

**Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова**

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

**Методические указания
для выполнения лабораторных работ**

для обучающихся 2 курса

Направление подготовки

35.03.07 Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции

Профиль подготовки

Технологии пищевых производств в АПК

Саратов 2018

Теоретическая технологиях: методические указания для выполнения лабораторных работ для бакалавров направления подготовки **35.03.07 Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции** / сост. Н.В. Неповинных // ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ. - Саратов, 2018. - 60 с.

Методические указания по дисциплине «Теоретическая технология» составлены в соответствии с рабочей программой дисциплины и предназначены для бакалавров направления подготовки 35.03.07 Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции.

В методических указаниях приведены методы исследования состава молока и молочных продуктов, даны методы исследования молочного жира, белка, углеводов и физико-химических свойств молока и расчет пищевой, биологической и энергетической ценности молочных продуктов, указаны принципы контроля молока с использованием как стандартных и общепринятых методов измерения, так и оригинальных методик.

Материал ориентирован на вопросы профессиональной компетенции будущих специалистов предприятий по переработке молочной продукции.

Введение

В настоящее время в пищевой промышленности широко применяют современные физические и физико-химические методы анализа (электрохимические, спектральные, хроматографические, реологические и др.), которые способствуют повышению надежности технико-химического контроля на предприятиях и улучшению качества готовых продуктов.

Современные инструментальные методы анализа пищевых продуктов, сырья и вспомогательных материалов характеризуются большими диапазонами обнаружения, селективностью и экспрессностью. Они незаменимы при определении ультрамалых количеств вещества, способствуют получению наиболее полной информации о ходе технологического процесса и определению параметров его контроля, позволяют автоматизировать контроль технологического процесса.

Лабораторные работы формируют у обучающихся навыки квалифицированной деятельности по определению показателей состава и свойств сырья и продуктов питания на основе современных методов анализа. Обучающиеся знакомятся с классификацией, основами, областью применения современных методов исследования, устройством и принципом работы приборов.

При выполнении лабораторных работ обучающиеся имеют возможность самостоятельно выполнять анализы по определению состава и свойств сырья и продуктов питания, пользуясь современными приборами или аналитическими методами.

ТЕМА 1. Определение пищевой, энергетической, биологической ценности на примере молока и молочных продуктов

Цель работы: ознакомиться с пищевой, биологической, энергетической ценностью молочных продуктов и методами их расчета.

Пищевая ценность продукта обусловлена наличием в нем комплекс веществ, определяющих биологическую ценность и энергетическую способность. Она тем выше, чем в большей степени продукт удовлетворяет потребностям организма в пищевых веществах. А его химический состав соответствует формуле сбалансированного питания. Формула сбалансированного питания – потребность взрослого человека в пищевых веществах (табл. 1.1).

Биологическая ценность характеризует сбалансированность продукта по содержанию белковых компонентов, связанных как с перевариваемостью белка, так и со степенью сбалансированности его аминокислотного состава. Аминокислотный состав некоторых молочных продуктов представлен в табл. 1.2, 1.3.

О качестве белковых компонентов продукта можно судить по степени сбалансированности его аминокислотного состава, определяемой на основании расчета аминокислотного сора. Определение аминокислотного сора основано на сопоставлении результатов исследований незаменимых аминокислот в исследуемом продукте со шкалой “идеального белка” (казеина, цельного куриного яйца), предложенной ФАО /ВОЗ.

Аминокислотный скор молочного белка, предложенный ФАО/ВОЗ представлен в табл. 1.5.

Энергетическая ценность (калорийность) продукта, характеризует количество энергии, образующейся при биологическом окислении, содержащихся в нем жиров, углеводов и белков, используемых для обеспечения физиологических функций организма.

Калорийность 100 г. продукта определяют по формуле:

$$\mathcal{E} = K1 \times B + K2 \times Ж + K3 \times У,$$

где: Б, Ж, У – массовая доля (%) в продукте белков, жиров, углеводов;

K1, K2, K3 – показатели энергетической ценности 1 г белков, жира,

углеводов соответственно 15,70 кДж (3,75 ккал), 37,67 кДж (9ккал),

16,74 кДж (4 ккал); 1 ккал = 4,186 кДж

Ход работы

Используя таблицы 1.1-1.5 рассчитать аминокислотный скор белка, степень удовлетворения средней дневной потребности взрослого человека в аминокислотах, минеральных веществах и витаминах при употреблении 100 г продукта, заданного преподавателем, рассчитать его энергетическую ценность.

Таблица 1.1

Дневная потребность в пищевых веществах

Пищевые вещества	Дневная потребность	Пищевые вещества	Дневная потребность
1	2	3	4
Вода, г	1750–2200	Жиры, г	20–25
в том числе:		в том числе:	
питьевая (вода, чай, кофе и т.д.)	800–1000	растительные	
в супах	250–500	незаменимые полиненасыщенные	2–6
в продуктах питания	700	жирные кислоты	
		холестерин	0,3–0,06
Белки, г	80–100	фосфолипиды	5
в том числе		Углеводы, г	400–500
животные	50	в том числе:	
Незаменимые		крахмал	400–500
аминокислоты, г		моно- и дисахариды	50–100
триптофан	1		
лейцин	4–6	Органические кислоты (лимонная, молочная и т.п.), г	2
изолейцин	3–4		
валин	3–4		
треонин	2–3		
лизин	3–5		
метионин	2–4		
фенилаланин	2–4		
Заменимые		Минеральные вещества, мг	
аминокислоты, г		кальций	
гистидин	1,5–2	фосфор	800–1000
аргинин	5–6	натрий	1000–1500
цистин	2–3	калий	4000–6000
тирозин	3–4	хлориды	2500–5000
аланин	3	магний	5000–7000
серин	3	железо	300–500
глутаминовая кислота	16	цинк	15,0
аспарагиновая кислота	6	марганец	10,0–15,0
пролин	5	хром	5,0–10,0
гликонол	3	медь	0,20–0,25
		кобальт	2,00
		молибден	0,1–0,2
		селен	0,5
		фториды	0,5
		йодиды	0,5–1,0
			0,1–0,2
Балластные вещества (клетчатка, пектин), г	25		

Продолжение таблицы 1.1

Пищевые вещества	Дневная потребность	Пищевые вещества	Дневная потребность
Витамины, мг		Энергетическая ценность,	
витамин С	50–70	ккал	2850
тиамин (В1)	1,5–2,0	кДж	11900
рибофлавин (В2)	2,0–2,5		
ниацин (РР)	15–25		
пантотеновая кислота (В3)	5–10		
витамин В6	2–3		
витамин В12	0,002–0,005		
биотин	0,15–0,30		
холин	500–1000		
рутин (Р)	25		
фолатин (В9)	0,2–0,4		
витамин Д	0,0025–0,01		
витамин А	1,5–2,5		
каротиноиды	3,0–5,0		
витамин Е	10–20		
витамин К	0,2–3,0		
линоевая кислота	0,5		
инозит, г	0,5–1,0		

Пример: Рассчитать аминокислотный скор белка, степень удовлетворения средней дневной потребности взрослого человека в аминокислотах, минеральных веществах, витаминах при употреблении 100 г сливочной пасты десертной с какао, рассчитать энергетическую ценность.

Состав сливочной пасты десертной: м.д.ж. 31%, м.д.белка 7,9%, м.д. углеводов 14%.

Массовая доля г/100 г белка в сливочной пасте по валину рассчитывается:

$$337,49 \text{ мг валина находится в } 7,9 \text{ г белка} \\ \text{х мг} - 100 \text{ г белка}$$

$$X = \frac{337,49 \times 100}{7,9} = 4272 \text{ мг} = 4,27 \text{ г}$$

Аминокислотный скор белка в пасте по валину рассчитывают: $\frac{4,27 \times 100}{5,0} = 85,4\%$

Степень удовлетворения формуле сбалансированного питания сливочных паст рассчитывают:

$$\text{По валину} - \frac{337,49 \times 100}{3000} = 11,2$$

Энергетическая ценность продукта:

$$\text{Э} = 15,70 \times 7,9 + 37,67 \times 31 + 16,74 \times 14 = 1526,16 \text{ кДж}$$

Таблица 1.2

Незаменимые аминокислоты в составе молочных продуктов

№ п/п	Виды молочных продуктов	Общее количество аминокислот, мг на 100 г продукта	Незаменимые аминокислоты, мг на 100 г продукта								
			всего	валин	изолейцин	лейцин	лизин	метионин	треонин	триптофан	фенил-аланин
1	Молоко пастеризованное	3417	1426	191	189	324	261	87	153	50	171
2	Молоко стерилизованное	2908	1215	163	161	276	222	74	130	43	146
3	Сливки м.д.ж. ¹ 10%	3254	1332	211	193	297	233	73	137	43	145
4	Сливки м.д.ж.20%	2807	1133	185	162	249	198	62	117	36	124
5	Кефир м.д.ж.3,2%	2866	1177	135	160	277	230	81	110	43	141
6	Йогурт м.д.ж. 1,5%	5195	2088	323	300	450	390	112	216	72	225
7	Творог м.д.ж.18%	13940	5825	838	690	1282	1008	384	649	212	762
8	Творог м.д.ж.9%	16036	6846	980	828	1538	1210	461	191	724	914
9	Творог нежирный	17950	7680	990	1000	1850	1450	480	800	180	930
10	Сметана м.д.ж. 30%	2409	970	153	139	217	170	54	100	31	106
11	Молоко сухое цельное	26169	9816	1207	1327	2445	1550	554	1159	350	1224
12	Молоко цельное сгущенное с сахаром	7230	2618	453	418	338	540	150	304	95	320
13	Масло сливочное	611	188	9	6	42	2	54	39	3	30
14	Масло крестьянское	1422	501	30	15	85	2	135	150	19	65

¹ м.д.ж. – массовая доля жира

Таблица 1.3

Заменимые аминокислоты в составе молочных продуктов

№ п/п	Виды молочных продуктов	Заменимые аминокислоты, мг на 100 г продукта										
		всего	аланин	аргинин	аспарагиновая кислота	гистидин	глицин	глутаминовая кислота	пролин	серин	тирозин	цистин
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	Молоко пастеризованное	1991	98	122	218	90	47	717	302	186	184	27
2	Молоко стерилизованное	1693	83	104	185	76	40	611	257	158	156	23
3	Сливки м.д.ж. 10%	1922	99	109	214	79	58	685	323	173	155	27
4	Сливки м.д.ж. 20%	1674	86	96	187	68	50	600	282	151	132	22
5	Кефир м.д.ж. 3,2%	1689	106	105	216	78	46	497	272	185	155	29
6	Йогурт м.д.ж. 1,5%	3107	160	174	344	156	93	1100	518	278	242	42
7	Творог м.д.ж. 18%	8115	428	579	924	447	258	2457	1310	789	875	48
8	Творог м.д.ж. 9%	9190	434	694	962	503	259	2878	1653	804	902	99
9	Творог нежирный	10270	440	810	1000	560	260	3300	2000	820	930	150
10	Сметана м.д.ж. 30%	1439	74	81	161	58	43	514	242	130	117	19
11	Молоко сухое цельное	16353	829	666	2138	520	528	5264	2976	1591	1425	216
12	Молоко цельное сгущенное с сахаром	4612	236	240	530	170	140	1700	780	418	338	60
13	Масло сливочное несоленое	423	27	54	93	15	18	81	81	39	3	6
14	Масло крестьянское	921	70	120	165	25	45	135	150	65	130	20

Таблица 1.4

Химический состав молочных продуктов

Виды молочных продуктов	Вода, г	Белки, г	Жиры, г	Углеводы, г	Минеральные вещества, мг					
					Na	K	Ca	Mg	P	Fe
Молоко пастеризованное	88,5	2,8	3,2	4,7	50	146	121	14	91	0,1
Молоко обезжиренное	91,4	3,0	0,05	4,7	52	152	126	15	95	0,1
Молоко топленое	85,5	3,0	6,0	4,7	50	146	124	14	92	0,1
Молоко стерилизованное	88,1	2,9	3,5	4,7	50	146	121	14	91	0,1
Сливки	82,2	3,0	10,0	4,0	50	124	90	10	62	0,1
Сливки	72,9	2,8	20,0	3,6	35	109	86	8	60	0,2
Сметана	72,7	2,8	20,0	3,2	35	109	86	8	60	0,2
Сметана	63,6	2,6	30,0	2,8	32	95	85	7	59	0,3
Творог жирный	64,7	14,0	18,0	1,3	41	112	150	23	217	0,4
Творог полужирный	71,0	16,7	9,0	1,3	41	112	164	23	220	0,4
Творог нежирный	77,7	18,0	0,6	1,5	44	115	176	24	224	0,3
Сырки творожные детские	48,0	9,1	23,0	18,5	41	112	135	23	200	0,4
Кефир	88,3	2,8	3,2	4,1	50	146	120	14	95	0,1
Кефир Таллиннский	87,3	4,3	1,0	5,3	70	200	170	21	133	0,1
Йогурт сладкий	83,0	5,0	1,5	8,5	50	150	124	15	95	0,1
Ряженка	85,3	3,0	6,0	4,1	50	146	124	14	92	0,1
Пахта «Идеал» пастеризованная	90,3	3,3	1,0	4,7	30	50	120	18	88	0,1
Молоко сухое цельное	4,0	25,6	25,0	39,4	400	1000	919	139	790	1,1
Молоко сгущенное с сахаром	27,7	11,0	0,5	18,5	116	380	317	34	229	0,2
Масло сливочное несоленое	15,8	0,6	82,5	0,9	74	23	22	3	19	0,2
Масло сливочное вологодское	15,7	0,9	82,5	0,6	74	23	22	3	19	0,2
Масло крестьянское	25,0	1,3	72,5	0,9	81	26	24	3	20	0,2
Сыр Костромской	39,5	26,8	27,3	–	900	–	1040	–	500	–
Сыр Российский	40,0	23,4	30,0	–	1000	116	1000	47,0	544	0,6
Сыр Швейцарский	36,4	24,9	31,8	–	980	–	1064	–	594	–
Сыр рокфор	40,4	20,0	30,0	–	1900	187	639	–	405	–
Мороженое пломбир	60,0	3,2	15,0	20,8	50	162	159	21	114	0,2
Мороженое сливочное	66,0	3,3	10,0	19,8	50	156	148	22	107	0,1

Продолжение таблицы 1.4

Виды молочных продуктов	Органические кислоты, г	Зола, г	Витамины, мг					
			А	β-каротин	В ₁	В ₂	РР	С
Молоко пастеризованное	0,14	0,7	0,02	0,01	0,03	0,13	0,1	1,0
Молоко обезжиренное	0,14	0,7	сл.	сл.	0,04	0,15	0,1	0,4
Молоко топленое	0,12	0,7	0,04	0,02	0,02	0,13	0,10	0,3
Молоко стерилизованное	0,14	0,7	0,02	0,01	0,02	0,11	0,10	0,6
Сливки	0,17	0,6	0,06	0,03	0,03	0,10	0,15	0,5
Сливки	0,17	0,5	0,15	0,06	0,03	0,11	0,10	0,3
Сметана	0,80	0,5	0,15	0,06	0,03	0,11	0,10	0,3
Сметана	0,70	0,5	0,23	0,10	0,02	0,10	0,07	0,2
Творог жирный	1,00	1,0	0,1	0,06	0,05	0,3	0,3	0,5
Творог полужирный	1,00	1,0	0,05	0,03	0,04	0,27	0,04	0,5
Творог нежирный	1,00	1,2	сл.	сл.	0,04	0,25	0,64	0,5
Сырки творожные детские	0,5	0,9	0,1	0,06	0,03	0,3	0,3	0,5
Кефир	0,9	0,7	0,02	0,01	0,03	0,17	0,14	0,7
Кефир Таллиннский	0,9	1,2	сл.	сл.	0,04	0,17	0,14	0,7
Йогурт сладкий	1,3	0,7	0,01	сл.	0,03	0,15	0,015	0,6
Ряженка	0,9	0,7	0,04	0,02	0,02	0,13	0,14	0,3
Пахта «Идеал» пастеризованная	0,01	0,7	0,01	сл.	0,03	0,15	0,14	0,3
Молоко сухое цельное	–	6,0	0,25	0,11	0,2	1,30	0,7	4,0
Молоко сгущенное с сахаром	0,50	1,8	сл.	сл.	0,06	0,15	0,2	1,0
Масло сливочное несоленое	0,03	0,2	0,5	0,34	сл.	0,01	0,1	0
Масло сливочное вологодское	0,03	0,3	0,52	0,35	сл.	0,01	0,1	0
Масло крестьянское	0,03	0,3	0,4	0,3	0,01	0,01	0,11	0
Сыр Костромской	2,2	4,2	0,23	0,17	0,03	0,36	0,4	3,0
Сыр Российский	2,0	4,6	0,26	0,17	0,04	0,3	0,3	1,6
Сыр Швейцарский	2,8	4,1	0,27	0,17	0,05	0,5	0,2	1,5
Сыр рокфор	2,7	6,6	0,25	0,17	0,03	0,27	0,47	2,0
Мороженое пломбир	0,09	0,9	0,06	0,05	0,03	0,21	0,05	0,4
Мороженое сливочное	0,12	0,8	0,04	0,03	0,03	0,20	0,05	0,6

Таблица 1.5

Аминокислотный скор белка

Наименование аминокислоты	Уровень, предложенный ФАО/ВОЗ, г/100 г
Валин	5,0
Изолейцин	4,0
Лейцин	7,0
Лизин	5,5
Метионин + цистин	3,5
Треонин	4,0
Триптофан	1,0
Фенилаланин + тирозин	6,0

Таблица 1.6

Характеристика незаменимых аминокислот в сливочной пасте

Наименование аминокислот	Масса аминокислот в 100 г продукта, мг	Уровень, предложенный ФАО/ВОЗ, г/ 100 г белка	Массовая доля г/100 г белка в пасте	Аминокислотный скор белка в пасте, %
Валин	337,49	5,0	4,27	85,4
Изолейцин	345,85	4,0	4,38	109,5
Лейцин	619,40	7,0	7,80	111,4
Лизин	422,36	5,5	5,35	97,3
Метионин + цистин	225,8	3,5	2,86	81,7
Треонин	298,88	4,0	3,78	94,5
Треонин	87,61	1,0	1,11	111,0
Триптофан				
Фенилаланин + тирозин	689,09	6,0	8,70	145,0

Степень удовлетворения средней дневной потребности взрослого человека в аминокислотах, минеральных веществах и витаминах при употреблении 100 г сливочных паст

Наименование вещества	Содержание вещества в 100 г продукта, мг	Степень удовлетворения формуле сбалансированного питания, %
1	2	3
Незаменимые аминокислоты		
Валин	337,49	8,43 – 11,2
Изолейцин	345,85	8,64 – 11,5
Лейцин	619,40	10,3 – 15,5
Лизин	422,36	8,44 – 14,08
Метионин	161,18	4,03 – 8,06
Треонин	298,88	9,96 – 14,9
Триптофан	87,61	8,76
Фенилаланин	326,36	8,16 – 16,3
Заменимые аминокислоты		
Аланин	261,10	8,7
Аргинин	227,58	3,79 – 4,55
Аспарагиновая кислота	629,48	10,5
Гистидин	150,25	7,5 – 10,0
Глицин	159,84	5,3
Глутаминовая кислота	1451,30	9,07
Пролин	735,49	14,7
Серин	441,66	14,7
Тирозин	362,73	0,07 – 12,1
Цистин	64,62	1,6 – 3,2
Минеральные вещества		
Калий	277,29	5,5 – 11,1
Кальций	202,00	20,2 – 25,25
Магний	30,21	6,0 – 10,07
Натрий	84,49	1,4 – 2,11
Фосфор	185,89	12,4 – 18,6
Железо	0,575	3,2 – 5,75
Марганец	0,127	1,27 – 2,5
Медь	0,144	7,2
Цинк	0,682	4,5 – 6,8

Вопросы для самопроверки

1. Определение пищевой ценности.
2. Понятие биологической ценности продукта.
3. Как рассчитать энергетическую ценность продукта.

