

УДК 633.1:631.563(075)

ББК 36.91я73

С79

*Авторы:*

Степанова Наталья Юрьевна, канд. с.-х. наук, доцент, Санкт-Петербургский государственный аграрный университет (СПбГАУ);

Владимир Иванович Марченко, канд. техн. наук, доцент, СПбГАУ;

Богатырёв Андрей Николаевич, д-р техн. наук, профессор, академик РАН

*Рецензенты:*

А. Л. Ишевский — доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой, декан факультета пищевых технологий Института холода и биотехнологий СПб НИУ ИТМО;

Ю. Я. Свириденко — доктор технических наук, профессор, действительный член Российской академии наук (академик)

**Степанова Н. Ю.**

С79 Биохимические основы переработки и хранения сырья растительного происхождения : учеб. пособие / Н. Ю. Степанова, В. И. Марченко, А. Н. Богатырёв. — СПб. : ГИОРД, 2017. — 312 с.

ISBN 978-5-98879-199-7

Приведены теоретические основы и методы анализа состава, строения, биохимических изменений, информация о методах контроля качества сырья растительного происхождения при переработке, хранении в охлаждённом и замороженном состояниях.

Книга рассчитана на студентов вузов, обучающихся по направлениям «Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции», «Технология сырья и продуктов растительного происхождения», а также будет полезна специалистам АПК и пищевой промышленности.

УДК 633.1:631.563(075)

ББК 36.91я73

ISBN 978-5-98879-199-7

© ООО «Издательство „ГИОРД“», 2017

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРИНЯТЫЕ СОКРАЩЕНИЯ.....	10
--------------------------	----

ВВЕДЕНИЕ .....	11
----------------	----

### ГЛАВА 1. СОСТАВ И СТРОЕНИЕ СЫРЬЯ

<b>РАСТИТЕЛЬНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ .....</b>	<b>13</b>
--	-----------

1.1. Состав и строение растительной ткани .....	13
1.1.1. Особенности строения растительной клетки .....	13
1.1.2. Состав и строение основных растительных тканей .....	22
1.1.3. Овощи — продукт здорового питания человека.....	32
1.1.4. Пищевая и физиологическая ценность растительного сырья.....	41
1.2. Химический состав растительного сырья .....	49
1.2.1. Вода, сухие вещества .....	49
1.2.2. Белки, аминокислоты, нуклеиновые кислоты.....	50
1.2.3. Углеводы — сахара, крахмал, целлюлоза, клетчатка .....	53
1.2.4. Жиры .....	58
1.2.5. Органические кислоты.....	60
1.2.6. Витамины .....	62
1.2.7. Красящие вещества.....	71
1.2.8. Фенольные соединения.....	74
1.2.9. Дубильные и пектиновые вещества.....	77
1.2.10. Минеральные вещества .....	79
1.2.11. Эфирные масла. Глюкозиды.....	82
1.2.12. Ферменты, фитонциды.....	85
Контрольные вопросы к гл. 1 .....	87

### ГЛАВА 2. ИЗМЕНЕНИЯ, ПРОИСХОДЯЩИЕ

<b>В РАСТИТЕЛЬНОМ СЫРЬЕ ПРИ ХРАНЕНИИ.....</b>	<b>89</b>
---	-----------

2.1. Физиолого-биохимические и микробиологические процессы, происходящие в сырье в послеуборочный период .....	89
--	----

2.1.1.	Созревание, степени зрелости .....	89
2.1.2.	Послеуборочное дозревание зерна и его долговечность.....	96
2.1.3.	Дыхание .....	101
2.1.4.	Испарение влаги .....	108
2.1.5.	Раневые реакции.....	110
2.1.6.	Роль этилена при созревании плодов.....	113
2.1.7.	Покой и прорастание.....	116
2.1.8.	Физиологические расстройства у растений.....	118
2.1.9.	Микробиологические процессы, происходящие при хранении картофеля, овощей, плодов.....	120
2.1.10.	Самосогревание зерновой массы .....	121
2.2.	Изменение химического состава растительного сырья при хранении .....	122
2.2.1.	Изменение содержания воды и сухих веществ плодов и овощей .....	123
2.2.2.	Динамика углеводов в овощах и плодах.....	125
2.2.3.	Превращения пигментов плодов.....	127
2.2.4.	Изменение пектиновых веществ при созревании плодов и овощей .....	129
2.2.5.	Динамика органических кислот в плодах и овощах.....	131
2.2.6.	Изменение белков и других азотистых веществ.....	132
2.2.7.	Потери биологически активных веществ.....	133
2.2.8.	Изменения в летучих ароматических компонентах плодов и овощей .....	137
2.2.9.	Превращения красящих и фенольных веществ плодов и овощей .....	140
2.2.10.	Ферментативные процессы в липидном комплексе зерна.....	142
2.3.	Хранение плодов в регулируемой газовой среде .....	142
2.4.	Охлаждение и хранение плодов и овощей в охлаждённом состоянии.....	149
	Контрольные вопросы к гл. 2.....	152

