



**НАВЧАЛЬНІ
ВИДАННЯ**

Жеплінська М.М., Василів В.П.

**ТЕПЛОФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ
НАПІВФАБРИКАТІВ ТА ХАРЧОВИХ
ПРОДУКТІВ**

Довідник

Жеплінська М.М., Василів В.П.

**ТЕПЛОФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ
НАПІВФАБРИКАТІВ ТА ХАРЧОВИХ
ПРОДУКТІВ**

Довідник

Київ

2021

УДК 664(076.5) *Рекомендовано до видання рішенням вченої ради*
Національного університету біоресурсів і
Ж17 *природокористування України (Протокол № ___ від*
_____ року)

Рецензенти:	<i>Шутюк В.В.</i> , доктор технічних наук, професор кафедри технології консервування Національного університету харчових технологій;
	<i>Стадник І.Я.</i> , доктор технічних наук, професор кафедри обднання харчових технологій Тернопільського національного технічного університету ім. Івана Пулюя
	<i>Лопатько К.Г.</i> , доктор технічних наук, професор кафедри конструкційних матеріалів Національного університету біоресурсів і природокористування України

Ж17 Теплофізичні властивості напівфабрикатів та харчових продуктів: довідник /М.М. Жеплінська, В.П. Василів. – К.: Фірма «ІНКОС», 2021. – 206 с.

ISBN

Довідник містить основні теплофізичні характеристики напівфабрикатів та продуктів, що необхідні для проведення розрахунків обладнання для харчової промисловості.

Довідник призначений для студентів технологічних, біотехнологічних та механічних спеціальностей для підготовки до виконання курсового проекту з дисципліни «Процеси і апарати харчових виробництв», «Процеси і апарати біотехнологічних виробництв», а також може бути корисним спеціалістам підприємств харчових і переробних галузей АПК, аспірантам, науковим співробітникам та викладачам закладів вищої освіти для інженерних розрахунків та виконання дипломних проектів.

УДК 664(076.5)

© М.М. Жеплінська, В.П.Василів,
2021

© НУБіП України

ISBN

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ



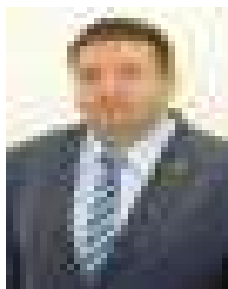
Жеплінська Марія Михайлівна

Кандидат технічних наук, доцент кафедри процесів і обладнання переробки продукції АПК Національного університету біоресурсів і природокористування України. Викладає дисципліни «Процеси і апарати харчових виробництв», «Ресурсозберігаючі технології в харчовій промисловості», «Оптимізація виробничих процесів».

Наукові інтереси пов'язані з дослідженням процесів очищення соків цукрових і консервних виробництв та розроблення нових технологій і обладнання в харчовій промисловості.

Автор понад 170 наукових праць, з яких 4 монографії, підручник, 5 навчальних посібники, 28 патентів на корисні моделі і винаходи України.

Електронна адреса: jeplinska@ukr.net



Василів Володимир Павлович

Кандидат технічних наук, доцент кафедри процесів і обладнання переробки продукції АПК Національного університету біоресурсів і природокористування України. Викладає дисципліни «Технологічне обладнання галузі», «Проектування підприємств з основами САПР», «Експлуатація технологічного обладнання», «Основи промислового будівництва».

Наукові інтереси пов'язані з дослідженням процесів електрофізичних методів інтенсифікації обробки харчових напівфабрикатів та сировини.

Автор понад 150 наукових праць, з яких 2 монографії, 3 навчальних посібники та 10 патентів на корисні моделі і винаходи України.

Електронна адреса: vasiliv-vp@ukr.net

ЗМІСТ

ЗМІСТ	5
ПЕРЕДМОВА.....	7
1. ВИЗНАЧЕННЯ ОСНОВНИХ ДОВІДКОВИХ ВЕЛИЧИН	10
2. БУРЯКОЦУКРОВА ПРОМИСЛОВІСТЬ	12
2.1 Кристалчний цукор	12
2.2 Цукрові розчини	13
3. ОЛІС-ЖИРОВА ПРОМИСЛОВІСТЬ.....	20
3.1 МАРГАРИН.....	20
3.2 Рослинні олії і жири.....	21
4. БОРОШНОМЕЛЬНА, ХЛІБОПЕКАРСЬКА ТА МАКАРОННА ПРОМИСЛОВІСТІ	27
4.1 Зерно, борошно і борошняні продукти	27
4.2 Макаронне виробництво	29
5. КРОХМАЛЕПАТОКОВЕ ВИРОБНИЦТВО	30
5.1 Крохмаль.....	30
5.2 Патока.....	31
6. КОНДИТЕРСЬКА ПРОМИСЛОВІСТЬ.....	34
6.1 Сировина та сиропи.....	34
6.2 Фруктові маси, підварки і начинки.....	42
6.3 Масло-какао і шоколадні маси	47
6.4 Тісто бісквітного і вафельного виробництва	57
6.5 Деякі продукти кондитерської промисловості	62
7. ВИНОРІБНА ПРОМИСЛОВІСТЬ	67
8. ПИВОВАРНЕ ВИРОБНИЦТВО	78
9. СПИРТОВЕ ВИРОБНИЦТВО	83
10. М'ЯСНЯ ПРОМИСЛОВІСТЬ	90
10.1 М'ясо і м'ясні продукти	90
10.2 Тваринні жири і замітники	94
11. РИБНА ПРОМИСЛОВІСТЬ	96
12. МОЛОЧНА ПРОМИСЛОВІСТЬ	102
12.1 Молоко і деякі молочні продукти	102
12.2 Вершки.....	111
12.3 Вершкове масло	122
12.4 Молочний жир	126
12.5 Морозиво.....	129
13. КОНСЕРВНА ПРОМИСЛОВІСТЬ.....	134
13.1 Хімічний склад овочів та плодово-ягідної сировини.....	134
13.2 Соки	145
13.3 Овочі і картопля	151
13.4 Плодово-ягідна сировина.....	170
14. ВИДИ РЕЧОВИН, ЩО ЗАСТОСОВУЮТЬСЯ В ХАРЧОВІЙ ПРОМИСЛОВІСТІ	

ПЕРЕДМОВА

.....	181
14.1 Водяна пара і вода.....	181
14.2 Розчини хлористого натрію і хлористого калію.....	184
14.3 Інші речовини.....	192
СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	197

ПЕРЕДМОВА

При створенні довідника з теплофізичних характеристик напівфабрикатів та харчових продуктів було поставлено завдання об'єднати всі експериментальні дослідження, які відомі в літературі, в одну книгу для практичного їх використання.

В даному довіднику використані дані вітчизняних та зарубіжних дослідників.

Метою даної роботи є надання допомоги здобувачам вищої освіти оперативно відшукати необхідні величини та використати їх для виконання самостійних, лабораторних робіт і що дуже важливо застосувати даний матеріал при виконанні розрахунків, які пов'язані з курсовим та дипломних проектуванням. Це стосується як дисципліни «Процеси і апарати харчових виробництв», так і інших спецдисциплін передусім зі спеціальності 181 «Харчові технології». Також дані результати можна використати студентам, які навчаються на механічних та біотехнологічній спеціальностях, для виконання курсових проектів відповідно з дисциплін «Процеси і апарати харчових виробництв» та «Процеси і апарати біотехнологічних виробництв».

Джерелом викладеної інформації є найбільш коректні довідники, монографії, навчальні видання та фахові журнали, перелік яких наведено в розділі «Список використаної літератури».

Довідник містить матеріал, який систематизовано та представлено у вигляді таблиць чи в меншій мірі формул. Одиниці вимірювання величин наведено в системі СІ.

Ця праця є першою спробою систематизувати найбільш суттєві характеристики сировини, напівфабрикатів та готової харчової продукції з різних джерел і не мають на меті претендувати на всебічну і повну подачу інформації як відносно видів сировини та продуктів, так і їх теплофізичних властивостей і характеристик.

ПЕРЕДМОВА

Даний довідник містить найчастіше використовувані в інженерних розрахунках теплофізичні властивості різних харчових напівфабрикатів та готових продуктів, які розміщені у виданні відповідно до приналежності тої чи іншої галузі харчової промисловості.

Викладений в довіднику матеріал може бути також корисним для працівників проектно-конструкторських бюро, інженерами харчові та біотехнологічної промисловостей, здобувачами вищої освіти та студентами технікумів при виконанні курсових та дипломних проектів.

Автори будуть щиро вдячні всім зауваженням та побажанням щодо змісту довідника з метою їх всебічного врахування в подальших виданнях.

УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ

ρ – густина;
 λ – коефіцієнт теплопровідності;
 c – питома теплоємність;
 a – коефіцієнт температуропровідності;
 μ – коефіцієнт динамічної в'язкості;
 ν – коефіцієнт кінематичної в'язкості;
 t – температура;
 r – питома теплота пароутворення;
 i – питома ентальпія;
 σ – коефіцієнт поверхневого натягу;
 r – теплота пароутворення;
 W – вологість продукта;
 φ – відносна вологість повітря;
 B – концентрація;
 CP – вміст сухих речовин;
 RP – редукуючі речовини;
 Pr – критерій Прандтля.

1. ВИЗНАЧЕННЯ ОСНОВНИХ ДОВІДКОВИХ ВЕЛИЧИН

Густиною тіла ρ називають відношення маси тіла до його об'єму

$$\rho = m/V.$$

В Міжнародній системі одиниць СІ густина вимірюється в $\text{кг}/\text{м}^3$.

Коефіцієнт теплопровідності λ чисельно дорівнює кількості теплоти, що переноситься через одиницю поверхні до одиниці часу при градієнті температури, що дорівнює одиниці. В Міжнародній системі одиниць вимірюється у $\text{Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$.

Питома теплоємність c називається теплоємність одиниці маси речовини m . Тоді як **теплоємністю** називають відношення кількості тепла ΔQ , яке передається тілу в будь-якому процесі до відповідної зміни температури тіла Δt

$$C = \Delta Q / \Delta t.$$

В Міжнародній системі одиниць СІ розмірність питомої теплоємності предатсвлена як $\text{Дж}/(\text{кг}\cdot\text{К})$.

В'язкістю називають явище виникнення дотичних сил, які щापобінають переміщенню частинок рідини або газу відносно один одного. Ця величина може бути виражена двома коефіцієнтами – **динамічної** μ або **кінематичної** ν в'язкостей, які зв'язані між собою співвідношенням

$$\nu = \mu / \rho.$$

Коефіцієнт динамічної (або абсолютної) в'язкості виражається в $\text{Па}\cdot\text{с}$, а коефіцієнт кінематичної в'язкості – в $\text{м}^2/\text{с}$.

Відносний температурний коефіцієнт об'ємного розширення β характеризує відносне збільшення об'єма під час нагрівання тіла на один Кельвін. Одиниця вимірювання цієї величини $1/\text{К}$.

Теплофізичні властивості напівфабрикатів та харчових продуктів

Під **температурою замерзання** називають температуру кристалізації, при якій охолоджена рідина починає переходити у твердий стан.

Температура рідини, при якій тиск її насиченої пари дорівнює зовнішньому тиску, називається температурою кипіння.

Температуру, при якій відбувається перехід речовини з твердого стану в рідкий, називають температурою плавлення.

Температуру в системі СІ можна вимірювати в градусах Цельсія (°C) і в градусах Кельвіна (K), зв'язок між якими має вигляд

$$T=123+t, \text{ K}$$

або

$$t=T-273,15 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Тепло, яке необхідне для випарування одиниці маси рідини, нагрітої до температури кипіння, називають **питомою теплотою пароутворення** r . Питома теплота пароутворення зменшується з підвищенням температури кипіння. Одиниця вимірювання в Міжнародній системі одиниць – Дж/кг.

Кількість теплоти, яку необхідно підвести до одиниці маси твердого тіла при температурі плавлення, називають **питомою теплотою плавлення**.

Поверхневим натягом рідини σ називають напружений стан вільної поверхні рідини, в результаті якого рідина прагне зменшити свою поверхню. Це явище має місце на границі двох фаз і вимірюється в Н/м.

Нижче наводяться дані (таблиці, графіки, формули) про теплофізичні властивості різних харчових напівфабрикатів та продуктів.

2. БУРЯКОЦУКРОВА ПРОМИСЛОВІСТЬ

2.1 Кристалічний цукор

Таблиця 2.1

Деякі теплофізичні характеристики цукрів

Продукт	t, °C	ρ , кг/м ³	λ , Вт/(м·К)	c, Дж/(кг·К)	$a \cdot 10^6$, м ² /с
Цукор-рафінад	-5	-	0,157	1340	0,1347
	15	1600	0,153	1361	1,1280
	35	-	0,145	1390	0,1194
Цукор-пісок	-	900	0,139	712	0,2390
Цукрова пудра	-	660	0,139	879	0,2360
Інвертний цукор	15	1198	0,336	3207	0,0875
	35	1188	0,334	3199	0,0883
	60	1174	0,345	3303	0,0889
	85	1160	0,353	3408	0,0894

Густина безводної глюкози 1538,4 кг/м³, гідратної – 1571,4 кг/м³. Густина мальтози 1500 кг/м³.

Таблиця 2.2

Коефіцієнт теплопровідності кристалічної сахарози

Вид сахарози	λ , Вт/(м·К)
Порошкоподібна	0,069
Рафінована	0,081
Спресована	0,093
Кристали цукрози	0,58
Цукор-сирець	0,17

Таблиця 2.3

Питома і молярна теплоємності кристалічної цукрози

t, °C	c, Дж/(кг·К)	C_m , Дж/(моль·К)
1	2	3
0	1088,57	385604
20	1214,17	415749

Теплофізичні властивості напівфабрикатів та харчових продуктів

Закінчення табл. 2.3

1	2	3
30	1256,04	435427
40	1323,03	452174
50	1356,52	464734
60	1419,32	485668
70	1469,57	502416
80	1532,37	523350
90	1578,42	540097

Таблиця 2.4

Температура плавлення цукрів

Вид цукру	$t_{\text{плав}}, ^\circ\text{C}$
Глюкоза	146
Мальтоза	108
Сахароза	170-188
Цукор тростинний	170-188
Цукрова пудра	170-188
Фруктоза	104

2.2 Цукрові розчини

Таблиця 2.5

Густина насичених цукрових розчинів залежно від температури

$t, ^\circ\text{C}$	Вміст цукру, г на 100 см ³ води	$\rho, \text{кг/м}^3$
1	2	3
0	179,2	1314,0
5	184,7	1319,2
10	190,5	1323,5
15	197,0	1328,0
20	203,9	1332,7
25	211,4	1342,7

Теплофізичні властивості напівфабрикатів та харчових продуктів

Закінчення табл. 2.5

1	2	3
30	219,9	1342,7
35	228,4	1348,0
40	238,1	1353,2
45	248,7	1359,2
50	260,4	1365,1
55	273,1	1371,2
60	287,3	1377,5
65	302,9	1384,0
70	320,5	1390,8
75	339,9	1397,7
80	362,1	1404,9
85	386,8	1412,2
90	415,7	1419,9
95	448,6	1427,7
100	487,2	1435,9

Таблиця 2.6

Теплофізичні характеристики цукрових розчинів різної концентрації при температурі кипіння

Концентрація, %	t, °C	λ , Вт/(м·К)	c, Дж/(кг·К)	$\mu \cdot 10^6$, Па·с
0	100,0	0,682	4187	282,4
10	100,2	0,645	4120	366,7
20	100,4	0,642	3864	452,1
30	100,7	0,570	3626	619,7
40	101,2	0,531	3358	960,1
50	102,0	0,493	3256	1765,2
60	103,5	0,456	2939	3341,1

Таблиця 2.7

Теплофізичні характеристики чистих водно-цукрових розчинів

Концентрація, мас. %	t, °C	ρ, кг/м ³	λ, Вт/(м·К)	c, Дж/(кг·К)	μ · 10 ³ , Па·с	Pr
1	2	3	4	5	6	7
20	50	1068	0,5706	3760	0,9681	6,38
	60	1063	0,5809	3775	0,8084	5,26
	70	1059	0,5893	3790	0,6798	4,37
	80	1054	0,5965	3805	0,5912	3,76
30	50	1113	0,5368	3546	1,427	9,17
	60	1108	0,5458	3568	1,1198	7,84
	70	1103	0,5536	3591	0,9996	6,49
	80	1098	0,5604	3614	0,8509	5,48
40	50	1162	0,5020	3333	2,4866	16,52
	60	1157	0,5100	3363	1,9680	12,97
	70	1152	0,5180	3393	1,6001	10,48
	80	1146	0,5340	3423	1,3213	8,62
50	50	1215	0,4630	3119	5,0701	33,82
	60	1210	0,4750	3157	3,8090	25,30
	70	1205	0,482	3195	2,9426	19,47
	80	1119	0,488	3232	2,5799	15,50
65	60	1321	0,426	2847	19,9999	12,00
	70	1316	0,433	2893	13,7522	74,30
80	80	1310	0,438	2943	9,8774	51,80

Теплопровідність цукрових розчинів

Теплопровідність цукрових розчинів Вт/(м·К), визначається з такого рівняння:

$$\lambda = K\lambda_{\text{в}}(1 - 556 \cdot 10^{-5} \cdot \text{Б}),$$

де $\lambda_{\text{в}}$ - теплопровідність води при заданій температурі, Вт/(м·К);

Теплофізичні властивості напівфабрикатів та харчових продуктів

Б - концентрація розчину, мас. %;

К - коефіцієнт (визначається за табл. 8).

Таблиця 2.8

Концентрація цукру, %	10	20	30	40	50	60	70
К	0,950	0,890	0,834	0,777	0,720	0,666	0,605

Таблиця 2.9

Залежність коефіцієнта динамічної в'язкості цукрових розчинів від концентрації і температури

Б, %	В'язкість $\mu \cdot 10^3$, Па · с, при температурі t, °С									
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
10	1,90	1,46	1,12	0,86	0,70	0,61	0,49	0,44	0,38	0,34
12	2,07	1,61	1,17	0,91	0,74	0,63	0,53	0,46	0,41	0,38
14	2,24	1,70	1,21	0,97	0,78	0,68	0,56	0,49	0,46	0,42
16	2,46	1,74	1,24	1,02	0,84	0,72	0,62	0,52	0,50	0,45
18	2,59	1,83	1,37	1,11	0,91	0,77	0,65	0,55	0,52	0,46
20	2,81	2,09	1,51	1,21	0,98	0,82	0,69	0,59	0,55	0,47
25	3,51	2,67	1,95	1,62	1,39	0,95	0,84	0,68	0,59	0,49
30	5,13	3,46	2,44	1,90	1,52	1,21	1,02	0,81	0,71	0,62
35	6,61	4,70	3,48	2,59	1,94	1,62	1,33	1,02	0,85	0,74
40	9,64	6,61	4,47	3,32	2,56	2,02	1,62	1,32	1,11	0,96
45	16,4	10,09	6,87	4,83	3,51	2,61	2,15	1,75	1,48	1,28
50	2,69	16,65	10,3	7,20	5,02	3,91	3,14	2,38	1,92	1,56
55	49,5	30,14	18,5	13,1 7	7,95	5,71	4,32	3,12	2,63	2,11

Теплофізичні властивості напівфабрикатів та харчових продуктів

Закінчення табл. 2.9

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
60	121,07	59,87	34,15	21,4	14,20	9,84	7,17	5,32	4,73	3,18
62	176,15	88,35	49,53	30,34	19,63	13,20	9,34	6,91	5,21	4,11
64	271,24	138,09	71,51	42,10	26,51	17,52	12,15	8,93	6,43	4,93
65	345,01	174,11	85,4	47,6	29,1	19,81	14,40	8,92	6,81	5,14
68	694,21	301,29	139,11	77,08	41,31	26,54	17,62	12,33	8,84	6,68

Теплоємність розчинів цукру, кДж/(кг·К),

$$C = 4190 - (2520 - 7,5 t_c) \cdot B/100,$$

де t_c - температура розчину, °С;

В - концентрація цукру, % мас.

Таблиця 2.10

Густина водних розчинів цукру при температурі 20 °С залежно від концентрації

В, % мас.	ρ , кг/м ³	В, % мас.	ρ , кг/м ³	В, % мас.	ρ , кг/м ³	В, % мас.	ρ , кг/м ³
1	2	3	4	5	6	7	8
1	1004	19	1079	37	1163	54	1254
2	1008	20	1083	38	1168	55	1260
3	1012	21	1087	39	1174	56	1266
4	1016	22	1092	40	1179	57	1271
5	1020	23	1097	41	1184	58	1277
6	1024	24	1101	42	1189	59	1283
7	1028	25	1105	43	1194	60	1289
8	1034	26	1110	44	1199	61	1295
9	1036	27	1115	45	1205	62	1301

Теплофізичні властивості напівфабрикатів та харчових продуктів

Закінчення табл. 2.10

1	2	3	4	5	6	7	8
10	1040	28	1120	46	1210	63	1307
11	1044	29	1124	47	1215	64	1313
12	1048	30	1129	48	1221	65	1319
13	1053	31	1134	49	1226	66	1325
14	1057	32	1139	50	1232	67	1331
15	1061	33	1144	51	1237	68	1337
16	1065	34	1149	52	1243	69	1343
17	1070	35	1153	53	1249	70	1350
18	1074	36	1158				

Густина цукру при температурі визначається за формулою:

$$\rho = \rho_{20} - (0,4 + 0,0025B) \cdot (t_c - 20), \text{ кг/м}^3,$$

де B – масова концентрація розчину, %.

Таблиця 2.11

Залежність в'язкості насичених розчинів глюкози від температури

t, °C	Вміст глюкози		μ, Па · с
	%	на 100 частин води	
20	47,72	91,60	0,0183
30	54,64	120,46	0,0187
40	61,83	162,14	0,0224
50	70,91	243,80	0,0509
60	74,73	295,00	0,0662
70	78,23	359,94	0,0784
80	81,83	436,31	0,1040
90	84,63	552,77	-

Таблиця 2.12

Температура кипіння розчинів цукрози залежно від концентрації

Вміст сахарози, %	$t_{\text{кип}}, ^\circ\text{C}$
10	100,1
20	100,3
30	100,6
40	101,0
50	101,8
60	103,0
70	105,5
80	109,4
90	119,6

Таблиця 2.13

Поверхневий натяг розчинів цукрози при 20 °С

Вміст сахарози на 100 г розчина, г	$\sigma, \text{Н/м}$	Вміст сахарози на 100 г розчина, г	$\sigma, \text{Н/м}$
0	0,0727	29,8	0,0760
6,8	0,0731	31,0	0,0762
10,0	0,07335	40,7	0,0771
13,1	0,0736	47,5	0,0780
20,5	0,0745	51,2	0,0787
22,2	0,0749	62,7	0,0796

3. ОЛІЄ-ЖИРОВА ПРОМИСЛОВІСТЬ

3.1 Маргарин

Таблиця 3.1

Теплофізичні характеристики столового маргарину

t, °C	ρ , кг/м ³	λ , Вт/(м·К)	c, Дж/(кг·К)	$a \cdot 10^6$, м ² /с
-5	-	0,203	2901	0,0750
15	930	0,205	3182	0,0694
35	910	0,207	3328	0,0680
59	902	0,207	3337	0,0680

Таблиця 3.2

Теплофізичні характеристики вершкового маргарину

t, °C	ρ , кг/м ³	c, Дж/(кг·К)	$a \cdot 10^6$, м ² /с
22	920,4	2114	0,0733
26	917,2	2227	0,0705
30	914,0	2328	0,0683

Таблиця 3.3

Залежність коефіцієнта теплопровідності вершкового маргарину від температури

t, °C	λ , Вт/(м·К)	t, °C	λ , Вт/(м·К)
22	0,165	29	0,173
26	0,172	32	0,179

Таблиця 3.4

Залежність коефіцієнта температуропровідності вершкового маргарину від температури

t, °C	$a \cdot 10^6$, м ² /с	t, °C	$a \cdot 10^6$, м ² /с
20	0,0736	27	0,0711
22	0,0717	29	0,0678
24	0,0714	32	0,0667

Теплофізичні властивості напівфабрикатів та харчових продуктів

Зміна коефіцієнта температуропровідності сливочного маргарину в інтервалі температур 20...32 °С виражається формулою

$$\alpha \cdot 10^8 = 2,7778(2,65 - 0,02(t - 20)), \text{ м}^2/\text{с}.$$

3.2 Рослинні олії і жири

Таблиця 3.5

Зміна густини рослинних олій і жирів залежно від температури

Продукт	ρ , кг/м ³ при температурі, °С					
	-20	-10	0	10	20	30
1	2	3	4	5	6	7
Олія						
виноградна з кісточок	946	940	933	926	919	906
кукурудзяна	947	940	933	927	920	906
кунжутна	946	939	932	925	918	905
соняшникова нерафінована	944	937	930	923	916	903
соняшникова рафінована	954	947	940	934	926	912
соєва амурська	947	941	934	927	920	907
соєва рафінована	947	940	933	926	919	906
бавовняна	949	942	935	928	921	908
Саломас харчовий						
з соняшникової олії	939	932	926	919	912	898
з бавовняної олії	937	930	923	916	910	896
	60	80	100	120	140	150
Олія						
виноградна з кісточок	892	878	865	851	838	831

Теплофізичні властивості напівфабрикатів та харчових продуктів

Закінчення табл. 3.5

1	2	3	4	5	6	7
кукурудзяна	893	879	865	852	838	831
кунжутна	891	878	864	850	837	830
соняшникова нерафінована	899	876	862	848	835	828
соняшникова рафінована	898	884	871	857	845	836
соєва амурська	893	879	866	852	839	832
соєва рафінована	892	878	864	850	836	829
бавовняна	894	881	867	853	840	833
Саломас харчовий						
з соняшnikової олії	885	871	858	844	830	824
з бавовняної олії	882	869	855	842	828	821

Таблиця 3.6

Зміна коефіцієнта теплопровідності рослинних олій і жирів залежно від температури

Продукт	λ , Вт/(м·К) при температурі, °С					
	-20	0	20	50	80	120
1	2	3	4	5	6	7
Олія						
виноградна з кісточок	0,176	0,172	0,168	0,161	0,154	0,144
кукурудзяна	0,186	0,180	0,173	0,168	0,160	0,151
кунжутна	0,192	0,185	0,180	0,173	0,166	0,155
соняшникова нерафінована	0,174	0,169	0,166	0,159	0,151	0,142
соняшникова рафінована	0,172	0,169	0,167	0,162	0,159	0,153
соєва амурська	0,186	0,181	0,175	0,169	0,162	0,152

Теплофізичні властивості напівфабрикатів та харчових продуктів

Закінчення табл. 3.6

1	2	3	4	5	6	7
бавовняна нерафінована	0,195	0,191	0,186	0,179	0,171	0,161
Бабовняна рафінована	0,172	0,169	0,167	0,162	0,159	0,153
Саломас технічний з соняшникової олії	0,172	0,169	0,167	0,162	0,159	0,153

Таблиця 3.7

Питома теплоємність деяких видів олій

Олія	с, Дж/(кг·К)	Олія	с, Дж/(кг·К)
Анісова	1846	Коріандрова	2315
Геранієва	2110	М'ятна	2080

Таблиця 3.8

Теплофізичні характеристики гідрожіру

t, °C	ρ, кг/м ³	λ, Вт/(м·К)	с, Дж/(кг·К)	а·10 ⁶ , м ² /с
-5	-	0,174	2973	0,0611
15	942	0,177	3069	0,0617
35	908	0,181	3324	0,0628

Для гідрожіру значення λ і a можна визначити за формулами

$$\lambda = 1,163(0,155 + 0,0004(t - 20)), \text{ Вт/(м·К)},$$

$$a \cdot 10^6 = 2,7778(2,2 + 0,015(t - 20)), \text{ м}^2/\text{с}.$$

Таблиця 3.9

***Зміна питомої теплоємності рослинних олій і жирів
залежно від температури***

Продукт	с, Дж/(кг·К) при температурі, °С					
	-10	0	20	50	80	120
Олія						
виноградна з кісточок	1545	1574	1649	1721	1809	1934
кукурудзяна	1633	1658	1733	1809	1901	2026
кунжутна	1859	1880	1938	2035	2123	2252
соняшникова нерафінована	1838	1867	1928	2018	2108	2239
соняшникова рафінована	1645	1687	1775	1905	2030	2198
соєва амурська	1721	1758	1813	1905	1989	2102
бавовняна нерафінована	1608	1649	1742	1884	2010	2185
бавовняна рафінована	1608	1654	1737	1863	1989	2156
Саломас харчовий з соняшникової олії	2035	2072	2131	2223	2319	2458
Саломас харчовий з бавовняної олії	1892	1930	1993	2097	2202	2336
Саломас технічний з соняшникової олії	1771	1821	1926	2081	2236	2441

Таблиця 3.10

Коефіцієнт динамічної в'язкості ефірних олій

Вид олії	μ, Па·с
Геранієва	0,00757
Коріандрова	0,0044
М'ятна	0,0077

Таблиця 3.11

Коефіцієнт динамічної в'язкості деяких продуктів при зміні температури

Продукт	μ , Па·с при температурі, °С			
	30	35	40	50
Олія				
арахісова	0,0526	0,0431	0,0356	0,0252
кешью	0,0501	0,0409	0,0336	0,0239
какао	-	0,0502	0,0409	0,0283
мигдальна	0,0478	0,0386	0,0325	0,0232
Жир кондитерський	-	0,0604	0,0466	0,0315

Таблиця 3.12

Зміна кінематичної в'язкості олій та жирів залежно від температури

Продукт	$\nu \cdot 10^6$, м ² /с при температурі, °С					
	20	40	60	80	100	150
Олія						
виноградна з кісточок	57,6	25,0	11,2	5,4	3,0	1,2
кукурудзяна	72,3	30,5	14,6	6,9	4,7	2,0
кунжутна	55,6	32,4	14,8	7,1	5,0	2,1
соняшникова	59,8	25,2	11,3	6,2	3,3	1,6
соєва амурська	61,8	30,6	18,1	10,7	7,4	2,8
бавовняна	73,4	33,8	18,7	11,6	7,8	3,7
Саломас технічний з соняшnikової олії	-	46,9	26,6	14,9	9,7	4,5

Таблиця 3.13

Температура застигання деяких рослинних олій

Вид олії	$t_{\text{заст}}$, °С
1	2
Арахісова	-3

Теплофізичні властивості напівфабрикатів та харчових продуктів

Закінчення табл. 3.13

1	2
Грецьких горіхів	-14...-28
Кунжутна	-5
Лісових горіхів і фундука	-17...-20
Мигдальна	-18...-20
Соняшникова	-16...-18,5
Соева	-18

4. БОРОШНОМЕЛЬНА, ХЛІБОПЕКАРСЬКА ТА МАКАРОННА ПРОМИСЛОВОСТІ

4.1 Зерно, борошно і борошняні продукти

Таблиця 4.1

Насипна маса деяких культур

Культура	Насипна маса, кг/м ³	Культура	Насипна маса, кг/м ³
Овес	500	Просо	700
Кукурудза	700	Ячмінь	650
Пшениця	760	Жито	720

Значення λ , c і a для нерухомого шару зерна пшениці при вологості $W=10...25\%$ можна визначити за формулами

$$\lambda = (0,06 + 0,002W_c)$$

$$c = (0,25 + 0,01W_c)$$

$$a = (2,5 + 0,05W_c)$$

Для нерухомого шару зерна кукурудзи при вологості $10...30\%$

$$\lambda = (0,032 + 0,0053W_c), \text{ ккал/ (м} \cdot \text{год} \cdot \text{К)}$$

$$c = (0,28 + 0,01W_c), \text{ ккал/ (кг} \cdot \text{К)}$$

$$a = (1,44 - 0,014W_c) \cdot 10^{-3}, \text{ м}^2 \cdot \text{год.}$$

Для борошна будь-якого агтунку з насипною масою $730...790 \text{ кг/м}^3$ при вологості $10...18\%$ і температурі $15...30^\circ\text{C}$ значення коефіцієнта теплопровідності, питомої теплоємності і коефіцієнта температуро-провідності можна приймати в таких межах, з використанням наступних формул

$$\lambda = 0,10...0,12 \text{ ккал / (м} \cdot \text{год} \cdot \text{К)};$$

$$c = 0,40...0,45 \text{ ккал / (кг} \cdot \text{К)};$$

$$a \cdot 10^4 = 3,3...3,6 \text{ м}^2 / \text{год.}$$

Таблиця 4.2

Теплофізичні властивості борошна

t, °C	ρ , кг/м ³	λ , Вт/(м·К)	c, Дж/(кг·К)	$a \cdot 10^6$, м ² /с
Середні значення для борошна				
-5	-	0,112	1599	0,0917
10	-	-	1717	0,0955
15	762	0,121	1733	0,0903
35	-	0,130	1968	0,0875
-5...+40	762	0,114...0,130	1599...1926	0,0883...0,0955
Борошно 72 %, вологість 12 %				
	400	0,174	1256	0,2390
Борошно 85 %, вологість 15,6 %				
	430	0,151	1256	0,2390

Значення λ , c і a для борошна можна визначити за формулами

$$\lambda = 1,163(0,098 + 0,0004t);$$

$$c = 4186,8(0,39 + 0,002t);$$

$$a \cdot 10^8 = 2,7778(3,3 - 0,003t).$$

Таблиця 4.3

Питома теплоємність пшеничного борошна

Вологість, %	c, Дж/(кг·К)	Вологість, %	c, Дж/(кг·К)
0	1423	14,5	1825
13,0	1783	15,0	1838
13,5	1796	15,5	1850
14,0	1808	16,0	1867

4.2 Макаронне виробництво

Таблиця 4.4

Питома теплоємність сухих речовин деяких продуктів

Продукт	с, Дж/(кг·К)
Пшениця	1465...1549
Макаронне тісто	1662
Хліб, борошно	1549...1675

Таблиця 4.5

Теплофізичні властивості деяких видів тіста і хліба

Продукт	Вологість, %	ρ , кг/м ³	λ , Вт/(м·К)	с, Дж/(кг·К)	$a \cdot 10^6$, м ² /с
Тісто					
пшеничне з борошна I гатунку	44,8	586	0,314	2801	0,1916
	45,1	629	0,327	2805	0,1916
житнє	53,6	718	0,407	3023	0,1875
	53,9	701	0,396	3027	0,1875
Хліб					
подовий, м'якуш	42,5	545	0,248	2742	0,1666
скоринка	-	420	0,055	1675	0,0800
формовий, м'якуш	45,0	500	0,232	2805	-
скоринка	-	300	0,041	1675	-

Таблиця 4.6

Залежність в'язкості макаронного тіста від тиску і швидкості зсуву

Тиск, кг/см ²	μ , 10^{-6} Па·с, при швидкості зсуву, 1/с					
	0,13	0,2	0,3	0,4	0,6	0,9
35	0,335	0,270	0,215	0,170	0,140	0,120
50	0,370	0,300	0,240	0,190	0,150	0,125
70	0,415	0,335	0,265	0,215	0,165	0,130
90	0,450	0,365	0,285	0,245	0,180	0,150

5. КРОХМАЛЕПАТОКОВЕ ВИРОБНИЦТВО

5.1 Крохмаль

Таблиця 5.1

Густина і насипна маса крохмалю

Вид крохмалю	СР, %	ρ , кг/м ³	Насипна маса, кг/м ³
Картопляний	80...87	1648	640
Пшеничний	-	1629	-
Рисовий	-	1620	-
Маїсовий	80...87	1623	550

Таблиця 5.2

Теплофізичні характеристики кукурудзяного крохмалю

ρ , кг/м ³	λ , Вт/(м·К)	c , Дж/(кг·К)	$a \cdot 10^6$, м ² /с
1623	0,106	1867	0,0744

Питома теплоємність сухих речовин пшеничного крохмалю 1842 Дж/(кг·К), картопляного крохмалю в межах 1089...1214 Дж/(кг·К).

