УНИВЕРЗИТЕТ „КИРИЛ И МЕТОДИЈ” ВО СКОПЈЕ

ФАКУЛТЕТ ЗА ЗЕМЈОДЕЛСКИ НАУКИ И ХРАНА

М-р Александра Војин Силовска Николова

СУВА СВИНСКА ПЕЧЕНИЦА ПРОИЗВЕДЕНА ВО ИНДУСТРИСКИ УСЛОВИ СО И БЕЗ НИТРИТНА СОЛ

Докторски труд

Скопје

Докторанд:
М-Р АЛЕКСАНДРА ВОЈИН СИЛОВСКА НИКОЛОВА

Тема:
СУВА СВИНСКА ПЕЧЕНИЦА ПРОИЗВЕДЕНА ВО ИНДУСТРИСКИ УСЛОВИ СО И БЕЗ НИТРИТНА СОЛ

Ментор:
Проф. д-р ЗЛАТКО ПЕЈКОВСКИ,
Факултет за земјоделски науки и храна – Скопје, Универзитет „Св. Кирил и Методиј“ во Скопје

Комисија за одбрана:
Проф.д-р МЕТОДИЈА ТРАЈЧЕВ (претседател)
Факултет за земјоделски науки и храна – Скопје, Универзитет „Св. Кирил и Методиј“ во Скопје

Проф.д-р СТОЈАН БЕЛИЧОВСКИ
Факултет за земјоделски науки и храна – Скопје, Универзитет „Св. Кирил и Методиј“ во Скопје, во пензија

Проф. емеритус д-р МИХАИЛ ДАНЕВ,
Факултетот за ветеринарна медицина во Скопје, во пензија

Проф.д-р ВЛАДО ВУКОВИЌ
Факултет за земјоделски науки и храна – Скопје, Универзитет „Св. Кирил и Методиј“ во Скопје

Научна област:
КВАЛИТЕТ, БЕЗБЕДНОСТ И ТЕХНОЛОГИЈА НА МЕСО И ПРЕРАБОТКИ ОД МЕСО

Датум на одбрана:

_____

М-р. Александра Војин Силовска Николова

СУВА СВИНСКА ПЕЧЕНИЦА ПРОИЗВЕДЕНА ВО ИНДУСТРИСКИ УСЛОВИ СО И БЕЗ НИТРИТНА СОЛ

– А п с т р а к т –

Испитувани се можностите за индустриско производство на сува свинска печеница произведена со и без нитритна сол. Истражувањето се изведе во индустријата за преработка на месо „Римес МС Гроуп“ ДОО. Како основа е земен нивниот вообичаен технолошки начин на производство на сува свинска печеница. Во три повторувања, произведени се пет групи сува свинска печеница: I група: Негативна контрола, со користење готварска сол и декстроза; II група: Позитивна контрола, со користење нитритна сол и декстроза; III група: Со користење нитритна сол, декстроза и стартер култура BactoFlavor Rosa; IV група: Со користење готварска сол, блитва во прав (прв производител), декстроза и BactoFlavor Rosa и V група: Со користење готварска сол, блитва во прав (втор производител), декстроза и BactoFlavor Rosa. При тоа е испитувано влијанието на природниот извор на нитрити-блитвата во прав, врз физичко-хемиските, хемиските, инструменталните карактеристики на бојата и текстурата, како и врз сензорните и микробиолошките карактеристики на сувата свинска печеница. Анализата е изведувана со одредена фреквенција и тоа: 0. ден (12 часа по солење), 7., 14. и 21. ден (солење), 0. ден (по димење, започнување на процесот на зреење), 7., 14. и 18. ден (зреење, крај на производство), средина на рок на употреба (90 дена по производството) и крај на рок на употреба (180 дена по производството).

Утврдено е дека кај IV и V група сува свинска печеница, произведени со блитва во прав во комбинација со стартер култури, има статистички значајно ($p \leq 0,05$) пониска содржина резидуални нитрити и нитрати во споредба со групите сува свинска печеница во кои има додадено нитритна сол. Ниските ТБК вредности укажуваат дека оксидацијата на мастите скоро во целост е спречена кај сите групи сува свинска печеница до истекот на рокот на употреба. Не е детектирано присуство на хистамин кај ниту една од петте групи сува свинска печеница до истекот на рокот на употреба. Инструменталната анализа на бојата на површината и свежиот напречен пресек укажува дека сувата свинска печеница од групата III, во која има додадено стартер култура, има статистички значајно ($p \leq 0,05$) подобар развој и стабилност на бојата споредено со II позитивна контролна група (произведена со нитритна сол). Додека групите сува свинска печеница (IV и V), произведени со блитва во прав, имаат развој и стабилност на бојата која се доближува до II позитивна контролна група. Утврдено е дека кај III група, во која има додадено стартер култури, сензорните карактеристики се статистички значајно ($p \leq 0,05$) подобро оценети од II позитивна контролна група. Двете групи сува свинска печеница, произведена со блитва во прав (IV и V), имаат прифатливи сензорни карактеристики. Тие се повисоки оцени во споредба со II позитивна контролна група по однос на следните сензорни карактеристики: типичност и интензитет на бојата на свеж пресек, профил на текстурата и профил на аромата.

Генерално, со примената на блитвата во прав, при производството на сува свинска печеница во индустриски услови, може да се избегне употребата на нитритна сол која е штетна по здравјето на човекот.

Клучни зборови: сува свинска печеница, нитритна сол, блитва во прав, стартер култури

MSc Aleksandra Vojin Silovska Nikolova

DRY-CURED PORK LOIN PRODUCED IN INDUSTRIAL CONDITIONS WITH AND WITHOUT NITRITE CURING SALT

– Abstract–

The study explored potential methods for producing dry-cured pork loin in an industrial setting, comparing variants produced with and without nitrite curing salt. Conducted at the meat processing company "Rimes MS Group DOO". the research used their standard production process as a reference. Five batches of dry-cured pork loin were created through three iterations: Group I: Negative control, using table salt and dextrose; Group II: Positive control, incorporating nitrite curing salt and dextrose; Group III: Nitrite curing salt, dextrose, and BactoFlavor Rosa starter culture; Group IV: Table salt, Swiss chard powder from first manufacturer, dextrose, and BactoFlavor Rosa; and Group V: Table salt, Swiss chard powder from second manufacturer, dextrose, and BactoFlavor Rosa. The study investigated the impact of Swiss chard powder as a natural nitrite source, on various aspects, including physico-chemical properties, chemical composition, color and texture characteristics, sensory properties, and microbiological features of dry-cured pork loin. The analysis was conducted at specific intervals: day 0 (12 hours after salting), day 7, 14, and 21 (post-salting), day 0 (after smoking and initiation of the ripening process), day 7, 14, and 18 (ripening and end of production), midpoint of shelf life (90 days after production), and end of shelf life (180 days after production).

It was found that dry-cured pork loin produced in groups IV and V, which utilized Swiss chard powder along with starter cultures, had significantly ($p \leq 0.05$) lower levels of residual nitrites and nitrates compared to those with added nitrite salt. Low TBA number indicated that fat oxidation is almost completely prevented in all groups of dry-cured pork loin until the expiration dates. None of the five groups showed the presence of histamine until the expiry date. Instrumental analysis of surface and cross-section color revealed that dry-cured pork loin from group III, where starter culture was added, exhibited superior color development and stability ($p \leq 0.05$) compared to the positive control group II (produced with nitrite salt). Dry-cured pork loin from groups IV and V, produced with Swiss chard powder, demonstrated color development and stability similar to the positive control group II. Group III, with added starter cultures, also received significantly ($p \leq 0.05$) better sensory evaluations than the positive control group II. Both dry-cured pork loin groups using Swiss chard powder (IV and V) exhibited acceptable sensory characteristics, outperforming the positive control group II in terms of typicality and color intensity of fresh cross-section, texture profile, and aroma profile.

Overall, the use of Swiss chard powder in industrial production of dry-cured pork loin eliminates the need for harmful nitrite curing salt, enhancing both the safety and quality of the product.

Key words: dry-cured pork loin, nitrite salt, Swiss chard powder, starter cultures

ИЗЈАВА

„Изјавувам дека докторскиот труд го изработив самостојно, дека уредно ги цитирам сите користени извори и литература и дека трудот не е користен во рамките на други универзитетски студии или за стекнување на друго звање“.

Александра Силовска Николова с.р

„Изјавувам дека електронската верзија на докторскиот труд е идентична со отпечатениот докторски труд“.

Александра Силовска Николова с.р

СОДРЖИНА

1. ВОВЕД **16**

2. ПРЕГЛЕД НА ЛИТЕРАТУРА **18**

2.1. Технолошки придобивки од употребата на нитрити во индустријата за месо **18**

2.1.1. Антимикробно дејство 18

2.1.2. Развој и стабилност на боја 22

2.1.3. Антиоксидантно дејство 29

2.1.4. Развој на арома 31

2.2. Влијание на употребените нитрити кај преработките од месо врз човековото здравје **33**

2.2.1. Токсичност на нитритите 33

2.2.1.1. Акутна токсичност 33

2.2.2. Мутагеност и канцерогеност 34

2.2.3. Формирање на *N* - нитрозо соединенија 35

2.3. Законска регулатива **40**

2.4. Можности за намалување на потенцијалната опасност од употребата на нитрити кај преработките од месо **45**

2.4.1. Намалување на содржината на нитрити кај преработките од месо 45

2.4.2. Целосна или делумна замена на нитритите 46

2.4.3. Замена на нитритите со природни извори на нитрати застапени во високи концентрации во некои видови зеленчуци 50

2.5. Примена на стартер културите во индустријата за месо **53**

2.5.1. Позитивниот ефект на стартер културите врз сензорните карактеристики кај преработките од месо 54

2.5.2. Стартер култури како инхибитори на микробиолошките опасности при производство на преработки од месо 57

3. ОБРАЗЛОЖЕНИЕ НА РАБОТНИТЕ ХИПОТЕЗИ И ТЕЗИ **61**

4. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОДИ **62**

4.1. Материјал **62**

4.2. Методи **68**

4.2.1. Физичко-хемиски анализи 69

4.2.1.1. Одредување на температурата 69

4.2.1.2. Мерење на pH-вредноста 69

4.2.1.3. Одредување активност на водата (aw-вредност) 69

4.2.1.4. Пресметување загуба во масата при одмрзнување 69

4.2.1.5. Пресметување загуба во масата при отстранување масно ткиво, фасции и обликување 69

4.2.1.6 Пресметување загуба во масата во текот на производниот процес 69

4.2.1.7. Пресметување загуба во обем во текот на производниот процес 70

4.2.1.8. Пресметување загуба во должина во текот на производниот процес 70

4.2.2. Хемиски анализи 70

4.2.2.1. Одредување на вкупната содржина на пепел 70

4.2.2.2. Одредување на вкупната содржина на хлориди 70

4.2.2.3. Одредување на вкупната содржина на масти, вода и протеини 71

4.2.2.4. Одредување на вкупната содржина на нитрити 71

4.2.2.5. Одредување на вкупната содржина на нитрати 71

4.2.2.6 Одредување на степенот на оксидација на липидите - ТБК тест 71

4.2.2.7. Одредување на вкупната содржина на хистамин 72

4.2.3. Инструментална анализа на боја 72

4.2.4. Инструментална анализа на текстура 74

4.2.4.1. Анализа на цврстина (сила на пенетрација) 74

4.2.4.2. Анализа на профил на текстура 74

4.2.5. Микробиолошка анализа 75

4.2.5.1. Утврдување присуство на *Salmonella spp.* 75

4.2.5.2. Утврдување присуство на *Listeria monocytogenes* 76

4.2.5.3. Утврдување присуство на *Campylobacter spp.* 76

4.2.5.4. Утврдување присуство на *Yersinia enterocolitica* 76

4.2.6. Сензорна анализа 76

4.2.7. Статистичка обработка на податоците 78

5. РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА 80

5.1. Физичко–хемиски параметри на суровината 80

5.1.1. Загуба во масата при одмрзнување на суровината 80

5.1.2. Загуба во масата при отстранување маснотии и фасции од суровината 80

5.1.3. pH-вредност на суровината 81

5.1.4. Температура на суровината 81

5.1.5. Содржина на нитрити и нитрати кај суровината 82

5.2. Инструментална анализа на бојата на површина и на свеж напречен пресек кај суровината 83

5.3. Физичко-хемиски параметри на сувата свинска печеница во текот на производниот процес и за време на складирањето 84

5.3.1. Загуба во маса на сувата свинска печеница во текот на производниот процес 84

5.3.2 Загуба во обем на сувата свинска печеница во текот на производниот процес 86

5.3.3. Загуба во должина на сувата свинска печеница во текот на производниот процес 86

5.3.4. pH-вредност на сувата свинска печеница во текот на производниот процес и за време на складирањето 87

5.3.5. Активност на водата (aw-вредност) на сувата свинска печеница во текот на производниот процес и за време на складирањето 89

5.4. Хемиски состав на сувата свинска печеница во текот на производниот процес и за време на складирањето 91

5.4.1. Содржина на вода во сувата свинска печеница во текот на производниот процес и за време на складирањето 91

5.4.2. Содржина на протеини во сувата свинска печеница во текот на производниот процес и за време на складирањето 92

5.4.3. Содржина на масти во сувата свинска печеница во текот на производниот процес и за време на складирањето 93

5.4.4. Содржина на пепел во сувата печеница во текот на производниот процес и за време на складирањето 94

5.4.5. Содржина на натриум хлорид во сувата свинска печеница во текот на производниот процес и за време на складирањето 95

5.4.6. Содржина на нитрити во сувата свинска печеница во текот на производниот процес и за време на складирањето 96

5.4.7. Содржина на нитрати во сувата свинска печеница во текот на производниот процес и за време на складирањето 98

5.4.8. ТВК-број на сувата свинска печеница на почетокот на производниот процес и на крајот на рокот на употреба 100

5.4.9. Содржина на хистамин во сувата свинска печеница на почеток на производниот процес и на крајот на рокот на употреба 102

5.5. Инструментална анализа на бојата на сувата свинска печеница во текот на производниот процес и за време на складирањето **103**

5.5.1. Инструментално измерена L-вредност на површина и на свежиот напречен пресек на сувата свинска печеница во текот на производниот процес и за време на складирањето 104

5.5.2. a-вредност на површина и на свеж напречен пресек на сувата свинска печеница во текот на производниот процес и за време на складирањето 107

5.5.3. b-вредност на површина и на свеж напречен пресек на сувата свинска печеница во текот на производниот процес и за време на складирањето 111

5.5.4. h-вредност на површина и на свеж напречен пресек на сувата свинска печеница во текот на производниот процес и за време на складирањето 113

5.5.5. C-вредност на површина и на свеж напречен пресек на сувата свинска печеница во текот на производниот процес и за време на складирањето 115

5.5.6. Отстапување на бојата на површината и на свежиот напречен пресек на останатите групи сува свинска печеница, во споредба со позитивната контрола, врз основа на разликите во интензитетот на бојата (ΔC) во текот на производниот процес и за време на складирањето 118

5.5.7. Отстапување на бојата на површината и на свеж напречен пресек на останатите групи сува свинска печеница во споредба со контролната позитивна група, врз основа на разликите во светлоста (ΔL) во текот на производниот процес и за време на складирањето 120

5.5.8. ΔE-вредност на површината и на свежиот напречен пресек на сувата свинска печеница во текот на производниот процес и за време на складирањето 122

5.5.9. R-вредност на површината на сувата свинска печеница во текот на производниот процес и за време на складирањето 124

5.5.10. Индекс на кафеава боја (BI) на површина на сувата свинска печеница во текот на производниот процес и за време на складирањето 126

5.6. Инструментална анализа на текстурата на сувата свинска печеница во текот на производниот процес и за време на складирањето **129**

5.6.1. Цврстина (сила на пенетрација) кај сувата свинска печеница во текот на производниот процес и за време на складирањето 129

5.6.2. Профил на текстурата на сувата свинска печеница по завршувањето на производниот процес и за време на складирањето 130

5.6.2.1. Цврстина - максимална сила (N) за време на првата компресија кај сувата свинска печеница по завршување на производниот процес и за време на складирањето 130

5.6.2.2. Еластичност (mm) на сувата свинска печеница по завршување на производниот процес и за време на складирањето 131

5.6.2.3. Адхезивност (N.mm) на сувата свинска печеница по завршувањето на производниот процес и за време на складирањето 132

5.6.2.4. Кохезивност на сувата свинска печеница по завршување на производниот процес и за време на складирањето 133

5.6.2.5. Гуменост (N) на сувата свинска печеница по завршување на производниот процес и за време на складирањето 134

5.6.2.6. Енергија (J) при џвакање на сувата свинска печеница по завршување на производниот процес и за време на складирањето 135

5.6.2.7. Отпорност (J) на сувата свинска печеница по завршување на производниот процес и за време на складирањето 137

5.7. Сензорна анализа на сувата свинска печеница по завршување на производниот процес и за време на складирањето 137

5.7.1. Надворешен изглед на сувата свинска печеница по завршување на производниот процес и за време на складирањето 138

5.7.2. Профил на бојата 140

5.7.3. Профил на текстурата 142

5.7.4. Профил на арома 145

5.7.5. Соленост на сувата свинска печеница по завршување на производниот процес и за време на складирањето 148

5.7.6. Вкупен впечаток кај сувата свинска печеница по завршување на производниот процес и за време на складирањето 149

5.8. Микробиолошки наод кај сувата свинска печеница по завршување на производниот процес и за време на складирањето 151

5.9. Корелациска анализа 152

5.9.1. Корелација помеѓу содржината на нитрити и нитрати кај сувата свинска печеница 152

5.9.2. Корелација помеѓу содржината на нитрити/нитрати и инструментално измерените вредностите на бојата на свеж напречен пресек кај сувата свинска печеница 152

5.9.3. Корелација помеѓу сензорното оценување и инструментално измерените вредности на бојата на свежиот напречен пресек кај сувата свинска печеница 153

5.9.4. Корелација меѓу сензорното оценување и инструментално измерените вредности на профилот на текстурата кај сувата свинска печеница 155

6. ЗАКЛУЧОК 157

7. КОРИСТЕНА ЛИТЕРАТУРА 158

ЛИСТА НА ТАБЕЛИ

Табела 1.	Приказ на влијанието на нитритите врз стабилноста на оксидација кај пилешкото, свинското и говедското месо (податоците се изразени како ТБК-вредност)	30
Табела 2.	Дозволено максимално ниво (mg/l или mg/kg) нитрити и нитрати кај преработено месо Правилник за изменување и дополнување на Правилникот за адитиви што се употребуваат во производство на храна („Сл. весник на РМ“, бр. 114/13)	42
Табела 3.	Влијание на стартер културите врз развојот на сензорните карактеристики кај ферментираните колбаси за време на зреењето	56
Табела 4.	Приказ на планот користен во истражувањето по фреквенција и вид на анализата	64
Табела 5.	Суровински состав на поодделни групи сува свинска печеница	67
Табела 6.	Загуба во масата (%) при одмрзнување на суровината	80
Табела 7.	Загуба во масата (%) при отстранување маснотии и фасции	80
Табела 8.	pH-вредност кај сувата свинска печеница во текот на производниот процес и за време на складирањето (Duncanov test, α = 0,05)	87
Табела 9.	Активност на водата (aw-вредност) на сувата свинска печеница во текот на производниот процес и за време на складирањето (Duncanov test, α = 0,05)	90
Табела 10.	Содржина на вода во сувата свинска печеница во текот на производниот процес и за време на складирање (Duncanov test, α = 0,05)	91
Табела 11.	Содржина на протеини во сувата свинска печеница во текот на производниот процес и за време на складирањето (Duncanov test, α = 0,05)	92
Табела 12.	Содржина на масти во сувата свинска печеница во текот на производниот процес и за време на складирањето (Duncanov test, α = 0,05)	93
Табела 13.	Содржина на пепел во сувата свинска печеница во текот на производниот процес и за време на складирањето (Duncanov test, α = 0,05)	94
Табела 14.	Содржина на натриум хлорид во сувата свинска печеница во текот на производниот процес и за време на складирањето (Duncanov test, α = 0,05)	95
Табела 15.	Содржина на нитрити во сувата свинска печеница во текот на производниот процес и за време на складирањето (Duncanov test, α = 0,05)	97
Табела 16.	Содржина на нитрати во сувата свинска печеница во текот на производниот процес и за време на складирањето (Duncanov test, α = 0,05)	99
Табела 17.	L-вредност на површина на сувата свинска печеница во текот на производниот процес и за време на складирање (Duncanov test, α = 0,05)	105
Табела 18.	L-вредност на свеж напречен пресек на сувата свинска печеница во текот на производниот процес и за време на складирањето (Duncanov test, α = 0,05)	106

Табела 19.	а-вредност на површина на сувата свинска печеница во текот на производниот процес и за време на складирањето (Duncanov test, α = 0,05)	107
Табела 20.	а-вредност на свеж напречен пресек на сувата свинска печеница во текот на производниот процес и за време на складирањето (Duncanov test, α = 0,05)	109
Табела 21.	b-вредност на површина на сувата свинска печеница во текот на производниот процес и за време на складирањето (Duncanov test, α = 0,05)	111
Табела 22.	b-вредност на свеж напречен пресек на сувата свинска печеница во текот на производниот процес и за време на складирањето (Duncanov test, α = 0,05)	112
Табела 23.	h-вредност на површина на сувата свинска печеница во текот на производниот процес (Duncanov test, α = 0,05)	114
Табела 24.	h-вредност на свеж напречен пресек на сувата свинска печеница во текот на производниот процес и за време на складирањето (Duncanov test, α = 0,05)	115
Табела 25.	C-вредност на површина во текот на производниот процес и за време на складирањето кај сувата свинска печеница (Duncanov test, α = 0,05)	116
Табела 26.	C-вредност на свеж напречен пресек во текот на производниот процес и за време на складирањето кај сувата свинска печеница (Duncanov test, α = 0,05)	117
Табела 27.	ΔC-вредност на површината во текот на производниот процес и за време на складирањето, кај сувата свинска печеница (Duncanov test, α = 0,05)	118
Табела 28.	ΔC-вредност на свеж напречен пресек на сувата свинска печеница во текот на производниот процес и за време на складирањето (Duncanov test, α = 0,05)	119
Табела 29.	ΔL-вредност на површината, во текот на производниот процес и за време на складирањето, кај сувата свинска печеница (Duncanov test, α = 0,05)	120
Табела 30.	ΔL-вредност на свеж напречен пресек, во текот на производниот процес и за време на складирањето, кај сувата свинска печеница (Duncanov test, α = 0,05)	121
Табела 31.	ΔE-вредност на површината на сувата свинска печеница во текот на производниот процес и за време на складирањето (Duncanov test, α = 0,05)	122
Табела 32.	ΔE-вредност на свеж напречен пресек на сувата свинска печеница во текот на производниот процес и за време на складирањето	123
Табела 33.	R - вредност на површината на сувата свинска печеница во текот на производниот процес и за време на складирањето (Duncanov test, α = 0,05)	124
Табела 34.	R-вредност на свеж напречен пресек на сувата свинска печеница во текот на производниот процес и за време на складирањето (Duncanov test, α = 0,05)	125
Табела 35.	Индекс на кафеава боја (BI) на површината на сувата свинска печеница во текот на производниот процес и за време на складирањето (Duncanov test, α = 0,05)	127
Табела 36.	Индекс на кафеава боја (BI) на свеж напречен пресек во текот на производниот процес и за време на складирањето кај сувата свинска печеница (Duncanov test, α = 0,05)	128

Табела 37.	Цврстина - сила на пенетрација (N) кај сувата свинска печеница во текот на производниот процес и за време на складирањето (Duncanov test, α = 0,05)	129
Табела 38.	Цврстина-максимална сила (N) за време на првата компресија, кај сувата свинска печеница по завршување на производниот процес и за време на складирањето (Duncanov test, α = 0,05)	131
Табела 39.	Еластичност (mm) на сувата свинска печеница по завршување на производниот процес и за време на складирањето (Duncanov test, α = 0,05)	131
Табела 40.	Адхезивност (N.mm) на сувата свинска печеница по завршување на производниот процес и за време на складирањето (Duncanov test, α = 0,05)	132
Табела 41.	Кохезивност на сувата свинска печеница по завршување на производниот процес и за време на складирањето (Duncanov test, α = 0,05)	133
Табела 42.	Гуменост (N) на сувата свинска печеница по завршување на производниот процес и за време на складирањето (Duncanov test, α = 0,05)	134
Табела 43.	Енергија (J) при џвакање на сувата свинска печеница по завршување на производниот процес и за време на складирањето (Duncanov test, α = 0,05)	135
Табела 44.	Отпорност (J) на сувата свинска печеница по завршување на производниот процес и за време на складирањето (Duncanov test, α = 0,05)	136
Табела 45.	Надворешен изглед на сувата свинска печеница по завршување на производниот процес и за време на складирањето (Duncanov test, α = 0,05)	138
Табела 46.	Профил на бојата на сува свинска печеница по завршување на производниот процес и за време на складирањето (Duncanov test, α = 0,05)	141
Табела 47.	Профил на текстурата на сувата свинска печеница по завршување на производниот процес и за време на складирањето (Duncanov test, α = 0,05)	143
Табела 48.	Профил аромата на сувата свинска печеница по завршување на производниот процес и за време на складирањето (Duncanov test, α = 0,05)	146
Табела 49.	Соленост на сувата свинска печеница по завршување на производниот процес и за време на складирањето (Duncanov test, α = 0,05)	148
Табела 50.	Вкупен впечаток кај сувата свинска печеница по завршување на производниот процес и за време на складирањето (Duncanov test, α = 0,05)	149
Табела 51.	Корелациски коефициент (r) меѓу нитрити и нитрати	152
Табела 52.	Корелациски коефициент (r) помеѓу содржината на нитрити/нитрати и инструментално измерените вредности на бојата на свежиот напречен пресек кај сувата свинска печеница	152
Табела 53.	Корелациски коефициенти (r) меѓу сензорното оценување на профилот на бојата и инструментално измерените вредности на бојата на свежиот на свинска печеница	154
Табела 54.	Корелациски коефициенти (r) меѓу сензорното оценување и инструметално измерените вредности на профилот на текстурата кај сувата свинска печеница	155

ЛИСТА НА ГРАФИКОНИ

Графикон 1.	Просечна pH-вредност на суровината во зависност од локацијата на мерење	81
Графикон 2.	Просечна температура (^{0}C) на суровината во зависност од локацијата на мерење	82
Графикон 3.	Просечна содржина на нитрити и нитрати (mg/kg) во суровината	82
Графикон 4.	L, a и b вредности на површина кај суровината	83
Графикон 5.	L, a и b вредности на свеж напречен пресек кај суровината	83
Графикон 6.	Загуба во маса по солење, по димење и по зреење на сувата свинска печеница	84
Графикон 7.	Вкупна загуба во маса на сувата свинска печеница во текот на прозводниот процес	85
Графикон 8.	Загуба во обем на сувата свинска печеница во текот на производниот процес	86
Графикон 9.	Загуба во должина на сувата свинска печеница во текот на производниот процес	87
Графикон 10.	Просечни ТВК – броеви (mg MA/kg) во текот на производниот процес и за време на складирањето кај сувата свинска печеница	100

ЛИСТА НА СЛИКИ

Слика 1.	Приказ на видливи интервенции на реакциите на миоглобинот – интеракции кај бојата на месото post mortem	22
Слика 2.	Ниво на кислород и бојата на месото	23
Слика 3.	Формирање на пигментот кај саламуреното месо	24
Слика 4.	Механизам на реакцијата за формирање на нитрозилмиоглобин	25
Слика 5.	Приказ на хемиските промени кои настануваат кај саламуреното месо	25
Слика 6.	Реакција на миоглобинот и хемоглобинот со нитрозирачки соединенија	26
Слика 7.	Хемиска структура на мононирозилмиоглобин и динитрозилмиоглобин	27
Слика 8.	Приказ на хемиската реакција на конвертирање на хемоглобинот во метхемоглобин	34
Слика 9.	Приказ на токсикокинетика на нитратите и нитритите во човечкото тело	36
Слика 10.	Хемиска реакција на формирање *N*-нитрозоамини (M/M^+ се преодни метални јони како Fe^{2+}/ Fe^{3+}	37
Слика 11.	Создавање на *N*-нитрозоамини	37
Слика 12.	Приказ на биохемиските активности на одделни видови бактерии	55
Слика 13.	Приказ на технолошките операции при производство на сува свинска печеница	67
Слика 14.	Шематски приказ на земање мостри за соодветна анализа кај свинскиот грб во текот на производството	68
Слика 15.	Шематски приказ на земање мостри за соодветна анализа кај сува свинска печеница по зреење (крај на производство), средина и крај на рок на употреба	73
Слика 16.	CIE L*a*b* систем	72
Слика 17.	Графички приказ за одредување на аголот на нијанса на бојата (h) и заситеност на бојата (C)	73
Слика 18.	Приказ на развојот на бојата на површината на сувата свинска печеница во текот на производниот процес и за време на складирањето до крајот на рокот на употреба	103
Слика 19.	Приказ на развојот на бојата на свежиот напречен пресек на сувата свинска печеница во текот на производниот процес и за време на складирањето до крајот на рокот на употреба	104
Слика 20.	Споредбен приказ на свежиот напречен пресек кај петте групи сува свинска печеница	137
Слика 21.	Споредбен приказ на бојата на површинта кај петте групи сува свинска печеница	139

1. ВОВЕД

Конзервирањето на храната станало суштински фактор за опстанок на праисторискиот човек. Пештерите и природните засолништа биле добри места за сушење на вишокот уловено месо. Со осознавање на солта човекот започнал да го применува солењето на месото, како начин за негово зачувување. Тој забележал поголема одржливост и подобри сензорни карактеристики кај месото кое било третирано со сол што потекнува од областите околу Мртвото Море. Не можело да се најде објаснување зошто е тоа така сè до почетокот на минатиот век. Тогаш било констатирано дека нитритите се причината за поголемата одржливост и развојот на подобрите сензорни карактеристики кај соленото месо. Додека, пак, нитратите се само депоа на нитрити, кои со помош на нитрат редуктивните бактерии се редуцираат до нитрити.

