

<b>ASIGNATURA: INGENIERÍA ALIMENTARIA</b>
<b>SUBJECT (nombre en inglés): FOOD ENGINEERING</b>
<b>Tipo de asignatura:</b> TRONCAL
<b>Créditos teóricos:</b> 6
<b>Créditos prácticos:</b> 4
<b>Curso de docencia:</b> 1º
<b>Cuatrimestre de docencia:</b> ANUAL
<b>Horario de clases teóricas:</b> L, M, J 12-13 (1ER CUAT); L,M,J 13-14 (2º CUAT)
<b>Departamento/s Responsable/s:</b> INGENIERÍA QUÍMICA
<b>Facultad:</b> CIENCIAS QUÍMICAS
<b>Área/s de Conocimiento:</b> INGENIERÍA QUÍMICA
<b>Profesor/a Coordinador/a:</b> José Antonio Delgado Dobladez / José Santiago Torrecilla Velasco Departamento: Ingeniería Química Facultad: Ciencias Químicas Teléfono: 4119 / 4240 Correo electrónico: jadeldob@quim.ucm.es; jstorre@quim.ucm.es
<b>Profesor/es que imparten la asignatura:</b> José Antonio Delgado Dobladez / Lourdes Calvo / José Santiago Torrecilla Velasco / María Dolores Blanco Flores.

### Objetivos generales de la asignatura

El objetivo general de la asignatura se centra en el aprendizaje de las operaciones de procesado y conservación de alimentos que se llevan a cabo más frecuentemente en esta industria. Los temas se abordan desde una perspectiva ingenieril pero teniendo en cuenta que están dirigidos preferentemente a alumnos de muy diferente formación básica.

### General objectives of this subject

The general objective focuses on learning of the most common operations of processing and preservation in the food industry. The program of the subject is given from an engineering point of view, but takes into account that the qualifications of the students cover a wide varied area of study.

### Programa de clases Teóricas

#### PRIMERA PARTE: OPERACIONES DE PROCESADO DE ALIMENTOS

- 1. Introducción.** Presentación del curso. Normas, horarios, etc.
- 2. Comportamiento reológico de los alimentos líquidos.** Clasificación de los fluidos de la industria alimentaria. Fluidos newtonianos. Ley de Newton de la viscosidad.
- 3. Fluidos no newtonianos.** Ecuaciones y parámetros reológicos. Determinación de parámetros reológicos. Tipos de viscosímetros.
- 4. Caracterización de partículas sólidas.** Caracterización de partículas sólidas: forma y tamaño. Análisis por tamizado, series de tamices. Separación de alimentos por tamaños.
- 5. Reducción de tamaño de los alimentos sólidos.** Rebanado, troceo y desmenuzamiento. Energía necesaria para la reducción de tamaño. Aparatos.
- 6. Filtración.** Conceptos generales. Aplicaciones en la industria alimentaria. Teoría de la filtración. Utilización de coadyuvantes. Tipos de filtros. Precipitadores electrostáticos.

- 7. Sedimentación gravitatoria.** Introducción. Teoría de la sedimentación gravitatoria. Velocidad terminal. Aparatos.
- 8. Centrifugación.** Introducción. Teoría de la sedimentación centrífuga y de la filtración centrífuga. Tipos de centrifugas.
- 9. Fluidización.** Características de los lechos fluidizados. Aplicación a procesos alimentarios. Velocidad mínima de fluidización. Velocidad de arrastre.
- 10. Agitación y mezcla de líquidos y sólidos.** Introducción. Equipo para la agitación y mezcla. Cálculo de la energía necesaria en sistemas agitados. Tiempo de mezcla y cambio de escala. Emulsificación y homogeneización de líquidos.
- 11. Mezclas de sólidos y pastas.** Introducción. Mezclas de sólidos pulverizados y granulados. Mezclas de masas y pastas.
- 12. Termodinámica del vapor de agua.** El vapor de agua como agente de transporte de calor en la industria alimentaria. Vapor saturado y recalentado. Tablas y diagramas de vapor.
- 13. Evaporación.** Principios fundamentales. Capacidad y economía de los evaporadores. Evaporación a vacío. Evaporación en múltiples efectos y termocompresión. Diseño de evaporadores. Aparatos.
- 14. Extracción sólido-líquido.** Diagramas de equilibrio. Extracción de un solo componente de una mezcla sólida: Una etapa, varias etapas en serie y en contracorriente. Separaciones complejas. Aparatos. Prensado y estrujamiento.
- 15. Operaciones de separación por membranas.** Introducción Clasificación de las operaciones. Tipos de membranas. Aplicaciones.