Таблиця 5.3

Вплив густини крохмалю на зміну коефіцієнта динамічної в'язкості при різній температурі

Густина, °Бр	μ , 10 ⁻² Па·с, при температурі, °С			
	20	30	40	50
1	2	3	4	5
8	0,102	0,101	0,099	-
11	0,106	0,103	0,100	-
14	0,111	0,106	0,103	-
20	0,106	0,102	0,100	-
25	0,111	0,106	0,104	-
30	0,128	0,120	0,114	-
35	0,183	0,154	0,141	-

Теплофізичні властивості напівфабрикатів та харчових продуктів

Закінчення табл. 5.3

1	2	3	4	5
38	-	0,249	0,199	0,179
41	-	0,457	0,325	0,286
44	-	1,196	0,361	0,637

Таблиця 5.4

В'язкість картопляного крохмального молока залежно від температури

Густина, °Бр	μ, 10 ⁻⁴ Па·с, при температурі, °С		
	6	12	20
8,9	10,07	10,01	10,035
9,4	10,07	10,07	10,034
18,2	10,06	10,48	10,35
18,6	10,86	10,60	10,46
30,0	12,63	12,11	11,65
30,1	12,80	12,32	11,93
37,1	21,20	18,92	16,83
37,2	21,40	19,33	17,53

5.2 Патока

Таблиця 5.5

Густина патоки

Вид патоки	Вологість, %	ρ, кг/м ³
Варена	84,6...84,9	1450...1460
Крохмальна	79,2...81,5	1430
Мальтозна	81,6	1430

Таблиця 5.6

Теплофізичні характеристики патоки

t, °С	ρ, кг/м ³	λ, Вт/(м·К)	c, Дж/(кг·К)	a·10 ⁶ , м ² /с
1	2	3	4	5
15	1436	0,366	2512	0,1019

Теплофізичні властивості напівфабрикатів та харчових продуктів

Закінчення табл. 5.6

1	2	3	4	5
20	1430	0,394	2700	0,1019
50	1418	0,378	2449	0,1089
85	1398	0,384	2353	0,1167

Константи потоки ρ , λ , c і a в діапазоні температур 15...75 °С можна визначити за формулами

$$\rho = (1445 - 0,555t);$$

$$\lambda = 1,163(0,31 + 0,0001t);$$

$$c = 4186,8(0,61 - 0,0005t);$$

$$a \cdot 10^8 = 2,7778(3,56 - 0,007t).$$

Таблиця 5.7

Залежність коефіцієнта динамічної в'язкості потоки від температури

Вміст, %		μ , Па·с, при температурі, °С			
CP	PP	20	50	70	100
80	38	22,5	1,50	0,4	0,12
81	39	37,6	1,75	0,5	-
82	43	152,6	5,70	1,0	0,20

Таблиця 5.8

Залежність коефіцієнта динамічної в'язкості потоки від температури і вмісту сухих речовин

Вміст, %		μ , 10^{-3} Па·с, при температурі, °С		
CP	PP	17	49	82
78	42	12200	2,75	0,287
78	55	6700	1,60	0,167
83	200000	3,300	3,30	1,73
83	100000	1,680	1,68	0,83

Таблиця 5.9

***Коефіцієнт динамічної в'язкості кормових паток
цукрових заводів***

CP, %	t, °C	μ , Па·с
79,6	45	0,57
79,6	40	0,99
81,0	45	1,12
81,0	40	1,85
82,0	45	1,62
82,0	40	2,50
82,9	45	2,09
82,9	40	3,03
84,2	45	4,65
84,2	40	7,75
84,4	45	4,76
84,4	40	7,02

6. КОНДИТЕРСЬКА ПРОМИСЛОВІСТЬ

6.1 Сировина та сиропи

Таблиця 6.1

Густина деяких видів сировини кондитерського виробництва при 20 °С

Сировина	СР, %	ρ , кг/м ³
Ванілін	-	1056
Желатин	88,0	1368
Мед при 15 °С	70...82	1435
Кухонна сіль	96,5	2160
Курачі яйця	-	1080...1090
Білок	13,5...15,0	1045
Жовток	46,5	1028...1030

Таблиця 6.2

Густина горіхів

Вид горіхів	ρ , кг/м ³
Горіхи арахіса сирі	915,4
Горіхи арахіса обсмажені	914,6
Горіхи кеш'ю сирі	917,2
Горіхи кеш'ю обсмажені	912,7
Горіхи миндалю сирі	916,5
Горіхи миндалю обсмажені	916,2

Таблиця 6.3

Густина піноутворювачів

Назва	W, %	ρ , кг/м ³
Сухий китайський білок	12,0	310
Хайфоама	5,0	278
Піноутворювачі	3,5...4,0	270...398
ВНІМІ	3,0...10,0	260...370

Таблиця 6.4

Теплофізичні властивості курячого яйця і його основних частин

Назва	Вміст зв'язаної води, %	ρ , кг/м ³	Температура замерзання, °С	Температура коагуляції, °С
Білок	25	1045	-0,424	61
Жовток	15	1020...1028	-0,587	65
Ціле яйце	-	1095	-	-

Таблиця 6.5

Теплофізичні характеристики деяких видів сировини кондитерського виробництва

Сировина	t, °С	ρ , кг/м ³	λ , Вт/(м·К)	c, Дж/(кг·К)	$a \cdot 10^6$, м ² /с
1	2	3	4	5	6
Какао-боби сирі	20	560	0,105	2260,9	0,0819
	50	-	0,099	2260,9	0,0777
	70	-	0,093	2260,9	0,0763
	110	-	0,093	2260,9	0,0750
Кислота лимонна	15	1542	0,179	1394,2	0,1436
	30	-	0,177	1381,6	0,1430
	50	-	0,174	1373,3	0,1417
Меланж	-10	952	0,209	4438	0,3249
	5	-	0,456	3810	0,1167
	15	1015	0,463	3747,2	0,1222
	25	1010	0,467	3642,5	0,1277
Мед*	-5	1010	0,654	1821,3	0,1250
	15	1435	0,349	2306,9	0,1055
	20	1345	-	2428,3	0,1055
	25	1345	0,370	2993,6	0,0867
Молоко соєве згущене	-	1330	0,174	2018	0,1094

Теплофізичні властивості напівфабрикатів та харчових продуктів

Закінчення табл. 6.5

1	2	3	4	5	6
Яйця**	-	-	-	3181,9	-

* В межах температур 5...35 °С ці константи для меда можна визначити за такими формулами

$$\rho = 1442 - 0,4t;$$

$$\lambda = 1,163(0,29 + 0,00075t);$$

$$c = 4186,8(0,54 + 0,0035t);$$

$$a \cdot 10^8 = 2,7778(4,3 - 0,033t).$$

**В'язкість курячого жовтка при температурі 0 °С становить 20 Па·с, при 25 °С – 0,8 Па·с.

Таблиця 6.6

Залежність в'язкості меду від температури

W, %	μ, Па·с, при температурі, °С							
	10	20	30	40	50	60	70	80
14	-	592,0	14,4	4,6	1,5	1,0	0,70	0,25
16	-	228,0	5,9	2,1	0,9	0,6	0,30	0,15
19	28	65,0	2,7	1,0	0,5	0,3	0,20	0,10
24	4,52	13,0	0,5	0,4	0,2	0,1	0,05	0,03

Таблиця 6.7

В'язкість різних сортів пектину

Вид пектину	W, %	μ, Па·с
1	2	3
Абрикосовий	15,0	0,55
Апельсиновий, екстрагований водою	9,0	3,20
Апельсиновий, екстрагований щавелевою кислотою	16,0	0,16
Гарбузовий	-	0,13
Лимонний, екстрагований водою	8,0	1,80

Теплофізичні властивості напівфабрикатів та харчових продуктів

Закінчення табл. 6.7

1	2	3
Лимонний, екстрагований щавлевою кислотою	11,0	0,56
Соняшниковий	10,6...11,5	0,37...0,43
Буряковий	10,6...12,2	0,17...0,27
Яблучний	9,4	0,16

Таблиця 6.8

Вплив колоїдів на коефіцієнт динамічної в'язкості меду при 20 °С і вологості 20 %

Вміст колоїдів, %	В'язкість меду μ , Па·с	
	вихідного	вивільненого від колоїдів
0,09	0,31	0,28
0,12	0,33	0,29
0,15	0,37	0,35
0,18	0,40	0,35
0,28	0,44	0,37

Таблиця 6.9

Вплив температури на коефіцієнт динамічної в'язкості тертих горіхових ядер

Вид горіхів	μ , Па·с, при температурі, °С							
	35	40	45	50	55	60	65	70
З абрикосової кісточки	7,6	6,6	5,2	4,8	4,0	-	-	-
Арахіс	12,6 ...16	9,6... 12,0	92... 11	4,6... 10	4,4... 9,0	2,0... 8,0	1,6	1,4
Кеш'ю	20,4	17,0	13,8	12,0	10,4	9,4	-	9,4

Таблиця 6.10

Теплофізичні характеристики карамельного сиропу

СР, %	t, °С	ρ , кг/м ³	λ , Вт/(м·К)	c, Дж/(кг·К)	$a \cdot 10^6$, м ² /с
80	20	1420	0,326	1967,8	0,1167
	40	1395	0,314	2009,7	0,1139
	60	1370	0,314	2051,5	0,1111
	80	1340	0,302	2093,4	0,1055
85	20	1450	0,314	1884,1	0,1167
	40	1425	0,302	1925,9	0,1111
	60	1400	0,302	1967,8	0,1083
	80	1370	0,291	2009,7	0,1055
88	20	1480	0,314	1842,2	0,1167
	40	1455	0,302	1884,1	0,1111
	60	1430	0,302	1925,9	0,1083
	80	1400	0,291	1967,8	0,1055
92	20	1520	0,314	1758,5	0,1167
	40	1490	0,302	1800,3	0,1111
	60	1460	0,291	1884,1	0,1055
	80	1430	0,279	1925,9	0,1028

Густина сиропу для просмокування випеченого напівфабриката з вмістом СР=46...52 % дорівнює 1200...1250 кг/м³.

Таблиця 6.11

Коефіцієнт динамічної в'язкості карамельних сиропів з різною кількістю патоки

СР, %	μ , Па·с, при температурі, °С			
	100	108	116	120
1	2	3	4	5
50 % патоки до маси цукру				
87,32	0,389	0,258	0,163	0,131
85,20	0,200	0,139	0,094	0,077

Теплофізичні властивості напівфабрикатів та харчових продуктів

Закінчення табл. 6.11

1	2	3	4	5
84,08	0,145	0,102	0,070	0,060
82,20	0,115	0,077	0,054	0,044
Заміна 25 % патоки інвертним цукром (100 г цукру, 25 г патоки, 17 г інвертного цукру)				
86,74	0,238	0,165	0,106	0,088
84,20	0,107	0,078	0,054	0,046
82,53	0,077	0,055	0,039	0,033
Заміна патоки інвертним цукром (100 г цукру, 30 г інвертного цукру)				
87,0	0,159	0,106	0,073	0,064
84,8	0,094	0,063	0,044	0,037
81,9	0,044	0,034	0,025	0,022

Таблиця 6.12

В'язкість водних розчинів інвертного цукру

Вміст, %		t, °C	μ, Па·с
СР	інвертного цукру		
74,00	73,65	30,0	0,663
79,84	79,35	10,1	5,344
81,75	78,97	20,3	23,714
74,00	73,65	40,2	0,304
79,84	79,35	30,7	2,076
81,75	78,97	30,2	7,752
74,00	73,65	50,0	0,140
79,84	79,35	45,1	0,431
81,75	78,97	45,0	1,648
74,00	73,65	70,5	0,060
79,84	79,35	60,0	0,145
81,75	78,97	70,0	0,157

Таблиця 6.13

Коефіцієнт динамічної в'язкості сирона дражейного виробництва

Вміст, %		μ, Па·с, при температурі, °С		
СР	інвертного цукру	100	108	112
83,95	15,7	0,1050	0,0777	0,0653

Примітка. Рецептатура – 100 г цукру, 100 г патоки при температурі уварювання 112 °С.

Таблиця 6.14

Коефіцієнт динамічної в'язкості помадного сирона конфетного виробництва

СР, %	РР, %	μ, Па·с, при температурі, °С				
		100	110	115	118	120
86,3	5,16	0,1750	0,1133	0,0932	0,0800	0,0740
86,6	4,58	0,2200	0,1370	0,1140	0,0980	0,0880
87,4	4,70	0,2520	0,1610	0,1400	0,1150	0,0990

Таблиця 6.15

Залежність в'язкості помадного сирону від вмісту патоки і температури

t, °С	Вміст патоки, %			
	5		25	
	W, %	μ, Па·с	W, %	μ, Па·с
30	12,3	210,30	12,7	533,00
	13,1	122,00	13,0	229,50
	14,5	95,12	14,0	81,50
40	12,3	59,60	12,7	127,20
	13,1	41,00	13,0	60,80
	14,5	25,50	14,0	30,00
50	12,6	24,70	13,0	23,80
	13,6	14,80	14,0	10,83
	14,5	8,05	14,6	8,97

Таблиця 6.16

Залежність в'язкості емульсії для деяких видів кондитерських виробів від температури

Виріб	Температура приготування емульсії, °С	μ, Па·с, при температурі, °С	
		36	65
Коржики цукрові	62...65	0,15	0,06
Пряники медові	64...67	0,19	0,08
Пряники шоколадні	62...65	0,29	0,10

В'язкість емульсії для цукровоого печива при температурі 35 °С знаходиться в межах 0,9...1,3 Па·с.

Таблиця 6.17

Залежність коефіцієнта динамічної в'язкості емульсії для цукрового печива від вологості при температурі 35 °С

Група рецептури	Сорт печива	μ, Па·с		
		W, %		
		17	18	19
1	2	3	4	5
З молоком і меланжом	Рекорд	1,03	0,70	0,46
	Фантазія	-	0,80	0,62
	Ранок	0,94	0,78	0,53
	Апельсинове	-	-	0,50
	Ванільне	1,00	0,75	0,59
	Квартет	1,24	0,78	0,69
	Молочне	-	0,77	0,60
	До чаю	-	0,96	0,66
	Світанок	1,17	0,78	0,53
Весняне	1,36	0,85	0,58	

Теплофізичні властивості напівфабрикатів та харчових продуктів

Закінчення табл. 6.17

1	2	3	4	5
Зі згущеним молоком і меланжом	Цукрове	1,35	0,84	0,56
З меланжом без молока	Українська суміш	1,59	0,84	0,53
	Привіт	1,67	0,90	0,55
Без молока і меланжа	Новина	0,62	0,47	0,33
	Суміш №5	0,62	0,43	0,33

Таблиця 6.18

Температури кипіння карамельних сиропів залежно від концентрації

Вид сиропу	$t_{\text{кип}}, ^\circ\text{C}$, при концентрації розчинів, %						
	50	60	70	75	80	85	90
Цукровий	101,8	103,05	105,05	107,00	109,40	113,00	119,0
Патоковий	101,3	101,95	103,65	104,85	106,45	109,00	113,6
Інвертний	-	-	108,10	110,50	113,50	118,00	124,5

6.2 Фруктові маси, підварки і начинки

Таблиця 6.19

Теплофізичні характеристики начинок

Вид начинки	$t, ^\circ\text{C}$	$\rho, \text{кг/м}^3$	$\lambda, \text{Вт/(м}\cdot\text{К)}$	$c, \text{Дж/(кг}\cdot\text{К)}$	$a\cdot 10^6, \text{м}^2/\text{с}$
1	2	3	4	5	6
Вишнева	-	1345	0,266	2093,40	0,0936
Полунична	-	1345	0,257	2013,85	0,0950
Малина з вершками	-	1420	0,339	2394,85	0,0992

Теплофізичні властивості напівфабрикатів та харчових продуктів

Закінчення табл. 6.19

1	2	3	4	5	6
Марципанова	-	1360	0,372	1808,70	0,1514
Помадна	10	-	0,428	1842,19	0,1667
	35	-	0,412	2051,53	0,1444
	60	-	0,395	2365,54	0,1194
	85	-	0,379	2805,16	0,0972
Пралінова	15	980	0,180	1766,83	0,1044
	22	-	0,176	2009,66	0,0894
	30	-	0,170	2386,48	0,1003
	35	-	0,166	1465,38	0,1161
Вершкова	25	1440	0,328	2344,61	0,0972
	40	-	0,333	2415,78	0,0955
	60	-	0,338	2491,15	0,0944
	85	-	0,345	2583,25	0,0928
Фруктова	15	1375	0,320	2595,82	0,0897
	35	-	0,326	2637,68	0,0897
	60	-	0,326	2687,92	0,0897
	85	-	0,338	2746,54	0,0897
Яблучна	-	1417	0,272	1963,61	0,0980

Таблиця 6.20

Коефіцієнт динамічної в'язкості фруктових мас при 70 °С

Склад маси	Вміст води, %	μ , Па·с
Пюре з аличі з цукром (1:1)	32	39,0
	20	78,6
Яблучне пюре з цукром (1:1)	32	195,0
Желейна маса з агаром і цукром (0,3:0,7)	27	28,2

Таблиця 6.21

Залежність коефіцієнта динамічної в'язкості яблучного пюре від концентрації

СР, %	Кислотність в перерахунку на яблучну кислоту, %	t, °С	μ, Па·с
13,0	0,56	21	2,01
12,6	0,58	35	1,50
10,5	0,72	22	1,45
9,0	0,54	26	1,80
6,0	0,90	24	1,60

Таблиця 6.22

Коефіцієнт динамічної в'язкості фруктових мас

Вид маси	СР, %	t, °С	μ, Па·с
Сливе пюре з цукром	66,0	30	5,8
	78,0	30	56,8
Гарбузове пюре з цукром	66,0	30	2,9
Яблучне пюре			
з цукром	77,0	31	86,0
з цукром, слабожелюоче	65,5	29	8,8
з цукром, добре желюочим	66,0	30	11,2

Таблиця 6.23

Вплив концентрації і температури на коефіцієнт динамічної в'язкості підварок

Вид підварки	Вміст, %		Кислотність в перерахунку на яблучну кислоту, %	t, °С	μ, Па·с
	СР	цукру			
1	2	3	4	5	6
Абрикосова	68,2	64,5	0,86	21	1,5

Теплофізичні властивості напівфабрикатів та харчових продуктів

Закінчення табл. 6.23

1	2	3	4	5	6
Фруктова	65,0	52,2	0,74	20	20,0
				45	4,5
				50	2,4
Яблучна	68,0	63,7	0,48	23	43,9
				35	27,2
				50	13,2
	66,0	63,0	0,52	20	20,0
				32	9,1
				45	3,7
	62,0	60,6	0,51	20	5,8
	69,5	65,5	0,42	17	46,0
	61,3	61,0	0,83	26	6,9
			46	2,9	

Примітка. Співвідношення пюре і цукор 1:1,25.

Таблиця 6.24

Значення коефіцієнта динамічної в'язкості підварок при 20 °С

СР, %	μ, Па·с	СР, %	μ, Па·с
47,0	1,00	52,5	2,8

Таблиця 6.25

Коефіцієнт динамічної в'язкості фруктових начинок при 70 °С

Вид начинки	СР, %	μ, Па·с
1	2	3
Вікторія	81...82	7,8...8,0
Вишня	81...82	7,0...7,5
Груша	81...82	9,0...9,5
Грушева	80...82	5,0...7,5
Десертна	78...82	7,0...8,0
Журавлина	81...82	6,0...8,0

Теплофізичні властивості напівфабрикатів та харчових продуктів

Закінчення табл. 6.25

1	2	3
Агрус	82	10,0...11,0
Слива	81...82	6,0...11,5
Фруктово-ягідна	81...82	7,5...10,0
Яблуко	81...82	3,9...8,0

Таблиця 6.26

Залежність коефіцієнта динамічної в'язкості начинок від температури

Вид начинки	СР, %	Загальний цукор, %	Кислотність в перерахунку на яблучну кислоту, %	t, °C	μ , Па·с
Бруснична	84,65	77,42	0,92	24	224,5
				36	71,1
				51	23,2
				62	13,1
Вишнева	82,5	71,8	0,56	21	400,4
			0,62	55	14,4
Кизилова	82,7	73,3	0,65	20	385,2
				32	106,3
				47	31,3
				62	6,0
Малинова	81,0	75,6	-	35	39,0
Горобинова	82,4	74,0	0,90	22	359,5
Фінікова	81,5	70,6	0,39	21	275,8
Чорносмородинова	82,0	72,2	0,70	26	410,0
				50	25,3
				68	6,3
Яблучна	86,0	75,2	0,53	23	503,0
				50	57,0

6.3 Масло-какао і шоколадні маси

Таблиця 6.27

Деякі характеристики масла-какао

t, °C	ρ , кг/м ³	λ , Вт/(м·К)	c, Дж/(кг·К)	$\alpha \cdot 10^6$, м ² /с
10	927	0,291	2512	0,1250
30	910	0,325	2512	0,1444
50	895	0,372	2512	0,1667
70	880	0,430	2512	0,1944

Таблиця 6.28

Залежність в'язкості масла-какао від температури

t, °C	μ , Па·с	t, °C	μ , Па·с	t, °C	μ , Па·с
35	0,0520	50	0,0278	65	0,0192
40	0,0383	55	0,0249	70	0,0158
45	0,0349	60	0,0206	75	0,0154

Початкова температура плавлення масла-какао 31...34 °C, температура застигання 23...28 °C.

Таблиця 6.29

Температура плавлення і застигання фракцій замітника масла-какао

Фракція	Вихід, %	t, °C	
		плавлення	застигання
Тверда T ₁	40,7	40,4...41,0	40,0
Тверда T ₂	31,9	30,5...31,7	31,0

Таблиця 6.30

Температура плавлення гліцеридів масла-какао

Гліцерид	Вміст, %	t _{плав} , °C
1	2	3
Діолеопальмітин	4,0	Рідкий при кімнатній температурі

Теплофізичні властивості напівфабрикатів та харчових продуктів

Закінчення табл. 6.30

1	2	3
Діолеостеарин	4,5	- // -
Олеоінолеопальмітин	4,5	- // -
Олеолінолеостеарин	4,5	- // -
Вільні жирні кислоти	1,1	- // -
Неомилені жирні кислоти	0,4	- // -
Дипальмітиностеарин	2,5	63..68
Олеодистерин	18,5	43,5
Олеодипальмітин	7,0	29,0
Олеопальмітостеарин	53,0	34,5

Густина і коефіцієнт теплопровідності шоколадної маси залежно від температури в межах 30...70 °С можна визначити за формулами

$$\rho = (1320 - 0,5t);$$

$$\lambda = 1,163(0,2 + 0,0007t).$$

Питома теплоємність шоколадної маси для інтервала температур 30...70 °С дорівнює 1674,4 Дж/(кг·К).

Коефіцієнт температуропровідності для цього ж діапазону температур можна обчислити за формулою

$$a \cdot 10^8 = 2,7778(4 + 0,017t).$$

Таблиця 6.31

Теплофізичні характеристики шоколадної маси і тертого какао

Напівфабрикат	t, °С	ρ , кг/м ³	λ , Вт/(м·К)	c, Дж/(кг·К)	$a \cdot 10^6$, м ² /с
1	2	3	4	5	6
Шоколадна маса	0	1235	0,214	1482,1	0,1172
	10	-	0,223	1854,7	0,0975
	20	-	0,233	2122,7	0,0889
	35	-	0,246	1603,5	0,1244

Теплофізичні властивості напівфабрикатів та харчових продуктів

Закінчення табл. 6.31

1	2	3	4	5	6
Какао терте	10	1110	0,372	2637,7	0,1278
	30	1100	0,360	2637,7	0,1250
	50	1090	0,349	2637,7	0,1194
	70	1080	0,337	2637,7	0,1167

Для какао тертого константи λ і a залежно від температури можна визначити за допомогою формул

$$\lambda = 11,163(0,325 - 0,005t);$$

$$a \cdot 10^8 = 2,7778(4,65 - 0,005t).$$

Таблиця 6.32

Коефіцієнт динамічної в'язкості шоколадних мас

Марка маси	t, °C	μ , Па·с
Театральна	34	9,0
Цирк	40	15,0
Молочна	45	7,7
Спорт	33	9,0
	38	8,0
	45	7,8
Глазур з темперуючої машини	34	6,0
	45...50	3,0
Шоколадна маса з п'ятівальцевої мельниці	30	11,0
	32...35	8,8
	40	5,0

Таблиця 6.33

Коефіцієнт динамічної в'язкості деяких видів шоколадної маси

Вид шоколадної маси	Вміст вологи, %	Вміст масла какао, %	μ , Па·с
1	2	3	4
Терте какао при температурі 4 °C	2,0	-	3,7

Теплофізичні властивості напівфабрикатів та харчових продуктів

Закінчення табл. 6.33

	2	3	4
	2,3	-	5,0
	2,5	-	5,9
	2,7	-	7,0
	3,0	-	8,5
	3,2	-	9,7
	3,5	-	12,0
	3,7	-	13,5
	4,0	-	16,7
	4,2	-	18,7
	4,5	-	23,5
	4,65	-	27,2
Терте какао при температурі 41 °С	-	49	3,88
	-	50	3,60
	-	51	3,35
	-	52	3,07
	-	53	2,84
	-	54	2,62
	-	55	2,42
	-	56	2,27
Шоколадна маса при температурі 40 °С	-	32	35,0
	-	33	14,5
	-	34	10,0
	-	35	7,8
	-	36	6,0
	-	37	4,7
	-	38	4,2
	-	38,9	3,8

Таблиця 6.34

Коефіцієнт динамічної в'язкості шоколадної маси залежно від температури

t, °C	μ , Па·с	t, °C	μ , Па·с
32	4,85	50	2,95
40	3,75	60	2,55

Таблиця 6.35

Коефіцієнт динамічної в'язкості шоколадної маси «Прима» залежно від тривалості обробки

Тривалість обробки	W, %	μ , Па·с
Після розводки	1,19	7,60
Через добу	0,96	5,00
Через дві доби	-	4,65
Через три доби	0,91	5,3

Таблиця 6.36

Зміна коефіцієнта динамічної в'язкості шоколадної маси «Спорт» в процесі обробки при 32 °C

μ , Па·с, при тривалості обробки, год.						
0	1	2	3	4	48	72
35	15	12	12	12	11	11

Таблиця 6.37

Зміна коефіцієнта динамічної в'язкості шоколадної маси в процесі обробки при 50...60 °C

μ , Па·с, при тривалості обробки, год.					
0	1	2	3	4	5
80	45	37,5	35	33,5	32

Теплофізичні властивості напівфабрикатів та харчових продуктів

Таблиця 6.38

Зміна коефіцієнта динамічної в'язкості шоколадної маси «Прима» в процесі обробки при 32 °С

μ, Па·с, при тривалості обробки, год.					
0	1	2	4	48	72
25,5	15	14,5	14	12	11

Таблиця 6.39

Зміна коефіцієнта динамічної в'язкості шоколадної маси «Екстра» в процесі обробки при 32 °С

μ, Па·с, при тривалості обробки, год.								
0	0,5	1	2	4	5...7	24	48	96
30,5	27	25	21	18,5	15	11,4	11	11

Таблиця 6.40

Теплофізичні характеристики деяких мас кондитерського виробництва

Вид маси	t, °С	ρ, кг/м ³	λ, Вт/(м·К)	c, Дж/(кг·К)	α·10 ⁶ , м ² /с
1	2	3	4	5	6
Ірисна	25	1400	0,291	2239,9	0,0928
	40	-	0,291	2260,9	0,0919
	60	-	0,291	2281,8	0,0911
	85	-	0,291	2311,1	0,0900
Карамельна вологістю 2 %	20	1600	0,314	1381,6	0,1444
	40	1570	0,291	1465,4	0,1278
	60	1540	0,267	1632,8	0,1055
	80	1500	0,256	1716,6	0,1000
Карамельна вологістю 3...5 %	20	1550	0,314	1716,6	0,1167
	40	1520	0,302	1758,5	0,1111
	60	1490	0,291	1842,2	0,1055
	80	1460	0,279	1884,1	0,1000

Теплофізичні властивості напівфабрикатів та харчових продуктів

Закінчення табл. 6.40

1	2	3	4	5	6
Помадна	20...60	1392*	0,373	1737,5	0,1542
Терта горіхова	-	1005	0,173	1490,5	0,1058
Помадна цукрова**	20	1397	0,352	16,32,8	0,1480
Помадна вершкова	-	1397	0,327	1511,4	0,1564

Примітка. * При 20 °С, ** При стандартній рецептурі.

Для карамельної маси в межах температур 15...85 °С константи λ , c і a можна визначити за формулами

$$\lambda = 1,163(0,265 + 0,0005t);$$

$$c = 4186,8(0,43 + 0,025);$$

$$a \cdot 10^8 = 2,7778(4,55 - 0,021t).$$

Таблиця 6.41

Залежність густини пралінових мас від тиску

Вид пралінової маси	ρ , кг/м ³ , при надлишковому тиску, кГ/см ²					
	0	1	2	3	4	5
Колос	1190	1275	1303	1316	1327	1332
Батончики	1190	1258	1285	1300	1312	1320
Дивовижна	1232	1265	1280	1290	1297	1303
Каракум	1190	1232	1250	1260	1268	1274

Таблиця 6.42

Залежність коефіцієнта динамічної в'язкості ірисної маси* «Золотий ключик» від вологості при 100 °С

W, %	μ , Па·с	W, %	μ , Па·с
7,2	177,7	8,8	118,4
8,3	146,0	9,5	98,0
8,4	126,9	9,8	94,8

Таблиця 6.43

Залежність коефіцієнта динамічної в'язкості помадних конфектних мас від температури

Сорт маси	t, °C	μ , Па·с
Рів'єра*	70	5,2
	68	5,4
	67	6,0
	66	8,0
	65	8,6
	62	10,4
	60	11,6
Щасливе дитинство**	79	16,0
	77	20,0
	75	23,0
	74	36,0
	72	44,0
Чіо-Чіо-Сан***	80	8,0...9,0
	79	13,0
	77	18,4
	76	21,6
	75	25,2
	74	32,0
	70	50,0

*Примітка. * Вологість 10,5 % , інверта 6,3 %.*

*** Вологість 10,5 % , інверта 5,8 %.*

**** Вологість 9,0 % , інверта 6,0 %.*

Таблиця 6.44

Залежність в'язкості ірисної маси «Золотий ключик» від температури

t, °C	μ , Па·с
1	2
60	3,91
70	2,18

Теплофізичні властивості напівфабрикатів та харчових продуктів

Закінчення табл. 6.44

1	2
80	1,13
90	0,62
100	0,38

Таблиця 6.45

Залежність коефіцієнта динамічної в'язкості ірисної маси* «Киць-киць» від вологості і температури

W, %	t, °C	μ , Па·с	W, %	t, °C	μ , Па·с
17	60	2,48	9	85	64,4
	70	1,15		90	43,0
	80	0,67		100	33,7
	90	0,36	8	70	487,8
	100	0,26			
9	60	559,3	85	122,8	90
	80	116,6	90	43,0	

Примітка. * PP=15...16 %.

Таблиця 6.46

Коефіцієнт динамічної в'язкості карамельної маси залежно від температури, вмісту патоки і вологості

t, °C	μ , Па·с	t, °C	μ , Па·с
1	2	3	4
<i>15 % патоки, вологість 1,91 %</i>			
135	18,4	90	2020
125	31,0	85	4680
115	79,7	80	11800
105	240	75	31700
95	950		
<i>25 % патоки, вологість 1,84 %</i>			
135	-	95	1400
125	37,2	90	3030

Теплофізичні властивості напівфабрикатів та харчових продуктів

Закінчення табл. 6.46

1	2	3	4
115	95,8	85	7320
105	325	80	17400
<i>25 % патоки, вологість 2,48 %</i>			
135	-	90	1562,6
125	-	85	4470
115	55,0	80	12100
105	154,7	75	39900
95	690,0		
<i>35 % патоки, вологість 2,3 %</i>			
135	-	90	4800
125	-	85	11500
115	100,3	80	30060
105	382	75	95500
95	2000		
<i>50 % патоки, вологість 2,7 %</i>			
135	-	95	2400
125	-	90	5000
115	110	85	11700
105	390	80	35000

Таблиця 6.47

Залежність коефіцієнта динамічної в'язкості арахісової і тахінної мас для халви від температури

Маса	W, %	Вміст жиру, % до СР	μ, Па·с		
			26	40	60
Арахісов а	1,2...2,5	49,0...56,0	13,6...21,0	8,0...12,4	4,4...7,6
Тахінна	1,0...1,55	61,1...68,0	3,4...7,0	1,8...4,0	1,0...2,3

Таблиця 6.48

Залежність температури кипіння карамельної маси, приготовленої на патоці та інвертному цукрі, від вмісту сухих речовин

Вміст СР, %	$t_{\text{кип}}, ^\circ\text{C}$, при розрідженні, мм рт. ст.			
	667,5		610,63	
	на патоці	на інвертному цукрі	на патоці	на інвертному цукрі
96,0	82,87	92,36	95,54	105,67
96,5	86,27	99,94	99,10	113,93
97,0	93,20	112,57	106,60	127,70
97,5	104,20	128,33	118,56	144,94
98,0	115,60	146,00	131,26	-
98,5	132,12	-	148,98	-

6.4 Тісто бісквітного і вафельного виробництва

Таблиця 6.49

Теплофізичні характеристики деяких сортів тіста

Тісто	$t, ^\circ\text{C}$	$\rho, \text{кг/м}^3$	$\lambda,$ $\text{Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$	$c,$ $\text{Дж}/(\text{кг}\cdot\text{К})$	$a\cdot 10^6,$ $\text{м}^2/\text{с}$
1	2	3	4	5	6
Вафельне	15	-	0,477	3621,6	0,1205
	25	-	0,477	3600,6	0,1250
	40	-	0,483	3600,6	0,1267
	60	1100	0,483	3558,8	0,1244
	85	-	0,488	3600,6	-
Галетне	15	1165	0,331	2625,1	0,1083
	22	-	0,338	2713,1	0,1069
	40	-	0,348	2847,0	0,1047
Заварне	20	-	0,401	2909,8	0,1036
	26	1222...1330	0,409	2955,9	0,1039
	36	-	0,420	2997,7	0,1050

Теплофізичні властивості напівфабрикатів та харчових продуктів

Закінчення табл. 6.49

1	2	3	4	5	6
Затяжне	15	1295	0,326	1252,9	0,1069
	22	-	0,328	2323,7	0,1092
	30	-	0,329	2260,9	0,1125
	40	-	0,335	2219,0	0,1167
Цукрове	15	1280	0,338	2491,1	0,1061
	22	-	0,340	2512,1	0,1055
	30	-	0,338	2533,0	0,1044
Сирцеве	15	1330	0,385	2658,6	0,1083
	24	-	0,407	2888,9	0,1055
	30	-	0,430	3181,9	0,1014

Для затяжного тіста в межах 14...40 °С

$$\lambda = 1,163(0,28 + 0,00014t);$$

$$c = 4186,8(0,58 - 0,0013t);$$

$$a \cdot 10^8 = 2,7778(3,65 + 0,014t).$$

Для галетного тіста

$$\lambda = 1,163(0,275 + 0,005t);$$

$$c = 4186,8(0,62 + 0,0012t).$$

Таблиця 6.50

Залежність густини і коефіцієнта динамічної в'язкості бісквітного тіста від температури

Спосіб замісу	t, °С	ρ , кг/м ³	μ , Па·с
Під тиском при вологості 38 %	18	880	11,5
	19	880	9,5
	20	880	7,9
Звичайний при вологості 37 %	20	1034	7,4
	21	1034	6,5
	22	1032	5,9
	23	1032	5,5
	24	1027	4,9
	25	1027	4,3
	26	1024	4,0

Таблиця 6.51

Залежність коефіцієнта динамічної в'язкості тіста для печення «Цукрове» від твердості гідрожиру

$t_{\text{плав}}, ^\circ\text{C}$	Твердість гідрожиру, H/M^2	$\mu \cdot 10^{-7}, \text{Па} \cdot \text{с}$
37	48,54,3	1,60
	3383,3	0,91
36	3599,0	1,30
	1745,6	0,19
33	2412,4	2,10
	1588,7	0,61

Таблиця 6.52

Вплив тривалості замісу на коефіцієнт динамічної в'язкості цукрового тіста* при 40 °C

$\mu \cdot 10^{-8}, \text{Па} \cdot \text{с}$, при тривалості замісу, хв.						
10	20	30	40	60	80	90
0,38	0,36	0,26	0,17	0,60	0,69	1,1

Примітка. * Тісто виготовлено з борошна з середньою клейковиною з вологістю 25 %.