И денес, како и изминатите неколку децении, индустријата за месо не може да се замисли без употреба на нитритите кои се едни од најупотребуваните адитиви кои спаѓаат во групата на конзерванси. Тие го спречуваат растот и развојот на микроорганизмите, пред сè на бактеријата *Clostridium botulinum*, со што се спречува создавањето на отровот ботулин. Покрај нивниот антимикробен ефект, тие се многу значајни и од технолошко гледиште затоа што придонесуваат за развојот на карактеристичната црвено-розеникава боја, ја спречуваат оксидацијата на мастите и придонесуваат за развој на вкусот кај преработките од месо.

Но, покрај својот позитивен ефект, нитритите имаат и негативни последици врз здравјето на човекот. При обработката на месото доаѓа до реакција помеѓу протеините од месото и додадените нитрити, при што се создаваат *N*-нитрозо соединенија. Повеќе од пет децении се опишува и докажува нивната токсичност и канцерогеност.

Како да се спречи создавањето на *N*-нитрозо соединенијата кај преработките од месо? Тоа прашање си го поставуваат голем број истражувачи во изминатите неколку децении. Тие работеле на употреба на супстанции кои го редуцираат создавањето на *N*-нитрозо соединенијата. Се обиделе со редуцирање на додадените нитрити. Се обиделе со делумна или целосна замена на нитритите. Но, до ден денес не е најдено едно единствено соединение кое во целост ќе ги замени нитритите. Направени се и обиди за примена на безнитритни системи.

Во 2015 година Меѓународната агенција за истражување на канцер - (International Agency for Research on Cancer - IARC), како дел од Светската здравствена организација (Food and Agriculture Organization of the United Nations - WHO), во нивниот извештај потврдија и прогласија дека преработките од месо се канцерогени.

После извештајот на Меѓународната агенција за истражување на канцер, потрошувачите се сè повеќе загрижени за своето здравје. Тие почнуваат да ги одбегнуваат преработките од месо или да бараат преработки од месо кои содржат помало количество адитиви.

Иако, сè уште, не се пронајдени идеални замени за синтетските нитрати/нитрити, познато е дека некои зеленчуци како: целерот, магдоносот, цвеклото, блитвата, празот, зелената салата, брокулата и др., содржат релативно високи количества нитрати, особено нивниот прав, сок и екстракт, кои содржат неколкупати поголемо количество нитрати. Тие можат да се користат како природен извор на нитрити при производството на преработки од месо. Нивната примена може да биде со директно додавање во месото, со или без стартер култура или со претходно конвертирање на нитратите во нитрити. Во земјите од Европската Унија, за разлика од Соединетите Американски Држави и Азија, не е дозволена употребата на претходно ферментирана саламура која во себе содржи нитрити.

Алтернативните природни извори на нитрати кои ги има во високи концентрации кај некои видови зеленчуци, во комбинација на стартер културите, кои ги редуцираат нитратите во нитрити, можат да се употребуваат при производство на преработки од месо.

Блитвата (*Beta vulgaris var.cicia*) е листест зеленчук од фамилијата *Chenopodiaceae.* Таа содржи високи количества нитрати (2754 ppm). Покрај високото количество нитрати, блитвата содржи и природни антиоксиданти, како што се: полифенолите, витаминот С, витаминот Е, каротеноидите итн.. Исто така, во блитвата се застапени и неколку флавоноиди - антиоксиданти како: кверценот, кампферолот, рутинот и витексинот. Блитвата има и антимикробни ефекти. За разлика од целерот, таа не содржи алергени. Тоа е голема предност при нејзината употреба во преработките од месо.

Стартер културите претставуваат една моќна алатка со чија помош може да се води самиот тек на производството кај преработките од месо. При тоа се постигнуваат посакуваните цели во квалитетот и безбедноста кај готовиот производ. Нивната примена во индустријата за месо, при производство на ферментирани производи, придонесува за: забрзување на ферментацијата со што производството станува порентабилно, а се подобрува и безбедноста и квалитетот на готовиот производ. За тоа да се постигне треба да се избере соодветна стартер култура во согласност со видот на производот и условите на самото производство.

Замената на нитритите во преработките од месо е сложен процес за кои сè уште нема решение. Од истражувањата на голем број автори на оваа проблематика, произлезе и мотивацијата за истражувањата во оваа докторска дисертација чија цел е производство на традиционални трајни сувомесни производи, произведени во индустриски услови со можност за намалување или замена на синтетските нитрити со природен извор на нитрити од блитва во прав и примена на соодветна стартер култура, со што ќе се намалат Е-броевите на декларацијата.

Тоа ќе даде поттик и ќе придонесе кон насочување на вниманието на преработувачите на месо кон производство на по природни сувомесни производи со стандарден квалитет и минимално количество адитиви. Со тоа би се задоволиле барањата и очекувањата на современиот потрошувач, а главна цел на секој производител е да ги задоволи желбите, барањата и потребите на потрошувачите.

Главна цел на ова истражување е да се испитаат ефектите од замена на нитритите со природен извор на нитрати (блитва во прав) во содејство со смеса од стартер култури кај трајните сувомесни производи.

2. ПРЕГЛЕД НА ЛИТЕРАТУРА

2.1. ТЕХНОЛОШКИ ПРИДОБИВКИ ОД УПОТРЕБАТА НА НИТРИТИ ВО ИНДУСТРИЈАТА ЗА МЕСО

Од пишаните историски записи не може да се утврди кога точно започнува примената на нитритите при конзервирањето на месото. Нивен претходник е солта, која човекот ја користел првично како средство за конзервирање (Binkerd и Kolari, 1975; Sebranek, 1979; Pierson и Smoot, 1982; Cassens, 1990; Pegg и Shahidi, 2000; Sindelar и Milkowski, 2011).

Адитивите не се креација на новото модерно време. Во индустријата за месо се користат голем број адитиви. Едни од најпримену̀ваните адитиви се нитритите. Тие го ограничуваат и спречуваат растот и размножувањето на микроорганизмите, го инхибираат растот и развојот на патогената бактерија *Clostridium botulinum*. Но, покрај нивното конзервирачко дејство, тие се значајни и за развојот и стабилноста на карактеристичната типична розеникаво црвена боја кај преработките од месо. Тие дејствуваат како антиоксиданти (ја спречуваат оксидацијата на мастите), што доведува до подобар развој и зачувување на вкусот кај готовиот производ.

2.1.1. Антимикробно дејство

Месото е продукт што многу лесно се расипува. Тоа претставува одличен медиум за развој на микроорганизмите поради високата содржина на влага, присуството на хранливи материи, азотни соединенија, како и поволната pH-вредност од околу 5,6. Поради овие причини, потребно е што побрзо да се спречи расипувањето на месото од микробиолошката активност.

Во индустријата за месо, со цел да се спречи расипувањето на месото и преработките од месо, се користат различни начини на конзервирање. Целта на сите постапки на конзервирање е уништување на микроорганизмите, односно спречување или забавување на нивното размножување Цинлески (1990).

Конзерванси се материи со одреден хемиски состав кои, при додавање на прехранбените производи под соодветни услови, го спречуваат или го забавуваат размножувањето на микроорганизмите во прехранбениот производ, односно кои го штитат месото и производите од месо од расипување кое го предизвикуваат микроорганизмите и кислородот а суштествено не влијаат на органолептичките својства (Данев, 1999).

Според основата на нивната технолошка функција, нитритите и нитратите се прехранбени адитиви кои се вбројуваат во функционалната класа на конзерванси. Kovačević и сор. (2016) истакнуваат дека тие го продолжуваат рокот на траење кај преработките од месо, спречувајќи го расипувањето предизвикано од микроорганизмите и растот и развојот на патогените микроорганизми, а при тоа обезбедувајќи микробиолошка безбедност кај преработките од месо (Govari и Pexara, 2018).

Toldrá (2010) наведува дека во индустријата едни од најупотребуваните адитиви се: натриум нитрит (E 250) и калиум нитрит (E 249), односно натриум нитрат (E 251) и калиев нитрат (E 252). Тие се употребуваат како нитратна сол за саламурење ($NaCl$ + 3 % $NaNO_3$), нитритна сол за саламурење ($NaCl$ + 0,5-0,6 % нитрити изразени како $NaNO_2$) или нитритна сол за саламурење со 1 % шалитра ($NaCl$ + 0,5-0,6 % нитрит, изразен како $NaNO_2$ + 0,9-1,2 % шалитра изразена како $NaNO_3$) (Kovačević, 2014).

За саламурење на месото најчесто и најмногу се употребува нитритната сол, а помала е примената на мешавина на нитритна и нитратна сол. Многу поретко се употребува

нитратната сол во форма на калиум нитрат и тоа само кај бавно ферментирачки колбаси кои се сушат подолго време и се приготвуваат на традиционален начин (Feiner, 2006). Нитратите немаат антимикробно дејство и не влијаат на растот на микроорганизмите Tompkin (2005). Поради нивната помала реактивност тие немаат директно влијание како конзерансите кога се додаваат во месото, но се депо на нитритите (Hui,1992).

Со додавањето на нитратите не значи дека се присутни нитритите. Најнапред, потребно е со дејството на нитрат редуктивните бактерии, особено од родот *Micrococcus*, да се изврши редукција на нитратите до нитрити со помош на ензимот нитрат-редуктаза на температура над 8 ^{0}C. Саламурењето на повисоки температури придонесува за развој на бактериите *Salmonella spp*. и *Staphylococcus aureus*. Поради овие причини потребно е заедно да се користи нитритот и нитратот. Употребата само на нитритот во практиката е поедноставно и безбедно бидејќи тој е непосреден инхибитор на микроорганизмите (Feiner, 2006).

Tompkin (2005) наведува дека уште во почетокот на минатиот век била утврдена инхибиторната активност на нитритите во кисела средина.

Во литературните податоци има се среќаваат прегледи од истражувачките активности за бактериостатското и бактерицидното дејство на нитритите. Тие го спречуваат растот и развојот на *Clostridium botulinum* (Roberts, 1975; Cassens, 1994; Archer, 2002; Lövenklev и сор., 2004; Badea и сор., 2004; Sindelar и Houser, 2009; Sindelar и Milkowski, 2011; Keto-Timonen, 2012; Redondo-Solano и сор., 2013; Hospital и сор., 2016; Kovačević и сор., 2016, Lee и сор., 2018) и производството на токсинот ботулин (Gunvig и сор., 2013; Hospital и сор., 2016; Patarata и сор., 2022) кој ја предизвикува болеста ботулизам (Hotchiss и Cassens, 1987). Таа е една од најсмртоносните болести кои се пренесуваат преку храната. Пред употребата на нитритите како конзерванси кај преработките од месо, ботулизмот претставувал сериозен здравствен проблем (Archer, 2002).

Sindelar и Milkowski (2011) истакнуваат дека нитратите и нитритите, во комбинација со другите фактори, покрај тоа што го намалуваат или спречуваат растот и размножувањето на *Clostridium botulinum*, го спречуваат и развојот и размножувањето на другите патогени микроорганизми како: *Clostridium perfringens* (Redondo-Solano и сор., 2013; Jackson и сор., 2011), *Clostridium sporogenes* (Patarata и сор., 2020), *Clostridium spp.* (Wójciak и сор., 2019), *Listeria monocytogenes* (González и Díez, 2002; Nyachuba и сор., 2007; Pradhan и сор., 2009; Sindelar и Milkowski, 2011; Hospital и сор., 2014; Christieans и сор., 2018; King и сор., 2016; Nikodinoska и сор., 2019; Wójciak и сор., 2019; Patarata и сор., 2020), *Listeria innocua* (Hospital и сор., 2014; Hospital и сор., 2017; Christieans и сор., 2018), *Staphylococcus aureus* (Roberts, 1975; Cassens, 1994; Archer, 2002; Lövenklev и сор., 2004; Pradhan и сор., 2009; Sindelar и Houser, 2009; Sindelar и Milkowski, 2011; Wójciak и сор., 2019; Bang и сор., 2008; Patarata и сор., 2020), *Salmonella Typhimurium* (Hospital и сор., 2014; Hospital и сор., 2017; Christieans и сор., 2018), *Salmonella spp.* (González и Díez, 2002; Tompkin, 2005; Pradhan и сор., 2009; Sindelar и Milkowski, 2011; Nikodinoska и сор., 2019; Patarata и сор., 2020), *Yersinia enterocolitica* (Roberts, 1975; Cassens, 1994; Archer, 2002; Lövenklev и сор., 2004; Sindelar и Houser, 2009), *Lactobacillus viridescens*, *Leuconostoc mesenteroides*, *Enterococcus faecalis* (Sameshima и сор., 1998), *Serratia liquefaciens, Proteus vulgaris* (Hospital и сор., 2017), *Enterobacteria* (González и Díez, 2002; Nikodinoska и сор., 2019; Wójciak и сор., 2019), *Bacillus cereus* (Pradhan и сор., 2009; Sindelar и Milkowski, 2011), *Escherichia coli* (Oz и сор., 2002; Tompkin, 2005; Pichner и сор., 2006; Pradhan и сор., 2009; Sindelar и Milkowski, 2011; Blanco-Lizarro, 2018). Pichner и сор. (2006) посочуваат дека нитритите имаат инхибиторна активност врз токсинот шига што е произведен од *Escherichia coli* (STEC).

Feiner (2006) посочува дека нитритите не дејствуваат на растот и развојот на квасците и мувлите кај преработките од месо.

Jo и сор. (2020) наведуваат дека нитритите ја инхибираат активноста на млечнокиселинските бактерии од родот *Lactobacillus*, кои најчесто се користат кај ферментираните преработки од месо. Активноста на бактериите од родот *Lactobacillus* се инхибира кога количеството на нитрити е поголема од 100 ppm (Arihara и сор., 1998; Scannell и сор., 2001).

Во истражувањето спроведено од Verluyten и сор. (2003) утврден е ефектот на нитритите врз активноста на млечнокиселинската бактерија *Lactobacillus curvatus* во анаеробни и аеробни услови. При тоа тие констатирале дека активноста на *Lactobacillus curvatus* била инхибирана од страна на нитритите во анаеробни и аеробни услови. Но, инхибиторниот ефект на нитритите е делумно помал врз млечнокиселинските бактерии во анаеробни услови.

Микроорганизмите имаат различни ензимски патишта и антиоксидантни одбранбени системи, во зависност од нивниот вид. Некои микроорганизми се отпорни на оксидативниот стрес од пероксинитритот ($ONOO^-$) и пероксинитрозната киселина (ONOOH) (Majou и Christieans, 2018). Во литературните податоци е наведено дека антимикробниот ефект на нитритите е поизразен кај грам-позитивните анаеробни бактерии отколку кај грам-негативните аеробни бактерии (Jo и сор., 2020).

Механизмот на бактериоцидното и бактериостатското дејство на нитритите, не е разјаснет во целост. Majou и Christieans (2018) посочуваат дека важна улога во создавањето на пероксинитритот има оксидацијата на азотниот монооксид (NO). Најнапред, со помош на нитрит-редуктивните бактерии или активноста на нитрит-редуктазата во месото (деоксимиоглобин), нитритите се редуцираат до азотен моноксид. Следен чекор е оксидација на азотниот моноксид со помош на слободниот радикал супероксиден јон (O^-_2) или, пак, со водородниот пероксид (H_2O_2) присутен во мускулните ткива (Brannan и сор., 2001; Ferrer-Sueta и Radi, 2009). Пероксинитритот е моќен оксидант и нитрирачки агенс, којшто предизвикува клеточно оштетување преку оксидација и нитрирање на структурните компоненти и есенцијалните соединенија во клетката (Brannan и сор., 2001; Radi, 2013). Denicola и сор. (1998), посочуваат дека пероксинитритот лесно се транспортира во внатрешноста на клетката преку анјонските канали или со помош на дифузија при што лесно реагира со биолошките молекули и ги оксидира мембранските липиди и протеини, со што влијае на биосинтезата на аминокиселините, при што настанува модификација на базите на деоксирибонуклеинска киселина (DNK) и сопирање на активноста на голем број ензими (McConnell, 2003; Stern и сор., 2013).

Спречувањето на растот и развојот на микроорганизмите во храната со употреба на нитрити се одвива низ неколку последователни реакции (Urbain, 1971; Cassens, 1994; Ray, 2004):

- При ниско ниво на pH-вредноста, тие стапуваат во реакција со алфа-амино групите од аминокиселините;
- Настанува блокирање на сулфхидрилните групи;
- Стапуваат во реакција со соединенијата кои содржат во себе железо и на тој начин ја ограничуваат употребата на железото од страна на бактериите;
- Се ограничува транспортот помеѓу клетките поради спречување на пропустливоста на клеточната мембрана.

Ефектот на нитритите во спречувањето на растот и размножувањето на бактериите зависи и од физичко-хемиските фактори вклучувајќи го: парцијалниот притисок на

водата, pH-вредноста, количеството на додадени нитрити и/или нитрати и органски киселини (Shafiur Rahman, 2007). Brannan и сор. (2001) наведуваат дека кај саламуреното месо, при низок парцијален притисок на водата и ниска pH-вредност (5,0-6,0) се овозможува создавање на деоксимиоглобин. Тој стапува во реакција со нитритите и притоа се формира азотен оксид и слободен радикален супероксиден анјон (O^{-}_{2}) (Brannan и сор., 2001).

Majou и Christieans (2018) ги посочуваат аскорбинската киселина и натриум хлоридот како соединенија кои ја зголемуваат ефикасноста на нитритите во спречување на растот и развојот на микроорганизмите. Аскорбинската киселина стапува во реакција со нитритите и притоа се формира азотен моноксид. Со тоа се поттикнува создавањето на пероксинитритот и пероксинитрозната киселина, кои имаат антимикробно дејство. Авторите наведуваат дека антимикробното дејство на натриум хлоридот не е само во намалувањето на активноста на водата, туку хлоридниот јон (Cl^{-}) придонесува да се создаде нитрозил хлорид (NOCl), кој е моќен нитрозилирачки агенс и го инхибира растот на бактериите со зголемување на јонската сила.

Кога количеството на нитрити се зголемува, се зголемува и инхибицијата на токсинот ботулин. Податоците добиени од истражувањето кое го спровеле Christiansen и сор. (1974) укажуваат дека по 84 дена складирање на десет примероци на сланина, кои содржат 60 ppm нитрит, на температура од 27 ^{0}C, кај седум примероци е утврдено присуство на токсинот ботулин. Кај сланината која е третирана со 340 ppm нитрит, од десет примероци, само кај еден примерок е утврдено присуство на токсинот ботулин.

Податоците од спроведеното истражување од страна на Robinson и сор.,1982 говорат дека кај пастеризирано и саламурено месо, кое е третирано со 100 ppm нитрит, складирано на температура од 20 ^{0}C, веројатноста за производство на токсинот ботулин од страна на бактеријата *Clostridium botulinum* е 59 %. Наспроти ова, кај примероците кои се третирани со 300 ppm нитрит, веројатноста за производство на токсинот ботулин е 1 %.

Количеството на нитрити од 100 до 200 ppm придонесува да се спречи развојот на спорите од *Clostridium perfringens* и *Bacillus cereus* (Redondo-Solano, 2011). Кај саламуреното месо, кое содржи од 80 до 140 ppm нитрити, Feiner (2006) истакнува дека се инхибира растот на бактериите: *Salmonella spp.*, *Staphylococcus aureus* и *Clostridium botulinum.* Со тоа се спречува и формирањето на токсините од бактериите.

Sameshima и сор., 1998 наведуваат дека кај вакуумски пакувани свински колбаси, кои содржат 200 ppm нитрити, складирани на температура од 10 ^{0}C, двојно е побавен растот на *Enterococcus faecalis*, наспроти колбасите кои не содржат нитрити.

Намалувањето на содржината на нитритите го зголемува ризикот од труење со храна предизвикан од токсинот ботулин, произведен од *Clostridium botulinum*. Исто така, може да предизвика и прекумерен раст и развој на бактериите *Lactobacillus spp., Enterococcus spp. и Pseudomonas spp., Listeria monocytogenes*, *Salmonella spp*. и *Staphylococcus aureus* во преработки од месо (На и сор., 2016; Jo и сор., 2014; Lee и сор., 2016).

Kovačević (2001) истакнува дека саламурењето, како хемиски метод на конзервирање на месото, многу често се надополнува со другите методи на конзервирање, пред сè како што е употребата на високи температури при производство на преработки од месо. Исто така, доколку кај преработките од месо се додаде натриум лактат и натриум диацетат, тие заедно со нитритите дејствуваат синергетски против *Listeria monocitogenes* (Seman и сор., 2002; Gill и Holley, 2003; Legan и сор., 2004).

2.1.2. Развој и стабилност на боја

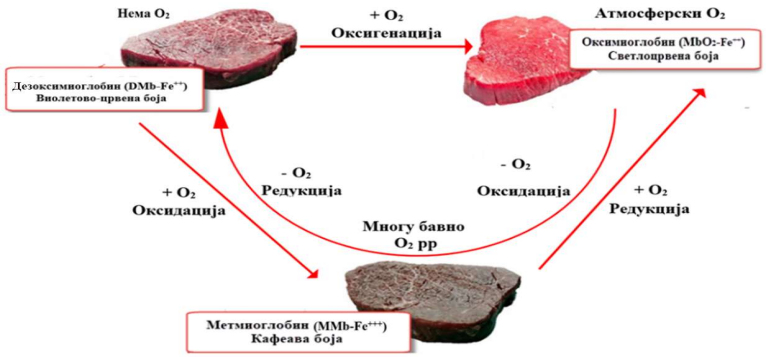
Во литературните податоци може да се најдат голем број истражувања кои посочуваат дека потрошувачите при изборот на свежо месо и преработките од месо првично ја забележуваат нивната боја. Врз основа на својот прв визуелен впечаток тие носат одлука по кој производ ќе се посегне. Исто така, бојата на свежото месо и на преработките од месо претставува еден од најзначајните показатели за квалитетот на производот како и за успешното одвивање на технолошките операции (Bendall и Swatland, 1988; Van Laack и сор., 1994; Cornforth и Jayasingh, 2004; Bekhit и Faustman, 2005; Olsson и Pickova, 2005; Mancini и Hunt, 2005; Rosmini и Zogbi, 2005; Lawrie и Ladward, 2006, Møller и Skibsted, 2007; Brewer, 2010; Dragoev и сор., 2014; Abdulhameed и сор., 2016).

Главен носител на бојата во месото е пигментот миоглобин, кој се наоѓа во саркоплазмата на мускулните влакна (Rede и Petrović, 1997; Mancini и Hunt, 2005; Gašperlin и Rajar, 2005). Feiner (2006) наведува дека бојата кај свежото месо, главно, зависи од застапеноста на мускулниот пигмент, првенствено на миоглобинот (90 - 95 %), потоа хемоглобинот (2 - 5 %) и мали незначителни количества на цитохроми, флавини, кобаламини итн. Миоглобинот, односно мономерниот глобуларен протеин, се состои од безбоен глобин и хем кој е одговорен за бојата. Gašperlin и Rajar (2005) истакнуваат дека бојата на месото зависи од концентрацијата и од хемиската состојба на пигментот, како и од физичките својства на месото. Содржината на миоглобинот во мускулите, а со тоа и бојата на месото зависи од низа други фактори како: видот на животното, староста, расата, начинот на одгледување и хранење, активноста, видот и хемискиот состав на мускулите, фактори пред и по колењето (Џинлески, 1990; Данев, 1999; Mancini и Hunt, 2005; Tomović, 2009).

Функцијата на миоглобинот е реверзибилна (оксидоредуктивна) кога се врзува со кислородот (Rede и Petrović, 1997; Mancini и Hunt, 2005; Feiner, 2006).