Список литературы

а) основная литература (библиотека СГАУ)

1. Позняковский, В.М. Безопасность продовольственных товаров (с основами нутрициологии): учебник для подготовки бакалавров и магистров по направлению 38.03.07 "Товароведение" / В.М. Позняковский. - М.: Инфра-М, 2015. - 271 с. - (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-005308-0 (print). - ISBN 978-5-16-101560-5 (online). Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/227413>
2. Экспертиза пищевых концентратов. Качество и безопасность: Уч.-справ. пособие / И.Ю. Резниченко, В.М. Позняковский и др., 4 изд., стер. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 270 с. - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/443817>
3. Корячкина, С.Я. Функциональные пищевые ингредиенты и добавки для хлебобулочных и кондитерских изделий [Электронный ресурс]: учеб. пособие / С.Я. Корячкина, Т.В. Матвеева. - Электрон. дан. - Санкт-Петербург : ГИОРД, 2013. - 528 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/58738>
4. Функциональные пищевые ингредиенты и добавки в производстве кондитерских изделий: учеб. пособие [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Г.О. Магомедов [и др.]. - Электрон. дан. - Санкт-Петербург : ГИОРД, 2015. - 440 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/69874>
5. Проектирование, конструирование и расчет техники пищевых технологий [Электронный ресурс]: учеб. пособие / под ред. Панфилова В.А. - Электрон. дан. - Санкт-Петербург: Лань, 2013. - 912 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/6599>

б) дополнительная литература

1. Нечаев, А.П. Химия пищи / А.П. Нечаев. - Учебник для студентов вузов, обучающихся по направлениям: 552400 "Технология продуктов питания"/- 2-е издание, переработанное и исправленное. - СПб.: ГИОРД, 2010.- 640 с.: ил.
2. Мезенова, О.Я. Проектирование поликомпонентных пищевых продуктов : учебное пособие для студентов вузов по направлению 19.03.03 "Продукты питания животного происхождения" / О.Я. Мезенова. - СПб.: Проспект Науки, 2015. - 224 с.
3. Ковалев, Н.И. Технология приготовления пищи / Н.И. Ковалев, М.Н. Куткина, В.А. Кравцова / СПб: Деловая литература, 2008. – 480с.
4. Позняковский, В.М. Гигиенические основы питания и экспертизы продовольственных товаров / В.М. Позняковский. - Новосибирск: НГУ. - 2002.
5. Скурихин, И.М. Все о пище с точки зрения химика / И.М. Скурихин, А.П. Нечаев.- М.: Высшая школа, 1991.-288 с.
6. Рогов, И.А. Химия пищи / И.А. Рогов. - М.: Колос, 2000. – 384с.
7. Тутельян, В.А. Химический состав и калорийность российских продуктов питания: справочник / В.А. Тутельян. - М.: ДеЛи плюс, 2012. - 284 с.: табл.
8. Богатова, О.В. Промышленные технологии производства молочных продуктов: учебное пособие / О.В. Богатова, Н.Г. Догарева, С.В. Стадникова. - СПб.: Проспект Науки, 2014. – 272 с.
9. Гунькова, П.И. Биотехнологические свойства белков молока: монография / П.И. Гунькова, К.К. Горбатова. - СПб.: ГИОРД, 2015. - 216 с.: ил.

ТЕМА 2. Функционально-технологические свойства белков. Определение содержания белков в сырье и продуктах питания

Цель работы: сформировать навык определения массовой доли белка в сырье и продуктах питания различными методами (на примере молока-сырья).

Определение казеина в молоке по методу Маттиопуло

Для определения содержания казеина готовят две пробы молока. В обе пробы добавляют слабый раствор серной кислоты до выпадения хлопьев казеина. Затем оттитровывают 0,1 н. раствором NaOH в одной колбе все кислые соединения, в том числе казеин, а в другой – все кислые соединения, за исключением казеина, который предварительно отфильтровывают.

По разности между количеством миллилитров 0,1 н. раствора NaOH, израсходованного на титрование смеси с казеином и на титрование смеси без казеина, определяют количество щелочи, пошедшей на нейтрализацию казеина. Умножая полученное число на 0,11315, определяют количество граммов казеина во взятом для исследования объеме молока. Затем устанавливают процентное содержание казеина в молоке.

Принцип метода. Метод основан на определении разности между количеством щелочи, пошедшей на нейтрализацию молока и количеством ее на нейтрализацию молочной сыворотки, полученной после выделения казеина. Зная, что 0,011315 грамм казеина соответствует 1 мл децинормальной щелочи, определяют количество казеина в молоке.

Ход работы

1. В две колбы отмеривают по 20 мл исследуемого молока и добавляют по 80 мл дистиллированной воды.

2. В одну из колб прибавляют из бюретки при постоянном помешивании по каплям 0,04 н. раствор H_2SO_4 до появления хорошо заметных хлопьев казеина (приблизительно 23–28 мл). Во вторую колбу вливают из бюретки такое же количество серной кислоты, как и в первую колбу.

3. Содержимое первой колбы отфильтровывают в мерную колбу на 100 мл. В фильтрат пройдут через фильтр все составные части смеси, за исключением казеина и жира.

4. Смесь во второй колбе (с казеином) оттитровывают 0,1 н. раствором NaOH с индикатором фенолфталеином (2–3 капли) до слабо-розового окрашивания.

5. 100 мл прозрачного фильтрата переливают в коническую колбу, прибавляют 2–3 капли фенолфталеина и также оттитровывают 0,1 н. раствором NaOH до слабо-розового окрашивания.

6. Вычисляют содержание казеина в молоке.

Пример. В 1-й колбе содержится 20 мл молока + 80 мл воды + 24 мл 0,04 н. раствора H_2SO_4 , всего 124 мл смеси.

Во 2-й колбе: 20 мл молока + 80 мл воды + 24 мл 0,04 н. H_2SO_4 , всего 124 мл смеси.

На нейтрализацию смеси во второй колбе пошло 14 мл 0,1 н. раствора NaOH. На нейтрализацию 100 мл фильтрата из первой колбы без казеина пошло 7,3 мл 0,1 н. раствора NaOH.

На 124 мл фильтрата без казеина должно пойти 0,1 н. раствора NaOH: $(7,3 \cdot 124) : 100 = 9,05$ мл. Следовательно, на нейтрализацию казеина из 20 мл молока пошло: $14 - 9,05 = 4,95$ мл 0,1 н. раствора NaOH.

Так как 1 мл 0,1 н. раствора NaOH эквивалентен 0,11315 г казеина, то в 20 мл молока содержится: $0,11315 \cdot 4,95 = 0,56$ г казеина. В 100 мл молока будет: $0,56 \cdot 5 = 2,8$ г казеина.

Чтобы вычислить процентное содержание казеина в молоке, нужно количество граммов казеина разделить на плотность исследуемого молока или на среднюю плотность (1,030). Для данного примера содержание казеина будет равно: $2,8 : 1,030 = 2,71$ %.

Сырье

Молоко цельное

Оборудование

1. Колбы конические на 250–300 мл
2. Бurette титровальная
3. Воронки
4. Пипетки вместимостью 10, 20, 25 см³
5. Цилиндры мерные вместимостью 100–250 см³

Реактивы и материалы

1. 0,1 н. раствор гидроксида натрия
2. 0,04 н. растворы H₂SO₄
3. Дистиллированная вода
4. Бумажный фильтр

Определение белка в молоке колориметрическим методом (ГОСТ 25179-90)

Принцип метода. Колориметрический метод основан на способности белков молока при pH ниже изоэлектрической точки связывать кислый краситель, образуя с ним нерастворимый осадок, после удаления которого измеряют оптическую плотность исходного раствора относительно полученного раствора, которая уменьшается пропорционально массовой доле белка.

Ход работы

1. Изучение принципа действия, устройства и работы на фотометре КФК–3

Фотометр КФК–3 предназначен для измерения коэффициентов пропускания и оптической плотности прозрачных жидкостных растворов и прозрачных твердых образцов. Спектральный диапазон работы фотометра от 315 до 900 нм.

1.1. Принцип действия фотометра основан на сравнении светового потока Φ_0 , прошедшего через растворитель или контрольный раствор, по отношению к которому производится измерение, и светового потока Φ , прошедшего через исследуемую среду.

Световые потоки фотоприемником преобразуются в электрические сигналы, которые обрабатываются микро-ЭВМ фотометра и представляются на цифровом табло в виде коэффициента пропускания или оптической плотности.

1.2. Устройство и работа составных частей фотометра.

Фотометр (рис. 2.1) выполнен в виде одного блока. На металлическом основании закреплены узлы фотометра, которые закрываются кожухом. Кюветное отделение закрывается съемной крышкой.

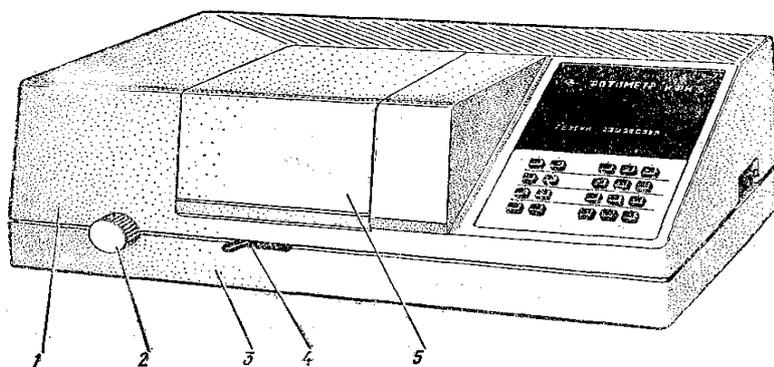


Рис. 2.1 - Внешний вид фотометра фотоэлектрического КФК – 3

В фотометр входят фотометрический блок, блок питания, микропроцессорная система.

На боковой поверхности фотометра расположена ось резистора (УСТ. 0) и тумблер (СЕТЬ). На задней стенке основания фотометра расположена розетка для подключения к фотометру термопечатающего устройства типа УТП-2.

В фотометрический блок входят: осветитель, монохроматор, кюветное отделение, кюветодержатель, фотометрическое устройство.

Монохроматор служит для получения излучения заданного спектрального состава и состоит из корпуса, узла входной щели, сферического зеркала, дифракционной решетки, узла выходной щели и синусного механизма.

Для поворота дифракционной решетки через синусный механизм и установки требуемой длины волны в нм существует ручка.

Кюветное отделение представляет собой корпус, который крепится к корпусу монохроматора. В правой части этого корпуса расположен карман с крышкой, в котором размещено фотометрическое устройство. В него входят фотодиод и усилитель постоянного тока.

В кюветодержатель устанавливают кюветы с растворителем (контрольным раствором) и исследуемым раствором и помещают их в кюветное отделение. Ввод в световой пучок одной или другой кюветы осуществляется поворотом рукоятки до упора влево или вправо. При установке рукоятки до упора влево в световой поток вводится кювета с растворителем, при установке рукоятки до упора вправо в световой пучок вводится кювета с исследуемым раствором.

При открытой крышке кюветного отделения шторка перекрывает световой пучок.

1.3 Подготовка фотометра к работе

1.3.1. Подсоединить фотометр к сети и включить тумблер СЕТЬ.

1.3.2. Нажать клавишу ПУСК – на цифровом табло появляется символ «Г», соответствующее ему значение и значение длины волны.

1.3.3. Выдержать фотометр во включенном состоянии 30 мин при открытой крышке и произвести измерение и учет нулевого отсчета. Измерение и учет нулевого отсчета n_0 производится нажатием клавиши НУЛЬ. При измерении нулевого отсчета крышка кюветного отделения должна быть открыта. На цифровом табло справа от мигающей запятой высвечивается значение n_0 , слева – символ «0». Значение n_0 должно быть не менее 0,005 и не более 0,200.

1.3.4. Если отсчет n_0 не укладывается в указанные пределы, следует добиться нужного значения с помощью резистора УСТ. 0. Установку нуля производить при нажатии клавиши НУЛЬ.

1.4. Порядок определения оптической плотности на фотометре

1.4.1. Установить в кюветное отделение кюветы с растворителем или контрольным раствором, по отношению к которому производится измерение, и исследуемым раствором. Кювету с растворителем установить в дальнее гнездо кюветодержателя, а с исследуемым раствором – в ближнее гнездо кюветодержателя.

В световой пучок установить кювету с растворителем (рукоятка – влево до упора).

1.4.2. Установить ручкой волны, на которой проводятся измерения раствора. Длина волны высветится на верхнем цифровом табло.

1.4.3. При закрытой крышке кюветного отделения нажать клавишу «Г». На нижнем цифровом табло слева от мигающей запятой высветится символ «Г». Нажать клавишу «Е». Слева от мигающей запятой высветится символ «Е», а справа от мигающей запятой – «0,000 ± 0,002», означающее, что начальный отсчет оптической плотности (0,000) установился на фотометре правильно. Если отсчет «0,000 ± 0,002» установился с большим отклонением, нажать клавишу «Г», «Е» повторно, соблюдая небольшую паузу (3 – 5 с).

Открыть крышку кюветного отделения и нажать клавишу НУЛЬ, закрыть крышку, нажать клавишу «Е».

1.4.4. Затем рукоятку установить вправо до упора, при этом в световой поток вводится кювета с исследуемым раствором. Отсчет на световом табло справа от мигающей запятой соответствует оптической плотности исследуемого раствора.

1.4.5. Повторить операции по п.п. 3.1.1. – 3.1.5. три раза, вычислить среднее арифметическое значение измеряемой величины.

2. Подготовка и проведение к измерениям, обработка результатов

2.1. Подготовка к измерениям

2.1. Приготовление буферного раствора

Взвесить 31,7 г лимонной кислоты и 8,4 г ортофосфата натрия (12-ти водного) или 3,4 г (безводного). Результат взвешивания записать с округлением до второго десятичного знака. Реактивы поместить в колбу вместимостью 500 см³ и добавить в нее 400 см³ дистиллированной воды. Колбу нагреть до температуры 70 °С. Затем содержимое колбы перемешать до полного растворения вещества и охладить до температуры (20 ± 2) °С.

2.2. Приготовление раствора красителя

Навеску 4,6 г амидочерного красителя, взвешенного с точностью до 0,01 г, поместить в колбу вместимостью 500 см³ и добавить в нее 200 см³ воды. Колбу нагреть до температуры не выше 70 °С и перемешать содержимое до растворения красителя. Раствор отфильтровать через бумажный фильтр в мерную колбу на 2000 см³. Фильтр промыть водой до удаления следов красителя. Для этой цели использовать не менее 500

см³ воды. В эту же колбу перенести буферный раствор. Содержимое колбы охладить до температуры $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$. Колбу долить до метки дистиллированной водой, закрыть резиновой пробкой и перемешать ее содержимое путем переворачивания колбы не менее 6 раз.

Раствор должен иметь рН $(2,3 \pm 0,1)$ ед. рН. Если рН раствора не соответствует данному значению, исправляют его добавлением концентрированной серной кислоты или гидроксида натрия. Раствор, разбавленный в 50 раз должен иметь оптическую плотность $(0,82 \pm 0,02)$ на длине волны 590 нм в кювете с рабочей длиной 10 мм. Если оптическая плотность раствора не соответствует данному значению, то исправляют ее добавлением буферного раствора или раствора красителя.

Раствор следует использовать только после 12 ч выдержки.

2.2. Проведение измерений

2.2.1. В стеклянную пробирку поместить пипеткой 1 см³ молока, прилить 20 см³ раствора красителя, закрыв пробирку пробкой, перемешать его содержимое, переворачивая пробирку от 2 до 10 раз. Следует избегать встряхивания, т.к. может образоваться трудно растворимая пена.

