

1.- DATOS DE LA ASIGNATURA

Nombre de la asignatura:	Operaciones de Transferencia de Masa
Carrera:	Ingeniería en Industrias Alimentarias
Clave de la asignatura:	ALM-1018
SATCA	2 - 4 - 6

2.- PRESENTACIÓN

Caracterización de la asignatura.

Los fenómenos de transporte de masa, calor y de momentum, difícilmente ocurren en forma separada en condiciones reales; por lo que, es importante considerar en su estudio la combinación de dos o más tipos de transporte. En esta asignatura se considera la combinación del transporte de materia y del calor, ya que, en las principales operaciones unitarias aplicadas a la Industria alimentaria conllevan ambos fenómenos de transporte. Sin embargo, se da prioridad al estudio de la transferencia de masa, debido a que en la asignatura de Transferencia de Calor se amplía los fundamentos y las aplicaciones de las mismas.

Este curso inicia con el estudio del mecanismo de transporte de masa molecular y convectiva en las diferentes fases líquida, sólida y gaseosa tanto en estado estacionario como no estacionario. Se concluye en la aplicación a las diferentes operaciones unitarias como: destilación, absorción, cristalización, humidificación y secado. En cada uno de estos temas se enfatiza los fundamentos de cada operación unitaria, el balance de materia y energía, así como la selección de equipo.

Esta asignatura aporta al perfil del Ingeniero en Industrias Alimentarias los conocimientos teóricos y el desarrollo de habilidades necesarias para el entendimiento de los procesos de transferencia de masa y calor y su aplicación en los procesos y diseño de equipos utilizados en la industria alimentaria.

Intención didáctica.

El desarrollo del curso está basado en el método inductivo, de tal forma que el alumno construya su propio conocimiento, mediante la conceptualización de los fenómenos de transporte y su traducción en modelos matemáticos que le permitan su entendimiento y la estimación de velocidades de transporte. La primera unidad se introduce a la transferencia de masa con sus diferentes modalidades. En las unidades dos y tres se pretende desarrollar en el alumno habilidades procedimentales y de razonamiento para la deducción de velocidades de transporte y estimación de coeficientes de transporte en sistemas de secado y destilación; que le permitan diseñar o seleccionar equipos de transferencia con estos principios de funcionamiento; además de integrar otros parámetros para tales fines. En las unidades cuatro y cinco, el aprendizaje significativo se fortalecerá por medio del desarrollo de prácticas enfocadas a realizar balances de materia y energía; control y mantenimiento de los diferentes parámetros de operación; aplicación u obtención de diagramas de equilibrio entre las diferentes fases, así como la obtención de coeficientes de difusión en sistemas de extracción en absorción y adsorción, así como cristalización.

3.- COMPETENCIAS A DESARROLLAR

Competencias específicas:

Identificar, diferenciar y dominar los fundamentos, características y aplicación de los equipos de las operaciones de transferencia de masa y calor más comunes requeridas en el procesamiento de alimentos (destilación, extracción y cristalización), para optimizar procesos de producción, considerando la reducción de costos de operación y el impacto ambiental.

Competencias genéricas:

Competencias instrumentales

- Capacidad de análisis y síntesis
- Capacidad de organizar y planificar
- Conocimientos básicos de la carrera
- Comunicación oral y escrita
- Habilidades básicas de manejo de la computadora
- Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas
- Solución de problemas
- Toma de decisiones.

Competencias interpersonales

- Capacidad crítica y autocrítica
- Trabajo en equipo
- Habilidades interpersonales

Competencias sistémicas

- Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica
- Habilidades de investigación
- Capacidad de aprender
- Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad)
- Habilidad para trabajar en forma autónoma
- Búsqueda del logro

4.- HISTORIA DEL PROGRAMA

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Observaciones (cambios y justificación)
Instituto Tecnológico del Altiplano de Tlaxcala Fecha: 14 de septiembre 2009 al 5 de febrero 2010	Representantes de la Academia de Ingeniería en Industrias Alimentarias.	Análisis, enriquecimiento y elaboración del programa de estudio propuesto en la Reunión Nacional de Diseño Curricular de la carrera de Ingeniería en Industrias alimentarias

5.- OBJETIVO(S) GENERAL(ES) DEL CURSO

Identificar, diferenciar y dominar los fundamentos, características y aplicación de los equipos de las operaciones de transferencia de masa y calor más comunes requeridos en el procesamiento de alimentos (secado, destilación, extracción y cristalización), para optimizar procesos de producción, considerando la reducción de costos de operación y el impacto ambiental.

