

20-584



ПОЛИ

Санкт-Петербург  
политехнически  
Петра Великого

ДУБЛЕТ

ПОЛИТЕХ

Высшая школа  
Биотехнологии  
и пищевых Технологий

ПОЛИТЕХ-ПРЕСС

# БИОХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПЕРЕРАБОТКИ ПЛОДОВ И ОВОЩЕЙ

Учебное пособие

20-00585



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ  
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ПЕТРА ВЕЛИКОГО

---

# БИОХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПЕРЕРАБОТКИ ПЛОДОВ И ОВОЩЕЙ

Учебное пособие



**ПОЛИТЕХ-ПРЕСС**

Санкт-Петербургский  
политехнический университет  
Петра Великого

Санкт-Петербург

2019

УДК 664.8+663.8(075.8)

Б63

**Рецензенты:**

Академик РАЕН, доктор химических наук, профессор, профессор кафедры  
молекулярной биотехнологии Санкт-Петербургского  
технологического университета *А. И. Гинак*

Доктор химических наук, профессор Санкт-Петербургского  
политехнического университета Петра Великого *Л. М. Попова*

**Авторы:**

Ю. Г. Базарнова, О. Б. Иванченко, А. Д. Севастьянова, Т. А. Кузнецова

**Биохимические основы переработки плодов и овощей** : учеб. пособие /  
Ю. Г. Базарнова [и др.]. – СПб. : ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2019. – 324 с.

В учебном пособии рассмотрены биохимические и физиолого-биохимические процессы, протекающие при переработке и хранении плодовоовощного сырья. Приведена общая информация о структуре клеток и тканей растений, сведения о нутриентном составе фруктов и овощей, а также особенности их послеуборочной обработки и хранения с учетом регуляции ростовых процессов и респираторной активности плодов. Значительное внимание отведено процессам холодильной обработки и теплового консервирования плодовоовощного сырья и их влиянию на изменения состава фруктов и овощей. Рассмотрены инновационные технологии сушки и замораживания, а также технологии ферментирования овощей. Учебное пособие включает лабораторные методы анализа состава и свойств плодовоовощного сырья и продуктов его переработки.

Учебное пособие предназначено для студентов вузов, обучающихся по укрупненной группе специальностей 190000 «Промышленная экология и биотехнологии», аспирантам, выполняющим исследования по научным специальностям 03.01.04 «Биохимия», 03.01.06 «Биотехнология» (в том числе бионанотехнологии), 05.18.07 «Биотехнология пищевых продуктов и биологически активных веществ», а также будет полезно специалистам АПК, сельского хозяйства, пищевой и перерабатывающей промышленности.

Печатается по решению

Совета по издательской деятельности Ученого совета  
Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого.

ISBN 978-5-7422-6636-5

© Санкт-Петербургский политехнический  
университет Петра Великого, 2019

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>Раздел 1. Строение растительной ткани</b>	<b>8</b>
1.1. Строение растительной клетки	8
1.2. Клеточная стенка растений	11
1.3. Виды растительных тканей	13
<b>Раздел 2. Нутриентный состав плодов и овощей</b>	<b>20</b>
2.1. Макронутриенты	21
2.1.1. Вода	21
2.1.2. Усвояемые углеводы	21
2.1.3. Пищевые волокна	23
2.1.4. Белки	24
2.1.5. Жиры	24
2.2. Микронутриенты	25
2.2.1. Водорастворимые витамины	26
2.2.2. Жирорастворимые витамины	32
2.2.3. Минеральные вещества	33
2.2.4. Фитохимические соединения	34
2.3. Анализ нутриентного состава плодоовощного сырья	38
2.3.1. Определение содержания моносахаридов и сахарозы	38
2.3.2. Определение содержания клетчатки (целлюлозы)	42
2.3.3. Определение содержания хлорофилла	44
2.3.4. Определение содержания органических кислот	46
2.3.5. Определение содержания флавонолов	49
2.3.6. Определение содержания фенольных веществ	53
2.3.7. Определение антиоксидантной активности плодов и овощей амперометрическим методом	57
2.3.8. Определение антиоксидантной активности плодов и овощей методом DPPH	59
<b>Раздел 3. Общие принципы послеуборочной обработки плодов и овощей</b>	<b>63</b>
3.1. Послеуборочная обработка плодоовощной продукции	63
3.2. Сбор урожая	65
3.3. Определение сортности плодов и овощей	67
3.4. Упаковывание	68
<b>Раздел 4. Общие принципы хранения плодоовощной продукции</b>	<b>70</b>
4.1. Лежкость плодов и овощей	70
4.1.1. Лежкость картофеля и двулетних овощей	72