2.2.2. Поместить пробирку в центрифугу при частоте вращения 1500 об/мин на 10 мин или при частоте вращения 1000 об/мин на 20 мин.

2.2.3. Пробирку извлечь из центрифуги и, не переворачивая, установить в штатив. Отобрать пипеткой 1 см³ надосадочной жидкости, поместив в мерную колбу на 50 см³, долить колбу до метки дистиллированной водой и содержимое перемешать. Аналогичным способом разбавляют рабочий раствор красителя в 50 раз.

2.2.4. Измеряют на фотометре оптическую плотность разбавленного раствора красителя по отношению к разбавленному содержимому мерной колбы.

2.3. Обработка результатов

Массовую долю белка X , %, вычисляют по формуле:

$$X = 7,78 D - 1,34,$$

где D – измеренная оптическая плотность, ед опт. плотности; 7,78 – эмпирический коэффициент, %/ ед опт. плотности; 1,34 – эмпирический коэффициент, %.

Предел допустимой погрешности результата измерений в диапазоне массовой доли белка 2,5–4 % составляет $\pm 0,1$ %.

Сырье

Молоко цельное

Оборудование

1. Фотометр фотоэлектрический КФК – 3
2. Кюветы с расстоянием между гранями 1,06 – 1,07 мм
3. Термометры спиртовые с диапазоном измерения от 0 до 100 °С
4. Весы электронные
5. рН-метр
6. Центрифуга

7. Колбы конические вместимостью 500 мл
8. Колбы мерные вместимостью 50 , 2000 мл
9. Воронки
10. Пробирки стеклянные вместимостью 25 см³
11. Пипетки вместимостью 1, 10, 20, 25 см³
12. Цилиндры мерные вместимостью 100 см³
13. Держатель для пробирок.

Реактивы и материалы

1. Краситель «Амидо черный 10 Б»
2. Кислота лимонная
3. Натрия ортофосфат двузамещенный (или 12-водный)
4. Кислота серная
5. Натрия гидроксид
6. Дистиллированная вода
7. Бумажный фильтр
8. Резиновые пробки

Определение массовой доли белка рефрактометрическим методом

Метод рефрактометрии основан на определении показателя преломления (рефракции). Показатель преломления зависит от температуры, длины волны света, при которых производят измерение, и концентрации раствора. Каждое вещество в смеси сохраняет преломляющую способность и показатель преломления смеси представляет сумму соответствующих показателей преломления всех входящих в смесь веществ.

Если луч света, проходящий из одной среды в другую, падает под некоторым углом, он преломляется и отношение синуса угла падения к синусу угла преломления является постоянной величиной и выражается как показатель преломления. При температуре 20 °С получают показатель преломления, обозначаемый n_D^{20} , соответствующий линии D натриевого пламени. Определить показатель преломления можно на рефрактометре.

Принцип метода. Метод основан на измерении показателей преломления молока и безбелковой молочной сыворотки, полученной из того же образца молока, разность между которыми прямо пропорциональна массовой доле белка в молоке.

Ход работы

1. Изучение устройства и принципа работы рефрактометра ИРФ – 464

Рефрактометр ИРФ – 464 (рис. 2.2) является визуальным и предназначен для измерения показателя преломления рассеивающих жидких сред, может быть использован для определения процентного содержания белка в молоке по разности показаний для молока и сыворотки на шкале БЕЛОК, а также других нежировых компонентов молока и жидких молочных продуктов. Анализироваться может молоко коровье (сырое, пастеризованное, обезжиренное) с кислотностью не выше 28 °Т. Диапазон измерений показателя преломления (n_D) от 1,325 до 1,360, диапазон измерений по шкале БЕЛОК от 0 до 15 %.

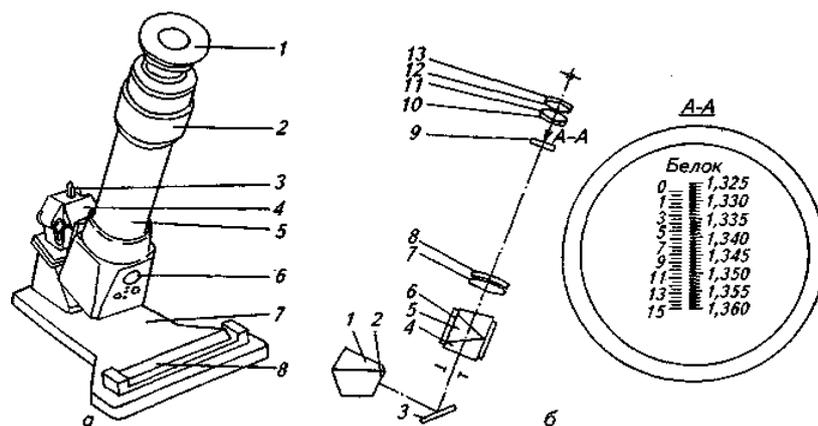


Рис. 2.2 - Рефрактометр ИРФ-464:

a – внешний вид: 1 – окуляр; 2 – кольцо; 3 – рукоятка; 4 – рефрактометрический блок; 5 – труба; 6 – винт; 7 – стойка; 8 – термометр в оправе; *б* – оптическая схема: 1 – осветительная призма; 2 – измерительная призма; 3 – поворотное зеркало; 4 – 6 – призма прямого зрения; 7, 8 – линзы объектива; 9 – шкала; 10–13 – линзы окуляра.

1.1. Принцип действия

Принцип действия рефрактометра основан на явлении полного внутреннего отражения при прохождении светом границы раздела двух сред с разными показателями преломления.

Все измерения проводят в «белом» свете (дневном или электрическом). Показатель преломления и значения по шкале БЕЛОК определяют в проходящем свете.

1.2. Конструкция

Конструктивно рефрактометр состоит из рефрактометрического блока, трубы и стойки. Рефрактометрический блок включает в себя осветительную и измерительную призмы, вмонтированные в оправы, шарнирно соединенные между собой. Для нанесения исследуемой жидкости на измерительную призму, оправа осветительной призмы с помощью рукоятки откидывается в крайнее левое положение. В корпусе трубы установлены окуляр, шкала, объектив, призма прямого зрения, диафрагма и поворотное зеркало. Окуляр может быть установлен на резкость по глазу в пределах ± 5 диоптрий. Для устранения окрашенности границы раздела светотени вращают специальное кольцо (на трубе) по часовой или против часовой стрелки.

1.3. Порядок установки и подготовки рефрактометра к работе

Перед началом работы рефрактометр устанавливают на лабораторном столе перед окном или матовой электролампой. Готовят все необходимые для работы инструменты и принадлежности.

Проверяют начало отсчета по дистиллированной воде. Для этого одну или две капли воды наносят на чистую поверхность измерительной призмы, опускают осветительную призму и снимают пятикратный отсчет по шкале n_D . Подсчитывают среднеарифметическое значение n_D , которое должно соответствовать, приведенному в таблице 2.1.

Таблица 2.1

t, °C	n _D	t, °C	n _D	t, °C	n _D
15	1,33339	22	1,33280	29	1,33206
16	1,33331	23	1,33271	30	1,33194
17	1,33324	24	1,33261	31	1,33182
18	1,33316	25	1,33250	32	1,33170
19	1,33307	26	1,33240	33	1,33157
20	1,33299	27	1,33229	34	1,33144
21	1,33290	28	1,33217	35	1,33131

Если показатель преломления воды при данной температуре не соответствует указанной в таблице 2, то рефрактометр следует подъюстировать. Для этого, вращая отверткой винт, установить на шкале нужное значение показателя преломления.

1.4. Проведение анализа

1.4.1. В пенициллиновый флакон пипеткой отмерить 10 см³ исследуемого молока, прибавить 10 – 12 капель 4 % – го раствора хлорида кальция. Флаконы закрыть резиновыми крышками и слегка взболтать содержимое. Одновременно приготовить 2 – 3 параллельных пробы (флаконы пронумеровать). Затем флаконы поместить в водяной термостат и кипятить в течение 10 мин.

1.4.2. После этого флаконы охладить до 15 °С, обратив при этом внимание на то, чтобы капли конденсирующей воды не оставались на стенках флакона. Затем открыть крышку и осторожно втянуть сыворотку в стеклянную трубку, один конец которой закрыт ватой для фильтрации сыворотки. Каплю прозрачной сыворотки нанести на поверхность нижней призмы рефрактометра и немедленно опустить верхнюю призму.

1.4.3. Наблюдая в окуляр, убрать окрашенность границы светотени. Для улучшения резкости границы измерение необходимо производить через 0,5 – 1 мин, т.к. за это время из пробы удаляется воздух и лучше смачивается поверхность осветительной призмы. По шкале БЕЛОК снять показания для сыворотки. Измерения следует повторить 3 – 4 раза и подсчитать среднее арифметическое значение B_c .

1.4.4. Удалив сыворотку с обеих призм, их следует тщательно промыть водой и вытереть чистой мягкой салфеткой или ватой. Затем 1 – 2 капли исследуемого молока нанести на измерительную призму. Провести измерения по шкале БЕЛОК в таком же порядке, как на сыворотке. Так как резкость границы у молока значительно хуже, чем у сыворотки и воды, измерения следует повторить 4 – 5 раз и подсчитать среднее арифметическое значение B_m .

1.4.5. Содержание белков в молоке $B_{мол}$ определяется по формуле:

$$B_{мол} \% = B_m - B_c$$

1.4.6. Общий белок $B_{о.б.}$ (белки и небелковые азотистые вещества) определяются по формуле:

$$B_{о.б.} \% = (B_m - B_c) \cdot 1,0855$$

Сырье

Молоко цельное

Оборудование

1. Рефрактометр ИРФ – 464
2. Водяной термостат 1ТЖ–0–03
3. Пенициллиновые флаконы
4. Термометры спиртовые с диапазоном измерения от 0 до 100 °С
5. Пипетки вместимостью 1, 10 см³
6. Стеклянные трубки с оплавленными концами
7. Стеклянные палочки

Реактивы и материалы

1. 4 % водный раствор хлорида кальция
2. Дистиллированная вода
3. Бумажный фильтр
4. Резиновые крышки

Определение содержания общего белка в молоке методом формольного титрования (ГОСТ 25179-90)

Принцип метода. Метод основан на нейтрализации карбоксильных групп моноаминодикарбоновых кислот белков раствором гидроксида натрия, количество которого, затраченное на нейтрализацию, пропорционально массовой доле белка в молоке.

Ход работы

1. В колбу на 50–100 см³ отмеривают пипеткой 10 см³ молока, добавляют 10 капель 1 %-го раствора фенолфталеина, все размешивают и оттитровывают 0,1 н. раствором гидроксида натрия до слабо-розового окрашивания, не исчезающего при взбалтывании.

2. В колбу добавляют 2 см³ нейтрализованного формалина, размешивают, слабо-розовое окрашивание исчезает. В бюретке титровальной установки отмечают уровень щелочи и содержимое колбы вновь оттитровывают до такого же слабо-розового окрашивания, как и в первый раз, не исчезающего при помешивании.

3. Делают отсчет по бюретке, показывающей количество 0,1 н. раствора щелочи, пошедшей на титрование смеси в колбе, и рассчитывают содержание общего белка в молоке. Для установления содержания общего белка количество щелочи, пошедшее на титрование после добавления формалина, умножают на коэффициент 1,94.

Сырье

Молоко цельное

Оборудование

1. Дозатор лабораторный автоматический АТП-1Д
2. Колбы конические вместимостью 150-200 см³
3. Пипетки вместимостью 2, 10 см³
4. Капельницы стеклянные

Реактивы и материалы

1. 0,1 н. водный раствор гидроксида натрия
2. 1 %-ный спиртовой раствор фенолфталеина
3. 30-40 %-ный раствор нейтрализованного формалина
4. Вода дистиллированная

По результатам проделанной работы оформить таблицу 2.2 и сделать выводы.

Таблица 2.2

Исследуемый показатель	Методы определения			
	общего белка			казеина
	Колориметрический (на фотометре КФК-3)	Формольного титрования	Рефрактометрический	По Маттиопуло
Массовая доля белка, %				

Вопросы для самопроверки

1. Назовите функционально-технологические свойства белков.
2. Рефрактометрия: сущность метода, область применения, устройство и принцип работы рефрактометров.
3. Определение белка в молоке на рефрактометре ИРФ-464.
4. Факторы, влияющие на точность анализа.

Список литературы

а) основная литература (библиотека СГАУ)

1. Позняковский, В.М. Безопасность продовольственных товаров (с основами нутрициологии): учебник для подготовки бакалавров и магистров по направлению 38.03.07 "Товароведение" / В.М. Позняковский. - М.: Инфра-М, 2015. - 271 с. - (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-005308-0 (print). - ISBN 978-5-16-101560-5 (online). Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/227413>
2. Проектирование, конструирование и расчет техники пищевых технологий [Электронный ресурс]: учеб. пособие / под ред. Панфилова В.А. - Электрон. дан. - Санкт-Петербург: Лань, 2013. - 912 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/6599>

б) дополнительная литература

1. Нечаев, А.П. Химия пищи / А.П. Нечаев. - Учебник для студентов вузов, обучающихся по направлениям: 552400 'Технология продуктов питания'/- 2-е издание, переработанное и исправленное. - СПб.: ГИОРД, 2010.- 640 с.: ил.
2. Гунькова, П.И. Биотехнологические свойства белков молока: монография / П.И. Гунькова, К.К. Горбатова. - СПб.: ГИОРД, 2015. - 216 с.: ил.

ТЕМА 3. Определение содержания углеводов в продуктах питания

Цель работы: сформировать навык определения массовой доли углеводов в продуктах питания различными методами (на примере молока-сырья).

Определение содержания лактозы в молоке (по Г. Качераускене)

Поляриметрия. Ассиметрический углеродный атом в сахарах делает их оптически активными, способными вращать плоскость поляризации. Это свойство является функцией концентрации водных растворов сахара, поэтому, измеряя угол вращения α , можно определить содержание сахаров.

Характерным показателем каждого оптически активного вещества является его удельное вращение $[\alpha]_D^{20}$ – угол вращения плоскости поляризации при 20°C для линии D натриевого пламени раствором, содержащим 100 г вещества в 100 см³, когда луч в этом растворе проходит путь, равный 100 мм. Для сахарозы $[\alpha]_D^{20}$ равен +66,5°, моногидрата лактозы +52,5°, лактозы безводной +55,3°.

Содержание вещества C в г в 100 см³ раствора рассчитывают по формуле:

$$C = \alpha \cdot 100 / [\alpha]_D^{20} \cdot l ,$$

где α – угол вращения, °; l – длина поляризационной трубки, дм.

Для определения угла вращения плоскости поляризации применяют поляриметры или сахариметры (см. рис.3.1).

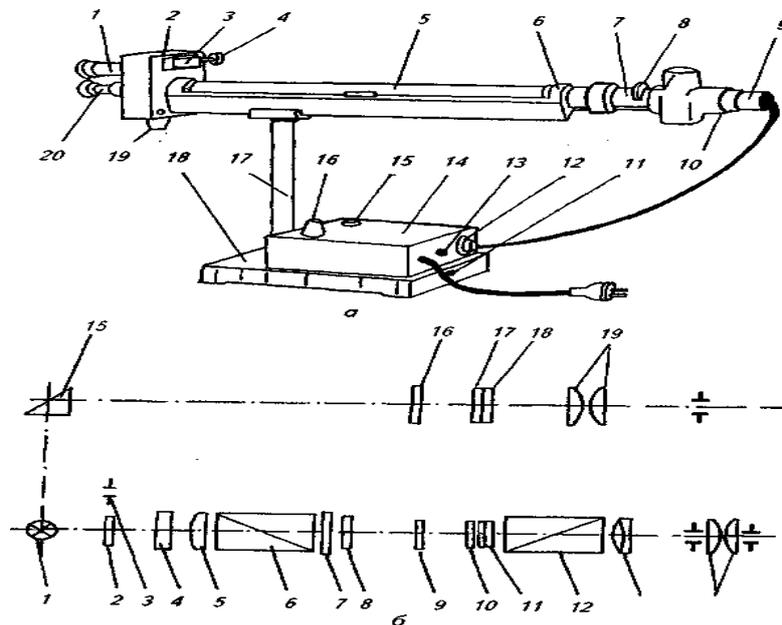


Рис. 3.1. Универсальный сахариметр СУ-5:

a – внешний вид: 1 – лупа, 2 – измерительная головка, 3 – механизм установки нолиуса, 4 – клин, 5 – кюветное отделение, 6 – траверса, 7 – оправа поляризатора, 8 – поворотная обойма, 9 – осветительный узел; 10 – регулировочный винт; 11 – винт заземления; 12 – вилка разъема; 13 – предохранитель; 14 – крышка; 15 – кнопка; 16 – ручка резистора; 17 – стойка; 18 – основание; 19 – рукоятка клинового компенсатора; 20 – зрительная труба; b – оптическая схема: 1 – источник света; 2 – светофильтр; 3 – диа-

фрагма; 4, 5 – конденсатор; 6 – поляризатор; 7 – полутеневая пластина; 8, 9 – защитные стекла; 10 – подвижный кварцевый клин; 11 – неподвижный контрклин; 12 – анализатор; 13 – объектив; 14 – окуляр; 15 – отражательная призма; 16 – светофильтр; 17 – шкала; 18 – нониус; 19 – лупы.

Сахариметр состоит из узла измерительной головки и осветительного узла, соединенных между собой траверсой. Траверса крепится через стойку к основанию. На траверсе укреплены кюветное отделение для поляриметрических кювет и оправка с поляризатором и полутеневой пластиной.

С лицевой стороны измерительной головки расположены лупа для отсчета показаний по шкале и зрительная труба. С тыльной стороны измерительной головки находится механизм установки нониуса, служащий для совмещения нулевого деления нониуса с нулевым делением шкалы с помощью съемного ключа.