6.- COMPETENCIAS PREVIAS

- Conceptos básicos de matemáticas, física y termodinámica
- Resolución de Problemas de balance de materia y energía, flujo de fluidos y transferencia de calor
- Manejo de software para Métodos Numéricos
- Capacidad de análisis y síntesis
- Razonamiento crítico
- Habilidad para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas.

7.- TEMARIO.

Unidad	Temas	Subtemas
1	Fundamentos de la Transferencia de masa	1.1 Transferencia de masa molecular y por convección. 1.2 Transferencia de masa en estado estacionario. 1.3 Ley de Fick de la difusión. 1.4 Transferencia simultanea de masa, calor y momentum. 1.5 Transferencia de masa entre fases
2	Secado	2.1. Definición, características y fundamentos de un proceso de secado. 2.2. Equipos, elementos y tipos de secadores, empleados en la industria alimentaria. 2.3. Desarrollo de cálculos de balance de materia y energía. 2.4. Innovaciones tecnológicas en sistemas de secado 2.5. Selección, mantenimiento y costo de operación de un sistema de secado en la industria de alimentos, considerando minimizar el impacto ambiental.
3	Destilación	3.1 Definición, características y fundamentos de un sistema de destilación. 3.2 Equipos, elementos y tipos de destiladores. 3.3 Desarrollo de cálculos de balance de materia y energía y termodinámica. 3.4 Innovaciones tecnológicas en sistemas de destilación. 3.5 Selección, mantenimiento y costo de operación de un sistema de destilación en la industria de alimentos, considerando minimizar el impacto ambiental.
4	Extracción.	4.1 Definición, características y fundamentos de un sistema de Extracción. 4.2 Equipos, elementos y tipos de sistemas de Extracción. 4.3 Desarrollo de cálculos de balance de materia y energía y termodinámica. 4.4 Innovaciones tecnológicas en sistemas de Extracción. 4.5 Selección, mantenimiento y costo de operación de un sistema de extracción en la industria de alimentos, considerando minimizar el impacto ambiental.
5	Cristalización	5.1 Definición, características y fundamentos de un sistema de Cristalización. 5.2 Equipos, elementos y tipos de Cristalizadores. 5.3 Desarrollo de cálculos de balance de materia y energía y termodinámica. 5.4 Innovaciones tecnológicas en sistemas de Cristalización. 5.5 Selección, mantenimiento y costo de operación de un sistema de cristalización en la industria de alimentos, considerando minimizar el impacto ambiental.

8.- SUGERENCIAS DIDÁCTICAS

El facilitador tiene la responsabilidad de conocer y manejar los contenidos de la asignatura para propiciar que el estudiante desarrolle capacidades como: las técnicas de aprendizaje cooperativo, estudios de caso, aprendizaje basado en problemas y por proyecto, debiendo considerar las habilidades de cada uno de ellos.

