

834 03-8085  
1985 2439

Гудков А.В.

# СЫРОДЕЛИЕ: ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ, БИОЛОГИЧЕСКИЕ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ

04-12-095



А. В. Гудков

ОБЯЗАТЕЛЬНЫЙ  
БЕСПЛАТНЫЙ ЭКЗЕМПЛЯР

**СЫРОДЕЛИЕ:  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ,  
БИОЛОГИЧЕСКИЕ  
И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ**

Под редакцией  
С. А. Гудкова

2-е издание, дополненное  
и исправленное

Москва  
Дели принт  
2004

УДК 637.1/3  
ББК 36.95  
Г93

Рецензенты:

Руководитель научного направления  
«Современные достижения биотехнологии продуктов питания»  
Северо-Кавказского Государственного технического университета,  
академик Российской академии сельскохозяйственных наук *А. Г. Храпцов*  
Заведующий кафедрой «Прикладная биотехнология»,  
проф., докт. техн. наук *И. А. Евдокимов*  
Профессор кафедры «Прикладная биотехнология»,  
докт. техн. наук *А. В. Оноприйко*

Материал подготовили: введение – С. А. Гудков; главы 1, 2, 3, 5, 7, 9, 11 – А. В. Гудков, С. А. Гудков; главы 4, 6, 8, 10, 12, 13, 14 – А. В. Гудков; в главе 12 использованы материалы, написанные совместно А. В. Гудковым и В. Н. Алексеевым.

**Гудков А. В.**

Г93 Сыроделие: технологические, биологические и физико-химические аспекты / Под редакцией С. А. Гудкова, 2-е изд., испр. и доп. – М.: ДеЛи принт, 2004. – 804 с.  
ISBN 5-94343-071-7

Данная монография крупного ученого, доктора технических наук А. В. Гудкова посвящена одному из самых сложных пищевых производств – сыроделию. В монографии даны современные представления о биотехнологии сыров, подробно изложены все этапы производства: от гигиены производства молока до созревания сыров, рассмотрены вопросы качества и пороков сыра, показано значение сыра в питании человека. Детально проанализированы микробиологические, биохимические и физико-химические процессы, происходящие при выработке и созревании сыра.

Книга предназначена для специалистов сыродельной отрасли, научных сотрудников и преподавателей курса сыроделия.

УДК 637.1/3  
ББК 36.95

ISBN 5-94343-071-7

© Гудков С. А., 2004  
© ООО «ДеЛи принт», 2004

## СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие.....	3
<b>Глава 1. Общая характеристика, история сыроделия.....</b>	<b>5</b>
1.1. Определение сыра. Основные элементы производства .....	5
1.2. Возникновение и развитие сыроделия.....	9
1.3. Развитие сыроделия в России.....	15
1.4. Классификация сыров.....	25
<b>Глава 2. Коагуляция молока. Синерезис сгустка.....</b>	<b>38</b>
2.1. Общие понятия .....	38
2.2. Белки молока: состав, номенклатура, основные свойства .....	40
2.3. Мицеллы казеина: состав, строение, свойства.....	43
2.4. Молокозвертывающие энзимы .....	51
2.4.1. Основные понятия, номенклатура.....	51
2.4.2. Свойства молокозвертывающих энзимов.....	54
2.4.3. Определение молокозвертывающей активности .....	62
2.4.4. Приготовление рабочих растворов .....	63
2.4.5. Имобилизованные энзимы .....	64
2.5. Сычужное (энзиматическое) свертывание молока .....	65
2.5.1. Общие понятия .....	65
2.5.2. Первичная (энзиматическая) фаза.....	67
2.5.3. Вторичная (неэнзиматическая) фаза сычужного свертывания. Образование и строение сычужного сгустка.....	69
2.5.4. Свойства сычужного сгустка и факторы, влияющие на его формирование .....	72
2.6. Обработка сгустка .....	94
2.6.1. Кинетика синерезиса .....	94
2.6.2. Определение величины синерезиса .....	98
2.6.3. Факторы, влияющие на синерезис .....	99
2.6.4. Синерезис и содержание влаги в сгустке в конце обработки и в сыре.....	111
2.7. Кислотное и кислотно-сычужное свертывание .....	118
2.7.1. Образование кислотного сгустка .....	118
2.7.2. Факторы, влияющие на свойства кислотного и кислотно- сычужного сгустка .....	120
2.7.3. Реологические характеристики кислотного сгустка.....	123
2.7.4. Синерезис кислотного сгустка .....	125
2.8. Производство сыров с термокислотным осаждением белков.....	128
2.9. Заключение .....	130
<b>Глава 3. Микрофлора, применяемая в производстве сыров,                 созревающих в анаэробных условиях.....</b>	<b>131</b>
3.1. Общая характеристика.....	131

