

# Technologie potravin

## Procesy a zařízení v potravinářství a biotechnologiích

edice MONOGRAFIE



KEY Publishing



VYSOKÁ ŠKOLA  
CHEMICKO-TECHNOLOGICKÁ V PRAZE  
Fakulta potravinářské a biochemické technologie

Pavel Kadlec  
Karel Melzoch  
Michal Voldřich  
a kol.

# PROCESY A ZAŘÍZENÍ V POTRAVINÁŘSTVÍ A BIOTECHNOLOGIÍCH

Pavel Kadlec  
Karel Melzoch  
Michal Voldřich  
a kolektiv



KEY Publishing s.r.o.  
Ostrava

2013

**Recenzent:** prof. Ing. Peter Šimko, DrSc.

*Poznámka editorů*

Kniha „Procesy a zařízení v potravinářství a biotechnologiích“ vychází v krátkém časovém sledu za titulem „Procesy a zařízení v potravinářských a biotechnologických výrobcích“ (<http://www.keypublishing.cz/site/index.php>), který byl rychle rozebrán. V nové knize je zařazen anglický souhrn a podrobný věcný rejstřík. Věříme, že kniha poskytne čtenářům ucelené informace o problematice potravinářského inženýrství.

*editoři*

© Zdeněk Bubník, Helena Čížková, Jaroslav Dobiáš, Vladimír Filip,  
Milan Houška, Milan Jahoda, Karel Kadlec, Pavel Kadlec, Václav Koza,  
Karel Melzoch, Petr Pipek, Josef Příhoda, Mojmír Rychtera, Rudolf Ševčík,  
Jiří Štětina, Michal Voldřich, Lenka Votavová 2013

**ISBN 978-80-7418-172-6**

# OBSAH

Summary.....	5
Úvod.....	7
<b>ČÁST 1. Základní principy .....</b>	<b>15</b>
<b>1 Hmotnostní a energetické bilance (Milan Jahoda) .....</b>	<b>17</b>
1.1 Základní pojmy .....	17
1.2 Hmotnostní bilance.....	19
1.3 Energetická bilance .....	19
1.4 Obecný postup při bilančních výpočtech .....	20
<b>2 Kontinuální a přetržité procesy (Milan Jahoda).....</b>	<b>21</b>
<b>3 Tok kapalin (Milan Jahoda).....</b>	<b>23</b>
<b>4 Sdílení tepla (Milan Jahoda).....</b>	<b>25</b>
4.1 Sdílení tepla vedením .....	25
4.2 Sdílení tepla prouděním .....	26
<b>5 Sdílení hmoty (Milan Jahoda) .....</b>	<b>29</b>
<b>6 Měření technologických veličin (Karel Kadlec).....</b>	<b>33</b>
6.1 Skladba měřicího přístroje.....	33
6.2 Měření tlaku .....	35
6.3 Měření teploty .....	40
6.4 Měření hladiny.....	46
6.5 Měření průtoku.....	51
6.6 Měření složení.....	58
<b>ČÁST 2. Vlastnosti potravin .....</b>	<b>65</b>
<b>7 Fyzikálně chemické základy disperzních potravinářských soustav (Jiří Štětina) .....</b>	<b>67</b>
<b>8 Aktivita vody (Lenka Votavová, Michal Voldřich).....</b>	<b>73</b>
<b>9 Mechanické a reologické vlastnosti potravin (Josef Příhoda, Milan Houška) ....</b>	<b>79</b>
9.1 Mechanické vlastnosti a textura .....	79
9.2 Základní teoretické úvahy o chování látek .....	80
9.3 Reometrie.....	87
9.4 Měření mechanických vlastností.....	91
9.5 Měření konzistence tekutých potravin .....	92
9.6 Aplikace reologických měření na některých uzančných přístrojích s empirickým vyhodnocením .....	93
<b>10 Tepelné vlastnosti (Václav Koza) .....</b>	<b>99</b>
10.1 Přibližný výpočet tepelných vlastností .....	99
10.2 Měrná tepelná kapacita.....	100
10.3 Tepelná vodivost (Jiří Štětina).....	100
10.4 Teplotní vodivost (tepelná difuzivita) .....	101
10.5 Tání, tuhnutí, odpařování a příslušná skupenská tepla .....	102
<b>11 Vliv zpracování na senzorické a nutriční vlastnosti potravin (Helena Čížková, Michal Voldřich) .....</b>	<b>103</b>
11.1 Senzorické vlastnosti .....	103
11.2 Nutriční vlastnosti.....	105

