

# Índice de contenidos

## 1 Introducción

1.1 Objeto del presente material.....	17
1.2 Antecedentes .....	17
1.3 Por qué tecnologías emergentes?.....	18
1.4 Desglose del libro .....	21
1.5 Bibliografía.....	22

## 2 Tratamientos por altas presiones en la conservación y transformación de alimentos

2.1 Introducción .....	25
2.1.1 Antecedentes históricos .....	25
2.1.2 Definición del proceso.....	25
2.1.3 Campo de aplicación.....	26
2.2 La tecnología de alta presión.....	27
2.2.1 La cámara de alta presión y su cierre.....	27
2.2.2 Generación de alta presión.....	28
2.2.3 Diseño del equipo industrial .....	29
2.2.4 Seguridad de la instalación .....	31
2.2.5 Sistemas de tratamiento con productos envasados .....	32
2.2.6 Sistemas de tratamiento con productos líquidos a granel .....	34
2.2.7 Estimación del coste de tratamiento .....	37
2.3 Efecto de las altas presiones sobre los microorganismos .....	40
2.3.1 Probables mecanismos de inactivación de las células vegetativas .....	40
2.3.2 Probables mecanismos de inactivación de esporas .....	41
2.3.3 Factores que afectan a la destrucción de células vegetativas .....	42
2.3.4 Factores que afectan a la destrucción de esporas.....	47
2.3.5 Efectos de la alta presión sobre virus y parásitos.....	49
2.4 Efectos de las altas presiones sobre los componentes de los alimentos.....	50
2.4.1 Introducción.....	50
2.4.2 Efectos sobre el agua .....	51
2.4.3 Efectos sobre los lípidos .....	52

2.4.4	Efectos sobre los hidratos de carbono.....	52
2.4.5	Efectos sobre las proteínas.....	53
2.4.6	Efectos sobre las enzimas .....	55
2.4.7	Efectos sobre las vitaminas.....	59
2.4.8	Efectos sobre la calidad sensorial del alimento .....	60
2.5	Aplicación de las altas presiones en la industria alimentaria.....	61
2.5.1	Lácteos y derivados .....	61
2.5.2	Productos cárnicos y derivados.....	64
2.5.3	Ovoproductos.....	66
2.5.4	Pescado y derivados.....	66
2.5.5	Vegetales y derivados.....	68
2.5.6	Bebidas alcohólicas .....	70
2.6	Aplicación de las altas presiones con sistemas combinados.....	70
2.7	Tendencias actuales.....	71
2.8	Bibliografía.....	72

### 3 Pulsos eléctricos de alta intensidad de campo en la conservación de alimentos

3.1	Introducción .....	77
3.1.1	Antecedentes.....	77
3.1.2	Principio físico.....	79
3.1.3	Propiedades eléctricas de los alimentos.....	80
3.2	Tecnología y equipos.....	81
3.2.1	Componentes .....	81
3.2.2	Cámaras estáticas .....	84
3.2.3	Cámaras continuas .....	85
3.2.4	Cámaras de campo eléctrico convergente.....	87
3.3	Generación de pulsos con diferente forma de onda.....	87
3.3.1	Pulsos exponenciales .....	87
3.3.2	Pulsos de onda cuadrada.....	88
3.3.3	Pulsos oscilatorios .....	89
3.3.4	Pulsos bipolares .....	89
3.4	Efectos de los pulsos eléctricos sobre los microorganismos .....	90
3.5	Factores críticos que afectan a la inactivación microbiana.....	92
3.5.1	Intensidad de campo .....	92
3.5.2	Tiempo de tratamiento.....	93
3.5.3	Forma del pulso .....	94
3.5.4	Temperatura de tratamiento .....	94
3.5.5	Factores del producto.....	95
3.5.6	Factores microbianos .....	95
3.5.7	Efectos sobre otros componentes minoritarios .....	98
3.6	Limitaciones de esta tecnología.....	98
3.7	Bibliografía.....	99