В нижней части измерительной головки расположена рукоятка клинового компенсатора, вращением которой перемещают подвижный кварцевый клин и связанную с ним шкалу.

Осветительный узел состоит из патрона с лампой и узла светофильтров со светофильтром и диаграммой.

На стойке находится вилка разъема для подключения осветителя сахариметра к блоку питания с трансформатором.

На основании установлены ручка резистора для регулировки яркости поля зрения и кнопка для включения осветителя.

С тыльной стороны основания выведен шнур с вилкой для включения сахариметра в сеть.

Принцип метода. Метод основан на способности сахарных растворов вращать плоскость поляризации проходящего через них поляризованного луча света. Угол вращения раствором плоскости поляризации луча света в объеме определенной толщины пропорционален концентрации раствора.

Ход работы

1. Подготовка сахариметра к работе

1.1. Установить сахариметр на столе в затемненном помещении для повышения чувствительности глаз оператора.

1.2. Заземлить сахариметр.

1.3. Повернуть ручку резистора до упора против часовой стрелки.

1.4. Включить сахариметр в сеть.

1.5. Включить кнопкой осветитель.

1.6. Установить обойму в положение «С» (светофильтр) - при работе с бесцветными и слабоокрашенными растворами или в положение «Д» (диафрагма) - при работе с темноокрашенными растворами.

1.7. Установить вращением окуляра зрительной трубы максимальную резкость изображения вертикальной линии раздела полей сравнения.

1.8. Установить ручкой резистора такую яркость поля, которая наименее утомляет зрение и при которой наиболее четко воспринимается разница в яркости полей сравнения, если сместить нониус на одно деление с его нулевого положения.

2. Порядок работы

2.1. Установка нуля

2.1.1. Закрывать крышку кюветного отделения без установки в нем кюветы.

2.1.2. Уравнять яркость полей сравнения вращением рукоятки клинового компенсатора.

2.1.3. Установить ключ в механизм установки нониуса.

2.1.4. Совместить нулевое деление нониуса с нулевым делением шкалы, перемещая нониус юстировочным ключом.

2.1.5. Проверить правильность установки нуля не менее 6 раз, поворачивая рукоятку клинового компенсатора против и по часовой стрелке.

Среднее арифметическое из 6 отсчетов по нониусу составляет нулевой отсчет, который должен быть в пределах $\pm 0,05 S^\circ$.

2.2. Подготовка кювет к работе

2.2.1. Конструктивно кюветы представляют собой трубки стеклянные или латунные, закрываемые с обоих концов покровными стеклами при помощи прокладок и гаек. Кюветы имеют номинальную длину 100 и 200 мм. Если имеется отклонение в длине, то действительная длина кюветы, приведенная к 20 °С, наносится на нее.

2.2.2. Перед использованием вымыть кюветы, протереть комком неплотной фильтровальной бумаги, который проталкивается деревянным шомполом, а затем просушить их. Перед наполнением исследуемым раствором промыть кюветы этим раствором 2 – 3 раза. Затем в кювету, закрытую с одной стороны стеклом и гайкой (через прокладку), налить столько жидкости, чтобы она не выступила поверх краев трубки. После того, как пузырьки воздуха, содержащегося в жидкости, поднимутся вверх, закрыть кювету сверху предварительно вымытым и вытертым насухо стеклом. Для того, чтобы под стеклом не оставалось воздушного пузырька, ставить стекло быстро, надвигая его на торец трубки и при этом как бы срезая выступившую жидкость. Если же воздушный пузырек останется, установку стекла повторить, закрутить гайку.

2.2.3. Не пережимать покровные стекла, т.к. в результате этого в них может возникнуть натяжение и вследствие этого дополнительное вращение плоскости поляризации, что влияет на точность результатов измерения.

3. Установка кювет

3.1. Поместить кювету с раствором в кюветное отделение.

3.2. Установить ее, вращая вокруг оси, в такое положение, чтобы линия раздела полей сравнения делила поле зрения на две равные части.

4. Проведение измерений

4.1. Выполнить операции по п.2.

4.2. Установить поляриметрическую кювету с анализируемым раствором в кюветное отделение.

4.3. Уравнять яркость полей сравнения вращением рукоятки клинового компенсатора.

4.4. Произвести отсчет показаний по шкале и нониусу с точностью до $0,05 S^\circ$.

4.5. Снова уравнять яркость полей сравнения и произвести отсчет показаний по шкале и нониусу.

4.6. Данные операции произвести не менее 6 раз вращением рукоятки клинового компенсатора против и по часовой стрелке.

4.7. Вычислить среднее арифметическое 6 отсчетов, которое равно углу вращения плоскости поляризации раствора S° .

5. Окончание работы

- 5.1. Повернуть ручку резистора до упора против часовой стрелки.
- 5.2. Выключить кнопку осветителя.
- 5.3. Очистить кюветное отделение от остатков исследуемых растворов.
- 5.4. Промыть с помощью деревянной палочки с намотанным на нее тонким слоем гигроскопической ваты, смоченной спиртом-ректификатом, защитные стекла кюветного отделения.
- 5.5. Протереть защитные стекла сухой ватой, намотанной на палочку, соблюдая осторожность, чтобы не поцарапать их поверхности.
- 5.6. Протереть мягкой неворсистой салфеткой наружные поверхности сахариметра.
- 5.7. Надеть на сахариметр чехол.
- 5.8. Вымыть, высушить и уложить в футляр используемые кюветы.

Проведение анализа

6.1. Раствор для поляриметрического исследования должен быть прозрачным. Для осаждения белков и жира применяют уксуснокислый цинк и железистосинеродистый калий. На объем осадка вносят поправку, которую находят по изменению концентрации внесенного 0,2 н. раствора бромноватистого калия.

6.2. В стакане на 100 см³ взвешивают 33 г молока с точностью до 0,01 г. Молоко количественно переносят в мерную колбу вместимостью 100 см³, ополаскивая стакан несколько раз водой, доводя количество ее до половины объема колбы. Для осаждения белков и жира в колбу приливают по 5 см³ уксуснокислого цинка и железистосинеродистого калия. Содержимое колбы после добавления каждого реактива осторожно перемешивают, не встряхивая, во избежание образования пузырьков воздуха.

6.3. Содержимое колбы доводят водой до метки и тщательно перемешивают, сильно встряхивая. Через 5 – 10 мин фильтруют через сухой складчатый фильтр в сухую колбу. Фильтрат поляризуют в поляриметрической кювете длиной 200 мм. Отсчет проводят 3 – 5 раз и берут среднеарифметическое.

Содержание лактозы L в продукте (в %) вычисляют по формуле:

$$L = P \cdot K,$$

где K – поправка на объем осадка ($K = 0,9787$); P – показание сахариметра. Расхождение между параллельными данными лактозы должно быть не более 0,2 %.

Сырье

Молоко цельное

Оборудование

1. Сахариметр универсальный СУ–5
2. Кюветы
3. Весы электронные
4. Колбы мерные вместимостью 100 см³
5. Стакан химический вместимостью 100 см³
6. Пипетки вместимостью 5, 10 см³
7. Воронки стеклянные
8. Колбы конические вместимостью 150-200 см³
9. Стеклянные палочки

Реактивы и материалы

1. Водный раствор уксуснокислого цинка
2. Водный раствор железистосинеродистого калия
3. Вода дистиллированная
4. Фильтр бумажный

Приготовление раствора уксуснокислого цинка. 300 г ч.д.а. цинка уксуснокислого растворяют водой в мерной колбе на 1 л.

Приготовление раствора железистосинеродистого калия . 150 г чистого железистосинеродистого калия $K_4Fe(CN)_6$ растворяют в мерной колбе на 1 л.

Определение массовой доли лактозы в молоке рефрактометрическим методом

Принцип метода. Метод основан на определении показателя преломления безбелковой сыворотки. Показатель преломления зависит от температуры, длины волны света и концентрации лактозы.

Подготовка рефрактометра к работе и получение безбелковой молочной сыворотки.

Каплю прозрачной сыворотки наносят на поверхность нижней призмы рефрактометра и немедленно опускают верхнюю призму. Специальным винтом устраняют расплывчатость и радужную окраску линии раздела светотени. Производят отсчет границы темного и светлого полей в рефрактометре, записывают показания по шкале «показатель преломления». Массовую долю молочного сахара можно находят по таблице 3.1.

Таблица 3.1

Показатель преломления при 17,5 °С	Массовая доля молочного сахара, %	Показатель преломления при 17,5 °С	Массовая доля молочного сахара, %	Показатель преломления при 17,5 °С	Массовая доля молочного сахара, %
1,3390	3,01	1,3405	3,72	1,3420	4,49
1,3391	3,06	1,3406	3,77	1,3421	4,51
1,3392	3,11	1,3407	3,82	1,3422	4,59
1,3393	3,16	1,3408	3,87	1,3423	4,64
1,3394	3,21	1,3409	3,93	1,3424	4,69
1,3395	3,26	1,3410	3,98	1,3425	4,74
1,3396	3,31	1,3411	4,04	1,3426	4,79
1,3397	3,36	1,3412	4,08	1,3427	4,87
1,3398	3,42	1,3413	4,13	1,3428	4,89
1,3399	3,47	1,3414	4,18	1,3429	4,95
1,3400	3,52	1,3415	4,23	1,3430	5,00
1,3401	3,57	1,3416	4,28	1,3431	5,05
1,3402	3,62	1,3417	4,33	1,3432	5,10
1,3403	3,67	1,3418	4,38	1,3433	5,20
1,3404	3,7	1,3419	4,44	1,3434	5,15

Сырье

Молоко цельное

Оборудование

1. Рефрактометр ИРФ – 464
2. Водяной термостат 1ТЖ–0–03
3. Пенициллиновые флаконы
4. Термометры спиртовые с диапазоном измерения от 0 до 100 °С
5. Пипетки вместимостью 1, 10 см³
6. Стеклянные трубки с оплавленными концами
7. Стеклянные палочки

Реактивы и материалы

1. 4 % водный раствор хлорида кальция
2. Дистиллированная вода
3. Бумажный фильтр
4. Резиновые крышки

Определение количества молочного сахара объемным методом

Принцип метода. Метод основан на учете количества осадка закиси меди, выделяющегося при кипячении молочной сыворотки с феллинговой жидкостью.

Ход работы

1. Приготовление молочной сыворотки.

1.1. В мерную колбу на 500 мл отмерить 20 мл молока и 400 мл дистиллированной воды. Для осаждения белков и солей последовательно прилить 10 мл раствора CuSO_4 и 6–7 мл раствора NaOH . Колбу плотно закрыть, взболтать содержимое и оставить в покое на 30 мин.

1.2. Долить водой до метки, отфильтровать выпавший осадок для получения прозрачного фильтрата (голубоватого цвета).

2. Получение осадка закиси меди

2.1. К 50 мл фильтрата, перелитого в коническую колбу на 300 мл, добавить по 25 мл 1-го и 2-го растворов феллинговой жидкости и кипятить в течение 6 мин. Дать осесть осадку Cu_2O , жидкость слить на асбестовый фильтр и отсасывать водоструйным насосом (не сильно). Фильтровать можно и через обыкновенную воронку, в которую вложены 2–3 фильтра из плотной бумаги. Предварительно фильтры на воронке запаривают горячей водой (90 °) 3 раза; при запаривании воронку прикрывают стеклом.

2.2. Слив весь синий раствор на фильтр, осадок Cu_2O промыть горячей водой 2–3 раза (около 50 мл). Промывную воду сливают на фильтр. Промыв осадок, воронку с фильтром вставляют в чистую колбу.

3. Определение процентного содержания молочного сахара по количеству чистой меди в осадке закиси меди

3.1. Осадок Cu_2O растворить в 20–25 мл раствора железо-аммиачных квасцов в серной кислоте. Полученный раствор FeSO_4 слить на фильтр; осадок на фильтре должен полностью раствориться (иногда необходимо дополнительно влить на фильтр 5–7 мл раствора сернокислого железа для более полного растворения осадка закиси меди). Сполоснуть колбу горячей водой 2–3 раза, сливая каждый раз воду на фильтр. Раствор FeSO_4 оттитровать раствором KMnO_4 до слабо-розового окрашивания.

3.2. Определить количество чистой меди в осадке и вычислить процентное содержание молочного сахара.

Пример. Титр раствора KMnO_4 по меди 0,01 г, т. е. 1 мл раствора соответствует 0,01 г меди. На титрование раствора сернокислого железа израсходовано 13,7 мл раствора KMnO_4 , что соответствует $13,7 \cdot 0,01 = 0,137$ г, или 137 мг меди.

По таблице 5 это количество меди 137 мг соответствует 99,1 мг молочного сахара, или 0,0991 г. 0,0991 г молочного сахара содержится в 50 мл молочной сыворотки, что соответствует одной десятой части молока, отмеренного в мерную колбу. Следовательно, в 20 мл молока содержится $0,0991 \cdot 10 = 0,991$ г молочного сахара, а в 100 мл молока – $0,991 \cdot 5 = 4,955$ г сахара. С поправкой на плотность содержание молочного сахара равно $4,991: 1,030 = 4,8\%$.

Таблица 3.2

Вычисление количества молочного сахара (в мг)

Медь	Молочный сахар						
1	2	3	4	5	6	7	8
101	72,4	141	102,1	181	132,4	221	162,4
102	73,1	142	102,8	182	133,1	222	163,2
103	73,8	143	103,6	183	133,9	223	163,7
104	74,6	144	104,3	184	134,7	224	164,9
105	75,3	145	105,1	185	135,4	225	165,6
106	76,1	146	105,8	186	136,2	226	166,4
107	76,8	147	106,6	187	136,9	227	167,1
108	77,6	148	107,8	188	137,7	228	167,9
109	78,3	149	108,1	189	138,5	229	168,9
110	79,0	150	108,8	190	139,2	230	169,4
111	79,8	151	109,6	191	140,0	231	170,1
112	80,5	152	110,4	192	140,8	232	170,9
113	81,3	153	111,1	193	141,5	233	171,6
114	82,0	154	111,9	194	142,3	234	172,4
115	82,7	155	112,6	195	143,1	235	173,1
116	83,5	156	113,4	196	143,8	236	173,9
117	84,2	157	114,1	197	144,6	237	174,7
118	85,0	158	114,9	198	146,2	238	175,4
119	85,7	159	115,6	199	146,4	239	176,2
120	86,4	160	116,4	200	146,9	240	176,9
121	87,2	161	117,2	201	147,7	241	177,7
122	87,9	162	117,9	202	148,8	242	178,5
123	88,8	163	118,7	203	149,2	243	179,3
124	89,4	164	119,4	204	149,9	244	180,1
125	90,1	165	120,2	205	150,7	245	180,9
126	90,9	166	120,9	206	151,4	246	181,6
127	91,6	167	121,7	207	152,2	247	182,4

128	92,4	168	122,4	208	152,9	248	183,2
129	93,1	169	123,2	209	153,7	249	184,0
Продолжение таблицы 3.2							
1	2	3	4	5	6	7	8
130	93,8	170	123,9	210	154,4	250	184,8
131	94,6	171	124,7	211	155,2	251	185,6
132	95,3	172	125,5	212	155,9	252	186,3
133	96,1	173	126,2	213	156,7	253	187,1
134	96,9	174	127,0	214	157,4	254	187,8.
135	97,6	175	127,8	215	158,2	255	188,7
136	98,3	176	128,6	216	158,9	256	189,4
137	99,1	177	129,3	217	159,7	257	190,2
138	99,8	178	130,1	218	160,2	258	191,0
139	100,5	179	130,9	219	161,7	259	191,8
140	101,3	180	131,6	220	161,9	260	192,6

4. Определение титра раствора $KMnO_4$ по меди

4.1. Чтобы знать, какому количеству чистой меди соответствует 1 мл раствора $KMnO_4$, необходимо определить его титр по меди. Титр раствора $KMnO_4$ определяется по щавелевокислему аммонiu на основании реакции окисления марганцовокислым калием растворов щавелевокислого аммония и сернокислой закиси железа. Молекулярный вес щавелевокислого аммония равен 142,1, а меди – 63,6; их количественное соотношение можно вычислить на основании пропорции по формуле:

$$\begin{array}{l} 142,1 \text{ г } (NH_4)_2C_2O_4 - (2 \cdot 63,6) \text{ г Cu} \\ a \text{ г } (NH_4)_2C_2O_4 - x \text{ г Cu} \end{array}$$

$$x = \frac{(2 \cdot 63,6) \cdot a}{142,1} = a \cdot 0,8951,$$

где a – навеска щавелевокислого аммония (в г), взятая для определения титра $KMnO_4$ (около 0,25 г).

4.2. Для определения титра раствора необходимо:

- на аналитических весах отвесить в коническую колбу на 200 мл около 0,25 г кристаллического, безводного щавелевокислого аммония;
- прибавить 60 мл дистиллированной воды и осторожно 1–2 мл крепкой химически чистой серной кислоты;
- оттитровать до слабо-розового окрашивания раствором $KMnO_4$;
- рассчитать титр раствора.

Пример. Навеска $(NH_4)_2C_2O_4 = 0,24$ г, что соответствует $0,24 \cdot 0,8951 = 0,21$ г меди. На титрование раствора пошло 20 мл $KMnO_4$.

Титр $KMnO_4$ по меди равен $0,21 / 20 = 0,0105$ г, т. е. 1 мл раствора $KMnO_4$, соответствует 0,0105 г меди.

