسيد الكبريت والجسيمات والمركبات العضوية المتطايرة وغازات الدفيئة (وتحديداً أول أكسيد الكربون وثاني أكسيد الكربون). وتتضمن إستراتيجيات التعامل الموصى بها اعتماد إستراتيجية موحدة تتضمن تقليل الحاجة للطاقة واستخدام وقود المنظفات وتطبيق ضوابط الانبعاثات عند الحاجة. وتناقش **الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة** التوصيات المتعلقة بكفاءة استخدام الطاقة.

وتتيح **الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة** مبادئ توجيهية حول كيفية التعامل مع الانبعاثات الناتجة عن مصادر الاحتراق الصغيرة التي لها قدرة حرارية تصل حتى *50* ميغاواط، بما في ذلك الإرشادات الخاصة بانبعاث العادم. أما الإرشادات التي تسري على مصادر الاحتراق الأكبر من *50* ميغاواط حراري فتتناولها الإرشادات بشأن البيئة والصحة والسلامة من أجل الطاقة الحرارية.

استهلاك الطاقة وكيفية التعامل معها

تستخدم مرافق الزيوت النباتية الطاقة لتسخين المياه وإنتاج البخار للتطبيقات العملية (وبصورة خاصة لعملية انشطار المواد الصابونية وإزالة الروائح) وعمليات التنظيف. وتتضمن أنظمة استهلاك الطاقة الشائعة الأخرى أنظمة التبريد والهواء المضغوط. ويتم عرض التوصيات التفصيلية للمحافظة على الطاقة في **الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة**.

المواد الخطرة

تتضمن عملية تصنيع الزيوت النباتية عمليات النقل والتخزين واستخدام كميات كبيرة من الأحماض والقلويات والمذيبات والهيدروجين أثناء عملية الاستخلاص والتكرير. وقد ينتج عن عمليات النقل والتخزين والمناولة فرص لحدوث حالات انسكاب أو أنواع الإطلاق الأخرى والتي لها تأثيرات محتملة سلبية على التربة وموارد المياه. كما أن إمكانية اشتعالها والخصائص الخطرة الأخرى المحتملة تشكل مخاطر نشوب حريق أو حدوث انفجار. ويجب التعامل مع المواد الخطرة وفقاً للإرشادات الواردة في **الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة**.

1.2 الصحة والسلامة المهنية

تعتبر آثار الصحة والسلامة المهنية أثناء إنشاء وإيقاف تشغيل مصانع تصنيع الزيوت النباتية أمرا شائعا بالنسبة لأغلب المرافق الصناعية الكبيرة، وقد تناولت **الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة** طرق منعها والسيطرة عليها.

تتضمن قضايا السلامة والصحة المهنية أثناء مرحلة التشغيل ما يلي:

- المخاطر الكيماوية
- المخاطر البدنية
- الضوضاء

المخاطر الكيماوية

قد تمثل أنشطة تصنيع الزيوت النباتية خطراً من جراء التعرض للمواد الكيميائية الخطرة عن طريق الاستنشاق أو طرق التعرض الأخرى، وكذلك خطر حدوث انفجارات ناتجة عن تطاير المذيبات المذابة في الزيت (على سبيل المثال الهكسان) ونشوب حريق ناتج عن تراب التقصير المستهلك الذي يحتوي على زيت به نسبة عالية من اليود ودرجة الحرارة المحيطة العالية والتدوير العالي - تيار الهواء.

ويمكن أن يتعرض المشغلون العاملون في مرافق الزيوت النباتية لمواد خطرة، بما في ذلك استنشاق الهكسان أو المذيبات الأخرى المستخدمة للاستخلاص أو استنشاق المواد الكيميائية السامة (على سبيل المثال يمكن أن تتسبب ميثيلات الصوديوم في حدوث حروق في الجلد وفي أنسجة الرئة عند استنشاقها) فضلا عن تعرض العين أو الجلد للأحماض أو القواعد أو استنشاق الغبار الناتج عن عملية نقل المواد الخام (على سبيل المثال البذور والبازلاء لمصنع السحق) أو استنشاق الغبار الناتج عن معالجة المسحوق والشحن أو استنشاق الغبار الناتج عن تراب التقصير ومساعد الترشيح ومحفز النيكل أو استنشاق الافلاتوكسينات الموجودة في المواد الخام. وتتوفر التوجيهات المعنية بالتعامل مع المخاطر الكيميائية في أماكن العمل في **الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة**.

وتتضمن التوصيات الإضافية المتعلقة بالصناعة ما يلي:

- تدريب العاملين على التعامل مع المواد الكيميائية (على سبيل المثال تقديم التفسير الصحيح لصحائف بيانات سلامة المواد وبطاقات سلامة المواد الكيميائية الدولية وإجراءات الإسعافات الأولية). ويجب تدريب العمال المؤقتين والموسميين بصورة كاملة قبل تعاملهم مع المواد الكيميائية،
- إمداد العاملين بملابس ومعدات الوقاية الشخصية الضرورية، عند إقرار ذلك كجزء من تحليل السلامة الوظيفية ومعلومات بيانات السلامة،
- التحقق في أماكن استخلاص الزيت من وجود دورة هواء ملائمة لتقليل تركيز المذيبات،