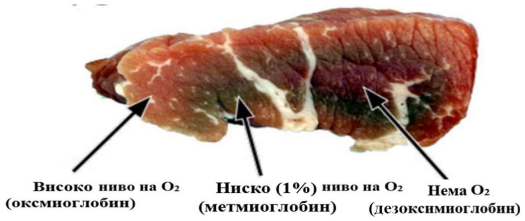
Potthast, (1986) истакнува дека бојата на месото, покрај содржината на пигментот, зависи и од оксидативните ефекти на пигментот, од реакцијата на пигментот со гасните соединенија и од структурните својства на протеините од месото. Според Rede и Petrović (1997) бојата на месото post mortem се менува како резултат на промената на хемиската состојба на миоглобинот во месото.

Во мускулното ткиво кај свежото месо е застапен миоглобинот (Mb) во неколку облици, од кои најзначајни се: редуциран миоглобин - дезоксимиоглобин (DMb), оксимиоглобин (MbO) и метмиоглобин (MMb) кои со својот удел влијаат на целокупната перцепција на бојата кај месото (Mancini и Hunt 2005; Feiner, 2006).



Слика 1. Приказ на видливи интервенции на реакциите на миоглобинот – интеракции кај бојата на месото post mortem (Mancini и Hunt, 2005)

Дезоксимиоглобинот е форма на миоглобин кога двовалентно железо (Fe^{2+}) е вклучено во хемот. Во овој случај, бојата на месото е виолетово-црвена (слика 1). Тоа е бојата на месото веднаш по свеж засек. Миоглобинот во форма на дезоксимиоглобин го одржува многу ниско парцијалниот кислороден притисок (<1,4 mm Hg). Оксигенацијата на миоглобинот започнува кога миоглобинот е изложен на кислород. Во тој случај, нема промена во валентноста на железото (Fe^{2+}) во хемот а бојата на месото е светлоцрвена (слика 1 и 2). Во продолжение, хистидинот комуницира со врзаниот кислород, при што врши промена на структурата и стабилноста на миоглобинот. Со продолженото дејство на кислородот оксимиоглобинот продира подлабоко во структурата на месото. Длабочината на пенетрација на кислородот и дебелината на слојот на оксимиоглобинот, зависат од повеќе фактори како: температурата на месото, парцијалниот притисок на кислородот, pH-вредностите и потребата од кислород во други респираторни процеси (Mancini и Hunt, 2005).



Слика 2. Ниво на кислород и бојата на месото
Извор: https://genuineideas.com/ArticlesIndex/srameatmyoglobin.html

Дисколорацијата се јавува како резултат на оксидација на двовалентното железо (Fe^{2+}) во хемот во тривалентно (Fe^{3+}) и формирањето на метмиоглобин. При тоа бојата на месото станува сиво-црвена (кафена). Иако дисколорацијата, најчесто, се смета како резултат на покриеноста на површината на месото со метмиоглобин, субповршинската форма на миоглобинот, исто така, има големо значење за изгледот на месото. Ова се должи на фактот дека прво се формира метмиоглобин неколку милиметри под површината на месото, по што постои постепено задебелување на слојот на метмиоглобинот под површината и поместување кон површината. Данев, (1999) истакнува дека поголема промена на бојата на месото во кафеава се случува кога повеќе од 50 % од вкупното количество на пигмент отпаѓа на метмиоглобинот. Формирањето на метмиоглобин зависи од голем број фактори како: парцијалниот притисок на кислородот, температурата, pH-вредноста, содржината на вода, редуктивните ензими, временскиот период на складирање на месото, термичката обработка и др. (Данев, 1999; Mancini и Hunt, 2005).

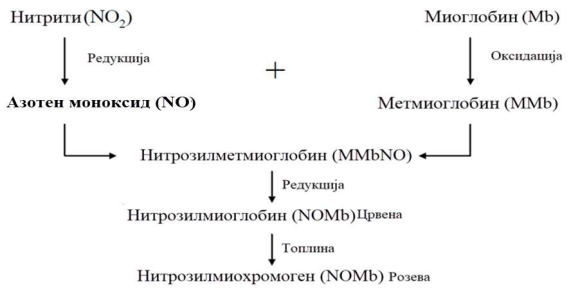
За развојот на својствена, типична, стабилна, црвено-розеникава боја кај преработките од месо, покрај миоглобинот, кој е присутен во месото, неопходна е употреба и на нитрити и нитрати. Тие се додаваат во преработките од месо како извор на азот моноксид и со тоа се обезбедува создавање на нитрозилмиоглобин (NOMb). Доколку се употребуваат нитрати, најнапред е потребно тие да се редуцираат до нитрити, со помош на бактерискиот ензим нитратредуктаза (Arnau и сор., 2007; Gøtterup и сор., 2008). Со многу едноставен експеримент, Polenski (цит. Honikel, 2007) во далечната 1891 година прв објавува во својот труд дека нитратите под дејство на бактериите се редуцираат во нитрити. Редукцијата на нитратите ја катализираат нитрат редуктивните бактерии од родот *Staphylococcus*, *Micrococcus*, *Bacillus*, *Pseudomonas* и *Kocuria* (Fista и сор., 2004; Casaburi и сор., 2007; Vuković, 2012).

Формирањето на црвената боја кај саламуреното месо Lehmann и Kisskalt (цит. Honikel, 2007) ја припишуваат на нитритите. Тие констатирале дека доколку месото термички се обработува, односно се вари во нитритен раствор, се развива една стабилна црвена боја, наспроти месото варено во нитратен раствор, кое не формира стабилна црвена боја. Тие, исто така, посочуваат дека месото ќе добие црвена боја доколку се остави да отстои неколку дена на собна температура во нитратен раствор.

Во 1901 година, Haldane (цит. Honikel, 2007) успеал да го екстрахира нитрозилмиоглобин и при тоа констатирал дека за убавата црвена боја кај саламуреното месо заслужен е токму пигментот нитрозилмиоглобин. Неколку години подоцна, Hoaglan (цит. Honikel, 2007) утврдил дека во создавањето на нитрозилмиоглобин, нитритите не се реактанти со миоглобинот. Тој посочува дека нитритната киселина (HNO_2) и нејзините метаболити, како што е азотниот моноксид, реагираат со миоглобинот.

Andrée и сор. (2010) истакнуваат дека употребата на нитритите има значаен ефект врз развојот и стабилизирањето на бојата кај преработките од месо. Развојот на бојата се одвива низ серија реакции сé додека не се формира нитрозилмиоглобин. Пигментот не е стабилен на воздух и можни се брзи дисколорации (Varnam и Sutherland, цит. Пејковски, 2000). При загревање нитрозилмиоглобинот преминува во нитрозилхемохром (NOMbCr), стабилен пигмент кај термички обработеното и саламуреното месо (Shahidi и Pegg, 1993a). Нитритите кои се додаваат во саламурата имаат за цел формирање на нитрозилмиоглобин, кој е носител на убавата црвена боја кај саламуреното месо. Црвената боја кај саламуреното месо настанува со врзување на високо реактивниот азотен моноксид, кој се создава од нитритите, со железото во хем порфиринскиот прстен на миоглобинот (Rahelić и сор., 1980; Vuković, 2006; Møller и Skibsted, 2002; Bozkurt и Bayram 2006; Freixanet, 2007; Honikel, 2008; Laursen и сор., 2008; Vuković, 2012).

Познато е дека нитрозилмиоглобинот е пигмент на саламуреното месо. Тој се формира при реакцијата помеѓу нитритите и мускулниот пигмент миоглобин (слика 3). Самиот механизам на настанување на нитрозилмиоглобинот е комплексен и има различни податоци за неговото настанување. Реакцијата на формирање на нитрозилмиоглобин е комплексна, што е разбирливо со оглед на високата реактивност на најважните компоненти на мускулните влакна и нитритите, кои учествуваат во самиот процес (Sofos и Raharjo, 1995).



Слика 3. Формирање на пигментот кај саламуреното месо (Wilson, 1981)

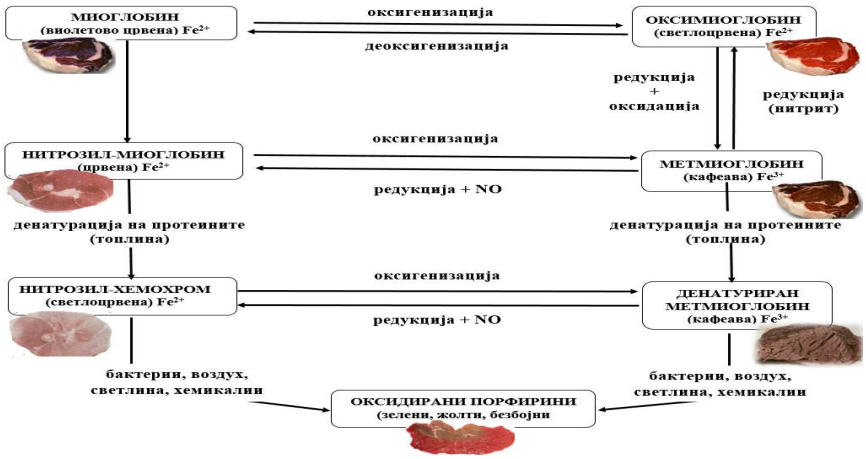
Основниот механизам на формирањето на нитрозилмиоглобинот е редукцијата на метмиоглобинот во миоглобин, кој се врзува директно со азотниот моноксид и при тоа се формира комплексното соединение нитрозилмиоглобин (слика 3). Азотниот моноксид се формира со редукција на нитритите. Натриум нитритот при ниска pH-вредност (кисела средина) се разградува до нитритна киселина, која со дејството на редуктивните бактерии се редуцира до азотен моноксид, кој потоа реагира со

миоглобинот, така што се врзува за железото од хем групата на порфиринскиот прстен и настанува нитрозилмиоглобинот. Формираниот нитрозилмиоглобин содржи двовалентно железо аналогно на оксимиоглобинот, но со таа разлика што настанува супституција на кислородот (O_2) со азотен моноксид (Skvarča, 1992). Нитрозилмиоглобинот има карактеристична розова боја (Savić, 1979). Тој е нестабилен на воздух и многу брзо доаѓа до појава на дисколорација (Varnam и Sutherland, 1995). Со загревање (за време на топло димење или термичка обработка) настанува денатурација на глобинот, при тоа не се менува обоената компонента на пигментот. На овој начин се формира црвениот нитрозилхемохром кој придонесува саламуреното месо, кое е термички обработено, да ја има посакуваната стабилна црвена боја (Sinell, 1992; Shahidi и Pegg, 1993b).



Слика 4. Механизам на реакцијата за формирање на нитрозилмиоглобин (Bučar и сор., 1989)

Редукцијата на нитратите во нитрити е предизвикана од микроорганизми. Саламурењето со нитратите е безусловно поврзано со специфичен вид бактерии што се способни за оваа конверзија. Тоа се нитрат редуктивните бактерии. Wirth (1985) посочува дека самиот процес на саламурење ја наметнува потребата од употреба на нитрити бидејќи тие дејствуваат многу побрзо, посигурно, а нивните реакции полесно се следат. Редуцирањето на нитритите до нитритна киселина и азотен моноксид се одвива, главно, со соединенијата од месото, кои дејствуваат како редуктивни агенси или, пак, со дејството на микроорганизмите и специјалните соединенија кои вршат редукција на нитратите во нитрити (слика 3 и 4).



Слика 5. Приказ на хемиските промени кои настануваат кај саламуреното месо (Данев, 1999)

Преовладува мислењето дека реакцијата за формирање на нитрозилмиоглобин започнува со оксидација на железото во миоглобинот, кое преминува од (Fe_2^+) во (Fe_3^+) форма. Така, при реакцијата на миоглобинот или хемоглобинот, кои содржат кислород,

т.е. оксимиоглобинот или оксихемоглобинот со нитритите, се создаваат нитрати и оксидиран пигмент - метмиоглобин или метхемоглобин кај преработките кои се саламурени само со нитрит. Формираниот метмиоглобин се претвара во нитрозилмиоглобин, кој со помош на ензимските и неензимските реакции, во аеробни или анаеробни услови (слика 5), преминува во нитрозилхемоглобин. Кислородот и високата температура не влијаат на нитрозомиоглобинот или нитрозохемоглобинот. Затоа, саламурените преработки од месо, кои термички се обработуваат, ја задржуваат својата розова боја, додека, само саламурените преработки од месо добиваат сивкаво бела до сивкаво кафеава боја.

Формирањето на задоволителна боја кај саламуреното месо, во голема мера, зависи и од технологијата која се применува.

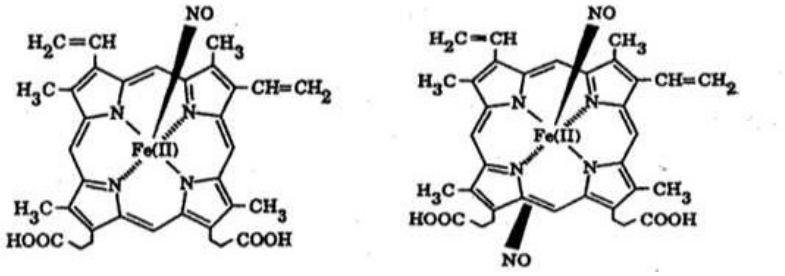
Нитритите може да реагираат и со преостанатиот хемоглобин што е присутен во крвта, во помала мера, за разлика од миоглобинот (Goutefongea, 1992; Varnam и Sutherland, 1995). За време на термичката обработка нитрозилмиоглобинот се претвора во нитрозилхемохром (слика 6), при што се раскинува врската на глобинот со железото и денатурираниот протеин се врзува за азотниот монооксид (Goutefongea, 1992). Се претпоставува дека нитрозилмиоглобинот е мононитрозински комплекс (Varnam и Sutherland, 1995). Природата на комплексот протеин-нитрит е непозната. Можно е нитрозилмиоглобинот да содржи протеински радикали кои реагираат со азотниот моноксид или, пак, со самиот нитрит за време на денатурирањето (Varnam и Sutherland, 1995). Кај нитрозилмиоглобинот и нитрилзометмиоглобинот (NOHb) хемот е недопрен а протеинот е во природна форма, но, бојата и валентноста на железото се различни. При загревање глобинот се денатурира а хемот останува непроменет. Нитрозилмиоглобинот е релативно стабилен пигмент на дејството на светлината, кислородот и топлината.



Слика 6. Реакција на миоглобинот и хемоглобинот со нитрозирачки соединенија (Shahidi и Pegg,1992; Shahidi и Pegg, 1993b)

Хемиската структура на саламуреното месо, кое термички е третирано, е предмет на голем број истражувања. Во почетокот се претпоставувало дека глобинот за време на термичката обработка се откинува од миоглобинот и можно е да се врзува за азотниот моноксид на две места. Пигментот на саламуреното месо, кое се третира со топлина, се претпоставува дека е динитрозомиохромоген со координативен број од Fe 6 (слика 7). Сепак, истражувачите не ја разгледале веројатноста дека молекулот на нитритот може да реагира (со хемот) и со протеините (Killday и сор., 1988; Pegg и сор., 1996). Со помош на електронска парамагнетна резонанца (EPR) е утврдено дека пигментот кај саламуреното и термички обработено месо е мононитрозомиохромоген со координативен број Fe 5 (Bonnett и сор., 1980; Stevanović, 1998). Се претпоставува дека овој пигмент е физички заробен во матрицата на денатурираниот протеин. Во други студии, исто така, се потврдува хемиската структура на мононитрозомиохромогенот,

како пигмент на саламуреното месо, термички обработено со карактеристична стабилност на бојата (Potthast, 1986; Killday и сор., 1988; Jankiewicz и сор., 1994; Shahidi и Pegg, 1995; Pegg и сор., 1996; Pegg и Shahidi, 1996).



Слика 7. Хемиска структура на мононирозилмиоглобин и динитрозилмиоглобин (Pegg и Shahidi, 1996; Pegg и сор., 1996)

При производство на ферментирани колбаси со намалување на pH-вредноста на полнежот се забрзува развојот на бојата бидејќи овој процес се одвива побрзо кога pH-вредноста се движи од 5,2 до 5,3. Тогаш е поголемо присуството на недисоцирана нитритна киселина и со тоа се создава поголемо количество азотен моноксид. Стабилизирањето на бојата се одвива кога pH-вредноста е 5,2 и под неа бидејќи доаѓа до денатурација на нитрозилмиоглобинот со закиселување. Друг процес, кој се одвива кога pH-вредноста паѓа под 5,5, е намалената активност на ензимот нитрат редуктаза и при тоа доаѓа до слаба или скоро никаква редукција на нитратите во нитрити. Тоа може да претставува технолошки проблем при создавање и стабилизирање на бојата со помош на нитратите. Неопходно е процесот на брзо закиселување што побрзо да заврши. При тоа се создаваат мали количества нитрити од нитрати бидејќи нема доволно време за потребната редукција. Последица од тоа е развој на бледо црвена боја кај саламуреното месо. Потребно е да се истакне дека, при производството на ферментираните колбаси, најдобро е да се употреби вакуум кутер, мешалка и полнилка. Доколку има присуство на кислород во полнежот доаѓа до создавање на оксимиоглобин кој во својот „природен“ (оригинален) облик има привлечна боја. Но, кога ќе падне pH-вредноста, доаѓа до денатурација на оксимиоглобинот кој тогаш добива розова боја. Оваа појава е особено нагласена кај колбасите со многу мал дијаметар, кои брзо ферментираат. Кај нив брзо се одвива закиселувањето а со самото тоа побрза е и денатурацијата на миоглобинот (Feiner, 2006).

Wirth (1991) истакнува дека, за да се развие убава боја кај готовиот производ, доволно се од 20 до 50 mg нитрити на килограм производ. Додека Feiner (2006) посочува дека преголемата употреба на нитрити (над 600 ppm) во производите од месо предизвикува зелени обојувања познати како согорување на нитритите.

За да може да се формира својствено убава црвена боја кај готовиот производ, потребно е да се знае колку од вкупните пигменти во суровината се конвертираат во готовиот производ. Колку е поголема конверзијата на пигмент, толку е поинтензивна бојата.

Количеството на додадени нитрити зависи од видот на производот. Во принцип, на поголемите парчиња месо и тие со поизразена боја им се додава поголемо количество нитрити и обратно. Количеството на додадени нитрити, исто така, зависи и од содржината на масното ткиво. Помало количество нитрити се додава кај производи кои содржат поголемо количество масно ткиво.

Wirth (1991) посочува дека, на ниски температури, се додава малку поголемо количество нитрити од вообичаеното затоа што ниските температури го забавуваат

дејството на редуктивните бактерии. Температурата во просториите каде се одвива саламурењето не треба да надминува 6 ^{0}C.

Значаен е фактот дека, при употреба на нитратите, невозможно е да се предвиди колку од додаденото количество ќе се претворат во нитрити, што во голема мера ја зголемува веројатноста за предозирање, што може да доведе до влошување на квалитетот на крајниот производ. Затоа, во практиката, за регулирање на додадениот нитрит најмногу се потенцира употребата на нитритот заедно со готварска сол во облик на нитритна сол за саламурење. Таквиот начин на додавање на нитритите е најдобар бидејќи додаденото количество нитрити е ограничено, со оглед дека солта за саламурење содржи 0,5 до 0,6 % на натриум нитрит (Savić, 1979; Đorđević и сор., 1980; Wirth, 1991). Солта за саламурење, која се користи при производството на преработки од месо, потребно е да биде произведена од овластена компанија за таа намена. Нитратите не се токсичен сами по себе, но, поради можноста за редукција во нитрити, мора да се посвети големо внимание на нивната употреба и складирање.

Порано, нитратите се користеле почесто, поради подолгото време на технолошкиот процес на саламурењето. При тоа имало доволен временски период тие, со помош на нитрат редуктивните бактерии во саламурата, солта и месото, да се редуцираат до нитрити. Опасноста од употребата на нитратите е можноста од создавање неконтролирани количества нитрити. Максималното количество дозволени резидуални нитрити зависи од видот на производот од месо. Многу земји се обидуваат да ја ограничат, па дури и да ја забранат употребата на нитратите (Shahidi и Pegg, 1993a; Shahidi и Pegg, 1993b). Sofos и Raharjo (1995) укажуваат дека микробиолошката конверзија на нитратите во нитрити е бавна и тешко може да се контролира. Затоа, нитритите сè повеќе се користат во современата индустриска практика (Bučar и сор., 1989; Skvarča, 1992).

Голем број истражувачи сметаат дека само еден дел од додадените нитрити учествуваат во формирањето на нитрозилмиоглобинот. Значаен дел од нив остануваат непроменети, односно остануваат како резидуални нитрити, се оксидираат во нитрати или, пак, влегуваат во некоја друга реакција. Möhler (1971) ги наведува следните податоци во уделот на додадените нитрити во хемиската реакција во месото:

- 12 % се редуцираат во азотен моноксид и се врзуваат за миоглобинот во нитрозомиоглобин;
- 17 % оксидираат во нитрати;
- 54 % остануваат како неизменети нитрити и
- 17 % учествуваат во непознати реакции (една од тие реакции е и создавањето на нитрозоаминитe).

Според Freixanet (2007), создадениот азотен моноксид, кој не е фиксиран за миоглобинот, испарува. Еден дел од него се редуцира до азот и испарува, друг дел реагира со мускулните протеини и масти а останатиот дел реагира со антиоксидантни адитиви, особено аскорбати и еритробати.

Vuković (2012) смета дека 5-15 % од додаденото количество нитрити се троши во реакцијата со миоглобинот. Истото количество се врзува за SH-групите на миозинот, додека 20-30 % од нитритите реагира со протеините од месото. Од додаденото количество нитрити 1-5 % поминува во гас. Истото количество се врзува за липоидите од месото, додека 20-30 % од додадените нитрити се оксидира во нитрати. Во готовиот производ може да се најде 10-30 % резидуален нитрит. За време на складирањето на производот содржината на нитрити се намалува и по одреден временски период тие може да се најдат во траги (Honikel, 2007).

3. Антиоксидантно дејство

Оксидацијата на мастите е процес на оксидација на јаглеводородниот ланец на масните киселини. Заситените масни киселини се релативно инертни. На нив кислородот дејствува под точно одредени услови или со помош на биолошките катализатори. Незаситените масни киселини се поподложни на оксидација за разлика од заситените. Лесно се раскинува двојната врска и се создаваат различни производи на оксидација. Хидропероксидите (ROOH), примарните производи на оксидацијата, именувани како пероксиди, се многу нестабилни и од нив се создаваат многу токсични соединенија. Добиените секундарни производи од разградувањето ги опфаќаат многуте карбоксилни соединенија, заситените и незаситените масни киселини, алдехидите, кетоните и алкохолите. Пероксидите може да реагираат со белковините, витамините, пигментите и во последниот чекор на перооксидацијата на мастите доаѓа до полимеризација (Bastić сор., 1997). При автооксидација на незаситените масни киселини се кине осмиот или единаесеттиот јаглероден атом. Главна улога при забрзување на оксидацијата имаат хидропероксидите кои настануваат при оксидација на заситените масни киселини. Cross и сор. (1987), истакнуваат дека месото кое содржи поголемо количество незаситени масни киселини (првично рибиното, потоа живинското, потоа следи свинското и на крај говедското и јагнешкото месо), побрзо ќе оксидира и ќе придонесе да се развие всалениот вкус.

Оксидацијата на мастите кај преработките од месо зависи од квалитетот и од хемискиот состав на месото и масното ткиво кое се употребува при производство (Ruiz и сор., 1999), од самите услови на производство (Toldrá и сор., 1997), од видот и количеството на употребените адитиви и додатни состојки во производот (Aguirrezábal и сор., 2000). Ruiz и сор. (1999) истакнуваат дека должината на самиот технолошки процес директно влијае на создавањето на испарливите соединенија.

Tims и Watts (1958) истакнуваат дека потрошувачите го препознаваат всалениот вкус кој може да се појави кај преработките од месо и месо кое е долго време складирано. Тоа претставува една од основните причини за намалување на нивниот квалитет (Morrissey и сор., 1998; Domínguez и сор., 2021). Оксидацијата на мастите придонесува за развој на всалениот вкус (Pearson и сор., 1977; Willemot и сор., 1985; Yun и сор., 1987; Vasavada и Cornforth, 2006), кој го истиснува карактеристичниот вкус на месото (Spanier и сор., 1988; St. Angelo и сор., 1990). Оваа појава предизвикува директна економска штета врз производителите затоа што всалениот вкус остава многу лош впечаток кај потрошувачите. Со тоа производителите ја губат својата репутација кај потрошувачите. Domíngueze и сор. (2021), наведуваат дека истовремено се намалува рокот на употреба на самиот производ.

Од друга страна, крајните производи на липидна пероксидација претставуваат потенцијална опасност по здравјето на потрошувачите (Domíngueze и сор., 2019; Morsy и Elsabagh, 2021).

Антиоксидантниот ефект на нитритите е многу проучуван (Townsend и Olson, 1987; Pearson и Gillett, 1996; Pegg и Shahidi, 2000; Honikel, 2004; Hernández и сор., 2021; Lavado и сор., 2021). Тој, главно, се должи на можноста за врзување со јоните на железото, со што се спречува автооксидативниот процес кој води кон несакани промени кај мастите и растворливите масни компоненти (Gray и сор., 1981). На овој начин нитритите го инхибираат формирањето на вкусот на всаленост. Самиот механизам на антиоксидантно дејство се заснова на ослободување на кислородот и врзување за јонот на железо во миоглобинскиот кофактор хем (Honikel, 2004). Антиоксидативниот ефект вклучува реакции на железото (слободните јони на железо) од хемот и протеините, при тоа се формираат нитрозо и нитрозил соединенија кои имаат антиоксидантни својства.

Антиоксидативниот ефект на нитритите има сличен механизам на дејство како оној во формирање на специфичната боја на месото (Kolev, 2022).

Igene и сор. (1985) забележале дека се намалува степенот на оксидација на мастите кога нитритот е инјектиран во липидната мембрана. MacDonald и сор. (1980) наведуваат дека нитритите може да ја спречат оксидацијата на нехемското железо кое се ослободува за време на термичката обработка. Поради статусот на азотниот моноксид, како слободен радикал, тој може да ги прекине синџирите на оксидација, а кога азотниот моноксид ќе се врзе за железниот атом на хем прстенот, тој атом не може да ја иницира оксидацијата (Kanner и сор., 1984). Овие антиоксидативни својства можат да придонесат за отсуство на всален вкус на преработките од месо (Yun и сор., 1987; Skibsted, 2011).

Важно е да се спомне дека нитритите, со нивното антиоксидативно дејство, можат да го инхибираат формирањето на соединенијата од токсиколошки интерес, како што се оксидите на холестеролот кои се формираат при складирањето и чувањето на производите од месо (Münch и сор., 1998).

Wirth (1985) наведува дека доаѓа до побрза промена во вкусот и намалување на рокот на употреба кај преработките од месо, кои се третирани само со готварска сол, наспроти преработките од месо третирани со нитритна сол. Тој укажува на значењето на нитритите како антиоксиданти, забавувајќи ја оксидацијата на мастите и развојот на несвојствената арома кај преработките од месо.

Намалувањето на количеството нитрити или, пак, нивното целосно елиминирање кај преработките од месо, придонесува за забрзување на оксидацијата кај мастите (Aksu и сор., 2016; Berardo и сор., 2016; Braghieri и сор., 2016).