3.2. Молочнокислые бактерии.....	132
3.2.1. Общие свойства .....	132
3.2.2. Классификация .....	134
3.2.3. Функции молочнокислых бактерий в сыроделии .....	134
3.2.4. Лактококки.....	148
3.2.5. Лейконостоки.....	166
3.2.6. Термофильный стрептококк .....	177
3.2.7. Педиококки .....	181
3.2.8. Энтерококки и стрептококки серологической группы D .....	183
3.2.9. Лактобациллы .....	190
3.3. Пропионовокислые бактерии .....	213
3.3.1. Общие свойства .....	213
3.3.2. Классификация, среда обитания.....	214
3.3.3. Устойчивость к внешним воздействиям, рост в молоке и сыре.....	216
3.4. Заключение .....	225
<b>Глава 4. Бактериофаги в сыроделии .....</b>	<b>227</b>
4.1. Определение, строение, репродукция.....	227
4.2. Основные свойства бактериофагов лактококков.....	231
4.3. Источники бактериофагов .....	238
4.4. Особенности действия бактериофагов в сыроделии .....	240
4.5. Защита заквасок от бактериофага, фаговый мониторинг.....	243
4.6. Бактериофаги термофильных лактобактерий и мезофильных лактобацилл .....	259
4.6.1. Фаги термофильного стрептококка .....	259
4.6.2. Фаги лактобацилл .....	260
4.7. Заключение .....	262
<b>Глава 5. Бактериальные закваски: состав, применение .....</b>	<b>263</b>
5.1. Общие понятия .....	263
5.2. Функции бактериальных заквасок .....	264
5.3. Типы заквасок.....	267
5.4. Приготовление и применение .....	271
5.5. Заключение .....	279
<b>Глава 6. Посторонняя микрофлора и предотвращение ее развития в     твердых сырах.....</b>	<b>280</b>
6.1. Общие закономерности.....	280
6.2. Энтеробактерии .....	284
6.2.1. Общие свойства .....	284
6.2.2. Кишечная палочка и бактерии группы кишечных палочек .....	286
6.2.3. Шигеллы.....	300
6.2.4. Сальмонеллы.....	304

6.2.5. <i>Yersinia enterocolitica</i> .....	309
6.2.6. Протей.....	311
6.3. Стафилококки.....	312
6.3.1. Общая характеристика.....	312
6.3.2. Стафилококковые энтеротоксины.....	315
6.3.3. Влияние физико-химических факторов на рост и токсинообразование <i>S. aureus</i> .....	316
6.3.4. Источники обсеменения сыров стафилококками.....	321
6.3.5. Рост и токсинообразование стафилококков в сырах.....	322
6.4. <i>Listeria monocytogenes</i> .....	328
6.4.1. Общие свойства, патогенность.....	328
6.4.2. Распространение в природе и молочных продуктах.....	329
6.4.3. Термоустойчивость.....	331
6.4.4. Отношение к другим внешним факторам.....	332
6.4.5. Развитие <i>List. monocytogenes</i> в молоке и сыре.....	335
6.5. Маслянокислые бактерии и маслянокислое брожение.....	339
6.5.1. Общие свойства.....	339
6.5.2. Влияние внешних факторов на маслянокислые бактерии.....	342
6.5.3. Методы количественного учета.....	349
6.5.4. Источники заражения сыров.....	351
6.5.5. Рост и роль в сырах.....	357
6.5.6. Методы предотвращения маслянокислого брожения в сырах.....	361
6.6. Протеолитические виды споровых анаэробов.....	376
6.7. Психротрофные микроорганизмы.....	377
6.8. Заключение.....	387
<b>Глава 7. Молоко как сырье для выработки сыра.....</b>	<b>388</b>
7.1. Основные понятия.....	388
7.2. Химический состав и основные свойства.....	390
7.2.1. Белки.....	391
7.2.2. Небелковые азотистые соединения.....	394
7.2.3. Молочный жир и свободные жирные кислоты.....	395
7.2.4. Лактоза.....	397
7.2.5. Цитраты.....	397
7.2.6. Минеральные компоненты.....	397
7.2.7. Микотоксины.....	402
7.2.8. Пестициды.....	402
7.2.9. Нитраты.....	405
7.2.10. Ингибиторы роста микроорганизмов.....	405
7.2.11. Энзимы молока.....	411
7.2.12. Соматические клетки.....	414