- توفير التهوية، وخاصة في محطات العمل المرتبطة بمعالجة المواد الخام وطحنها والتعامل مع تراب التقصير واستخدام المذيبات،
- المحافظة على تركيز الهواء للمركبات العضوية المتطايرة بمستوى أقل من *10* في المائة من حد الانفجار الأدنى. وفيما يتعلق بالهكسان، فإن حد الانفجار الأدنى هو *1.1* في المائة (حجماً لكل حجم) وحد الانفجار الأعلى هو *7.5* في المائة (حجماً لكل حجم)،
- التحقق من إجراء تقطير ملائم للزيت بعد الاستخلاص للوفاء بالإزالة الفعالة للمذيبات،
- منع حالات تسرب وانسكاب الزيوت في مصنع الاستخلاص،
- التحكم بدرجة حرارة نقطة الوميض للزيوت المستخرجة الواردة واستخدام التحكم في درجة الحرارة في كافة المرافق التي تتلقى الزيوت المستخرجة بالمذيبات،
- القيام بأعمال الصيانة الوقائية (على سبيل المثال عمليات الفحص الدورية) لتقليل خطر التعرض لحروق ناجمة عن الأنابيب التي تحمل البخار وكل الأسطح الساخنة،
- استخدام المياه الساخنة بخلاف المذيبات لتيسير عملية التنظيف، حيثما كان ذلك ملائماً من الناحية العملية.

المخاطر البدنية

تشبه المخاطر البدنية الموجودة في مرافق تصنيع الزيوت النباتية تلك الموجودة في قطاعات الصناعات الأخرى وتتضمن احتمال التعرض للسقوط بسبب الأراضي والسلالم الزلقة وحالات التصادم المحتملة عند النقل الداخلي مثل الشاحنات والتلامس العرضي مع أنظمة النقل مثل تلك المستخدمة في مصانع السحق ولإزالة التراب المستهلك. وتورد **الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة** التوجيهات المعنية بالوقاية من المخاطر البدنية والسيطرة عليها.

الضوضاء

يتعرض المشغلون كذلك في مصانع الزيوت النباتية للضوضاء الناجمة عن النقل الداخلي وأنظمة النقل والغلايات والمضخات والمراوح والأبخرة المختلفة وحالات التسريب الهوائي. وتقدم **الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة** توجيهات خاصة بالوقاية من آثار الضوضاء والسيطرة عليها.

1.3 صحة المجتمعات المحلية وسلامتها

تناقش **الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة** التأثيرات على صحة المجتمع المحلي وسلامته خلال مرحلة تشغيل عملية تصنيع الزيوت النباتية، والتي تعتبر شائعة في معظم القطاعات الصناعية، بما في ذلك التأثيرات المتعلقة بسلامة المرور أثناء نقل المواد الخام والمنتجات النهائية. وقد تتضمن القضايا المرتبطة تحديداً بالصناعة والتي يمكن أن تؤثر على المجتمع المحلي أو العامة، احتمالات وجود مسببات الأمراض والملوثات في الزيت المعالج (على سبيل المثال بقايا مبيدات الآفات).

يمكن أن يؤدي استرجاع منتج ـ نتيجة تلوثه أو ظهور منتجات مغشوشة في الأعمال التجارية التي تعزى إلى شركة بعينها ـ إلى إلحاق الضرر بعمل تجاري قادر على البقاء والاستمرار. وإذا ما استطاعت الشركات تتبع منتجاتها بناء على أرقام محددة لدفعات الإنتاج (ما يعرف بالتشغيلة)، فعندئذ تصبح عملية السحب من السوق مسألة لاسترداد جميع المنتجات التي تحمل تلك الأرقام.

فالشركة التي لديها برنامج قوي لسلامة المنتجات تستطيع أن تحمي نفسها من غش المنتج أو تلوثه ومن تداعيات سحب المنتجات. ومن هذا المنطلق، يجب أن تتم عملية تصنيع الزيوت النباتية طبقاً للمعايير الدولية المعترف بها لسلامة

الأغذية والمتسقة مع مبادئ نظام تحليل مخاطر نقاط التحكم الحرجة (*HACCP*) [4] ومسودة السلامة الغذائية (ما يطلق عليه أحياناً دستور أو مدونة الأغذية) الخاصة بمنظمة الأغذية والزراعة العالمية/منظمة الصحة العالمية. وتشمل مبادئ سلامة المنتجات الموصى بها ما يلي:

- تيسير تتبع المنتج للسحب السهل للمنتج من الأسواق،
- التطبيق الكامل لجميع شروط نظام نقاط التحكم الحرجة وتحليل المخاطر، بما في ذلك ما يلي:
  - ممارسات الإدارة الجيدة
  - التحكم في استعمال المواد الكيماوية
  - آلية فحص شكاوى العملاء

2.0 مؤشرات الأداء ورصده

2.1 البيئة

إرشادات بشأن الانبعاثات والنفايات السائلة

يقدم الجدولان 1 و 2 إرشادات بشأن الانبعاثات والنفايات السائلة لهذا القطاع. وتشرح القيم الإرشادية الخاصة بالانبعاثات والنفايات السائلة الناتجة عن العمليات في هذا القطاع بوضوح الممارسة الصناعية الدولية الجيدة كما هي واردة في المعايير ذات الصلة للبلدان التي لديها أطر تنظيمية معترف بها.