Табела 1. Приказ на влијанието на нитритите врз стабилноста на оксидација кај пилешкото, свинското и говедското месо (податоците се изразени како ТБК-вредност) (Gray и Crackel, 1992)

Начин на обработка	Без нитрити	Со нитрити	Разлика помеѓу без нитрити и со нитрити
Пилешко месо			
Свежо, 0 денови	2,52	1,36	1,16
Термички обработено, 0 денови	3,58	1,06	2,52
Свежо, 48 часа / на температура 4 ^{0}C	5,52	1,47	4,05
Термички обработено, 48 часа / на температура 4 ^{0}C	6,98	3,05	3,93
Свинско месо			
Свежо, 0 денови	1,52	0,85	0,67
Термички обработено 0 денови	1,83	0,72	1,11
Свежо 48 часа / на температура 4 ^{0}C	2,48	1,42	1,06
Термички обработено 48 часа / на температура 4 ^{0}C	7,85	1,64	6,21
Говедско месо			
Свежо, 0 денови	0,92	0,66	0,26
Термички обработено 0 денови	1,07	0,75	0,32
Свежо 48 часа / на температура 4 ^{0}C	1,84	1,17	0,67
Термички обработено 48 часа / на температура 4 ^{0}C	4,12	2,06	2,06

Содржината на нитрити од околу 150 mg/kg ги инхибира оксидативните промени кај преработките од месо кои се термички обработени. Оваа инхибиција е во однос на вредностите на тиобарбитурната киселина (ТБК). Gray и Crackel (1992) наведуваат дека ТБК-вредноста зависи, пред сè, од видот на месото (табела 1).

Igene и сор. (1985) наведуваат дека антиоксидативното дејство на нитритите е, исто така, една придобивка од нивната употребата кај преработките од месо. Нитритите, во количество од 20 до 50 mg/kg, имаат голем антиоксидативен ефект (Gray и Pearson, 1994; Sebranek и Bause 2007a,b) и при тоа може да се инхибира вкусот на всаленост, зависно од видот на преработката од месо (Lűcke, 2000). Количеството на нитрити од 150 mg/kg ги инхибира оксидативните промени кај преработките од месо, додека целосно инхибирање настанува кога нивното количеството е 220 mg/kg (Sato и Hegarty, 1971).

2.1.4. Развој на арома

Аромата е заеднички впечаток на вкусот и мирисот што се чувствува при џвакање (Gandemer,1998). Гледано од аспект на потрошувачите, аромата односно вкусот и мирисот на преработките од месо се главен фактор при изборот на истите (Gray и сор., 1981; Shahidi, 2002).

Во литературата може да се најдат многу малку истражувања кои се поврзани со интеракцијата на нитритите и состојките на месото кои влијаат на аромата.

При саламурење на месото, покрај солта, нитритите и нитратите, се користат и шеќерите, аскорбинската киселина, полифосфатите и зачините, кои, исто така, придонесуваат за развојот на аромата. Сепак, нитритите се одговорни за развојот на аромата кај преработките од месо затоа што тие стапуваат во реакција со протеините и мастите. При тоа формираат испарливи и неиспарливи соединенија кои придонесуваат за развојот на аромата кај преработките од месо (Jira, 2004; Sebranek и Bacus, 2007a). Нитритите се врзуваат за аминокиселините кои во себе содржат сулфур, при што се формираат SH-остатоци со специфичен мирис и вкус, кои придонесуваат за развојот на специфичниот мирис и вкус кај саламуреното месо (Jira, 2004; Hammes, 2012).

Иако нитритите се тесно поврзани токму со аромата кај саламуреното месо, хемиските промени, кои ја предизвикуваат специфичната арома, не се целосно разјаснети. MacDonald и сор. (1981) посочуваат дека развојот на аромата, при додавање на нитритите, „во најдобар случај е неразјаснет“. Не постои специфична компонента или компоненти кои ја даваат специфичната арома кај саламуреното месо.

Голем број литературни податоци укажуваат дека тешко е да се изолираат соединенијата кои се одговорни за аромата кај преработките од месо (Olesen и сор., 2004; Sindelar и Milkowski, 2012). Од трајните сувомесни производи изолирани се: јаглеродороди, алкохоли, кетони, фурани, пиразини итн. Pegg и Shahidi (2000) идентификувале 135 испарливи соединенија кај шунката саламурена со нитрити.

Monin и Ouali (1991) сметаат дека разликата во аромата која се јавува кај преработките од месо произлегува од различниот хемиски состав на различните видови месо кои се употребуваат при нивната преработка. Аромата на преработките од месо произлегува од содржина на интрамускулните масти, особено од фосфолипидите, истакнуваат (Mottram и Edwards, 1983).

Голем број автори посочуваат дека се забележуваат разлики во развојот на аромата кај термички третирано и термички нетретирано саламурено месо. Wood и сор. (1986) истакнуваат дека степенот на термичка обработка, односно крајната целна температура, е значаен фактор за развојот на аромата кај преработките од месо. При повисока температура се формираат различни или дополнителни состојки, кои предизвикуваат промена на аромата (Noel и сор., 1990).

Gandemer (1998) наведува дека кај трајните сувомесни производи, оксидацијата на мастите е еден од главните механизми кој влијае на развојот на карактеристичната арома.

Според Shahidi и Pegg (1992), нитритите влијаат врз аромата со своите антиоксидативните својства и со стабилизацијата на микросомалните липиди и хем пигментите.

Една од причините за развојот на вкусот кај преработките од месо, според Sebranek и Bacus (2007a,b), е потиснувањето на оксидацијата на липидите од страна на нитритите. При тоа се спречува формирањето на слободните радикали, а со тоа и развојот на вкусот на всаленост.

Weber (2004) наведува дека различните реакции на нитритите со мускулните протеини (дезаминација) се значително одговорни за аромата, исто како што е случајот со карбонилните материи.

Преработките од месо, кои се третирани со нитритна сол, развиваат типичен јасно изразен мирис и вкус, за разлика од преработките од месо кои се третирани само со готварска сол.

За развојот на својствена арома кај преработките од месо, во литературните податоци се наведува дека доволно количество на нитрити е 20 до 40 ppm. Wirth (1991) истакнува дека тоа количество е доволно за формирање на типичната арома кај саламуреното месо, но, развојот на аромата зависи и од видот на преработката.

Разликата во развојот на аромата кај саламурените преработки од месо, според Smulders и сор. (1992), зависи од тоа дали е употребена нитратна или нитритна сол.

2.2. ВЛИЈАНИЕ НА УПОТРЕБЕНИТЕ НИТРИТИ КАЈ ПРЕРАБОТКИТЕ ОД МЕСО ВРЗ ЧОВЕКОВОТО ЗДРАВЈЕ

Покрај месото, во својата исхрана, човекот консумира и преработки од месо. При обработката на месото, после готварската сол, најупотребувани адитиви се нитритите (Vossen и сор., 2012). При нивното додавање, во текот на обработката на месото, доаѓа до реакција помеѓу нитритите со протеините од месо, а како производ на реакцијата на нитрозација се создаваат многу штетни канцерогени соединенија *N*-нитрозамини (Pearson и Dutson, 1987; Hui, 1992; Bošnir и сор., 2003). *N*-нитрозаминитe, како што наведуваат Vombergar и сор. (1989) предизвикуваат промени на црниот дроб, белите дробови, желудникот, мозокот и периферниот нервен систем. Токсичноста и канцерогеноста на нитрозаминитe е докажана и опишана во голем број објавени трудови (Jakszyn и сор., 2004).

Високиот внес на нитрити и нитрати може да биде смртоносен за човекот. Случаите со метхемоглобинемијата се едни од најчестите последици од акутната токсичност кај луѓето, по консумирање високи дози нитрити и нитрати (Santamaria, 2006).

2.2.1. Токсичност на нитритите

Нитритите се растворливи во вода, многу се реактивни, особено при пониска pH-вредност. Lewis (1989) ги опишува нитритите како човечки отров во храната. Тој, кај човекот, може да предизвика промени во моторната активност, кома, пад на притисокот, проширување на артериите и вените, гастрално гадење, повраќање и дијареја, метхемоглобинемија на крвта, иритација на очите. Но, сепак, повеќето од овие токсични ефекти се предизвикани доколку користените агенси го надминале препорачаното количество, додека во мала мера имаат влијае врз физиолошката состојба на човековиот организам.

Прва меѓународна проценка на ризиците поврзани со внесувањето нитрати и нитрити била спроведена од страна на Заеднички експертски комитет на ФАО/СЗО за адитиви во храната (Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives JECFA) во 1961 година (FAO/WHO, 1962). Од тогаш па до денес, се спроведени голем број истражувања, кои јасно укажуваат дека нитратите и нитритите, акутно и долгорочно, влијаат на човековото здравје.

Во 1998 година во Соединетите Американски Држави нитритите се прогласени како токсични за репродукцијата и за развојот (Pavlinić Prokurica и сор., 2010; Honikel, 2008).

Нитратите и нитритите се соединенија кои може да бидат токсични за човекот, доколку се употребуваат несоодветно. Затоа се воспоставени строги регулативи за контрола и следење на нивната употреба во индустријата за месо.

2.2.1.1. Акутна токсичност

Во минатото, поточно во раните децении на минатиот век, кај преработките од месо се додавале високи количества нитрити, кои предизвикувале смртност кај консументите поради интоксикација (Honikel, 2008).

Акутната токсичност на нитритите е за неколку пати поголема од нитратите. Schuddeboom (1993) наведува дека, кај човекот, утврдената летална орална доза, за нитратите, изнесува 80-800 mg на kg телесна маса односно 32-250 mg на kg телесна маса за нитрит.

Значаен несакан ефект поврзан со акутната токсичност на нитритите е метхемоглобинемијата, која се манифестира како цијаноза, вообичаено како последица

од прекумерниот внес на нитрити. Доенчињата, под 3 месеци, се поосетливи од постарите деца и од возрасните затоа што нитритите го спречуваат транспортот на кислородот до хемоглобинот (WHO, 2007).

Акутниот токсичен ефект на нитритите се должи на нивната способност да го оксидираат оксихемоглобинот до метхемоглобин. При тоа тој не е во состојба да се врзе и да го пренесува кислородот преку крвта до сите клетки во човековото тело (Watson, 1993; Santamaria, 2006).

Хемоглобинот е изграден од протеински дел (глобин), четири простетични групи - хем и содржи железо. Задачата на хемоглобинот е транспорт на кислород. Кога се врзува за кислородот, се формира црвен оксихемоглобин, кој брзо се распаѓа и ослободува кислород во ткивата (Hill, 1991). Хемоглобинот реагира со внесените нитрити, оксидирајќи го Fe^{2+} јон во Fe^{3+}, и при тоа се формира метхемоглобин, кој не е во состојба да се врзува со кислородот. Кога нивото на метмиоглобин е помало од 10 % од вкупниот хемоглобин, труењето е асимптоматско, но, доколку истиот надмине над 10 %, предизвикува цијаноза или сино обојување на кожата и усните (Hill, 1991). Човекот може да падне во кома и да настапи смрт доколку поголем процент на хемоглобинот е заменет со метхемоглобин (Hill, 1991).

Vombergar и сор. (1989) наведуваат дека само 1 g натриум нитрит ($NaNO_2$) многу лесно може да конвертира 1,885 g хемоглобин во метхемоглобин.

Конвертирањето на хемоглобинот во метхемоглобин е проследено со следната хемиска реакција прикажана на слика 8 (Kroupova и сор., 2005; Fakhre и Qader, 2013; Gassara и сор., 2016).

$$4HbO_2 + 4NO_2^- + 4H^+ \rightarrow 4Hb^+ + 4NO_3^- + O_2 + 2H_2O$$

Слика 8. Приказ на хемиската реакција на конвертирање на хемоглобинот во метхемоглобин

Aquanno и сор. (1981) наведуваат дека летална доза на перорално внесени нитрити, кај човекот, е од 2 до 9 g. Првите знаци на пероралната интоксикација се развиваат од 15 до 45 минути по внесот.

Matteucci и сор. (2008) посочуваат за случајот на акутна интоксикација со нитрити во Италија кај четириесетгодишна мајка и нејзиниот син, по консумирање мисирка која била контаминирана со високи нива нитрити од 6000 до 10000 mg/kg.

Прифатливото дневно внесување на нитрити и нитрати е утврдено од испитувањата на нивните токсични ефекти. Според Заедничкиот експертски комитет на ФАО/СЗО за адитиви во храната (Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives JECFA), тоа кај нитратите е 3,7 mg на kg телесна маса. Додека, прифатлив дневен внес за нитритите е 0,07 mg на kg телесна маса (SCF,1995). Во 2008 година, овие количества за прифатлив дневен внес, биле одобрени и од страна на Европската агенција за безбедност на храна (European Food Safety Authority - EFSA) (EFSA, 2008).

Од горенаведеното може да се заклучи дека нитратите имаат помала токсичност за човековиот организам одошто нитритите. Поради тоа, тие имаат различни ефекти врз човековото здравје. Thomson (2004) истакнува дека главната токсичност на нитратите е поради нивната ендогена конверзија во нитрити.

2.2.2. Мутагеност и канцерогеност

Пред повеќе од шеесетина години, две важни откритија дале удел во истражувањата за формирањето и етиологијата на канцерогените *N*-нитрозамин соединенија. Британските научници во 1956 година го објавуваат своето значајно откритие за пронаоѓањето на канцерогеното соединение *N*-нитрозодиметиламин (NDMA) кај

експериментални животни. Неколку години подоцна, во 1962 година, во Норвешка било констатирано дека овците, кои консумирале рибино брашно третирано со нитрити, угинале поради присуството на *N*-нитрозаминитe. Додадените нитрити во рибиното брашно реагирале со аминитe присутни во рибиното месо и при тоа се формирале летални дози на *N*-нитрозодиетиламин (NDEA) и *N*-нитрозодиметиламин (NDMA) (Preussmann, 1984; Rački и сор., 2010).

Во 1978 година некои научници докажале дека прженатa сланина содржи значително количество на специфичен нитрозамин *N*-нитрозопиролидин што се формира како последица на доволно количество на присутни секундарни амини, кои се третирани на висока температура (T > 130 ^{0}C) и соодветна pH-вредност (Honikel 2008; Sindelar и Milkowski, 2011; De Mey и сор., 2017). По ова откритие, употребата на нитритите во преработките од месо била доведена во прашање и покрај нивниот позитивен технолошки ефект.

Голем број епидемиолошки студии сугерираат дека нитрозоаминитe се етиолошки агенси за развојот на различни видови карцином кај човекот (Eichholzer и Gutzwiller, 1998; Pegg и Shahidi, 2000). Меѓународната агенција за истражување на карцином (IARC, 1987) го класифицира *N*-нитрозодиметиламинот во групата 2А (Веројатно канцерогени кај луѓето), додека *N*-нитрозопиперединот (NPIP) и *N*-нитрозопиролидинот (NPYR) ги класифицира во групата 2Б (Можеби канцерогени за луѓето).

Меѓународната агенција за истражување на карцином (IARC) констатирала дека внесот на нитрати или нитрити е веројатно кангероген за човекот во услови кои ја фаворизираат ендогената нитрозација (IARC, 2010). Повеќе студии покажаа дека високите дози на нитрити имаат токсичен ефект врз репродукцијата (Fan и Steinberg 1996; Manassaram и сор., 2006). Luca и сор. (1987) укажуваат дека самите нитрити, како и соединенијата кои вршат нивно разградување, се мутагени бидејќи можат да го зголемат бројот на микронуклеирани полихроматски еритроцити ин виво кај глувците.

Во литературата може да се најдат голем број истражувања со кои се потврдува поврзаноста на консумирањето на преработки од месо со развојот на колоректален карцином (Larsson и Wolk, 2006; Huxley и сор., 2009; Alexander и сор., 2010; Chan и сор., 2011; Hutter и сор., 2012; Johnson и сор., 2013; Pham, и. сор., 2014; Zhu и сор., 2015).

Во 2007 година, Светскиот фонд за истражување на ракот (World Cancer Research Fu*n*d -WCRF) изјави дека постојат убедливи докази кои го поврзуваат консумирањето на црвеното месо како и преработеното месо со развојот на колоректален карцином (IARC Working group, 2018).

Во 2015 година работната група на IARC, составена од 22 научници од 10 земји, ги класифицира преработките од месо како канцерогени а црвеното месо како веројатно канцерогено. Првично, заклучоците се донесени на база на откритија за поврзаноста на консумирањето на преработки од месо со развојот на колоректалниот карцином, карциномот на желудникот, панкреасот и простата (IARC Working group, 2018).

2.2.3. Формирање на *N* - нитрозо соединенија

Како состојки во храната и метаболити во телото на човекот се создаваат телесните секрети како што се: аминитe и амидите. При реакција со нитритите, тие можат да формираат канцерогени *N*-нитрозо соединенија кои се поделени во две групи Karolyi (2003):

- Нитрозоамини на кои им е потребно метаболичко активирање за да може да станат нестабилни и реактивни. Во таква состојба тие може да предизвикаат мутации или карциноми;

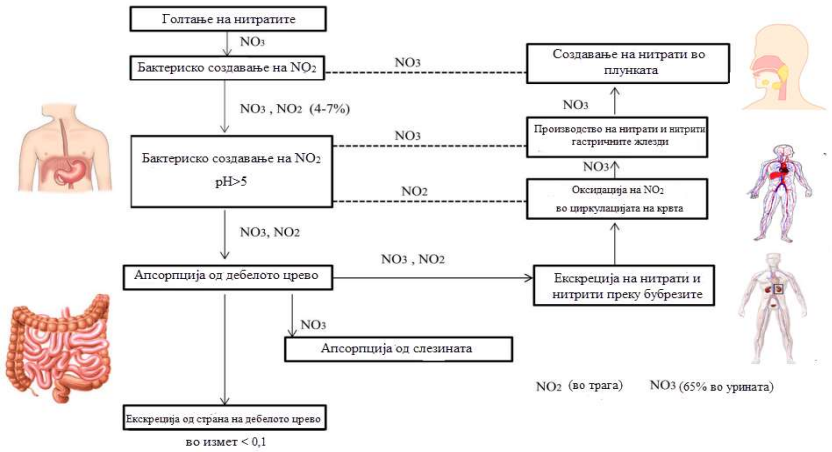
- Нитрозоамиди кои се формираат во кисела средина, нестабилни се и многу брзо се распаѓаат, при што ги оштетуваат органите во кои истите се формирале.

Кај саламурените преработки од месо или, пак, во желудникот на човекот, после консумирање на преработки од месо, кои биле подготвени на висока температура на термичка обработка, резидуалното количество на нитрити може да реагира со слободните аминокиселини и амини и да формира *N*-нитрозамини.

Метаболизмот на нитратите во човековиот организам е детално проучен. Нитратите подлежат на бројни метаболички промени и истите се излачуваат преку плунката, цревата и жолчката (EFSA, 2008).

Bartholomew и Hill (1984) наведуваат дека, откако ќе се внесат нитратите, тие брзо се апсорбираат во горниот дел на тенкото црево кај човекот. Апсорбираните нитрати брзо се транспортираат преку крвта и селективно се лачат од плунковните жлезди, а веројатно и низ други егзокрини жлезди.

Lundberg и сор. (1994) укажуваат дека 25 % од внесените нитрати се излачуваат преку плунката. Некои од бактериите застапени во усната шуплина, придонесуваат да се намали приближно 20 % од нитратите преку редукција во нитрити (Lundberg и сор., 2004; Lundberg и сор., 2008), а формираните нитрити се проголтуваат заедно со нередуцираните нитрати.



Слика 9. Приказ на токсикокинетика на нитратите и нитритите во човечкото тело (Gassara и сор., 2015)

Lundberg и сор. (1994) посочуваат дека, кај здрав возрасен човек, 5-7 % од внесените нитрити потекнуваат од редукцијата на нитратите во нитрити, која се одвива со помош на плунката. Во желудникот нитритите многу брзо се трансформираат во азотни оксиди, пред сè, во азотен моноксид (McKnight и сор., 1997). Поголемиот дел од апсорбираните нитрати во дигестивниот систем на крај се излачуваат преку уринатa, но, значително количество се зачувува со селективната реапсорпција на бубрезите и со рециркулација на плунката (Bartholomew и Hill, 1984). Освен со внесување, нитратите во човековиот организам може да се формираат едногено, од азотниот моноксид како претходник. Главен избор на едногениот нитрат кај цицачите е L – аргинин, кој е биолошки прекурзор на азотниот моноксид, што е застапен скоро во сите видови клетки во телото на цицачите. Азотниот моноксид се формира од аминокиселината L- аргинин и молекуларниот кислород со синтеза на азотен оксид (Lundberg и сор., 2009).

Екскрецијата на нитритите од човековиот организам, главно, се врши преку уринарниот тракт и се одвива приближно 4-6 часа по консумацијата на оброкот, додека, во текот на 24 часа се излачуваат скоро сите внесени нитрити. Приближно 75 % од вкупните нитрати се излачуваат со урината (преку бубрезите), додека, останатото количество се излачува преку плунката и потта (Gassara и сор., 2016).

N-нитрозоамините се прилично термостабилни соединенија (Institute of Food Technologists 1972). Тие се формираат низ една низа реакции прикажани на сликата 10 при реакција на нитритите и секундарните амини. Примарните амини веднаш се деградираат на алкохол и N_2, додека терцијалните амини не може да реагираат и не формираат нитрозоамини.

$$NaNO_2 + H^+ \rightarrow Na^+ + HNO_2$$

$$HNO_2 + H^+ \rightarrow NO^+ + H_2O$$

$$2HNO_2 \rightarrow N_2O_3 + H_2O$$

$$N_2O_3 \rightarrow NO + NO_2$$

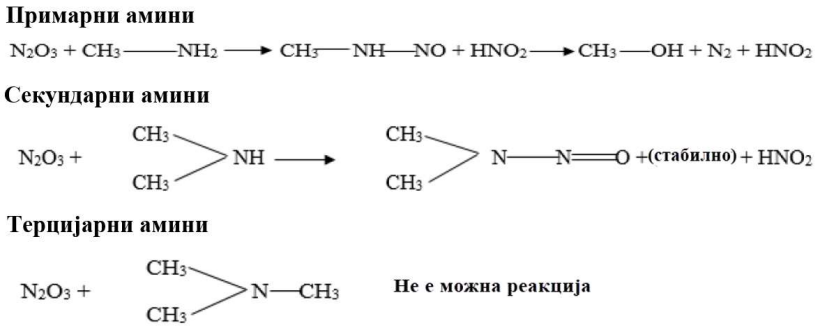
$$NO + M^+ \rightarrow NO^+ + M$$

$$RNH_2 \text{ (Примарни амини)} + NO^+ \rightarrow RNH\text{-}N = O + H^+ \rightarrow ROH + N_2$$

$$R_2NH \text{ (Секундарни амини)} + NO^+ \rightarrow R_2N\text{-}N = O + H^+$$

$$R_3N \text{ (Терцијарни амини)} + NO^+ \rightarrow \text{(Нема формација на нитрозамини)}$$

Слика 10. Хемиска реакција на формирање *N*-нитрозоамини (M/M^+ се преодни метални јони како Fe^{2+}/ Fe^{3+} (Honikel, 2008)



Слика 11. Создавање на *N*-нитрозоамини (Dikeman и Devine, 2014)

За да може да се формираат нитрозоамините, кај преработките од месо, неопходно е да бидат исполнети и одредени предуслови, и тоа:

- Присуство на амини. Многу мали количества на амини се достапни во свежото месо, додека, поголеми количества има на креатин, креатинин и слободна аминокиселина пролин и хидроксипролин и некои декарбоксилирани производи на нивните аминокиселини (Honikel, 2008);
- Само секундарните амини формираат стабилни нитрозоамини (слика 11). Примарните амини веднаш се распаѓаат во алкохоли и азот, додека, пак, терциерните амини не може да реагираат (Andrée и сор., 2010). Повеќето амини, кои се присутни во месото, се примарните амини кои се добиваат од α-аминокиселини (Honikel, 2008);
- pH-вредноста треба да биде доволно ниска за да не се произведе азотен моноксид или во неговото формирање мора да биде вклучен железниот јон (Honikel, 2008).

При ниска pH-вредност се создаваат нитрозациски агенси, како што се: протонираната азотна киселина ($H_2NO_2^+$), азотен триоксид (N_2O_3) или нитрозил халогениди (NOX), додека, концентрацијата на непротонираните амини се намалува (Andrée и сор., 2010).

Реакцијата на нитрозација, при која настануваат нитрозоамините, директно е зависна од количествата на амини и количествата на додадени нитрити, pH-вредноста, температурата, редокс потенцијалот и присуството на други хемиски соединенија или агенси. Освен што нитритите се додаваат, тие може да се формираат и при ензимска редукација од нитратите (присутни, главно, во производите од растително потекло) за време на обработката или додавањето на нитрати во храната, што претставува индиректен ризик од формирање на штетни соединенија на нитрозоамините.

Оптимална pH-вредност за нитрозацијата, кај повеќето секундарни амини, е помеѓу 2,5 – 3,5. Колку вредноста на pH е поголема (pH=5-6,5) толку реакцијата се одвива побавно. За формирање на нитрозоамини потребно е подолг временски период. (Sen и сор., 1979; Walker, 1990; Hui, 1992).

N-нитрозамините, најчесто, се застапени кај преработките од месо заради додавањето на нитритите и нитратите при нивната обработка. Додадените нитрати, со помош на ензимот нитрат-редуктаза (присутен кај многу бактерии), се редуцираат во нитрити. Тие потоа стапуваат во понатамошната хемиска реакција со амините во текот на процесот на производство, складирање или нивна обработка и при тоа се формираат *N*- нитрозоамините (Walker, 1990).

N-нитрозоамините често се присутни во сувомесните производи, пред сè кај трајните сувомесни производ, затоа што кај нив може да се додаваат нитрати или нитрити (нитратна сол или нитритна сол) кога се преработуваат. Нитратите со помош на ензимот нитрат – редуктаза (присутен кај многу бактерии) се редуцираат до нитрити. Нитритите стапуваат во хемиска реакција со секундарните амини во текот на процесот на производство, при термичката обработка или, пак, при складирањето при што се создаваат нитрозоамините (Pavlinić Prokurica и сор., 2010; De Mey и сор., 2017). Најмногу нитрозоамини се формираат кај преработките од месо кои, после процесот на саламурење, се изложуваат на висока температура (преку 130 ^{0}C) како на пример, пржената саламурена саланина (Honikel, 2008; Honikel, 2010; Vuković, 2012).

Врз основа на нивните физички својства, Walker (1990); Reinik и сор. (2005); Pavlinić Prokurica и сор. (2010) *N*-нитрозоамините може да се поделат во две групи и тоа:

- Испарливи *N*-нитрозоамини (нитрозирани диалкал амини и циклични соединенија со намалена молекуларна тежина) и
- Неиспарливи *N*-нитрозоамини (хидроксилизирани амини или полифункционални соединенија).