Таблиця 6.53

Залежність коефіцієнта динамічної в'язкості зтяжного тіста* для печива «Крокет» при 39 °C і цукрового тіста для печива «Цукрове» при 25...26 °C від кількості і якості клейковини**

Клейковина		$\mu \cdot 10^{-3}, \text{Па} \cdot \text{с}$	
Еластичність	Кількість, %	тіста зтяжного	тіста цукрового
1	2	3	4
слабка	17	0,86	1,00
	20	0,95	2,00
	33	1,00	2,60

Теплофізичні властивості напівфабрикатів та харчових продуктів

Закінчення табл. 6.53

1	2	3	4
середня	19	0,36	0,70
	22	0,70	0,80
	32	0,96	0,85
сильна	19	0,30	0,80
	22	0,25	0,70
	24	0,25	0,65
	34	0,25	0,60

Примітка. *Вологість 24...25 %. **Вологість 17...19 %.

Таблиця 6.54

Вплив тривалості замісу на коефіцієнт динамічної в'язкості тіста* для медових пряників при 30 °С

$\mu \cdot 10^{-6}$, Па·с, при тривалості замісу, хв.			
15	30	45	60
0,25	0,26	0,30	0,29

Примітка. *Вологість 20 %.

Таблиця 6.55

Зміна коефіцієнта динамічної в'язкості медових пряників при підвищенні температури

$\mu \cdot 10^{-6}$, Па·с, при температурі, °С		
20	30	40
0,55...0,93	0,27	0,26

Таблиця 6.56

Вплив вологості на всязкість тіста для пряників при 30 °С

Сорт пряників	Вологість, %	$\mu \cdot 10^{-6}$, Па·с
1	2	3
Батони московські	20,0	0,40
	20,8	0,25
	21,0	0,18
	22,6	0,16
	23,0	0,14

Теплофізичні властивості напівфабрикатів та харчових продуктів

Закінчення табл. 6.56

1	2	3
Медові	21,0	0,30
	23,0	0,20

Таблиця 6.57

Густина і коефіцієнт динамічної в'язкості вафельного тіста* залежно від вологості при 20 °С

W, %	ρ , кг/м ³	μ , Па·с
60,0	1136...1140	4,2...4,6
62,0	1154	1,1...1,2
64,0	1142...1144	1,15...1,20
65,0	1133...1137	0,83...0,84

Примітка. * Борошно містить 27 % клейковини еластичністю 43 ''.

Таблиця 6.58

Коефіцієнт динамічної в'язкості вафельного тіста* залежно від температури

t, °С	μ , Па·с	t, °С	μ , Па·с
15	1,80	25	1,40
20	1,51	30	1,08

Примітка. * Вологість 62,3...62,6 %.

Таблиця 6.59

Коефіцієнт динамічної в'язкості вафельного тіста* з відтоками залежно від вологості при 20 °С

W, %	μ , Па·с	W, %	μ , Па·с	W, %	μ , Па·с
60,6	12,4	63,0	-	65,0	2,3
62,0	9,5	64,0	3,3	66,0	1,1

Примітка. * Борошно містить 32 % клейковини еластичністю 30 ''.

6.5 Деякі продукти кондитерської промисловості

Таблиця 6.60

Густина деяких кондитерських виробів

Продукт	ρ , кг/м ³	Продукт	ρ , кг/м ³
Карамель «Бон-Бон»*	1350...1355	Карамель з фруктовоягідною начинкою	1430...1435
Карамель льодяникова	1500...1550		
Карамель тянучка без начинки	1220...1225	Мармелад фруктовий	1359

*Примітка. * 35 % шоколадно-горіхової начинки.*

Таблиця 6.61

Теплофізичні характеристики деяких продуктів кондитерського виробництва

Продукт	t, °C	ρ , кг/м ³	λ , Вт/(м·К)	c, Дж/(кг·К)	$a \cdot 10^6$, м ² /с
1	2	3	4	5	6
Вафельний лист	30	-	0,106	-	0,1900
Галети	15	-	0,123	2365,5	0,0944
	25	-	0,123	2302,7	0,0967
	30	-	0,124	2302,7	0,0972
Корпуси розмазних цукерок*	15	1370	0,436	2080,8	0,1528
	30	-	0,436	2281,8	0,1394
	45	-	0,436	2453,5	0,1297
Конфети «Ромашка»	-	1224	0,283	1704,0	0,1353
Мармелад желейний	25	1411	0,384	2951,7	0,0922
	50	-	0,372	2834,5	0,0944
	85	-	0,360	2784,2	0,0950

Теплофізичні властивості напівфабрикатів та харчових продуктів

Продовження табл. 6.61

1	2	3	4	5	6
Марципани	14	1360	0,372	1808,7	0,1514
	25	-	0,366	1800,3	0,1500
	35	-	0,359	1779,4	0,1486
Праліне	-	1200	0,250	1410,9	0,1475
Пастила	25	940	0,212	2101,8	0,1075
	50	-	0,215	2491,2	0,0919
	85	-	0,222	3328,5	0,0708
Печиво цукрове	25	642	0,116	2181,3	0,0867
	45	-	0,120	1997,1	0,0830
	65	-	0,122	1687,3	-
	85	-	0,124	1624,5	-
Печиво «Наша марка»	45	-	0,128	1967,8	0,0917
Печиво «Спорт»	25	-	0,116	2177,1	0,0830
	45	-	0,120	1997,1	0,0933
	65	-	0,122	1687,3	0,1128
	85	-	0,124	1624,5	0,1219
Порошок какао	0	-	0,062	1226,7	
	10	-	0,063	1377,5	0,1067
	15	1475**	0,064	1557,5	0,0967
	20	-	0,064	1988,7	0,0864
	27	-	0,065	1821,3	0,680
	35	-	0,066	1423,5	0,0983
	40	-	0,066	1285,3	0,1094
Пряники за стандартною рецептурою	15	538	0,080	1791,9	0,0833
	22	-	0,081	1771,0	0,0855
	30	-	0,085	1825,4	0,0864
Пряники «М'ятні»	-	520	0,099	1984,5	0,0928
Пряники «Саксонські»	-	648	0,087	1930,1	0,0808

Теплофізичні властивості напівфабрикатів та харчових продуктів

Закінчення табл. 6.61

1	2	3	4	5	6
Халва	0	950	0,196	1976,2	0,1047
	26	-	0,206	2265,1	0,0958
	40	-	0,200	2265,1	0,0930
	60	-	0,213	2499,5	0,0894
Шоколад	10	1270	0,244	1674,7	0,1139
	30	1260	0,256	1674,7	0,1222
	50	1250	0,267	1674,7	0,1278
	70	1240	0,267	1591,0	0,1361

Примітка. * З фруктовим прошарком. **Густина порошка какао 857...1475 кг/м³.

Для визначення характеристик λ , c і a деяких кондитерських виробів, що відповідають певній температурі, можна скористатися формулами, наведеними в табл. 6.62.

Таблиця 6.62

Формули для розрахунку λ , c і a

Продукт	λ , Вт/(м·К)	c , Дж/(кг·К)	$a \cdot 10^8$, м ² /с
Вафельний лист	1,163(0,046+ 0,00015t)	4186,8(0,35+ 0,00033t)	2,7778(7,7-0,28t)
Галети	-	4186,8(0,572- 0,0007t)	2,7778(3,35+0,0047t)
Печиво «Спорт»	1,163(0,098+0,0001t)	4186,8(0,575- 0,0022t)	2,7778(2,5+0,121t)
Шоколад	1,163(0,2+0,0007t)	-	2,7778(4+0,017t)

Таблиця 6.63

Теплофізичні характеристики плиточного шоколаду

Густина ρ , кг/м ³	1315
Коефіцієнт теплопровідності λ , Вт/(м·К)	0,232
Питома теплоємність c , Дж/(кг·К)	1591...1675
Теплота плавлення $r_{\text{плав}}$, Дж/кг	125604

Таблиця 6.64

Твердість шоколаду

Сорт шоколаду	Твердість, Н/м ²	Сорт шоколаду	Твердість, Н/м ²
Прима	5980	Ванільний	3230
Золотий ярлик	5680	Екстра	3430
Спорт	3130	Вершковий	1860
Соєвий	1270		

Таблиця 6.65

Залежність питомої теплоємності шоколаду від температури

t, °C	с, Дж/(кг·К)		
	Спорт	Екстра з молоком	соєвий
1	2	3	4
-10	1004,8	1130,4	1653,8
-9	1088,5	1172,3	1653,8
-8	1130,4	1172,3	1653,8
-7	1172,3	1214,2	1653,8
-6	1214,2	1214,2	1653,8
-5	1256,0	1256,0	1653,8
-4	1297,9	1256,0	1674,7
-3	1381,6	1297,9	1758,4
-2	1423,5	1297,9	2721,4
-1	1465,4	1339,8	3998,4
0	1507,2	1339,8	4019,3
1	1570,0	1381,6	2512,1
2	1632,8	1381,6	1339,8
3	1674,7	1423,5	1800,3
4	1716,6	1423,5	2323,7
5	1758,4	1465,4	2553,9
6	1800,3	1465,4	2470,2
7	1863,1	1507,2	2386,5

Теплофізичні властивості напівфабрикатів та харчових продуктів*Закінчення табл. 6.65*

1	2	3	4
8	1842,2	1507,2	2323,7
9	1758,4	1549,1	2323,7
10	1632,8	1549,1	2323,7
11	1507,2	1591,0	2323,7
12	1423,5	1674,7	2323,7
13	1381,6	1716,6	2323,7
14	1339,8	1842,2	2323,7
15	1381,6	1967,8	2323,7
16	1423,5	2093,4	2344,6
17	1528,2	2260,9	2344,6
19	2051,5	2679,5	2344,6
20	2575,0	2972,6	2344,6
21	3098,2	3391,3	2344,6
22	3726,2	3977,5	2344,6
23	4354,3	4563,6	2344,6
24	5003,2	5170,7	2344,6
25	5694,0	5777,8	2344,6
26	6322,1	5945,2	2344,6
27	6950,1	5735,9	2344,6
28	6510,5	5484,7	2344,6
29	5526,6	5275,4	2344,6
30	4521,78	5024,2	2344,6
31	3516,9	4814,8	2344,6
32	2512,1	4563,6	2344,6
33	1737,5	4354,3	2344,6
34	1674,7	4103,1	2302,7
35	1674,7	3872,8	2009,7
36	1674,7	3642,5	1716,6
37	1674,7	3412,2	2428,3
38	1674,7	3182,0	3851,8
39	1674,7	2930,8	4647,3
40	1674,7	2721,4	4103,1

7. ВИНОРОБНА ПРОМИСЛОВІСТЬ

Таблиця 7.1

Залежності густини і питомої теплоємності вина від температури

t, °C	ρ , кг/м ³	c, Дж/(кг·К)
1	2	3
Сухе вино		
-10	-	-
-4	996	-
0	996	3881,2
3	996	3826,7
10	995	3784,8
15	994	3759,7
20	993	3734,6
25	992	3717,8
30	991	3709,5
35	989	3709,5
40	986	3709,5
45	984	3726,2
50	981	3738,8
55	981	3755,5
60	975	3789,1
Міцне вино		
-9	1036	3529,4
-5	1036	3625,7
0	1034	3713,7
3	1032	3726,2
10	1030	3726,2
15	1028	3726,2
20	1025	3726,2
25	1022	3726,2
30	1020	3726,2
35	1017	3726,2
40	1014	3726,2

Теплофізичні властивості напівфабрикатів та харчових продуктів

Продовження табл. 7.1

1	2	3
45	1011	3726,2
50	1008	3726,2
55	1005	3726,2
60	1002	3726,2
Фруктове вино		
-9	1019	-
-5	1019	3969,1
0	1018	4055,9
3	1017	4090,5
10	1015	4094,6
15	1014	4094,6
20	1012	4094,6
25	1010	4094,6
30	1008	4094,6
35	1005	4094,6
40	1003	4094,6
45	1000	4094,6
50	998	4094,6
55	995	4094,6
60	993	4094,6
Білий мускат		
-10	1094	3466,6
-5	1093	3562,9
0	1092	3600,6
3	1091	3609,0
10	1089	3609,0
15	1088	3609,0
20	1086	3609,0
25	1084	3609,0
30	1082	3609,0
35	1080	3609,0
40	1077	3609,0

Теплофізичні властивості напівфабрикатів та харчових продуктів

Закінчення табл. 7.1

1	2	3
45	1074	3609,0
50	1071	3609,0
55	1068	3609,0
60	1065	3609,0

Таблиця 7.2

Значення коефіцієнта теплопровідності деяких сортів вина

t, °C	λ , Вт/(м·К)	t, °C	λ , Вт/(м·К)	t, °C	λ , Вт/(м·К)
Анапа					
0	0,483	30	0,514	60	0,558
10	0,492	40	0,525	70	0,581
20	0,500	50	0,542	80	0,608
Кагор					
0	0,467	30	0,491	60	0,544
10	0,476	40	0,504	70	0,566
20	0,482	50	0,523	80	0,593
Портвейн					
0	0,442	30	0,501	60	0,564
10	0,467	40	0,523	70	0,591
20	0,481	50	0,547	80	0,616

Таблиця 7.3

Залежність коефіцієнтів теплопровідності, температуропровідності та динамічної в'язкості вина від температури

t, °C	λ , Вт/(м·К)	$a \cdot 10^6$, м ² /с	$\mu \cdot 10^4$, Па·с
1	2	3	4
Сухе вино			
-4	0,409	-	36,28
0	0,424	0,1100	29,91

Теплофізичні властивості напівфабрикатів та харчових продуктів

Продовження табл. 7.3

1	2	3	4
5	0,443	0,1163	24,51
10	0,461	0,1227	20,29
15	0,479	0,1283	17,16
20	0,494	0,1330	15,10
25	0,508	0,1380	13,43
30	0,521	0,1416	12,26
35	0,531	0,1447	11,28
40	0,539	0,1472	10,30
45	0,546	0,1488	9,80
50	0,551	0,1502	9,32
55	0,556	0,1516	9,02
60	0,558	0,1519	8,82
Міцне вино			
-9	0,330	0,0902	85,81
-5	0,350	0,0933	68,65
0	0,367	0,0969	54,33
5	0,381	0,0997	42,85
10	0,393	0,1025	34,32
15	0,401	0,1047	27,65
20	0,408	0,1069	23,53
25	0,414	0,1088	19,81
30	0,416	0,1097	17,16
35	0,417	0,1105	14,71
40	0,419	0,1113	13,04
45	0,420	0,1119	11,77
50	0,421	0,1125	10,79
55	0,422	0,1130	10,30
60	0,423	0,1133	10,30
Фруктове вино			
-9	0,314	-	71,10 (-10)
-5	0,326	0,0805	68,65
0	0,337	0,0816	46,48

Теплофізичні властивості напівфабрикатів та харчових продуктів

Закінчення табл. 7.3

1	2	3	4
5	0,349	0,0838	36,97
10	0,360	0,0866	29,51
15	0,372	0,0894	24,12
20	0,384	0,0927	20,79
25	0,395	0,0958	17,65
30	0,407	0,0986	15,30
35	0,419	0,1019	13,24
40	0,430	0,1047	12,06
45	0,442	0,1080	10,88
50	0,453	0,1111	10,69
55	0,465	0,1144	10,49
60	0,477	0,1175	10,30
Білий мускат			
-10	0,337	0,0891	124,05
-5	0,345	0,0891	93,85
0	0,355	0,0902	73,55
5	0,364	0,0925	58,05
10	0,373	0,0950	47,07
15	0,383	0,0975	38,24
20	0,392	0,1000	31,28
25	0,401	0,1027	25,99
30	0,416	0,1052	22,75
35	0,421	0,1080	19,81
40	0,430	0,1108	17,55
45	0,439	0,1133	15,69
50	0,448	0,1161	14,41
55	0,459	0,1188	13,73
60	0,474	0,1219	13,43

Таблиця 7.4

Залежність коефіцієнта кінематичної в'язкості шампанських вин від температури

t, °C	$\nu \cdot 10^4, \text{ м}^2/\text{с}$	
	солодке	напівсухе
-2,5	0,0675	0,0450
0	0,0380	0,0320
5	0,0280	0,0245
10	0,0245	0,0210
15	0,0215	0,0185
18	0,0200	0,0170

Таблиця 7.5

Коефіцієнт динамічної в'язкості вин при температурі 18...20 °C

Сорт вина	Вміст, %		$\mu, \text{ Па} \cdot \text{с}$
	спирту	екстракту	
Аліготе	7,975	1,894	0,00150...0,00156
Рислінг	8,468	1,014	0,00148...0,00149
Мадера	13,896	6,424	0,00213...0,00214
Портвейн білий	11,431	11,431	0,00240...0,00259
Кагор	11,616	16,451	0,00277...0,00200
Портвейн червоний	12,895	12,869	0,00253...0,00255
Десертне рожеве	11,191	16,591	0,00274...0,00281
Каберне	8,840	2,684	0,00157...0,00159
Каховське десертне біле	10,984	16,286	0,00269...0,00280
Сапераві	8,270	2,857	0,00153...0,00156

Таблиця 7.6

**Температура замерзання і густина при 20 °С
різних сортів вин**

Сорт вина	$t_{\text{зам}}, ^\circ\text{C}$	$\rho, \text{кг/м}^3$
1	2	3
Вина Північного Кавказу, «Абрау-Дюрсо»		
Рислінг анапський	-5,1	992,1
Рислінг Абрау	-4,8	992,8
Каберне Абрау	-5,4	994,3
Вина Північного Кавказу, «Росголоввино»		
Вино столове купажне	-3,95	996,0
Кизлярське рожеве столове	-4,25	995,1
Кмзлярське червоне столове	-3,9	995,8
Портвейн рожевий	-10,10	1016,1
Портвейн білий	-11,4	1017,1
Портвейн червоний	-11,6	1010,2
Мадера стара	-12,15	1005,9
Мускатель	-10,8	1049,2
Мускат	-13,5	1064,2
Вина Дагестана		
Сапераві червоне столове	-4,6	996,2
Портвейн	-11,8	1022,8
Кагор	-12,2	1049,8
Вина Грузії		
Ркациделі Цинандалі	-6,0	990,8
Ркахиделі Кахетинське	-5,4	993,3
Сапераві Напареулі	-6,2	994,3
Червоне столове	-5,8	994,6
Карданахі	-11,6	1033,2
Салхіно	-15,1	1097,7
Саамо	-12,0	1032,4
Вина Азербайджана		
Садили столове біле	-4,9	992,4
Червоне столове	-5,8	993,8

Теплофізичні властивості напівфабрикатів та харчових продуктів

Закінчення табл. 7.6

1	2	3
Акстафа	-12,0	1033,9
Кара-Чанах Ркацителі	-13,0	1060,8
Матраса червоне столове	-6,2	994,4
Вина Південного берега Криму, «Масандра»		
Бордо «Ай-Даніль»	-5,8	994,0
Аліготе «Ай-Даніль»	-5,0	992,5
Портвейн білий «Алупка»	-12,0	1022,7
Кагор «Аю-Даг»	-12,0	1059,7
Мадера «Масандра»	-11,0	1001,9
Мускат «Масандра»	-12,4	1084,9
Вина Вірменії, «Арарат»		
Біле столове	-5,1	992,0
Біле Васкеваз	-6,55	996,4
Біле столове Агаптанут	-8,1	994,7
Рожеве Карамлінське	-6,0	933,2
Мадера	-12,0	1014,2
Портвейн Айгешат	-14,1	1026,2
Кагор	-12,7	1055,8
Мускат білий	-14,2	1071,7
Мускат рожевий	-13,2	1071,2
Вина Узбекистану		
Бахтіорі біле столове	-5,4	991,5
Портвейн білий	-11,2	1021,1
Портвейн червоний	-9,8	1033,4
Узбекистон	-17,0	1085,6
Буакі десетрне	-13,6	1058,2
Вина Туркменістану		
Мадера Ашхабадська	-11,2	1016,0
Портвейн білий	-11,6	1023,0
Ашхабадське міцне	-11,2	1002,7

Таблиця 7.7

Температура замерзання вина і виноматеріалів

Концентрація цукру, г/100 см ³	t _{зам} , °С, при концентрації спирту, % об.						
	7	8	9	10	11	12	13
1	2	3	4	5	6	7	8
0	-3,0	-3,4	-3,9	-4,4	-4,8	-5,3	-5,8
1	-3,1	-3,5	-4,0	-4,5	-5,0	-5,5	-6,0
2	-3,3	-3,7	-4,2	-4,7	-5,2	-5,7	-6,2
3	-3,5	-3,9	-4,4	-4,9	-5,4	-5,9	-6,4
4	-3,7	-4,1	-4,6	-5,1	-5,6	-6,1	-6,6
5	-3,9	-4,3	-4,8	-5,3	-5,8	-6,3	-6,9
6	-4,1	-4,5	-5,0	-5,5	-6,0	-6,5	-7,1
7	-4,2	-4,7	-5,2	-5,7	-6,2	-6,7	-7,3
8	-4,4	-4,9	-5,4	-5,9	-6,4	-7,0	-7,6
9	-4,6	-5,1	-5,6	-6,1	-6,6	-7,2	-7,8
10	-4,8	-5,3	-5,8	-6,3	-6,8	-7,4	-8,1
11	-5,0	-5,4	-6,0	-6,6	-7,0	-7,6	-8,4
12	-5,2	-5,6	-6,2	-6,8	-7,2	-7,9	-8,6
13	-5,4	-5,8	-6,4	-7,0	-7,5	-8,4	-8,9
14	-5,6	-6,0	-6,6	-7,2	-7,8	-8,4	-9,2
15	-5,8	-6,3	-6,9	-7,5	-8,1	-8,7	-9,4
16	-6,0	-6,5	-7,1	-7,7	-8,3	-8,9	-9,7
17	-6,2	-6,7	-7,3	-8,0	-8,5	-9,2	-10,0
18	-6,4	-6,9	-7,5	-8,2	-8,8	-9,5	-10,4
19	-6,6	-7,1	-7,7	-8,4	-9,0	-9,9	-10,7
20	-6,8	-7,4	-8,0	-8,7	-9,3	-10,0	-11,0
21	-7,0	-7,6	-8,2	-8,9	-9,5	-10,3	-11,3
22	-7,2	-7,8	-8,4	-9,2	-9,8	-10,6	-11,6
23	-7,5	-8,0	-8,7	-9,4	-10,1	-10,9	-11,9
24	-7,7	-8,2	-8,9	-9,7	-10,4	-11,2	-12,2
25	-7,9	-8,5	-9,2	-10,0	-10,7	-11,5	-12,5
26	-8,1	-8,7	-9,4	-10,2	-10,9	-11,8	-12,8
27	-8,4	-8,9	-9,7	-10,5	-11,2	-12,1	-13,2

Теплофізичні властивості напівфабрикатів та харчових продуктів

Продовження табл. 7.7

1	2	3	4	5	6	7	8
28	-8,6	-9,2	-9,9	-10,8	-11,5	-12,4	-13,5
29	-8,8	-9,4	-10,2	-11,0	-11,8	-12,7	-13,8
30	-9,0	-9,7	-10,4	-11,3	-12,1	-13,1	-14,3
	14	15	16	17	18	19	20
0	-6,3	-6,8	-7,3	-7,8	-8,4	-8,9	-9,4
1	-6,5	-7,0	-7,5	-8,2	-8,7	-9,3	-9,8
2	-6,7	-7,3	-7,8	-8,5	-9,1	-9,7	-10,3
3	-7,0	-7,5	-8,1	-8,8	-9,5	-10,2	-10,9
4	-7,2	-7,8	-8,4	-9,1	-9,9	-10,6	-11,5
5	-7,5	-8,0	-8,7	-9,5	-10,3	-11,1	-12,0
6	-7,7	-8,3	-9,0	-9,9	-10,7	-11,6	-12,6
7	-7,0	-8,6	-9,4	-10,3	-11,1	-12,1	-13,1
8	-8,2	-8,9	-9,7	-10,6	-11,5	-12,6	-13,7
9	-8,4	-9,2	-10,0	-11,0	-12,0	-13,1	-14,3
10	-8,7	-9,5	-10,4	-11,4	-12,4	-13,6	-14,9
11	-9,0	-9,8	-10,7	-11,8	-12,9	-14,1	-15,5
12	-9,3	-10,1	-11,1	-12,2	-13,4	-14,6	16,1
13	-9,6	-10,4	-11,4	-12,6	-13,9	-15,1	-16,8
14	-9,9	-10,8	-11,8	-13,0	-14,3	-15,7	-17,4
15	-10,2	-11,1	-12,2	-13,4	-14,8	-16,3	-18,1
16	-10,5	-11,5	-12,6	-13,8	-15,3	-16,9	-18,8
17	-10,8	-11,8	-13,0	-14,3	-15,8	-17,5	-19,5
18	-11,1	-12,1	-13,4	-14,8	-16,3	-18,1	-20,2
19	-11,5	-12,5	-13,8	-15,3	-16,8	-18,7	-20,9
20	-11,9	-12,9	-14,2	-15,8	-17,4	-19,3	-21,6
21	-12,2	-13,2	-14,6	-16,2	-17,9	-19,9	-22,3
22	-12,6	-13,6	-15,0	-16,7	-18,5	-20,6	-23,1
23	-12,9	-14,0	-15,4	-17,2	-19,0	-21,3	-23,8
24	-13,3	-14,4	-15,8	-17,7	-19,6	-21,9	-24,6
25	-13,7	-14,9	-16,3	-18,2	-20,2	-22,6	-25,4
26	-14,1	-15,3	-16,8	-18,7	-20,8	-23,3	-26,2
27	-14,4	-15,7	-17,3	-19,3	-21,4	-24,0	-27,1

Теплофізичні властивості напівфабрикатів та харчових продуктів

Закінчення табл. 7.7

1	2	3	4	5	6	7	8
28	-14,8	-16,2	-17,8	-19,8	-22,0	-24,7	-27,9
29	-15,2	-16,6	-18,3	-20,4	-22,6	-25,1	-28,8
30	-15,6	-17,1	-18,8	-21,0	-23,3	-25,4	-29,5

8. ПИВОВАРНЕ ВИРОБНИЦТВО

Таблиця 8.1

*Залежність густини і в'язкості суслу та пива
«Жигулівське» від температури*

Продукт	t, °C	ρ , кг/м ³	$\mu \cdot 10^2$, Па·с
Сусло неохмелене (16,5 % екстрактивних речовин)	20	1067,6	0,2410
	40	1060,9	0,1530
	60	1051,7	0,1115
	70	1046,2	0,0955
	75	1043,3	0,0790
Сусло охмелене (11 % екстрактивних речовин)	5	1046,4	0,2890
	10	1046,1	0,2520
	20	1044,1	0,1860
	40	1037,8	0,1196
	60	1028,8	0,0895
	70	1023,6	0,0769
	75	1022,6	0,0721
Пиво (5,5 % екстракту, 2,9 % спирту)	2	1018,6	0,2816
	5	1018,6	0,2410
	10	1018,4	0,2010
	20	1016,9	0,1451
	30	1014,4	0,1180
	50	1008,4	0,0780
	70	1000,1	0,0520
	75	1000,1	0,0481

Таблиця 8.2

Теплофізичні характеристики пива та напівфабрикатів

Продукт	t, °C	ρ , кг/м ³	λ , Вт/(м·К)	c, Дж/(кг·К)	μ , Па·с
1	2	3	4	5	6
Жигулівське					
Сусло	4	1046,0	0,50	3810	32,85
	30	1040,3	0,58	3726	15,49
	60	1024,5	0,59	3475	10,68

Теплофізичні властивості напівфабрикатів та харчових продуктів

Закінчення табл. 8.2

1	2	3	4	5	6
Продукт					
на 3-й день бродіння	8,5	1031,2	0,52	3726	24,71
на 6-й день бродіння	5,6	1020,0	0,53	3726	27,26
з лагерного підвала	1,0	1018,3	0,53	3810	34,71
	6,0	1018,1	0,52	3768	27,94
з розливу	9,0	1016,7	0,53	3852	25,79
Московське					
Сусло	4,6	1055,2	0,50	3768	31,67
	30,4	1050,0	0,54	3684	15,78
	60,0	1037,5	0,56	3559	10,19
Продукт					
на 3-й день бродіння	7,9	1043,5	0,53	3726	29,61
на 6-й день бродіння	5,5	1021,0	0,47	3936	28,63
з лагерного підвала	1,0	1018,8	0,50	3810	33,14
	6,0	1018,5	0,50	3894	27,06
з розливу	9,0	1018,2	0,52	3894	24,51

Таблиця 8.3

Теплофізичні характеристики німецького пива

t, °C	ρ , кг/м ³	λ , Вт/(м·К)	c, Дж/(кг·К)	$\alpha \cdot 10^6$, м ² /с	$\nu \cdot 10^6$, м ² /с
1	2	3	4	5	6
12,35 % СР, 4,18 % спирту					
10	1030,1	0,558	4064	0,1333	2,40
20	1028,6	0,574	4070	0,1371	1,82
30	1026,0	0,588	4080	0,1406	1,40

Теплофізичні властивості напівфабрикатів та харчових продуктів

Закінчення табл. 8.3

1	2	3	4	5	6
40	1022,4	0,602	4094	0,1438	1,10
50	1018,1	0,614	4112	0,1467	0,88
60	1013,1	0,625	4134	0,1493	0,71
70	1007,6	0,635	4157	0,1516	0,58
12,0 % СР					
10	1049,9	0,551	3988	0,1315	2,78
20	1048,3	0,566	3992	0,1351	2,11
30	1045,7	0,580	4003	0,1386	1,64
40	1042,0	0,593	4017	0,1417	1,29
50	1037,6	0,606	4035	0,1446	1,04
60	1032,6	0,616	4055	0,1472	0,84
70	1026,9	0,626	4077	0,1496	0,69

Таблиця 8.4

Теплофізичні характеристики продуктів пивоваріння

Продукт	t, °C	ρ , кг/м ³	λ , Вт/(м·К)	c, Дж/(кг·К)	$a \cdot 10^6$, м ² /с
1	2	3	4	5	6
Ленінградське пиво					
Заторна маса	40	1097	0,410	3580	0,1044
	80	1097	0,456	3647	0,1128
Сусло					
неохмелене	50	1072	0,560	3672	0,1422
	80	1056	0,583	3726	0,1480
охмелене	50	1072	0,570	3680	0,1443
	80	1056	0,605	3730	0,1536
Пиво					
готове	50	1020	0,550	3860	0,1397
	80	1020	0,579	3873	0,1464
без вуглекислоти	50	1020	0,573	3860	0,1455
	80	1020	0,613	3889	0,1547

Теплофізичні властивості напівфабрикатів та харчових продуктів

Закінчення табл. 8.4

1	2	3	4	5	6
Жигулівське пиво					
Заторна маса	20	1081	0,462	3626	0,1175
	50	1081	0,511	3668	0,1569
	70	1081	0,523	3701	0,1330
	80	1081	0,541	3718	0,1342
Суло					
неохмелене	50	1077	0,563	3768	0,1389
	80	1058	0,605	3810	0,1500
охмелене	50	1048	0,586	3915	0,1430
	60	1040	0,602	3919	0,1478
	70	1039	0,616	3931	0,1519
	80	1020	0,628	3944	0,1561
	90	1015	0,620	3961	0,1544
Пиво					
готове	50	1008	0,556	4007	0,1375
	60	1004	0,569	4011	0,1414
	70	1000	0,584	4019	0,1455
	80	1000	0,593	4023	0,1475
	90	1000	0,597	4028	0,1478
без вуглекислоти	50	1008	0,597	4007	0,1478
	60	1004	0,612	4011	0,1522
	70	1000	0,619	4019	0,1542
	80	1000	0,636	4023	0,1580
	90	1000	0,640	4028	0,1592

Таблиця 8.5

Залежність коефіцієнта теплопровідності німецького пива від температури

Величина	Температура, °С						
	10	20	30	40	50	60	70
λ , Вт/(м·К)	0,558	0,574	0,588	0,602	0,614	0,625	0,635
$\nu \cdot 10^6$, м ² /с	2,401	1,816	1,400	1,100	0,878	0,706	0,583

Таблиця 8.6

Вплив температури на поверхневий натяг пивного суслу та пива німецького виробництва

t, °С	σ , Н/м			
	Сусло		Пиво	
	дослід	розрахунок	дослід	розрахунок
10,15	0,0422	0,0422	0,0473	0,0460
20,00	0,0404	0,0405	0,0447	0,0454
29,41	0,0392	0,0391	0,0444	0,0448
38,95	0,0382	0,0379	0,0442	0,0443
48,54	0,0367	0,0370	0,0439	0,0437
57,61	0,0360	0,0364	0,0435	0,0433
64,99	0,0363	0,0360	0,0431	0,0429