<b>12</b>	<b>Správná hygienická praxe (Michal Voldřich)</b> .....	<b>107</b>
12.1	Obecné požadavky na prostory .....	108
12.2	Design provozu a zařízení .....	112
<b>ČÁST 3. Procesy s minimálním tepelným zásahem</b> .....		<b>115</b>
<b>13</b>	<b>Příprava surovin (Jaroslav Dobiáš)</b> .....	<b>117</b>
13.1	Čištění .....	117
13.2	Třídění .....	119
13.3	Odslupekování – loupání .....	121
13.4	Manipulace se surovinami .....	123
<b>14</b>	<b>Dezintegrace (Josef Příhoda)</b> .....	<b>127</b>
14.1	Teorie .....	127
14.2	Účinnost dezintegrace a spotřeba energie .....	128
14.3	Zařízení .....	129
<b>15</b>	<b>Prosévání (Josef Příhoda)</b> .....	<b>133</b>
15.1	Účinnost práce síta .....	135
15.2	Sítová analýza se sadou sít .....	136
15.3	Síta v potravinářském průmyslu .....	137
<b>16</b>	<b>Úprava potravinářských koloidních systémů (Jiří Štětina)</b> .....	<b>139</b>
16.1	Teorie .....	140
16.2	Zařízení .....	141
16.3	Aplikace .....	146
<b>17</b>	<b>Míchání (Milan Jahoda)</b> .....	<b>147</b>
17.1	Míchání pevných látek .....	147
17.2	Míchání kapalin .....	151
<b>18</b>	<b>Separace podle měrných hmotností (Pavel Kadlec, Jiří Štětina)</b> .....	<b>161</b>
18.1	Usazování a odstředování .....	161
18.2	Zařízení .....	163
18.3	Aplikace .....	173
<b>19</b>	<b>Lisování (Vladimír Filip)</b> .....	<b>176</b>
19.1	Teorie .....	176
19.2	Zařízení .....	179
19.3	Aplikace procesu lisování v potravinářství .....	183
19.4	Vliv procesu lisování na potraviny .....	186
<b>20</b>	<b>Filtrace (Zdeněk Bubník, Vladimír Filip)</b> .....	<b>188</b>
20.1	Teorie .....	188
20.2	Hmotnostní bilance filtrace .....	192
20.3	Filtry a filtrační zařízení používané v potravinářských technologiích .....	193
<b>21</b>	<b>Membránová separace (Karel Melzoch)</b> .....	<b>201</b>
21.1	Princip separace .....	202
21.2	Membrány .....	203
21.3	Charakteristika toků .....	205
21.4	Zanášení membrán a jejich regenerace .....	206
21.5	Membránové moduly .....	207
21.6	Uspořádání membránového separačního procesu .....	208

21.7	Mikrofiltrace, ultrafiltrace, nanofiltrace a reverzní osmóza .....	209
21.8	Elektrodialýza .....	211
21.9	Pervaporace a permeace plynů .....	212
21.10	Membránová destilace .....	214
21.11	Dialýza.....	215
<b>22</b>	<b>Chromatografické separace a výměna iontů (Karel Melzoch) .....</b>	<b>216</b>
22.1	Účinnost separace v chromatografii .....	217
22.2	Uspořádání preparativní chromatografické stanice .....	218
22.3	Gelová permeační chromatografie .....	220
22.4	Iontovýmienná chromatografie.....	221
22.5	Rozdělovací chromatografie.....	221
22.6	Afinitní chromatografie.....	222
<b>23</b>	<b>Adsorpce, odbarvování (Vladimír Filip) .....</b>	<b>223</b>
23.1	Teorie .....	223
23.2	Zařízení a proces .....	225
23.3	Aplikace procesu adsorpce v potravinářství .....	226
23.4	Vliv procesu adsorpce na potraviny .....	228
<b>24</b>	<b>Extrakce (Zdeněk Bubník, Vladimír Filip, Michal Voldřich).....</b>	<b>230</b>
24.1	Teorie .....	230
24.2	Extrakční zařízení v potravinářském průmyslu.....	237
24.3	Vliv procesu extrakce na potraviny.....	240
24.4	Aplikace procesu extrakce .....	241
24.5	Superkritická extrakce (Michal Voldřich) .....	241
<b>25</b>	<b>Krystalizace, nukleace, srážení a distribuce částic (Zdeněk Bubník).....</b>	<b>246</b>
25.1	Teorie .....	247
25.2	Rozdělení krystalizačních procesů .....	256
25.3	Popis speciálních krystalizačních postupů .....	258
25.4	Krystalizační zařízení – kritéria volby.....	258
<b>26</b>	<b>Fermentační technologie (Mojmír Rychtera).....</b>	<b>262</b>
26.1	Teorie .....	263
26.2	Zařízení pro fermentační procesy.....	285
<b>27</b>	<b>Enzymové technologie (Mojmír Rychtera) .....</b>	<b>292</b>
27.1	Teoretické základy průmyslové výroby enzymů.....	292
27.2	Způsoby aplikace enzymů v potravinářských procesech .....	299
27.3	Reaktory s imobilizovanými enzymy a membránové reaktory.....	302
27.4	Přehled významných aplikací enzymů v potravinářském průmyslu.....	307
<b>28</b>	<b>Ozařování, světelné pulzy, ultrazvuk (Michal Voldřich, Lenka Votavová).....</b>	<b>312</b>
28.1	Ozařování .....	312
28.2	Zpracování potravin světelnými pulzy .....	320
28.3	Konzervace potravin ultrazvukem.....	322
<b>29</b>	<b>Procesy s využitím vysokého hydrostatického tlaku (Michal Voldřich, Milan Houška).....</b>	<b>324</b>
29.1	Vliv tlaku na jednotlivé složky potravin a na reakce .....	325
29.2	Zařízení.....	329
29.3	Zhodnocení perspektiv a aplikace v průmyslu .....	331