Инхибитори на реакцијата на нитрозацијата во храната се супстанциите со редокс потенцијал, како што се: аскорбинската киселина и аскорбатите, еритробинската киселина, селенот, витаминот Е (токоферол), токоферолите (α-, β-, γ-, δ-) итн. (Eskandari и сор., 2013). Аскорбинската киселина го инхибира формирањето на *N*-нитрозоамините преку механизми на компетиција со нитростабилните прекусори (амините), со средствата за нитрозирање. Комплетната инхибиција е ефикасна само во присуство на големо количество аскорбинска киселина и/или во анаеробни услови (Lu и сор., 1986; Chow и Hong, 2002). Исто така, витаминот Е е одговорен и за намалување на реакцијата која придонесува за формирањето на азотен моноксид, додека, селенот придонесува да се намали реакцијата на создавањето на пероксинитритот.

Во последно време сè повеќе се тежнее кон намалување на употребата на нитратите и нитритите при конзервирањето и процесирањето на преработките од месо, односно употреба на минимални количества. Докажано е дека комбинацијата на 40 ppm натриум нитрит и 2600 mg/kg сорбат, го намалува формирањето на *N*-нитрозоаминитe кај конзервираните преработки од месо скоро од 100 mg/kg на помалку од 5μg/kg. Во Соединетите Американски Држави и други земји, како превенција од формирање на *N*-нитрозо соединенија, се предлага додавање на 500 mg/kg натриев-аскорбат во преработките од месо (Cassens, 1990; Schuddeboom, 1993). Формирањето на *N*-нитрозоаминитe може да се намали со употреба на пониска температура при процесот на термичка обработка (под 160 ^{0}C), како на пример, пастеризација или стерилизација и гама-зрачење (De Mey и сор., 2017).

2.3. ЗАКОНСКА РЕГУЛАТИВА

Употребата на нитратите и нитритите е законски регулирана и јасно дефинирана. Тие се употребуваат во точно утврдени услови, од точно утврдени причини, во точно утврдена преработка од месо и со точно утврдено количество за нивно користење. Се смета дека денес, без нивна примена не е возможно да се оствари доволно количество здравствено исправни и безбедни преработки од месо (Silovska Nikolova и Belichovska, 2020).

Во дваесеттите години на минатиот век употребата на нитритите не била регулирана, а со тоа не било утврдено и нивното дозирање. Многу чести биле интоксикациите со нитрити по консумирање саламурени преработки од месо. Во Германија, во 1930 година, биле регистрирани поголем број смртни случаи од интоксикаци со нитрити. За да се надмине овој проблем, во 1934 година е донесен Законот за употреба на солите на азотната киселина во прехранбените продукти во промет. Со оваа законска одредба се забранило директното додавање на нитритите во месото, а се одобрила нивната употреба само како нитритната сол за саламурење. Нитритната сол е хомогена смеса на 99,4 до 99,5 % готварска сол и 0,5 до 0,6 % натриум нитрит. Нитратите можеле, директно, да се додаваат во месото (Honikel, 2008).

Две децении подоцна, во 1954 година, во Германија со законска регулатива се ограничува и количеството на резидуалните нитрити кај преработките од месо на 100 mg/kg готов производ, освен кај сувиот бут, каде дозволеното количество нитрити е до 150 mg/kg. Со оваа законска регулатива се ограничува и содржината на нитратите во готовиот производ. Во 1982 година се ограничи и количеството на нитрати во трајните сувомесни производи до 300 mg/kg, односно резидуалното количество на нитрати од 100 до 600 mg/kg (Honikel, 2008).

По Регулативата од 1982 година, следи Директивата 95/2/ЕЗ на Европскиот парламент и Советот за прехранбени адитиви со која се дозволува количество нитрити до 150 mg /kg и нитрати до 300 mg /kg кај повеќето преработки од месо освен кај *Wiltshire* сланината и сличните производи на неа каде резидуалните нитрити може да бидат застапени до 175 mg/kg. Количеството на нитратите во сите преработки од месо е ограничено до 250 mg/kg.

Honikel (2008) наведува дека Директивата 95/2/ЕЗ, донесена од Европскиот парламент и Советот за прехранбени адитиви не била прифатлива за Данска. Таа силно се спротивставила и ги исклучила од употреба нитратите од сите преработки од месо, освен кај *Wiltshire* сланината и сличните производи на неа, каде дозволила употреба на нитрати до 300 mg/kg. Нитритите во Данската регулатива 1055/95 од 1995 година може да се употребуваат до 150 mg/kg.

Европскиот суд во Луксембург, во март 2003 година, одлучил дека Европската Унија мора да ја преиспита регулативата 95/2/ЕЗ. Во 2006 година е донесена новата директива 2006/52/ЕЗ. Денес, во примена е Регулатива (ЕУ) 1129/2011 на Европскиот парламент и Советот од 11 ноември 2011 година за измена на Анекс II. Регулатива (ЕЗ) бр. 1333/2008 на Европскиот парламент и Советот за списокот на адитиви за храна на Унијата во кои се пропишуваат максималните дозволени количества на адитиви во преработките од месо. Со цел да се усогласи со Европската регулатива, во Република С. Македонија се применува Правилникот за адитиви што се употребуваат во храната („Сл. Весник на Р Македонија“ бр. 31/12) и Правилникот за изменување и дополнување на Правилникот за адитиви што се употребуваат во производството на храна („Сл. Весник на Р Македонија“ бр. 114/13). Дозволеното максимално ниво (mg/l или mg/kg) нитрити и нитрати кај преработеното месо, согласно Прилог 2, Дел Д од Правилникот за

изменување и дополнување на Правилникот за адитиви што се употребуваат во производство на храна („Сл. весник на РМ“, бр. 114/13) е прикажано во табелата 2.

Од табелата 2 може да се констатира дека кај преработки од месо, кои не се термички обработени, нитритите и нитратите се додаваат со максимално ниво 150 mg/kg за време на производството. Кај пастеризираните преработки од месо, максималното ниво е 150 mg/kg, додека кај стерилизираните преработки од месо, максималното ниво е 100 mg/kg. Исклучок се традиционалните саламурени производи од месо како: *Wiltshire bacon, dry cured baconi, rohwürste, turistický trvanlivý salám, lovecký salám, dunjaská klobása* itd.), каде што употребата на нитрати и нитрити е во поголеми количества, додека, кај некои традиционални производи, е пропишано само максималното количество на резидуални нитрити и нитрати кое е дозволено да го содржи готовиот производ.

Иако законодавството на ЕУ важи на територијата на Европската Унија, Данска прави исклучок во својата легислатива - максималното количеството на нитрити и нитрати во преработките од месо да е на пониско ниво со цел да го заштитат здравјето на консументите.

Доколку се проценува дали данската регулатива е навистина соодветна и неопходна за да ја оправда целта, потребно е да се земат предвид бројни фактори. Неопходни се два здравствени ризици: 1. присуството на нитрозоамините во преработките од месо и 2. нивната микробиолошка безбедност, што е многу важно здравствено прашање. Количеството на нитритите во преработките од месо треба да биде ограничено, но, сепак, ниското количество на нитрити во преработките од месо нема да го заштити консументот од формирање нитрозоамини. Количеството на нитрити, според релевантните мислења на Научната европска комисија за храна (Scientific Committee on Food-SCF) и Европската агенција за безбедност на храна (European Food Safety Authority – EFSA), зависи и од голем број фактори како: додавањето сол, влагата, pH-вредноста, рокот на траење на производот, хигиената, контролата на температурата итн. (Commission Decision 2018/702).

Голем број држави имаат пропишано слични уредби. Во Соединетите Американски Држави, во 1925 година, донесена е првата американска регулатива. Денес во Соединетите Американски Држави количеството на нитрити зависи од видот на преработки од месо. Па, така, за шунката и преработките од месо во парчиња пропишаното количество на нитрити е до 200 ppm, за колбаси е до156 ppm, додека за сланина е до 120 ppm. Кај сувомесните производи максималната дозволена влезна концентрација на натриум или калиум нитрит е до 200 ppm, а за нитратот е до 700 ppm. Сланината е исклучок поради потенцијалната опасност од формирање на нитрозамини. За сланина без кожа, дозволено количество на натриум нитрит е 120 ppm или 148 ppm на калиум нитрит во комбинација со 550 ppm натриум аскорбат или натриум ериторбат со толеранција од ± 20 % за време на инјектирање или тамблирање (Sebranek и Bacus, 2007a). Кај сувата свинска сланина е дозволено 200 ppm нитрити (Sindelar и Milkowski, 2011). Нитратите не се дозволени за ниеден начин на обработена сланина. За производите кои имаат продолжен рок на траење, односно кои се чуваат на собна температура и кои не треба да се чуваат во фрижидер, не постои максимално влезно количество на нитрити, но, се смета дека количеството од 40 ppm нитрити е доволно за зачувување на таквите производи (Sebranek и Bacus, 2007a).

Табела 2. Дозволено максимално ниво (mg/l или mg/kg) нитрити и нитрати кај преработено месо Правилник за изменување и дополнување на Правилникот за адитиви што се употребуваат во производство на храна („Сл. весник на РМ“, бр. 114/13)

E - број	**Име**	**Максимално ниво (mg/l или mg/kg соодветно)**	**Ограничувања/ отстапувања**	**Забелешка**
Преработено месо кое не е термички обработено				
E 249-250	Нитрити	150	(1)	
E 251-252	Нитрати	150	(1)	
Термички третирано преработено месо				
E 249-250	Нитрити	150	(1)	Освен стерилизирани месни производи (Fo>3.00)
E 249-250	Нитрити	100	(1) (2) (3)	Само стерилизирани месни производи (Fo>3.00)
Традиционални конзервирани месни производи со специфични одредби во однос на нитрити и нитрати				
Традиционални течно саламурени производи (месни производи саламурени со потопување во саламурен раствор кој содржи нитрити и/или нитрати и други состојки)				
E 249-250	Нитрити	175	(4)	Само *Wiltshire* сланина и слични производи. Во месото е додаден раствор за саламурење со потопување од 3 до 10 дена. Раствор за саламурење со потопување на микробиолошки стартер култури.
E 251-252	Нитрати	250	(3) (4)	
E 249-250	Нитрити	100	(4)	
E 251-252	Нитрати	250	(3) (4)	
E 249-250	Нитрити	175	(4)	Само *Entremeada, entrecosta, chispe, orelheira e cabeca (salgados), toucinho fumado* и слчини производи. Саламурење со потопување од 3 до 5 дена. Производот не е термички третиран и има вишок на воден активитет.
E 251-252	Нитрати	250	(3) (4)	
E 249-250	Нитрити	50	(4)	Само саламурен јазик: саламурен со потопување најмалку 4 дена и претходно подготвен.
E251-252	Нитрати	10	(3) (4)	
E 249-250	Нитрити	150	(5)	Само *Kymâsavustettu poronilha/kallrökt renkö*. Во месото е додаден раствор за саламурење по што следува саламурење со потопување. Времето на саламурење е 14 до 21 ден, по што следи зреење со ладен дим 4 до 5 недели.
E 251-252	Нитрати	300		

Е 249-250	Нитрити	150	(5)	Само сланина, филе од сланина (*file de bacon*) и слични производи саламурени со потопување од 4 до 5 дена на 5 до 7 ^{0}C, зреење од 24 до 40 часа на 22 ^{0}C, можно чадени 24 часа на 20 до 25 ^{0}C и складирани 3 до 6 недели на 12 до 14 ^{0}C.
Е251-252	Нитрати	250	(3) (5) (6)	
Е 249-250	Нитрити	50	(4)	Сланина *rohschinken, nassgepökelt* и слични производи. Времето на саламурење зависи од формата и од големината на парчињата месо и изнесува приближно 2 дена/кг, по што следува стабилизација/зреење.
Е251-252	Нитрати	250	(4)	

Традиционални производи суво саламурени (Процес на суво саламурење опфаќа суво нанесување на мешавината на саламурата којашто содржи нитрити и/или нитрати и други состојки врз површината на месото, по што следи периодот на стабилизација/зреење

Е 249-250	Нитрити	175	(4)	Само сушена саламурена сланина и слични производи. Само суво саламурење по што следи зреење од најмалку 4 дена
Е 251-252	Нитрати	250	(3) (4)	
Е 249-250	Нитрити	100	(4)	Само сушена саламурена шунка и слични производи. Суво саламурење по што следи зреење од најмалку 4 дена
Е 251-252	Нитрати	250	(3) (4)	
Е 251-252	Нитрати	250	(3) (4)	Само *jamon curado, paleta curada, lamo embuchado y cecina* и слични производи. Суво саламурење со период на стабилизација од најмалку 10 дена и период на зреење од повеќе од 45 дена.
Е 249-250	Нитрити	100	(4)	Само *presunto, presunto da pa and paio do lombo* и слични производи суво саламурени 10 до 15 дена, по што следува период на стабилизација од 30 до 45 дена и период на зреење од најмалку 2 месеци.
Е 251-252	Нитрати	250	(3) (4)	
Е 251-252	Нитрати	250	(3) (4) (6)	Само *jamon sec, jambon set* и слични саламурени производи. Суво саламурење 3 дена +l/kg, по што следува еднонеделен период на постсолење и зреење од 45 дена до 18 месеци.
Е 249-250	Нитрити	50	(4)	Само *rohschinken, trocken gepökelt* и слични производи. Времето на саламурење зависи од формата и тежината на парчињата месо и изнесува 10 до 14 дена по што следува период на стабилизација/зреење.
Е 251-252	Нитрати	250	(3) (4)	

Други традиционални саламурени производи (Саламурење со потопување и суво саламурење употребени во комбинација или каде што нитрит и/или нитрат е вклучен во сложен производ каде што растворот за саламура е даден во производот непосредно пред готвењето

Е 249-250	Нитрити	50	(4)	Само *rohsschinken, trocken/nasgepökelt* и слични производи. Суво саламурење и саламурење со потопување (без додавање на раствор за саламура). Времето на саламурење зависи од формата и тежината на парчињата месо и изнесува приближно 14 до 35 дена, по што следи период на стабилизација/зреење.
Е 251-252	Нитрати	250	(3) (4)	

E 249-250	Нитрити	50	(4)	Само желирано говедско и месо од плешка. Додавање на раствор на саламурење, по што следи минимум од 2 дена, варење од 3 часа.
E 251-252	Нитрати	10	(3) (4)	
E 251-252	Нитрати	300	(5) (6)	Само *rohwürste (salami u kantwurst)* производот има минимум 4-неделен период на зреење и соодносот вода/протеин е помал од 1,7.
E 249-250	Нитрити	250	(3) (5) (6)	Само *Salchichon y chorizo tradicionales de lagra curacion* и слични производи. Период на зреење од најмалку 30 дена.
E 251-252	Нитрати	180	(5)	Само *vysočina, selský salám, turistický tranlivý salám, poličan, hercules, lovecký salám, dunjaská klobása, paprikás* и слични производи. Сушен производ варен на 70 ^{0}C и проследен со 8 до 12-дневен период на сушење и чадење. Ферментираниот производ подложи на 14 до 30-дневен 3 етапен ферментационен период што е проследен со чадење.
E 251-252	Нитрати	250	(4) (5) (6)	Само *saucissons* sec и слични производи, суров ферментиран и сушен производ без додадени нитрити. Производот е ферментиран на температура од 18 до 22 ^{0}C или пониска (10 до 12 ^{0}C) и тогаш има минимален период на зреење од 3 недели. Производот има сооднос вода/протеин помал од 1,7.

(1)* Максимално количество што може да биде додадено за време на производството

(2)* Fo-вредност 3 е еквивалент на 3 минути загревање на 121 0C (намалување на бројот на бактерии од 1 милијарда спори во секоја од 1000 лименки од една спора на 1000 лименки)

(3)* Максимално количество на резидуи, ниво на редукција на крај на производниот процес. Нитратите може да бидат присутни во некои термички третирани производи како резултат на природната конверзија на нитрити во нитрати во слабо кисела средина

(4)* Максимално количество на резидуи, ниво на редукција на крај на производствениот процес

(5)* Максимално додадена количество

(6)* Без додадени нитрити

2.4. МОЖНОСТИ ЗА НАМАЛУВАЊЕ НА ПОТЕНЦИЈАЛНАТА ОПАСНОСТ ОД УПОТРЕБАТА НА НИТРИТИ КАЈ ПРЕРАБОТКИТЕ ОД МЕСО

Голем број истражувања се направени, во изминатите педесетина години, со цел да се намали употребата на нитрити, а со самото тоа да се намали и ризикот од формирањето на канцерогените *N*-нитрозо соединенија кај преработките од месо. García и сор., (2011) истакнуваат дека постојат две алтернативи за решавање на овој проблем: 1. целосна или делумна замена на нитритите со природни или други средства и 2. употреба на агенси кои го блокираат формирањето на *N*-нитрозамини во производи кои содржат конвенционални концентрации на нитрити.

Денес, современите потрошувачи сè повеќе се грижат за своето здравје и на пазарот бараат природни преработки од месо. Оваа загриженост ги наведе истражувачите да бараат начини да го намалат ризикот од формирање на нитрозамини. Еден таков начин е замена на нитритите со алтернативни состојки кои имаат прифатливи сензорни карактеристики и истите се безбедни по човековото здравје (Sindelar и Milkowski, 2011).

2.4.1. Намалување на содржината на нитрити кај преработките од месо

Голем број автори ја разгледувале можноста и работеле на намалување на количеството на додадени нитрити кај преработките од месо. Тие имале цел да го утврдат минималното количество на додадени нитрити, кое нема да предизвика промени во органолептичките карактеристики (пред сè бојата и аромата), како и промени во антибактериското дејство. Со намалувањето на додаденото количество на нитрити, може да се влијае на количеството на резидуалните нитрити кај саламурените преработки од месо.

Исклучувањето на нитритите кај саламурените преработки од месо, според Rašeta и сор. (1975) е бесмислено сè додека не се најде нивна соодветна замена. За решавање на овој проблем во индустријата за месо, потребно е да се бара соодветен начин за ублажување на негативните ефекти кои произлегуваат од употребата на нитритите. Количеството на нитрити кое се користи во преработувачките погони за месо, вообичаено, е повисока од потребното количество. Од тие причини во готовиот производ има повисоко количество на нитрити, од кои поголем дел е достапен за формирање на нитрозамини. Поттикнати од горенаведените причини, истражувачите започнале да работат на намалување на нитритите кај реновките. За развој и формирање на карактеристична, типична и стабилна розе-црвеникава боја на полнежот, експериментално, дошле до сознание дека при значително пониско количество на нитрити (30-50 ppm), може да се постигне карактеристичната боја на полнежот. Бојата на реновките била непожелна кога нитритите биле додадени до 200 ppm. Количеството на резидуален нитрит кај реновките било во зависност од додаденото количество на нитрити. Реновките кај кои имало додадено 200 ppm нитрити, содржеле 125 ppm резидуалени нитрити, додека реновките кај кои имало додадено 30 ppm нитрити содржеле 23 ppm резидуалени нитрити. Додавањето на аскорбинската киселина влијаела на намалување на количеството на нитрити и кај реновките.

Wirth (1991) работел на саламурени преработки од месо и при тоа утврдил дека за развој на типична боја и арома кај саламуреното месо потребно е да се додаде 30-50 ppm нитрит (зависно од видот на производот), додека за инхибиција на штетните патогени микроорганизми како (*Clostridium botulinum, Salmonella spp*. и *Staphylococcus spp.)* потребно е 80-150 ppm нитрити.

Во литературните податоци може да се најдат голем број истражувања кои посочуваат дека намалувањето на нитритите кај преработките од месо може да предизвика проблеми со безбедноста на производот (Gwak и сор., 2015; Lee и сор, 2018).

2.4.2. Целосна или делумна замена на нитритите

Проблематиката на елиминирањето на нитритите од производите од месо и нивната замена со други нештетни адитиви е комплексна. Многу од испитуваните алтернативни адитиви можат да заменат само еден од ефектите на нитритите, а само со комбинација од адитиви е возможно да се обезбедат сите ефекти на нитритите (Wirth, 1991). Исто така, O'Boyle и сор., 1992; Shahidi и Pegg (1992) истакнуваат дека многу малку е веројатно да се најде едно единствено соединение кое ќе ги замени сите функции на нитритите.

Со цел да пронајдат соодветно алтернативно решение за нитритите Dymicky и сор. (1975) тестирале повеќе од триста соединенија. При тоа утврдиле дека употребата на 3-ацил пиридинот дал најдобри резултати кај саламуреното месо.

Во 1975 година, во Соединетите Американски Држави се започнало со производство на мешавина на адитиви за саламурење, без нитрити. Оваа алтернатива за саламурење содржела антимикробно средство метилпарабен, т-бутилхидроксикинон, како антиоксиданс и полифосфати, како инхибитори на липидната автооксидација и развој на несакани ароми. Еритрозин, моќна синтетичка боја, била користена за развој на карактеристична розова боја. Реновките произведени со таква мешавина од адитиви имале својствена и стабилна боја и арома при складирање на температура од 3 ^{0}C за период од 4 недели. Со цел да се спречи формирањето на *N*-нитрозаминте, кај саламурените производи, се препорачува употреба на други мешавини од компоненти кои, исто така, го спречуваат формирањето на *N*-нитрозамини кај саламурените производи. Тука се вклучуваат, пред сè, аскорбатите и α-токоферолот (Shahidi и Pegg, 1993a).

Во 1982 година, Американската национална академија на науките препорача човекот што помалку да биде изложен на *N*-нитрозамини. За таа цел тие наведуваат дека е потребно да се развијат долгогодишни стратегии за развој на замена на нитритите. Токму тоа било причина да се бараат алтернативи, иако е мала веројатноста да се пронајде мешавина на компоненти што би дејствувале како нитритите (Shahidi и Pegg, 1993a).

При производство на преработки од месо, Thiemig и сор., 2002 ги наведуваат алтернативните супстанции или процеси кои може да се употребат како замена на нитритите. Антимикробниот ефект на нитритите може да се замени со: калиум сорбат или сорбинска киселина, натриум хипофосфит, естри на фумарната киселина, млечна киселина создадена од микроорганизми, натриум хлорид, парабени и глицерин монолаурат. Бутилиран хидрокси толуен, цитронска киселина, аскорбинска киселина и α-токоферол може да се користи како замена на антиоксидантскиот ефект на нитритите. За формирање на бојата кај преработките од месо може да се користи процесот на димење, неапсорбирачки боила, никотинати, компоненти на пиридин и беталаини.

Пејковски (2000) во својата докторска дисертација работел на можноста за целосна супституција на нитритите при производство на реновки. За таа цел, тој користел безнитритни системи за саламурење месо. Како замена на нитритите, од аспект на бојата, користен е ферментиран ориз, пигмент во прав на термички обработено и третирано со нитрити месо (PCCMP) и комбинација на ферментиран ориз и пигментот во прав на термички обработено и третирано со нитрити месо (PCCMP). Како антиоксидант користен е терцијарен бутилхидрохинон (TBHQ). При тоа констатирал дека сите три безнитритни групи на реновки се одликуваат со сензорно прифатливи карактеристики,

иако се послабо оценети од реновките произведени со нитрити, заради отстапките во типичноста, интензитетот и хомогеноста на бојата. Оксидацијата на липидите е скоро целосно спречена кај сите групи реновки за време на испитуваниот период од 42 дена. Кај сите групи реновки не е констатирана бактериолошка контаминација по 42-от ден од производството.

Во својот магистериски труд, Кратовалиева (2007) работела на испитување на можноста за целосна замена на нитритите, фосфатите и сланината при производство на пилешки реновки. Како замена на нитритите, од аспект на бојата, употребен е кошинелот и комбинација од кошинел и екстракт од пиперка. При тоа утврдила дека сензорните карактеристики кај безнитритните групи реновки се прифатливи. Кошинелот и екстрактот од пиперка влијаат на развој на стабилноста на бојата кај реновките и по нивно триесетдневно складирање во вакуум пакување. Употребата на обојувачите кошинел и комбинацијата на кошинел и екстракт од пиперка може успешно да ги замени нитритите.

Студијата спроведена од Eskandari и сор. (2013) имала цел замена на нитритите со употреба на обојувач, антиоксидант и антимикробни средства. Како обојувач е употребен кошинелот (кармин E120), како антиоксидант е употребен бутилиран хидроксианизол (BHA) и како антиботулинско и антимикробно средство е употребен натриев хипофосфит (SHP). Кошинелот или кармин (E120) е природно црвена боја од животинско потекло. Може да предизвика алергиска реакција, особено кај лица осетливи на аспирин или бензоева киселина (Lerotić и Vinković Vrček, 2005). Кошинелот е црвен обојувач добиен од инсектот *Dactilopious coccus*. Тој е прилично стабилен на дејството на светлината, варијацијата на pH-вредноста и на термичката обработка на преработките од месо. Во експериментот е употребено 0,015 % што приближно одговара на 120 ppm натриум нитрит $NaNO_2$ за постигнување на типичната боја на преработките од месо (Eskandari и сор., 2013). Како антимикробно средство, натриевиот хипофосфит ($NaPO_2H_2$) се употребува до 1000 ppm кај производи, во кои се содржат ниски нива на нитрити, односно 3000 ppm кај преработките од месо без додаток на нитрити. Тој, исто така, го спречува растот на *Clostridium botulinum*, при температура од 25 ^{0}C за најмалку три дена (Eskandari и сор., 2013). Бутилиран хидроксианисол (BHA) е употребен како антиоксидациско средство кое е фенолно соединение и кое, често, се додава во храната. При тоа мастите не го менуваат својот облик. Тоа е синтетички антиоксидант и постои опасност да се акумулира во организмот. Тој влијае врз зголемувањето на концентрацијата на холестеролот и масните киселини во крвта, може да предизвика алергиски реакции, дури и појава на вкочанетост. Од тие причини, неговата употреба во детската храна е забранета затоа што предизвикува синдром на хиперактивност (Lerotić и Vinković Vrček, 2005). Утврдено е дека бутилираниот хидроксианизол (BHA) е силен антиоксидант, доколку неговото ниво е 30 ppm во колбаси кои се термички обработени. Додавањето на овие супстанции како замена за нитрити не влијаеше значително на pH-вредноста, аромата и текстурата на производот, но, забележани се разлики во вкусот помеѓу производите со 40 и 120 ppm нитрити, споредено со производите кои се произведени без нитрити (Eskandari и сор.,2013).