7.2.13. Прочие соединения.....	417
7.2.14. Кислотность .....	417
7.2.15. Окислительно-восстановительный потенциал (Eh) .....	419
7.3. Микрофлора сырого молока.....	420
7.3.1. Пути влияния микрофлоры на производство и качество сыров .....	420
7.3.2. Источники загрязнения молока микроорганизмами.....	423
7.3.3. Размножение бактерий в сыром молоке .....	430
7.3.4. Изменение микрофлоры молока во время транспортировки.....	436
7.3.5. Состав основной микрофлоры сырого молока.....	438
7.4. Факторы, влияющие на сыропригодность молока.....	440
7.4.1. Порода скота .....	440
7.4.2. Стадия лактации и сезон .....	445
7.4.3. Кормление.....	449
7.4.4. Здоровье животных .....	457
7.5. Пороки молока.....	461
7.6. Контроль качества молока при закупке.....	463
7.7. Заключение .....	467
<b>Глава 8. Технология, микрофлора и биохимия сыров, созревающих в аэробных условиях.....</b>	<b>469</b>
8.1. Особенности технологии .....	469
8.2. Слизневые сыры .....	476
8.2.1. Микрофлора слизневых сыров .....	476
8.2.2. Формирование органолептических показателей.....	480
8.3. Грибные (плесневые) сыры .....	483
8.3.1. Микрофлора плесневых сыров.....	483
8.3.2. Изменение микрофлоры сыров во время созревания .....	487
8.3.3. Созревание грибных сыров.....	490
8.4. Заключение .....	498
<b>Глава 9. Подготовка молока .....</b>	<b>500</b>
9.1. Удаление механических загрязнений из молока.....	500
9.2. Хранение, резервирование.....	501
9.3. Созревание молока.....	503
9.4. Обработка молока CO <sub>2</sub> и азотом .....	510
9.5. Тепловая обработка молока.....	511
9.5.1. Пастеризация молока .....	511
9.5.2. Термизация молока.....	518
9.6. Гомогенизация молока.....	519
9.7. Вакуумирование, дезодорация молока .....	521
9.8. Нормализация молока .....	521
9.9. Заключение .....	522

<b>Глава 10. Соль в сыре: физические, химические и микробиологические аспекты .....</b>	<b>523</b>
10.1. Общие положения .....	523
10.2. Активность воды ( $A_w$ ) .....	523
10.3. Способы посолки сыров. Влияние соли на микрофлору .....	526
10.3.1. Посолка молока .....	527
10.3.2. Полная посолка в зерне .....	528
10.3.3. Посолка сыра Чеддер .....	531
10.3.4. Посолка в рассоле .....	532
10.3.5. Частичная посолка в зерне .....	534
10.3.6. Посолка сухой солью и инъекционными способами .....	535
10.4. Абсорбция соли сыром и ее диффузия в сырной массе .....	536
10.5. Рассол для посолки сыров .....	539
10.6. Влияние соли на химические и органолептические показатели .....	541
10.7. Заключение .....	543
<b>Глава 11. Формирование органолептических показателей твердых сыров .....</b>	<b>544</b>
11.1. Общие положения .....	544
11.2. Факторы созревания твердых сыров .....	550
11.2.1. Природные энзимы молока .....	550
11.2.2. Энзимы микрофлоры сырого молока .....	552
11.2.3. Молокосвертывающие энзимы .....	554
11.2.4. Энзимы микрофлоры заквасок .....	558
11.2.5. Роль вторичной микрофлоры сыра .....	571
11.3. Формирование органолептических показателей твердых сыров .....	575
11.3.1. Влияние химического состава .....	575
11.3.2. Протеолиз и формирование органолептических показателей .....	580
11.3.3. Липолиз, летучие жирные кислоты, карбонильные и другие соединения в формировании вкуса и аромата сыров .....	611
11.3.4. Образование рисунка .....	619
11.3.5. Влияние редокс-потенциала и температуры созревания на органолептические показатели сыров .....	620
11.3.6. Ускорение созревания сыров .....	623
11.4. Заключение .....	630
<b>Глава 12. Пороки сыра .....</b>	<b>631</b>
12.1. Пороки вкуса и запаха .....	631
12.1.1. Горький вкус .....	631
12.1.2. Кислый вкус .....	637
12.1.3. Слабовыраженные и нетипичные вкус и аромат .....	640
12.1.4. Нечистый вкус .....	644
12.1.5. Прогорклый вкус и запах .....	649