الجدول 1- مستويات النفايات السائلة في تصنيع الزيوت النباتية

الملوثات	الوحدة	القيمة الإرشادية
الأس الهيدروجيني	الأس الهيدروجيني	***6 – 9***
حاجة حيوية كيميائية للأكسجين[5]	ملليغرام/ لتر	***50***
الحاجة الكيميائية للأكسجين	ملليغرام/ لتر	***250***
نتروجين كلي	ملليغرام/ لتر	***10***
فوسفور كلي	ملليغرام/ لتر	***2***
زيوت وشحوم	ملليغرام/ لتر	***10***
إجمالي المواد الصلبة العالقة	ملليغرام/ لتر	***50***
زيادة درجة الحرارة	°C	***<3***[ب]
إجمالي البكتريا القولونية (جراثيم سلبية الغرام)	الرقم الأكثر احتمالاً [أ] / ***100*** ملليلتر	***400***
المكونات الفعالة / المضادات الحيوية	يتم التحديد على أساس الحالة المحددة	

ملاحظات:
[أ] ***MPN*** = الرقم الأكثر احتمالاً
[ب] عند حافة منطقة مزج مثبتة علمياً تأخذ في الاعتبار نوعية المياه المحيطة واستخدام المياه المستقبلة والمستقبلات المحتملة والقدرة التمثيلية

كما يمكن تطبيق هذه الإرشادات في ظروف التشغيل العادية داخل المرافق المصممة والمشغلة على نحو ملائم من خلال تطبيق أساليب منع التلوث والسيطرة عليه، والتي تم تناولها بالمناقشة في الأقسام السابقة من هذه الوثيقة. وينبغي تطبيق هذه المستويات بدون تخفيف، فيما لا يقل عن *95* في المائة من وقت تشغيل المصنع أو الوحدة، بعد حسابها كنسبة من ساعات التشغيل السنوية. ويجب تبرير عدم تطبيق هذه المستويات بالنسبة لأوضاع مشروع محلي محدد في التقييم البيئي. وتنطبق الإرشادات بشأن النفايات السائلة على عمليات التصريف المباشر للنفايات السائلة المعالجة في المياه السطحية من أجل الاستخدام العام. ويمكن تحديد مستويات التصريف الخاصة بالموقع بناء على مدى التوافر وظروف استخدام الأنظمة العامة لتجميع ومعالجة مياه الصرف الصحي أو، إذا كان تصريفها يتم مباشرة على المياه السطحية، فإنه يتم عندئذ تحديد المستويات بناء على نظام تصنيف استخدام المياه المستقبلة كما هو موضح في **الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة**.

تنطبق الإرشادات المعنية بانبعاث الملوثات على الانبعاثات الناتجة عن العمليات. وتقدم **الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة** توجيهات خاصة بانبعاث الملوثات من

[4] ISO (2005).

مصادر الاحتراق المرتبطة بأنشطة توليد الطاقة البخارية والكهربائية من مصادر لها قدرة تساوي أو تقل عن 50 ميغاواط حراري؛ أما انبعاثات مصادر الطاقة الأكبر فتعالجها الإرشادات بشأن البيئة والصحة والسلامة من أجل الطاقة الحرارية. كما تقدم **الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة** الإرشادات المعنية باعتبارات البيئة المحيطة استناداً إلى إجمالي حمل الانبعاثات.

الجدول 2- مستويات الانبعاثات الهوائية في عملية تصنيع الزيوت النباتية.

الملوثات	الوحدة	القيمة الإرشادية
الغبار	ملليغرام/م^3 عادي	***10*** (غبار جاف) ***40*** (غبار رطب)
هكسان/المركبات العضوية المتطايرة	ملليغرام/م^3 عادي	***100***

ملاحظة:
يمكن تحقيق مستوى الغبار الذي يقدر بـ ***10*** ملليغرام/متر مكعب عادي من خلال استخدام حلزونات أو مرشحات ذات أكياس على فتحات التهوية، على سبيل المثال من مجففات المسحوق والمبردات وماكينات الطحن. ويمكن تحقيق مستوى الغبار الذي يقدر بـ ***40*** ملليغرام/متر مكعب عادي من خلال استخدام حلزونات و/أو حلزونات متعددة. الهكسان: يمكن الوصول إلى قيمة تقدر بـ ***100*** ملليغرام/م^3 عادي من خلال أساليب التخفيف الأكثر توفراً، مثل الاستعادة بالتقطير لكل العوادم الناتجة عن عملية الاستخلاص.

استخدام الموارد والنفايات

يقدم الجدولان 3 و4 معلومات حول استخدام الموارد وإنتاج النفايات في قطاع تصنيع الزيوت النباتية، والتي يمكن اعتبارها مؤشرات لكفاءة هذا القطاع كما يمكن استخدامها لرصد التغيرات في الأداء بمرور الوقت. ومن الملاحظ أن حجم المياه المستعملة الناتجة يعتمد إلى حد بعيد على المواد الخام المعالجة والأسلوب المتبع. وبالنسبة لإنتاج الزيت المعتمد على ثمار النخيل، يمكن تقييد أحجام المياه المستعملة من 3- 5 م/طن من خام التغذية.[5]

جدول 3 – استهلاك الموارد والطاقة.

المدخلات حسب وحدة المنتج	الوحدة	المعيار الإرشادي
المياه[أ]		
إنتاج الزيت الخام	م^3/طن مواد خام	***14–0.2***
المعادلة الكيميائية	م^3/طن منتج	***1.5–1***
إزالة الروائح	م^3/طن منتج	***30–10***
التقسية	م^3/طن منتج	***7–2.2***
استخدام الطاقة في إزالة الروائح[ب*]		**البخار**
مستمر	كيلوجول/ كيلوغرام خام التغذية	*95*
شبه مستمر		*220*
جماعي		*440*
لكل إزالة لـ *1%* من *FFA*[ج]		*3.5*

ملاحظات: [أ] المفوضية الأوروبية (*2005*)، [ب] هوي (*1996*)، [ج] *FFA*: الحمض الخالي من الدهون.