## 4 Irradiación de alimentos

4.1	Introducción .....	101
4.1.1	Radiaciones ionizantes.....	101
4.1.2	Campos de aplicación .....	102
4.1.3	Antecedentes.....	102
4.2	Fundamentos físicos de las radiaciones ionizantes.....	104
4.2.1	Tipos de radiaciones .....	104
4.2.2	Dosimetría .....	106
4.3	Efectos biológicos de las radiaciones ionizantes.....	108
4.4	Radiaciones ionizantes en la industria alimentaria.....	109
4.4.1	Tipos de radiaciones ionizantes .....	109
4.4.2	Dosimetría .....	111
4.5	Efectos de la irradiación sobre los componentes de los alimentos .....	113
4.5.1	Efectos de la irradiación sobre las células .....	113
4.5.2	Efectos de la irradiación sobre los macronutrientes.....	114
4.5.3	Efectos de la irradiación sobre los micronutrientes .....	116
4.5.4	Efectos de la irradiación sobre los microorganismos y los macroorganismos... 116	
4.6	Efectos de la irradiación sobre los alimentos .....	117
4.6.1	Frutas y hortalizas frescas.....	118
4.6.2	Frutos secos .....	118
4.6.3	Espicias y condimentos.....	119
4.6.4	Cereales, semillas y legumbres.....	119
4.6.5	Carnes.....	120
4.6.6	Pescado y marisco .....	121
4.6.7	Huevos y ovoproductos .....	121
4.6.8	Productos lácteos.....	122
4.6.9	Vinos y licores .....	122
4.7	Plantas de irradiación de alimentos .....	123
4.7.1	Estructura de una planta de irradiación.....	123
4.7.2	Dosimetría .....	125
4.8	Legislación vigente.....	125
4.8.1	Normativas y recomendaciones a escala mundial.....	125
4.8.2	Legislación europea .....	126
4.8.3	Normativa española .....	127
4.9	Bibliografía.....	128

## 5 Extracción con fluidos supercríticos

5.1	Fundamentos de la extracción con fluidos supercríticos (ESC) .....	131
5.1.1	Los fluidos supercríticos. Condiciones de operación.....	131
5.1.2	Planta de extracción.....	134
5.1.3	Procesos de extracción.....	134
5.2	El dióxido de carbono supercrítico.....	136
5.2.1	Naturaleza y características básicas .....	136

5.2.2	El CO <sub>2</sub> supercrítico: propiedades como disolvente.....	137
5.2.3	Ventajas e inconvenientes del CO <sub>2</sub> en la ESC .....	137
5.3	Planta industrial de ESC.....	139
5.3.1	Descafeinado del café por Lack and Sedltz.....	139
5.3.2	Componentes principales del equipo de ESC para descafeinado de café .....	139
5.3.3	Aspectos económicos.....	141
5.4	Aplicaciones industriales de la extracción con CO <sub>2</sub> supercrítico .....	141
5.4.1	Café descafeinado .....	143
5.4.2	Desteinado del té .....	145
5.4.3	Extracción del lúpulo.....	145
5.4.4	Especias y hierbas aromáticas. Aromas y sabores .....	147
5.4.5	Colesterol y fraccionamiento de grasas animales .....	148
5.4.6	Desalcoholización de bebidas alcohólicas .....	150
5.4.7	Extracción de aceites de semillas.....	152
5.5	Cuadro de las condiciones de operación en diversos alimentos ensayados .....	153
5.6	Situación actual .....	164
5.7	Bibliografía.....	166

## 6 Tecnología de membranas

6.1	Introducción .....	173
6.2	Separación por membranas.....	173
6.2.1	Definición de membrana.....	173
6.2.2	Espectro .....	174
6.3	Classificación de las membranas y los materiales .....	180
6.4	Operaciones y procesos .....	184
6.4.1	Variables que definen el comportamiento .....	184
6.4.2	Fuerza impulsora .....	185
6.4.3	Eficiencia de la membrana.....	186
6.4.4	Factores que influyen en la disminución del flujo .....	188
6.4.5	Efectos de las variables del proceso.....	190
6.5	Modelos de transporte y módulos.....	191
6.5.1	Introducción.....	191
6.5.2	Modelos con membranas orgánicas .....	192
6.5.3	Modelos con membranas inorgánicas.....	196
6.6	Aplicaciones de la tecnología de membranas en la industria alimentaria.....	196
6.7	Bibliografía.....	201

## 7 Tendencias futuras en la tecnología de alimentos

7.1	Introducción .....	205
7.2	Situación actual .....	206
7.3	Opiniones diversas de las universidades, los industriales y los consumidores .....	207
7.4	Bibliografía.....	210