9. СПИРТОВЕ ВИРОБНИЦТВО

Таблиця 9.1

Густина водно-спиртових розчинів ρ , кг/м³

Концентрація спирту, мас.%	Температура t, °C					
	30	40	50	60	70	80
10	979	975	971	964	957	951
20	964	959	953	947	939	932
30	948	941	935	927	919	910
40	928	920	912	903	894	885
50	906	898	889	880	971	862
60	883	874	865	856	846	837
70	859	850	841	831	822	812
80	836	826	817	807	797	787

Таблиця 9.2

Теплопровідність водно-спиртових розчинів λ , Вт/(м·К)

Концентрація спирту Б, мас.%	Температура t, °C					
	30	40	50	60	70	80
10	0,572	0,580	0,608	0,619	0,619	0,630
20	0,525	0,536	0,550	0,560	0,571	0,585
30	0,478	0,490	0,502	0,514	0,525	0,536
40	0,420	0,444	0,455	0,466	0,489	0,490
50	0,374	0,386	0,397	0,409	0,420	0,430
60	0,327	0,338	0,361	0,374	0,386	0,386
70	0,280	0,304	0,314	0,327	0,339	0,350
80	0,257	0,269	0,280	0,292	0,304	0,314

Теплофізичні властивості напівфабрикатів та харчових продуктів

Таблиця 9.3

Теплоємність водно-спиртових розчинів с, 10³ Дж/(кг·К)

Концентрація спирту, % мас.	Температура t, °С							
	30	40	50	60	70	80	90	100
10	4,27	4,27	4,31	4,31	4,31	4,31	4,31	4,35
20	4,31	4,31	4,31	4,31	4,31	4,31	4,31	4,31
30	4,27	4,27	4,40	4,44	4,48	4,52	4,56	4,60
40	4,10	4,10	4,19	4,27	4,35	4,40	4,44	4,48
50	3,85	3,89	4,02	4,10	4,23	4,31	4,40	4,48
60	3,60	3,64	3,85	3,93	4,10	4,23	4,35	4,48
70	3,35	3,39	3,68	3,77	3,93	4,10	4,27	4,44
80	3,14	3,22	3,48	3,64	3,85	4,06	4,27	4,48

Таблиця 9.4

В'язкість водно-спиртових розчинів, $\mu \cdot 10^6$, Па·с

Концентрація спирту Б, % мас.	Температура t, °С				
	30	40	50	60	70
10	1153	896	725	602	509
20	1539	1144	896	728	606
30	1849	1038	1038	826	677
40	1944	1455	1116	887	724
50	2001	1475	1136	904	739
60	1906	1426	1100	887	727
70	1744	1328	1044	844	696
80	1519	1181	950	778	648

Таблиця 9.5

Значення коефіцієнта теплопровідності водно-спиртових розчинів залежно від температури і концентрації спирта z і сахарози x

t, °C	λ , Вт/ (м·К)			
	z=38, x=5	z=20, x=20	z=21, x=30	z=24, x=40
10	0,403	0,457	0,417	0,347
20	0,410	0,472	0,437	0,382
30	0,423	0,474	0,451	0,392
40	0,441	0,508	0,457	0,408

Таблиця 9.6

Значення коефіцієнта теплопровідності деяких видів лікерів

t, °C	λ , Вт/ (м·К)	t, °C	λ , Вт/ (м·К)	t, °C	λ , Вт/ (м·К)
Вишневий лікер					
0	0,350	30	0,426	60	0,468
10	0,381	40	0,444	70	0,477
20	0,340	50	0,457	80	0,482
Шартез					
0	0,320	30	0,361	60	0,425
10	0,331	40	0,380	70	0,453
20	0,345	50	0,401	80	0,484

Таблиця 9.7

Значення коефіцієнта динамічної в'язкості водно-спиртових цукрових розчинів залежно від температури і концентрації спирту z і сахарози x

t, °C	$\mu \cdot 10^2$, Па·с		
	z=22,5, x=10	z=36, x=10	z=21,2, x=15
1	2	3	4
0	0,642	0,806	0,740

Теплофізичні властивості напівфабрикатів та харчових продуктів

Закінчення табл. 9.7

1	2	3	4
5	0,510	0,657	0,602
10	0,408	0,499	0,466
15	0,327	0,395	0,389
20	0,252	0,334	0,313
25	0,211	0,272	0,265
30	0,180	0,231	0,227
35	0,161	0,198	0,195
40	0,146	0,182	0,169
	$z=34, x=15$	$z=20, x=20$	$z=32, x=20$
0	0,999	0,835	1,227
5	0,728	0,659	0,818
10	0,610	0,533	0,756
15	0,469	0,396	0,601
20	0,384	0,344	0,480
25	0,316	0,294	0,373
30	0,265	0,243	0,316
35	0,223	0,209	0,267
40	0,196	0,180	0,237

Таблиця 9.8

Залежність питомої теплоти водно-спиртових розчинів від температури

Вміст спирту, % об.	Питома теплота при температурі, °С				
	0	30	50	70	80
1	2	3	4	5	6
5	4312	4228	4269	4269	4269
10	4396	4269	4269	4269	4312
20	4354	4312	4312	4312	4312
30	4187	4269	4396	4480	4563
40	3935	4103	4187	4354	4438
50	3642	3852	4019	4228	4396

Теплофізичні властивості напівфабрикатів та харчових продуктів

Закінчення табл. 9.8

1	2	3	4	5	6
60	3349	3601	3852	4103	4354
70	3140	3349	3684	3935	4269
80	2805	3098	3224	3642	4061
90	2554	2805	2931	3349	3768
100	2261	2512	2721	2972	3266

Таблиця 9.9

Залежність густини паточної барди від температури і вмісту сухих речовин

СР, %	ρ , кг/м ³ , при температурі, °С								
	20	30	40	50	60	70	80	90	95
10,0	1039	1034	1030	1026	1021	1016	1010	1006	1005
30,9	1129	1124	1120	1113	1109	1104	1098	1093	1090
50,0	1216	1211	1206	1199	1193	1187	1181	1175	1172
61,0	1275	1269	1263	1258	1253	1245	1239	1234	1231
70,4	1330	1325	1319	1313	1305	1299	1293	1287	1285
79,5	1376	1370	1364	1358	1352	1343	1338	1338	1328

Таблиця 9.10

Залежність густини метанової бражки від вмісту сухих речовин і температури

t, °С	ρ , кг/м ³ , при вмісті СР, %					
	3,7	26,7	42,7	55,0	63,0	69,2
10	1025	1115	1200	1260	1315	1350
30	1015	1105	1190	1250	1300	1340
50	1005	1095	1175	1240	1290	1330
70	995	1080	1165	1225	1275	1315
90	985	1070	1150	1215	1265	1305

Густину метанової бражки залежно від вмісту сухих речовин (СР, %) і температури можна визначити за емпіричною формулою

Теплофізичні властивості напівфабрикатів та харчових продуктів

$$\rho = 1000 + 0,51 (10CP - t), \text{ кг/м}^3.$$

Таблиця 9.11

Коефіцієнт теплопровідності паточної барди

CP, %	λ , Вт/(м·К), при температурі, °С							
	20	30	40	50	60	70	80	90
10,4	0,550	0,566	0,579	0,595	0,516	0,608	0,614	0,620
31,0	0,469	0,480	0,490	0,494	0,430	0,499	0,497	0,484
50,0	0,401	0,410	0,416	0,419	0,359	0,406	0,398	0,386
60,0	0,368	0,372	0,373	0,371	0,315	0,358	0,349	0,340
70,0	0,337	0,341	0,341	0,334	0,279	0,314	0,304	0,294
80,0	0,308	0,312	0,307	0,295	0,248	0,273	0,265	0,255

Таблиця 9.12

Значення питомої теплоємності паточної барди залежно від вмісту сухих речовин і температури

CP, %	с, Дж/(кг·К), при температурі, °С			
	40	60	80	95
10,1	3920	3936	3940	3953
30,6	3439	3460	3462	3463
49,1	3002	3019	3028	3041
59,3	2783	2800	2818	2823
70,1	2583	2598	2600	2610
78,5	2398	2418	2420	2430

Для визначення питомої теплоємності паточної барди з вмістом сухих речовин (CP, %) при відповідній температурі можна скористатися формулою

$$c = (1,008 \cdot 10^{-0,3137} CP + 0,0002(t-20)) \cdot 4,19, \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot \text{К}).$$

Таблиця 9.13

Коефіцієнт динамічної в'язкості паточної барди залежно від температури і вмісту сухих речовин

СР, %	$\mu \cdot 10^2$, Па·с, при температурі, °С							
	20	30	40	50	60	70	80	90
10,0	0,137	0,108	0,087	0,073	0,061	0,053	0,44	0,044
30,9	0,360	0,271	0,208	0,172	0,146	0,126	1,12	0,112
50,0	1,631	1,131	0,687	0,513	0,401	0,324	2,47	0,247
61,0	7,109	4,181	2,816	1,850	1,355	1,037	7,65	0,765
70,4	65,114	33,085	17,481	10,707	6,007	4,067	19,44	1,944
79,5	1754,2	604,37	234,16	95,497	50,198	33,505	138,15	13,815

Таблиця 9.14

Залежність коефіцієнта динамічної в'язкості метанової бражки від концентрації і температури

СР, %	$\mu \cdot 10^3$, Па·с, при температурі, °С			
	20	40	60	80
3,7	1,6	1,0	0,75	0,60
10,8	1,9	1,4	0,96	0,74
26,7	4,8	3,0	1,9	1,4
31,7	7,2	4,3	2,7	1,85
42,7	18	9,8	5,9	4,0
55,0	95	42	20	11
63,0	320	115	55	29
69,2	-	420	140	77

Поверхневий натяг паточної барди можна визначити за формулою

$$\sigma = 10^{-3} (63,466 + \text{СР}(0,1481t - 27,002) - 0,1408t), \text{ Н/м.}$$

10. М'ЯСНЯ ПРОМИСЛОВІСТЬ

10.1 М'ясо і м'ясні продукти

Таблиця 10.1

Густина деяких м'ясних продуктів

Продукт	ρ , кг/м ³	Продукт	ρ , кг/м ³
Кістки	1140	Свинина і баранина	1020...1070
Яловичина знежирена	1020...1070	Жир свинячий	850

Таблиця 10.2

Коефіцієнт теплопровідності яловичого і курячого м'яса

М'ясо	λ , Вт/(м·К)	М'ясо	λ , Вт/(м·К)
Яловичини	0,453	Куряче	0,409

Таблиця 10.3

Залежність коефіцієнта теплопровідності м'яса і сала від температури

Продукт	λ , Вт/(м·К), при температурі, °С							
	30	0	-5	-10	-15	-20	-25	-30
М'ясо яловичини з годованістю								
вище середньої	0,488	0,447	0,930	1,198	1,337	1,430	1,500	1,535
нижче середньої	0,488	0,447	1,058	1,349	1,489	1,570	1,628	1,651
М'ясо свинне	0,488	0,447	0,767	0,988	1,151	1,291	1,396	1,454
Сало яловичини	0,237	0,203	0,212	0,227	0,238	0,253	0,262	0,279
Шпик свинний	0,186	0,186	0,227	0,253	0,274	0,291	0,305	0,316

Таблиця 10.4

Теплофізичні параметри м'ясного фарша для ковбаси лікарської

Параметр	Розмірність	t, °C					
		30	40	50	60	70	80
λ	Вт/(м·К)	0,437	0,429	0,450	0,428	0,442	0,453
c	Дж/(кг·К)	3363	3116	2981	2884	2976	3082
$a \cdot 10^6$	м ² /с	0,1217	0,1292	0,1417	0,1375	0,139	0,1378

Таблиця 10.5

Питома теплоємність м'яса при температурі від 0 до 20 °C

Продукт	c, Дж/(кг·К)	Продукт	c, Дж/(кг·К)
М'ясо яловичини		Свинина жирна	2177
пісне	3349		
жирне	2512		

Таблиця 10.6

Питома теплоємність і температура замерзання м'ясних продуктів

Продукт	W, %	c, Дж/(кг·К), при температурі		t _{зам} , °C
		вище t _{зам}	нижче t _{зам}	
1	2	3	4	5
Бекон домашній	13...29	1256...1800	1005...1214	-
Шинка свіжа	47...54	2428...2638	1423...1507	-2,2...-1,7
Шинка консервована	40...45	2177...2345	1340...1382	-
Яловичина свіжа	62...67	2931...3517	1591...1800	-2,2...-1,7
Птиця свіжа	74	3307	-	-2,8
Свинина свіжа	35...42	2010...2261	1256...1340	-2,2...-1,7

Теплофізичні властивості напівфабрикатів та харчових продуктів

Закінчення табл. 10.6

1	2	3	4	5
Телятина	70...80	3182...3517	1758...2135	-2,2...-1,7

Таблиця 10.7

Залежність коефіцієнта температуропровідності м'яса і сала від температури

Продукт	а · 10 ⁶ , м ² /с, при температурі, °С							
	30	0	-5	-10	-15	-20	-25	-30
М'ясо яловичини з годованістю								
вище середньої	0,125	0,117	0,192	0,278	0,3583	0,431	0,486	0,669
нижче середньої	0,125	0,117	0,20	0,306	0,397	0,472	0,533	0,563
М'ясо свинне	0,125	0,117	0,167	0,250	0,320	0,389	0,462	-
Сало яловичини	0,07	0,053	0,075	0,0972	0,117	0,136	0,153	0,169
Шпик свинний	0,05	0,04	0,05	0,064	0,078	0,089	0,103	0,116

Таблиця 10.8

Коефіцієнт динамічної в'язкості м'ясного фарша залежно від кількості доданої води

Фарш	μ · 10 ⁵ , Па · с, при додаванні води, %			
	0	10	20	30
Яловичий	5,8	1,2	0,9	-
З напівжирної свинини	4,6	3,4	0,8	0,4
Яловичини 60 %, напівжирної свинини 40 %	4,4	1,6	0,53	0,2
Яловичини 20 %, напівжирної свинини 80 %	5,6	2,0	0,52	0,38

Таблиця 10.9

Коефіцієнт динамічної в'язкості деяких м'ясних продуктів

Продукт	$\mu \cdot 10^3, \text{Па} \cdot \text{с}$
Яловичина, подрібнена на волчку	32...42
Ковбаса любительська варена	18...28
Свинина напівжирна кутерована	19...22
Сосиски свинячі	9,6...10,4

Таблиця 10.10

Коефіцієнт динамічної в'язкості м'ясних фаршів, що виготовлені з додаванням емульсій (дослід) і натурального жиру (контроль)

Тривалість витримки після подрібнення, год.	Фарш	Вологісний стан, см^2 плями	$\mu \cdot 10^5, \text{Па} \cdot \text{с}$
1	2	3	4
<i>Свинячий фарш (вологовміст дослідного зразка 205,14 %, контрольного зразка – 210,36 %)</i>			
0	Дослід	5,8	1,14
	Контроль	9,0	0,58
1	Дослід	5,4	1,21
	Контроль	8,9	0,61
3	Дослід	5,3	1,25
	Контроль	8,8	0,63
6	Дослід	5,3	1,41
	Контроль	8,9	0,66
12	Дослід	5,2	1,48
	Контроль	8,8	0,70
24	Дослід	5,1	1,60
	Контроль	8,7	0,75

Теплофізичні властивості напівфабрикатів та харчових продуктів

Закінчення табл. 10.10

1	2	3	4
<i>Яловичий фарш (вологовміст дослідного зразка 215,01 %, контрольного зразка – 218,6 %)</i>			
0	Дослід	4,4	1,12
	Контроль	7,9	0,72
1	Дослід	4,2	1,15
	Контроль	7,8	0,93
3	Дослід	4,2	1,31
	Контроль	7,7	1,08
6	Дослід	4,1	1,44
	Контроль	7,7	1,10
12	Дослід	4,0	1,69
	Контроль	7,5	1,32
24	Дослід	3,9	2,06
	Контроль	7,4	1,63

Таблиця 10.11

**Коефіцієнт динамічної в'язкості кров'яної сироватки
(густина 1028 кг/м³) залежно від температури**

Група ВРХ	μ · 10 ² , Па · с, при температурі, °С		
	17	20	30
А	0,153	0,134	0,122
В	0,166	0,153	0,127
С	0,140	0,134	0,111

10.2 Тваринні жири і замінники

Таблиця 10.12

Теплофізичні константи яловичого жиру при 60 °С

ρ, кг/м ³	λ, Вт/(м · К)	с, Дж/(кг · К)	μ · 10 ² , Па · с
886	0,177	2303	1,96

Таблиця 10.13

Коефіцієнт кінематичної в'язкості жиру тюленя

Вид жиру	Йодне число	$\nu \cdot 10^6, \text{ м}^2/\text{с}, \text{ при температурі, } ^\circ\text{C}$						
		20	15	10	5	0	-5	-9
2	186	26,6	31,0	36,1	44,3	55,0	67,5	80,7
3	186	25,5	29,4	34,0	40,1	46,9	55,1	50,5
5	172	33,1	39,5	48,0	57,6	72,4	87,4	99,8
6	187	24,1	28,5	32,6	37,6	44,9	51,9	56,8

Примітка. Жир виду 2 і 6 – від дорослих тварин весняного промислу; жир виду 3 – від осіннього промислу; жир виду 5 – від молодих тварин весняного промислу.

Таблиця 10.14

Температури плавлення і застивання свинного жиру

Місце відбирання жиру	$t_{\text{плав}}, ^\circ\text{C}$	$t_{\text{заст}}, ^\circ\text{C}$
Живіт	41,4...44,0	27,5...28,4
Голова	39,4...41,8	25,7
Груди	39,9...42,4	26,0...26,6
Крижі	42,8...48,1	26,8...29,1
Спина	43,0...48,7	27,8...29,6
Загривок	43,9...46,0	27,6...30,1

11. РИБНА ПРОМИСЛОВІСТЬ

Таблиця 11.1

Коефіцієнт теплопровідності деяких видів риб

Вид риби	λ , Вт/(м·К)
Лящ	0,471
Судак	0,433
Тріска	0,460

Таблиця 11.2

Залежність коефіцієнта теплопровідності м'язових тканин судака від температури

t, °C	λ , Вт/(м·К)	t, °C	λ , Вт/(м·К)
-1,0	0,432	-6,2	1,080
-3,0	0,907	-8,1	1,091
-3,1	0,985	-14,0	1,099
-3,3	1,072		

Таблиця 11.3

Питома теплоємність та температура замерзання риби і рибних продуктів

Продукт	W, %	с, Дж/(кг·К), при температурі, °C		t _{зам} , °C
		вище t _{зам}	нижче t _{зам}	
Риба морожена	62...85	3349	1675	-
Філе				
мерлана	82	3601	1842	-2,2
морського окуня	80	3517	1842	-2,2
сайри	79	3475	1842	-2,2
скумбрії	57	2763	1549	-2,2
тріски	80	3517	1842	-2,2

Таблиця 11.4

Ентальпія і питома теплоємність деяких морських риб при різних температурах

$t, ^\circ\text{C}$	$i, \text{Дж/кг}$	$c, \text{Дж}/(\text{кг}\cdot\text{К})$
1	2	3
Пікша (вологість 83,6 %)		
-40	0	1842
-38	3684	1884
-36	7452	1926
-34	11346	1968
-32	15240	2010
-30	19385	2093
-28	23572	2177
-26	27968	2261
-24	32431	2345
-22	37304	2428
-20	42328	2554
-19	44966	2679
-18	47646	2721
-17	50409	2805
-16	53256	2889
-15	56187	3014
-14	59243	3098
-13	62425	3266
-12	65775	3475
-11	69291	3684
-10	73143	4019
-9	77414	4522
-8	82229	5192
-7	87881	6196
-6	94789	7745
-5	103665	10425
-4	116184	15491
-3	136029	27130

Теплофізичні властивості напівфабрикатів та харчових продуктів

Продовження табл. 11.3

1	2	3
-2	176641	69124
-1	307185	114551
0	337707	3977
2	345076	3684
4	352487	3684
6	359897	3684
8	367350	3684
10	374760	3726
12	382171	3726
14	389582	3726
16	397034	3726
18	404445	3726
20	411897	3726
Тріска (вологість 80,3 %)		
-40	0	1842
-38	3684	1842
-36	7411	1884
-34	11221	1926
-32	15072	1968
-30	19092	2051
-28	23237	2135
-26	27591	2219
-24	32113	2303
-22	36927	2428
-20	41994	2596
-19	44631	2679
-18	47353	2763
-17	50200	2889
-16	53130	3014
-15	56187	3140
-14	59369	3266
-13	62760	3475

Теплофізичні властивості напівфабрикатів та харчових продуктів

Продовження табл. 11.3

1	2	3
-12	66319	3642
-11	70171	3977
-10	74232	4229
-9	78712	4731
-8	83694	5317
-7	89388	6280
-6	92151	7745
-5	105172	10258
-4	117440	15114
-3	136908	26544
-2	176515	65649
-1	297933	102744
0	323053	4145
2	330338	3642
4	337665	3642
6	344950	3642
8	352277	3642
10	359604	3684
12	366931	3684
14	374258	3684
16	381585	3684
18	388954	3684
20	396281	3684
Морський окунь (вологість 79,1 %)		
-40	0	1842
-38	3684	1842
-36	7411	1884
-34	11179	1926
-32	14947	1968
-30	19008	2010
-28	23153	2093
-26	27382	2177

Теплофізичні властивості напівфабрикатів та харчових продуктів

Закінчення табл. 11.3

1	2	3
-24	31820	2261
-22	36467	2386
-20	41265	2512
-19	43919	2596
-18	46515	2638
-17	49237	2805
-16	52126	2931
-15	55014	2973
-14	58071	3140
-13	61295	3307
-12	64644	3475
-11	68287	3726
-10	72055	3977
-9	76242	4396
-8	80847	4940
-7	86206	5820
-6	92654	7159
-5	100734	9378
-4	111829	13607
-3	129205	23739
-2	160312	60960
-1	283404	111453
0	317862	4145
2	325063	3601
4	332264	3601
6	339466	3601
8	346667	3601
10	353868	3601
12	361070	3601
14	368271	3601
16	375472	3601
18	382673	3601
20	389875	3601

Таблиця 11.4

Залежність коефіцієнта температуропровідності мускульних тканин судака від температури

$t, ^\circ\text{C}$	$a \cdot 10^6, \text{ м}^2/\text{с}$	$t, ^\circ\text{C}$	$a \cdot 10^6, \text{ м}^2/\text{с}$	$t, ^\circ\text{C}$	$a \cdot 10^6, \text{ м}^2/\text{с}$
-1,0	0,1250	-7,6	0,1722	-12,5	0,3388
-3,1	0,0583	-7,7	0,2055	-13,8	0,3555
-3,7	0,0638	-8,3	0,2416	-15,0	0,3611
-4,2	0,0666	-9,2	0,2111	-16,4	0,4194
-6,0	0,1416	-9,3	0,2583	-18,1	0,4444
-6,2	0,1888	-11,5	0,2777	-19,5	0,4361
-7,2	0,2000				

Таблиця 11.5

Залежність коефіцієнта динамічної в'язкості рибачого жиру від температури

$t, ^\circ\text{C}$	$\mu, \text{ Па}\cdot\text{с}$	$t, ^\circ\text{C}$	$\mu, \text{ Па}\cdot\text{с}$	$t, ^\circ\text{C}$	$\mu, \text{ Па}\cdot\text{с}$
15	0,0581	40	0,0174	65	0,0066
20	0,0456	45	0,0139	70	0,0058
25	0,0307	50	0,0118	75	0,0051
30	0,0252	55	0,0091	80	0,0046
35	0,0207	60	0,0076	85	0,0041

12. МОЛОЧНА ПРОМИСЛОВІСТЬ
12.1 Молоко і деякі молочні продукти

Таблиця 12.1

Залежність густини і коефіцієнта динамічної в'язкості цільного молока від температури

t, °C	ρ , кг/м ³	$\mu \cdot 10^2$, Па·с	$\nu \cdot 10^6$, м ² /с
5	1032,6	0,296	2,87
10	1031,7	0,247	2,39
15	1030,7	0,210	2,04
20	1028,7	0,179	1,74
30	1024,8	0,133	1,30
40	1020,9	0,104	1,02
50	1015,9	0,085	0,84
60	1011,1	0,071	0,70
70	1005,2	0,062	0,62
80	1000,3	0,057	0,57

Таблиця 12.2

Густина молока залежно від пори року

Місяць	ρ , кг/м ³	Місяць	ρ , кг/м ³
Січень	1026,7	Липень	1026,2
Лютий	1026,5	Серпень	1026,3
Березень	1026,5	Вересень	1025,6
Квітень	1026,3	Жовтень	1026,1
Травень	1026,8	Листопад	1026,0
Червень	1026,7	Грудень	1026,3

Таблиця 12.3

Залежність коефіцієнта теплопровідності цільного молока (жирність 3,2 %) від температури

t, °C	λ , Вт/(м·К)	t, °C	λ , Вт/(м·К)
1	2	3	4
0,9	0,483	35,2	0,506

Теплофізичні властивості напівфабрикатів та харчових продуктів

Закінчення табл. 12.3

1	2	3	4
10,0	0,484	38,7	0,512
14,8	0,493	48,8	0,517
21,3	0,498	60,0	0,522
24,8	0,499	70,1	0,530
30,2	0,503	80,3	0,542

Таблиця 12.4

Значення коефіцієнта теплопровідності цільного і знежиреного молока

Продукт	λ , Вт/(м·К)			
	золя в інтервалі температур, °С		геля в інтервалі температур, °С	
	0...2	18...20	0...2	18...20
Молоко цільне	0,401	0,495	0,354	0,473
Молоко знежирене (0,15 % жиру)	0,418	0,546	0,351	0,459

Таблиця 12.5

Залежність коефіцієнта теплопровідності гомогенізованого молока (90 % води, 3 % жиру) від температури

t, °С	λ , Вт/(м·К)	t, °С	λ , Вт/(м·К)
22,6	0,567	36,7	0,599
24,1	0,571	50,7	0,617

Таблиця 12.6

Залежність питомої теплоємності цільного молока (жирність 3,2 %) від температури

t, °С	c, Дж/(кг·К)	t, °С	c, Дж/(кг·К)
1	2	3	4
5,60	3851,8	35,15	3952,3

Теплофізичні властивості напівфабрикатів та харчових продуктів

Закінчення табл. 12.6

1	2	3	4
10,20	3885,3	39,99	3956,5
15,10	3885,3	49,91	3969,1
19,97	3935,6	60,59	3977,5
25,20	3914,7	69,79	3990,0
30,00	3935,6		

Таблиця 12.7

Теплофізичні характеристики молока, пахти і сироватки

Продукт	t, °C	λ , Вт/(м·К)	c, Дж/(кг·К)	$\alpha \cdot 10^6$, м ² /с
Молоко				
цільне	15	0,495	3935,6	0,122
знежирене	15	0,547	3956,5	0,114
згущене знежирене	-	0,316	2888,9	0,097
згущене з цукром	-	0,267	2260,9	0,092
Пахта	15	0,453	3935,6	0,114
Сироватка	15	0,541	4082,1	0,128

Таблиця 12.8

Залежність коефіцієнта теплопровідності згущеного молока від температури при жирності 10 %

Вміст води, %	t, °C	λ , Вт/(м·К)
1	2	3
50	26,0	0,319
	39,9	0,337
	59,5	0,349
	78,4	0,358
67	22,8	0,466
	40,7	0,499
	60,0	0,512
	78,7	0,521

Теплофізичні властивості напівфабрикатів та харчових продуктів

Закінчення табл. 12.8

1	2	3
80	26,6	0,531
	40,5	0,556
	59,4	0,579
	78,6	0,597
90	24,2	0,573
	40,9	0,600
	59,6	0,618
	78,1	0,634

Таблиця 12.9

Залежність питомої теплоємності молока і сироватки від температури

Продукт	с, Дж/(кг·К), при температурі, °С			
	0	15	40	60
Молоко				
цільне (4,3 % жиру)	3851,8	3906,3	3931,4	3843,5
знежирене (0,3 % жиру)	3935,6	3948,1	3985,8	4031,8
Сироватка (0,25 % жиру)	4073,7	4086,3	4077,9	4069,6

Таблиця 12.10

Залежність питомої теплоємності сухого знежиреного молока від температури

t, °С	с, Дж/(кг·К)	t, °С	с, Дж/(кг·К)
35,0	1515,6	-10,0	828,9
3,6	1046,7	-11,2	803,8
2,0	1021,6	-11,8	824,8
-3,2	933,6		

Таблиця 12.11

**Значення густини, коефіцієнта теплопровідності,
питомої теплоємності і коефіцієнта
температуропровідності молочних продуктів**

Продукт	ρ , кг/м ³	λ , Вт/(м·К)	c , Дж/(кг·К)	$a \cdot 10^6$, м ² /с
Молоко сухе цільне				
звичайне сушіння	600	0,163	2093,4	-
розпилювальне сушіння	659	0,186	1925,9	-
знежирене	570	0,122	1716,6	0,125
Сироватка суха	500	0,130	1800,3	0,144
Сир жирний	1080	0,349	2428,3	0,133
Творог жирний	1060	0,430	3265,7	0,124
Сметана при 20 °С	-	0,349	3182,0	0,1022

Таблиця 12.12

Значення коефіцієнта температуропровідності молока

Вид молока	t, °С	Золь	Гель
		$a \cdot 10^6$, м ² /с	
Цільне (3,5 % жиру)	0...2	0,096	0,098
	18...20	0,125	0,126
Знежирене (0,15 % жиру)	0...2	0,102	0,106
	18...20	0,133	0,139

Вплив солей на в'язкість молока

Кількість солей, г/м ³	pH	μ при температурі пастеризації 85 °С, Па·с	pH	μ при температурі пастеризації 95 °С, Па·с
1	2	3	4	5
Лимоннокислий натрій				
0	6,48	0,182	6,51	0,184
0,08	6,50	0,185	6,52	0,187
0,10	6,52	0,188	6,53	0,189
0,30	6,54	0,192	6,55	0,193
0,40	6,57	0,195	6,58	0,198
1,00	6,59	0,198	6,61	0,202
1,50	6,63	0,199	6,64	0,203
2,0	6,66	0,206	6,67	0,206
Фосфорнокислий натрій				
0	6,46	0,195	6,48	0,196
0,12	6,47	0,196	6,50	0,198
0,15	6,48	0,197	,51	0,199
0,60	6,51	0,199	6,63	0,202
1,20	6,54	0,201	6,56	0,203
1,50	6,57	0,202	6,60	0,206
2,25	6,61	0,204	6,64	0,212
3,00	6,66	0,209	6,67	0,218
Хлористий кальцій				
0	6,47	0,196	6,5	0,189
0,02	6,47	0,193	6,5	0,187
0,04	6,47	0,192	6,5	0,185
0,07	6,46	0,190	6,49	0,184
0,09	6,45	0,189	6,46	0,183
0,11	6,43	0,194	6,45	0,183
0,22	6,42	0,201	6,42	0,189

Теплофізичні властивості напівфабрикатів та харчових продуктів

Закінчення табл. 12.13

1	2	3	4	5
0,44	6,36	0,211	6,36	0,204
Сахарат кальцію				
0	6,61	0,188	6,60	0,186
0,08	6,61	0,186	6,60	0,184
0,15	6,63	0,186	6,63	0,183
0,23	6,65	0,184	6,65	0,182
0,31	6,66	0,183	6,67	0,181
0,38	6,67	0,182	6,69	0,181
0,76	6,72	0,189	6,76	0,183
1,53	6,93	0,196	6,93	0,192
2,29	7,13	0,214	7,14	0,206
3,06	7,35	0,228	7,36	0,228

Таблиця 12.14

Значення густини, коефіцієнта динамічної в'язкості і критерія Прандтля молока, пахти і сироватки

Продукт	t, °C	ρ , кг/м ³	$\mu \cdot 10^4$, Па·с	$\nu \cdot 10^6$, м ² /с	Pr
Молоко					
цільне	15	1031	18,04	1,754	14,40
знежирене	15	1036	17,36	1,680	14,75
згущене з цукром	-	1280	12454,0	973	10500
згущене знежирене	-	1100	4903,0	446	4590
Пахта	15	1032	16,67	1,615	14,2
Сироватка	15	1027	16,67	1,611	12,6

Таблиця 12.15

Залежність коефіцієнта динамічної в'язкості згущеного молока з цукром від температури пастеризації

Температура пастеризації, °С	μ , Па·с	Середнє значення μ , Па·с
85...87	3,0	3,3
	2,9	
	4,0	
92...95	4,0	4,0
104...106	3,7	4,0
	4,1	
	4,2	
110...112	2,9	2,7
	2,6	
	2,9	

Таблиця 12.16

Вплив температури пастеризації на коефіцієнт динамічної в'язкості згущеного молока з цукром

t, °С		μ , Па·с	
пастеризації	після регенерації	свіжого молока	після зберігання при 30 °С
103...106	Без регенерації	7,3	17,3
103...106	72...75	3,2	13,3
110...115	76...78	5,8	15,5
95...96	65...70	2,0	3,7
95...96	Без регенерації	7,7	-

Теплофізичні властивості напівфабрикатів та харчових продуктів

Таблиця 12.17

Зміна в'язкості згущеного молока з цукром в процесі зберігання залежно від кількості внесених солей

Сіль	Кількість солі, %	Кислотність, град.	μ, Па·с, при зберіганні протягом, місяці		
			15,8	29,2	45,7
Без солі (контроль)	0	39,1	15,8	29,2	45,7
Хлористий кальцій	0,02	39,2	13,6	26,4	38,2
Однозаміщений фосфорнокислий натрій	0,02	39,3	12,0	41,8	91,8
	0,05	42,1	12,4	54,2	259,0
Буферна суміш	0,02	39,1	26,7	34,3	53,0
	0,05	39,2	17,7	28,7	49,0
Двохзаміщений фосфорнокислий натрій	0,02	39,2	13,0	24,9	37,3
	0,05	39,2	13,5	24,9	35,0
	0,1	39,0	13,0	27,1	48,0
Лимоннокислий натрій	0,02	39,2	12,2	23,2	26,6
	0,05	39,1	11,8	20,6	22,7
	0,1	39,1	10,5	17,6	21,2
Двохвуглекислий натрій	0,02	39,0	10,5	15,2	26,3

Таблиця 12.18

Залежність поверхневого натягу молока від температури

σ, Н/м, при температурі, °С								
5	10	15	20	30	40	50	60	70
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Молоко цільне								
-	0,048	-	0,044	0,043	0,043	-	-	-
0,047	0,046	0,045	0,043	0,043	0,043	0,042	0,041	-
0,045	0,044	-	0,042	0,042	-	-	-	-
-	-	-	0,046	0,046	0,045	0,044	0,042	-

Теплофізичні властивості напівфабрикатів та харчових продуктів

Закінчення табл. 12.18

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Молоко знежирене								
0,052	0,051	0,051	0,049	0,048	0,048	-	-	-
0,050	0,050	0,048	0,047	0,045	0,044	0,043	0,039	-
0,052	0,050	0,048	0,046	0,046	0,043	0,042	0,041	0,039
-	-	-	0,052	0,050	0,049	0,047	0,045	0,042
-	-	-	0,051	0,050	0,048	0,046	0,043	0,041