الجدول *4* - مثال إزالة الروائح شبه المستمرة

المؤشر	الوحدة	معيار الصناعة الإرشادي
بخار ذو حرارة كامنة	كيلوجول/غرام	***2000***
كمية خام التغذية	كيلوغرام	***1000***
إزالة الأحماض الخالية من الدهون	كيلوغرام (بخار)	***0.35***
الإنصال بالبخار	كيلوغرام (بخار)	***5***
بخار دافع	كيلوغرام (بخار)	***35***
الإجمالي	كيلوغرام (بخار)	***65***
الحرارة	كيلوغرام (بخار)	***24.2***
الكهرباء	كيلو واط ساعة	***5***

ملاحظة: إزالة الروائح شبه المستمرة وأحماض خالية من الدهون بنسبة ***0.2%*** وإنصال بالبخار بنسبة ***0.5%*** ومتوسط استهلاك الكهرباء، ***FFA***، الأحماض الخالية من الدهون.
المصدر: *Hui* (*1996*).

2.2 الصحة والسلامة المهنية

إرشادات الصحة والسلامة المهنية

يجب تقييم أداء الصحة والسلامة المهنية بالمقارنة مع إرشادات التعرض المنشورة دولياً، والتي تشمل على سبيل المثال، قيمة الحد الأقصى المقبول للتعرض (*TLV*®) وإرشادات التعرض المهني ومؤشرات التعرض البيولوجي (*BEIs*®) المنشورة

[5] المفوضية الأوروبية (2005) والبنك الدولي (1998).

من قبل المؤتمر الأمريكي لخبراء الصحة المهنية الحكوميين (*ACGIH*)[6]، ودليل الجيب للمخاطر الكيميائية المنشورة من قبل المعهد الوطني الأمريكي للصحة والسلامة المهنية (*NIOSH*)[7]، وحدود التعرض المسموح بها (*PELs*) المنشورة من قبل الإدارة الأمريكية للصحة والسلامة المهنية (*OSHA*)[8]، والقيم الإرشادية لحدود التعرض المهني المنشورة من قبل الدول الأعضاء في الاتحاد الأوروبي[9]، أو ما يشابهها من مصادر.

معدلات الحوادث والوفيات

يجب على إدارات المشاريع أن تحاول خفض عدد الحوادث التي تقع بين عمال المشروع (سواءً المعينين مباشرة أو المتعاقدين من الباطن) إلى أن يصل إلى مستوى الصفر، لاسيما الحوادث التي يمكن أن تؤدي إلى فقدان وقت العمل أو إلى مستويات مختلفة من الإعاقة أو حتى إلى حدوث وفيات. ويمكن مقارنة معدلات المنشأة بأداء المنشآت الأخرى في هذا القطاع بالبلدان المتقدمة من خلال استشارة المصادر المنشورة (على سبيل المثال: مكتب الولايات المتحدة لإحصائيات العمل وإدارة الصحة والسلامة بالمملكة المتحدة)[10].

رصد الصحة والسلامة المهنية

يجب رصد بيئة العمل بحثاً عن الأخطار المهنية ذات الصلة بالمشروع المحدد. وينبغي تصميم الرصد والقيام به على أيدي متخصصين معتمدين[11] كجزء من برنامج رصد الصحة والسلامة المهنية. كما يجب أن تقوم المنشآت بالاحتفاظ بسجل للحوادث والأمراض والأحداث الخطرة المهنية والحوادث الأخرى. وتتوفر إرشادات إضافية عن برامج رصد الصحة والسلامة المهنية في **الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة**.

[6] متاح على الموقعين التاليين:
http://www.acgih.org/TLV/
/http://www.acgih.org/store
[7] متاح على الموقع التالي:
/http://www.cdc.gov/niosh/npg
[8] متاح على الموقع التالي:
http://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show_document?p_table=STANDARDS&p_id=9992
[9] متاح على الموقع التالي:
/http://europe.osha.eu.int/good_practice/risks/ds/oel
[10] متاح على الموقعين التاليين:
http://www.bls.gov/iif/
http://www.hse.gov.uk/statistics/index.htm

[11] يمكن أن يكون من بين المهنيين المعتمدين خبراء الصحة الصناعية المعتمدون، أو الخبراء المسجلون المعنيون بممارسة المهن، أو المهنيون المعتمدون المعنيون بالسلامة، أو الأفراد المماثلون.

3.0 ثبت المراجع والمصادر الإضافية

American Oil Chemists' Society. An Important Source for Industrialists on Oil Processing Technologies. Available at http://www.aocs.org

BLS (US Bureau of Labor Statistics). 2004a. Industry Injury and Illness Data — 2004. Supplemental News Release Tables. Table SNR05: Incident Rate and Number of Nonfatal Occupational Injuries by Industry. BLS. Available at http://www.bls.gov/iif/oshwc/osh/os/ostb1479.pdf

BLS (US Bureau of Labor Statistics). 2004b. Census of Fatal Occupational Injuries Charts, 1992–2004. Number and Rate of Fatal Occupational Injuries by Private Industry Sector. BLS. Available at http://www.bls.gov/iif/oshwc/cfoi/cfch0003.pdf

Danish Working Environment Authority. Threshold Limit Values for Substances and Materials. Copenhagen, Denmark: Danish Working Environment Authority. Available at http://www.at.dk/graphics/at/pdf/at-vejledninger/gv-liste-april-2005.pdf

Danish Working Environment Authority. 1993. Limits for Noise at the Work Place. Copenhagen, Denmark: Danish Working Environment Authority. Available at http://www.at.dk/sw10715.asp [In Danish only]