12.1.6. Затхлый вкус и запах.....	650
12.1.7. Салистый вкус.....	651
12.2. Пороки консистенции.....	651
12.2.1. Твердая, грубая консистенция.....	651
12.2.2. Резинистая консистенция.....	654
12.2.3. Мажущаяся консистенция.....	655
12.2.4. Крошливая, ломкая консистенция.....	656
12.2.5. Колошающаяся консистенция (самокол).....	657
12.2.6. Мучнистая консистенция.....	661
12.2.7. Свищи.....	662
12.3. Пороки рисунка сыра.....	662
12.3.1. Раннее вспучивание сыров.....	662
12.3.2. Позднее вспучивание сыров.....	665
12.3.3. Отсутствие рисунка («слепой» сыр).....	668
12.3.4. Редкий и мелкий рисунок.....	669
12.3.5. Сетчатый рисунок.....	670
12.3.6. Неравномерный рисунок.....	671
12.3.7. Губчатый рисунок.....	671
12.4. Пороки внешнего вида.....	671
12.4.1. Деформация головок.....	671
12.4.2. Повреждения корки.....	672
12.4.3. Подопревшая корка.....	673
12.4.4. Поврежденное парафиновое или комбинированное покрытие.....	674
12.4.5. Подкорковая плесень.....	676
12.4.6. Осповидная плесень.....	678
12.4.7. Цветные пятна на поверхности сыра.....	679
12.4.8. Выделение жира в крупных сырах.....	680
12.4.9. Гнилостные колодцы.....	680
12.4.10. Предотвращение пороков, вызываемых поверхностной микрофлорой.....	680
12.5. Пороки цвета.....	683
12.6. Пороки, вызываемые насекомыми.....	684
12.7. Пороки рассольных и мягких сыров.....	685
<b>Глава 13. Сыр в питании человека.....</b>	<b>686</b>
13.1. Общие понятия.....	686
13.2. Состав сыров.....	688
13.3. Белки.....	688
13.4. Липиды.....	691
13.5. Лактоза и органические кислоты.....	695
13.6. Минеральные вещества.....	696

13.7. Витамины.....	697
13.8. Диетические (функциональные) сыры .....	699
13.9. Нитраты, нитриты и нитрозоамины.....	700
13.9.1. Нитраты и нитриты .....	700
13.9.2. Нитрозоамины .....	702
13.10. Амины .....	703
13.11. Микробиальные токсины.....	705
13.11.1. Микотоксины.....	705
13.11.2. Бактериальные токсины.....	706
13.11.3. Прочие токсичные соединения в сырах.....	707
13.12. Заключение .....	707
<b>Глава 14. Гигиена производства .....</b>	<b>708</b>
14.1. Общие понятия .....	708
14.2. Управление выработкой и созреванием твердых сыров .....	713
14.3. Гигиенические требования к составным элементам производства сыра.....	714
14.3.1. Расположение сыродельных предприятий и территория .....	714
14.3.2. Здания и сооружения.....	724
14.3.3. Вода .....	725
14.3.4. Рассол.....	727
14.3.5. Пар.....	727
14.3.6. Холод.....	727
14.3.7. Удаление сточных вод, отходов производства, канализация.....	727
14.3.8. Вентиляция, кондиционирование воздуха.....	728
14.3.9. Санитарные устройства.....	729
14.3.10. Оборудование и инвентарь .....	730
14.3.11. Мойка и дезинфекция.....	731
14.3.12. Сырье.....	734
14.3.13. Хранение готового продукта, сырья, материалов .....	737
14.3.14. Борьба с вредителями.....	738
14.3.15. Персонал.....	738
14.3.16. Лаборатории.....	740
14.4. Заключение .....	741
<b>Литература .....</b>	<b>742</b>