- Propiciar actividades de búsqueda, selección y análisis de información en distintas fuentes, por ejemplo trabajos de investigación bibliográfica relacionada con los temas y niveles de organización de la materia.
- Propiciar actividades de planeación y organización de distinta índole en el desarrollo de la asignatura, por ejemplo, informes y resúmenes de investigación documentales.
- Fomentar actividades grupales que propicien la comunicación, el intercambio argumentado de ideas, la reflexión, la integración y la colaboración de y entre los estudiantes, por ejemplo exposiciones frente a grupo.
- Resolver ejercicios de aplicación
- Utilizar software de simulación.
- Fomentar el trabajo en equipo para el planteamiento de problemas, su análisis y solución.
- Propiciar el uso de la creatividad por parte del estudiante para el planteamiento y resolución de los problemas que se propongan en el desarrollo del curso.
- Correlacionar los contenidos del curso para su aplicación en proyectos de investigación que se desarrollen en otras materias que se estén cursando simultáneamente.
- Realizar prácticas en los laboratorios
- Destacar la importancia económica de los distintos procesos.
- Realizar visitas industriales para conocer la operación y funcionamiento de los equipos que se utilizan en procesos de transferencia de masa y calor.
- Propiciar el uso de las nuevas tecnologías en el desarrollo de los contenidos de la asignatura.
- Fomentar actividades grupales que propicien la comunicación, el intercambio argumentado de ideas, la reflexión, la integración y la colaboración de y entre los estudiantes.
- Propiciar en el estudiante, el desarrollo de actividades intelectuales de inducción-deducción y análisis-síntesis, las cuales lo encaminan hacia la investigación, la aplicación de conocimientos y la solución de problemas.
- Desarrollar actividades de aprendizaje que propicien la aplicación de los conceptos, modelos y metodologías que se van aprendiendo en el desarrollo de la asignatura.
- Propiciar el uso adecuado de conceptos y de terminología científico-tecnológica
- Relacionar los contenidos de la asignatura con el cuidado del medio ambiente; así como con las prácticas de una ingeniería con enfoque sustentable.
- Observar y analizar fenómenos y problemáticas propias del campo ocupacional.
- Relacionar los contenidos de esta asignatura con las demás del plan de estudios para desarrollar una visión interdisciplinaria en el estudiante.

9.- SUGERENCIAS DE EVALUACIÓN

Para la evaluación de la asignatura se sugiere:

- Reporte del estudio de casos.
- Reporte de prácticas de visita a empresas.
- Reporte de investigaciones documentales.
- Exposición de investigaciones documentales.
- Evaluaciones de conocimientos

10.- UNIDADES DE APRENDIZAJE

Unidad 1: Fundamentos de Transferencia de Masa.

Competencia específica a desarrollar	Actividades de Aprendizaje
Comprender los fundamentos básicos de la transferencia de masa	<ul style="list-style-type: none">• Documentar los mecanismos de transferencia de masa y calor.• Discutir y analizar en equipo la información documentada.• Entregar un ensayo del tema en estudio

Unidad 2: Secado

Competencia específica a desarrollar	Actividades de Aprendizaje
Identificar y diferenciar las características propias de los equipos de secado, que le permita establecer un punto de referencia para su selección y aplicación en un proceso alimentario.	<ul style="list-style-type: none">• Documentar los aspectos teóricos del secado.• Discutir y analizar en plenaria la información documentada.• Entregar un ensayo del tema en estudio.• Realizar un proceso de secado para construir una gráfica de secado.• Resolver problemas de secado en un proceso alimentario• Investiga sobre los equipos de secado utilizados en la industria de alimentos y avances tecnológicos, para su discusión y análisis en clase.• Visitar una planta de alimentos que dentro de su proceso se encuentre al menos un equipo de secado.• Para un proceso en la industria de alimentos que implique el secado investiga cual es el sistema adecuado, así como sus costos de equipo, instalación, operación y mantenimiento.• Emplea un software de simulación para reforzar lo analizado en este tema

Unidad 3: Destilación.

Competencia específica a desarrollar	Actividades de Aprendizaje
Identificar y diferenciar las características propias de los equipos de destilación, que le permita establecer un punto de referencia para su selección y aplicación en un proceso alimentario.	<ul style="list-style-type: none">• Documentar los aspectos teóricos de la destilación.• Discutir y analizar en equipo la información documentada.• Entregar un ensayo del tema en estudio.• Realizar un proceso de destilación para construir un diagrama de equilibrio (dos fases).• Resolver problemas de destilación en un proceso alimentario.• Investiga sobre los equipos de destilación utilizados en la industria de alimentos y avances tecnológicos, para su discusión y análisis en clase.• Visitar una planta de alimentos que dentro de su proceso se encuentre al menos un equipo de destilación.• Para un proceso en la industria de alimentos que implique destilación, investiga cual es el sistema adecuado, así como sus costos de equipo, instalación, operación y mantenimiento.• Emplea un software de simulación para reforzar lo analizado en este tema

Unidad 4: Extracción (absorción y adsorción).