12.2 Вершки

Таблиця 12.19

Залежність густини вершків різної жирності від температури

t, °C	ρ , кг/м ³ , при жирності, %					
	28,5	40,5	50,0	60,0	71,0	83,4
1	2	3	4	5	6	7
2	1013,9	1002,0	992,7	976,4	965,8	949,0
4	1013,3	1000,9	991,1	974,8	964,5	947,2
7	1010,8	999,0	988,1	972,8	962,8	945,8
10	1009,6	994,3	985,2	970,1	960,5	943,6
15	1008,1	993,7	983,5	963,9	955,8	941,9
20	1004,0	987,0	978,0	962,0	949,5	940,0
25	1001,4	981,6	971,9	959,2	947,2	936,3
30	997,4	978,2	968,3	952,3	943,3	932,6
35	993,8	973,2	964,0	948,2	940,2	929,3
40	991,5	970,7	961,2	948,0	938,8	923,5
45	987,9	967,7	958,8	946,1	935,0	919,0
50	985,2	965,8	956,4	942,8	929,8	913,9
55	982,3	963,2	952,8	941,1	926,8	907,9
60	980,0	960,1	946,4	940,2	923,4	902,5
65	977,7	959,0	945,8	936,8	921,5	898,2
70	974,7	954,0	941,6	934,2	918,8	890,3
75	970,6	949,0	937,5	927,9	913,3	886,5
80	967,8	945,5	930,1	925,1	909,2	880,6

Теплофізичні властивості напівфабрикатів та харчових продуктів

Закінчення табл. 12.19

1	2	3	4	5	6	7
85	964,7	942,3	927,1	919,5	907,1	877,0
90	960,8	937,5	919,6	917,9	903,4	874,6
95	956,3	934,1	917,3	912,9	896,6	871,3

Таблиця 12.20

Теплофізичні властивості вершків

t, °C	ρ , кг/м ³	c, Дж/(кг·К)	Pr
5	1002,2	3265,7	895,00
10	1002,2	3684,4	490,00
15	996,9	4115,6	319,00
20	993,9	4019,3	148,00
25	991,5	4103,0	114,75
30	988,0	3851,8	81,50
35	985,0	3684,4	64,35
40	983,0	3567,0	47,20
45	982,0	3609,0	36,00
50	980,0	3596,4	26,00
55	980,0	3596,4	25,55
60	974,0	3600,6	25,10
65	971,0	3600,6	23,10
70	965,0	3600,6	23,10
75	964,0	3600,6	23,00
80	962,0	3600,6	23,00
85	960,0	3600,6	22,50
90	960,0	3600,6	22,00
95	960,0	3600,6	21,75
100	960,0	3600,6	21,63

Таблиця 12.21

**Значення коефіцієнта теплопровідності вершків
залежно від жирності і температури**

t, °C	λ, Вт/(м·К), при жирності, %					
	10	20	35	45	60	80
30	0,477	0,430	0,337	0,285	0,209	0,192
40	0,494	0,442	0,354	0,302	0,220	0,203
50	0,506	0,459	0,372	0,319	0,232	0,209
60	0,523	0,471	0,389	0,331	0,244	0,215
70	0,541	0,488	0,401	0,343	0,256	0,226
80	0,564	0,506	0,418	0,354	0,267	0,238
90	0,581	0,517	0,436	0,372	0,283	0,250

При жирності вершків від 3 до 62 % коефіцієнт теплопровідності можна визначити за формулою

$$\lambda = (0,4646 - 0,0047 \text{ Ж}).$$

При жирності від 62 до 100 % коефіцієнт теплопровідності визначається за такою формулою

$$\lambda = (0,1984 - 0,00044 \text{ Ж}), \text{ ккал/ (м} \cdot \text{год} \cdot \text{К)}.$$

Таблиця 12.22

**Залежність коефіцієнта теплопровідності і динамічної
в'язкості вершків (35 % жирність) від температури**

t, °C	λ, Вт/(м·К)	μ·10 ⁷ , Па·с	ν·10 ⁶ , м ² /с
1	2	3	4
5	0,286	7845,3	78,40
10	0,295	3922,6	39,20
15	0,305	1716,16	17,20
20	0,317	1176,79	11,80
25	0,320	882,59	8,90
30	0,324	686,46	7,00
35	0,329	539,36	5,50
40	0,333	441,29	4,50
45	0,339	392,26	4,20
50	0,345	254,97	2,60

Теплофізичні властивості напівфабрикатів та харчових продуктів

Закінчення табл. 12.22

1	2	3	4
55	0,351	252,03	2,57
60	0,358	250,06	2,57
65	0,367	247,12	2,54
70	0,381	245,16	2,54
75	0,389	245,16	2,54
80	0,397	245,16	2,55
85	0,395	244,18	2,54
90	0,395	243,20	2,53
95	0,395	242,22	2,52
100	0,395	240,26	2,50

Таблиця 12.23

Значення коефіцієнта теплопровідності молочних вершків різної жирності

Вміст жиру, %	λ , Вт/(м·К), при температурі, °С	
20	0,336	0,384
25	0,319	0,372
35	0,313	0,349
45	0,301	0,325
85	0,158	0,201
100	0,131	0,169

Таблиця 12.24

Значення коефіцієнта теплопровідності, питомої теплоємності та коефіцієнта температуропровідності вершків

Жирність, %	t, °С	λ , Вт/(м·К)	c, Дж/(кг·К)	$a \cdot 10^6$, м ² /с
1	2	3	4	5
20	0...2	0,337	4144,93	0,080
	8...10	0,349	3872,79	0,089
	15...17	0,361	3768,12	0,095

Теплофізичні властивості напівфабрикатів та харчових продуктів

Закінчення табл. 12.24

1	2	3	4	5
	20...22	0,384	3642,51	0,105
35	0...2	0,314	4270,53	0,073
	8...10	0,326	4103,06	0,086
	15...17	0,349	3726,25	0,094
	20...22	0,361	3516,91	0,102
45	0...2	0,302	4396,14	0,069
	8...10	0,302	4019,32	0,076
	15...17	0,314	3663,45	0,090
	20...22	0,326	3391,30	0,097

Таблиця 12.25

Залежність питомої теплоємності вершків від температури

Діапазон температур, °С	с, Дж/(кг·К), за жирності, %									
	10,5	19,9	23,7	26,7	28,0	30,4	35,0	35,7	39,0	47,0
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0...15	250 4	262 9	245 8	228 2	228 2	272 6	262 1	293 1	227 3	239 5
0...31	302 7	304 8	306 0	288 9	290 5	313 6	318 6	335 8	274 6	301 4
0...41	316 5	314 8	319 0	312 3	322 8	322 8	320 7	350 8	285 5	306 0
0...61	334 5	338 8	351 7	332 8	333 3	336 6	331 6	336 2	286 4	311 9
41...61	368 8	383 5	401 5	378 9	351 7	354 2	350 8	322 8	288 0	322 8
5...11	243 2	262 1	353 8	232 8	232 4	243 2	236 1	245 3	206 0	217 7
11...15	299 8	273 4	302 7	257 9	285 9	296 0	287 6	294 3	259 2	261 7
15...21	332 8	337 9	339 5	323 6	323 6	322 4	370 9	345 8	292 6	314 0

Теплофізичні властивості напівфабрикатів та харчових продуктів

Закінчення табл. 12.25

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
21...25	345 4	323 2	333 3	336 6	325 3	340 8	346 2	350 4	314 0	377 2
25...31	363 0	345 8	360 9	337 4	358 4	370 1	349 6	358 8	308 1	341 2
31...35	352 9	356 3	361 7	356 3	360 5	371 8	339 5	382 2	318 2	350 0
35...41	346 2	350 8	376 8	368 8	347 9	373 0	315 7	329 9	322 8	323 6
41...45	352 1	359 6	385 6	381 8	345 8	351 7	321 1	319 9	306 5	297 3
45...51	368 8	381 4	392 3	363 4	406 5	349 6	330 3	340 0	322 8	331 2
51...61	376 0	394 0	416 2	379 3	365 1	360 1	340 8	-	325 7	334 9
61...71	406 9	414 9	435 8	393 5	388 9	318 2	389 4	-	369 3	383 1
71...9 1	448 8	442 1	446 3	409 5	-	454 3	419 9	-	383 9	383 1

Таблиця 12.26

Значення питомої теплоємності вершків залежно від жирності та температури

t, °C	с, Дж/(кг·К), за жирності, %					
	10	20	35	45	60	80
30	3621	3370	2952	2637	2198	2093
40	3684	3412	3014	2721	2260	2156
50	3726	3475	3077	2784	2323	2198
60	3768	3516	3140	2847	2386	2239
70	3831	3558	3202	2931	2428	2303
80	3872	3621	3265	2993	2491	2344
90	3935	3663	3328	3056	2554	2386

Таблиця 12.27

Залежність питомої теплоємності вершків різної жирності від температури

Жирність, %	с, Дж/(кг·К), при температурі, °С			
	0	15	40	60
15	3140,1	3864,4	3763,9	3768,1
20	3027,0	3935,6	3475,0	3717,8
30	2817,7	4115,6	3567,1	3600,6
45	2537,2	4630,6	3295,0	3320,1
60	2344,6	4397,7	3018,6	3085,6

Таблиця 12.28

Залежність питомої теплоємності вершків від жирності

Жирність, %	t, °С	Значення питомої теплоємності с, Дж/(кг·К), отримані	
		дослідним шляхом	за формулою*
3,2	29,1	3780	3839
5,5	28,5	3730	3772
9,0	28,9	3663	3671
17,7	29,4	3496	3425
32,0	29,4	3077	3018
35,0	31,1	2989	2931
43,7	30,2	2708	2684
48,1	30,4	2566	2558
58,8	29,5	2147	2252
63,0	31,4	1997	2135
68,0	30,8	2030	2110
70,0	30,9	2081	2110
75,0	30,9	2102	2110
78,0	31,8	2110	2110
84,0	32,1	2131	2110
88,0	32,1	2198	2110

Теплофізичні властивості напівфабрикатів та харчових продуктів

* *Питому теплоємність вершків жирністю Ж=3...70 % можна визначити за формулою $c=(0,9384-0,0068Ж)$, ккал/(кг·К).*

Таблиця 12.29

Коефіцієнт температуропровідності вершків різної жирності

Жирність, %	t, °C	$a \cdot 10^6$, м ² /с
25	0...2	0,0753
25	18...20	0,1028
40	0...2	0,0650
40	18...20	0,0931

Таблиця 12.30

Значення коефіцієнта температуропровідності вершків залежно від жирності і температури

t, °C	$a \cdot 10^6$, м ² /с, при жирності, %					
	10	20	35	45	60	80
30	0,132	0,127	0,118	0,113	0,105	0,095
40	0,135	0,130	0,121	0,116	0,107	0,099
50	0,139	0,133	0,125	0,118	0,110	0,102
60	0,142	0,136	0,128	0,121	0,113	0,105
70	0,145	0,140	0,131	0,124	0,115	0,108
80	0,148	0,143	0,135	0,126	0,117	0,112
90	0,151	0,146	0,138	0,129	0,119	0,114

Таблиця 12.31

Залежність коефіцієнта температуропровідності вершків від жирності

Жирність, %	t, °C	$a \cdot 10^6$, м ² /с, отримані	
		дослідним шляхом	за формулою*
1	2	3	4
3,2	29,1	0,130	0,135

Теплофізичні властивості напівфабрикатів та харчових продуктів

Закінчення табл. 12.31

1	2	3	4
5,5	28,5	0,124	0,134
9,0	28,9	0,121	0,132
17,7	29,4	0,1195	0,126
32,0	29,4	0,1190	0,120
35,0	31,1	0,1191	0,119
43,7	30,2	0,117	0,114
48,1	30,4	0,112	0,112
58,8	29,5	0,109	0,107
63,0	31,4	0,104	0,104
68,0	30,8	0,099	0,102
78,0	31,8	0,096	0,097
84,0	32,1	0,095	0,094
92,0	30,6	0,091	0,090
96,0	31,9	0,086	0,087

* Коефіцієнт температуропровідності вершків при жирності Ж=3...100 % можна визначити за формулою $\alpha \cdot 10^6 = (4,92 - 0,0184Ж)$, м²/с.

Таблиця 12.32

Залежність коефіцієнта динамічної в'язкості вершків різної жирності від температури

Жирність, %			
25,5		30,5	
t, °C	$\mu \cdot 10^2$, Па·с	t, °C	$\mu \cdot 10^2$, Па·с
1	2	3	4
15,1	0,560	15,5	0,812
18,0	0,519	20,9	0,670
21,0	0,489	26,2	0,589
24,0	0,477	30,5	0,487
28,8	0,408	35,0	0,410
32,2	0,316	40,5	0,342
35,0	0,288	45,0	0,309

Теплофізичні властивості напівфабрикатів та харчових продуктів

Закінчення табл. 12.32

1	2	3	4
40,5	0,244	50,0	0,288
45,2	0,226	55,2	0,256
49,5	0,202	60,0	0,233
55,6	0,185	64,8	0,212
60,0	0,173	70,0	0,199
65,4	0,155	75,5	0,181
70,5	0,146	-	-
35,0		40,0	
18,0	1,155	-	-
21,0	0,995	20,0	1,515
25,5	0,956	26,2	1,217
31,5	0,713	30,1	1,080
34,5	0,560	34,8	0,770
38,1	0,485	37,6	0,681
40,0	0,461	42,9	0,600
45,0	0,419	46,5	0,545
49,5	0,378	51,0	0,483
55,0	0,330	60,0	0,407
60,5	0,292	66,5	0,352
65,0	0,272	70,0	0,344
69,0	0,264	73,0	0,320
75,0	0,238	-	-

Коефіцієнт динамічної в'язкості вершків з точністю до ± 7 % в інтервалі температур 40...70 °С при вмісті жиру Ж=25...40 % можна визначити за формулою

$$\mu = (0,29Ж^{2t^{-1,16}})10^{-3}, \text{ Па}\cdot\text{с}.$$

Для діапазону температур від 20 до 30 °С при цій же жирності вершків

$$\mu = (0,0092Ж^{2,7}t^{-0,84})10^{-3}, \text{ Па}\cdot\text{с}.$$

Таблиця 12.33

Залежність коефіцієнта динамічної в'язкості вершків від жирності і температури

t, °C	μ, Па·с, при жирності, %		
	40	50	60
2	0,161	0,0506	-
10	0,0109	0,0342	0,134
20	0,0069	0,0216	0,0903
30	0,0057	0,0149	0,0546
40	0,0045	0,0115	0,0458
50	0,0040	0,0098	0,0333
60	0,0035	0,0084	0,0264
70	0,0032	0,0074	0,0232
80	0,0029	0,0066	0,0204
	70	80	85
20	0,323	0,816	-
30	0,147	0,340	1,038
40	0,122	0,176	0,481
50	0,088	0,102	0,251
60	0,074	0,083	0,134
70	0,045	0,055	0,080
80	0,032	0,041	0,058

Таблиця 12.34

Поверхневий натяг вершків при різних значеннях температури

Жирність, %	σ, Н/м, при температурі, °C							
	5	10	15	20	30	40	50	60
10	0,0512	0,048 6	-	0,046 4	0,044 8	0,044 1	0,042 7	0,041 9
20	0,0496	0,046 8	0,044 8	0,044 8	0,043 2	0,041 8	0,041 6	0,041 6
22	0,0500	0,048 8	0,045 6	0,045 4	0,043 7	0,043 5	0,042 7	0,041 7

12.3 Вершкове масло

*Таблиця 12.35
Залежність коефіцієнта теплопровідності різних сортів
вершкового масла від температури*

Продукт	λ , Вт/(м·К), при температурі, °С							
	17	5	-5	-10	-14	-18	-25	-35
Масло, отримане збиттям								
несолене	0,230	0,202	0,279	0,312	0,276	0,276	0,288	0,329
солене	0,206	0,195	0,269	0,292	0,287	0,284	0,272	0,320
Масло любитель- ське	0,205	0,188	0,231	0,258	0,243	0,244	0,242	0,260
Масло поточно-го вироб- ництва	0,230	0,195	0,264	0,251	0,233	0,244	0,239	0,273

*Таблиця 12.36
Значення коефіцієнта теплопровідності вершкового
масла*

Продукт	Середнє значення λ в діапазоні температур, °С	
	0...2	18...20
Масло, отримане за способом Мелешина, жирність 85 %	0,158	0,234
Масло, отримане збиванням	-	0,201

Таблиця 12.37

***Залежність питомої теплоємності різних сортів
вершкового масла від температури***

Продукт	с, Дж/(кг·К), в інтервалі температур, °С							
	15...20	10...15	0...5	-2,1...0	-2,1...-6,5	-7,4...-10,6	-15,4...-18,5	-21,2...-33,6
Масло, отримане збиванням								
несолене	5128,8	4421,3	3094,0	5030,6	4810,6	2901,4	2110,1	1247,7
солене	5183,3	3948,1	3265,7	3102,4	5656,4	5601,9	2901,4	1469,6
Масло любительське	4969,7	4601,3	3244,8	8771,3	7887,9	3315,9	2290,7	1457,0
Масло поточного виробництва	5200,0	4207,7	3152,7	7892,1	7042,2	3253,1	2198,1	1331,4

Таблиця 12.38

Залежність коефіцієнта температуропровідності різних сортів вершкового масла від температури

Продукт Т	а · 10 ⁶ , м ² /с, при температурі, °С							
	17	5	-5	-10	-14	-18	-25	-35
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Масло, отримане збиванням								
несолене	0,0472	0,0666	0,0888	0,1180	0,1222	0,1527	0,2380	0,2750
солене	0,0427	0,0666	0,0470	0,0727	0,0920	0,1111	0,1722	0,2044
Масло любительське								
	0,0444	0,0594	0,0450	0,0852	0,0927	0,1138	0,1666	0,1825
Масло поточного виробництва								

Теплофізичні властивості напівфабрикатів та харчових продуктів

Закінчення табл. 12.38

1	2	3	4	5	6	7	8	9
	0,0427	0,0611	0,0644	0,0861	0,0961	0,1250	0,1888	0,2183

Таблиця 12.39

Значення коефіцієнта температуропровідності вершкового масла

Продукт	t, °C	$\alpha \cdot 10^6, \text{ м}^2/\text{с}$
Масло, отримане за способом Мелешіна, жирність 85 %	0...2	0,0508
	18...20	0,0822
Масло, отримане збиванням	0...2	0,0497
	18...20	0,0614

Таблиця 12.40

Залежність коефіцієнта динамічної в'язкості вершкового масла від тривалості перемішування жирних вершків*

Тривалість перемішування, хв.	$\mu, \text{ Па} \cdot \text{с}$	Тривалість перемішування, хв.	$\mu, \text{ Па} \cdot \text{с}$
7	0,042	115	0,037
53	0,048	154	0,030
75	0,053	192	0,025

* Жирність вершків 35...40 %, кислотність 13...16 од., температура пастеризації 95 °C, температура сепарування 75 °C.

Теплофізичні властивості напівфабрикатів та харчових продуктів

Таблиця 12.41

Залежність коефіцієнта динамічної в'язкості вершкового масла від часу його обробки в маслоутворювачі

Час обробки в зоні кристалізації, с	$\mu \cdot 10^4$, Па·с	Температура, до якої охолоджений продукт, °С	Проба на термостійкість	Характеристика	
				бал	Консистенція
60	3,6	16	Зберігає форму	21	крихка
180	2,1	16	Зберігає форму	25	добра
360	1,4	16	Розпливається	21	м'яка
540	0,6	16	Швидко розпливається	-	вазелино-подібна

Таблиця 12.42

Твердість вершкового масла

Продукт	Твердість, Н/см ² , при температурі, °С							
	17	10	5	0	-5	-9	-14	-18
Масло несолене звичайного виготовлення	0,36 38	0,89 83	1,55 53	2,91 94	5,743 7	7,976 7	10,421 5	18,312 9
Масло любительське	0,31 48	0,69 13	1,46 02	2,68 11	4,836 6	7,249 1	9,1565	16,911 6

12.4 Молочний жир

Таблиця 12.43

Деякі характеристики молочного жиру при 15 °С

ρ , кг/м ³	λ , Вт/(м·К)	c , Дж/(кг·К)	$a \cdot 10^6$, м ² /с
920	0,169	1968	0,0933

Таблиця 12.44

Значення коефіцієнта теплопровідності молочного жиру

t , °С	λ , Вт/(м·К)	t , °С	λ , Вт/(м·К)
0...2	0,131	18...20	0,168

Таблиця 12.45

Залежність коефіцієнта теплопровідності молочного жиру від температури

t , °С	λ , Вт/(м·К)	t , °С	λ , Вт/(м·К)	t , °С	λ , Вт/(м·К)
17	0,177	-10	0,144	-25	0,138
5	0,160	-14	0,142	-35	0,134
-5	0,146	-18	0,142		

Таблиця 12.46

Залежність питомої теплоємності молочного жиру від температури

t , °С	c , Дж/(кг·К)	t , °С	c , Дж/(кг·К)
0	1863	40	2093
15	1955	60	2219

Таблиця 12.47

Значення коефіцієнта температуропровідності молочного жиру від температури

Діапазон температури, °С	$a \cdot 10^6$, м ² /с	Діапазон температури, °С	$a \cdot 10^6$, м ² /с
0...2	0,0458	18...20	0,0583

Таблиця 12.48

Значення питомої теплоємності молочного жиру в певних інтервалах температури

Діапазон температури, °С	с, Дж/(кг·К)	Діапазон температури, °С	с, Дж/(кг·К)
20...15	5761	-2,1...-6,5	2868
15...10	5409	-7,4...10,6	2596
5...0	3065	-15,4...-18,5	1767
0...-2,1	2039	-21,2...-33,6	913

Таблиця 12.49

Залежність питомої теплоємності молочного жиру від температури

t, °С	с, Дж/(кг·К)	t, °С	с, Дж/(кг·К)	t, °С	с, Дж/(кг·К)
74,0	2194	1,0	3697	-6,6	3224
65,0	2123	0	3488	-11,4	2931
54,0	2043	-0,2	3479	-21,0	2876
50,0	1980	-2,9	3324	-21,2	2910
30,0	1813	-3,8	3203	-24,8	2847

Таблиця 12.50

Залежність коефіцієнта температуропровідності молочного жиру від температури

t, °С	$a \cdot 10^6$, м ² /с	t, °С	$a \cdot 10^6$, м ² /с	t, °С	$a \cdot 10^6$, м ² /с
17	0,053	-10	0,0616	-25	0,1230
5	0,0536	-14	0,0688	-35	0,1719
-5	0,0558	-18	0,0847		

Температура застигання молочного жиру 24 °С, а температура плавлення – 30,5 °С.

Таблиця 12.51

Температура плавлення і ствердіння молочного жиру і його фракцій залежно від пори року

Об'єкт дослідження	t, °C		Об'єкт дослідження	t, °C	
	плавлення	ствердіння		плавлення	ствердіння
Молочний жир			літнього жиру	44,3	41,3
зимовий	34,5	27; 13	третя		
осінній	31,3	22; 13	зимового жиру	33,5	23,8
весняний	40,3	20,1; 12,1	літнього жиру	33,4	28,8; 22
літній	30,0	20	четверта		
Фракції молочного жиру			зимового жиру	27,5	19,9
перша			літнього жиру	22,1	15,5; 12,8
зимового жиру	51,6	48,7	п'ята		
літнього жиру	52,8	49,2	зимового жиру	7,5	5,0
друга			літнього жиру	7,2	4,5;
зимового жиру	45,8	42,0			2,5

Таблиця 12.52

Залежність твердості молочного жиру від температури

t, °C	Твердість, Н/см	t, °C	Твердість, Н/см	t, °C	Твердість, Н/см
17	0,3256	0	6,8646	-14	14,4560
10	2,9420	-5	9,8066	-18	15,9799
5	4,3806	-9	12,9703	25	21,0372

Таблиця 12.53

Температура плавлення і застивання молочного жиру залежно від пори року

Місяць року	$t_{\text{плав}}, ^\circ\text{C}$	$t_{\text{заст}}, ^\circ\text{C}$
Січень	35,28	25,32
Лютий	35,30	23,96
Березень	37,63	23,70
Квітень	35,43	23,60
Травень	34,30	22,55
Червень	37,7	26,20
Липень	37,4	25,22
Серпень	36,3	23,18
Вересень	37,16	24,50
Жовтень	37,6	25,30
Листопад	35,9	26,05

12.5 Морозиво

Таблиця 12.54

Густина морозива залежно від складу суміші і взбитості

Щільність суміші, $\text{кг}/\text{м}^3$	$\rho, \text{кг}/\text{м}^3, \text{ при взбитості, \%}$							
	40	50	60	70	80	90	100	110
1050	750	700	656	618	583	553	525	500
1080	771	720	675	653	600	568	540	514
1100	785	733	688	647	611	578	550	524
1110	793	740	694	653	617	584	555	529

Густина морозива можна визначити за формулою

$$\rho = \frac{\rho_c}{1000 \left(1 + \frac{S}{100} \right)},$$

де ρ_c - густина суміші, $\text{кг}/\text{м}^3$;

S – взбитість, %.

Таблиця 12.55

Залежність коефіцієнта теплопровідності молочної суміші морозива від температури

$t, ^\circ\text{C}$	$\lambda, \text{Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$	$t, ^\circ\text{C}$	$\lambda, \text{Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$
5	0,457	70	0,623
20	0,495	85	0,661
45	0,559		

Таблиця 12.56

Залежність коефіцієнта теплопровідності, питомої теплоємності і коефіцієнта температуропровідності морозива від температури при взбитості 70 % і густині 650 кг/м³

$t, ^\circ\text{C}$	$\lambda, \text{Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$	$c, \text{Дж}/(\text{кг}\cdot\text{К})$	$a \cdot 10^6, \text{м}^2/\text{с}$
1	2	3	4
Морозиво молочне*			
-4	0,472	2847,0	0,255
-6	0,562	2533,0	0,342
-8	0,606	2344,6	0,397
-10	0,627	2235,7	0,433
-12	0,641	2168,8	0,455
-14	0,652	2097,6	0,478
-16	0,669	2068,3	0,497
-18	0,674	2051,5	0,505
* Склад: жиру - 3,5 %, молочного сухого знежиреного залишка - 10,5 %, цукру - 16 %, води - 68 %, стабілізатор – борошно пшеничне.			
Морозиво вершкове			
-4	0,405	2742,3	0,228
-6	0,501	2436,7	0,317
-8	0,549	1842,2	0,372
-10	0,578	2156,2	0,414
-12	0,595	2085,0	0,442
-14	0,606	2030,6	0,461

Теплофізичні властивості напівфабрикатів та харчових продуктів

Закінчення табл. 12.56

1	2	3	4
-16	0,616	1988,7	0,478
-18	0,626	1959,4	0,489

* Склад: жиру - 10 %, молочного сухого знежиреного залишка - 10,5 %, цукру - 16 %, води – 63,2 %, стабілізатор – агар.

Таблиця 12.57

Залежність коефіцієнтів теплопровідності та динамічної в'язкості молочної і вершкової сумішей для морозива від температури

t, °C	Молочна суміш*		Вершкова суміш**
	λ , Вт/(м·К)	μ , Па·с	μ , Па·с
5	0,457	-	0,0594
10	0,469	-	0,0445
15	0,482	0,0236	0,0269
20	0,495	0,0182	0,0214
25	0,508	0,0164	0,0162
30	0,521	0,0143	0,0124
35	0,533	0,0124	0,0105
40	0,546	0,0107	0,0093
45	0,559	0,0095	0,0080
50	0,572	0,0083	0,0071
55	0,584	0,0070	0,0064
60	0,597	0,0064	0,0057
65	0,610	0,0059	0,0052
70	0,623	0,0050	0,0048
75	0,636	0,0048	0,0046
80	0,648	0,0045	0,0040
85	0,661	0,0043	0,0039

Теплофізичні властивості напівфабрикатів та харчових продуктів

* Склад: жиру – 3,5 %, молочного сухого знежиреного залишка - 10 %, цукру - 16 %, всього сухих речовин – 29,5 %, стабілізатор – агар.

** Склад: жиру - 10 %, молочного сухого знежиреного залишка - 10 %, цукру - 16 %, всього сухих речовин – 36 %, стабілізатор – агар.

Таблиця 12.58

Кріоскопічна температура* сумішей морозива різного складу

Склад суміші, %				Стабілізатор	Кріоскопічна температура, °С	
жир	сомо	цукор	СР		дослідна	розрахункова
1	2	3	4	5	6	7
3,65	9,4	20,0	33,35	агар	-2,65	-2,54
3,60	9,7	16,0	31,00	борошно	-2,25	-2,12
3,76	10,5	16,0	30,55	агар	-2,35	-
3,75	10,5	22,0	36,55	агар	-3,20	-
4,55	9,6	18,0	32,55	желатин	-2,50	-
3,50	10,5	16,0	30,30	агар	-	-2,40
3,50	10,5	16,0	32,00	борошно	-2,40	-
3,50	10,0	16,0	29,80	агар	-2,00	-
10,5	9,8	16,0	38,00	борошно	-2,30	-2,40
10,0	10,5	14,0	34,80	агар	-2,30	-
10,0	10,5	16,0	32,45	агар	-2,60	-
10,0	10,5	18,0	34,45	агар	-2,82	-
10,0	10,0	12,0	40,45	желатин	-2,18	-
10,0	8,0	16,0	38,45	желатин	-2,38	-
10,0	14,0	16,0	40,45	желатин	-3,21	-
10,0	10,0	18,0	38,45	желатин	-3,07	-
10,0	10,0	20,0	40,45	желатин	-3,54	-
12,3	11,3	14,0	37,98	желатин	-2,47	-

Теплофізичні властивості напівфабрикатів та харчових продуктів

Закінчення табл. 12.58

1	2	3	4	5	6	7
12,0	10,0	14,0	36,50	желатин	-2,28	-2,26
10,0	10,5	14,0	35,00	желатин	-2,30	-2,6
10,0	10,5	16,0	36,80	агар	-	-
10,0	14,0	10,0	34,30	агар	-1,6	-2,452
16,1	8,5	16,0	40,50	агар	-	-
18,6	8,7	12,0	39,68	желатин	-2,13	-
18,7	87	12,0	39,76	желатин	-2,18	-
15,0	10,0	16,0	41,30	агар	-2,70	-
-	-	30,0	30,62	желатин	-3,48	-
-	-	28,0	30,95	агар	-3,45	-
-	-	30,0	32,50	агар	-3,50	-

* Кріоскопічною називають таку температуру, що відповідає початку замерзання розчину даної концентрації.