<b>ČÁST 4. Procesy s tepelným ošetřením potravin.....</b>	<b>333</b>
<b>30 Blanšírování (Václav Koza, Michal Voldřich, Rudolf Ševčík) .....</b>	<b>335</b>
30.1 Princip a účel.....	335
30.2 Zařízení pro blanšírování.....	336
<b>31 Pasterace a tepelná sterilace (Michal Voldřich, Václav Koza, Lenka Votavová, Jiří Štětina, Rudolf Ševčík)....</b>	<b>340</b>
31.1 Konzervace potravin záhřevem.....	340
31.2 Vliv záhřevu na mikroorganismy .....	341
31.3 Kvantitativní popis termoinaktivace .....	342
31.4 Výpočty ohřevu a chlazení .....	348
31.5 Sterilační zařízení – přehled.....	348
<b>32 Odpařování (Václav Koza, Jiří Štětina) .....</b>	<b>356</b>
32.1 Zapojení odparek.....	356
32.2 Příklady konstrukce odparek .....	360
32.3 Vliv odpařování na vlastnosti zahušřované potraviny .....	362
32.4 Příklady aplikací odpařování.....	362
<b>33 Destilace (Václav Koza, Vladimír Filip) .....</b>	<b>364</b>
33.1 Destilace .....	364
33.2 Deodorace, destilace s vodní parou .....	374
33.3 Molekulární destilace.....	380
<b>34 Sušení (Václav Koza, Michal Voldřich).....</b>	<b>382</b>
34.1 Sušení vzduchem .....	382
34.2 Mechanismus sušení.....	387
34.3 Fáze sušení .....	387
34.4 Sušení hygroscopických potravin .....	388
34.5 Sušení v kontaktních sušárnách.....	389
34.6 Sublimační sušení – lyofilizace .....	389
34.7 Expanzní sušárny .....	389
34.8 Přehled zařízení.....	389
<b>35 Extruze (Josef Příhoda) .....</b>	<b>392</b>
35.1 Teoretické základy extruze.....	393
35.2 Konstrukční uspořádání extrudérů.....	394
<b>36 Pečení, restování a smažení (Josef Příhoda).....</b>	<b>397</b>
36.1 Sdílení tepla při pečení, restování a smažení .....	397
36.2 Proces pečení .....	399
36.3 Konstrukční uspořádání zařízení na pečení, smažení a restování .....	400
<b>37 Mikrovlnný, dielektrický, infračervený a ohmický ohřev (Michal Voldřich, Václav Koza) .....</b>	<b>405</b>
37.1 Mikrovlnný a dielektrický ohřev .....	405
37.2 Odporový ohřev.....	413
37.3 Infračervený ohřev .....	416

<b>ČÁST 5. Procesy s odebráním tepla .....</b>	<b>419</b>
<b>38 Chlazení a uchovávání v chladu</b>	
<b>(Michal Voldřich, Lenka Votavová, Václav Koza, Rudolf Ševčík, Petr Pipek).....</b>	<b>421</b>
38.1 Vliv nízké teploty na mikroorganismy .....	421
38.2 Konzervace potravin uchováním v chladu.....	422
38.3 Zařízení.....	426
38.4 Chladírenské skladování.....	430
38.5 Vliv chlazení na potraviny.....	431
<b>39 Zmrazování a mrazírenské skladování</b>	
<b>(Michal Voldřich, Lenka Votavová, Rudolf Ševčík) .....</b>	<b>432</b>
39.1 Teoretické základy zmrazování potravin.....	432
39.2 Tvorba krystalů ledu .....	432
39.3 Koncentrace rozpuštěných látek.....	434
39.4 Změny objemu.....	435
39.5 Postupy a zařízení pro zmrazování.....	435
39.6 Změny probíhající v potravinách .....	437
39.7 Rozmrazování.....	440
39.8 Vymrazování – zahušťování vymrazováním vody .....	440
<b>ČÁST 6. Doplnkové procesy .....</b>	<b>443</b>
<b>40 Balení (Jaroslav Dobiáš).....</b>	<b>445</b>
40.1 Propustnost obalových materiálů .....	445
40.2 Migrace složek obalového materiálu do baleného produktu.....	449
<b>41 Plnění (Jaroslav Dobiáš).....</b>	<b>453</b>
41.1 Plnění.....	453
41.2 Uzavírání .....	455
41.3 Garance neporušenosti.....	460
<b>42 Doprava materiálů (Milan Jahoda) .....</b>	<b>462</b>
42.1 Doprava pevných látek.....	462
42.2 Doprava kapalin .....	466
42.3 Doprava plynů.....	466
<b>43 Skladování v řízené atmosféře (Michal Voldřich).....</b>	<b>468</b>
<b>Rejstřík.....</b>	<b>475</b>