EBRD (European Bank for Reconstruction and Development). Sub-sectoral Environmental Guidelines: Edible Oils, Soap and Candle Manufacture. In Sub-sectoral Environmental Guidelines: Food and beverage. EBRD. Available at http://www.ebrd.org/about/policies/enviro/sectoral/index.htm or http://www.ebrd.org/about/policies/enviro/sectoral/food.pdf

EC (European Commission). 1999. Council Directive 1999/13/EC of 11 March 1999 on the Limitation of Emissions of Volatile Organic Compounds Due to the Use of Organic Solvents in Certain Activities and Installations. Consleg 1999L0013 – 30/04/2004. EC. Available at http://europa.eu.int/eur-lex/en/consleg/pdf/1999/en_1999L0013_do_001.pdf

EC (European Commission). 2005. Integrated Pollution Prevention and Control, Draft Reference Document on Best Available Techniques in the Food, Drink and Milk Industries. BREF Finalized. January 2006. EC. Available at http://eippcb.jrc.es/pages/FActivities.htm

EC (European Commission). 2006. Integrated Pollution Prevention and Control, Reference Document on Best Available Techniques in the Food, Drink and Milk Industries. January 2006. EC. Available at http://eippcb.jrc.es/pages/FActivities.htm

EC (European Communities). 1996. Council Directive 96/61/EC of 24 September 1996 Concerning Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC). Available at http://europa.eu.int/comm/environment/ippc/index.htm Consolidated: http://europa.eu.int/eur-lex/en/consleg/pdf/1996/en_1996L0061_do_001.pdf

FAO and WHO (Food and Agriculture Organization and World health Organization). 1962–2005. Codex Alimentarius. Geneva: FAO and WHO. Available at http://www.codexalimentarius.net

HSC (Health and Safety Commission). 2005a. Health and Safety Statistics 2004/05. London: National Statistics. Available at http://www.hse.gov.uk/statistics/overall/hssh0405.pdf

HSC (Health and Safety Commission) 2005b. Rates of Reported Fatal Injury to Workers, Non-Fatal Injuries to Employees and LFS Rates of Reportable Injury to Workers in Manufacturing. London: National Statistics. Available at http://www.hse.gov.uk/statistics/industry/manufacturing-ld1.htm#notes

Hui, Y. H. 1996. Bailey's Industrial Oil and Fat product, 5th ed., vol. 4. John Wiley & Sons.

India EPA. 1998. Liquid Effluent Standards — Category: 25. Edible Oil and Vanaspati Industry. EPA Notification S.O. 64(E), 18 January 1998. India EPA. Available at http://www.cpcb.nic.in/standard25.htm or http://www.cpcb.nic.in/standard_welcome.htm

Irish EPA (Environmental Protection Agency). 1996. BATNEEC Guidance Note, Class 7.1, Manufacture of Vegetable and Animal Oils And Fats (Draft 3). Ireland: EPA. Available at http://www.epa.ie/Licensing/IPPCLicensing/BATNEECGuidanceNotes/FileUpload,556,en.DOC

ISO (International Organization for Standardization). 2005. ISO 20000 — 2005: Food Safety Management Systems. Requirements for Any Organization in the Food Chain. ISO. Available at http://www.iso.org/iso/en/CatalogueDetailPage.CatalogueDetail?CSNUMBER=35466&ICS1=67&ICS2=20&ICS3

Mexico. 1997. Norma Oficial Mexicana NOM-001-ECOL-1996, Que Establece los Limites Maximos Permisibles de Contaminantes en las Descargas Residuales en Aguas y Bienes Nacionales. Publicada en Diario Oficial de la Federación de Fecha 6 de Enero de 1997. [Mexican official norm -001- ECOL-1996]. Available at http://www.rolac.unep.mx/deramb/compendio_legislacion/LegislacionNacionalMexicana/Normas/Areas/NormasSEMARNAT/LIMITES%20MAXIMOS%20PERMISIBLES%20DE%20CONTAMINANTES%20EN%20LAS%20DESCARGA.pdf

MOEA (Minnesota Office of Environmental Assistance). Vegetable Oil Processing Including SICs: Soybean Oil Mills, 2075 Vegetable Oil Mills, Except Corn, Cottonseed, and Soybean 2076. Shortening, Table Oils, Margarine, And Other Edible Fats And Oils, 2079. MOEA. Available at http://www.moea.state.mn.us/publications/SIC2079.pdf

Thailand MOSTE (Ministry of Science, Technology and Environment).1996. Industrial Effluent Standard. Source: Notification No. 3, B.E.2539 (1996). MOSTE. Available at http://www.pcd.go.th/info_serv/en_reg_std_water04.html#s1

US EPA (Environmental Protection Agency), Air Quality Standards and Strategies Division: Vegetable Oil Production: Industry Profile. Preliminary Final Report, February 1998. Prepared by Research Triangle Institute. Available at http://www.epa.gov/ttn/ecas/regdata/IPs/Vegetable%20Oil_IP.pdf

US EPA (Environmental Protection Agency). 1995. AP 42, 5th ed., vol. I. ch. 9: Food and Agricultural Industries 9.11.1 Vegetable Oil Processing. Washington, DC: EPA. Available at http://www.epa.gov/ttn/chief/ap42/ch09/final/c9s11-1.pdf

US EPA (Environmental Protection Agency). 2001. National Emission Standards for Hazardous Air Pollutants: Solvent Extraction for Vegetable Oil Production. Federal Register April 12, 2001. Washington, DC: EPA. Available at http://www.epa.gov/EPA-AIR/2001/April/Day-12/a8801.htm

Water Environment Federation. 2005. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 21st ed. American Public Health Association, American Water Works Association, and Water Environment Federation. Available at www.standardmethods.org

الملحق أ: وصف عام لأنشطة الصناعة

يتم استخلاص وتصنيع الزيوت النباتية وإنتاج الزيوت والدهون من المصادر النباتية. تُستخدم الزيوت والدهون النباتية بصورة أساسية للاستهلاك الآدمي، ولكنه يمكن استخدامها كذلك في علف الحيوانات وللأغراض الطبية ولتطبيقات تقنية معينة. ويتم إنتاج زيت النخيل الخام في الدول النامية بصورة نمطية في مصانع زيت النخيل الخام المرتبطة بالمزارع. وبعد ذلك، يتم نقل زيت النخيل الخام إلى منشآت التكرير في كافة أرجاء العالم. ويتم تصنيع جزء كبير من زيت النخيل الخام محلياً وتصديره كزيت مكرر ومقصَّر وخال من الرائحة.