García и сор., (2011) дошле на идеја, кај свинскиот колбас, делумно да ги заменат нитритите со хитосан. Тоа е линеарен полимер на 2-амино-деокси-β-D-глукан, деацетилирана форма на хитин, кој природно се јавува како катјонски биополимер. Во фармацевтската индустрија се употребува за чистење на организмот од токсини, регулација на крвниот притисок и холестеролот и намалување на pH-вредноста на крвта. Китосанот ги апсорбира и исфрла радиоактивните материи од човековото тело. Има и позитивен ефект врз заздравувањето на раните, го спречува ширењето на канцерогените клетки низ васкуларниот систем итн. Во индустријата за месо китосанот може да се

употребува како обојувач, без притоа истиот да влијае на останатите сензорни карактеристики. Забележани се само некои промени во текстурата на колбасите, па се претпоставува дека истиот има ефект и врз степенот на деацетилација. Утврдено е дека китосанот влијае значајно и на продолжување на рокот на употреба кај готовиот производ и се смета дека тој може да биде потенцијален природен прехранбен конзерванс. Неколку автори веќе имаат потврдено дека со употребата на китосанот кај преработки од месо се намалува бактериолошкото расипување (на пример: при складирање на преработки од месо на температура од 30 ^{0}C во времетраење од 48 часа и при складирање на истите на температура од 4 ^{0}C во времетраење од 10 дена се ограничува растот на *Staphylococcus spp.,* колиформни и грам-негативни бактерии, *Micrococcus spp* и *Pseudomonas*). Забележано е отстапување во нивното дејствување врз млечнокиселинските бактерии. Употребата на хитосанот во концентрација од 0,3 до 0,6 %, односно 1 %, влијае врз продолжување на рокот на траење на свежиот свински колбас, при што може да се заклучи дека хитосанот има антимикробни својства (García и сор., 2011).

Лактатите наоѓаат примена во индустријата за месо, односно го забавуваат развојот на непожелната микрофлора кај месото и производите од месо. Тие може да се користат како замена на нитритите од микробиолошки аспект. Дејствувањето на лактатите се заснова на нивната способност да влијаат на смалување на активноста на водата. Влијанието на лактатите за спречување на развојот на микроорганизмите во производите се објаснува со лактатниот ефект. Лактатот, во недисоцирана средина, дифундира во станиците на микроорганизмите каде што дисоцира (Paul и сор., 2007).

Weber (2004) истакнува дека лактатниот јон има бактериостатско дејство. Неговата студија наведува дека голем број микроорганизми можат да бидат инхибирани од лактатите. Тука спаѓаат: *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes, Clostridium botulinum, Campylobacter, Salmonella, Brochotrix termosphacta, Yersinia enterocolitica*.

Натриум лактатот (60 %) додаден во количество од 3,3 % има ефект на одложување на растот на *Listeria monocytogenes* за неколку недели (Choi и Chin, 2003).

Употребата на витамините, особено витаминот Е (α-токоферолот) може да биде ефикасна замена за нитратите и нитритите во преработките од месо, бидејќи е докажано дека α-токоферолот може да го ограничи растот на патогените бактерии и да го намали формирањето на *N*-нитрозамини во липофилна средина (како на пример: пржена сланина). Високата цена на чинење на витамините претставува голем проблем за преработувачите на месо затоа што тоа ќе влијае врз зголемување на трошоците при производството на преработките од месо (Gassara и сор., 2016; De Mey и сор., 2017).

Најголемата група на природни антиоксиданти се застапени во овошјето и зеленчукот. Тие се: токоферолите, фенолната киселина, терпеноиди и каротеноиди. Постојат повеќе од 1300 растенија и преку 30000 компоненти на фенолите, изолирани од растенијата, кои се употребуваат во прехранбената индустрија. Голем број истражувања ја утврдиле линеарната врска помеѓу фенолните соединенија, пред сè, фенолните киселини и флавоноидите и антиоксидантските својства на растенијата и зачините. Gassara и сор., (2016) ги проучувале својствата на ароматичните растенија, овошја, есенцијални масла и зачини, како што се каранфилче, ѓумбир, бибер и лук. Сокот од јагода, лукот, кељот, портокалот и црниот чај го ограничуваат формирањето на нитрозилдиметиламинот (NDMA) за време на консумирање на намирница што е богата со амини (De Mey и сор., 2017).

Како алтернатива на нитратите и нитритите може да се употребува и грозјето, заради неговите антиоксидантни својства и присуството на високи концентрации на фенолни соединенија како што се галната, хлорогената и кофеинската киселина, катехин и др. Наведените соединенија имаат слични својства како натриум нитратот, доколку се

употребат при производство на преработки од месо. Комбинацијата на антиоксиданти, шеќери и киселини, кои се наоѓаат во грозјето, може да биде исто толку ефикасна како и натриум нитритот во зачувувањето на производот. Додавањето на суво грозје кај некои преработки од месо може да влијае и на подобрување на целокупната хранлива вредност на преработките од месо. Присуството на антиоксиданти ќе помогне во зачувување на вкусот на готовиот производ (Gassara и сор., 2016).

Употребата на црвено вино и комбинацијата на црвено вино и лук, при производство на чоризо колбасот, има позитивен ефект врз развојот на сензорните карактеристики и безбедноста на производот (Patarata и сор., 2020).

Природни антиоксиданти, застапени кај зачинските растенија, како што е рузмаринот, се полифенолите и фенолните киселини. Рузмаринската киселина, од рузмаринот, има улога во зачувување на вкусот и спречување на оксидацијата на липидите за време на преработката на месо (Sebranek и Bacus, 2007a,b). Соединенија во рузмаринот, кои имаат голема антиоксидантна вредност се: карносол, карносолна и рузмаринска киселина. Тие ја прекинуваат оксидацијата на ткивата со додавање на водород во слободните радикали кои ги неутрализираат.

Како можни додатоци при производството на т.н. природни или органски преработки од месо, без директно додавање на нитрати и нитрити, Sebranek и Bacus, 2007a,b), ги посочуваат: винската киселина, сокот од лимон, правот од вишна и др. Рокот на употреба кај овие преработки од месо бил значително пократок од тие кај кои имало додадено нитрити.

Како природен извор на нитрити и нитрати може да се користи и медитеранската морска сол, бидејќи истата содржи 1,1 ppm нитрати и 1,2 ppm нитрити. Општо земено, морската сол се добива со евапорација на морската вода, нерафинирана, без адитиви и служи како природен извор на минерали. Соларно евапорираната морска сол мора да содржи најмалку 97,5 % натриум хлорид и, во одредени граници, калциум, магнезиум, арсен и тешки метали (Sebranek и Bacus, 2007a,b).

Sebranek и Bacus (2007a,b), како природни конзерванси, ги наведуваат оцетот и сокот од лимон. Средството за закиселување, како што е оцетот, има способност да ги забрза реакциите на нитритите, поради влијанието врз pH-вредноста. Сокот од лимон или лимонот во прав е типичен извор на лимонска киселина, кој има слично дејство врз pH-вредноста како и оцетот.

Gassara и сор. (2016) посочуваат дека зачините, како што се: морското оревче, ориганото, обичната жалфија, црниот и белиот бибер, лукот, ѓумбирот, циметот, каранфилчето и др., имаат бактерицидно и фунгицидно дејство. Тие го ограничуваат растот и размножувањето на микроорганизмите кои предизвикуваат расипување на храната.

Лук се додава во преработките од месо, првенствено, заради неговото антимикробно дејство. Свежо исцедениот сок од лук го спречува растот на грам-негативните бактерии. Лукот во прав, луковото масло и алицинот покажале антимикробно дејство против *Staphylococcus aureus, Salmonela typhi* и *Listeria monocytogenes* (Dankert и сор., 1979).

Намалување на количеството нитрити кај преработките од месо може да се постигне со употреба на лукот. При тоа, потребно е да се обезбеди соодветно конзервирање на преработката од месо. Истовремено, потребно е да се внимава да не дојде до промена на вкусот и мирисот кај истите. Доколку истиот се користи во поголемо количество, може значително да влијае на промена на вкусот и мирисот на готовиот производ. Од тие причини, потребно е да се минимизира количеството на додадениот лук. Gassara и сор.,(2016) посочуваат дека лукот, во комбинација со каранфилчето, влијаат врз спречување на растот на патогените бактерии.

Каранфилче, чие главно соединение е еугенол, се користи како конзерванс, но истовремено може да го прикрие расипувањето во месото, сирупите, сосовите и слатките. Неговата ефикасност како инхибитор на растот на бактериите е 75 - 100 %. Маслото од каранфилче покажува инхибиторен ефект врз *Listeria monocytogenes*. Gassara и сор. (2016) посочуваат дека мешавините од цимет и масло од каранфилче се употребуваат како алтернатива на хемиските средства, кои се користат при пакување и контрола, како и сузбивање на мувлите и квасците.

Маслото од рузмарин има антибактериско (Benjilali, 1984; Domokos, 1997) и фунгистатско дејство (Daferera, 2000). Екстрактот од рузмарин има антиоксидативно дејство кое се должи на дитерпенските феноли и флавоноидите, кои имаат функција на водородни донори и елиминатори на слободните радикали (Aeschbach и Prior, 1996).

Мајчината душичка им дава силен ароматичен вкус на преработките од месо. Екстрактите од мајчина душичка го инхибираат всалувањето на мастите во месото како резултат на антиоксидативното дејство на рузмаринската киселина, етеричното масло и флавоноидите (Economou, 1991; Haraguchi и сор.,1996). Екстрактите и етеричното масло имаат и изразено антимикробно дејство (Hänsel и сор., 1999).

Етеричното масло од оригано има изразено антиентеробактериско дејство (Aureli и сор., 1992). Флавоноидите се застапени во форма на гликозиди на лутеолин, апигенин и наринген (Antonescu, 1982).

2.4.3. Замена на нитритите со природни извори на нитрати застапени во високи концентрации во некои видови зеленчуци

Природно нитратот во високи концентрации (од 1000 до 2500 mg/kg) е застапен во некои зеленчуци како: цвеклото, брокулата, целерот, зелката, зелената салата, ротквичката, спанаќот, брокулата (Gassara и сор., 2016; Colla, 2018), додека нитритите се застапени во многу ниска концентрација (помалку од 1 mg/kg и не повеќе од 20 mg/kg) (Meah и сор., 1994; Petersen и Stoltze, 1999; Chung и сор, 2003; Gassara и сор., 2016).

Santamaria и сор. (1999) ги наведуваат растенијата од фамилиите: *Chenopodiaceae*, *Brassicaceae*, *Apiaceae*, *Amarantaceae* и *Asteraceae* што содржат поголемо количество на нитрати. Eisinaite, 2016 наведува дека свежиот зеленчук има помала концентрација на нитрати, во споредба со нивниот сок, прав и екстракти.

Според содржината на акумулирани нитрати во зеленчукот, изразени како содржина на нитрати во mg/1000 g свеж зеленчук, Schullehner и сор., 2018 ги делат зеленчуците во следните групи:

- Зеленчуци кои содржат повеќе од 2500 mg нитрати во 1000 g свеж зеленчук, како: целерот, магдоносот, спанаќот, зелената салата, руколата и др.
- Зеленчуци кои содржат од 1000 до 2500 mg нитрати во 1000 g свеж зеленчук, како: кинеската зелка, ендивијата, празот, магдоносот и др.
- Зеленчуци кои содржат од 500 до 1000 mg нитрати во 1000 g свеж зеленчук, како: репката, савојката зелка, зелката и др.
- Зеленчуци кои содржат од 200 до 500 mg нитрати во 1000 g свеж зеленчук, како: морковот, краставицата, тиквата и брокулата др.
- Зеленчуци кои содржат помалку од 200 mg нитрати во 1000 g свеж зеленчук, како: компирот, доматот, кромидот, печурките, аспарагусот и др.

Нитратите, присутни во зеленчукот, со помош на нитрат редуктивните бактерии, застапени во стартер културите, се редуцираат до нитрити (Choi и сор., 2017; Shin и сор., 2017; Hwang и сор., 2018; Sucu и Turp, 2018; Ozaki и сор., 2021).

Sebranek и Bacus (2007a) наведуваат дека при производство на преработки од месо може да се употребуваат алтернативни природни извори на нитрати, застапени во висока концентрација во некои видови зеленчук, во комбинација со стартер култури, кои содржат нитрат редуктивни бактерии, и при тоа да се добијат преработки од месо со прифатливи сензорни карактеристики.

Голем број истражувачи биле поттикнати да работат на замената на нитритите со алтернативни природни извори. Вистинските обиди за замена на нитратите започнале уште во седумдесетите години на минатиот век. Stevanović, (1998) наведува дека уште во далечната 1974 е година направен обид, при производство на емулзија од месо, наместо нитрити да се користи пигмент од цвекло - бетанин. Колбасите, кои биле произведени со пигментите од цвекло-бетанин и имале потемна боја и посиромашна арома. При складирање по првата, а исто така и по втората недела, немало промена во бојата и промена на микробиолошката слика. Истовремено не е утврдена голема статистичка разлика споредено со стандардните колбаси подготвени со нитрит. При складирање на колбасите е утврдено дека колбасите произведени со пигмент од цвекло имаат постабилна боја, споредено со колбасите кои се произведени со нитрити.

Sugita и сор. (1993), во своите истражувања за безнитритни системи, користеле екстракт од ротквици од 1 % и 3 % во комбинација со натриум аскорбат, при што се добиени производи со карактеристична боја и вкус на термички обработени и саламурени производи од месо.

Riel и сор. (2017) во нивното истражување користеле екстракт од магдонос како алтернатива за натриум нитрат при производство на колбас од типот на мортадела. При тоа констатирале дека екстрактот од магдонос има позитивен ефект врз сензорните карактеристики кај мортаделата. Инхибиторните ефекти на екстрактот од магдонос врз микроорганизмите треба да се утврдат со понатамошни истражувања.

Целерот, исто како магдоносот, акумулира големо количество нитрати. Голем број истражувачи го користеле целерот како замена за нитритите и при тоа утврдиле дека има позитивен ефект. Примената на сок од целер во прав, во комбинација со стартер култури кај емугирани колбаси во истражувањето на Sindelar и сор. (2007) се покажала како ефикасна. Имено, колбасите кои биле направени со целер во прав и стартер култура покажале многу слични сензорни карактеристики како и контролните колбаси произведени со натриум нитрит.

Сокот од целер во прав го користеле и Magrinyà и сор. (2009) при производство на трајни ферментирани колбаси. При тоа, тие констатирале дека целерот има позитивен ефект врз сензорните карактеристики, пред сè врз бојата и вкусот кај готовиот производ. Исто така, тие укажуваат дека целерот дејствува инхибиторно врз патогените бактерии кои вршат расипување на готовиот производ. Авторите посочуваат дека целерот спаѓа во групата на алергени и неговата примена е ограничена при производството на преработки од месо.

Horsch и сор. (2014) работеле на замена на нитритите со 0,8 % целер во прав и комбинација на 0,8 % целер во прав и лимонска киселина. При тоа констатирале дека помеѓу колбасите произведени со натриум нитрат и колбасите произведени со целер во прав не е утврдена разлика во сензорните карактеристики, вкупниот број на микроорганизми и pH-вредноста. Кај примероците произведени со целер во прав утврдиле поатрактивна боја и намалено количество на резидуални нитрити. Тие истакнуваат дека целерот во прав, во комбинација со 10 % лимонска киселина, го потиснува размножувањето на *Listeria monocytogenes* поефикасно од примероците на колбаси произведени само со целер во прав.

Golden и сор. (2014), користеле претходно конвертирани нирити од целер при производство на чадено мисиркино месо. Тие истакнуваат дека содржината на нитрити до 80 mg/kg нитрити го инхибира растот на *Listeria monocytogenes*.

Како замена за нитритите кај суво ферментираните колбаси Eisinaite и сор., (2016) користеле: 3 % лиофилизиран целер, магдонос и праз. Тие не забележале некој значаен ефект врз промената на pH-вредноста, активноста на водата, млечнокиселинските бактерии, коагулаза-позитивните стафилококи присутни за време на процесот на ферментација и зреење на суво ферментираните колбаси во споредба со контролните колбаси, во кои нема инкорпорирани зеленчуци. Тие утврдиле најдобри сензорни карактеристики кај колбасите кај кои има додадено лиофилизиран сок од целер.

Jin и сор. (2018) посочуваат дека кај варените колбаси, во кои има додадено 0,8 % целер во прав, се забележува развој на црвена боја и прифатливи сензорни карактеристики кај готовиот производ. Тие посочуваат дека не е констатирана промена на квалитетот за време на складирањето на колбасите.

При производство на традиционален грчки колбас со свеж праз и сол, Madentzidou и сор. (2012) констатирале дека значително се зголемува присуството на млечнокиселински бактерии, кои придонесуваат за побрзо опаѓање на pH-вредноста на полнежот. Тоа овозможува подобрена микробиолошка активност и стабилност кај колбасите. Исто така, тие посочуваат дека се скратува времето на производство и се забележува подобрување на сензорните карактеристики.

Choi и сор. (2017) користеле претходно конвертирани нитрити од црвено цвекло (10 %) во комбинација со аскорбинска киселина во емулзии од месо. Тие посочуваат дека нема разлика помеѓу емулзијата произведена со конвертирани нитрити од цвекло и таа произведена со нитрити. Воедно, кај примерокот кај кој има додадено природен извор на нитрити, е утврден позитивен ефект врз растот и развојот на микроорганизмите.

Hwang и сор. (2018) користеле конвертирани нитрити од природни извори (спанаќ, зелена салата, целер и ротквичка), при производство на сурови и варени колбаси. При тоа тие дошле до заклучок дека најдобар развој на бојата има кај примероците произведени со конвертиран нитрит од спанаќот. Исто така, кај нив е утврдено и најдобро спречување на оксидацијата на мастите.

Kim и сор. (2019a) при производство на полутрајна свинска печеница користеле сок од спанаќ, како замена за синтетските нитрити. Од добиените резултати тие констатирале дека употребата на природни нитрити, добиени од сок од спанаќ, значително ги подобрува квалитативните карактеристики кај полутрајната свинска печеница. Поради доминантниот вкус на спанаќот, истиот се рефлектира на готовиот производ. За таа цел потребно е да се употребат дополнителни зачини. Тие забележале најдобри сензорни карактеристики кај примерокот кој бил произведен со комбинација на натриум нитрит и сок од спанаќ.

Kim и сор. (2019b), како природен извор на нитрити, користеле претходно конвертирани нитрити од замрзната блитва во прав. При тоа констатирале највисока a-вредност (9,08), односно највисок удел на црвената боја a и воедно најдобра оксидативна стабилност на мастите, кај печеницата произведена со блитва во прав.

2.5. ПРИМЕНА НА СТАРТЕР КУЛТУРИТЕ ВО ИНДУСТРИЈАТА ЗА МЕСО

Се смета дека Старите Египќани први ги увиделе биолошките постапки за конзервирање на храната и тоа сосема случајно, од спонтаната ферментација која се одвивала благодарение на дејствувањето на микроорганизмите од самата храна.

Пастер во 1857 година ги утврдил причините за настанување на млечнокиселинската ферментација. Една година подоцна, тој ги утврдил и причинителите на алкохолната ферментација. Неколку години подоцна, Листер, во 1870 година, успеал да ги идентификува и да ги изолира чистите култури на млечнокиселински бактерии. За многу кратко време се започнало со комерцијално производство на чисти култури. Веќе на почетокот на XIX век употребата на чистите култури наоѓа примена во прехранбената индустрија. Со развојот на микробиологијата, современата техника и технологијата, селектирани се голем број видови микроорганизми во концентриран облик (стартер култури).

Спонтаната ферментација, во споредба со контролираната, чини многу помалку и е поедноставна за спроведување. Но, доколку сакаме да имаме изедначен и стандарден готов производ, неопходно е ферментацијата, во голема мера, да се спроведува со соодветни стартер култури (Šušković, 2008).

Стартер културите се препарати кои содржат активно растечки или мирни форми на микроорганизми, кои, преку нивната метаболичка активност, влијаат на посакуваните ефекти за време на ферментацијата (Hammes и Hertel, 1998).

Martinović и Vesković Moračanin (2006) истакнуваат дека со примената на стартер културите во индустриското производство се зголемува хигиенската исправност на храната, нутритивната вредност, се подобруваат сензорните својства и квалитетот на производот, неговата трајност и производството е порентабилно. Но, сепак, тие посочуваат дека стартер културите се само еден дел од факторите кои влијаат на производство на производ со добар квалитет.

Стартер културите, кои се користат кај преработките од месо, Deibel (цит. Smith и Palumbo, 1983) ги дефинира како микроорганизми кои се додаваат директно на месото со цел подобрување на одржливоста, безбедноста и прифаќањето на готовиот производ од страна на потрошувачите.

Употребата на стартер културите во индустријата за месо, според Lembeck (2009), има за цел: да го контролира процесот на ферментација, да ја намали варијацијата во квалитетот на производот, да го спречи растот на патогените микроорганизми, да ја забрза ферментацијата и да ги подобри сензорните карактеристики на ферментираните преработки од месо.

Во индустријата за месо, при производството на ферментирани колбаси, се зголемува употребата на стартер културите, поради зголемувањето на хигиенската сигурност на производот и изедначување на неговиот квалитет. Стартер културите, со својата биохемиска активност, предизвикуваат промена на pH-вредноста на месото, го потпомагаат развојот на бојата, конзистенцијата, вкусот, миризбата и влијаат на развојот на карактеристичните својства на производот (Incze, 2002). Исто така и Kovačević (2001) укажува за позитивниот ефект кој го имаат поголем број микроорганизми. Тие, со својот раст и нивниот метаболизам, предизвикуваат промена на вкусот, нитритивниот квалитет, текстурата, аромата и сигурноста на производот.

Употребата на стартер културите, кај преработките од месо, според Laranjo и сор. (2017), има голем број предности: познато е нивото количество; го намалуваат времето на зреење; ја зголемуваат безбедноста и овозможуваат производство на производ со постојан квалитет во текот на целата година во која било климатска зона, при соодветни природни услови или комори за ферментирање/сушење.

Стартер култури, кои се употребуваат при производството на преработки од месо, се: млечнокиселинските бактерии и коагулаза негативните стафилококи (Bonomo и сор., 2008). Најзастапени бактерии во стартер културите се од родовите: *Lactobacillus (Lactobacillus plantarum, Lactobacillus. casei, Lactobacillus cumates, Lactobacillus pentosus* и *Lactobacillus alimentarius*); *Pediococcus* (*Pediococcus acidilactici* и *Pediococcus pentosaceus*); S*taphylococus* (S*taphylococus xylosus* и *Staphylococus carnosus*); *Micrococcus* (*Micrococcus varians*) и *Streptomyces* (*Streptomyces griseus*). Од квасците застапен е: *Debarymyces hansenii* а од мувлите: *Penicillium nalgioveuse* и *Penicillium chrysogenum* (Incze, 2003).

Најчесто употребуваните млечнокиселински бактерии, при производство на ферментирани производи од месо, се од родот *Lactobacillus*. Visessanguan и сор. (2006) ги посочуваат: *Lactobacillus plantarum, Lactobacillus honi, Lactobacillus curvatus* и *Lactobacillus pentosus*.

При развој на аромата, вкусот и бојата кај преработките од месо, главна улога имаат коагулаза негативните стафилококи (Kovačević, 2001). Тие имаат и способност за редукција на нитратите во нитрити, со што придонесуваат за создавање на нитрозимиоглобин, кој е одговорен за карактеристичната црвена боја кај преработките од месо. Главно својство на стафилококите е создавањето ензим липаза кој има значајна улога во развојот на аромата кај ферментираните преработки од месо. S*taphylococcus xylosus* и *Staphylococcus carnosus* се најчестите липолитички стартер култури кои се користат кај ферментираните преработки од месо (Simonová и сор. 2006).

Petrović и Tasić (2012) укажува дека современото производство во индустријата за месо има за цел да го намали времето на ферментација кај производите од месо. Додатоците, како што се стартер културите, се користат со цел да се намали pH-вредноста на полнежот. Млечнокиселинските бактерии како: *Lactobacillus, Streptococcus* и *Pediococcus* го разградуваат додадениот шеќер во органска киселина.

Стартер културите имаат голема предност затоа што тие можат да се употребуваат во кисела средина, средина каде има висока концентрација на сол, ниска активност на вода, активни се на ниска температура, растат во анаеробни услови и нитритите не го инхибираат нивниот метаболизам.

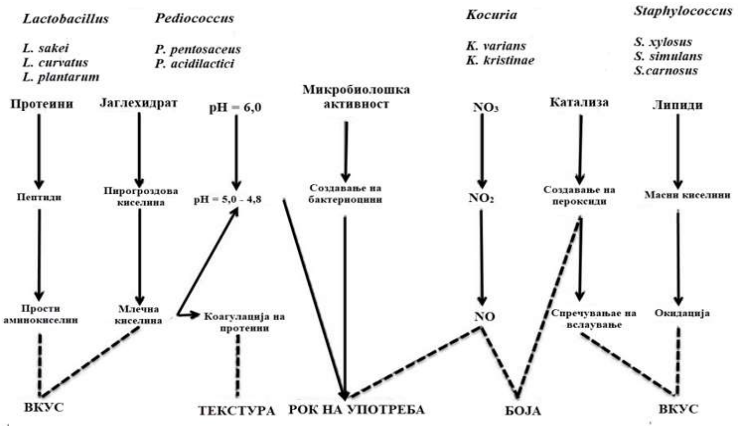
2.5.1. Позитивниот ефект на стартер културите врз сензорните карактеристики кај преработките од месо

Употребата на стартер култури го подобрува развојот на бојата, текстурата, миризбата и вкусот на готовиот производ. Сепак, сензорните карактеристики, во голема мера, зависат од видот и количеството на соевите што се застапени во стартер културите и од самите услови на обработка (Toldrá, 2008). Затоа е значајно да се познаваат микроорганизмите и нивната улога, за да може да се предвидат сензорните карактеристики на готовиот производ.

Најчестите родови од бактериите кои се користат во стартер културите, се: *Lactobacillus, Pediococcus, Micrococcus* (или *Kocuria)* и *Staphylococcus*. Биохемиските активности на одделните бактерии се прикажани на слика 12.

Микроорганизмите од стартер културите, преку нивната способност да ги редуцираат нитратите и да ја намалат pH-вредност на полнежот, учествуваат во формирањето на стабилна боја на готовиот производ. Нивната каталитичка активност и спречувањето на процесите на оксидација се, исто така, важни. Бактериите од фамилијата *Micrococcaceae*, застапени во стартер културите, имаат најголемо влијание врз развојот и стабилноста на бојата кај производот. Доколку стартер културите ја содржат бактеријата *Staphylococcus xylosus*, која има силна нитрат редуктивна

активност, бојата ќе се развива побрзо. Исто така, оваа стартер култура има влијание врз спречувањето на процесите на оксидација. Jessen (1995) посочува дека активностите на ензимите редуктаза и каталаза, кај млечнокиселинските бактерии се многу помали.



Слика 12. Приказ на биохемиските активности на одделни видови бактерии (Franciosa и сор., 2018)

Smole Možina и Raspor (1994) истакнуваат дека природните протеолитички ензими најмногу придонесуваат за развојот на текстурните својства кај готовиот производ. Во помала мера протеолитичките ензими од бактериите *Lactobacillus casei* и *Lactobacillus plantarum* учествуваат во протеолитичките активности. Fadda и сор. (2002) посочуваат дека стартер културите учествуваат во деградацијата на саркоплазматските протеини од месото за време на ферментацијата затоа што нивните протеолитички ензими имаат поголем афинитет кон саркоплазматските протеини. Активностите на протеолитичките ензими се поголеми при повисоки температури, па, поради тие причини, нивното созревање е побрзо. Покрај протеолитичкото дејство, млечнокиселинските бактерии, исто така, влијаат и врз развојот на текстурата со формирање на млечна киселина. Падот на pH-вредноста влијае на растворливоста на протеините. Тоа придонесува развој на подобри текстурни својства кај ферментираните колбаси и скратување на времето на производство (Varnam и Sutherland, 1995).