13. КОНСЕРВНА ПРОМИСЛОВІСТЬ
13. 1 Хімічний склад овочів та плодово-ягідної сировини

Таблиця 13.1

Хімічний склад сировини

Сировина	Вода, %	Білки, %	Жири, %	Вуглеводи, г/100 г			Клітковина	Органічні кислоти в перерахунку на яблучну	Зола	
				загальні	Моно- і дисахариди	крохмаль			загальна	NaCl
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Абрикоси	86,0	0,9	-	10,5	10,0	-	0,8	1,3	0,7	-
Сік абрикосовий	84,0	0,5	0	14,0	13,7	0	0,3	0,8	0,4	0
Агрис	85,0	0,7	-	9,9	9,1	-	2,0	1,9	0,6	-
Айва	87,5	0,6	-	8,9	7,6	0,3	1,5	0,9	0,8	-
Сік агрусний	85,1	0,5	0	12,6	10,4	0	0,2	1,2	0,4	0
Алича	89,0	0,2	-	7,4	6,4	-	0,5	2,4	0,5	0
Апельсини	87,5	0,9	-	8,4	7,5	-	1,4	2,2	0,5	0
Сік апельсиновий	84,5	0,7	0	13,3	12,8	0	0,2	1,0	0,3	0
Баклажани	91,0	0,6	0,1	5,5	4,2	0,9	1,3	0,2	0,5	-
Боби	83,0	6,0	0,1	8,3	1,6	6,0	0,1	0,7	-	-
Буряк столовий	86,5	1,7	-	10	9,0	-	0,9	0,1	1,0	-
Сік буряковий	89,0	1,2	0	7,1	6,8	-	0,8	0,1	1,8	1,2
Виноград	80,2	0,4	-	17,5	16,0	-	0,6	0,13	0,4	-

Теплофізичні властивості напівфабрикатів та харчових продуктів

Продовження табл. 13.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Сік вино-градний	80,3	0,3	0	18,5	18,2	0	0	0,5	0,4	-
Вишня	85,5	0,8	-	11,3	10,6	-	0,5	1,3	0,6	-
Сік вишневий	85,0	0,7	0	12,2	12,2	0	0	1,7	0,4	-
Гарбуз	90,3	1,0	-	6,5	4,0	2,0	1,2	0,1	0,6	-
Сік гарбузовий	85,8	0,6	-	12,7	12,4	0,3	0,5	-	0,4	-
Горобина	81,0	1,4	-	12	8,5	-	3,2	2,2	0,8	-
Горох свіжий	14,0	23,0	1,2	53,3	4,2	46,5	5,7	-	2,8	-
Горох лущений	14,0	23,0	1,6	57,7	3,4	47,4	1,1	-	2,6	-
Горошок зелений	87,1	3,1	0,2	7,1	3,3	3,2	1,1	0,1	1,3	0,9
Горошок свіжий	80,0	5,0	0,2	13,3	6,0	6,8	1,0	0,1	0,8	-
Гранати	85,0	0,9	-	11,8	11,2	-	-	1,9	-	-
Сік гранатовий	82,5	0,3	0	14,5	14,5	0	0	2,4	0,3	0
Груші	87,5	0,4	-	10,7	9,0	0,5	0,6	0,3	0,7	-
Диня	88,5	0,6	-	9,6	9,0	-	0,6	0,2	0,6	-
Сік з дині	85,3	0,4	-	13,6	13,4	0,2	0,3	-	0,4	-
Кабачки	93,0	0,6	0,3	5,7	4,9	-	0,3	0,1	0,4	-
Кавун	89,5	0,7	0	13,3	12,8	0	0,2	1,0	0,3	0
Сік кавуневий	86,0	0,4	-	13,2	13,1	0,1	0,2	-	0,2	-
Картопля	75,0	2,0	0,1	19,7	1,5	18,2	1,0	0,1	1,1	-
Капуста свіжа	90,0	1,8	-	5,4	4,6	0,5	0,7	0,05	0,7	-

Теплофізичні властивості напівфабрикатів та харчових продуктів

Продовження табл. 13.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Капуста брюсельська	86,0	4,8	-	6,7	5,4	0,5	1,6	0,7	1,3	-
Капуста кольорова	90,9	2,5	-	4,9	4,0	0,5	0,9	0,1	0,8	-
Капуста червонокачанна	86,0	4,8	-	6,7	5,4	0,5	1,6	0,7	1,3	-
Квасоля в зерні	14,0	22,3	1,7	54,5	4,5	43,4	3,9	-	3,6	-
Квасоля стручком	90,0	4,0	-	4,3	2,0	2,0	1,0	0,1	0,7	-
Кизил	85,0	1,0	-	9,7	9,0	-	1,5	2,0	0,8	-
Кукурудза	14,0	10,3	4,0	67,5	2,7	56,9	2,1	-	1,2	-
Лимон	87,7	0,9	-	3,6	3,0	-	1,3	18,5	0,5	-
Сік лимонний	91,3	0,5	0	3,0	2,5	0	-	22,1	0,4	0
Малина	87,0	0,8	-	9,0	8,3	-	5,1	1,9	0,5	-
Сік малиновий	89,0	0,8	0	8,6	8,6	0	0	1,7	0,4	0
Мандарин	88,5	0,8	-	8,6	8,1	-	0,6	1,0	0,5	-
Сік мандариновий	87,8	0,8	0	9,6	9,0	0	0,2	0,9	0,7	0
Морква	88,5	1,8	0	7,0	6,0	0,2	1,2	0,1	1,0	-
Сік морквяний	92,4	1,1	0	5,6	5,6	-	0,2	0,2	0,4	-
Обліпіха	75,0	0,9	-	5,5	5,0	-	4,7	2,3	0,7	-
Огірки	95,0	0,8	-	3,0	2,5	0,1	0,7	0,1	0,5	-
Патисони	93,0	0,5	-	4,3	4,1	-	1,3	0,1	0,7	-
Полуниця	84,5	1,8	-	8,1	7,2	-	4,0	1,3	0,4	-
Сік полуничний	89,7	0,8	0	8,5	7,8	0	0	1,1	0,4	0
Перець солодкий зелений	92,0	1,3	-	4,7	4,0	0,1	1,5	0,1	0,5	-

Теплофізичні властивості напівфабрикатів та харчових продуктів

Продовження табл. 13.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Перець солодкий червоний	91,0	1,8	-	5,7	5,2	-	1,4	0,1	0,6	-
Персики	86,5	0,9	-	10,0	9,5	-	0,9	0,7	0,6	-
Компот з персиків	82,5	0,8	0	16,0	17,0	0	0,2	0,4	0,3	0
Пертушка зелень	85,0	3,7	-	8,0	6,8	1,0	1,5	0,1	1,1	-
Петрушка корінь	85,0	1,5	-	11,0	9,4	0	1,3	0,1	1,1	-
Редис	93,0	1,2	-	4,0	3,5	0	0,8	0,1	0,6	-
Редька	88,6	1,9	-	7,0	6,2	0	1,5	0,1	1,0	-
Ріпа	90,5	1,5	-	5,0	5,0	0	1,4	0,1	0,7	-
Селера зелена	78,0	-	-	2,0	2,0	-	-	-	-	-
Селера корінь	90,0	1,3	-	6,7	5,5	0,6	1,0	0,1	1,0	-
Слива	87,0	0,8	-	9,9	9,0	-	0,5	1,3	0,5	-
Сік сливовий	82,0	0,3	0	16,1	16,1	0	0	1,3	0,3	0
Смородина біла	86,0	0,3	-	8,7	8,0	-	2,5	2,0	0,5	-
Сік білої смородини	85,4	0,6	-	8,0	7,3	-	2,5	2,5	0,6	-
Смородина червона	85,0	1,0	-	8,0	7,3	-	3,0	2,3	0,9	-
Сік червоної смородини	88,0	0,5	0	8,3	7,9	0	0	2,7	0,5	0
Спаржа	92,7	1,9	-	3,6	2,3	0,9	1,2	0,1	0,6	-
Томати	93,5	0,6	-	4,2	3,5	0,3	0,8	0,5	0,7	-
Сік томатний	92,2	1,2	0	4,5	3,5	0,2	0,4	0,3	1,4	0,8
Укроп	86,5	2,5	0,5	4,5	4,1	-	3,5	0,1	2,3	-

Теплофізичні властивості напівфабрикатів та харчових продуктів

Закінчення табл. 13.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Хрін	77,0	2,5	-	16,3	-	-	2,8	-	1,4	-
Цибуля зелена	92,5	1,3	-	4,3	3,5	-	0,9	0,2	1,0	-
Цибулина	86,0	1,7	-	9,5	9,0	-	0,7	0,1	1,0	-
Часник	70,0	6,5	-	2,2	3,2	2,0	0,8	0,1	1,5	-
Черешня	85,0	1,1	-	12,3	11,5	-	0,3	0,8	0,5	-
Сік черешневий	81,0	0,3	0	17,5	17,5	0	0	0,8	0,4	0
Шовковиця	82,7	0,7	-	12,7	12,0	-	1,6	1,2	0,9	-
Шипшина	66,0	1,6	-	24,0	20,0	-	4,0	2,0	2,2	-
Сік з шипшини	84,8	0,6	-	13,5	6,7	-	-	0,9	-	-
Щавель	90,0	1,5	-	5,3	5,0	-	1,0	0,49	1,4	-
Яблука	86,5	0,4	-	11,3	9,0	0,8	0,6	0,7	0,5	-
Сік ялбучний	87,0	0,5	0	11,7	10,6	0	0	0,5	0,3	-
Ячмінь	14,0	11,5	2	65,8	3,6	50,1	4,3	-	2,4	-

Таблиця 13.2

Мінеральні речовини сировини

Сировина	Мінеральні речовини, мг/100 г					
	Na	K	Ca	Mg	P	Fe
1	2	3	4	5	6	7
Абрикоси	30	305	28	19	2,6	2,1
Сік абрикосовий	15	245	3	-	18	0,2
Агрус	23	260	22	9	28	1,6
Айва	14	144	23	14	24	3,0
Сік агрусовий	-	-	-	-	-	0,3
Алича	17	188	27	21	25	1,9

Теплофізичні властивості напівфабрикатів та харчових продуктів

Продовження табл. 13.2

1	2	3	4	5	6	7
Апельсини	13	197	34	13	23	0,3
Сік апельсиновий	-	-	18	-	13	0,3
Баклажани	6	238	15	9	34	0,4
Боби	-	-	-	-	-	-
Буряк столовий	86	288	37	43	43	1,4
Сік буряковий	480	288	15	16	29	0,6
Виноград	26	255	45	17	22	0,6
Сік виноградний	15	212	19	16	20	0,3
Вишня	20	256	37	26	30	1,1
Сік вишневий	3	250	17	6	18	0,3
Гарбуз	14	170	40	14	25	0,8
Сік гарбузовий	8	198	23	9	26	1,2
Горобина	-	-	-	-	-	-
Горох свіжий	69	873	115	107	329	9,4
Горох лущений	-	731	89	88	226	7,0
Горошок зелений	360	135	16	21	53	0,7
Горошок свіжий	2	285	26	38	122	0,07
Гранати	-	-	-	-	-	-
Сік гранатовий	-	-	-	-	-	-
Груші	14	155	19	12	16	2,3
Диня	32	118	16	13	12	1,0
Сік з дині	10	145	13	10	20	1,5
Кабачки	2	238	15	9	12	0,4
Кавун	16	64	14	224	7	1,0
Сік кавуневий	7	98	10	7	16	1,0
Картопля	28	568	10	23	58	0,9
Капуста свіжа	13	185	48	16	31	1,0
Капуста брюсельська	7	375	34	40	78	1,3
Капуста кольорова	10	210	26	17	51	1,4

Теплофізичні властивості напівфабрикатів та харчових продуктів

Продовження табл. 13.2

1	2	3	4	5	6	7
Капуста червонокачанна	4	302	53	16	32	0,6
Квасоля в зерні	40	1100	150	103	541	12,0
Квасоля стручком	-	-	65	-	44	1,1
Кизил	32	363	58	26	34	4,1
Кукурудза	27	292	46	10	301	4,1
Лимон	11	163	40	12	22	0,6
Сік лимонний	15	24	6	-	18	0,1
Малина	19	224	40	22	37	1,6
Сік малиновий	-	-	22	-	12	0,8
Мандарин	12	155	35	11	17	0,1
Сік мандариновий	-	-	-	-	-	-
Морква	21	200	51	38	55	1,2
Сік морквяний	-	-	56	-	46	0,6
Обліпіха	-	-	-	-	-	-
Огірки	8	141	23	14	42	0,9
Патисони	-	-	-	-	-	-
Полуниця	18	161	40	18	23	1,2
Сік полуничний	-	138	40	18	10	-
Перець солодкий зелений	7	139	6	10	25	0,8
Перець солодкий червоний	19	163	8	11	16	-
Персики	-	363	20	16	34	4,1
Компот з персиків	-	-	-	-	-	-
Пертушка зелень	79	240	24	85	95	1,9

Теплофізичні властивості напівфабрикатів та харчових продуктів

Закінчення табл. 13.2

1	2	3	4	5	6	7
Петрушка корінь	-	262	86	41	72	1,8
Редис	10	255	39	13	44	1,0
Редька	17	357	35	22	26	1,2
Ріпа	58	238	49	17	34	0,9
Селера зелена	-	-	-	-	-	-
Селера корінь	77	393	63	33	27	0,5
Слива	18	214	28	17	27	2,1
Сік сливовий	-	-	-	-	-	-
Смородина біла	-	-	36	-	-	-
Сік білої смородини	21	275	36	17	33	0,9
Смородина червона	32	372	36	35	33	1,3
Сік червоної смородини	-	133	40	35	20	-
Спаржа	40	196	21	20	62	0,9
Томати	40	290	14	20	26	1,4
Сік томатний	320	260	30	15	35	0,8
Укроп	43	335	223	70	93	1,6
Хрін	140	579	119	36	130	2,0
Цибуля зелена	57	259	121	18	26	1,0
Цибулина	18	175	31	14	58	0,8
Часник	120	260	90	30	140	1,5
Черешня	13	233	33	24	28	1,8
Сік черешневий	-	-	-	-	-	-
Шовковиця	16	350	24	51	-	-
Шипшина	5	23	26	8	8	11,0
Сік з шипшини	4	121	20	15	-	2,0
Щавель	15	500	47	85	90	2,0
Яблука	26	248	16	9	11	2,2
Сік яблучний	-	100	8	5	9	0,2
Ячмінь	-	453	93	15	353	12,0

Теплофізичні властивості напівфабрикатів та харчових продуктів

Таблиця 13.3

Наявність вітамінів та енергетична цінність

Сировина	Вітаміни, мг/100 г					Енергетична цінність, Дж/100 г
	β-каротин	B ₁	B ₂	PP	C	
1	2	3	4	5	6	7
Абрикоси	1,6	0,03	0,06	0,7	10	192
Сік абрикосовий	1,3	0,02	0,04	-	4	234
Агрус	0,2	0,01	0,02	0,25	30	184
Айва	0	0,02	0,04	0,1	23	159
Сік агрусовий	0,9	0,01	0,01	0,12	7,14	218
Алича	0,6	0,02	0,03	0,5	13	142
Апельсини	0,5	0,04	0,03	0,2	60	159
Сік апельсиновий	0,5	0,04	0,02	0,2	40	230
Баклажани	0,2	0,04	0,05	0,6	5	100
Боби	0,5	0,06	0,1	0,6	20	243
Буряк столовий	0,01	0,02	0,04	0,2	10	201
Сік буряковий	0	0,01	0,03	0,2	4	134
Виноград	0	0,05	0,02	0,3	6	289
Сік виноградний	0	0,02	0,01	0,1	2	301
Вишня	0,1	0,03	0,03	0,4	15	205
Сік вишневий	0,05	0,01	0,02	0,2	7,41	222
Гарбуз	1,5	0,05	0,03	0,5	8	121
Сік гарбузовий	1,4	0,01	0,03	0,2	1,33	209
Горобина	9,0	0,05	0,02	0,5	70	243
Горох свіжий	0,07	0,81	0,13	0,2	0	126
Горох лущений	0,05	0,9	0,18	237	0	1351
Горошок зелений	0,3	0,11	0,05	0,07	10	172

Теплофізичні властивості напівфабрикатів та харчових продуктів

Продовження табл. 13.3

1	2	3	4	5	6	7
Горошок свіжий	0,4	0,34	0,19	2	25	301
Гранати	-	0,04	0,01	0,4	4	218
Сік гранатовий	0	0,04	0,01	0,3	4	255
Груші	0,01	0,02	0,03	0,1	5	176
Диня	0,4	0,04	0,04	0,4	20	163
Сік з дині	-	0,03	0,02	0,2	13,2	222
Кабачки	0,03	0,03	0,03	0,6	17	115
Кавун	0	0,04	0,03	0,24	7	159
Сік кавуневий	-	0,02	0,02	0,1	1,11	213
Картопля	0,02	0,12	0,05	0,9	201	347
Капуста свіжа	0,02	0,06	0,05	0,4	50	117
Капуста брюсельська	0,3	0,1	0,2	0,7	120	192
Капуста кольорова	0,02	0,1	0,1	0,6	70	121
Капуста червонокачанна	0,1	0,05	0,05	0,4	60	130
Квасоля в зерні	0	0,5	0,18	2,1	0	1293
Квасоля стручком	0,4	0,1	0,2	0,5	20	134
Кизил	-	-	-	-	25	188
Кукурудза	0,32	0,38	0,14	2,1	0	1444
Лимон	0,01	0,04	0,02	0,1	40	130
Сік лимонний	0	0,02	0,01	0,08	36,1	105
Малина	0,2	0,02	0,05	0,6	25	172
Сік малиновий	0	0,01	0,03	0,4	18	159
Мандарин	0,06	0,06	0,03	0,2	38	159
Сік мандариновий	0,03	0,04	0,02	0,1	25	172

Теплофізичні властивості напівфабрикатів та харчових продуктів

Продовження табл. 13.3

1	2	3	4	5	6	7
Морква	9,0	0,06	0,07	1,0	5	138
Сік морквяний	1,6	0,01	0,07	0,1	3	109
Обліпиха	10	0,1	0,05	0,6	200	126
Огірки	0,06	0,03	0,04	0,2	10	63
Патисони	0	0,03	0,04	0,25	23	79
Полуниця	0,03	0,05	0,05	0,3	60	172
Сік полуничний	0	0,05	0,03	0,3	34	151
Перець солодкий зелений	1,0	0,06	60	0,6	150	96
Перець солодкий червоний	2,0	0,1	0,08	1,0	250	13
Персики	0,5	0,04	0,01	0,7	10	184
Компот з персиків	0,3	0,02	0,04	0,6	6	274
Пертушка зелень	1,7	0,05	0,05	0,7	150	188
Петрушка корінь	0,01	0,08	0,1	1,0	35	197
Редис	0	0,01	0,04	0,1	25	84
Редька	0,02	0,03	0,03	0,25	29	142
Ріпа	0,1	0,05	0,04	0,8	20	117
Селера зелена	0,8	0,02	0,1	0,42	38	33
Селера корінь	0,01	0,03	0,04	0,3	8	130
Слива	0,1	0,06	0,04	0,6	10	180
Сік сливовий	0,15	0,01	0,01	0,29	4	272
Смородина біла	0,04	0,01	0,02	0,3	40	163
Сік білої смородини	0,2	0,01	0,03	0,2	25	159
Смородина червона	0,1	0,02	0,02	0,3	200	167

Теплофізичні властивості напівфабрикатів та харчових продуктів

Закінчення табл. 13.3

1	2	3	4	5	6	7
Сік червоної смородини	0,05	0,01	0,01	0,15	85,5	163
Спаржа	0,03	0,1	0,1	1,0	20	88
Томати	1,2	0,06	0,04	0,53	25	79
Сік томатний	1,0	0,01	0,04	0,4	15	92
Укроп	1,0	0,03	0,1	0,6	100	134
Хрін	0	0,08	0,1	0,4	55	297
Цибуля зелена	2,0	0,02	0,1	0,3	30	92
Цибулина	0	0,05	0,02	0,2	10	180
Часник	0	0,08	0,08	1,0	10	444
Черешня	0,15	0,01	0,01	0,4	15	218
Сік черешневий	0,1	0,01	0,01	0,1	10	289
Шовковиця	0,02	0,04	0,02	0,8	10	222
Шипшина	2,6	0,05	0,33	0,6	470	423
Сік з шипшини	0	0,01	0,09	0,2	63	234
Щавель	2,5	0,19	0,1	0,3	43	117
Яблука	0,03	0,01	0,03	0,3	13	192
Сік яблучний	0	0,01	0,01	0,1	2	197
Ячмінь	0	0,33	0,13	4,48	0	1301

13.2 Соки

Таблиця 13.4

Залежність густини яблучного соку від вмісту сухих речовин при 20 °С

Вміст СР, %	ρ , кг/м ³	Вміст СР, %	ρ , кг/м ³
1	2	3	4
9,8	1030	36,5	1179
12,8	1048	46,5	1220
15,0	1063	47,0	1223
18,0	1077	48,5	1223

Теплофізичні властивості напівфабрикатів та харчових продуктів

Закінчення табл. 13.4

1	2	3	4
20,0	1080	51,5	1225
22,4	1086	54,7	1227
24,0	1086	56,5	1272
26,4	1109	57,5	1275
30,0	1124	61,0	1301
33,0	1144	62,4	1308
34,0	1146	64,0	1312

Густина яблучного соку при 20 °С залежно від вмісту сухих речовин можна визначити за формулою

$$\rho = 510 \left(\frac{CP}{100} \right) + 981, \text{ кг/м}^3.$$

Таблиця 13.5

Густина натурального томатного соку залежно від температури і вмісту сухих речовин

t, °С	ρ, кг/м ³ , при вмісті СР, %						
	4,29	8,07	12,4	16,07	20,22	25,22	30,04
20	1030	1046	1061	1078	1120	1121	1141
30	1023	1038	1055	1070	1097	1118	1137
40	1017	1033	1048	1065	1090	1109	1130
50	1011	1027	1043	1061	1084	1102	1124
60	1008	1022	1038	1055	1080	1098	1118
70	1000	1015	1030	1048	1072	1090	1113
80	997	1009	1022	1041	1062	1088	1105

Таблиця 13.6

Залежність густини виноградного соку від концентрації та температури

t, °С	ρ, кг/м ³ , при вмісті СР, %						
	15	20	30	40	50	60	70
1	2	3	4	5	6	7	8
0	1065	1088	1138	1185	1242	1300	1373

Теплофізичні властивості напівфабрикатів та харчових продуктів

Закінчення табл. 13.6

1	2	3	4	5	6	7	8
10	1065	1085	1132	1180	1237	1295	1368
20	1056	1081	1127	1176	1232	1290	1361
30	1052	1078	1124	1173	1228	1283	1355
40	1050	1075	1121	1168	1225	1278	1350
50	1048	1071	1118	1162	1220	1275	1342
60	1045	1067	1112	1156	1215	1268	1334
70	1040	1062	1108	1150	1210	1262	1326

Густина виноградного соку можна визначити за формулою

$$\rho = 969 + 571,5 \frac{CP}{100} - \left(25 + 42 \frac{CP}{100} \right) \cdot \frac{t}{100}, \text{ кг/м}^3,$$

де CP – вміст сухих речовин, %;

t – температура соку, °С.

Таблиця 13.7

Залежність коефіцієнта теплопровідності яблучного і виноградного соків від температури і вмісту сухих речовин

Вміст CP, %	$\lambda \cdot 10^2$, Вт/(м·К), при температурі, °С					
	25	35	45	55	65	75
1	2	3	4	5	6	7
Яблучний сік						
13	52,1	55,6	55,9	58,0	60,0	62,0
20	47,5	49,7	51,6	53,4	55,3	57,8
30	44,5	46,4	47,6	50,4	52,0	54,5
40	41,5	43,4	45,0	47,5	48,8	50,7
50	39,2	41,0	42,6	44,6	46,7	47,5
60	35,4	38,6	40,0	41,9	43,1	44,3
Виноградний сік						
20	49,1	52,0	53,7	56,5	57,8	59,0
30	45,6	47,3	50,0	52,5	53,8	55,8

Теплофізичні властивості напівфабрикатів та харчових продуктів

Закінчення табл. 13.7

1	2	3	4	5	6	7
40	42,8	45,4	46,8	49,2	50,4	52,2
50	39,8	41,9	43,9	44,7	47,4	49,3
60	37,1	38,2	40,0	41,5	44,0	46,3

Для яблучного соку

$$\lambda = \left[0,154 + 0,16 \cdot \left(\frac{CP}{100} \right) - 0,32 \cdot \left(\frac{CP}{100} \right)^2 \right] \frac{1,16t}{100} + 0,254 \cdot \left(\frac{CH}{100} \right)^{-0,225},$$

ккал/(м·год·К).

Для виноградного соку

$$\lambda = \left[0,185 + 0,133 \cdot \left(\frac{CP}{100} \right) - 0,35 \cdot \left(\frac{CP}{100} \right)^2 \right] \frac{1,16t}{100} + 0,258 \cdot \left(\frac{CH}{100} \right)^{-0,249}$$

ккал/(м·год·К).

Таблиця 13.8

Залежність коефіцієнта теплопровідності виноградного соку від температури і вмісту сухих речовин

t, °C	λ, Вт/(м·К), при вмісті сухих речовин, %			
	20	30	40	50
0	0,430	0,400	0,370	0,345
5	0,450	0,420	0,385	0,360
10	0,470	0,435	0,400	0,370
15	0,485	0,455	0,420	0,380
20	0,510	0,470	0,430	0,390
25	0,525	0,490	0,440	0,410

Таблиця 13.9

Залежність питомої теплоємності виноградного соку від концентрації і температури

t, °C	с, Дж/(кг·К), при вмісті сухих речовин, %					
	15	20	30	40	50	58
20	3690	3530	3330	3180	2950	2800
30	3730	3600	3410	3250	3030	2920
40	3750	3630	3450	3290	3070	2970
50	3780	3660	3470	3300	3120	3000
60	3780	3665	3475	3300	3125	3000
70	3780	3665	3475	3300	3125	3000
80	3780	3665	3475	3300	3125	3000

Таблиця 13.10

Залежність коефіцієнта температуропровідності виноградного соку від температури і вмісту сухих речовин

t, °C	а·10 ⁶ , м ² /с, при вмісті сухих речовин, %			
	20	30	40	50
0	0,120	0,113	0,107	0,1030
5	0,123	0,116	0,109	0,1045
10	0,126	0,119	0,111	0,1055
15	0,130	0,122	0,114	0,1075
20	0,133	0,125	0,116	0,1090
25	0,136	0,128	0,119	0,1105

Таблиця 13.11

Залежність коефіцієнта динамічної в'язкості виноградного соку від температури і вмісту сухих речовин

t, °C	μ, Па·с, при вмісті сухих речовин, %			
	20	30	40	50
1	2	3	4	5
0	0,0040	0,0065	0,0150	0,048
5	0,0032	0,0054	0,0177	0,037
10	0,0026	0,0043	0,0092	0,028

Теплофізичні властивості напівфабрикатів та харчових продуктів

Закінчення табл. 13.11

1	2	3	4	5
15	0,0023	0,0037	0,0075	0,020
20	0,0020	0,0032	0,0062	0,015
25	0,0017	0,0028	0,0052	0,012

Таблиця 13.12

**Залежність коефіцієнта динамічної в'язкості
виноградного соку від температури і вмісту сухих речовин**

t, °C	μ ⁴ , Па·с, при вмісті сухих речовин, %		
	15	20	30
10	22,0	32,5	55,0
20	17,5	24,0	38,0
30	14,0	17,5	27,6
40	11,0	13,5	22,0
50	9,0	10,5	18,0
60	7,5	8,5	14,0
70	6,0	7,4	11,5

Таблиця 13.13

**Коефіцієнт динамічної в'язкості томатного соку
залежно від температури і вмісту сухих речовин**

t, °C	μ, Па·с, при вмісті сухих речовин, %							
	4,62	6,35	10,8	11,2	13,5	14,0	17,6	25,0
30	0,06	0,095	0,41	0,45	0,70	1,0	2,5	4,3
40	0,05	0,075	0,32	0,36	0,52	0,75	1,8	3,2
50	0,025	0,050	0,24	0,265	0,405	0,70	1,4	2,1
60	0,015	0,045	0,175	0,20	0,290	0,50	1,0	1,7
70	0,010	0,030	0,140	0,17	0,205	0,40	0,65	1,15
80	0,05	0,025	0,110	0,13	0,185	0,25	0,5	1,05

Коефіцієнт динамічної в'язкості томатного соку з вмістом сухих речовин при певній температурі можна визначити за формулою

Теплофізичні властивості напівфабрикатів та харчових продуктів

$$\mu = 0,0199 \cdot CP^{2,94} t^{-1,17}, \text{ Па}\cdot\text{с}.$$

13.3 Овочі і картопля

Таблиця 13.14

Теплофізичні характеристики картоплі і деяких овочів

Вид сировини	Вологість, %	λ , Вт/(м·К)	c , Дж/(кг·К)	$a \cdot 10^7$, м ² /с	Вологість, %	λ , Вт/(м·К)	c , Дж/(кг·К)	$a \cdot 10^7$, м ² /с
	Очищена сировина				Неочищена сировина			
Картопля	80,1	0,62	3600	15,7	79,8	0,64	3500	16,3
Морква	90,7	0,61	3900	16,2	90,5	0,62	3900	16,5
Столовий буряк	87,5	0,60	3900	15,9	86,7	0,62	3800	16,6

Таблиця 13.15

Теплофізичні характеристики овочів

Сировина	ρ , кг/м ³	λ , Вт/(м·К)	$a \cdot 10^8$, м ² /с
Горох	993	1,05	13,3
Баклажани	-	0,37	11,9
Боби	560	0,093	8,19
Кабачки	-	0,6	15,6
Картопля	1049	1,05	13,1
Квасоля	-	-	13,3

Таблиця 13.16

Теплофізичні характеристики овочів

Сировина	W, %	ρ , кг/м ³	c , Дж/(кг·К)	λ , Вт/(м·К), при температурі, °С			
				35	55	65	75
1	2	3	4	5	6	7	8
Буряк	562	1,030	3770	0,378	0,452	0,518	0,590
Горошок зелений	255	1,006	3415	0,281	0,308	0,377	0,729

Теплофізичні властивості напівфабрикатів та харчових продуктів

Закінчення табл. 13.16

1	2	3	4	5	6	7	8
Капуста	138	0,760	4000	0,350	0,428	0,483	0,575
Картопля бланшована	457	1,135	3690	0,515	0,598	0,678	0,831
Картопля небланшована	417	1,100	3690	0,483	0,563	0,648	0,814
Морква	620	1,160	3820	0,559	0,546	0,576	0,396
Цибуля	810	0,870	3880	0,293	0,308	0,391	0,396

Таблиця 13.17

Теплофізичні характеристики овочів [4]

Сировина	ρ , кг/м ³	$\rho_{нас}$, кг/м ³	c , Дж/(кг·К)	λ , Вт/(м·К)	$a \cdot 10^8$, м ² /с	$t_{зам}$, °С
Буряк	1016	650... 780	3,55...3,90	0,60... 0,62	0,08..0,17	1,25... 1,82
Картопля	-	650... 730	3,43...3,68	0,58... 0,66	0,15...0,17	1,2...1, 34
Морква	970... 1000	650	3,40...3,90	0,60... 0,64	0,11...0,27	1,52... 1,8
Цибуля	-	650... 740	2,64...3,64	0,171	0,081	1,62

Таблиця 13.18

Теплофізичні характеристики овочів [1]

Сировина	W, %	$a \cdot 10^8$, м ² /с, при температурі, °С			
		35...37	55	65	75
Буряк	428	6,8	7,78	8,62	10,95
Зелений горошок	225	10,6	10,2	14,9	15,05
Картопля	368	8,61	8,7	9,06	9,22
Морква	740	4,68	5,83	7,09	7,88
Цибуля	2,9	23,9	24,8	24,3	20,43

Таблиця 13.19

Коефіцієнт температуропровідності овочів при різному вологовмісті [2]

Сировина	W, %	а · 10 ⁸ , м ² /с, при температурі, °С			
		35...37	55	65	75
Буряк					
- бланшований	492	6,95	9,07	12,10	16,00
- вологий	423	6,80	7,78	8,62	10,95
- зелений	255	8,20	9,00	11,00	21,20
Капуста бланшована	1380	11,50	14,10	15,90	18,90
Картопля бланшована	450	9,14	9,39	9,77	10,04
Картопля небланшована	368	8,61	8,70	9,06	9,25
Морква бланшована	852	8,25	8,65	8,25	10,54
Морква волога	740	4,67	5,83	7,09	7,88
Цибуля	810	8,67	9,14	11,60	11,73

Таблиця 13.20

Теплофізичні характеристики овочів [2]

Сировина	W, %	ρ, кг/м ³	λ, Вт/(м·К)	а · 10 ⁸ , м ² /с
1	2	3	4	5
Баклажани	94,4	750	0,35	11,6
Буряк столовий	89,5	-	0,60	-
Горошок зелений	74,4	1062	0,37	9,1
Диня	92,8	930	0,57	15,3
Кабачки	94,4	-	0,60	15,5
Капуста	92,0	700	0,34	12,2
Картопля	70,0	-	0,63	14,4
Квасоля	90,0	1040	0,60	-

Теплофізичні властивості напівфабрикатів та харчових продуктів

Закінчення табл. 13.20

1	2	3	4	5
Огірки	95,4	950	0,60	15,0
Ріпа	89,8	1000	0,56	14,3
Томати	94,7	990	0,55	13,9
Цибуля	87,3	970	0,57	-

Таблиця 13.21

Теплофізичні характеристики баклажанів [5]

W, %	ρ_f , кг/м ³	$\rho_{нас}$, кг/м ³	c, Дж/(кг·К)	λ , Вт/(м·К)	$a \cdot 10^8$, м ² /с
90,8	903	-	6354,9	0,38	10,6
91,7	-	-	3119,0	0,37	11,3
94,4	716	527...641	3022,5	0,35	11,6

Таблиця 13.22

Теплофізичні характеристики бобових [5]

Боби	W, %	ρ_f , кг/м ³	c, Дж/(кг·К)	λ , Вт/(м·К)	$a \cdot 10^8$, м ² /с
Плоди	-	1350	-	-	-
Насіння	0,10	1400	1690	0,31	13,2
Шар	-	763	1344	0,14	13,6

Таблиця 13.23

Теплофізичні характеристики брукви [5]

Вид брукви	W, %	ρ_f , кг/м ³	c, Дж/(кг·К)	λ , Вт/(м·К)	$a \cdot 10^8$, м ² /с
Біла	86,9	976	3820	0,52	13,9
Чорна	84,8	940	3760	0,48	13,6

Теплофізичні властивості напівфабрикатів та харчових продуктів

Таблиця 13.24

Теплофізичні характеристики буряків [2, 5]

Вид буряків	W, %	ρ_f , кг/м ³	c, Дж/(кг·К)	λ , Вт/(м·К)	$a \cdot 10^8$, м ² /с
Кормовий	80,5	985	3641	0,62	17,3
Столовий	87,5	968	3900	0.60	15,9
Цукровий	70...80	-	1547	-	-

Таблиця 13.25

Коефіцієнт теплопровідності цукрових буряків при нагріванні [7]

W, %	ρ_f , кг/м ³	Температура, К							
		293...303	303...313	313...323	323...333	333...343	343...353	353...363	363...373
29,1	1080	12,7	13,3	13,1	13,0	12,8	12,1	13,0	12,75
25,0	1070	11,7	12,25	12,8	11,8	12,0	12,05	11,8	12,1

Таблиця 13.26

Теплофізичні характеристики цукрових буряків під час сушіння [5]

W, %	ρ_f , кг/м ³	c, Дж/(кг·К)	λ , Вт/(м·К)	$a \cdot 10^8$, м ² /с
82,8	1063	3853	0,533	13,5
59,1	11,62	3608	0,478	11,4

Таблиця 13.27

Фізична густина буряків при 20 °С

CP, %	ρ_f , кг/м ³
23,0	1090
24,4	1080
25,0	1120
25,5	1101
28,2	1105
28,3	1101

Теплофізичні властивості напівфабрикатів та харчових продуктів

Таблиця 13.28

Теплофізичні характеристики буряків [5]

Вид буряків	W, %	ρ_f , кг/м ³	c, Дж/(кг·К)	λ , Вт/(м·К)	$a \cdot 10^8$, м ² /с
Столовий	89,5	1053	-	0,60	-
	87,1	1050	3830	0,48	18,0
	84,4	1053	3750	0,53	13,4
	81,5	-	-	0,61	13,5
Цукровий	78,0	-	-	0,49	10,2
	76,9	1084	3790	0,52	12,7
	75,5	1090	3391	0,41	11,2
	71,3	1108	3660	0,51	12,6

Таблиця 13.29

Зміна теплопровідності цукрових буряків від температури [5]

T, К	278	283	293	303	313	323	333
λ , Вт/(м·К)	0,478	0,480	0,500	0,530	0,560	0,600	0,650

Таблиця 13.30

Теплофізичні характеристики гарбуза при =90,5 % [5]

ρ_f , кг/м ³	c, Дж/(кг·К)	λ , Вт/(м·К)	$a \cdot 10^8$, м ² /с
954	3920	0,47	12,6

Таблиця 13.31

Теплофізичні характеристики горошку зеленого [5]

Енергетична цінність, Дж	100...315
ρ_n , кг/м ³	364...650
ρ , кг/м ³	1020...1040

Теплофізичні властивості напівфабрикатів та харчових продуктів

Таблиця 13.32

Теплофізичні характеристики гороху [5]

Показники	W, %				
	5,10	5,15	11,5	24,2	24,9
ρ_f , кг/м ³	1290	1360...1370	1360	-	-
c, Дж/(кг·К)	1516	1498	1678	-	-
λ , Вт/(м·К)	0,267	0,252	0,304	-	-
$a \cdot 10^8$, м ² /с	13,6	12,6	13,3	6,9	6,4

Таблиця 13.33

Теплофізичні характеристики гороху

W, %	ρ_f , кг/м ³	c, Дж/(кг·К)	λ , Вт/(м·К)	$a \cdot 10^8$, м ² /с
92,8	930	3981	0,57	15,4
87,5	-	3840	0,48	12,2

Таблиця 13.34

Теплофізичні характеристики огірків [5]

W, %	ρ_f , кг/м ³	c, Дж/(кг·К)	λ , Вт/(м·К)	$a \cdot 10^8$, м ² /с
-	924	4036	0,44	11,8
333	975	3924	0,44	11,5

Таблиця 13.35

Теплофізичні характеристики кабачків [5]

W, %	ρ_f , кг/м ³	c, Дж/(кг·К)	λ , Вт/(м·К)	$a \cdot 10^8$, м ² /с
87,7	950	3401	0,50	14,7
93,6	970	3354	0,53	15,8
94,4	-	3852	0,60	15,5
94,9	995	4000	0,68	17,1

Теплофізичні властивості напівфабрикатів та харчових продуктів

Таблиця 13.36

Теплофізичні характеристики капусти [5]

Вид капусти	T, К	ρ , кг/м ³	c, Дж/(кг·К)	λ , Вт/(м·К)	Калорійність, Дж/100 г
Білокачанна	-0,8... -0,95	650	3900	0,14	125,6
Кольорова	1,06	-	3760	-	125,6

Таблиця 13.37

Зміна питомої теплоємності при різних значеннях вологовмісту [5]

W, %	86,6	86,8	90,4	90,6	91,0	91,2	91,7	91,5	92,4
c, Дж/(кг·К)	3730	3726	3890	3894	3894	3814	3890	3970	3936

Таблиця 13.38

Теплофізичні характеристики білокачанної капусти залежно від температури [5]

Показник	T, К		
	293...313	323...343	343...363
W, %	90,1	90,2	89,2
c, Дж/(кг·К)	446,9	371,0	351,3
λ , Вт/(м·К)	0,80	1,15	1,30
$a \cdot 10^8$, м ² /с	17,9	31,0	37,0

Таблиця 13.39

Питома теплоємність цвітної капусти [5]

W, %	89,74	90,7	91,11	91,7	91,7	92,0
c, Дж/(кг·К)	3810	3978	3810	3890	3894	3894

Таблиця 13.40

Теплофізичні характеристики картоплі при температурі вище 20 °С [5]

W, %	ρ , кг/м ³	λ , Вт/(м·К)	$a \cdot 10^8$, м ² /с
10	233	0,05	14,12
20	262	0,08	14,44
30	300	0,10	14,76
40	350	0,15	15,08
50	420	0,18	15,40
60	525	0,25	15,72
70	700	0,35	16,04
80	1050	0,53	16,30

Густина свіжої картоплі [9] 1100...1150 кг/м³.