Сырье

Молоко цельное

Оборудование

1. Колбы мерные вместимостью 500 см³
2. Пипетки вместимостью 10, 20, 25 и 50 см³
3. Цилиндры мерные вместимостью 100–500 см³
4. Бюретка титровальная
5. Воронки
6. Термометры спиртовые с диапазоном измерения от 0 до 100 °С
7. Колбы конические вместимостью 250–500 см³

Реактивы и материалы

1. Дистиллированная вода
2. Раствор CuSO₄ (34,63 г в 500 мл воды)
3. Раствор NaOH (10,2 г в 1 л воды)
4. Раствор феллинговой жидкости
5. Раствор KMnO₄ (5 г в 1 л воды, готовить за неделю до употребления, хранить в бутылке с притертой пробкой в темном месте)
6. Раствор железно-аммиачных квасцов FeNH₄(SO₄)₂
7. Безводный кристаллический щавелевокислый аммоний (NH₄)₂C₂O₄
8. Химически чистая серная кислота плотностью 1,84
9. Фильтровальная бумага

Приготовление раствора железно-аммиачных квасцов. 86 г квасцов FeNH₄(SO₄)₂ растворить в 250 мл воды, отфильтровать в литровую мерную колбу, добавить 25 мл концентрированной H₂SO₄, охладить, долить до метки водой и перемешать.

По результатам проделанной работы оформить таблицу 3.3 и сделать выводы.

Таблица 3.3

Исследуемый показатель	Методы определения		
	Поляриметрический	Рефрактометрический	Объемный
Массовая доля лактозы, %			

Вопросы для самопроверки

1. Поляриметрия: сущность метода, область применения, устройство и принцип работы сахариметров и поляриметров.
2. Определение лактозы в молоке на рефрактометре ИРФ-464.
3. Сущность методов определения сахаров: йодометрический, перманганатный метод Бертрана, феррицианидный.

Список литературы

а) основная литература (библиотека СГАУ)

1. Позняковский, В.М. Безопасность продовольственных товаров (с основами нутрициологии): учебник для подготовки бакалавров и магистров по направлению 38.03.07 "Товароведение" / В.М. Позняковский. - М.: Инфра-М, 2015. - 271 с. - (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-005308-0 (print). - ISBN 978-5-16-101560-5 (online). Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/227413>
2. Проектирование, конструирование и расчет техники пищевых технологий [Электронный ресурс]: учеб. пособие / под ред. Панфилова В.А. - Электрон. дан. - Санкт-Петербург: Лань, 2013. - 912 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/6599>

б) дополнительная литература

1. Нечаев, А.П. Химия пищи / А.П. Нечаев. - Учебник для студентов вузов, обучающихся по направлениям: 552400 'Технология продуктов питания'/- 2-е издание, переработанное и исправленное. - СПб.: ГИОРД, 2010.- 640 с.: ил.
2. Мезенова, О.Я. Проектирование поликомпонентных пищевых продуктов : учебное пособие для студентов вузов по направлению 19.03.03 "Продукты питания животного происхождения" / О.Я. Мезенова. - СПб.: Проспект Науки, 2015. - 224 с.
3. Ковалев, Н.И. Технология приготовления пищи / Н.И. Ковалев, М.Н. Куткина, В.А. Кравцова / СПб: Деловая литература, 2008. – 480с.
4. Позняковский, В.М. Гигиенические основы питания и экспертизы продовольственных товаров / В.М. Позняковский. - Новосибирск: НГУ. - 2002.
5. Скурихин, И.М. Все о пище с точки зрения химика / И.М. Скурихин, А.П. Нечаев.- М.: Высшая школа, 1991.-288 с.
6. Рогов, И.А. Химия пищи / И.А. Рогов. - М.: Колос, 2000. – 384с.
7. Тутельян, В.А. Химический состав и калорийность российских продуктов питания: справочник / В.А. Тутельян. - М.: ДеЛи плюс, 2012. - 284 с.: табл.
8. Богатова, О.В. Промышленные технологии производства молочных продуктов: учебное пособие / О.В. Богатова, Н.Г. Догарева, С.В. Стадникова. - СПб.: Проспект Науки, 2014. – 272 с.
9. Гунькова, П.И. Биотехнологические свойства белков молока: монография / П.И. Гунькова, К.К. Горбатова. - СПб.: ГИОРД, 2015. - 216 с.: ил.

ТЕМА 4. Исследование текстуры пищевых продуктов на консисометре Боствика

Цель работы: сформировать навык исследования текстуры пищевых продуктов на консисометре Боствика.

На формирование консистенции (структуры) продукта оказывают влияние большое число факторов: химический состав и физико-химические свойства основного и вспомогательного сырья, технология, условия хранения и др. Поэтому консистенцию можно рассматривать как показатель, комплексно характеризующий качество, индивидуальный и специфичный для каждого продукта.

Для товаров, имеющих твердожидкую, жидкообразную и жидкую консистенцию, структурно-механические свойства имеют особое значение при решении вопроса идентификации, так как существенно изменяются даже при незначительном изменении состава. Для исследования консистенции пищевых продуктов применяют следующее аналитическое оборудование: структурные анализаторы, спредметры, **консисометры Боствика**, реометры Брукфильда, вискозиметры Оствальда и Убеллоде, прибор Вейлера - Ребиндера и др. Консисометр Боствика предназначен для исследования текучести продукта и является наиболее распространенным в настоящее время прибором. С его помощью изучают стекание пробы по наклоненному на известный угол желобу за определенное время (обычно 60 с).

Принцип метода. Консисометр Боствика (рис. 4.1) используется для определения степени вязкости путем измерения расстояния протекания материала, под воздействием собственной массы, за определенный промежуток времени.

Позволяет производить тестирование на вязкость следующих продуктов: желе, варенье (джемы), соусы и производить стандартизацию партий продуктов. Также используется в химической, лакокрасочной, косметической промышленности.

Консисометр Боствика состоит из желоба, разделенного на две секции заслонкой. Малая секция является накопительной и предназначена для загрузки материала, который будет тестироваться. Дно большой секции имеет градуировку с дискретностью в 0,5 см. Заслонка является начальной точкой и закреплена защелкой. При работе заслонка плавно скользит по желобу, по двум направляющим на боковых стенках. С помощью защелки освобождается крепление над заслонкой, которые удерживают ее в закрытом положении. Два настраиваемых по уровню винта определяют высоту расположения резервуара накопителя с одной стороны желоба.



Рис.4.1 – Консисометр Боствика

Ход работы

Наполните задний накопитель, перед заслонкой, материалом, который необходимо тестировать (75 мл). Выровняйте поверхность с использованием шпателя или другого ровного предмета.

Освободите заслонку, нажав на удерживающие зажимы, под воздействием пружины это произойдет одновременно, одновременно запустите секундомер. В конце выбранного периода времени определите, на какое расстояние материал переместился в желобе. Возьмите максимальное полученное значение в центре желоба и минимальное значение по сторонам желоба и определите среднее значение. Затем среднее значение сравните с заранее определенным значением стандарта.

Сырье

Соус, джем, желе.

Оборудование

1. Консистометр Боствика
2. Стаканы химические вместимостью 100-200 см³
3. Стекланные палочки, шпатель

Вопросы для самопроверки

1. Реология как наука. Основные понятия.
2. Структурно-механические свойства и их характеристики: сдвиговые, компрессионные, поверхностные.
3. Методы и приборы для контроля качества продуктов по сдвиговым характеристикам.
4. Методы и приборы для контроля качества продуктов по компрессионным и поверхностным характеристикам.

Список литературы

а) основная литература (библиотека СГАУ)

1. Позняковский, В.М. Безопасность продовольственных товаров (с основами нутрициологии): учебник для подготовки бакалавров и магистров по направлению 38.03.07 "Товароведение" / В.М. Позняковский. - М.: Инфра-М, 2015. - 271 с. - (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-005308-0 (print). - ISBN 978-5-16-101560-5 (online). Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/227413>

б) дополнительная литература

1. Структура и текстура пищевых продуктов. Продукты эмульсионной природы / В.М. МакКенна (ред.); пер. с англ. под науч. ред. канд. техн. наук Ю.Г. Базарновой. – СПб.: Профессия, 2008. – 480 с., табл., ил. – (Серия: Научные основы и технологии).
2. Филипс, Г.О., Вильямс П.А. Справочник по гидроколлоидам: Пер. с англ. / Под ред. А.А. Кочетковой, Л.А. Сарафановой. - СПб.: ГИОДР, 2006 - 536 с.

ТЕМА 5. Свойства жиров. Определение содержания жиров в продуктах питания

Цель работы: сформировать навык определения массовой доли жира в продуктах питания различными методами (на примере молока-сырья).

Определение жира в молоке ультразвуковым методом с помощью анализатора качества молока «Клевер – 1М»

Ультразвук (УЗ) представляет собой упругие волны с частотой приблизительно от 15-20 кГц до 10^9 Гц. Ввиду малой длины волны ультразвука характер его распространения определяется молекулярной структурой среды, поэтому, измеряя скорость V и коэффициент затухания α , можно судить о молекулярных свойствах вещества.

В настоящее время разработаны УЗ-приборы для анализа состава молока. Анализатор качества молока «Клевер – 1М» (рис. 5.1) предназначен для определения массовой доли жира, СОМО и плотности в пробе молока и сливок. Объем анализируемой пробы 20 см^3 , время измерения – не более 3,5 мин. Диапазоны измерения: массовой доли жира – 0 – 20 %, массовой доли СОМО – 6 – 12 %, плотности – 1000 – 1040 кг/м³.

После залива пробы в пробоприемник и заполнения измерительной камеры включается термостат. Проба подогревается, время подогрева зависит от начальной температуры пробы, и после стабилизации температуры измеряются параметры ультразвука в условных единицах, которые регистрируются на компьютере.

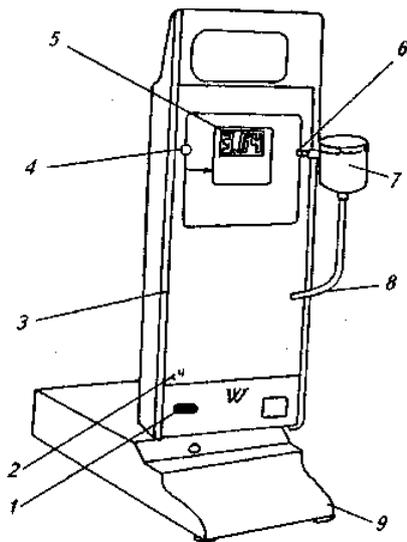


Рис. 5.1 - Ультразвуковой анализатор молока «Клевер-1М»:

1 – разъем для подключения аккумулятора; 2 – передняя панель анализатора; 3 – верхняя часть анализатора; 4 – кнопка для выбора режима работы анализатора; 5 – цифровой индикатор; 6 – держатель; 7 – пробозаборник; 8 – патрубок; 9 – нижняя часть анализатора

Принцип метода. УЗ-метод контроля состава молока основан на измерении изменения скоростей ультразвуковых колебаний в зависимости от массовых долей жира и сухого обезжиренного молочного остатка – СОМО в молоке, определенных при температурах.

Ход работы

1. Подготовка к работе

Прибор приводят в рабочее положение:

- открывают и разъединяют его на две части;
- часть прибора (с источником питания), на поверхности которой расположены направляющие с контактами, устанавливают на горизонтальную поверхность;
- вставляют направляющие в пазы, расположенные на торцевой части блока измерения и, сохраняя вертикальное положение блока измерения, перемещают его по направляющим до упора;
- переводят держатель пробоприемника в рабочее положение; вынимают держатель из гнезда, поворачивают на 90 ° и вновь вставляют в гнездо;
- присоединяют сетевой шнур питания к источнику питания прибора;
- вставляют сетевую вилку источника питания в розетку 220 В (50 Гц) и включают прибор с помощью выключателя.

2. Опробование работы прибора

Опробование заключается в проверке режимов работы прибора.

2.1. Режим прогрева прибора. После включения прибор прогревается 15 – 20 мин. При этом на индикаторе высвечиваются цифры заводского номера прибора. Они должны соответствовать номеру прибора, нанесенного на лицевой панели. На нижнем сегменте индикатора высвечивается номер градуировки.

Например: 2 2 7 8

1

Если в период прогрева прибора в пробоприемнике находилась вода, то по окончании прогрева на индикаторе высвечивается символ «– С –» и издается звуковой сигнал. Этот символ указывает на необходимость слива пробы. При многократном повторении этого символа прибор неисправен.

Если прибор перед включением находился при температуре ниже 10 °С, то возможно срабатывание сигнализации «неисправность прибора» – на индикаторе высвечивается «Н – Н».

В этом случае необходимо выключить прибор и через 20 сек снова включить его. Если индикация ошибки не исчезла, то прибор не исправен.

2.2. Режим готовности к измерениям. После прогрева или слива пробы прибор автоматически переходит в режим готовности к измерениям. Переход в этот режим сопровождается звуковым сигналом, при этом на верхнем индикаторе высвечивается символ «Г», а на нижнем – номер градуировки.

В этом режиме выбирают необходимый номер градуировки нажатием кнопки, расположенной на лицевой панели.

2.3. Режим измерения пробы. В этот режим прибор переходит автоматически после залива пробы. Соответствие символов этому режиму на индикаторе прибора следующее: в верхней части индикатора высвечивается «– →», а в нижней части – номер градуировки.

В этом режиме работы не рекомендуется сдвигать прибор. В начале работы в этом режиме (в первые 1 – 1,5 мин) можно сливать пробу из пробоприемника.

Через 2 – 2,5 мин после залива пробы прибор высвечивает на индикаторе температуру пробы. Значения температуры дополняются символом «С» на нижнем индикаторе.

Например: 2 3 , 2 °

С

2.4. Режим записи градуировок. Прибор включают при нажатой кнопке «Режим». После включения издается звуковой сигнал и на индикаторе высвечивается заводской номер прибора. Кнопку отпускают после окончания звукового сигнала. Прибор переключится в режим записи градуировок. При этом на индикаторе высвечивается заводской номер и символ «8» .

Например: 2 2 7 8
8

В этом режиме проводят запись градуировок из компьютера в микропроцессор прибора. В этом же режиме проводят и запись температурной градуировки. Выход из этого режима осуществляется выключением прибора.

2.5. Режим коррекции нулей. Включают прибор с одновременным нажатием кнопки «Режим» и отпускают ее во время звукового сигнала. Этому режиму соответствует индикация заводского номера прибора и символа «П».

Например: 2 2 7 8
П

По окончании прогрева прибора вместо заводского номера на индикаторе высвечивается символ «Г», а на нижнем – символ «П».

Прибор готов к измерению дистиллированной воды в режиме коррекции нулей.

После проведения семи измерений дистиллированной воды в этом режиме прибор автоматически корректирует градуировки и после слива воды переходит в режим готовности к измерениям.

При необходимости можно прервать работу в этом режиме после любого количества проведенных измерений. В этом случае, чтобы перейти в обычный режим работы, следует выключить и включить прибор.

3. Выполнение измерений на приборе

3.1. Отбор и подготовка проб.

Отбор и подготовку проб производят по ГОСТ 26809 – 86 и ГОСТ 13928 – 84. Прибор анализирует цельное, восстановленное свежее и консервированное молоко. Кислотность молока – не более 20 °Т .

Для удаления растворенного в молоке воздуха пробу нагревают до температуры 45...50 °С, выдерживают 5 мин, перемешивают и охлаждают до 23...27 °С.

При наличии отстоявшегося слоя жира (сливок) пробу молока нагревают на водяной бане до 40...45 °С, перемешивают, охлаждают до 24...26 °С и снова перемешивают. Перемешивание производят переливанием из одной емкости в другую не менее 3 –х раз.

3.2. Проведение измерений.

После выхода прибора в режим готовности к измерениям (на индикаторе прибора высвечен символ «Г»), нажимая кнопку «Номер градуировки» на лицевой панели прибора, устанавливают необходимый для измерения номер градуировки на нижнем индикаторе: 1 – цельное молоко, обрат, сливки; 2, 3 – в зависимости от варианта прибора.

Пробу перемешивают и заливают в пробоприемник до уровня на 10 –15 мм ниже его верхней кромки.

После залива пробы прибор начинает измерение и на индикаторе высвечивается символ «← →». Для получения правильного результата не следует сливать или доливать пробу, передвигать прибор.

Заливают пробу в пробоприемник только во время индикации «Г». Выливают пробу во время индикации «← →» (если необходимо прервать анализ), индикации «← С →» и после вывода на индикатор результатов измерения.

Через 2 – 2,5 мин после залива пробы прибор высвечивает на индикаторе температуру пробы. Значения температуры дополняются символом «С» на нижнем индикаторе.

По истечении следующих 1 – 1,5 мин измерение пробы заканчивается; прибор подает звуковой сигнал, а на индикаторе поочередно выводятся значения массовой доли жира, СОМО и плотности.

Нижний индикатор показывает, какой из параметров высвечивается в данный момент на верхнем сегменте индикатора.

Через 2 мин после начала индикации результатов измерения прибор начинает подавать прерывистый звуковой сигнал, напоминающий о необходимости заливки новой пробы. Фиксируют результаты измерения и выливают пробу из пробоприемника. Через несколько секунд прибор переходит в режим готовности к следующему измерению, на индикаторе высвечивается символ «Г».

После залива следующей пробы в течение 1,5 мин нажатием кнопки «Режим», расположенной на передней панели прибора, на индикатор выводят результаты предыдущего измерения.

При измерении пробы молока с жирностью, отличающейся от предыдущей измеренной пробы более чем на 3 %, необходимо промыть измерительную камеру прибора молоком новой пробы. В режиме «Г» заливают молоко новой пробы в пробоприемник и во время индикации «← →» выливают его. Затем при индикации «Г» заливают пробу для измерения.

Для обеспечения высокой точности измерений необходимо следовать следующим рекомендациям:

– при перерыве между измерениями до 2 ч в режиме «Г» заливают в пробоприемник дистиллированную воду с температурой 15...30 °С и после перехода в режим «← →» выливают ее. Повторяют эту операцию еще один раз. Затем в режиме «Г» заливают дистиллированную воду и оставляют прибор включенным до следующего измерения;

– при перерывах в работе продолжительностью более 2 ч или перед выключением прибора в конце рабочего дня измерительную камеру прибора промывают моющим раствором.