4.1.2. Лежкость плодов и плодовых овощей	75
4.2. Дыхательный газообмен и устойчивость плодов и овощей при хранении	77
4.3. Регуляция ростовых процессов при хранении. Фитогормоны	79
4.3.1. Ауксины	81
4.3.2. Гиббереллины	82
4.3.3. Кинины	82
4.4.4. Ингибиторы	83
4.4. Хранение в модифицированной газовой среде	83
4.5. Хранение в регулируемой газовой среде	85
<b>Раздел 5. Охлаждение плодоовощной продукции</b>	<b>87</b>
5.1. Изменения плодов и овощей при хранении в условиях охлаждения	88
5.1.1. Изменения аскорбиновой кислоты	88
5.1.2. Изменения углеводов	91
5.1.3. Изменения органических кислот	93
5.1.4. Изменения красящих веществ	96
5.1.5. Изменения липидов	99
5.1.6. Изменения ароматобразующих веществ	102
5.2. Влияние температуры на интенсивность дыхания плодов и овощей	103
5.3. Предварительное охлаждение	108
5.4. Холодильное хранение	111
5.5. Биохимические основы хранения плодов в модифицированной газовой среде	112
5.6. Исследование физиолого-биохимических процессов при хранении плодоовощного сырья	116
5.6.1. Определение степени зрелости плодов и ягод перед закладкой на хранение	116
5.6.2. Определение порчи плодов и овощей	117
5.6.3. Определение содержания крахмала	121
5.6.4. Определение содержания $\beta$ -каротина	124
5.6.5. Определение содержания пектиновых веществ	128
5.6.6. Определение интенсивности дыхания плодов и овощей	131
5.6.7. Определение сорбционной способности плодов и овощей	136
5.6.8. Определение активности о-дифенолоксидазы в плодах и овощах	139

5.6.9. Определение активности пероксидазы в плодах и овощах	141
<b>Раздел 6. Замораживание плодоовощной продукции</b>	<b>146</b>
6.1. Влияние замораживания на качество плодоовощной продукции	146
6.2. Физико-химические основы замораживания плодов и овощей	150
6.3. Коллоидно-химические изменения растительной ткани при замораживании	151
6.4. Биохимические механизмы криорезистентности растительной ткани	154
6.5. Динамика ферментативных процессов	157
6.6. Инновационные методы замораживания плодоовощной продукции	159
6.6.1. Замораживание с использованием повышенного давления	159
6.6.2. Замораживание с использованием ультразвука	162
6.6.3. Дегидратационное замораживание	164
6.7. Исследование качества замороженной плодоовощной продукции	165
6.7.1. Органолептическая оценка качества быстрозамороженной плодоовощной продукции	165
6.7.2. Определение содержания примесей растительного происхождения в быстрозамороженной плодоовощной продукции по массе	169
6.7.3. Определение содержания примесей растительного происхождения в быстрозамороженной плодоовощной продукции по площади	172
<b>Раздел 7. Основы теплового консервирования плодов и овощей</b>	<b>174</b>
7.1. Потери нутриентов при тепловой обработке плодов и овощей	175
7.2. Микрофлора плодов и овощей	180
7.3. Промышленно стерильные условия	181
7.4. Основные технологические операции при тепловом консервировании плодоовощного сырья	182
7.5. Влияние тепловой обработки на качество плодоовощных соков	186
7.5.1. Влияние тепловой обработки на нутритивные и органолептические свойства плодоовощных соков	188
7.5.2. Инактивация ферментов при тепловой обработке соков	197
7.5.3. Снижение жизнеспособности микроорганизмов при тепловой обработке соков	198
7.6. Современные технологии термообработки соков	199
7.6.1. Технология горячего розлива	199