За развојот на аромата, кај ферментираните производи, Hammes и Hertel (1998), наведуваат дека значајни се повеќе фактори како: употребената суровина, додадените адитиви и зачини, изборот на технолошките процеси, хемиските промени кои настануваат за време на гликолизата, протеолизата, липолизата и оксидацијата на мастите, која е предизвикана од ендогени или бактериски ензими. Leroy и сор. (2006) истакнуваат дека за развојот на аромата влијаат температурата, времето на производство, димењето и изборот на стартер културата.

Бидејќи најчесто во колбасите се додава глукозата, крајниот производ од ферментацијата на млечнокиселинските бактерии претежно е лактат, што придонесува за кисела арома на производите. Поголемото количество млечна киселина, а, исто така, и помалото количество оцетна киселина го карактеризираат вкусот како остар, јак или зачинет. Другите органски киселини, формирани за време на ферментацијата (оцетна, лимонска и винска), во мали количества, позитивно придонесуваат за развојот на аромата, а поголемите количества оцетна киселина, предизвикуваат појава на непријатен кисел вкус. Влијанието на адитивите врз метаболичките активности на микроорганизмите треба да се земе предвид, во врска со посакуваните сензорни карактеристики и конечната pH- вредност кај готовиот производ (Jessen, 1995).

Ензимските процеси во масното ткиво се позначајни од процесите на протеолиза при формирањето и развојот на аромата и карактеристичниот мирис на зрел производ. Липолитичките и протеолитичките активности на млечнокиселинските бактерии се ограничени и не придонесуваат значително за развој на вкусот на зрелиот производ. Поголема липолитичка и протеолитичка активност е забележана кај стартер културите од фамилијата *Micrococcaceae*. Разградувањето на маснотиите се одвива под влијание на липазите. Липолизата е само првата фаза во процесот на распаѓање на маснотиите. Таа е проследена со понатамошна оксидативна деградација на слободните масни киселини во алкани, алкени, алкохоли, алдехиди, кетони и фурани. Покрај развојот на непријатна арома, липолизата, во одредена мера, има позитивен ефект врз развојот на аромата. На почетокот на зреењето, при автооксидацијата, најпрво, се создава и се зголемува количеството на пероксидите. Во присуство на металните јонски катализатори доаѓа до нивно распаѓање во карбонили, алдехиди и кетони, кои се носители на туѓи вкусови. Повеќето лактобацили се негативни на каталазата и не ги распаѓаат пероксидите формирани од оксидација на незаситените масни киселини. Присуството на пероксиди се решава со употреба на комбинирани стартер култури со активност на каталаза (*Staphylococcus carnosus*).

Табела 3. Влијание на стартер културите врз развојот на сензорните карактеристики кај ферментираните колбаси за време на зреењето (Čavlek, 1997)

Својство	**Дејствување на микроорганизмите**	**Млечно киселински бактерии**	**Микрококи**	**Квасци**	**Плесни**
Боја	редукција на нитрити	-	+++	-	-
	намалување на pH-вредноста	+++	+	-	-
	потрошувачка на O_2	-	++	-	-
	разградување на H_2O_2	-	++	-	+
Арома	создавање на киселини	+++	+	+	-
	протеолиза	-	+	+	++
	липолиза	-	++	++	++
	разградување на H_2O_2	-	+++	+	++
Текстура	намалување на pH-вредноста	+++	-	-	-
Конзервирачки ефект	намалување на pH-вредноста	+++	-	-	-
	редукција на нитратите	-	++	-	-
	инхибиција на микрофлората	++	-	-	+++
Површина на производот	заштита од дехидратација	-	-	-	+++
	заштита од кислород и светлина	-	-	+	+++
	надворешен изглед	-	-	+	+++
Хигиенска важност	разградување на резидуалниот нитрит	+	+ +	-	-
	заштита од микотоксини	-	-	-	+++

Легенда: +++ многу добра активност; ++ добра активност; +слаба активност; - нема активност

Степенот на влијание на микробните и немикробните ензими во протеолизата сè уште не е разјаснет во целост. За време на созревањето на колбасите, голем дел од протеините се подложени на ензимска хидролиза. Некои аминокиселини подоцна се декарбоксилирани, деаминирани или дури и понатаму се метаболизираат. Се зголемува учеството на протеинскиот азот, α-амино азотот, пептидите, слободните аминокиселини, амонијакот и амините. Тие придонесуваат за развојот на вкусот на зрелите производи. Зголемувањето на амонијакот има влијание врз зголемување на pH-вредноста и врз сензорните својства на производите кои созреваат подолг временски период.

Стафилококите се важни учесници во процесот на обликување на миризбата и вкусот на производите. Тие учествуваат во липолитички и во протеолитички процеси. Стафилококите (првенствено *Staphylococcus xylosus* и *Staphylococcus carnosus*) значително влијаат на аромата преку распаѓање на аминокиселините (првенствено леуцин, изолеуцин и валин) и слободните масни киселини (Hammes и Hertel, 1998; Leroy и сор., 2006). Колбасите зреат побрзо со додавање на *Staphylococcus carnosus*. Бактеријата *Staphylococcus xylosus*, често, се користи кај производите од јужна Европа. Нејзината употреба се препорачува за производи со карактеристична целосна, заоблена арома со помалку кисел вкус (Leroy и сор., 2006).

Мувлите и квасците, исто така, имаат значително влијание врз карактеристиките на вкусот. Придонесот на овие организми во формирањето на типична арома се заснова на нивната протеолитичка и липолитичка активност. Во присуство на кислород, мувлите и квасеците не само што формираат ароматични компоненти, туку ја оксидираат и млечната киселина, а pH-вредноста се искачува над 7,0. Таквите производи имаат поинаков, зачинет вкус. Мувлата на површината на производот, исто така, влијае на вкусот со спречување на пристапот до кислород и овозможува микроклима која ќе придонесе за правилно сушење на производот.

2.5.2. Стартер култури како инхибитори на микробиолошките опасности при производство на преработки од месо

Денес, современите барања за високо ниво на безбедна и квалитетна храна наметнуваат целосна контрола на производствениот процес. За таа цел, научниот фокус на истражување е насочен кон потенцијалната употреба на различни соеви на млечнокиселински бактерии во производството на традиционалните ферментирани колбаси. Досегашните истражувања даваат добри резултати во спречувањето на полиферацијата на потенцијалните патогени и подобрување на сензорните карактеристики (Maksimović и сор., 2015).

Месото и производите од месо не смеат да содржат микроорганизми, нивни токсини и метаболити во количество кое претставува неприфатлив ризик по човековото здравје. Нашата регулатива, како и регулативата на Европската Унија, не дозволува да се пуштат во промет небезбедни производи.

Денес, на почетокот на XXI век, алиментарните болести, предизвикани од труење на луѓето, претставуваат глобален проблем на јавното здравје во индустриските земји. Една десетина од популацијата, на годишно ниво, страда од нив (Kaferstein и Abdusslam, 1999; Schlundt и сор., 2004).

Расипувањето на производите од месо го предизвикуваат микроорганизми претставници на фамилиите: *Pseudomanadaceae* и *Enterobacteriaceae*. Од патогените микроорганизми значајни се: *Salmonella spp*., *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli O157:H7* и *Staphylococcus aureus,* како токсични микроорганизми. Затоа е потребно, во текот на зреењето на ферментираните колбаси, да се стимулира растот на технолошки

значајните микроорганизми и со тоа да се ограничи растот на непосакуваните микроорганизми (Drosinos и сор., 2005).

Marriott и Gravani (2006), наведуваат дека интоксикацијата настанува како последица на порастот на микроорганизмите и производството на токсини во храната. Инфекцијата може да настане како последица на внесувањето на микроорганизмите преку храната во човековиот организам кои предизвикуваат болести. Инфективните микроорганизми може да бидат причина за болести кои се предизвикани од ентеротоксини во гастроинтестиналниот тракт. Микроорганизмите: *Salmonella spp., Escherichia coli O157:H7, Listeria monocytogenes, Campylobacter jejuni/coli, Yersinia enterocolitica, Aeromonas hipopila* и *Vibro parahaemolyticus,* односно *Vibrio vulnificus* и др., предизвикуваат здравствено нарушување со населување и размножување во организмот на човекот. Бидејќи причината за овие болести се клетките од микроорганизмите, тие се нарекуваат алиментарни инфекции. Од друга страна, микроорганизмите: *Staphylococcus aureus, Clostridium perfrigens, Clostridium botulinum, Bacilus cereus, Sterptococci* и некои видови мувли како: *Aspergillus, Fusarium, Penicillim* и др., произведуваат токсини во прехранбените производи. Со консумирањето на таквите производи настануваат болести независно од присуството на клетките кои ги произвеле. Заради тоа, тие се именуваат како алиментарни интоксикации. Данев (1999).

Sánchez - Ortega и сор. (2014) наведуваат дека главната причина за труење на населението, преку храната, во Европа е бактеријата *Salmonella* во месото и производите од месо. Olson и сор. (2014) посочуваат дека тефмофилниот *Campylobacter spp.* се смета за еден од водечките причинители на бактериолошкиот гастроентеритис кај човекот во развиените земји.

Во текот на зреењето на ферментираните колбаси доаѓа до брзо опаѓање на pH-вредноста. Vuković (2006) истакнува дека причина за тоа е ферментацијата на додадените шеќери и јаглехидратите, кои се присутни во месото, под дејство на млечнокиселинските бактерии при што се создаваат органски киселини, пред сè, млечна киселина. Млечнокиселинските бактерии придонесуваат да се намали pH-вредноста, со што готовиот производ е безбеден за консумација (Demeyer, 2000). Антимикробните својства на млечната киселина се заради создавањето на неповолни услови за раст и размножување на непосакуваната микрофлора (Bassi и сор., 2015).

Како позначајни метаболити, кои настануваат поради дејствувањето на млечнокиселинските бактерии при производството на ферментирани колбаси, Martinović и Vesković Moračanin (2006), ги наведуваат: органските киселини (млечна, мравска, оцетна и др.), водородниот периоксид, диацетилите, јаглеродниот диоксид, бактериоцините итн. Тие истакнуваат дека некои од овие метаболити, иако имаат неповолен ефект во процесот на зреењето, што влијае врз квалитетот на производот, сепак, имаат големо значење како инхибитори на развојот на непосакуваната микрофлора. Поголем дел од метаболитите дејствуваат ефикасно врз микроорганизмите: *Pseudomonas spp., Clostridium tyrobutyricum* и *Brochothrix thermosphacta*, кои предизвикуваат расипување на готовиот производ, а, истовремено, го контролираат растот на ентеробактериите *Escherichia coli, Yersinia enterocolitica, Listeria monocytogenes, Clostridium perfringens* (Baka и сор., 2011; Casquete и сор., 2012; Cenci-Goga и сор., 2012; Pragalaki и сор., 2013; Gänzle, 2015; Di Gioia и сор., 2016; Laranjo и сор., 2017; Larajano и сор., 2019).

Млечнокиселинските бактерии, во текот на ферментацијата, произведуваат значајно количество органски киселини. Тие дејствуваат инхибиторно на растот и размножувањето на микроорганизмите (Brkić и сор., 1995). Baird-Parker (1980) посочува дека млечната и оцетната киселина се липофилни киселини. Тие, во недисоцирана

форма, имаат способност да продрат во микробната клетка, намалувајќи ја интерцелуларната pH-вредност.

Cleveland и сор. (2001) наведуваат дека поголем број од млечнокиселинските бактерии произведуваат бактериоцини, односно протеини или пептиди кои имаат антимикробно дејство врз други микроорганизми. Бактериоцините се екстрацелуларни супстанции од протеинска природа кои дејствуваат на соеви од исти или сродни видови (Konisky, 1982). Nes и Holo (2000) истакнуваат дека поголем дел од бактериоцините, кои потекнуваат од млечнокиселинските бактерии, се катјонски, хидрофобни и амфифилни молекули, кои содржат од дваесет до шеесет аминокиселини.

Cocolin и сор. (2005) укажуваат дека бактериоцините, кои се произведени од млечнокиселинските бактерии, особено во експоненцијалната фаза, може да бидат дополнителен фактор за инхибиција на *Listeria monocytogenes*. Leistner (1995) посочува дека некои видови *Lactobacillus sakei* најдобро го инхибираат растот на *Listeria monocytogenes.* Бактериоцините, кои ги синтетизираат грам-позитивните бактерии, дејствуваат на еден поширок или потесен спектар на грам-позитивни бактерии. Нивното дејствување може да биде бактерицидно со или без лизирање на клетката или, пак, бактериостатско (Silva и сор., 2018).

Дејството на бактериоцините е многу проучувано кај грам-позитивните бактерии: листерија, стафилококи, клостриди и некои видови бацилуси. Грам-негативните бактерии се помалку осетливи на бактериоцините. Бактериоцините имаат многу помал ефект на дејствување во самите колбаси, наспроти во ин витро системите. Причината за тоа е реагирањето на бактериоцините со молекулите на компонентите на храната, пред сè на мастите. Со тоа се дестабилизира дејствувањето на протеазата и другите ензими. Друга причина за нивното послабо дејствување е токму нерамномерната распореденост на бактериоцините во самиот колбас (Ammor и Mayo, 2007).

Водородниот пероксид, што го создаваат млечнокиселинските бактерии, има инхибиторно дејство на *Pseudomonas sp.* и *Staphylococcus aureus.* Тој има многу силно оксидационо дејство врз клетките и клеточните протеини. Истиот се врзува за клеточната мембрана на органелите и врши нејзина деструкција. При тоа се предизвикува оксидација на SH – групата во ензимите кои учествуваат во метаболизмот, како што се: хексоназата, алдолазата и глицералдехид-3-фосфат дехидрогеназа (Bjorck, 1986).

Сите родови на млечнокиселинските бактерии, во текот на ферментацијата, го произведуваат метаболитот диацетил, кој има инхибиторно дејство за голем број грам-негативни бактерии (Jay и сор., 1983).

Holck и сор. (2011) укажуваат дека синергистичкото дејство на различните антимикробни фактори („hurdle concept“) создава неповолни услови за опстанокот на микроорганизмите кои предизвикуваат расипување, како и за патогените и токсикогените микроорганизми. На тој начин се обезбедува стабилност и безбедност на производот.

За време на зреењето на традиционалните ферментирани колбаси големо е значењето на микробната сукцесија. Тоа е комплексен процес што е условен од комплексна интеракција помеѓу биотичките (составот на микрофлората и микробниот однос) и абиотичките фактори (физичко-хемиски својства на полнежот) кои значително влијаат на динамичките промени кои се случуваат за време на процесот на зреење на производот (Zdolec и сор., 2013).

Апатогени *Staphylococcus* соеви (*Staphylococcus carnosus* и *Staphylococcus xylosus*) и микрококи (*Micrococcus aurantiacus M 53* и *Micrococcus varians*), кои се користат во стартер културите, имаат способност да ги редуцираат нитратите до нитрити (Heinz и Hautzinger, 2007). За активноста на нитрат-редуктивните ензими, pH-вредноста на

полнежот треба да е од 6,0 до 5,4. Кога pH-вредноста е пониска од 5,4 се спречува нивната активност (Arnau и сор., 2007).

Покрај бактериите, во ферментацијата учествуваат и квасците од родовите: *Debaryomyces* и *Streptomyces*. Тие произведуваат ензими кои ги ферментираат шеќерите во млечна киселина (Vuković, 2012). Мувлите се употребуваат при зреењето на саламите и нивната улога е повеќенаменска. Тие влијаат на: аромата, спречувањето на оксидацијата, како и на постепеното намалување на влагата и го спречуваат развојот на микотоксичните мувли (Vuković, 2012).

3. ОБРАЗЛОЖЕНИЕ НА РАБОТНИТЕ ХИПОТЕЗИ И ТЕЗИ

Тргнувајќи од дефинираниот предмет и цел на докторската дисертација, произлегува и конкретната хипотетичка рамка на ова истражување.

Работна хипотеза во ова истражување е дека блитвата во прав (природен извор на нитрат) и стартер културата BactoFlavor Rosa (*Staphylococcus vitulinus* и *Staphylococcus xylosus*) ќе бидат соодветна замена за нитритната сол, при производството на сува свинска печеница изработена во индустриски услови.

Помошните хипотези во ова истражување се дека:

- Кај IV и V група сува свинска печеница, произведени со блитва во прав (природен извор на нитрат) и стартер култура BactoFlavor Rosa (*Staphylococcus vitulinus* и *Staphylococcus xylosus*), ќе има позитивен ефект врз: развојот и стабилноста на бојата, спречувањето на секундарната оксидација на мастите, развојот на арома и спречувањето на развојот на микроорганизмите *Salmonella spp., Listeria monocytogenes; Campylobacter spp. и Yersinia entercolitica.*
- Употребата на стартер културата BactoFlavor Rosa (*Staphylococcus vitulinus* и *Staphylococcus xylosus*), кај III група сува свинска печеница, ќе придонесе за подобрување на развојот и стабилноста на бојата и на нејзиниот севкупен квалитет во споредба со II група (произведена само со нитритна сол).

4. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОДИ

4.1. МАТЕРИЈАЛ

Во испитувањето е користена сува печеница, произведена во индустриски услови. Како алтернатива на нитритната сол, при производство на сувата свинска печеница, користена е блитва во прав во комбинација со стартер културата BactoFlavor Rosa.

Во опитот се користеше комерцијална блитва во прав, произведена од два различни производители.

Едната блитва во прав е набавена од компанијата Пи Ај-1ЕООД, Пловдив, Р Бугарија. Според производната спецификација, 1 kg блитва во прав се добива од околу 11,5 kg свежа блитва (делови што се консумираат) или 1 kg прав може да се добие од 6,7 L сок со единечна концентрација од 4,5 °b. Сообносот може да биде променлив, во зависност од суровината која се употребува. Честичките на правта се со големина од 1 mm, со жолтозелена боја. Правот се раствара во вода, вкусот е мек, со лесна зеленикава нота. Рокот на употреба е 36 месеци (3 години). Се складира на собна температура, пониска од 20 ^{0}C. Безбедноста на производот е во согласност со Европската легислатива.

Додека другата блитва во прав е набавена од компанијата Вескат ДОО, Скопје, РС Македонија. Производител е француската компанија Naturex. Во согласност со производната спецификација, блитвата е добиена со помош на вакуумско сушење при што, 1 kg блитва во прав се добива од 10,8 kg сок со јачина од 8 °b. Сокот е приготвен од 35 kg свежа блитва во прав. Честичките на правта се со големина од 0,5 mm. Бојата на правта е кафеаво-зеленикава, вкусот карактеристичен за производот, лесно се растворува во вода. Рокот на употреба е 36 месеци (3 години), доколку се чува во темна просторија, на температура од 4 до 18 ^{0}C и релативна влажност на воздухот до 60 %.

Стартер културата BactoFlavor Rosa е производ на данската компанија Chr. Hansen A/S што е набавена во РС Македонија од нивниот логистички партнер, односно од компанијата ВитаСтарт ДОО. BactoFlavor Rosa, како стартер култура, претставува комбинација на бактериите: *Staphylococcus vitulinus* и *Staphylococcus xylosus* во лиофилизирана концентрирана форма. Производителот ја препорачува оваа стартер култура при производството на трајни и полутрајни сувомесни производи и ферментирани колбаси. Културата е висока толерантна на сол, активна е на ниски температури и при тоа придонесува за брз и стабилен развој на бојата и формирање на пријатен вкус.

Staphylococcus vitulinus е грам-позитивен, коагулаза-негативен вид од родот *Staphyloccus* и фамилијата *Staphylococcaceae*. За првпат оваа бактерија била изолирана кај говедското, пилешкото, јагнешкото и други видови меса. Бактеријата е факултативно анаеробна.

Staphylococcus xylosus е грам-позитивен, коагулаза-негативен вид од родот Staphyloccus и фамилијата Staphylococcaceae. Многу често е изолирана во преработките од месо, пред сè, од трајните сувомесни производи и ферментирани колбаси.

Staphylococcus vitulinus и Staphylococcus xylosus имаат силна активност на нитрат редуктазата и придонесуваат за редукција на нитратите во нитрити. Исто така, тие учествуваат и во други посакувани реакции, како што е липолизата и протеолизата. Како што наведуваат Bover-Cid и сор. 1999, тие се одговорни за формирањето на карактеристичниот вкус на ферментираните производи.

Опитот се изведе во индустријата за месо „Римес МС Гроуп“ ДОО. Како основа е земен нивниот вообичаен технолошки начин на производство на сува свинска печеница. Се испитуваше можноста на замена на нитритите со употреба на блитва во прав, како

природен извор на нитрат, и стартер културата BactoFlavor Rosa (*Staphylococcus vitulinus* и *Staphylococcus xylosus*). Во три повторувања се произведени пет групи сува печеница:

- **I група:** Негативна контрола, со користење готварска сол и декстроза;
- **II група:** Позитивна контрола, со користење нитритна сол и декстроза;
- **III група:** Со користење нитритна сол, декстроза и стартер култура BactoFlavor Rosa (*Staphylococcus vitulinus* и *Staphylococcus xylosus*);
- **IV група:** Со користење готварска сол, блитва во прав (прв производител), декстроза и BactoFlavor Rosa (*Staphylococcus vitulinus* и *Staphylococcus xylosus*) и
- **V група:** Со користење готварска сол, блитва во прав (втор производител), декстроза и BactoFlavor Rosa (*Staphylococcus vitulinus* и *Staphylococcus xylosus*).

Во табела 4 е прикажан планот по кој се одвиваше истражувањето, фреквенцијата и видот на анализите, како и бројот на парчиња кои се употребени во истражувањето.

Во опитот вкупно се употребени 360 парчиња свински грб (за секое повторување се употребени вкупно 120 парчиња. Анализата се изведуваше со одредена фреквенција и тоа: нултиот ден (12 часа по солење), седмиот ден (солење), четиринаесеттиот ден (солење), дваесет и првиот ден (солење), нултиот ден (по димење, започнување на процесот на зреење), седмиот ден (зреење), четиринаесеттиот ден (зреење), осумнаесеттиот ден (зреење, крај на производство), средина на рок на употреба (90 дена од производството) и крај на рок на употреба (180 дена од производството). Од секоја група за соодветната фреквенција се земаше по едно парче свински грб на кое се правеа сите анализи. За микробиолошка анализа се земаат пет парчиња сува печеница, согласно Правилникот за посебните барања кои се однесуваат на микробиолошките критериуми за храна („Сл. весник на РМ“, бр. 100/13). Една мостра за микробиолошка анализа ја сочинуваат пет единици. За секоја група имаше четири резервни парчиња.

Пред започнување на истражувањето се изврши мерење на pH-вредноста на свеж и замрзнат свински грб од домашно и увозно производство, кај поголем број производни капацитети за производство, преработка и дистрибуција на месо. При тоа се констатира дека pH-вредноста кај 60 % од измерените примероци се движи од 5,0 до 5,5. Тоа ни говори дека индустријата за месо во РС Македонија се соочува со една од многу честите непожелни промени на месото-бледо, меко и воденесто месо, што лошо влијае на квалитетот на производите. Како што наведува Џинлески, 1990, тоа е сериозен технолошко-комерцијален проблем.

Изборот на квалитетна суровина, заедно со останатите технолошки постапки, има големо влијание врз квалитетот на готовиот производ. За стандарден квалитет кај готовиот производ, неопходно е обезбедување суровина која ќе има изедначен квалитет. За изработка на трајни сувомесни производи не е препорачливо да се употребува замрзната суровина. Сепак, индустријата за месо во РС Македонија, во поголем процент, употребува замрзната суровина за нивна изработка.

Пред производството на сувата печеница се пристапи кон избор на суровината (свински грб). pH-вредноста е потребно да се движи од 5,7 до 6,2 со цел да се елиминираат негативните последици од употребата на бледо, меко и воденесто месо. Користен е замрзнат надворешен дел од свински грб (*m. longissimus dorsi*), од кој претходно се отстранети коските. Свинскиот грб е увезен од Шпанија, од компанијата Costa Food Meat, Sl.. Потеклото на суровината е од Шпанија, што значи дека свињите се родени, одгледани и заклани во Шпанија. Тие се заклани и расечени во одобрен со меѓународен контролен број на објект ES 10,07986/B CE. Температурата на складирање, наведена од страна на производителот, е на -18 ^{0}C. Сурпвоната која се употребува во истражувањето е складирања шест месеци на температура од -18 ^{0}C.

Табела 4. Приказ на планот користен во истражувањето по фреквенција и вид на анализата

ФРЕКВЕНЦИЈА И ВИД НА АНАЛИЗА	ГРУПИ				
	I	II	III	IV	V
0. ден (12 часа по солење): • **Физичко-хемиски анализи:** pH-вредност, aw-вредност, мерење на маса, мерење на должина, мерење на обем. • **Хемиски анализи:** содржина на вода, протеини, масти, пепел, хлориди, нитрити, нитрати, ТБК-број, хистамин. • **Инструментална анализа на бојата:** на површина и свеж попречен пресек. • **Инструментална анализа на текстурата:** цврстина (сила на пенетрација).					
Број на парчиња	5				
7. ден (солење): • **Физичко-хемиски анализи:** pH-вредност, aw-вредност. • **Хемиски анализи:** содржина на вода, протеини, масти, пепел, хлориди, нитрити, нитрати. • **Инструментална анализа на бојата:** на површина и свеж попречен пресек. • **Инструментална анализа на текстурата:** цврстина (сила на пенетрација).					
Број на парчиња	5				
14. ден (солење): • **Физичко-хемиски анализи:** pH-вредност, aw-вредност. • **Хемиски анализи:** содржина на вода, протеини, масти, пепел, хлориди, нитрити, нитрати. • **Инструментална анализа на бојата:** на површина и свеж попречен пресек. • **Инструментална анализа на текстурата:** цврстина (сила на пенетрација).					
Број на парчиња	5				
21. ден (солење): • **Физичко-хемиски анализи:** pH-вредност, aw-вредност, мерење на маса, мерење на должина, мерење на обем. • **Хемиски анализи:** содржина на вода, протеини, масти, пепел, хлориди, нитрити, нитрати. • **Инструментална анализа на бојата:** на површина и свеж попречен пресек. • **Инструментална анализа на текстурата:** цврстина (сила на пенетрација).					
Број на парчиња	5				

0. ден (по димење, започнување на процесот на зреење):

- **Физичко-хемиски анализи:** pH-вредност, aw-вредност, мерење на маса, мерење на должина, мерење на обем.
- **Хемиски анализи:** содржина на вода, протеини, масти, пепел, хлориди, нитрити, нитрати.
- **Инструментална анализа на бојата:** на површина и свеж попречен пресек.
- **Инструментална анализа на текстурата:** цврстина (сила на пенетрација).



Број на парчиња	**5**

7. ден (зреење):

- **Физичко-хемиски анализи:** pH-вредност, aw-вредност.
- **Хемиски анализи:** содржина на вода, протеини, масти, пепел, хлориди, нитрити, нитрати.
- **Инструментална анализа на бојата:** на површина и свеж попречен пресек.
- **Инструментална анализа на текстурата:** цврстина (сила на пенетрација).