### **ГЛАВА 3. ИЗМЕНЕНИЕ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ ПРИ ЕГО ЗАМОРАЖИВАНИИ ..... 154**

3.1.	Процессы, протекающие в растительных тканях при замораживании плодоовощного сырья .....	154
------	--	-----

3.2. Технологические схемы производства быстрозамороженных растительных продуктов.....	160
3.3. Способы замораживания плодоовощного сырья.....	163
3.4. Оборудование для замораживания сырья.....	168
3.5. Изменение состава и свойств плодов и овощей при замораживании .....	175
3.5.1. Изменения в ферментном комплексе продуктов .....	178
3.5.2. Изменения состава углеводов .....	180
3.5.3. Изменения содержания витаминов .....	183
3.5.4. Изменения фенольных соединений.....	184
3.5.5. Изменение аромата и вкуса.....	186
3.5.6. Изменение структуры замороженных растительных продуктов .....	187
Контрольные вопросы к гл. 3.....	189

## **ГЛАВА 4. ИЗМЕНЕНИЕ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ ПРИ ПЕРЕРАБОТКЕ ..... 190**

4.1. Влияние технологических процессов (тепловой обработки) на содержание биологически активных веществ в пищевых продуктах .....	190
4.1.1. Изменения белков .....	191
4.1.2. Окислительные и гидролитические изменения жиров.....	196
4.1.3. Превращения углеводов .....	199
4.2. Изменение биологически активных веществ при консервировании овощей, плодов и ягод .....	206
4.3. Влияние предварительной тепловой обработки на ферментативную активность.....	212
Контрольные вопросы к гл. 4.....	214

## **ГЛАВА 5. МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ПИЩЕВОГО СЫРЬЯ РАСТИТЕЛЬНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ ..... 215**

5.1. Определение содержания сухого вещества (по ГОСТ 28561–90) .....	215
5.2. Метод определения белка (по ГОСТ 10846–91) .....	217
5.3. Определение содержания азота (по ГОСТ Р 51438–99) .....	222
5.4. Определение количества и качества сырой клейковины (по ГОСТ Р 54478–2011) .....	224

5.5. Методы определения суммы сахаров (по ГОСТ 8756.13–87) .....	231
5.5.1. Перманганатный метод.....	231
5.5.2. Фотоколориметрический метод .....	235
5.6. Определение содержания крахмала в картофеле.....	238
5.7. Методы определения жира (по ГОСТ 8756.21–89).....	239
5.7.1. Гравиметрический метод с экстракцией жира смесью хлороформа и этилового спирта.....	239
5.7.2. Рефрактометрический метод.....	241
5.8. Методы определения титруемой кислотности (по ГОСТ 25555.0–82) .....	242
5.8.1. Потенциометрический метод.....	242
5.8.2. Визуальный метод.....	244
5.9. Определение содержания каротина (по ГОСТ 8756.22–80) .....	244
5.10. Методы определения витамина С (по ГОСТ 24556–89) .....	247
5.10.1. Титриметрический метод .....	247
5.10.2. Флуорометрический метод .....	251
5.11. Метод определения витамина В <sub>1</sub> (по ГОСТ 25999–83).....	253
5.12. Рибофлавиновый метод определения витамина В <sub>2</sub> (по ГОСТ 25999–83) .....	257
5.13. Метод определения содержания витамина РР (по ГОСТ Р 50479–93).....	259
5.14. Определение содержания хлорофиллов <i>a</i> и <i>b</i> .....	263
5.15. Определение содержания флавонолов .....	265
5.16. Метод определения содержания фенольных веществ .....	265
5.17. Определение содержания дубильных веществ (по ГОСТ 24027.2–80) .....	266
5.18. Титриметрический метод определения содержания пектиновых веществ (по ГОСТ 29059–91).....	268
5.19. Определение зольности (по ГОСТ Р 51411–99) .....	273
5.20. Метод определения содержания эфирного масла (по ГОСТ 24027.2–80) .....	274
5.21. Методы определения активности пероксидазы и полифенолоксидазы.....	277
5.22. Газохроматографический метод определения содержания сорбиновой кислоты (по ГОСТ 30670–2000).....	279
5.23. Ионметрический метод определения нитратов (по ГОСТ 29270–95) .....	284

## Оглавление

---

Контрольные вопросы к гл. 5.....	287
СПИСОК ТЕРМИНОВ И ОПРЕДЕЛЕНИЙ.....	288
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	295
Приложение 1. Режимы испытаний и ориентировочное время сушки до постоянной массы продуктов переработки плодов и овощей .....	295
Приложение 2. Поправочный коэффициент, учитывающий неполное извлечение влаги из продукта или потерю имевшихся или образовавшихся в продукте летучих соединений .....	297
Приложение 3. Аппарат для отгонки аммиака с водяным паром .....	298
Приложение 4. Определение сахаров.....	299
Приложение 5. Содержание нитратов в продуктах в зависимости от значения $pC_{NO_3}$ .....	302
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ .....	305