Таблиця 13.41

Теплофізичні характеристики картоплі при обсмажуванні [5]

T, К	c , Дж/(кг·К)	λ , Вт/(м·К)	$a \cdot 10^8$, м ² /с
333	3182	0,28	8,8
353	3188	0,41	12,1
373	3529	0,42	11,9
393	3599	0,34	9,7
413	3750	0,27	7,2
433	3509	0,20	5,7
453	3404	0,16	4,7
463	3571	0,18	4,2

Теплофізичні характеристики картоплі [6]

- насипна маса 650...730 кг/м³;
- питома теплоємність 3,43...3,68 кДж/(кг·К);
- коефіцієнт теплопровідності 0,580...0,660 Вт/(м·К);
- коефіцієнт температуропровідності 0,152...0,167·10⁻⁶ м²/с;
- температура замерзання -1,2...-1,34 °С;

Теплофізичні властивості напівфабрикатів та харчових продуктів

- калорійність 390 Дж/100 г;
- густина сухого картопляного крохмалю 1650 кг/м³.

Таблиця 13.42

Густина та коефіцієнт температуропровідності картоплі при нагріванні в киплячій воді [5]

W, %	73,5	75,4	76,0	79,1	84,1
ρ_f , кг/м ³	1020	1050	1070	1050	1085
$a \cdot 10^8$, м ² /с	15,8	16,0	16,3	15,5	15,7

Таблиця 13.43

Теплофізичні характеристики картоплі (W=79,5 %) при охолодженні від 317 до 273 К [5]

ρ_f , кг/м ³	с, Дж/(кг·К)	λ , Вт/(м·К)	$a \cdot 10^8$, м ² /с
1089,2	3510	0,570	14,9
1068,4	3520	0,455	12,1
1068,4	3520	0,530	14,2
1069,8	3490	0,500	13,4

Таблиця 13.44

Теплофізичні характеристики СР картоплі при T=283 К [5]

ρ_{cp} , кг/м ³	λ_{cp} , Вт/(м·К)	$a_{cp} \cdot 10^8$, м ² /с
1,2	0,026	21,56
210	0,014	13,8
1000	0,13	8,7
1269	0,23	11,1
1550	0,25	12,8

Теплофізичні властивості напівфабрикатів та харчових продуктів

Таблиця 13.45

Питома теплоємність сушеної картоплі [5]

W, %	c, Дж/(кг·К)
2,1	1455
2,2	1362
9,3	1964
50,0	3161

Таблиця 13.46

Густина та коефіцієнт теплопровідності картоплі [5]

W=10 %			W=50 %			W=80 %		
T, К	ρ , кг/м ³	λ , Вт/(м·К)	T, К	ρ , кг/м ³	λ , Вт/(м·К)	T, К	ρ , кг/м ³	λ , Вт/(м·К)
335	233	0,056	335	420	0,18	293	942	0,58
283	240	0,048	343	792	0,36	328	1000	0,55
328	1000	0,180	328	1000	0,39	335	1050	0,62
348	1189	0,380	293	1066	0,50	293	1068	0,45
343	1414	0,320	348	1178	0,47	348	1142	0,78

Таблиця 13.47

Теплофізичні властивості картопля різних сортів [5]

Сорт картоплі	W, %	ρ_f , кг/м ³	c, Дж/(кг·К)	λ , Вт/(м·К)	$a \cdot 10^8$, м ² /с
Аріка	82,2	1062	3690	0,450	11,6
Весна	85,0	1058	3770	0,480	11,9
Американські сорти					
Norehip	81,2	1050	2951	0,533	17,2
Katahdin	81,4	1040	3106	0,533	16,5
Kennebec	82,4	1050	3169	0,549	16,5
Мопона	83,6	1040	3131	0,547	16,8
Гатчанський	83,2	1060	3720	0,430	10,9
Київський	91,8	1068	3680	0,420	10,8
Прилуцький	79,4	1066	3610	0,440	11,3

Таблиця 13.48

Коефіцієнти теплопровідності і температуропровідності картоплі при постійній волозі [5]

λ , Вт/(м·К)	$a \cdot 10^8$, м ² /с
W=75 %	
0,58	15,6
0,45	-
0,52	12,7
W=80 %	
0,60	-
0,74	-
0,62	16,4
0,32	-
0,52	-
W=86,4 %	
0,44	10,9
0,48	11,9

Теплофізичні характеристики моркви [5]

- насипна маса 650 кг/м³;
- густина 970...1000 кг/м³;
- питома теплоємність 3,14...3,9 кДж/(кг·К);
- коефіцієнт теплопровідності 0,16...0,639 Вт/(м·К);
- коефіцієнт температуропровідності 0,144...0,269·10⁻⁶ м²/с;
- температура замерзання -1,52...-1,8 °С.

Таблиця 13.49

Теплофізичні характеристики моркви [6]

W, %	ρ , кг/м ³	c, Дж/(кг·К)	λ , Вт/(м·К)	$a \cdot 10^8$, м ² /с
88,7	1035	3870	0,55	13,7
88,9	-	-	0,63	15,2
90,0	-	-	0,59	14,2
90,5	1030	3820	0,50	12,7

Таблиця 13.50

Фізичні показники моркви [5]

W, %	ρ_f , кг/м ³	ρ_n , кг/м ³
90,0	1040	620
88,3	1030	-
83,6...90,8	973...1040	641
88,4	1002	640

Таблиця 13.51

Залежність питомої теплоємності моркви від вологості [5]

c, Дж/(кг·К)	3640	3743	3726	3810	3894	3768	3770	3871
W, %	83,0	85,3	85,8	86,0	87,5	88,0	88,2	88,7

Таблиця 13.52

Значення густини та коефіцієнта теплопровідності моркви при T=393 К [5]

W, %	ρ_f , кг/м ³	λ , Вт/(м·К)
84,0	-	0,93
86,0	-	0,81
87,4	1031	0,44
87,5	-	0,55
88,0	-	0,50
88,7	1035	0,55
88,9	-	0,63
90,0	1040	0,60
90,2	1022	0,50

Таблиця 13.53

Теплофізичні характеристики перцю [5]

W, %	t, °C	ρ , кг/м ³	c, Дж/(кг·К)	λ , Вт/(м·К)	$a \cdot 10^8$, м ² /с
92,0	20	1007	3960	0,47	11,8
16,4	0	473	1800	0,09	10,7

Таблиця 13.54

Теплофізичні характеристики перцю червоного [2]

W, %	t, °C	ρ , кг/м ³	c, Дж/(кг·К)	λ , Вт/(м·К)	$a \cdot 10^8$, м ² /с
16,4	0	473	1805	0,09	10,6

Теплофізичні характеристики петрушки [5, 6]

- густина 1340 кг/м³;
- питома теплоємність 3,882 кДж/(кг·К);
- коефіцієнт теплопровідності 0,489 Вт/(м·К);
- коефіцієнт температуропровідності $12,5 \cdot 10^{-8}$ м²/с.

Таблиця 13.55

Теплофізичні характеристики редиски [5]

c, Дж/(кг·К)	3960	3864	3000	3978
W, %	0921	0,933	0,9334	0,936

Таблиця 13.56

Залежність питомої теплоємності ріпи від її вологості [5]

c, Дж/(кг·К)	3726	3908	3890	4396
W, %	85,2	90,0	90,9	94,1

Таблиця 13.57

Вплив температури на питому теплоємність замороженої ріпи (W=94, 1 %) [5]

T, К	233	238	244	250	255	261	266
c, Дж/(кг·К)	1758	1842	2010	2303	2680	3517	7453

Таблиця 13.58

Теплофізичні характеристики селери (W=88 %) [5]

ρ , кг/м ³	c , Дж/(кг·К)	λ , Вт/(м·К)	$a \cdot 10^8$, м ² /с
952	3850	0,51	13,9

Таблиця 13.59

Теплофізичні характеристики томатів [5]

W, %	ρ , кг/м ³	c , Дж/(кг·К)	λ , Вт/(м·К)	$a \cdot 10^8$, м ² /с
88,0	999	3745	0,52	13,9
94,2	1023	4020	0,57	13,9
94,7	990	3980	0,55	13,9

Теплофізичні характеристики ріпчастої цибулі [5]

- насипна маса 650 кг/м³;
- густина 1010 кг/м³;
- питома теплоємність 2,64...3,64 кДж/(кг·К);
- коефіцієнт теплопровідності 0,171 Вт/(м·К);
- коефіцієнт температуропровідності $0,081 \cdot 10^{-6}$ м²/с;
- температура замерзання -1,62 °С.

Таблиця 13.60

Теплофізичні характеристики ріпчастої цибулі [6]

W, %	t, °С	ρ , кг/м ³	c , Дж/(кг·К)	λ , Вт/(м·К)	$a \cdot 10^8$, м ² /с
81,0	20	795	2638	0,17	8,1
85,6	-	986	3790	0,42	11,1
85,6	50	1010	3768	0,50	13,0
87,0	2	938	3827	0,33	9,3
87,3	-	970	3832	0,57	15,4

Таблиця 13.61

Питома теплоємність ріпчастої цибулі [5]

c , Дж/(кг·К)	3601	3655	3642	3810	3768	3790
W, %	80,0	80,4	81,8	85,5	85,6	86,6

Теплофізичні властивості напівфабрикатів та харчових продуктів

Таблиця 13.62

Теплофізичні характеристики ріпчастої цибулі [5]

Сорт	W, %	ρ , кг/м ³	c, Дж/(кг·К)	λ , Вт/(м·К)	$a \cdot 10^8$, м ² /с
Макої	86,7	944	3820	0,35	9,7
Карательський	87,1	930	3830	0,31	9,1

Таблиця 13.63

Теплофізичні характеристики часнику (W=62,6 %) [5]

ρ , кг/м ³	c, Дж/(кг·К)	λ , Вт/(м·К)	$a \cdot 10^8$, м ² /с
964	3140	0,51	16,9

Таблиця 13.64

Теплофізичні характеристики деяких овочів залежно від температури []

t, °C	W, %	λ , Вт/(м·К)	c, Дж/(кг·К)	$a \cdot 10^6$, м ² /с
Столовий буряк				
20	78	0,35	3349	0,121
30	70	0,26	3558	0,078
40	78	0,29	3768	0,094
Морква				
20	68	0,30	3140	0,114
35	78	0,16	3349	0,250
65	80	0,40	3516	0,269
Цибуля				
20	81	0,171	2638	0,081

Таблиця 13.65

Середні значення теплофізичних характеристик очищених зразків овочів після 5-и місяців зберігання [23]

Овочі	W, %	λ , Вт/(м·К)	c, Дж/(кг·К)	$a \cdot 10^6$, м ² /с
1	2	3	4	5
Картопля	77,8	0,662	3558	0,167

Теплофізичні властивості напівфабрикатів та харчових продуктів

Закінчення табл. 13.65

1	2	3	4	5
Після 1-ого місяця зберігання	80,1	0,628	3642	0,159
5-и місяців зберігання	80,0	0,593	3642	0,152
7-и місяців зберігання	79,0	0,569	3600	0,146
11-и місяців зберігання	74,2	0,523	3517	0,138
Морква	87,8	0,639	3810	0,170
Столовий буряк	87,9	0,639	3810	0,168

Таблиця 13.66

Питома теплоємність і температура замерзання овочів згідно даних [46]

Сировина	Вміст СР, %	с, Дж/(кг·К)	t _{зам} , °С
1	2	3	4
Баклажани	5,60	-	-0,94
Зелений горошок	15,85	3684	-1,30
Кабачки	4,10	-	-0,67
Капуста білокачанна	9,36	3894	-0,95
Капуста червонокачанна	9,25	3894	-0,87
Капуста цвітна	8,89	3810	-0,96
Картопля	19,63	3559	-1,34
Цибуля ріпчаста	18,19	3642	-1,62
Цибуля зелена	6,29	4019	-0,68
Морква	14,79	3726	-1,52
Огірки	3,56	4061	-0,61
Перець стручковий	12,10	-	-1,53
Редиска	6,66	3894	-0,74
Салата	5,71	4061	-0,68

Теплофізичні властивості напівфабрикатів та харчових продуктів

Закінчення табл. 13.66

1	2	3	4
Буряк столовий	9,80	3852	-1,61
Спаржа	8,74	3935	-1,17
Томати	5,98	3977	-0,71
Гарбуз	5,45	3977	-0,64
Квасоля стручкова	10,13	3768	-1,35
Часник	38,49	3140	-2,57
Шпинат	6,94	3977	-0,46

Таблиця 13.67

Питома теплоємність і температура замерзання овочів згідно даних [46]

Сировина	Вміст вологи, %	с, Дж/(кг·К)		t _{зам} , °С
		вище t _{зам}	нижче t _{зам}	
1	2	3	4	5
Баклажани	92,7	3935	2010	-0,9
Боби зелені	88,9	3810	1968	-1,0
Брюква	89,1	3810	1968	-1,3
Горох зелений				
Гриби свіжі	91,1	3894	1968	-1,1
Кабачки зимові	88,6	3852	-	-1,2
Кабачки літні	95,0	4019	-	-0,9
Капуста брюсельська	84,9	3684	1926	-1,0
Капуста листовая	86,6	3726	1758	-0,7
Капуста пізня	92,4	3935	1968	-0,8
Капуста спаржева	89,9	3852	1968	-0,9
Картопля пізня	77,8	3433	1800	-1,2
Цибуля порей	88,2	3768	1926	-0,9
Морква очищена	88,2	3768	1926	-1,8
Огірки	96,1	4061	2051	-0,8

Теплофізичні властивості напівфабрикатів та харчових продуктів

Закінчення табл. 13.67

1	2	3	4	5
Перець солодкий	92,4	3935	1968	-0,8
Томати зелені	94,7	3977	2010	-0,9
Томати достиглі	94,1	3977	2010	-0,9
Редиска в пучках	93,6	3977	2010	-1,05
Редиска в пакетах	93,6	3977	2010	-1,05
Редиска зимова	93,6	3977	2010	-

Таблиця 13.68

Вплив якості цукрових буряків на коефіцієнт температуропровідності λ

Характеристика цукрових буряків	Вміст СР, %	Середня чистота, %	$a \cdot 10^6, \text{м}^2/\text{с}$
Нормальна	28,1	83,5	0,124
Нормальна	27,5	82,4	0,116
Після швидкого заморожування і дефростації	27,8	82,0	0,123
Після повільного заморожування і дефростації	27,2	82,8	0,124

Орієнтовні значення коефіцієнта температуропровідності цукрових буряків можна отримати за формулою [56]

$$a = \frac{(0,2015 - 0,0021n_c)(265 - n_c)10^{-3}}{100 - 0,63n_c}, \text{ м}^2/\text{год.},$$

де n_c - вміст сухих речовин, %.

13.4 Плодово-ягідна сировина

Таблиця 13.69

Питома теплоємність свіжих плодів та ягід //

Сировина	с, Дж/(кг·К)	Сировина	с, Дж/(кг·К)
Абрикос	3768	Ожина	3642
Агрус	3893	Полуниця	3809
Айва	3747	Персик	3475...3809
Апельсин	3726	Слива	3307...3768
Виноград	3454...3893	Смородина	3642...3893
Вишня	3600...3768	чорна	
Диня	3768...4061	Суниця	3684
Інжир	3558	Черешня	3768
Кавун	3935	Чорнослив	3181

Таблиця 13.70

Питома теплоємність і температура замерзання плодів та ягід

Сировина	СР, %	с, Дж/(кг·К)	t _{зам} , °С
1	2	3	4
Абрикос	27,00	3349	-2,56
Агрус	5,70	-	-1,28
Апельсин	13,77	3810	-2,38
Айва	14,90	-	-2,22
Виноград	23,98	3559	-3,79
Вишня	26,90	3349	-3,51
Груша	17,45	3684	-2,37
Журавлина	11,72	3810	-1,36
Лимон	15,08	3726	-2,07
Малина	16,60	3475	-1,50
Мандарин	13,55	3768	-2,41
Персик	12,90	-	-1,57
Слива	14,30	3684	-1,70
Смородина чорна	17,51	3601	-2,08

Теплофізичні властивості напівфабрикатів та харчових продуктів

Закінчення табл. 13.70

1	2	3	4
Суниця	11,12	3852	-0,92
Черешня	21,30	3642	-2,57
Чорниця	10,90	-	-1,51
Яблука	13,96	3768	-1,98

Таблиця 13.71

Питома теплоємність і температура замерзання плодів та ягід

Сировина	Вміст вологи, %	с, Дж/(кг·К)		t _{зам} , °С
		вище t _{зам}	нижче t _{зам}	
1	2	3	4	5
Абрикос	85,4	3684	1926	-1,3
Агрис	-	3768	1926	-1,1
Ананас	85,3	3684	1884	-1,3
Апельсин	87,2	3768	1926	-2,2
Айва	85,3	3684	1884	-2,1
Банани	74,8	3349	1758	-1,3
Виноград американський	81,9	3601	1842	-1,4
Виноград європейський	81,6	3601	1842	-2,7
Вишня	83,0	3642	1884	-2,4
Інжир свіжий	78,0	3433	1800	-2,7
Інжир сухий	24,0	1633	1130	-
Кавун	86,9	3768	1926	-1,3
Лимон	89,3	3852	1926	-1,7
Мандарин	87,3	3768	1926	-1,4
Ожина	87,4	3768	1926	-1,1
Слива	85,7	3684	1884	-1,9
Смородина чорна	84,8	3684	1926	-1,4
Яблука	84,1	3642	1884	-2,1

Теплофізичні властивості напівфабрикатів та харчових продуктів

Питома теплоємність більшості плодів та ягід знаходиться в межах 733...900 Дж/(кг·К).

Таблиця 13.72

Теплофізичні характеристики фруктових начинок [2]

Вид начинки	ρ , кг/м ³	c , Дж/(кг·К)	λ , Вт/(м·К)	$a \cdot 10^8$, м ² /с
Вишнева	1345	2093	0,26	9,36
Полунична	1345	2014	0,26	9,50
Фруктова	1375	2596	0,32	8,97
Яблучна	1475	1964	0,27	9,81

Таблиця 13.73

Залежність коефіцієнта теплопровідності плодів від фізичних впливів на них [2]

Сировина	Середовище	Т, К	λ , Вт/(м·К), прип тиску $P \cdot 10^3$, Па						
			0,001	0,001	0,01	0,1	1,3	13,3	101,3
Яблука	Повітря	255	0,0156	0,0156	0,0173	0,0026	0,0381	0,0415	0,0415
Персики	Повітря	255	0,0156	0,0156	0,0173	0,0260	0,0398	0,0433	0,0433
Яблука та груші	СО ₂	299	-	-	0,0225	0,0277	0,0363	0,0398	0,0398
	Гелій	299	-	-	0,0260	0,0398	0,0848	0,1557	0,1695
	Азот	299	-	0,0225	0,0242	0,0311	0,0433	0,0502	0,0502

Таблиця 13.74

Теплофізичні характеристики апельсинів [2, 5]

Зразок	W, %	ρ , кг/м ³	c , Дж/(кг·К)	λ , Вт/(м·К)	$a \cdot 10^8$, м ² /с
М'якоть	0,859	1030	0,58	0,58	14,9
Плід	0,82	887	3676	0,48	14,7
Сухе вино	0	664	0,05	0,055	4,75

Таблиця 13.75

Теплофізичні характеристики айви [5]

W, %	ρ , кг/м ³	c, Дж/(кг·К)	λ , Вт/(м·К)	$a \cdot 10^8$, м ² /с
0,818	1027	3680	0,48	12,8
0,858	890	3790	0,46	13,65

Таблиця 13.76

Теплофізичні характеристики груш [2]

ρ , кг/м ³	c, Дж/(кг·К)	λ , Вт/(м·К)	$a \cdot 10^8$, м ² /с
1006	3762	0,52	13,7

Теплофізичні характеристики груш [5, 6]

Питома теплоємність 3,6...3,72 кДж/(кг·К);

Енергетична цінність E=196 Дж/100 г.

Таблиця 13.77

Теплофізичні характеристики груш [2, 5]

W, %	ρ , кг/м ³	c, Дж/(кг·К)	λ , Вт/(м·К)	$a \cdot 10^8$, м ² /с
84,7	1010	3810	0,51	13,4
85,1	1028	3770	0,53	13,7
85,3	983	3780	0,49	13,2
86,8	1000	3817	0,60	15,2

Таблиця 13.78

Теплофізичні характеристики груш

W, %	ρ , кг/м ³	c, Дж/(кг·К)	λ , Вт/(м·К)	$a \cdot 10^8$, м ² /с
91,8	930	3952	0,525	14,25
89,9	1000	3898	0,490	12,6

Теплофізичні характеристики персиків [6]

Густина 520...650 кг/м³;

питома теплоємність 3850 Дж/(кг·К);

енергетична цінність E=205 Дж/100 г.

Теплофізичні властивості напівфабрикатів та харчових продуктів

Таблиця 13.79

Теплофізичні характеристики персиків [6]

Сировина	ρ , кг/м ³	λ , Вт/(м·К)	$a \cdot 10^8$, м ² /с
Плоди	1040	1,11	12,1

Таблиця 13.80

Теплофізичні характеристики персиків [5]

W, %	t, °C	ρ , кг/м ³	c, Дж/(кг·К)	λ , Вт/(м·К)	$a \cdot 10^8$, м ² /с
88,5	301	930	3858	0,58	16,2
89,2	301	1027	3890	0,50	13,2
91,2	301	9400...9600	3936	0,50	13,8

Теплофізичні характеристики сливи [5]

Питома теплоємність 3,67...3,76 кДж/(кг·К);
енергетична цінність E=205 Дж/100 г.

Таблиця 13.81

Теплофізичні характеристики свіжої сливи [5]

W, %	t, °C	ρ , кг/м ³	c, Дж/(кг·К)	λ , Вт/(м·К)	$a \cdot 10^8$, м ² /с
79,5	299	1030	3620	0,55	14,7
81,8	299	980	3680	0,49	13,6
88,6	299	1130	3868	0,55	12,6

Таблиця 13.82

Теплофізичні характеристики хурми [6]

W, %	ρ , кг/м ³	c, Дж/(кг·К)	λ , Вт/(м·К), при температурі, °C			
			35	55	65	75
58	920	2350	0,148	0,177	0,195	0,255

Теплофізичні властивості напівфабрикатів та харчових продуктів

Таблиця 13.83

Теплофізичні характеристики черешні та його соку [6]

Продукт	W, %	ρ , кг/м ³	c, Дж/(кг·К)	λ , Вт/(м·К)	$a \cdot 10^8$, м ² /с
Черешня	75,0	1066	3490	0,54	16,5
Сік черешневий	86,7	1052	3852	0,55	13,6

Таблиця 13.84

Теплофізичні характеристики яблук при температурі більше 20 °С [2]

W, %	ρ , кг/м ³	λ , Вт/(м·К)	$a \cdot 10^8$, м ² /с
30	321	0,08	9,3
40	372	0,11	10,0
50	445	0,15	10,7
60	559	0,21	11,4
70	703	0,28	12,1

Таблиця 13.85

Теплофізичні характеристики яблук [6]

W, %	ρ , кг/м ³	c, Дж/(кг·К)	λ , Вт/(м·К), при температурі, °С		
			35	55	65
376	880	3600	0,400	0,412	0,483

Таблиця 13.86

Теплофізичні характеристики яблук [2]

Сорт	ρ , кг/м ³	c, Дж/(кг·К)	λ , Вт/(м·К)	$a \cdot 10^8$, м ² /с
Семеренко	840	3801	0,46	14,5
Бельфлер	804	3788	0,45	14,9

Таблиця 13.87

Коефіцієнт температуропровідності яблук [2]

Сировина	W, %	а·10 ⁸ , м ² /с, при температурі, °С		
		35...37	55	65
Яблука	376	12,60	13,00	15,34

Теплофізичні характеристики яблук [6]

Густина 660...860 кг/м³;
 насипна густина 585...650 кг/м³;
 питома теплоємність 3,5...4,0 кДж/(кг·К);
 енергетична цінність 213 Дж/100 г.

Таблиця 13.88

Теплофізичні характеристики яблук при температурі 20 °С [5]

W, %	ρ, кг/м ³	с, Дж/(кг·К)	λ, Вт/(м·К)	а·10 ⁸ , м ² /с
84,9	840	3762	0,513	16,2
85,1	835	3730	0,37	11,9
85,3	889	3768	0,42	12,5
85,8	829	3580	0,40	13,4
86,5	806	3810	0,42	14,3
86,8	880	3820	0,49	14,5
87,3	845	3690	0,43	13,7
88,5	790	3859	0,42	14,3

Таблиця 13.89

Теплофізичні характеристики винограду та продуктів з нього [5]

Продукт	W, %	ρ, кг/м ³	с, Дж/(кг·К)	λ, Вт/(м·К)	а·10 ⁸ , м ² /с
Ягоди	79,5	1068	3620	0,51	13,1
Виноградний сік	84,7	1032	3810	0,54	13,2
Виноградне желе	-	1262	3898	0,62	12,3

Таблиця 13.90

Теплофізичні характеристики малини та продуктів з неї [5]

Продукт	W, %	ρ , кг/м ³	c, Дж/(кг·К)	λ , Вт/(м·К)	$a \cdot 10^8$, м ² /с
Малина	84,3	998	3750	0,49	13,1
Малиновий сік	88,2	1046	3894	0,55	13,6
Малинова начинка	-	1420	2395	0,339	9,9

Таблиця 13.91

Теплофізичні характеристики полуниці [2]

Сировина	ρ , кг/м ³	λ , Вт/(м·К)	$a \cdot 10^8$, м ² /с
Полуниця	921	1,35	14,7

Таблиця 13.92

Пористість свіжих овочів і фруктів [5]

Сировина	П, %
Ананаси	16,5...17,3
Апельсини	4,7...5,4
Банани	11,9...14,2
Вишня	1,2...2,1
Кабачки	12,5...16,4
Лимон	4,2...7,8
Манадрин	42,8
Огірки	14,8...18,3
Чорна смородина	4,3...8,2
Томати	2,6...4,5
Цибуля	18,6...19,4
Черешня	1,6...3,5
Яблука	20,7...28,3

Теплофізичні властивості напівфабрикатів та харчових продуктів

Таблиця 13.93

Теплофізичні характеристики деяких фруктів [2]

Сировина	W, %	c, Дж/(кг·К)
Апельсин	-	1256
Грейфрут	78...88	837
Цитрусові	0...90	1453

Таблиця 13.94

Теплофізичні характеристики плодово-ягідної сировини [5]

Сировина	W, %	ρ , кг/м ³	λ , Вт/(м·К)	$a \cdot 10^8$, м ² /с
Айва	85,8	890	0,46	13,6
Ананаси	84,9	1010	0,55	14,8
Апельсини	58,0	980	0,43	14,6
Банани	75,7	980	0,48	13,0
Виноград	83,4	1040	0,52	13,1
Грейфрут	-	883	0,40	12,1
Груші	87,4	1010	0,51	13,4
Персик	88,5	930	0,58	16,8
Суниця	88,8	900	0,46	13,4
Яблука	86,8	880	0,49	14,6
Яблука зелені	88,5	790	0,42	14,0

Таблиця 13.95

Вміст сухих речовин та густина овочів та плодово-ягідної сировини [2]

Сировина	CP, %	ρ , кг/м ³
1	2	3
Абрикос	-	950
Агрис	-	1040
Айва	14,2	892
Баклажани	5,6	716
Буряк столовий	12,9	1053

Теплофізичні властивості напівфабрикатів та харчових продуктів

Закінчення табл. 13.95

1	2	3
Буряк цукровоий	22,0	1090
Виноград	16,4	1036
Грущі	15,3	1009
Кабачки	5,0	-
Капуста білокачанна	8,5	730
Картопля	20,2	1080
Морква	10,0	1040
Персик	-	950
Слива	-	1030
Смородина чорна	-	1070
Томати	5,3	993
Цибуля	13,4	940
Яблука	13,2	879

Таблиця 13.96

Теплофізичні характеристики овочів та плодово-ягідної сировини [5]

Сировина	W, %	ρ , кг/м ³	c, Дж/(кг·К)	λ , Вт/(м·К)	$a \cdot 10^8$, м ² /с
1	2	3	4	5	6
Бруква	86,9	976	3820	0,52	13,9
Буряк	87,1	1050	3830	0,48	18,0
Виноград	79,5	1068	3620	0,51	13,1
Вишня	83,7	1081	3790	0,52	15,1
Груші	84,7	1010	3810	0,51	13,4
Кабачки	87,7	950	3401	0,50	14,7
Капуста	91,5	702	3970	0,34	12,2
Картопля	79,7	1034	3620	0,59	15,8
Лимон	88,5	1072	3860	0,58	14,0
Морква	88,7	1035	3870	0,55	13,7
Огірки	96,2	924	4036	0,44	11,8
Петрушка	89,0	1010	3872	0,49	12,5

Теплофізичні властивості напівфабрикатів та харчових продуктів

Закінчення табл. 13.96

1	2	3	4	5	6
Редька	92,1	920	3960	0,42	9,8
Ріпа	89,8	100	3896	0,56	14,3
Слива	88,6	1130	3868	0,55	12,6
Цибуля	86,7	944	3820	0,35	9,7
Часник	62,6	964	3140	0,51	16,9
Чорниця	75,0	1066	3490	0,54	16,5
Шпинат	93,0	954	3998	0,61	16,1
Яблука	85,6	829	3580	0,40	13,4

14. ВИДИ РЕЧОВИН, ЩО ЗАСТОСОВУЮТЬСЯ В ХАРЧОВІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ

14.1 Водяна пара і вода

Таблиця 14.1

Теплофізичні властивості сухої насиченої водяної пари

р, МПа	t, °С	ρ , м ³ /кг	i, кДж/кг	r, кДж/кг
1	2	3	4	5
0,0010	7	0,00770	2513	2484
0,0015	13	0,001138	2525	2470
0,0020	18	0,01493	2533	2459
0,0025	21	0,01843	2539	2451
0,0030	24	0,02190	2545	2444
0,0035	27	0,02533	2550	2438
0,0040	29	0,2873	2554	2433
0,0045	31	0,03211	2557	2427
0,0050	33	0,03547	2561	2423
0,0060	36	0,04212	2567	2415
0,0070	39	0,04871	2572	2409
0,0080	42	0,05525	2576	2402
0,0090	44	0,06172	2580	2397
0,010	46	0,06812	2584	2392
0,011	48	0,07462	2588	2388
0,012	49	0,08097	2591	2384
0,013	51	0,08726	2594	2380
0,014	53	0,09354	2596	2376
0,015	54	0,09980	2599	2373
0,020	60	0,1308	2609	2358
0,025	65	0,1612	2618	2346
0,03	69	0,1913	2625	2336
0,04	76	0,2504	2636	2318
0,05	81	0,3087	2645	2304

Теплофізичні властивості напівфабрикатів та харчових продуктів*Продовження табл. 14.1*

1	2	3	4	5
0,06	86	0,3661	2653	2293
0,07	90	0,4230	2660	2283
0,08	94	0,4792	2665	2273
0,09	97	0,5350	2670	2265
0,10	100	0,5903	2675	2258
0,11	102	0,6453	2679	2250
0,12	105	0,6999	2683	2244
0,13	107	0,7545	2687	2238
0,14	109	0,8088	2690	2232
0,15	111	0,8627	2693	2226
0,16	113	0,9164	2696	2221
0,17	115	0,9699	2699	2216
0,18	117	1,023	2702	2211
0,19	119	1,076	2704	2206
0,20	120	1,129	2707	2202
0,21	122	1,182	2709	2198
0,22	123	1,535	2711	2193
0,23	125	1,287	2713	2189
0,24	126	1,340	2715	2185
0,25	127	1,392	2717	2182
0,26	129	1,444	2719	2178
0,27	130	1,496	2712	2175
0,28	131	1,548	2722	2171
0,29	132	1,599	2724	2167
0,30	134	1,651	2725	2164
0,31	135	1,703	2727	2161
0,32	136	1,754	2728	2157
0,33	137	1,805	2730	2154
0,34	138	1,857	2731	2151
0,35	139	1,908	2732	2148
0,36	140	1,959	2734	2145
0,37	141	2,010	2735	2142

Теплофізичні властивості напівфабрикатів та харчових продуктів

Закінчення табл. 14.1

1	2	3	4	5
0,38	142	2,061	2736	2139
0,39	143	2,112	2737	2136
0,40	144	2,163	2738	2133
0,45	147	2,374	2741	2121
0,50	151	2,621	2746	2109
0,60	158	3,112	2754	2087
0,70	164	3,600	2761	2067
0,80	169	4,085	2767	2049

Таблиця 14.2

Теплофізичні властивості води

t, °C	ρ , кг/м ³	c, кДж/(кг·К)	λ , Вт/(м·К)	$\mu \cdot 10^6$, Па·с	Pr
0	1000	4,24	0,551	1305	13,7
10	1000	4,19	0,575	1300	9,52
20	998	4,19	0,599	1000	7,02
30	996	4,18	0,618	804	5,42
40	992	4,18	0,634	657	4,31
50	988	4,18	0,648	549	3,54
60	983	4,18	0,659	470	2,98
70	978	4,19	0,668	406	2,55
80	972	4,19	0,675	355	2,21
90	965	4,19	0,680	315	1,95
100	958	4,23	0,683	282	1,75
110	951	4,23	0,685	256	1,58
120	943	4,25	0,686	231	1,43
130	935	4,27	0,686	212	1,32

14.2 Розчини хлористого натрію і хлористого калію

Таблиця 14.3

Залежність густини розчинів хлористого натрію різної концентрації від температури [34]