7.6.2. Технология розлива в банки	199
7.6.3. Ускоренная высокотемпературная обработка	200
7.6.4. Асептическая обработка	200
7.6.5. Тепловая обработка в барабанных стерилизаторах	202
7.6.6. Тепловая обработка продуктов в тонкой упаковке	204
7.7. Инновационные технологии тепловой обработки соков	204
7.7.1. Микроволновый нагрев	205
7.7.2. Омический нагрев	206
7.7.3. Радиочастотный нагрев	207
<b>Раздел 8. Сушка плодоовощной продукции</b>	209
8.1. Изменение качества плодоовощного сырья при высушивании	210
8.2. Механизм удаления влаги из растительной ткани	212
8.3. Сушка слив	216
8.4. Сушка яблок	218
8.5. Сушка абрикосов	221
8.6. Сухие овощные порошки	223
8.7. Инновационные способы сушки	225
8.7.1. Сушка с помощью теплового насоса	225
8.7.2. Сушка с использованием влагопоглотителей	226
8.7.3. Использование энергии электромагнитного излучения	227
8.7.4. Сушка острым паром	229
8.7.5. Сушка в электрическом поле	230
8.7.6. Осмотическая сушка	232
8.7.7. Сублимационная сушка при атмосферном давлении	233
8.7.8. Сушка сверхкритическим диоксидом углерода	234
8.8. Исследование качества консервированной плодоовощной продукции	235
8.8.1. Влияние способов тепловой обработки на содержание красящих веществ в свекле столовой	235
8.8.2. Влияние способов тепловой обработки на содержание витамина С в плодах и ягодах	238
8.8.3. Оценка качества плодово-ягодных соков по органолептическим показателям	242
8.8.4. Определение массовой доли осадка в плодоовощных соках с мякотью	252
8.8.5. Определение содержания сухих веществ в плодоовощных соках	255

8.8.6. Определение содержания бензоата натрия в плодово-ягодном пюре потенциометрическим методом	256
8.8.7. Определение влажности сушеной плодовоовощной продукции	259
8.8.8. Определение содержания диоксида серы в сухом картофельном пюре	263
8.8.9. Определение содержания пектиновых веществ в сушеной плодовоовощной продукции методом гидролиза с последующим осаждением	266
<b>Раздел 9. Основы технологии ферментирования овощей</b>	<b>271</b>
9.1. Ферментация	272
9.2. Микробиота ферментированных пищевых продуктов	274
9.2.1. Молочнокислые бактерии	274
9.2.2. Дрожжи	277
9.2.3. Мицелиальные грибы	278
9.2.4. Микробные сообщества ферментированных овощей	278
9.2.5. Заквасочные культуры	280
9.3. Ферментирование овощей	282
9.3.1. Технология соления. Соленые огурцы	283
9.3.2. Соления из корнеплодов	285
9.3.3. Технология квашения. Квашеная капуста	285
9.4. Анализ состава ферментированной плодовоовощной продукции	287
9.4.1. Определение титруемых кислот и кислых солей потенциометрическим методом	287
9.4.2. Определение хлоридов argentометрическим методом по Фольгарду	290
9.4.3. Определение хлоридов argentометрическим методом по Мору	293
9.4.4. Исследование нативной микрофлоры ферментированных плодов и овощей	297
<b>Список использованных источников</b>	<b>306</b>
<b>Глоссарий</b>	<b>310</b>