3.3. Ежедневная промывка прибора

Ежедневная промывка предусматривает пятифазовую обработку измерительной камеры по окончании работы при выключенном приборе: предварительное ополаскивание теплой водой для удаления остатков молока; ополаскивание горячей водой; промывка раствором моющего средства для удаления белково-жировой пленки; ополаскивание горячей и теплой водой для удаления СМС; ополаскивание дистиллированной водой.

4. Порядок мойки прибора

4.1. Готовят 200 мл раствора СМС (стиральный порошок «Лоск», «ОМО», «БИО») 2 – 3 % – й концентрации. Полностью растворяют порошок в воде с температурой 55...65 °С до начала промывки.

4.2. В емкость на 200 – 250 мл наливают воду с температурой 25...35 °С. Снимают пробоприемник с держателя и опускают его в емкость с водой. Присоединяют шприц в сжатом положении к патрубку для промывки, который расположен в верхней части прибора. При этом контролируют, чтобы воздух из пробоприемника был вытеснен. Шприцем прокачивают воду через измерительную камеру 10 – 15 раз, сливают воду в емкость и отсоединяют шприц от патрубка.

4.3. В емкость наливают воду с температурой 55...65 °С и проводят операции по п.2. Затем те же операции проделывают с раствором СМС. После чего промывают прибор

дважды водой с температурой 55...65 °С, а затем водой с температурой 25...35 °С. Завершает мойку ополаскивание дистиллированной водой с температурой 15...25 °С.

После ополаскивания холодной водой в пробоприемник наливают дистиллированную воду и оставляют прибор залитым водой до следующего рабочего дня.

4.4. Проверка работоспособности прибора

Проверка работоспособности прибора заключается в проверке режимов работы прибора по п. 2 и измерении дистиллированной воды. Контроль отклонений показаний прибора проводят ежедневно перед началом работы. Для этого проводят два раза предварительное измерение дистиллированной воды, а затем контрольное измерение дистиллированной воды.

Результат контроля считают удовлетворительным, если выполняется условие: массовая доля жира в дистиллированной воде – $\pm 0,06$ %; массовая доля СОМО в дистиллированной воде – $\pm 0,15$ %; плотность в дистиллированной воде – $0,00$ °А.

При неудовлетворительном результате контроля прибор дополнительно прогревают 5 мин и контроль повторяют.

Сырье

Молоко цельное

Оборудование

4. Анализатор качества молока «Клевер – 1М»
5. Термометры спиртовые от 0 до 100 °С
6. Стаканы химические вместимостью 100-200 см³
7. Стеклянные палочки

Реактивы

1. 2-3 % раствор стирального порошка («Лоск», «ОМО», «БИО»)
2. Дистиллированная вода

Определение массовой доли жира в молоке (ГОСТ 5867–90)

Для определения массовой доли жира в молоке применяют кислотный метод Гербера. Определение массовой доли жира в молоке необходимо для расчетов с поставщиков молока.

Принцип метода. Метод основан на выделении жира из молока и молочных продуктов под действием концентрированной серной кислоты и изоамилового спирта с последующим центрифугированием и измерении объема выделившегося жира в градуировочной части жиromeра.

Ход работы

1. В чистый молочный жиromeр, стараясь не замочить горлышко, наливают 10 см³ серной кислоты и осторожно, чтобы жидкости не смешивались, добавляют пипеткой 10,77 см³ молока, приложив кончик пипетки к горлышку жиromeра под углом. Молоко из пипетки должно вытекать медленно и после опорожнения пипетку отнимают от гор-

лышка жиросмера не ранее чем через 3 с. Выдувание молока из пипетки не допускается. Затем в жиросмер добавляют 1 см^3 изоамилового спирта.

2. Жиросмер закрывают сухой пробкой, вводя ее немного более чем наполовину в горлышко жиросмера, затем жиросмер встряхивают до полного растворения белковых веществ, перевортывая 4-5 раз так, чтобы жидкости в нем полностью перемешались, после чего жиросмер ставят пробкой вниз на 5 мин в водяную баню с температурой $(65 \pm 2) \text{ }^\circ\text{C}$.

3. Вынув из бани, жиросмеры вставляют в патроны центрифуги рабочей частью к центру, располагая их симметрично, один против другого. При нечетном числе жиросмеров в центрифугу помещают жиросмер, наполненный водой. Жиросмеры центрифугируют 5 мин со скоростью вращения не менее $1000 \text{ с}^{-1}/\text{мин}$.

4. Затем жиросмеры вынимают из центрифуги и погружают пробками вниз в водяную баню с температурой $(65 \pm 2) \text{ }^\circ\text{C}$ на 5 мин.

5. Жиросмеры вынимают из водяной бани и быстро производят отсчет жира. При этом жиросмер держат вертикально, граница жира должна находиться на уровне глаз. Движением пробки вверх и вниз устанавливают нижнюю границу столбика жира на целом делении шкалы жиросмера и от него отсчитывают число делений до нижней точки мениска столбика жира. Граница раздела жира и кислоты должна быть резкой, а столбик жира прозрачным. При наличии кольца (пробки) буроватого или темно-желтого цвета, а также различных примесей в жировом столбике анализ проводят повторно. Показание жиросмера соответствует массовой доле жира в молоке в процентах. Объем 10 малых делений шкалы молочного жиросмера соответствует 1 % жира в продукте. Отсчет жира проводят с точностью до одного маленького деления жиросмера. Расхождения между параллельными определениями не должно превышать 0,1 % жира. За окончательный результат принимают среднее арифметическое двух параллельных определений.

Сырье

Молоко цельное

Оборудование

1. Центрифуга
2. Жиросмеры для молока
3. Штатив для жиросмеров
4. Водяная баня
5. Секундомер
6. Термометр стеклянный спиртовой от 0 до $100 \text{ }^\circ\text{C}$
7. Пипетки вместимостью $10,77 \text{ см}^3$ для отмеривания молока
8. Приборы-автоматы вместимостью 10 и 1 мл для отмеривания серной кислоты и изоамилового спирта.

Реактивы и материалы

1. Кислота серная плотностью $1,81-1,82 \text{ г/см}^3$
2. Спирт изоамиловый плотностью $0,811-0,813 \text{ г/см}^3$
3. Пробки резиновые

Бесцентрифужный метод определения жира (по Г. Инихову)

Принцип метода. Метод основан на выделении жира из молока под действием щелочного раствора и смеси спиртов.

Ход работы

1. В жиромеры для молока пипеткой или дозатором вносят 10 см^3 щелочного раствора, строго следя за тем, чтобы не замочить внутренние стенки горла жиромера. Пипеткой на $10,77 \text{ см}^3$ отмеривают молоко и как при кислотном методе вносят в жиромер. К молоку приливают 1 см^3 смеси спиртов.

2. Жиромеры закрывают пробками, тщательно смешивают содержимое, встряхивают до образования пены, и помещают в водяную баню пробками вверх. Температура воды в бане $70 \dots 73 \text{ }^\circ\text{C}$. Жиромеры в бане энергично встряхивают два раза через 5 мин и затем еще 10 мин. Жиромеры перевертывают пробками вниз и оставляют в таком положении в бане на 10 – 15 мин до исчезновения пены.

3. Переносят жиромеры в баню с температурой $65 \text{ }^\circ\text{C}$ на 5 мин и отсчитывают показания жиромеров. При наличии на поверхности жира пены жиромеры слегка встряхивают и вновь ставят в баню пробкой вниз на 10 мин, затем отсчитывают показания.

Сырье

Молоко цельное

Оборудование

1. Молочные жиромеры
2. Штатив для жиромеров
3. Водяная баня
4. Часы песочные
5. Термометр стеклянный спиртовой от 0 до $100 \text{ }^\circ\text{C}$
6. Пипетки вместимостью $5, 10, 10,77 \text{ см}^3$
7. Приборы-автоматы вместимостью 10 и 1 мл для отмеривания щелочного раствора и смеси спиртов

Реактивы и материалы

1. Щелочной раствор
2. Смесь спиртов
3. Пробки резиновые для жиромеров

Приготовления щелочного раствора. 30 г NaOH осторожно растирают в ступке и растворяют в 300 см^3 воды в фарфоровой чашке при помешивании стеклянной палочкой или фарфоровым шпателем. В стакане или колбе растворяют 40 г безводного углекислого натрия в 300 см^3 воды при нагревании до температуры $65 \dots 70 \text{ }^\circ\text{C}$. В третьем сосуде растворяют 75 г хлористого натрия в $200 - 250 \text{ см}^3$ воды. Растворы смешивают, переливая в мерную колбу или цилиндр на 1 л , доводят до метки водой. Жидкость про-

фильтровывают через воронку с ватным фильтром и хранят в бутылках с корковыми или резиновыми пробками.

Приготовление смеси спиртов. 6,5 объемных частей изоамилового спирта смешивают с 10,5 объемными частями 96 % этилового спирта.

Определение жира буратным методом

Буратный метод определения жира более безопасен для работающего, чем кислотный. Однако им можно пользоваться только при исследовании свежесвыдоенного молока. При анализе консервированных проб и проб с повышенной кислотностью получают не всегда точные данные. Недостатком метода является и то, что часто выскакивают пробки из жиромеров; требуется более длительный период выдержки жиромеров в водяной бане и перемешивание их при этом.

Принцип метода. Метод основан на выделении жира из молока под действием раствора бурат с последующим центрифугированием и измерении объема выделившегося жира в градуировочной части жиромера.

Ход работы

1. В молочный жиромер отмеривают 10 мл раствора бурат, затем добавляют пипеткой 10,77 мл хорошо размешанного молока. Жиромер закрывают пробкой, размещают содержимое и ставят на 10 мин в водяную баню с температурой 65-70 °С. За это время 2–3 раза размешивают содержимое жиромеров.

2. Центрифугируют жиромеры в течение 5–7 мин при 1000 об/мин. После центрифугирования снова ставят жиромеры в баню на 5 мин, после чего вынимают из бани, вытирают насухо и проводят отсчет по шкале.

Сырье

Молоко цельное

Оборудование

1. Центрифуга
2. Молочные жиромеры
3. Штатив для жиромеров
4. Водяная баня
5. Часы песочные
6. Термометр стеклянный спиртовой от 0 до 100 °С
7. Пипетки вместимостью 10,77 см³
8. Приборы-автоматы вместимостью 10 мл для отмеривания раствора бурат

Реактивы и материалы

1. Раствор бурат
2. Пробки резиновые для жиромеров

Приготовление реактива бурат: 10 г борнокислого натрия (бура – $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$) растворить в 1000 мл дистиллированной или прокипяченной воды, добавить 82 мл

изоамилового спирта, 600 мл 96 ° этилового спирта. 96 ° спирт можно заменить спиртом другой концентрации после соответствующего расчета.

Пример. Нужно заменить 96 ° этиловый спирт на 40 °.

Требуется 40 ° спирта: $600 \cdot 96 / 40 = 1440$ мл. Но в связи с изменением объема спирта заменяется и содержание воды в реактиве. Поэтому вместо 1000 мл надо взять 160 мл воды (1600–1440).

Для получения резкой границы жирового слоя и удобств отсчета в раствор бурат прибавляют краску – судан III. Раствор бурат хранят в стеклянной бутылки, плотно закрытой каучуковой пробкой.

Результаты исследований занести в таблицу 5.1.

Таблица 5.1

Наименование показателя	Методы определения массовой доли жира в молоке			
	кислотный	буратный	бесцентри-фужный	ультразвуковой (анализатор «Клевер–1М»)
Массовая доля жира, %				

Вопросы для самопроверки

1. Сущность методов определения жира в молоке и молочных продуктах: гравиметрический по Розе-Готлибу, кислотный по Герберу.
2. Факторы, влияющие на точность определения жира в пищевых продуктах.
3. Свойства жиров.

Список литературы

а) основная литература (библиотека СГАУ)

1. Позняковский, В.М. Безопасность продовольственных товаров (с основами нутрициологии): учебник для подготовки бакалавров и магистров по направлению 38.03.07 "Товароведение" / В.М. Позняковский. - М.: Инфра-М, 2015. - 271 с. - (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-005308-0 (print). - ISBN 978-5-16-101560-5 (online). Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/227413>

2. Проектирование, конструирование и расчет техники пищевых технологий [Электронный ресурс]: учеб. пособие / под ред. Панфилова В.А. - Электрон. дан. - Санкт-Петербург: Лань, 2013. - 912 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/6599>

б) дополнительная литература

1. Нечаев, А.П. Химия пищи / А.П. Нечаев. - Учебник для студентов вузов, обучающихся по направлениям: 552400 'Технология продуктов питания'/- 2-е издание, переработанное и исправленное. - СПб.: ГИОРД, 2010.- 640 с.: ил.

2. Скурихин, И.М. Все о пище с точки зрения химика / И.М. Скурихин, А.П. Нечаев.- М.: Высшая школа, 1991.-288 с.

3. Рогов, И.А. Химия пищи / И.А. Рогов. - М.: Колос, 2000. – 384с.

4. Тутельян, В.А. Химический состав и калорийность российских продуктов питания: справочник / В.А. Тутельян. - М.: ДеЛи плюс, 2012. - 284 с.: табл.

ТЕМА 6. Сущность ферментативного действия. Влияние различных факторов на скорость ферментативной реакции

Цель работы: изучение методов определения ферментов в молоке и молочных продуктах, ознакомление с сущностью ферментативного действия и условиями протекания ферментативной реакции.

Приборы и реактивы: химический стакан на 100 мл, пробирки; водяная баня; резиновые пробки; термометры; 0,3%-ный раствор перекиси водорода, 10%-ный раствор H_2SO_4 ; 0,1н раствор $KMnO_4$; 0,02%-ный спиртовой раствор метиленовой сини; 0,4%-ный раствор формальдегида; вазелиновое масло; йодистокалиевый крахмал; 0,5%-ный раствор перекиси водорода; раствор фенолфталеинфосфат натрия, термометры спиртовые; водяная баня; химические колбы на 100, 250 мл; шпатель; сычужный фермент; 10 %-ный раствор $CaCl$.

Ферменты – химические вещества (катализаторы), вырабатываемые животными, растениями и микроорганизмами, способные ускорять реакции, оставаясь сами без изменения. Ферменты реагируют только с определенными веществами или классом соединений. При этом из множества термодинамически возможных превращений ферменты катализируют только один какой – либо процесс. Скорость реакций, протекающих под влиянием ферментов, в известных пределах зависит от количества фермента и количества субстрата, а также от концентрации продуктов реакции. Таким образом, ферментативные реакции подчиняются закону действующих масс, что дает полное основание допустить, что фермент вступает во временное соединение с субстратом, на который он действует. Это временное соединение является непрочным, – оно быстро распадается. Схематически участие фермента в катализируемой им реакции можно представить следующим образом:

$AB - A + B$ Реакция идет медленно
 $AB + \text{фермент} - A \text{ фермент} + B$ Реакция идет быстро
 $A \text{ фермент} - A + \text{фермент}$ Реакция идет быстро

или

$AB + \text{фермент} - AB \text{ фермент}$ Реакция идет быстро
 $AB \text{ фермент} - A + B + \text{фермент}$ Реакция идет быстро

По этим схемам в конце реакции фермент освобождается в неизменном виде и может вступить в реакцию с новыми молекулами субстрата.

Протеаза – способствует гидролитическому распаду белков молока до аминокислот.

Лактаза – фермент, расщепляющий молочный сахар на глюкозу и галактозу.

Липаза – фермент, расщепляющий жиры на глицерин и жирные кислоты.

Ход работы

- 1.Определение каталазы методом Зайковского и Алексеевой
- 2.Качественная реакция на дегидрогеназу
- 3.Реакция на пероксидазу
- 4.Реакция на фосфатазу
- 5.Сущность ферментативного действия
- 6.Влияние температуры на скорость ферментативной реакции
- 7.Влияние активаторов и ингибиторов на активность ферментов
- 8.Влияние рН на активность фермента

9. Активность сычужного фермента

Определение каталазы методом Зайковского и Алексеевой

Сущность метода. Количество каталазы в молоке до известной степени служит признаком отличия нормального молока от патологического и молозива. Если молоко свежее, а число каталазы больше, то это указывает на маститное молоко или молозиво.

К 2 мл свежего молока прибавляют 90 мл воды, 5 мл 0,3%-ного раствора перекиси водорода и все оставляют при комнатной температуре на ½ часа. Одновременно берут вторую пробу этого же молока, предварительно прокипяченного и охлажденного, прибавляют к нему в том же количестве воду и перекись водорода. После 30 мин. стояния общих проб к ним прибавляют по 5 мл 10%-ного раствора H_2SO_4 и титруют 0,1н раствором $KMnO_4$. Титрование прекращают, когда капля раствора $KMnO_4$ дает розовую окраску и не исчезает, в продолжение примерно 15 сек. Исчезновение окраски в более поздний срок обуславливается не действием $KMnO_4$ на перекись водорода, а окислением органических составных частей молока.

Разница между числом 0,1н раствора $KMnO_4$, идущего на титрование сырого и кипяченого молока, соответствует содержанию каталазы, и по количеству мл $KMnO_4$ может быть выражено в мг кислорода умножением на коэффициент 0,8.

Качественная реакция на дегидрогеназу

В молоке определяют две анаэробных дегидрогеназы – альдегиддегидраза (фермент Шардингера), катализирующая окисление альдегидов, и ксантиндегидраза, окисляющая ксантин в мочевую кислоту.