يوضح الشكل أ-*1* مخططاً مبسطاً لإنتاج الزيوت النباتية. وتتمثل الخطوات الأساسية في عملية تصنيع الزيوت النباتية في الاستخلاص والتكرير والتعديلات الأخرى وإزالة الروائح الكريهة.

الاستخلاص

يُستخلص الزيت من البازلاء والحبوب والبذور والجوز والثمار، حيث يتم استلام المواد الخام في المرفق وتخزينها قبل البدء في عملية التصنيع الأولي. ويعتمد نوع التخزين على المادة الخام (على سبيل المثال يُخزن فول الصويا في روافع الحبوب). ويتم إعداد المواد الخام باستخدام مجموعة متنوعة من العمليات، بما في ذلك التنظيف والتجفيف والسحق والتكييف والكبس. ويتم معالجة البازلاء بتحويلها إلى رقائق حتى تظهر الخلايا الزيتية، مما يسهل استخلاص الزيت، ويتم كبس الثمار لاستخلاص الزيت. وتشتمل قضايا البيئة والصحة والسلامة المتعلقة بإعداد المواد الأولية على انبعاثات الجسيمات (على سبيل المثال الانبعاثات الناتجة عن عملية التنظيف والتجفيف) والنفايات الصلبة (على سبيل المثال سباطات الثمار الفارغة) الناتجة عن عمليات الدرس وكذلك الأغصان والجذوع والقرون والرمال والأوساخ.

ويمكن القيام باستخلاص الزيت آليا(على سبيل المثال عن طريق غلي الثمار وكبس البذور والجوز) أو بالتزامن مع استخدام المذيبات. ويستخدم الهكسان أثناء الاستخلاص بالمذيبات لغسل المواد الخام المعالجة، وبصورة تقليدية في جهاز استخلاص متعاكس الاتجاه. وتكون عملية الاستخلاص متبوعة عادة بعملية القشد (الزيوت المغلية) أو الترشيح (الدهون المكبوسة) وفصل الزيت الخام عن خليط الزيوت-المذيبات (المزيلات). ويتم إزالة الهكسان من الزيت عن طريق التقطير ومن الرقائق عن طريق أبخرة البخار في جهاز إزالة المذيبات، واسترداده لإعادة الاستخدام بعد التكثيف والفصل عن المياه. وتستخدم عمليات الاسترداد الخاصة بالرقائق المعدّة للاستهلاك الحيواني بصورة نمطية التقطير التقليدي لإزالة الهكسان في جهاز إزالة المذيب - محمصة. ويتم بعد ذلك طحن الرقائق الخالية من المذيب للاستخدام كمسحوق (على سبيل المثال مسحوق فول الصويا). وتُستخدم العملية الخاصة بالرقائق المُعدّة للاستهلاك الآدمي تقطيراً خاصاً أو بالتقطير "الومضي"، والذي يُستخدم فيه الهكسان (بعد تسخينه بشدة) في نظام تفريغ بالهواء ثم يتبع ذلك استخدام الإنصال بالبخار. ويزيل التقطير الومضي بقايا أكثر للهكسان من الرقائق، ولكن هذه العملية تستهلك طاقة أكبر وتتولد عنها انبعاثات أكثر من العملية التقليدية.[12]

[12] MOEA.

مثال استخلاص زيت النخيل[13]

يتم معالجة ثمار النخيل لإنتاج زيت ثمار النخيل الخام وزيت نوى النخيل الخام. وتنمو الثمار في مجموعات على ساق مركزية متشعبة تشبه إلى حد ما كروم العنب وتتألف من لب زيتي محاط بقشرة خارجية قوية تحتوي على البذور (أو النوى) في اللب. ويُستخرج زيت ثمار النخيل من اللب، ويُستخرج زيت نوى النخيل من البذور. ويتم تحميل السباطات، أثناء الحصاد، في سيارات النقل أو في عربات السكك الحديدية وتؤخذ إلى المرفق الخاص بالاستخلاص. ويتم دحرجة العربات المعقمّة في غرف أسطوانية معقمة ويتم إدخال البخار في الغرفة. وتعقم الحرارة الثمار لمنع النشاط البكتيري أو الأنزيمي من مهاجمة الزيت. وتتوقف مدة البقاء في غرفة التعقيم على حجم ودرجة نضج الثمار.