## **SEGUNDA PARTE: OPERACIONES DE CONSERVACION DE ALIMENTOS**

- 16. Destrucción térmica de los microorganismos.** Velocidad de destrucción térmica. Tiempo de reducción decimal. Orden de proceso. Tiempo de muerte térmica. Termorresistencia. Relación entre parámetros cinéticos. Esterilización y pasteurización.
- 17. Tratamientos térmicos de productos envasados.** Transmisión de calor en el proceso. Cálculo del tiempo de operación. Operaciones previas. Equipos.
- 18. Tratamientos térmicos de productos a granel.** Procesado aséptico. Sistemas de intercambio de calor. Métodos HTST y UHT. Etapas de una instalación de envasado aséptico. Equipos. Eliminación de las reacciones enzimáticas residuales: escaldado.
- 19. Radiación electromagnética.** Tipos de radiación. Radiación ionizante: Estado actual de la tecnología. Tratamientos. Unidades. Dosimetría. Relación radiactividad-dosis. Elección de fuentes. Irradiadores de alimentos. Radiación no ionizante: Hornos de microondas. Hornos de infrarrojos.
- 20. Psicrometría.** Diagrama psicrométrico. Procesos de enfriamiento y calefacción del aire. Procesos de secado adiabático con aire.
- 21. Secado.** Conservación de los alimentos por desecación. Propiedades del sólido húmedo. Actividad de agua. Humedad en equilibrio. Teoría del secado. Cálculo del calor necesario. Métodos de secado más usados en tecnología alimentaria. Aparatos.
- 22. Liofilización.** Etapas de proceso. Transferencia de calor y materia. Duración de la operación. Concentración por congelación.
- 23. Producción industrial del frío.** Aplicaciones del frío a los alimentos. Producción de frío mecánico. Fluidos refrigerantes. Diagrama de funcionamiento de una instalación de frío mecánico. Diagrama entálpico de los fluidos condensables. Ciclos de refrigeración. Frío criogénico.
- 24. Conservación de alimentos por congelación.** Teoría de la cristalización. Formación de cristales. Curvas de congelación. Velocidad de congelación:

Congelación rápida y lenta. Recristalización. Cálculo de la carga de refrigeración. Tiempo de congelación. Descongelación.

**25. Métodos e instalaciones de congelación.** Congelación por aire, por contacto indirecto, por inmersión.

**26. Almacenamiento frigorífico de alimentos.** Necesidades frigoríficas. Factores a considerar en el diseño de un almacén frigorífico.

**27. Control de la contaminación en la industria alimentaria.** Efluentes hídricos y emisiones atmosféricas. Gestión de residuos.

### **Programa de Prácticas**

**Filtración:** En esta práctica se determinan dos parámetros característicos de un proceso de filtración, la resistencia específica de la torta y la resistencia del medio filtrante, a partir de datos experimentales de caudal de filtrado frente a tiempo en un filtro discontinuo.

**Reología:** En esta práctica se determinan experimentalmente los parámetros reológicos de varios alimentos fluidos (natillas, aceites de oliva y girasol, zumo de tomate), a partir de datos de tensión rasante frente a velocidad de cizalla, utilizando un viscosímetro rotatorio de cilindros concéntricos y un viscosímetro de tubo.