В 2 пробирки наливают по 1 мл сырого молока. В первую добавляют 1 каплю 0,02%-ного спиртового раствора метиленовой сини и 1 каплю 0,4%-ного раствора формальдегида, во вторую – 1 каплю 0,02%-ного спиртового раствора метиленовой сини. Затем в обе пробирки наливают по несколько капель вазелинового масла для прекращения доступа воздуха к молоку. Пробирки помещают в водяную баню при температуре 50°C. Через некоторое время в первой пробирке, если в молоке имеется альдегиддегидраза, жидкость обесцвечивается.

Реакция на пероксидазу

Пероксидаза, а так же фосфатаза, присутствующие в сыром молоке, при нагревании его разрушаются, пероксидаза почти моментально при температуре 82–85°C, фосфатаза при 72°C в течение 20 с. и при более высоких – моментально. Для контроля эффективности пастеризации использованы свойства этих ферментов давать цветные реакции с некоторыми реактивами.

Реакцию на пероксидазу проводят с применением йодистокалиевого крахмала. При окислении кислородом из йодистого калия освобождается йод, дающий с крахмалом синее окрашивание.

Отмеривают в пробирку 5 мл молока, прибавляют 5 капель раствора йодистокалиевого крахмала и 5 капель 0,5%-ного раствора перекиси водорода. Содержимое пробирок тщательно перемешивают вращательными движениями после добавления каждого реактива. При правильно проведенной пастеризации пероксидаза разрушается, цвет содержимого пробирок не изменяется.

Реакция на фосфатазу

Реакцию на фосфатазу проводят с использованием фенолфталеина натрия. Натриевая соль фенолфталеинфосфата в буферном растворе (рН 9,8) бесцветная. При гидролизе фосфатаза молока отщепляет от не фосфат, вследствие чего освобождается фенолфталеин, который в щелочной среде дает ярко-розовое окрашивание.

В пробирку отмеривают 2 мл молока и 1 мл раствора фенолфталеинфосфата натрия. Пробирку с молоком закрывают резиновой пробкой, содержимое взбалтывают. Затем помещают в водяную баню с температурой 38–40°C, определяют окраску содержимого через 10 мин. и через 1 час. Если исследуемое молоко не было пастеризованным, т.е. не разрушена фосфатаза, обычно в течение этого периода одержимое приобретает окраску от светло- до ярко-розовой.

Влияние температуры на скорость ферментативной реакции

Скорость ферментативной реакции с повышением температуры увеличивается. Однако это наблюдается в ограниченном диапазоне температур, так как повышение их влияет не только на скорость катализируемой реакции, но и на денатурацию молекул фермента. При высоких температурах (50–100 °С) коллоидно-химическая структура ферментов разрушается и в результате они утрачивают каталитическую активность. Для всех ферментов существуют диапазоны температур, при которых они не денатурируются и полностью проявляют каталитическое действие.

Температурный оптимум для ферментов животного происхождения составляет около 37 °С, для ферментов растительного происхождения 20–25 °С и для бактериальных ферментов–20–37 °С в зависимости от вида бактерий.

При низких температурах скорость реакции настолько замедляется, что активность фермента резко падает.

Задание 1. Изучить влияние температуры на скорость ферментативной реакции. С этой целью изучают действие ферментов при трех различных температурах (минимальной, оптимальной и максимальной) заданных преподавателем.

Результаты опытов заносят в таблицу 6.1.

Таблица 6.1

№	Температура ферментации, °С	Время свертывания, сек
1		
2		
3		

На основании полученных данных следует построить график зависимости температуры от времени свертывания молока и сделать вывод.

Влияние рН на активность фермента

Для каждого фермента существует оптимальное значение рН, т.е. такая величина рН, при которой катализируемая ферментом реакция протекает с наибольшей скоростью.

Оптимальное значение рН так же, как и изометрическая точка, служит для характеристики ферментов. За пределами оптимальной зоны рН, т.е. при более высоких или

более низких значениях рН, скорость ферментативной реакции падает. Сычужный фермент проявляет свою активность при рН 5,2 – 6,3.

Задание 2. Изучить влияние рН на скорость ферментативной реакции. Для этой цели, изучают действие ферментов, в среде с различной рН, заданной преподавателем. Полученные данные заносят в таблицу 6.2.

Таблица 6.2

№ п/п	Значение рН среды	Скорость ферментативной реакции, сек.
1		
2		
3		

На основании данных построить график, отражающий зависимости рН среды от скорости ферментативной реакции, сделать вывод.

Влияние активаторов и ингибиторов на активность ферментов

Активности некоторых ферментов способствуют соли кальция, железа марганца.

Для поддержания активности фермента в молоко, предназначенное для выработки сырого сгустка, вносят препараты кальция.

Высокие концентрации солей щелочных и щелочно-земельных металлов и минеральных кислот (2 – 5 %), даже NaCl, тормозят активность ферментов; низкие же концентрации либо совсем не оказывают влияния, либо в некоторых случаях стимулируют деятельность ферментов. Соли азотной и серной кислот действуют на ферменты угнетающе.

В тонкостенные пробирки наливают 10 мл молока и 0,8 мл 10 % раствора CaCl₂; все перемешивают и осторожно нагревают на водяной бане.

Нормальное молоко при температуре около 60° С, что определяют, спустив в пробирку термометр, должно желатинизоваться. Желатинизация молока при температуре выше 70 °С является признаком болезни вымени коровы. Разбавление молока водой в количестве до 30 % не изменяет температуры желатинизации.

Активность сычужного фермента

Под активностью сычужного фермента понимается количество единиц молока, которое свернется одной единицей фермента при температуре 37 °С в течении 40 мин. Активность сычужного фермента соответствует 80000 – 100000 единицам.

В коническую колбу или стакан отвешивают на аналитических весах 1 г. средней пробы испытуемого сычужного порошка и приливают 100 мл питьевой воды, нагретой до 35 °С. 1 мл этого раствора разводят водой до 100 мл. Сравнивают активность испытуемого порошка с раствором эталона, приготовленного также.

Свежее сборное молоко кислотностью 18 – 20 °Т (100 мл) отмеривают в химический стакан емкостью 150 – 200 мл, нагревают до 35 °С, вносят 1 мл приготовленного раствора порошка, быстро размешивают, замечая по секундомеру время внесения фермента. Стакан помещают в водяную баню с температурой 35 °С, которую поддерживают до

окончания определения. Молоко в стакане оставляют в покое. Момент начала свертывания молока определяют шпателем, время от времени захватывая кончиком его немного молока и, давая стекать молоку со шпателя, наблюдают появление хлопьев.

Продолжительность свертывания молока определяют по секундомеру, считая с момента внесения в молоко раствора до появления хлопьев. Отмерив продолжительность свертывания эталона и испытуемого порошка, активность последнего рассчитывают по формуле:

$$X = (A \times M)/H,$$

где А – активность эталона, выраженная в единицах;

М – время свертывания молока эталоном;

Н – время свертывания молока испытуемым порошком.

Для получения более точных результатов активность той же пробы определяют 2 – 3 раза.

Эталоном является препарат сычужного фермента или пепсина установленной активности (обычно 100000 условных единиц).

Приготавливают растворы исследуемого сычужного порошка и эталона, как указано выше и обоими растворами с небольшим интервалом заквашивают молоко, полученное от одного источника, отмеренное в два химических стакана по 100 мл при 35 °С.

Вопросы для самопроверки

1. Понятие о ферментах.
2. В чем заключается сущность ферментативного действия?
3. Факторы, влияющие на скорость ферментативной реакции.
4. Что служит активаторами и ингибиторами в протекании ферментативной реакции?
5. Понятие активности сычужного фермента.
6. Методика определения активности сычужного фермента.

Список литературы

а) основная литература (библиотека СГАУ)

1. Позняковский, В.М. Безопасность продовольственных товаров (с основами нутрициологии): учебник для подготовки бакалавров и магистров по направлению 38.03.07 "Товароведение" / В.М. Позняковский. - М.: Инфра-М, 2015. - 271 с. - (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-005308-0 (print). - ISBN 978-5-16-101560-5 (online). Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/227413>

2. Проектирование, конструирование и расчет техники пищевых технологий [Электронный ресурс]: учеб. пособие / под ред. Панфилова В.А. - Электрон. дан. - Санкт-Петербург: Лань, 2013. - 912 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/6599>

б) дополнительная литература

1. Нечаев, А.П. Химия пищи / А.П. Нечаев. - Учебник для студентов вузов, обучающихся по направлениям: 552400 "Технология продуктов питания"/- 2-е издание, переработанное и исправленное. - СПб.: ГИОРД, 2010.- 640 с.: ил.

ТЕМА 7. Изменение витамина С при тепловой обработке

Цель работы: Изучить витаминный состав молока и ознакомиться с методами определения витаминов.

Приборы и реактивы: Колбы емкостью 100 – 150 мл, микробюретка, термометры, электрическая плитка; 0,001н раствор 2,6–дихлорфенолиндофенол, насыщенный раствор уксуснокислого натрия; фильтровальная бумага.

Витамины – это физиологически активные низкомолекулярные органические соединения, необходимые для нормального функционирования животного организма. Они обеспечивают нормальное течение биохимических процессов, повышают устойчивость организма к заболеваниям. При недостатке витаминов возникают заболевания (авитаминозы).

Витамины подразделяют на жирорастворимые (А, D, E) и водорастворимые (витамины группы В, С и др.).

Рассмотрим витамины, содержащиеся в молоке.

Витамин А (ретинол). Он способствует росту и развитию организма, предохраняет от заболевания глаз и некоторых других заболеваний, играет роль в обмене веществ в организме. Образуется витамин А в организме из красящего вещества каротина, поступающего с кормом. Много каротина содержится в зеленых частях растений, в моркови и некоторых других кормах. Поэтому летом витамина А в молоке и масле больше. Витамин А, растворенный в жире, придает молоку желтоватую окраску. Летом при увеличении количества витамина А масло имеет желтый цвет. Разрушается витамин А при нагревании до высокой температуры и на солнце.

Витамин D (антирахитический). Он образуется в животном организме из жироподобного вещества стерина (фитостерола). В молоке коров, пасущихся на зеленом пастбище при солнечном освещении, количество витамина D повышается в 5 – 8 раз. При пастеризации молока витамин D не разрушается.

Витамин В₁ (тиамин). Этот витамин предупреждает заболевание полиневритом, имеет важное значение для нормального углеводного и жирового обмена. Он входит в состав фермента карбоксилазы. Содержание витамина В₁ в молоке почти постоянное и не зависит от кормов. При пастеризации молока количество витамина В₁ снижается.

Витамин В₂ (рибофлавин). Он входит в состав ферментов, обеспечивающих окислительно–восстановительные процессы, участвует в обмене веществ. При пастеризации молока количество витамина В₂ снижается незначительно: при свертывании молока он переходит в сыворотку, окрашивая её в желтоватый с зеленоватым цвет.

Витамин В₃ (пантотеновая кислота). Он содержится в цельном молоке в количестве около 2,7 мг/ кг, стимулирует рост молочно – кислых и других бактерий.

Витамин РР (никотиновая кислота, никотинамид). Этот витамин входит в состав окислительно–восстановительных ферментов, положительно влияет на усвоение питательных веществ и на другие процессы. Витамин РР устойчив, при обработке количество его не снижается.

Витамин С (аскорбиновая кислота). Это близкое к сахарам соединение, обладающее сильными восстановительными свойствами. Витамин С предупреждает заболевание цингой, повышает устойчивость организма к инфекционным заболеваниям; нередко применяется как антиокислитель. Количество аскорбиновой кислоты в молоке зимой выше, чем летом. Аскорбиновая кислота чувствительна к окислению, количество при обработке молока с доступом воздуха снижается.

Содержание в молоке основных витаминов приведено в таблице 7.1.

Содержание основных витаминов в молоке

Витамины	Содержание в 1 кг молока, мг
А (ретинол)	0,24
В1 (тиамин)	0,45
В2 (рибофлавин)	1,33
С (аскорбиновая кислота)	13,7
РР (никотиновая кислота)	1,58

При тепловой обработке содержание витаминов в молоке изменяется (см. табл. 7.2).

Таблица 7.2

Изменение массовой доли витаминов в молоке при тепловой обработке

Тепловая обработка	Потери витаминов, %				
	А (ретинол)	В ₁ (тиамин)	В ₂ (рибо- флавин)	РР (никоти- новая ки- слота)	С (аскорби- новая ки- слота)
Пастеризация при 62°С в течении 3 мин	3,9 – 4,6	9,1 – 9,8	2 – 3,9	–	20
При 71–74°С в течении 10–12 сек	10 – 16	25 – 27	0 – 10	0	9 – 12
Высокотемператур- ная, кратковременная	–	10	0	0	–
Кипячение	18 – 22	10 – 20	0 – 5	0 – 5	10 – 15
Сгущение молока	22 – 23	2,2 – 5,4	0,5 – 5,0	0	7,3 – 21,7

Ход работы

Определение аскорбиновой кислоты в молоке

Сущность метода заключается в том, что кислый фильтрат молока (сыворотка) титруется окислительно-восстановительным индикатором 2,6-дихлорфенолиндофенолом.

При наличии витамина С 2,6-дихлорфенолиндофенол – синяя окраска – восстанавливается до бесцветной лейкоформы. Количество обесцвеченной краски пропорционально количеству аскорбиновой кислоты.

К 50 мл молока в конической колбе емкостью 100 – 150 мл прибавляют 4 мл насыщенного раствора щавелевой кислоты. После взбалтывания приливают 10 мл насыщенного раствора хлористого натрия, опять взбалтывают и фильтруют. Из фильтра (сыворотки) отмеривают пипеткой 25 мл в коническую колбу емкостью 100 мл, прибавляют 7,5 мл насыщенного раствора уксуснокислого натрия и титруют из микропипетки 0,001н раствором 2,6-дихлорфенолиндофенола до появления устойчивой в течение 30 секунд голубой окраски. Количество миллилитров раствора 2,6-дихлорфенолиндофенола, израсходованных на титрование, умножают на 2,4 и получают число миллилитров 2,6-дихлорфенолиндофенола, соответствующее 50 мл молока.

1 мл 0,001н раствора 2,6-дихлорфенолиндофенола соответствует 0,088 мг аскорбиновой кислоты.

Если количество аскорбиновой кислоты (витамина С) необходимо выразить в 1 л молока, то число, полученное для 50 мл, нужно умножить на 20.

Для изучения влияния температурной обработки молока на изменение массовой доли витамина С необходимо пробу сырого молока подвергнуть тепловой обработке при разных режимах:

65°С в течение 30 мин

85°С в течение 5 сек.

95°С без выдержки.

Затем пробу охладить до температуры 20°С и определить массовую долю витамина С.

Результаты работы занести в таблицу 7.3.

Таблица 7.3

Изменение массовой доли витамина С в процессе тепловой обработки

До обработки	Температурный режим обработки		
	65°С 30 мин	85°С 5 сек	95°С без выд.

Сделать выводы о влиянии температуры пастеризации на содержание витамина С.

Вопросы для самопроверки

1. Понятие о витаминах.
2. Виды витаминов, содержащихся в молоке.
3. Влияние тепловой обработки на массовую долю витаминов в молоке.
4. Методика определения витамина С.

Список литературы

а) основная литература (библиотека СГАУ)

1. Позняковский, В.М. Безопасность продовольственных товаров (с основами нутрициологии): учебник для подготовки бакалавров и магистров по направлению 38.03.07 "Товароведение" / В.М. Позняковский. - М.: Инфра-М, 2015. - 271 с. - (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-005308-0 (print). - ISBN 978-5-16-101560-5 (online). Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/227413>

2. Проектирование, конструирование и расчет техники пищевых технологий [Электронный ресурс]: учеб. пособие / под ред. Панфилова В.А. - Электрон. дан. - Санкт-Петербург: Лань, 2013. - 912 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/6599>

б) дополнительная литература

1. Нечаев, А.П. Химия пищи / А.П. Нечаев. - Учебник для студентов вузов, обучающихся по направлениям: 552400 'Технология продуктов питания'/- 2-е издание, переработанное и исправленное. - СПб.: ГИОРД, 2010.- 640 с.: ил.

2. Скурихин, И.М. Все о пище с точки зрения химика / И.М. Скурихин, А.П. Нечаев.- М.: Высшая школа, 1991.-288 с.

3. Рогов, И.А. Химия пищи / И.А. Рогов. - М.: Колос, 2000. – 384с.

ТЕМА 8. Физико-химические свойства молока и молочных продуктов

Цель работы: ознакомление с физико-химическими свойствами молока и молочных продуктов

Приборы и реактивы: пипетки, мерные колбы, бюретки стеклянные, капельница для раствора фенолфталеина, рН-метр; термометры, цилиндры на 250 мл, ареометры для молока, вискозиметр капиллярный стеклянный типа ВПЖ-2; 0,1 н раствор гидроксида натрия, 1% -ный спиртовой раствор фенолфталеина, 0,1 н раствор соляной кислоты, 0,1%-ный раствор метилоранжа, 0,1% -ный раствор фенолфталеина.

Ход работы

1. В испытуемой пробе молока определить плотность, активную и титруемую кислотность, буферность и буферную емкость.
2. Ознакомиться с устройством и принципом работы вискозиметра капиллярного типа ВПЖ-2.
3. Определить вязкость молока и молочных продуктов.

Присутствующие в различных фазах молока его составные части, а также взаимодействия между ними обуславливают физико-химические свойства молока, которые все больше используются для оценки его качества.

К физико-химическим свойствам молока относятся: плотность, активная и титруемая кислотность, электропроводность, вязкость, поверхностное натяжение, температура замерзания и др.

Химические свойства

Химические свойства молока характеризуются активной кислотностью, титруемой кислотностью и окислительно-восстановительным потенциалом.

Активная кислотность. Величина активной кислотности (рН) характеризует концентрацию свободных водородных ионов в молоке и численно равна отрицательному десятичному логарифму концентрации ионов водорода $[H^+]$, выраженной в моль на 1 л. Величина рН цельного молока составляет в среднем 6,7 и существенно зависит от температуры.