وبعد الفراغ من التعقيم، يتم إزالة الثمار من الأبخرة في معدات الدرس ثم تُغسل قبل نقلها إلى مكبس لولبي مزدوج لاستخراج زيت ثمار النخيل. وإن أمكن، يجب إعادة سباطات الثمار الفارغة إلى المزارع، حيث يتم بسطها على الأرض جنباً إلى جنب مع قصاصات الأشجار حتى تتحلل بيولوجياً. ويتم تنقية زيت النخيل المستخلص في مصفاة مستمرة أو خزان ترسيب لإزالة المياه والمواد الصلبة. ويتكون القرص الناتج عن المكبس اللولبي من المواد الصلبة الرطبة باللب والنوى (أو البذور) والقشرة الخارجية للثمار. ويتم فصل النوى عن الألياف والبقايا الخلوية ويتم ملائمتها عن طريق خفض مستوى الرطوبة بها كي ينكمش اللب قليلاً عن القشرة. وبعد ذلك يتم كسر النوى وفصل اللب عن القشور سواء عن طريق خلطهما في ردغة مائية من الصلصال أو الملح حتى يطفو النوى وتغوص القشور، أو خلطهما مع الماء وتمرير الخليط عبر فرازة سوائل (حيث تخرج القشور الأثقل من الجزء السفلي ويطفو اللب الأخف إلى الجزء العلوي). ويتم تجفيف اللب بعد ذلك وإرساله للتخزين قبل كبسه في المكابس اللولبية لإنتاج زيت نوى النخيل.

التكرير

يُكرَّر الزيت الخام لإزالة الشوائب غير المرغوب فيها مثل الصمغ والأحماض الخالية من الدهون وآثار المعادن والمكونات الملونة والمكونات المتطايرة. ويتم إزالة الأحماض الخالية من الدهون أثناء عملية التكرير حتى مستوى أقل من *0.1* في المائة في الزيت المكرر سواء عن طريق التكرير الكيميائي أو المادي. وعند الضرورة، يجب إعطاء الأفضلية للتكرير المادي بخلاف التكرير الكيميائي للزيت الخام حيث ينطوي تراب التقصير المستخدم في هذه العملية على تأثير بيئي منخفض. وعلى النقيض من ذلك، ينتج عن التكرير الكيميائي نوعية منتج أفضل فيما يخص انخفاض مستويات الأحماض الخالية من الدهون وعمر التخزين الأطول وعملية تصنيع أكثر موثوقية.[14]

وقد تجري عملية إزالة للصمغ من الزيت الخام قبل حدوث التكرير. وتعد عملية إزالة الصمغ خطوة أساسية لعملية التكرير المادي حيث يجب أن يحتوي الزيت الداخل في عملية إزالة الروائح النهائية على محتوى منخفض من الفُسْفَاتِيد. كما تستخدم عملية إزالة الصمغ مع التكرير الكيميائي. وقد تكون طرق إزالة الصمغ طرقاً حمضية أو إنزيمية. ويتم في عملية إزالة الصمغ الحمضية إضافة الحمض الفوسفوري لإزالة الفسفاتيد والفسفورليبيد واللسيتين. ويحتوى الزيت المزال الصمغ منه على فسفور أقل من *30* جزء في المليون. وقد يُستخدم حمض الستريك بدلاً من حمض الفوسفوريك، والذي ينطوي على العديد من المزايا، بما في ذلك حمل فوسفوري أقل

[13] هوي (1996).

[14] المفوضية الأوروبية (2006).

في المياه المستعملة واختزال جزئي في كمية الحمأة. وتُستخدم عملية إزالة الصمغ الإنزيمية التحليل المائي الإنزيمي للفسفاتيد. ومن المنافع البيئية لهذه الطريقة الاستهلاك المنخفض للحمض الفوسفوري والكبريتي وكذلك الصودا الكاوية والماء والطاقة.

التكرير الكيميائي

يتضمن التكرير الكيميائي التقليدي عملية إزالة الصمغ لإزالة الفسفوروليبيد والمعادلة لإزالة الأحماض الخالية من الدهون والتقصير لإزالة الألوان والروائح. ويتم إضافة المياه أثناء عملية إزالة الصمغ لهيدرة أي صمغ موجود، ثم يتم بعد ذلك معالجة الخليط بالطرد المركزي للفصل. ويتم إزالة الصمغ غير القابل للهيدرة باستخدام الحمض الفوسفوري أو حمض الستريك قبل إضافة المياه ويحدث الفصل في جهاز طرد مركزي.

ويتم إضافة الصودا الكاوية أثناء عملية إزالة الصمغ للزيت، والذي تم تسخينه مسبقاً بدرجة حرارة بين 75^{o}مئوية و110^{o}مئوية لإحداث تصبّن للأحماض الخالية من الدهون. وينتج عن هذه العملية ناتجان رئيسيان وهما الزيت شبه المكرر ومواد صناعة الصابون. ويتم إزالة مواد صناعة الصابون عن طريق الهطول وبعد ذلك عن طريق الترسيب أو الطرد المركزي، كما يمكن معالجتها في زيوت حمضية عن طريق التجزئة. ويتم تسخين مواد صناعة الصابون بدرجة حرارة بين 70^{o}مئوية و100^{o}مئوية والتفاعل مع حمض الكبريتيك لإعادة تكوين الأحماض الدهنية. ويمكن بيع المنتجات الثانوية الناتجة لقطاع الدهانات ومستحضرات التجميل وكذلك لصناعة أعلاف الحيوانات. ويتم تقصير الزيت المعدّل لإزالة المواد الملونة والمكونات القليلة الأخرى.