**Fluidización:** En esta práctica se determinan experimental y teóricamente la velocidad de mínima fluidización en un lecho poroso por el que se hace pasar una corriente de aire. También se analiza la expansión del lecho en función del caudal de aire alimentado.

**Secado:** En esta práctica se realizan las medidas oportunas para determinar la curva de secado de un sólido modelo, obteniéndose posteriormente sus parámetros característicos. El alumno dispondrá de un analizador de humedad para la obtención de los datos experimentales y de un ordenador con el software apropiado para el análisis de los mismos.

### **Bibliografía recomendada**

1. J. AGUADO (Editor). Ingeniería de la Industria Alimentaria. Vol. I. Conceptos Básicos. Editorial Síntesis. Madrid, 1999.
2. F. RODRÍGUEZ. (Editor). Ingeniería de la Industria Alimentaria. Vol. II. Operaciones de procesado de alimentos. Editorial Síntesis. Madrid, 2002.
3. F. RODRÍGUEZ. (Editor). Ingeniería de la Industria Alimentaria. Vol. III. Operaciones de conservación de alimentos. Editorial Síntesis. Madrid, 2002.
4. A. CASP y J. ABRIL. Procesos de conservación de alimentos. Ediciones Mundi Prensa. Madrid, 1999.
5. J.A. ORDOÑEZ. Tecnología de los alimentos. Volumen I. Componentes de los alimentos y procesos. Editorial Síntesis. Madrid, 1998.
6. BRENNAN, BUTERS, COWEL, LILLY. Las operaciones de la ingeniería de alimentos. Ed. Acribia, Zaragoza. 3ª Ed. española, 1998.
7. CHEFTEL (Jean Claude y Henri). Introducción a la bioquímica y tecnología de alimentos. Ed. Acribia. vol. I y II.
8. JACKSON, A.T. y LAMB, L. Calculation in Food & Chemical Engineering. The McMillan Press Ltd., 1981.
9. FELLOWS, P. Tecnología del procesado de los alimentos: Principios y prácticas. Editorial Acribia, S.A. Zaragoza, 1993.
10. MAFART, P Y BÉLIARD, E. Ingeniería Industrial Alimentaria. Vol I. Procesos físicos de conservación . Ed. Acribia. Zaragoza, 1ª Ed. 1994.
11. MAFART, P Y BÉLIARD, E. Ingeniería Industrial Alimentaria. Vol II. Técnicas de separación. Ed. Acribia. Zaragoza, 1ª Ed. 1994.

12. SINGH., R.P. Introducción a la ingeniería de los alimentos. Ed. Acribia. Zaragoza, 1997.
13. McCABE, J.C. SMITH, y P. HARRIOT: Operaciones básicas de la Ingeniería Química. Ed. McGraw-Hill, Madrid, 1991.

### **Criterios de Evaluación**

---

- Las prácticas de laboratorio son obligatorias. Los alumnos presentarán unos guiones de prácticas, cuya calificación se incorporará a la nota final de la asignatura, siempre que sea superior al 5. De lo contrario, el alumno tiene una segunda oportunidad a través de un examen al efecto. Sin el laboratorio aprobado no se puede superar la asignatura.
- Se realizarán dos exámenes parciales, el primero centrado en las operaciones de procesado y el segundo en las de conservación. Se podrá, pues, superar la asignatura por curso. No se podrán compensar notas entre exámenes parciales por debajo del 4.
- Estos exámenes parciales no son liberatorios, es decir, en ningún caso se guardará la nota de una de las partes objeto de evaluación para exámenes posteriores.
- De no superarse la asignatura por curso (a través de los exámenes parciales), el alumno cuenta todavía con dos oportunidades más: los exámenes finales correspondientes a las convocatorias ordinaria (junio) y extraordinaria (septiembre).

### **Otros datos de interés**

---