Активная кислотность молока изменяется значительно медленнее, чем титруемая, следовательно, она не характеризует свежесть молока. Между активной и титруемой кислотностью нет прямой взаимосвязи. Молоко является буферной системой, сохраняющей определенный уровень рН при добавлении небольших количеств кислоты или щелочи.

Наиболее сильное воздействие на рН молока оказывает жизнедеятельность присутствующих в молоке молочнокислых бактерий.

Окислительно-восстановительный потенциал. Нормальное свежее молоко имеет потенциал от 0,2 до 0,3 В. Основным фактором, влияющим на величину потенциала, является концентрация растворенного кислорода. Компоненты молока (жир, лактоза, белок) не влияют на величину окислительно-восстановительного потенциала.

Развитие в молоке микроорганизмов сопровождается уменьшением количества кислорода и образованием ферментов, катализирующих восстановительные реакции. Это приводит к снижению окислительно-восстановительного потенциала. Определение

окислительно-восстановительного потенциала дает возможность инструментально осуществлять контроль за развитием микрофлоры в молоке.

Титруемая кислотность. Титруемая кислотность определяется в градусах Тернера (град. Т). Под градусами Тернера понимают количество миллилитров 0,1 н раствора гидроксида натрия, которое расходуется на нейтрализацию (титрование) 100 см³ молока, разбавленного водой.

Для нейтрализации свежего молока требуется обычно от 16 до 18 см³ раствора щелочи, т. е. его кислотность равна 16-18 °Т.

Один градус Тернера соответствует 0,009 % молочной кислоты. Титруемая кислотность молока обуславливается наличием белков, кислых солей и растворенного диоксида углерода. На белки приходится 4-5 °Т, на кислые соли — около 11 °Т, на СО₂ и другие титруемые химические вещества — около 1-2 °Т.

Физические свойства

Плотность. Плотность — это отношение массы вещества к занимаемому им объему. Плотность молока зависит от плотности его компонентов и изменяется от 1015 до 1033 кг/м³.

Белки, углеводы, минеральные вещества повышают, а жир понижает плотность молока.

Плотность обезжиренного молока выше плотности цельного молока и равна 1033–1038 кг/м³. Повышение плотности молока выше 1030 кг/м³ при низкой жирности говорит о фальсификации — подсытии сливок или добавлении обезжиренного молока.

При добавлении к молоку воды его плотность уменьшается (и будет, как правило, ниже 1027 кг/м³). Каждые 10 % добавленной к молоку воды снижают его плотность на 3 кг/м³.

Вязкость. Вязкость — это свойство среды оказывать сопротивление относительному перемещению ее слоев. Выражают вязкость в паскаль-секундах (Па×с). Вязкость молока при 20 °С в среднем равна 0,0018 Па×с.

Вязкость молока обуславливается присутствием в нем сухих веществ и зависит от физико-химических свойств молока, лактационного периода и состояния животного, продолжительности хранения молока, кислотности, степени механического воздействия на него и других факторов. Изменение коллоидного состояния белков молока в первую очередь изменяет величину вязкости. Вязкость молока увеличивается при слиянии жировых шариков, а при раздроблении их уменьшается. С повышением температуры молока до 40-45 °С его вязкость снижается. При дальнейшем повышении температуры молока, начиная с 65 °С, вязкость молока увеличивается в результате необратимой денатурации сывороточных белков.

Поверхностное натяжение. Поверхностное натяжение возникает в жидкостях на поверхности раздела фаз, например на границе жидкость — воздух. Поверхностное натяжение молока значительно меньше, чем воды. Это объясняется наличием в молоке таких поверхностно-активных веществ, как белки и фосфолипиды.

Поверхностное натяжение непостоянно и зависит от таких факторов, как химический состав молока, продолжительность хранения перед измерением и температура. Образование пены на поверхности молока связано с поверхностными явлениями.

Оптические свойства молока (показатель преломления). Они проявляются в способности молока к лучепреломлению благодаря тому, что составные части молока способны к рассеиванию света. Молоко имеет желтовато-белый цвет, интенсивность желтоватой окраски обусловлена наличием в нем жира.

На оптических свойствах основан метод определения концентрации молочного сахара в молоке, содержания сухих веществ по сахарозе и пр.

Осмотическое давление. Осмотическое давление — это избыточное гидростатическое давление молока, препятствующее диффузии воды через полупроницаемую перегородку (мембрану). На осмотическое давление оказывают влияние лишь вещества, находящиеся в молоке в виде истинного раствора; другие вещества, например жир и белок, не влияют на эту характеристику.

Осмотическое давление меняется при фальсификации молока, повышении его кислотности, изменении химического состава в зависимости от времени лактации и других причин.

Осмотическое давление тесно связано с температурой замерзания молока.

Температура замерзания и кипения. Температура кипения молока немного выше 100°C и равна 100,2 °С. Температура замерзания молока ниже температуры замерзания воды и в среднем составляет минус 0,54 °С. Обычно она колеблется в небольших пределах и меняется лишь при значительном изменении химического состава молока в начале и конце лактационного периода и при заболевании животных.

Значительно меняется температура замерзания молока и при его разбавлении водой — повышается пропорционально количеству добавленной воды. На измерении температуры замерзания молока основан криоскопический метод контроля натуральности или установления фальсификации молока.

Тепловые свойства молока. Они характеризуются теплопроводностью, теплоемкостью и температуропроводностью.

Электропроводность. Она зависит от солевого состава и для нормального молока — величина постоянная. При заболеваниях животного и особенно при мастите и туберкулезе вымени электропроводность молока резко увеличивается. Молоко в начале лактации имеет минимальную электропроводность, в конце — максимальную.

Определение вязкости с помощью вискозиметра капиллярного стеклянного типа ВПЖ–2

Измерение вязкости при помощи капиллярного вискозиметра основано на определении времени истечения через капилляр определенного объема жидкости из измерительного резервуара (см. рис. 8.1).

Для измерения времени истечения жидкости на отводную трубку (6) надевают резиновый шланг. Далее, зажав пальцем колено (5) и перевернув вискозиметр, опускают колено (1) в сосуд с жидкостью и засасывают ее (с помощью груши) до метки М2 резервуара, следя за тем, чтобы в жидкости не образовалось пузырьков воздуха. В тот момент, когда уровень жидкости достигнет отметки М2 резервуара (3), вискозиметр вынимают из сосуда и быстро переворачивают в нормальное положение. Снимают с внешней стороны конца колена (1) избыток жидкости и надевают на него резиновую трубку.

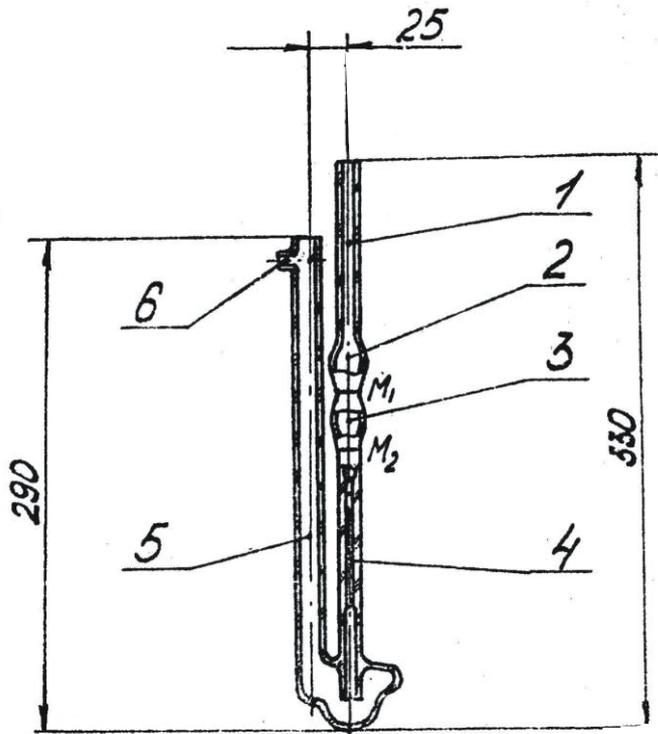


Рис.8.1 - Вискозиметр капиллярный стеклянный типа ВПЖ-2

Вискозиметр устанавливают в термостат так, чтобы резервуар (2) был ниже уровня жидкости в термостате. После выдержки в термостате не менее 15 минут при заданной температуре засасывают жидкость в колено (1) примерно до одной трети высоты резервуара (2). Сообщают колено (1) с атмосферой и определяют время опускания мениска жидкости от метки M_1 до метки M_2 .

Вязкость вычисляют по формуле:

$$V = \frac{g}{9,807} \times T \times K ,$$

где K – постоянная вискозиметра $0,8820 \text{ мм}^2/\text{с}^2$;

T – время истечения жидкости в секундах;

V – кинематическая вязкость жидкости в $\text{мм}^2/\text{с}$;

g – ускорение свободного падения в месте измерения в $\text{м}/\text{с}^2$.

Определение буферности и буферной емкости

Буферной емкостью называется количество миллилитров раствора нормальной кислоты или щелочи, которое требуется прибавить к 100 мл молока, чтобы сдвинуть его рН на единицу.

К 10 мл молока в небольшой конической колбе прибавляют 3 капли 0,1 % раствора фенолфталеина (в 50 %-ном растворе спирта), после чего молоко титруют 0,1н раствором NaOH до слабозеленого окрашивания.

В других 10 мл молока в такой же конической колбе производят титрование 0,1н раствором соляной кислоты с 0,1 %-ным раствором метилоранжа до появления красного окрашивания.

Количество щелочи и кислоты рассчитывают на 100 мл молока. При титровании молока щелочью реакция сдвигается с рН 6,8 (средняя величина рН для молока) до 8,2. При титровании кислотой – с рН 6,8 до рН 4.

Буферность 100 мл молока на кислотной стороне в среднем составляет около 21 мл 0,1н раствора HCl, на щелочной стороне – около 18 мл 0,1н раствора NaOH.

Получив цифры буферности молока на кислотной и щелочной сторонах рассчитывают буферную емкость по кислоте и щелочи. Буферную емкость получают по следующей формуле:

$$V_{щ} = K/1,4 \times 10,$$

где $V_{щ}$ – буферная емкость по щелочи;
 K – буферность по щелочи;

$$V_{к} = K_1/2,1 \times 10,$$

где $V_{к}$ – буферная емкость по кислоте,
 K_1 – буферность по кислоте,
 10 – коэффициент перевода 0,1н раствора в 1н раствор.
 Результаты работы внести в таблицу 8.1.

Таблица 8.1

№ п/п	Название анализа	Результат анализа

Вопросы для самопроверки

1. Понятие о физических свойствах молока.
2. Сущность метода определения кислотности молока.
3. Методика определения плотности молока.
4. Понятие электропроводности и поверхностного натяжения.
5. Определение натуральности молока криоскопическим методом.
6. Понятие буферности и буферной емкости. Методика определения.
7. Сущность метода измерения вязкости на вискозиметре ВПЖ–2.

Список литературы

1. Позняковский, В.М. Безопасность продовольственных товаров (с основами нутрициологии): учебник для подготовки бакалавров и магистров по направлению 38.03.07 "Товароведение" / В.М. Позняковский. - М.: Инфра-М, 2015. - 271 с. - (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-005308-0 (print). - ISBN 978-5-16-101560-5 (online). Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/227413>
2. Проектирование, конструирование и расчет техники пищевых технологий [Электронный ресурс]: учеб. пособие / под ред. Панфилова В.А. - Электрон. дан. - Санкт-Петербург: Лань, 2013. - 912 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/6599>

б) дополнительная литература

1. Крусъ, Г.Н., Шалыгина А.М., Волокитина З.В. Методы исследования молока и молочных продуктов.: Учебник для ВУЗов / Под ред. А.М. Шалыгиной.- М.: Колос, 2000.- 368 с.
2. Гунькова, П.И. Биотехнологические свойства белков молока: монография / П.И. Гунькова, К.К. Горбатова. - СПб.: ГИОРД, 2015. - 216 с.: ил.
3. Богатова, О.В. Промышленные технологии производства молочных продуктов: учебное пособие / О.В. Богатова, Н.Г. Догарева, С.В. Стадникова. - СПб.: Проспект Науки, 2014. – 272 с.
4. Нечаев, А.П. Химия пищи / А.П. Нечаев. - Учебник для студентов вузов, обучающихся по направлениям: 552400 'Технология продуктов питания'/- 2-е издание, переработанное и исправленное. - СПб.: ГИОРД, 2010.- 640 с.: ил.
5. Мезенова, О.Я. Проектирование поликомпонентных пищевых продуктов: учебное пособие для студентов вузов по направлению 19.03.03 "Продукты питания животного происхождения" / О.Я. Мезенова. - СПб.: Проспект Науки, 2015. - 224 с.
6. Ковалев, Н.И. Технология приготовления пищи / Н.И. Ковалев, М.Н. Куткина, В.А. Кравцова / СПб: Деловая литература, 2008. – 480с.
7. Позняковский, В.М. Гигиенические основы питания и экспертизы продовольственных товаров / В.М. Позняковский. - Новосибирск: НГУ. - 2002.
8. Скурихин, И.М. Все о пище с точки зрения химика / И.М. Скурихин, А.П. Нечаев.- М.: Высшая школа, 1991.-288 с.
9. Тутельян, В.А. Химический состав и калорийность российских продуктов питания: справочник / В.А. Тутельян. - М.: ДеЛи плюс, 2012. - 284 с.: табл.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

а) основная литература (библиотека СГАУ)

1. Корячкина, С.Я. Функциональные пищевые ингредиенты и добавки для хлебобулочных и кондитерских изделий [Электронный ресурс] : учеб. пособие / С.Я. Корячкина, Т.В. Матвеева. - Электрон. дан. - Санкт-Петербург : ГИОРД, 2013. - 528 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/58738>
2. Позняковский, В.М. Безопасность продовольственных товаров (с основами нутрициологии): учебник для подготовки бакалавров и магистров по направлению 38.03.07 "Товароведение" / В.М. Позняковский. - М.: Инфра-М, 2015. - 271 с. - (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-005308-0 (print). - ISBN 978-5-16-101560-5 (online). Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/227413>
3. Проектирование, конструирование и расчет техники пищевых технологий [Электронный ресурс]: учеб. пособие / под ред. Панфилова В.А. - Электрон. дан. - Санкт-Петербург : Лань, 2013. - 912 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/6599>
4. Функциональные пищевые ингредиенты и добавки в производстве кондитерских изделий: учеб. пособие [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Г.О. Магомедов [и др.]. - Электрон. дан. - Санкт-Петербург : ГИОРД, 2015. - 440 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/69874>
5. Экспертиза пищевых концентратов. Качество и безопасность: Уч.-справ. пособие / И.Ю. Резниченко, В.М. Позняковский и др., 4 изд., стер. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 270 с. - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/443817>

б) дополнительная литература

1. Богатова, О.В. Промышленные технологии производства молочных продуктов: учебное пособие / О.В. Богатова, Н.Г. Догарева, С.В. Стадникова. - СПб.: Проспект Науки, 2014. - 272 с. ISBN 978-5-903090-98-3
2. Гунькова, П.И. Биотехнологические свойства белков молока: монография / П.И. Гунькова, К.К. Горбатова. - СПб.: ГИОРД, 2015. - 216 с.: ил. ISBN 978-5-98879-183-6
3. Крусь, Г.Н., Шалыгина А.М., Волокитина З.В. Методы исследования молока и молочных продуктов.: Учебник для ВУЗов / Под ред. А.М. Шалыгиной.- М.: Колос, 2000.- 368 с.
4. Мезенова, О.Я. Проектирование поликомпонентных пищевых продуктов : учебное пособие для студентов вузов по направлению 19.03.03 "Продукты питания животного происхождения" / О.Я. Мезенова. - СПб.: Проспект Науки, 2015. - 224 с. ISBN 978-5-906109-19-4.
5. Нечаев, А.П. Химия пищи / А.П. Нечаев. - Учебник для студентов вузов, обучающихся по направлениям: 552400 'Технология продуктов питания'/- 2-е издание, переработанное и исправленное. - СПб.: ГИОРД, 2010.- 640 с.: ил. ISBN 5-7695-1175-3
6. Пищевая химия / А.П. Нечаев, С.Е. Траубенберг, А.А. Кочеткова и др. - 5-е изд., испр. и доп. - СПб.: ГИОРД, 2012. - 672 с. - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/339106>
7. Позняковский, В.М. Гигиенические основы питания и экспертизы продовольственных товаров / В.М. Позняковский. - Новосибирск: НГУ. - 2002.
8. Скурихин, И.М. Все о пище с точки зрения химика / И.М. Скурихин, А.П. Нечаев.- М.: Высшая школа, 1991.-288 с.
9. Тутельян, В.А. Химический состав и калорийность российских продуктов питания: справочник / В.А. Тутельян. - М.: ДеЛи плюс, 2012. - 284 с.: табл. - ISBN 978-5-905170-20-1
10. Филлипс, Г.О., Вильямс П.А. Справочник по гидроколлоидам: Пер. с англ. / Под ред. А.А. Кочетковой, Л.А. Сарафановой. - СПб.: ГИОДР, 2006 - 536 с.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
Тема 1. Определение пищевой, энергетической, биологической ценности на примере молока и молочных продуктов	4
Тема 2. Функционально-технологические свойства белков	
Определение содержания белков в сырье и продуктах питания	14
Тема 3. Определение содержания углеводов в продуктах питания	24
Тема 4. Исследование текстуры пищевых продуктов на консисометре Боствика	34
Тема 5. Свойства жиров. Определение содержания жиров в продуктах питания	36
Тема 6. Сущность ферментативного действия. Влияние различных факторов на скорость ферментативной реакции	45
Тема 7. Изменение витамина С при тепловой обработке	50
Тема 8. Физико-химические свойства молока и молочных продуктов	53
Список литературы	59
Содержание	60