التكرير المادي

يتسم التكرير المادي بأنه عملية أكثر بساطة، حيث يتم إزالة الصمغ من الزيت الخام وتقصيره، وبعد ذلك يتم إجراء إنصال بالبخار لإزالة الأحماض الخالية من الدهون والروائح والمركبات العضوية المتطايرة جميعاً في خطوة واحدة. ويمكن استخدام معالجة مادية مسبقة للوصول إلى محتوى منخفض من الفسفوروليبيد عن طريق إزالة الصمغ واستخدام تراب التقصير. وبعد ذلك، يمكن إنصال الأحماض الخالية من الدهون من الزيت المعالج مسبقاً مادياً باستخدام البخار في نظام تفريغ هوائي في درجات حرارة تقدر بـ 250^{o} مئوية تقريباً وتكريرها عن طريق تدفق الزيت عبر سلسلة من الأحواض المسطحة في تيار معاكس لتدفق بخار الإنصال. ولا تمثل مراحل المعادلة السابقة أهمية بسبب الجمع بين المعادلة وإزالة الروائح. ويُستخدم جهاز غسل بعد ذلك لتكثيف الجزء الأكبر من الدهون الناتجة عن الأبخرة كمنتج خال من الماء.[15]

تعديلات أخرى

الهدرجة

تُجري معظم التجهيزات عملية الهدرجة لإنتاج الدهون التي تتمتع بخصائص احتجاز فائقة ونقاط انصهار أعلى. وتُجرى الهدرجة في الغالب عن طريق نثر غاز الهيدروجين في الزيت في وجود محفز نيكل مقسم على نحو جيد المعتمد على تراب دياتومي. وتُرشح الدهون المهدرجة الناتجة لإزالة محفز الهدرجة، مع التعرض إلى تقصير خفيف بالتراب وإزالة الروائح قبل التمكن من استخدامها في صناعة المكونات الصالحة للأكل. وبعد التقسية، يُخلط الزيت بمحلول مائي

[15] المفوضية الأوروبية (2006).

لإنتاج مستحلب. وبعد ذلك يتم إجراء بسترة للخليط المستحلب وتبريده وبلورته للحصول على المنتج النهائي.[16]

الأسترة البينية

تتضمن عملية الأسترة البينية فصل تراي الغليسريد في الأحماض الدهنية والغلسرين وبعد ذلك إعادة التركيب. ويُجرى التفاعل باستخدام الحمض الفوسفوري أو حمض الستريك في وجود محفز، وبصورة نمطية ميتوكسيد الصوديوم. وتعدّل عملية الاسترة البينية من الخصائص الوظيفية للزيت المعالج ويمكن إجراؤها بعد عملية المعادلة أو إزالة الروائح.

إزالة الروائح

يتم أثناء إزالة الروائح تقطير الزيت المقصّر بالبخار في ضغط منخفض لإزالة الشوائب المتطايرة، بما في ذلك الروائح والنكهات غير المرغوب فيها. وتُزال المكونات المتطايرة من خام التغذية باستخدام البخار في عملية قد تستغرق من 15 دقيقة إلى 5 ساعات. وتحتوي الأبخرة المُنطلقة من مزيل الروائح على الهواء وبخار الماء والأحماض الدهنية والمتغيرات الأخرى. وتمر الأبخرة، قبل الدخول في الوعاء، عبر جهاز غسل ويتم رش سائل غسل في تيار الأبخرة. تتكثف الأحماض الدهنية والمكونات المتطايرة بصورة جزئية على هيئة قطيرات غسل أو بدلاً عن ذلك تتكثف على مواد التغليف. وتنتج هذه العملية الزيوت والدهون الصالحة للأكل المكررة بشكل كامل.[17]

استهلاك الموارد

تستخدم مرافق تصنيع الزيوت النباتية الطاقة لتسخين المياه وإنتاج البخار لتطبيقات التصنيع (وبصورة خاصة لعملية انشطار المواد الصابونية وإزالة الروائح) وعمليات التنظيف. ويتفاوت استهلاك الطاقة وفقاً لنوعية الزيت (على سبيل المثال فإن الطاقة اللازمة للكبس البارد لزيت الزيتون غير المكيّف تعادل ضعفي الطاقة اللازمة لكبس البذور الزيتية المكيّفة بالحرارة).

وتُستخدم المياه بصورة رئيسية لعملتي المعادلة وإزالة الروائح، وتنتج عن العمليتين مياه مستعملة ذات أحمال عضوية عالية. وتتضمن المواد الكيميائية المستخدمة بصورة نموذجية القلويات مثل الصودا الكاوية وكربونات الصوديوم والأحماض بما في ذلك حمض الفوسفوريك وحمض الستريك وحمض الكبريتيك، بالإضافة إلى محفزات النيكل والميثيلات. وتُستخدم المذيبات مثل الأسيتون والإيثانول والميثانول أحياناً بدلاً من الهكسان أو بالإضافة إليه في عملية الاستخلاص. وقد يتسبب الهكسان في حدوث مشاكل صحية عند وجوده بتركيزات منخفضة نسبياً، وتشكل المواد الكيميائية الخطرة الأخرى مثل الأحماض والقواعد القوية أخطاراً كبيرة على السلامة والصحة.

ويتم في الغالب إنتاج بعض المنتجات الثانوية مثل الزيوت الخاصة بأعلاف الحيوانات أو المنتجات الدوائية، جنباً إلى جنب مع الإنتاج الأساسي للزيوت النباتية، عن طريق المعالجة الإضافية للبقايا. ويمكن أن تقلل عملية المعالجة هذه من إنتاج النفايات الصلبة، بما في ذلك المواد المتكسرة مثل تراب التقصير المستهلك الذي يمكن إعادة استخدامه لإنتاج الطاقة من خلال الحرق المباشر أو إنتاج الغاز الحيوي سواء في الموقع أو في موقع آخر. ويمكن استخدام حمض الفوسفوريك وحمض الستريك بشكل عام بصورة تبادلية في عمليات إزالة الصمغ.

[16] المفوضية الأوروبية (2006).
[17] المفوضية الأوروبية (2006).

شكل أ-*1* إنتاج الزيت النباتي