Вміст солі, %	ρ , кг/м ³ , при температурі, °С				
	15	0	-5	-10	-15
10	1075	1078	1079	-	-
11	1082	1086	1087	-	-
12	1089	1093	1095	-	-
13	1098	1101	1102	-	-
14	1103	1108	1110	-	-
15	1111	1116	1117	1119	-
16	1119	1124	1125	1125	-
17	1127	1133	1134	1135	-
18	1134	1141	1142	1144	-
19	1141	1147	1148	1149	1151
20	1151	1158	1160	1162	1163
21	1160	1165	1168	1169	1171
22	1168	1174	1176	1178	1180
23	1174	1181	1183	1185	1187
24	1184	1191	1194	1196	1198
25	1193	1199	1202	1204	-

Таблиця 14.4

Залежність густини розчинів хлористого кальцію різної концентрації від температури [34]

Вміст солі, %	ρ , кг/м ³ , при температурі, °С				
	15	0	-10	-20	-30
1	2	3	4	5	6
15	1132	1137	1140	-	-
16	1142	1147	1150	-	-
17	1151	1157	1160	-	-
18	1161	1167	1170	-	-

Теплофізичні властивості напівфабрикатів та харчових продуктів

Закінчення табл. 14.4

1	2	3	4	5	6
19	1171	1177	1180	-	-
20	1181	1187	1190	-	-
21	1191	1197	1201	1205	-
22	1201	1207	1211	1215	-
23	1211	1218	1222	1226	-
24	1222	1228	1238	1237	-
25	1232	1239	1244	1248	-
26	1243	1250	1254	1259	1263
27	1252	1261	1266	1270	1275
28	1264	1272	1277	1282	1287
29	1275	1283	1288	1293	1298
30	1286	1294	1298	1304	1310

Таблиця 14.5

Густина розчинів хлористого натрію при 15 °С залежно від концентрації [91]

Вміст солі, %	ρ , кг/м ³	Вміст солі, %	ρ , кг/м ³
0,1	1000	16,2	1120
1,5	1010	17,5	1130
2,9	1020	18,8	1140
4,3	1030	20,0	1150
5,6	1040	21,2	1160
7,0	1050	22,4	1170
8,3	1060	23,1	1175
9,6	1070	23,7	1180
11,0	1080	24,9	1190
12,3	1090	26,1	1200
13,6	1100	26,3	1203
14,9	1110		

Таблиця 14.6

**Густина розчинів хлористого кальцію при 15 °С
залежно від концентрації [91]**

Вміст солі, %	ρ , кг/м ³	Вміст солі, %	ρ , кг/м ³
0,1	1000	21,9	1200
1,3	1010	22,8	1210
2,5	1020	23,8	1220
3,6	1030	24,7	1230
4,8	1040	25,7	1240
5,9	1050	26,6	1250
7,1	1060	27,5	1260
8,3	1070	28,4	1270
9,4	1080	29,4	1280
10,5	1090	29,9	1286
11,5	1100	30,3	1290
12,6	1110	31,2	1300
13,7	1120	32,1	1310
14,7	1130	33,0	1320
15,8	1140	33,9	1330
16,8	1150	34,7	1340
17,8	1160	35,6	1350
18,9	1170	36,4	1360
19,9	1180	37,3	1370
20,9	1190		

Таблиця 14.7

**Коефіцієнт теплопровідності розчинів хлористого
натрію при різних температурах [91]**

Вміст солі, %	λ , Вт/(м·К)	Вміст солі, %	λ , Вт/(м·К)	Вміст солі, %	λ , Вт/(м·К)
1	2	3	4	5	6
$t = 0 \text{ } ^\circ\text{C}$					
0,1	0,581	11,0	0,560	21,2	0,542
1,5	0,578	12,3	0,558	22,4	0,541

Теплофізичні властивості напівфабрикатів та харчових продуктів

Закінчення табл. 14.7

1	2	3	4	5	6
2,9	0,576	13,6	0,556	23,1	0,540
4,3	0,573	14,9	0,553	23,7	0,538
5,6	0,571	16,2	0,551	24,9	0,536
7,0	0,569	17,5	0,549	26,1	0,534
8,3	0,566	18,8	0,547	26,3	0,534
9,6	0,564	20,0	0,544		
t = -5 °C					
8,3	0,547	14,9	0,535	21,2	0,524
9,6	0,544	16,2	0,533	22,4	0,522
11,0	0,542	17,5	0,531	23,1	0,521
12,3	0,540	18,8	0,529	23,7	0,520
13,6	0,537	20,0	0,527	24,9	0,519
t = -10 °C					
14,9	0,519	18,8	0,512	22,4	0,506
16,2	0,516	20,0	0,509	23,1	0,505
17,5	0,514	21,2	0,507	23,7	0,503
t = -15 °C					
18,8	0,497	21,2	0,493	23,1	0,490
20,0	0,495	22,4	0,491	23,7	0,488

Таблиця 14.8

Коефіцієнт теплопровідності розчинів хлористого кальцію при різних температурах [91]

Вміст солі, %	λ , Вт/(м·К)	Вміст солі, %	λ , Вт/(м·К)	Вміст солі, %	λ , Вт/(м·К)
1	2	3	4	5	6
t = 0 °C					
0,1	0,581	14,7	0,541	27,5	0,483
1,3	0,579	15,8	0,538	28,4	0,479
2,5	0,575	16,8	0,534	29,4	0,474
3,6	0,573	17,8	0,530	29,9	0,472
4,8	0,569	18,9	0,525	30,3	0,469

Теплофізичні властивості напівфабрикатів та харчових продуктів

Закінчення табл. 14.8

1	2	3	4	5	6
5,9	0,567	19,9	0,521	31,2	0,465
7,1	0,564	20,9	0,516	32,1	0,460
8,3	0,561	21,9	0,511	33,0	0,457
9,4	0,558	22,8	0,507	33,9	0,452
10,5	0,555	23,8	0,502	34,7	0,447
11,5	0,552	24,7	0,497	35,6	0,443
12,6	0,548	25,7	0,493	36,4	0,439
13,7	0,545	26,6	0,488	37,3	0,434
t = -10 °C					
14,7	0,509	22,8	0,483	29,9	0,457
15,8	0,506	23,8	0,480	30,3	0,455
16,8	0,503	24,7	0,476	31,2	0,452
17,8	0,500	25,7	0,473	32,1	0,448
18,9	0,497	26,6	0,469	33,0	0,444
19,9	0,493	27,5	0,466	33,9	0,440
20,9	0,489	28,4	0,462	34,7	0,437
21,9	0,486	29,4	0,459	35,6	0,432
t = -20 °C					
21,9	0,465	26,6	0,452	30,3	0,442
22,8	0,462	27,5	0,448	31,2	0,438
23,8	0,459	28,4	0,446	32,1	0,436
24,7	0,457	29,4	0,444	33,0	0,433
25,7	0,454	29,9	0,443	33,9	0,431

Таблиця 14.9

Питома теплоємність розчинів хлористого натрію при 0 °C [91]

Вміст солі, %	c, Дж/(кг·К)	Вміст солі, %	c, Дж/(кг·К)	Вміст солі, %	c, Дж/(кг·К)
1	2	3	4	5	6
0,1	4191	11,0	3676	21,2	3375
1,5	4074	12,3	3630	22,4	3341

Теплофізичні властивості напівфабрикатів та харчових продуктів

Закінчення табл. 14.9

1	2	3	4	5	6
2,9	4003	13,6	3588	23,1	3324
4,3	3940	14,9	3550	23,7	3312
5,6	3881	16,2	3513	24,9	3282
7,0	3827	17,5	3475	26,1	3257
8,3	3772	18,8	3442	26,3	3249
9,6	3722	20,0	3408		

Таблиця 14.10

Питома теплоємність розчинів хлористого кальцію при 0 °С [91]

Вміст солі, %	c, Дж/(кг·К)	Вміст солі, %	c, Дж/(кг·К)	Вміст солі, %	c, Дж/(кг·К)
0,1	4199	15,8	3274	29,4	2755
2,5	4053	17,8	3174	29,9	2738
4,8	3902	19,9	3086	31,2	2700
7,1	3764	21,9	3002	33,0	2650
9,4	3626	23,8	2931	34,7	2600
11,5	3500	25,7	2868	36,4	2554
13,7	3383	27,5	2809	37,3	2529

Таблиця 14.11

Залежність коефіцієнта динамічної в'язкості хлористого натрію від температури і концентрації солі [91]

Вміст солі, %	$\mu \cdot 10^4$, Па·с, при температурі, °С					
	20	10	0	-5	-10	-15
1	2	3	4	5	6	7
0,1	10,30	12,85	17,65	-	-	-
2,9	10,39	13,24	18,04	-	-	-
5,6	10,59	13,83	18,44	-	-	-
8,3	10,98	14,42	19,12	23,05	-	-
11,0	11,47	15,20	20,20	24,42	-	-
13,6	12,26	16,18	21,48	26,09	-	-

Теплофізичні властивості напівфабрикатів та харчових продуктів

Закінчення табл. 14.11

1	2	3	4	5	6	7
16,2	13,14	17,26	23,24	28,34	34,91	-
18,8	14,32	18,53	25,59	31,18	38,74	47,76
21,2	15,49	20,10	28,24	34,42	43,05	52,76
23,1	16,67	21,57	30,40	37,46	47,07	57,47
24,9	18,04	23,44	32,95	38,54	48,64	59,33
26,3	19,22	25,00	35,01	40,70	-	-

Таблиця 14.12

Залежність коефіцієнта динамічної в'язкості хлористого кальцію від температури і концентрації солі [91]

Вміст солі, %	$\mu \cdot 10^4$, Па·с, при температурі, °С		
	20	10	0
1	2	3	4
0,1	10,19	13,04	17,75
2,5	10,49	13,43	18,33
4,8	10,88	13,82	19,22
7,1	11,47	14,61	20,29
9,4	12,35	15,49	21,57
11,5	13,23	16,57	23,00
13,7	14,32	17,85	24,71
15,8	15,49	19,51	26,58
17,8	17,06	21,37	28,73
19,9	19,02	23,34	31,18
21,9	21,08	25,89	34,42
26,6	27,75	33,93	45,21
29,9	35,11	43,34	56,88
33,0	44,23	56,19	73,84
34,7	49,91	64,72	86,49
37,3	59,33	78,75	109,15
18,9	$\mu \cdot 10^4$, Па·с, при температурі, °С		
	-10	-15	-20
	46,68	61,49	-

Теплофізичні властивості напівфабрикатів та харчових продуктів

Закінчення табл. 14.12

1	2	3	4
20,9	50,70	65,90	-
22,8	56,09	71,98	90,12
24,7	62,66	79,33	99,93
26,6	70,80	88,65	111,70
28,4	80,22	100,81	126,90
29,9	90,42	111,99	143,86
31,2	100,52	125,92	161,81
33,0	117,29	150,43	191,82
34,7	138,08	181,23	-

Таблиця 14.13

Температура замерзання розчинів хлористого натрію та хлористого кальцію різної концентрації [91]

Вміст солі, %	$t_{\text{зам}}, ^\circ\text{C}$	Вміст солі, %	$t_{\text{зам}}, ^\circ\text{C}$	Вміст солі, %	$t_{\text{зам}}, ^\circ\text{C}$
Хлористий натрій					
0,1	0	11,0	-7,5	21,2	-18,2
1,5	-0,9	12,3	-8,6	22,4	-20,0
2,9	-1,8	13,6	-9,8	23,1	-21,2
4,3	-2,6	14,9	-11,0	23,7	-17,2
5,6	-3,5	16,2	-12,2	24,9	-9,5
7,0	-4,4	17,5	-13,6	26,1	-1,7
8,3	-5,4	18,8	-15,1	26,3	0
9,6	-6,4	20,0	-16,6		
Хлористий кальцій					
0,1	0	15,8	-11,4	29,4	-50,1
2,5	-1,2	17,8	-14,2	29,9	-55,0
4,8	-2,4	19,9	-17,4	31,2	-41,6
7,1	-3,7	21,9	-21,2	33,0	-27,1
9,4	-5,2	23,8	-25,7	34,7	-15,6
11,5	-7,1	25,7	-31,2	36,4	-5,1
13,7	-9,1	27,5	-38,6	37,3	0

14.3 Інші речовини

Таблиця 14.14

Теплофізичні константи льоду та снігу [27]

t, °C	ρ , кг/м ³	c, Дж/(кг·К)	λ , Вт/(м·К)		$a \cdot 10^6$, м ² /с
Лід					
0	920	2261	2,25		1,080
-50	-	-	2,779		-
Сніг					
-	560	2093	1,050		0,397

Таблиця 14.15

Густина і коефіцієнт теплопровідності льоду та снігу [26]

Лід			Сніг	
t, °C	ρ , кг/м ³	λ , Вт/(м·К)	ρ , кг/м ³	λ , Вт/(м·К)
0	917	2,21	150	0,116
-20	920	2,44	200	0,151
-40	922	2,67	300	0,233
-60	924	2,91	400	0,337
-80	926	3,14	500	0,465
-100	928	3,49	600	0,640
-120	929	3,84	800	1,279

Таблиця 14.16

Залежність густини водних розчинів винної кислоти від концентрації [1]

Вміст кислоти, г/л	ρ , кг/м ³	Вміст кислоти, г/л	ρ , кг/м ³	Вміст кислоти, г/л	ρ , кг/м ³
1	2	3	4	5	6
8	1004	191	1091	388	1200
15	1007	207	1100	405	1210

Теплофізичні властивості напівфабрикатів та харчових продуктів

Закінчення табл. 14.16

1	2	3	4	5	6
31	1014	223	1108	422	1220
47	1022	239	1116	439	1231
63	1029	255	1125	456	1243
79	1037	271	1134	473	1252
95	1045	283	1142	490	1263
111	1052	303	1152	507	1274
127	1060	320	1162	524	1285
143	1067	337	1171	541	1293
159	1075	354	1181	558	1308
175	1083	371	1190	575	1326

Таблиця 14.17

Залежність густини водних розчинів лимонної кислоти від концентрації [1]

Вміст кислоти, г/л	ρ , кг/м ³	Вміст кислоти, г/л	ρ , кг/м ³	Вміст кислоти, г/л	ρ , кг/м ³
1	2	3	4	5	6
10,039	1003,9	251,413	1093,1	573,660	1194,8
20,148	1007,4	263,328	1097,2	551,908	1199,8
30,333	1011,1	275,400	1101,6	566,400	1205,1
40,596	1014,9	287,560	1106,0	580,944	1210,3
50,940	1018,8	299,862	1110,6	595,497	1215,3
61,362	1022,7	312,256	1115,2	610,200	1220,4
71,876	1026,8	324,742	1119,8	625,056	1225,6
82,472	1030,9	336,720	1122,4	639,964	1230,7
93,150	1035,0	349,928	1128,8	654,974	1235,8
103,920	1039,2	362,656	1133,3	670,140	1241,0
117,741	1043,1	375,484	1137,8	685,410	1246,2
125,640	1047,0	388,348	1142,2	700,784	1251,4
136,617	1050,9	400,330	1143,8	716,776	1257,5
147,686	1054,9	414,540	1151,5	732,366	1262,7

Теплофізичні властивості напівфабрикатів та харчових продуктів

Закінчення табл. 14.17

1	2	3	4	5	6
158,865	1059,1	427,831	1156,3	748,297	1268,3
170,112	1063,2	441,256	1161,2	764,280	1273,8
181,475	1067,5	454,779	1166,1	780,434	1279,4
192,924	1071,8	468,360	1170,9	796,576	1284,8
204,459	1076,1	488,201	1176,1	812,952	1290,4
216,100	1080,5	496,188	1181,4	829,440	1296,0
227,787	1084,7	509,808	1185,6	845,975	1301,5
239,558	1088,9	523,556	1189,9	862,686	1307,1

Таблиця 14.18

Залежність питомої теплоємності гліцерину від температури [62]

t, °C	c, Дж/(кг·К)
0	2332
10	2378
20	2403
40	2466
60	2512
80	2566
100	2625
120	2671
140	2721
160	2767
180	2813
200	2860
250	2968

Таблиця 14.19

Питома теплоємність деяких інгредієнтів, що застосовуються в харчовій промисловості

Сировина	W, %	c, Дж/(кг·К)
Дріжджі		
пресовані	25,0	1549...3516
рідкі	80...94	3642...4019
Сода	1,0	2256
Кухонна сіль	2,0	921
Вуглекислий амоній	-	2553
Есенсії	-	2260

Таблиця 14.20

Теплофізичні характеристики сухого повітря при тиску 735,6 мм рт. ст. [27]

t, °C	ρ , кг/м ³	λ , Вт/(м·К)	c, Дж/(кг·К)	$\alpha \cdot 10^5$, м ² /с	$\mu \cdot 10^6$, Па·с	Pr
1	2	3	4	5	6	7
-180	3,685	0,755	1047	0,1958	6,472	0,900
-150	2,817	1,163	1038	0,4027	8,727	0,770
-100	1,984	1,616	1021	0,8000	10,766	0,742
-50	1,534	2,035	1013	1,3138	14,611	0,726
-20	1,365	2,256	1009	1,6500	16,279	0,724
0	1,252	2,372	1009	1,8750	17,161	0,723
10	1,206	2,453	1009	2,0111	17,850	0,722
20	1,164	2,523	1013	2,1277	18,240	0,722
30	1,127	2,581	1013	2,2611	18,830	0,722
40	1,092	2,651	1013	2,4027	19,221	0,722
50	1,056	2,721	1017	2,5389	19,613	0,722
60	1,025	2,802	1017	2,6805	20,103	0,722
70	0,996	2,860	1017	2,8278	20,397	0,722
80	0,968	2,930	1021	2,9583	20,986	0,722
90	0,942	3,000	1021	3,1250	21,574	0,722
100	0,916	3,070	1021	3,2778	21,770	0,722

Теплофізичні властивості напівфабрикатів та харчових продуктів

Закінчення табл. 14.20

1	2	3	4	5	6	7
120	0,870	3,198	1026	3,5833	22,751	0,722
140	0,827	3,326	1026	3,9166	23,535	0,722
160	0,789	3,442	1030	4,2361	24,124	0,722
180	0,755	3,570	1034	4,5833	25,006	0,722

Таблиця 14.21

**Об'єм вологого повітря V , м³/кг-сухого повітря,
при барометричному тиску 745 мм рт. ст.**

t, °C	φ, %					
	30	40	50	60	70	80
30	0,8873	0,8912	0,8951	0,8990	0,903	0,9070
35	0,9058	0,9111	0,9164	0,9217	0,9272	0,9327
40	0,9255	0,9326	0,9398	0,9471	0,9545	0,9620
45	0,9468	0,9563	0,9660	0,9759	0,9860	0,9963
50	0,9700	0,9827	0,9957	1,0090	1,0090	1,0368
55	0,9957	1,0125	1,0300	1,0480	1,0667	1,0860
60	1,0245	1,0469	1,0702	1,0946	1,1201	1,1468
65	1,0573	1,0870	1,1170	1,1514	1,1866	1,2239
70	1,0951	1,1345	1,1754	1,2222	1,2713	1,3244
75	1,1349	1,1919	1,2494	1,3126	1,3824	1,4600
80	1,1920	1,2625	1,3417	1,4313	1,5336	1,6518
85	1,2558	1,3515	1,4628	1,5398	1,7502	1,9401
90	1,3342	1,4662	1,6268	1,8264	2,0812	2,4176
95	1,4332	1,6197	1,8612	2,1863	2,6476	3,3529
100	1,5473	1,8078	2,1726	2,7198	3,6310	5,4554

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Ахиндинов И.Н., Полякова Н.Д. Исследование вязкости кормовых паток кубанских сахарных заводов. – М.: Сахарная промышленность, 1962, № 2.
2. Бабанов Г.К., Рубаник В. В. Определение теплопроводности и температуропроводности мясного фарша // Пищевая промышленность. – К.: Техника, 1966, № 3.
3. Барановский Н. В. Пластинчатые теплообменники пищевой промышленности. – М.: Машгиз, 1962. – 326 с.
4. Бедип Ф.П., Балан Е.Ф., Чумак Н.И. Сохранность фруктов, овощей и зерна. Одесса: Холодильная техника и технология, 2000. – 451 с.
5. Богданов С., Гочияев Б. Вязкость сливок в зависимости от их температуры и жирности. – М.: Молочная промышленность, № 6.
6. Богданов С., Гочияев Б. Изучение теплофизических свойств молока. – М.: Молочная промышленность, 1961, № 6.
7. Бремер Г. И. Жидкостные сепараторы. – М.: Машгиз, 1957. – 240 с.
8. Бурдун Г. Д. Единицы физических величин. М.: Стандартгиз, 1962. – 187 с.
9. Войтко А. М. и др. Исследование некоторых физических характеристик концентрированного виноградного сока. – М.: Консервная и овощесушильная промышленность, 1964, № 11.
10. Войтко А.М., Ковалева Р.И. Исследование теплопроводности и вязкости концентрированного виноградного сока. – М.: Консервная и овощесушильная промышленность, 1966, № 10.
11. Вольфензон И.И., Шур С. И. Исследование пластической вязкости эмульсионных кремов типа «вода в масле». – М.: Маслобойно-жировая промышленность, 1962, № 3.

12. Вышелесский А.Н., Громов М.А. Теплофизические характеристики картофеля и овощей. – М.: Консервная и овощесушильная промышленность 1963, № 11.

13. Вышелесский А.Н., Громов М.А. Теплофизические характеристики муки. – М.: Хлебопекарная и кондитерская промышленность, 1967, № 4.

14. Герасимов М. А. Избранные работы по виноделию. – М.: Пищепромиздат, 1955. – 380 с.

15. Гетманов К. П. Гидродинамическое исследование работы мешалки для возбуждения ламинарной циркуляций шампанских вин в акратофоре. //Пищевое машиностроение. – М., 1961 № 18.

16. Гинзбург А. С. Сушка пищевых продуктов. – М.: Пищепромиздат, 1960. – 683 с.

17. Гинзбург А.С., Громов МЛ., Красовская Г.И. Теплофизические характеристики пищевых продуктов. – М.: Пищ. пром-сть, 1980. – 288 с.

18. Горбатов А. В. и др. Моделирование структурно-механических свойств мясных фаршей. Новые физические методы обработки пищевых продуктов (доклады и сообщения Всесоюзной конференции по обработке пищевых продуктов). Гостехиздат УОСР, Киев, 1963.

19. Горяев М. И. Физико-химические основы технологии консервного масла. – Алма-Ата, 1944.

20. Грейсер Р.Я. Механические свойства карамельной массы. Труды ВКНИИ //Пищепромиздат, вып. 7, 1951.

21. Грицемо А., Залашко М. Характеристика зон перемешивания высокожирных сливок в маслообразователе. – М.: Молочная промышленность, 1962, № 11.

22. Громов М. А. Исследование некоторых теплофизических характеристик овощей в процессах их варки и жарки. Кандидатская диссертация.

23. Гуляев-Зайцев С., Твердохлеб Г. Химический состав молочного жира и особенности его отвердевания и плавления. – М.: Молочная промышленность,

1965, № 2.

24. Гуськов К.П., Калинин Ю. В. Зависимость вязкости и предельного напряжения сдвига макаронного теста от давления. Горбатов А. В. и др. «Хлебопекарная и кондитерская промышленность», 1964, № 7.

25. Данилова Г. Н. и др. Сборник задач и расчетов по теплопередаче. – М.: Госторгиздат, 1961.

26. Дезент Г.М., Боушев Т.А. Оборудование и поточные линии для производства мороженого. – М.: Госторгиздат, 1961.

27. Дернеко А.П., Шафхид М.М. Определение термических коэффициентов некоторых пищевых продуктов. Сборник студенческих работ ЛТИХ-Па, Т. 9, 1959.

28. Дьяченко П.Ф., Нго-Лой. Влияние солей кальция на вязкость молока. //Известия вузов. Пищевая технология, 1967, № 4.

29. Егоров Г. А. Исследование теплофизических свойств сыпучих пищевых материалов // Известия вузов, Пищевая технология, 1960, № 2.

30. З и н о в ь е в А. А. Химия жиров. – К.: Пищепромиздат, 1952.

31. Жадан В. З., Мовчан А. А. Теплоемкость плодов и овощей. //Известия вузов. Пищевая технология, 1964, № 2.

32. Исаченко В.П., Осипова В.А., Сукомел А.С. Теплопередача. - М.: Энергия, 1975. – 488 с. 18. Кивенко С.Ф. Производство молочных консервов. – М.: Пищ. пром-сть, 1969. – 160 с.

33. Книга А.А. и др. Теплопроводность некоторых пищевкусковых продуктов //Известия вузов. Пищевая технология, 1967, № 2.

34. Комаров Н.С. Холод. – М.: Гизлегпищепром, 1953. – 216 с.

35. Константинов С. М. Теплопроводность паточной барды. //Спиртовая промышленность, 1960, № 3.

36. Константинов С.М. Исследование теплоемкости паточной барды // Известия вузов. Пищевая технология, 1960, № 1.

37. Константинов С.М. Экспериментальное исследование поверхностного натяжения паточной барды // Известия вузов. Пищевая технология, 1960, № 3.

38. Константинов С.М., Федоткин И.М. Расчетные зависимости для вычисления значений теплофизических характеристик паточной барды // Пищевая промышленность, 1965, № 1.

39. Косой В.Д., Меркулов М.Ю., Юдина С.Б. Контроль качества молочных продуктов методами физико-химической механики. – СПб.: ГИОРД, 2005. – 208 с.

40. Кравец Ю. М. Вязкость и плотность метановой бражки // Пищевая промышленность, 1966, № 3.

41. Кретов И.Т., Плешков А.И. Изменение теплофизических свойств высушиваемых овощей // Известия вузов. Пищевая технология, 1966, № 4.

42. Кудрявцева А.П. Производство концентрированных фруктовых соков // Пищевая промышленность, 1964, № 4.

43. Кук Г.Л. Процессы и аппараты молочной промышленности. – М.: Пищ. пром-сть, 1973. – 767 с.

44. Лапшин А. А. и др. Исследование теплообмена в тонкослойных трубчатых аппаратах с вращающимися вытеснителями-турбулизаторами // Мясная индустрия СССР, 1959, № 3.

45. Лепилкин А., Борисов В. Влияние содержания жира на теплофизические свойства сливок. – М.: Молочная Промышленность, 1966, № 8.

46. Лепилкин А.Н., Борисов В.И. Исследование влияния температуры на теплофизические свойства сливок. – М.: Молочная промышленность, 1967, № 9.

47. Магомаев А.А. Зависимость вязкости от температуры - и степени насыщения жиров. Ученые записки Дагестанского государственного университета. Т. 5, 1959.

48. Малков М.П. и др. Справочник по физико-техническим основам глубокого охлаждения. – М.—Л., Госэнергоиздат, 1963. – 416 с.

49. Мартынова К. Роль регенерации тепла при пастеризации молока перед сгущением. – М.: Молочная промышленность, 1966, № 8.

50. Мартынова К. Снижение вязкости сгущенного молока с сахаром. – М.: Молочная промышленность, 1962, № 11.

51. Масликов В.А., Медведев О.К. Некоторые физические константы томатопродуктов //Известия вузов. Пищевая технология, 1967, № 4.

52. Мачихин Ю.А., Арет В.А. Изменение объемного веса пралиновых масс от давления. – М.: Хлебопекарная и кондитерская промышленность, 1964, № 12.

53. Мовчан А.А. Экспериментальное исследование температуропроводности сахарной свеклы //Сб. «Холодильная техника и технология». – К.: Техника, № 4, 1967.

54. Моисеев А. М. Теплопроводность яблочного и виноградного соков. – М.: Консервная и овощесушильная промышленность, 1963, № 11.

55. Моисеев А.М. Изменения удельного веса, кислотности и общего содержания сахаров в яблочном соке при концентрировании //Известия вузов. Пищевая технология, 1962, № 6.

56. Молоко. Молочные продукты и консервы молочные. – М.: Изд-во стандартов, 1989. – 448 с.

57. Наконечный Н.О физико-химических свойствах жира свиней //Мясная индустрия СССР, 1961, № 1.

58. Никуличев П. Термомеханическая обработка высокожирных сливок и консистенция масла. – М.: Молочная промышленность, 1962, № 8.

59. Оленев Ю.А. Исследование действия низких температур на свойства сливочного масла для изыскания рациональных режимов его холодильной обработки и хранения:

Автореф. канд. диссертации. М.: МТИММП, 1969. – 18 с.

60. Омельченко Ф.С. О теплоемкости глицерина //Известия вузов. Пищевая технология, 1962, № 3.

61. Петрова Р.С., Стабников В.Н. Обобщенные формулы для определения теплоемкости и вязкости йодно-спиртовых растворов //Сб. Пищевая промышленность, 1965, № 1.

62. Попов В.Д., Константинов С.М. Вязкость и удельный вес паточной барды //Спиртовая промышленность, 1960, № 1.

63. Попов В.И., Кретов И.Т., Стабников В.Н. и др. Технологическое оборудование предприятий бродильной промышленности. – М.: Легкая и пищ. пром-сть, 1983. – 484 с.

64. Римкин С.Л., Винникова А.Н. Теплоемкость растворов этилового спирта в воде при температурах 25-50 °С. – М.: Теплоэнергетика, 1964, № 6.

65. Рогов И.А., Горбатов А.В. Новые физические методы обработки мясопродуктов. – М.: Пищ. пром-сть, 1966.

66. Руководство по технологии получения и переработки растительных масел и жиров. ВНИИЖ. Т. 3. – Л., 1961.

67. Сборник таблиц физико-химических показателей вина // ВНИИВиВ «Магарач» и КТИППа, 1955.

68. Соколов А.А., Заяц Ю.Ф. Исследование структурно-механических свойств мясных фаршей, изготовленных с добавлением жировой эмульсии //Известия вузов. Пищевая технология, 1962, № 4.

69. Соколовский А. Л. и др. Удельный вес кондитерских изделий. // Труды ЦКНИИ, 1938.

70. Соколовский А.Л. и др. О повышении стойкости карамели // Труды ВКНИИ. Вып. 13. Пищепромиздат, 1958.

71. Справочник кондитера [Текст] / под ред. канд. техн. наук Е.И. Журавлевой. - М. : Пищевая пром-сть, 1966 - Ч. 1 : Сырье и технология кондитерского производства. - М. :

Пищевая пром-сть, 1966. – 712 с.

72. Справочник по крахмало-паточному производству / Баканов П.А. и др. – М.: Пищепромиздат, 1962. – 478 с.

73. Справочник по производству мороженого / Ю.О.Оленев, Творогова А., Казакова Н.В., Соловьева Л.Н. – М.: ДеЛи принт, 2004. – 798 с.

74. Справочник по сырью, полуфабрикатам и готовым изделиям кондитерского производства / Антокольская М.Я. и др. – М.: Пищевая промышленность, 1964. – 241 с.

75. Справочник по теплопередаче /С.С. Кутателадзе, В.М. Боришанский. –М.: Книга по требованию, 2013. – 415 с.

76. Страхов В. Производство сгущенного молока с сахаром непрерывно-поточным способом. – М.: Молочная промышленность, 1958, № 3.

77. Твердохлеб Г.В., Силинь В.Г. Теплоемкость сливок различной жирности. LLA. Ratski, VIII sej, 1959.

78. Теплофізичні характеристики продуктів і матеріалів АПК. Довідник / В.Г.Федоров, О.М.Скарбовійчук, О.І.Кепко, П.О.Кравчук – Умань.: Редакційно-видавничий відділ Уманського НУС, 2014. – 352 с.

79. Технология детских и диетических молочных продуктов: Справочник / П.Ф.Крашеникин, Л.Н.Иванов, В.С.Медузов и др. – М.: Агропромиздат, 1988. – 232 с.

80. Технология кондитерского производства /Под редакцией проф. А. Л. Соколовского. – М.: Пищепромиздат, 1959. Технология кондитерского производства /Под редакцией проф. А. Л. Соколовского. – М.: Пищепромиздат, 1959. – 710 с.

81. Технологія незбираних номолочних продуктів / Т.А.Скорченко, Г.Є.Поліщук, О.В.Грек, О.В.Кочубей. – Вінниця: Нова книга, 2005. – 264 с.

82. Ушивцев Б. Г. Зависимость удельного веса и вязкости рыбьего жира от температуры //Известия вузов. Пищевая технология, 1959, № 1.

83. Фавстова В., Храбрая З. Влияние пастеризации на качество сгущенного молока с сахаром. – М.: Молочная промышленность, 1962, № 5.

84. Фан-Юнг А.Ф. Вязкость плодовых соков //Известия вузов. Пищевая технология, 1962, № 5.

85. Харин С.Е., Целинская В.И. Вязкость водно-спиртово-сахарных растворов //Известия вузов. Пищевая технология, 1959, № 4.

86. Харин С. Е., Книга А. А. Вязкость водно-спиртовых растворов в зависимости от их состава и температуры //Известия вузов. Пищевая технология, 1964, № 5.

87. Харин С.Е., Книга А.А. Теплофизические константы водно-спиртово-сахарных растворов //Известия вузов. Пищевая технология, 1967, № 1.

88. Харламов С. Объемный вес фасованного сливочного масла. – М.: Молочная промышленность, 1962, № 3.

89. Химический состав пищевых продуктов /Ред. А.А. Покровский/ М.: Пищ. пром-сть, 1976. – 228 с.

90. Хімічний склад і фізичні характеристики молочних продуктів. Довідник / О.М. Скарбовійчук, О.В. Кочубей-Литвиненко, О.А.Чернюшок, В.Г.Федоров. – К.: НУХТ, 2012. – 311 с.

91. Холодильная техника (энциклопедический справочник). –Т. 2. – М.: Госторгиздат, 1961.– 576 с.

92. Цыдзик В.Е. и др. Холодильные машины и аппараты. М М.: Машгиз, 1946. – 88 с.

93. Чубик И.А., Маслов А.М. Справочник по теплофизическим характеристикам пищевых продуктов и полуфабрикатов. – М.: Пищ. пром-сть, 1970. – 184 с.

94. Чхаидзе Г., Гонашвили М. Состав молока, поступающего на Тбилисский молочный завод. –М.: Молочная промышленность, 1965, № 2.

95. Яворский Б.М., Детлаф А.А. Справочник по

физике. – М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы. 1985. – 512 с.

96. Lawrence A.I., Miller L.L., Rogers W.P. «Austral I. Dairy Technol.», 1963, 18, № 4.

97. Leidenfrost W. «Fette, Seifen, Austrichmittel», 1969, 61, № 10.

98. Lewin, David. N. Некоторые сведения по тепловому расчету и контролю за технологическими процессами, характеристики сырья и пищевых продуктов и примеры методов расчета (русский перевод) //Пищевая пром-сть, 1962, № 3.

99. Paul W., Ernst G. Die Lebensmittel-Inddastri, 1964, № 2.

100. Peeples M.L. «I. Dairy Sci.», 1962, № 3.

101. Tonn H. Zeitschrift für die Zuckerindustrie, 1961, № 8.

102. Tonn H. Monatsschrift für Brauerei, 1961, № 6.

НАВЧАЛЬНЕ ВИДАННЯ

Жеплінська Марія Михайлівна

кандидат технічних наук, доцент

Василів Володимир Павлович

кандидат технічних наук, доцент

Довідник