Competencia específica a desarrollar	Actividades de Aprendizaje
Identificar y diferenciar las características propias de los equipos de extracción, que le permita establecer un punto de referencia para su selección y aplicación en un proceso alimentario.	<ul style="list-style-type: none">• Documentar los aspectos teóricos de la extracción.• Discutir y analizar en equipo la información documentada.• Entregar un ensayo del tema en estudio.• Realizar un proceso de extracción para construir un diagrama de extracción (tres componentes).• Resolver problemas de extracción en un proceso alimentario.• Investiga sobre los equipos de extracción utilizados en la industria de alimentos y avances tecnológicos, para su discusión y análisis en clase.• Visitar una planta de alimentos que dentro de su proceso se encuentre al menos un equipo de extracción.• Para un proceso en la industria de alimentos que implique extracción, investiga cual es el sistema adecuado, así como sus costos de equipo, instalación, operación y mantenimiento.• Emplea un software de simulación para reforzar lo analizado en este tema

Unidad 5: Cristalización.

Competencia específica a desarrollar	Actividades de Aprendizaje
Identificar y diferenciar las características propias de los equipos de cristalización, que le permita establecer un punto de referencia para su selección y aplicación en un proceso alimentario.	<ul style="list-style-type: none">• Documentar los aspectos teóricos de la cristalización.• Discutir y analizar en equipo la información documentada.• Entregar un ensayo del tema en estudio.• Realizar un proceso de cristalización para construir un diagrama del mismo.• Resolver problemas de cristalización en un proceso alimentario.• Investiga sobre los equipos de cristalización utilizados en la industria de alimentos y avances tecnológicos, para su discusión y análisis en clase.• Visitar una planta de alimentos que dentro de su proceso se encuentre al menos un equipo de cristalización.• Para un proceso en la industria de alimentos que implique cristalización, investiga cual es el sistema adecuado, así como sus costos de equipo, instalación, operación y mantenimiento.• Emplea un software de simulación para reforzar lo analizado en este tema

11.- FUENTES DE INFORMACIÓN

1. James R. Welty, Charles E. Wicks & Robert E. Wilson. Fundamentos de Transferencia de momento, calor y masa. Ed. Limusa. México 1999.
2. Solving problems in Food Engineering. Stavros Yanniotis. Ed. Springer. USA 2008
3. Christie J. Geankoplis, Ma. Teresa Aguilar. Procesos de transporte y principios de procesos de separación (incluye operaciones unitarias) Ed. CECSA México 2006.
4. Robert E. Treybal. Operaciones de transferencia de masa. Ed. Mc Graw Hill. 2ª edición 1991.
5. Robert H. Perry. Manual del Ingeniero químico. Ed. Mc Graw Hill
6. Warren L. McCabe. 7ª Operaciones Unitarias en Ingeniería Química Edición Ed. Mc Graw Hill México 2007.
7. J. M. Viguier Operaciones Unitarias en Ingeniería Química. 6ª Edición Ed. Mc Graw Hill México 2002.

Vínculos de utilidad

www.tecnoedu.com/Download/IntraLasOperacionesUnitarias2.ppt
<http://cbi.izt.uam.mx/iq/Laboratorio%20de%20Transferencia%20de%20Masa/Laboratorio%20de%20Transferencia%20de%20Masa.htm>
<http://biblioteca.universia.net/ficha.do?id=37343067>
<http://www.somim.org.mx/revista/>
www.quimica.unam.mx/IMG/pdf/1623TransportedeMasa.pdf
<http://www.mitecnologico.com/iq/Main/CoeficienteDeTransferenciaDeMasaParaContraDifusionEquimolar>

12.- PRÁCTICAS PROPUESTAS

- Caso práctico de selección de equipo de secado con base en cálculos de balance de materia y energía; ubicado en un contexto específico de la Industria alimentaria
- Realizar un balance de materia y energía para una destilación alcohólica; corroborar la máxima concentración de destilación utilizando su diagrama de fase; y el número de platos teóricos necesarios.
- Realizar un comparativo de la absorción del CO₂ en condiciones naturales y convectivas.
- Determinar la velocidad de deshidratación de una fruta.
- Estudio de casos, para un proceso de alimentos que implique la operación de destilación, absorción, humidificación o cristalización, que el alumno determine: el equipo más adecuado, su operación, mantenimiento, suministros requeridos (luz, agua, vapor, aire, gas lp, etc.), consumo de energía considerando los factores económicos..