Број на парчиња	**5**

14. ден (зреење):

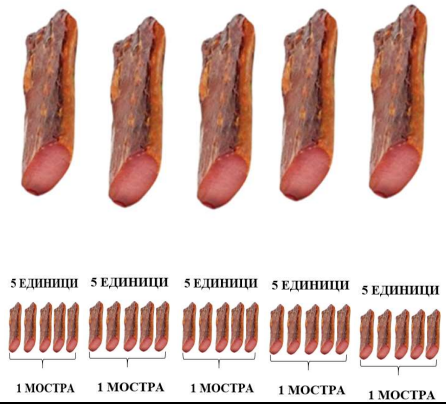
- **Физичко-хемиски анализи:** pH-вредност, aw-вредност.
- **Хемиски анализи:** содржина на вода, протеини, масти, пепел, хлориди, нитрити, нитрати.
- **Инструментална анализа на бојата:** на површина и свеж попречен пресек.
- **Инструментална анализа на текстурата:** цврстина (сила на пенетрација).



Број на парчиња	**5**

18. ден (зреење, крај на производство):

- **Физичко-хемиски анализи:** pH-вредност, aw-вредност, мерење на маса, мерење на должина, мерење на обем.
- **Хемиски анализи:** содржина на вода, протеини, масти, пепел, хлориди, нитрити, нитрати.
- **Инструментална анализа на бојата:** на површина и свеж попречен пресек.
- **Инструментална анализа на текстурата:** цврстина (сила на пенетрација) и анализа на профил на текстура.
- **Сензорна анализа**
- **Микробиолошка анализа:** *Salmonella spp.*, *Listeria monocytogenes, Campylobacter spp., Yersinia enterocolitica.*



Број на парчиња	**30**

Средина на рок на употреба (90 дена од производството): • **Физичко-хемиски анализи:** pH-вредност, aw-вредност. • **Хемиски анализи:** содржина на вода, протеини, масти, пепел, хлориди, нитрити, нитрати. • **Инструментална анализа на бојата:** на површина и свеж попречен пресек. • **Инструментална анализа на текстурата:** цврстина (сила на пенетрација) и анализа на профил на текстура. • **Сензорна анализа**	
Број на парчиња	**5**
Крај на рок на употреба (180 дена од производството): • **Физичко-хемиски анализи:** pH-вредност, aw-вредност. • **Хемиски анализи:** содржина на вода, протеини, масти, пепел, хлориди, нитрити, нитрати, ТБК-број, хистамин. • **Инструментална анализа на бојата:** на површина и свеж попречен пресек. • **Инструментална анализа на текстурата:** цврстина (сила на пенетрација) и анализа на профил на текстура. • **Сензорна анализа** • **Микробиолошка анализа:** *Salmonella spp.*, *Listeria monocytogenes, Campylobacter spp., Yersinia enterocolitica.*	
Број на парчиња	**30**
Резервни парчиња	**20**
ВКУПЕН БРОЈ ПАРЧИЊА ЗА ЕДНО ПОВТОРУВАЊЕ	**120**
ВКУПЕН БРОЈ ПАРЧИЊА ЗА ТРИТЕ ПОВТОРУВАЊА	**360**

Суровината е одмрзната со сува дефростација. По одмрзнувањето е измерена неговата pH-вредност, поодделно. Парчињата убаво се исчистени од масно ткиво и фасции. Потоа се пристапи кон обликување на парчињата, со цел готовиот производ да има карактеристичен облик со убаво обрежани рабови и засеци и се отстранети прокрварените места од месото. По обликување на парчињата се пристапи кон тендеризација. Тендеризацијата, односно механичкото активирање на протеините, има за цел да се постигне механичко оштетување на површината на месото, со што се зголемува неговата површина. Според Scheid (1986), за време на тендеризацијата, доаѓа до разрушување на структурата на мускулното влакно, при што, со отворената структура на месото, се создаваат услови за екстракција на мускулниот миофибриларен протеин и се создава брза и хомогена апсорпција на саламурата во актинско-миозинската структура, со што се скратува времето на саламурење (Scheid, 1986, Xargayó, 2007).

Следна технолошка операција е сувото саламурење. Во табела 5 е прикажан суровинскиот состав на поодделните групи сува свинска печеница.

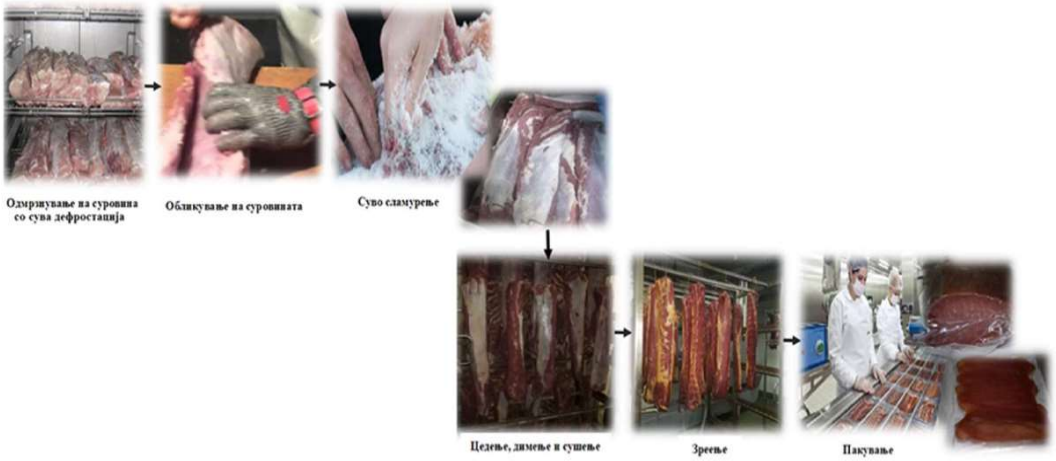
Нитритната сол е набавена од производителот Алкалоид, АД Скопје.

Готварската ситна сол е произведена од компанијата Solana, d.d. Тузла, Босна и Херцеговина.

Декстрозата е произведена од производителот ADM Amylum, Bulgaria, Разград, Бугарија.

Табела 5. Суровински состав на поодделни групи сува свинска печеница

Компоненти	Групи сува свинска печеница				
	I	II	III	IV	V
	%	%	%	%	%
Одмрзнат свински грб	95,5	95,5	95,48	95,23	95,23
Нитритна сол		4	4		
Готварска сол	4			4	4
Декстроза	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Стартер култура BactoFerm Rosa			0,025	0,025	0,025
Блитва во прав				0,25	0,25
Вкупно	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**



Слика 13. Приказ на технолошките операции при производство на сува свинска печеница

Претходно измерената смеса за суво саламурење, рамномерно е нанесена и натриена по површината на парчињата свински грб. Така насолените парчиња, во колички, се оставени да отстојат 21 ден во темна просторија, со постојан режим на мирно ладење, на температура 0 - 4 ^{0}C и релативна влажност на воздухот од 85 до 90 %. На секои три дена, парчињата се прередуваат, односно превртуваат, и при тоа се редат во друга количка, така што горните парчиња да дојдат на дното, за подобра дифузија на солта. Формирањето на бојата се следеше, на попречен пресек при секое прередување на парчињата. На дваесет и првиот ден бојата на пресек беше оформена и рамномерно распределена. Парчињата од свинскиот грб се закачени на стапови и наредени на колички. Количките се однесени во клима-комора на цедење 24 часа, на температура од 24 ^{0}C и релативна влажност на воздухот 85 %. По завршување на цедењето, 4 часа, температурата во комората е 22 ^{0}C, а релативната влажност 82 %. Потоа следеше ладно димење - 40 минути. Во остатокот од 19 часа и 20 минути се димеше уште двапати во времетраење од по 40 минути, температурата во комората е 22 ^{0}C, а релативната влажност 82 %. Потоа, количките се префрлени во клима-комора, каде настапува зреење (ферментацијата), кое траеше осумнаесет дена. Температурата на почетокот е 22 ^{0}C, а релативната влажност 82 %. Потоа температурата постепено се намалува до 12 ^{0}C, а релативната влажност до 72 %. Сувите печеници се вакуумирани во полиетиленски ќесички и складирани на температура од 4 ^{0}C, во времетраење од шест месеци.

4.2. МЕТОДИ

На слика 14 е претставен шематскиот приказ на земање мостри за соодветната анализа кај свинскиот грб во текот на производството. Шематскиот приказ на земање мостри кај сувата свинска печеница, по зреењето (крајот на производството), средината и крајот на рокот на употреба, е прикажан на слика 15.



Слика 14. Шематски приказ на земање мостри за соодветна анализа кај свинскиот грб во текот на производството



Слика 15. Шематски приказ на земање мостри за соодветна анализа кај сува свинска печеница по зреење (крај на производство), средина и крај на рок на употреба

Хемиските анализи беа изврешни во лабораториите: Тимко Лаб во Скопје и Институт за хигиена и технологија на месо во Белград. Инстументалните мерења на бојата и текстурата беа извршени во лабораторијата за прехранбена технологија и биотехнологија на Технолошко-металуршкиот факултет во Скопје. Микробиолошките анализи беа извршени во лабораторијата Тимко-Лаб во Скопје.

4.2.1. Физичко-хемиски анализи

4.2.1.1. Одредување на температурата

Температурата кај суровината е одредена со употреба на преносен дигитален термометар (Testo 926). Температурата е мерена на двата краја и средишниот дел на парчето свински грб. Измерената вредност се изразува во Целзиусови степени (^{0}C).

4.2.1.2. Мерење на pH-вредноста

pH-вредноста е одредена со преносен pH-метар (Ebro PHT 810 pH) со убодна, стаклена гел електрода за директно утврдување на pH-вредноста во центарот на мускулот. Пред почетокот на мерењето, pH-метарот е стандардизиран во пуфери со pH = 4,00 и pH = 7,01. Потоа во pH-метарот се внесува претходно измерената температура на свинскиот грб, односно сувата печеница. На секое парче свински грб и сува свинска печеница мерена pH-вредноста е на три места и тоа на двата краја и на средишниот дел. По секое мерење електродата е измиена со дестилирана вода и исушена со хартија.

4.2.1.3. Одредување активност на водата (aw-вредност)

Одредувањето на aw-вредноста на свинскиот грб, односно сувата печеница е во согласност со референтниот метод ISO 21807:2004. Постапката за одредување на aw-вредноста најнапред опфаќа полнење на мерната чаша до две третини од висината, со грубо иситнет примерок, и поставување на чашката во мерниот дел на апаратот aw-Wert Messer, GBH Scienific Instruments, Fa-St/1. Самиот процес на мерење се одвива при константна температура од 20 ^{0}C.

4.2.1.4. Пресметување загуба во масата при одмрзнување

Загубата во маса при одмрзнувањето на суровината е пресметана гравиметриски. Таа претставува разлика во масата на свинскиот грб пред и по одмрзнувањето, која е изразена во проценти во однос на масата на грбот пред одмрзнување.

4.2.1.5. Пресметување загуба во масата при отстранување масно ткиво, фасции и обликување

Загубата во маса при отстранувањето на масното ткиво, фасциите и обликувањето на свинскиот грб е пресметана гравиметриски. Таа претставува разлика во масата на свинскиот грб пред и по отстранувањето масно ткиво, фасциите и обликувањето која е изразена во проценти во однос на масата на грбот пред отстранувањето на масното ткиво, фасциите и обликувањето.

4.2.1.6. Пресметување загуба во масата во текот на производниот процес

Загубата во маса, во текот на производниот процес, е пресметана гравиметриски. Пресметани се загубите во маса при солење, димење, зреење како и вкупната загуба во масата.

Загубата во маса при солење претставува разлика во масата на свинскиот грб пред и по солењето, која е изразена во проценти во однос на масата на грбот пред солењето.

Загубата во маса при димење претставува разлика во масата на свинскиот грб пред и по димењето, која е изразена во проценти во однос на масата пред димење на свинскиот грб.

Загубата во маса при зреење е разлика во масата на свинскиот грб по димењето, односно пред зреењето и неговата маса по зреењето, која е изразена во проценти во однос на масата на грбот по димењето, односно пред зреењето.

Вкупната загуба во маса е разлика во масата на свинскиот грб пред солење и неговата маса по зреење, која е изразена во проценти во однос на масата на грбот пред солење.

4.2.1.7. Пресметување загуба во обем во текот на производниот процес

Загубата во обем на сувата свинска печеница, во текот на производството претставува разлика во обемот на свинскиот грб пред солење и неговиот обем по зреењето, која се изразува во проценти во однос на неговиот обем пред солење.

Обемот на свинскиот грб се мери во средишниот дел на парчето свински грб.

4.2.1.8. Пресметување загуба во должина во текот на производниот процес

Загубата во должина, на сувата свинска печеница во текот на производство, претставува разлика во должината на свинскиот грб пред солење и неговата должина по зреење, која е изразена во проценти во однос на неговата должина пред солење.

Должината на свинскиот грб се мери од едниот до другиот крај на парчето свински грб.

4.2.2. Хемиски анализи

За сите хемиски анализи се користени по две паралелни проби (два аликвота од секоја проба). Проби, од по 600 g, се земаат од двата краја и од средишниот дел (слика 14 и 15).

4.2.2.1. Одредување на вкупната содржина на пепел

Вкупната содржина на пепел е одредена според методот ISO 936:1998. Методот се заснова на сушење на примерокот, а потоа согорување на температура 550 ± 25 ºC до константна маса. После ладење се мери масата на остатокот. Содржината на пепел во примероците е изразена во g /100 g, односно во проценти (%).

4.2.2.2. Одредување на вкупната содржина на хлориди

Вкупната содржина на хлориди е одредена според Дел 1: методот на Volhard, идентичен со ISO 1841-1:1996. Методот се темели на екстракција на примерокот со топла вода и преципитација (таложење) на протеините. После филтрација и закиселување на екстрактот се додава раствор на сребро нитрат во вишок, а вишокот се титрира со калиум тиоцијанат. Содржината на хлоридите во примероците е изразена како процент од маса на натриум хлорид во g /100 g, односно во проценти (%).

4.2.2.3. Одредување на вкупната содржина на масти, вода и протеини

Вкупната содржина на масти, вода и протеини е одредена според методот AOAC 2007.04. Методот се состои од одредување протеини, вода и масти со блиска инфрацрвена спектроскопија на FoodScan^{tm}Lab анализатор. Со вклучување на анализаторот се стартува софтверот ISItouch.

Најнапред се оформува таблета на носач со стаклено дно од блендиран примерок. Потоа следи инструментално отчитување на спектрите со блиска инфрацрвена (NIR - Near Infra Red) апсорпциона спектроскопија врз база на вибрации од молекулските врски (амидна за протеини, C - C за масти итн.). Спектроскопија се врши со инфрацрвениот регион на електромагнетниот спектар. Тоа е светлина со подолга бранова должина и пониска фреквенција од видливата светлина. Таа го опфаќа регионот од 700 до 2500 nm бранова должина. Содржината на вода, масти и протеини во примерокот се изразени во проценти (%).

4.2.2.4. Одредување на вкупната содржина на нитрити

Вкупната содржина на нитрати е одредена согласно со референтниот метод ISO 2918:1975. Методот се заснова на екстракција на примерокот со врела вода, денатурација на протеините и филтрирање. Во присуство на нитрити во филтратот се развива црвено пурпурна боја со додавање на сулфаниламид и *N*-1-нафтилетилендиамин дихидрохлорид. Интензитетот на бојата се мери на спектрофотометар на бранова должина λ=538 nm. Отчитувањето на концентрацијата на нитритите е од калибрационата крива. Содржината на нитритите се изразува во mg/kg.

4.2.2.5. Одредување на вкупната содржина на нитрати

Вкупната содржина на нитрати е одредена според методот Beutler и сор., (1986). Методот е заснован на редукција на нитратите, со помош на редуциран никотинамид аденин динуклеотид фосфат (NADPH), до нитрити во присуство на ензимот нитрат редуктаза.

$$NO_3^- + NADPH + H^+ \xrightarrow{\text{нитрат редуктаза}} NO_2^- + NADP^+ + H_2O$$

Количеството на никотинамид аденин динуклеотид фосфат, оксидиран за време на реакцијата, е пропорционално на количеството на конвертираниот нитрат. Со помош на стехиометриска пресметка се определува количеството на нитрати. Намалувањето на никотинамид аденин динуклеотид фосфат се мери со помош на неговата светлина, односно апсорпцијата на бранова должина λ = 340 nm. Содржината на нитратите се изразува во mg/kg.

4.2.2.6. Одредување на степенот на оксидација на липидите - ТБК тест

Одредувањето на степенот на оксидација на липидите - ТБК тест е извршено со методот на Tarladgis и сор. (1960), модифицирана по Shahidi и сор. (1987). Методот се темели на реакција на алдехидите (секундарни продукти при оксидација на мастите) со тиобарбитурна киселина, при тоа се добива комплексно соединение со розеникаво обојување. Апсорбансата на создаденото розеникаво обојување се отчитува спектрофотометриски на бранова должина λ = 532 nm. Отчитаната вредност се множи со фактор 8,1 со цел да се претвори во ТБК-број, дефиниран како концентрација на малондиалдехид во mg/kg (mg MAL/kg).

4.2.2.7. Одредување на вкупната содржина на хистамин

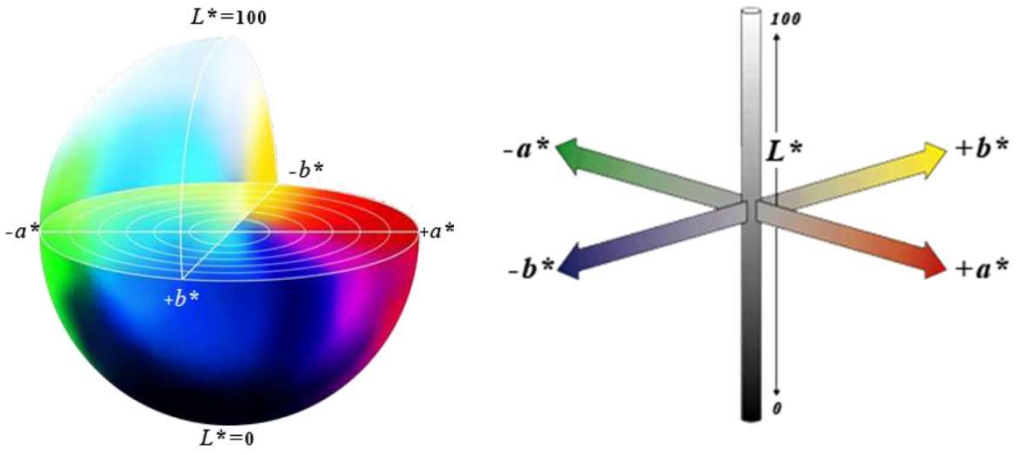
Екстакцијата и квантификацијата на хистаминот е извршена според методот на Sagratini и сор. (2012). За хроматографското издвојување на хистаминот, користен е течен хроматограф со висок перформанс со масна детекција (HPLC-MS/MS), произведен од Shimadzu (Кјото, Јапонија).

Мобилна фаза (А) се состои од 10 mM амониум ацетат во вода, додека мобилната фаза (В) 0,1 % мравска киселина во ацетонитрил. Реагенсите кои се користени се со HPLC чистота. Користени се колонии Purospher STAR RP-18 (Merck KGaA, Дармштад, Германија) со димензии 100 x 2,1 mm, големина на честичките од 2 μm. Протокот на мобилната био фаза е од 0,4 mL/min. На почетокот, градиентната програма изнесуваше 20% мобилна фаза В, во текот на следните 4 минути постепено се зголемуваше на 80% мобилна фаза В. Потоа следеше намалување на уделот на мобилната фаза В на 20% до 5,5 минути. Инјектираниот волумен е поставен на 5 μL. Лимитната детекција (LD) и квантификацијата (LK) за хистаминот е 0,15-0,45 mg/kg. Содржината на детектираниот хистамин се изразува во mg/kg.

4.2.3. Инструментална анализа на боја

За инструментална анализа на бојата употребен е хромометарот Dr Lange, spectro color. Со хромометарот се мери бојата на примероците во основниот систем X, Y, Z со координати Y, x, y или, пак, во изведениот систем на бои, меѓу кои е најзначаен системот L^*, a^* и b^* (CIE, 1976), кој ги има следните вредности:

- L - вредноста ја опишува светлината на пробата
  - + L- посветла
  - - L- потемна
- Вредностите a и b ја опишуваат нијансата на бојата:
  - + a - повеќе црвена (помалку зелена)
  - - a - повеќе зелена (помалку црвена)
  - +b - повеќе жолта (помалку сина)
  - - b - повеќе сина (помалку жолта)



Слика 16. CIE L*a*b* систем (Konica Minolta, 2007)

Хромометарот Dr Lange, spectro color има пречник на отворот од 8 mm и на таа површина се мери бојата. Мерењето е направено со осветлување D-65 со стандарден агол на набљудување од 8^0. Пред почеток со мерењето апаратот се калибрира со бел стандард (X= 4,09; Y= 4,34; Z= 4,69) и црн стандард (X= 83,68; Y= 88,41; Z= 90,42).

Во истражувањето бојата е мерена на површината и на свеж напречен пресек во текот на производство, кај готовиот производ и во текот на складирањето (табела 4). Направени се по десет паралелни мерења. Анализата беше спроведена на собна температура од 20 ^{0}C со максимално температурно отстапување од ±2 ^{0}C.

Од добиените вредности L, a, b, со помош на математички формули, се пресметуваат следните карактеристики на бојата: вкупна промена на бојата (ΔE), разлика во светлоста (ΔL), аголот на нијанса на бојата (h), заситеност на бојата (C), разлика во заситеноста ΔC, релативен однос на црвена и жолта (R) и индекс на кафеава боја (BI).

Вкупната промена на бојата (ΔE) се пресметува во однос на стандардниот примерок. Се пресметува со следната равенка:

$$\Delta E = [(L-Lref)^2 + (a-aref)^2 + (b-bref)^2]^{1/2}$$

За референтна вредност на L,a,b се земаат примероците кои се солени со нитритна сол.

Разликата во светлоста (ΔL), помеѓу примероците, се пресметува со следната равенка:

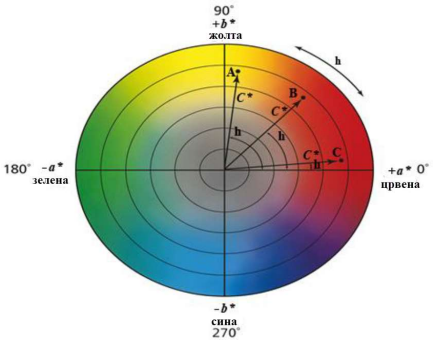
$$\Delta L = L - Lref$$

Во суштина, аголот на нијансата на бојата (h) ја одредува вредноста на аголот во рамнината a,b што се движи во обратна насока од стрелките на часовникот, каде се наоѓа точката на бојата. Овој параметар посочува во која насока се движи нијансата (прелевањето) на бојата (слика 17). Ergüneş и Tarhan (2006) наведуваат дека вредноста на црвената боја (+a) е 0^0, за жолта боја (+b) е 90^0, за зелена боја (-b) 180^0 и за сина боја (-b) 270^0. Аголот на нијансата на бојата (h) се пресметува по следната формула:

$$h = \tan^{-1}(b/a)$$

Заситеност на бојата (C) е мерка за степенот на чистотата на бојата. Во центарот на координативниот систем таа е 0 и се зголемува со растојанието на бојата од центарот до рабовите, како што е прикажано на слика 17. Заситеноста на бојата (C) се пресметува по следната формула:

$$C=\sqrt{a^2 + b^2}$$



Слика 17. Графички приказ за одредување на аголот на нијанса на бојата (h) и заситеност на бојата (C) (Konica Minolta, 2007)

Разликата во заситеноста ΔC се пресметува по следната формула:

$$\mathbf{\Delta C = C - Cref}$$

Во координатен систем, кога ќе се внесат пресметаните вредности ΔL на апцисата и ΔC на ординатата, може многу јасно да се опише отстапувањето на бојата на испитуваните примероци од стандардните примероци.

Релативниот однос на црвена и жолта боја се пресметува по следната формула:

$$R = \frac{\mathbf{a}}{\mathbf{b}}$$

Индексот на кафеава боја (BI) се пресметува по следната формула:

$$\mathbf{BI} = \frac{(\mathbf{100} * (\mathbf{x} - \mathbf{0{,}31}))}{\mathbf{0{,}17}}$$

$$\mathbf{x} = \frac{(\mathbf{a} + \mathbf{1{,}75} * \mathbf{L})}{(\mathbf{5{,}645} * \mathbf{L} + \mathbf{a} - \mathbf{3{,}012} * \mathbf{b})}$$

4.2.4. Инструментална анализа на текстура

За инструментална анализа на текстурата е употребен апаратот TA-TX plus Texture analyzer (Srable micro system Ltd., Surrey, UK). Анализата беше спроведена на собна температура од 20 ^{0}C со максимално температурно отстапување од ±2 ^{0}C.

Кај примероците се мереше цврстината (силата на пенетрација) и профилот на текстурата (TPA анализата). Цврстината (силата на пенетрација) се анализираше во текот на производството, кај готовиот производ, и во текот на складирањето (табела 4). Анализата на профилот на текстурата се вршеше кај готовиот производ, и во текот на складирањето (табела 4). За секој параметар се направени по десет паралелни мерења, од кои е земена средна вредност.

4.2.4.1. Анализа на цврстина (сила на пенетрација)

Цврстината (сила на пенетрација) се испита со цилиндрична сонда со дијаметар од 3 mm и должина 35 mm, која се монтира на држачот на самиот апарат. Примероците за тестирање се со димензии 30 mm x 90 mm x 65 mm (висина x должина x ширина). Сондата се движи со брзина 2 mm/s. Сондата, во тестираниот примерок, навлегува во длабочина од 10 mm, односно 33,33 % од неговата висина. Силата на пенетрација е изразена во N.

4.2.4.2. Анализа на профил на текстура

Анализата на профилот на текстурата (TPA - texture profile analysis), некои ја нарекуваат „Тест со два залака“, служи за испитување на параметрите на текстурата. При оваа анализа интерпретирани се седум параметри и тоа цврстината, еластичноста, атхезивноста, кохезивноста, гумеността, џвакањето и отпорноста од кои пет се директно измерени, а два се пресметани.

Примероците за тестирање се со димензии 1,5 mm x 65 mm x 45 mm (висина x должина x ширина). За анализа на профилот на текстурата се користи цилиндрична

алуминиумска сонда во форма на клип со дијаметар од 25 mm (P/25), која се монтира на држачот на самиот апарат.

Примерокот двапати се притиска до 50 % од неговата висина, со оптоварување од 50 kg.f (500N). Времето поминато помеѓу двете компресии е 3 секунди, со брзина од 1 mm/s. Компјутерската програма ја евидентира кривата на промената на силата потребна за компресија на подготвениот примерок.

Компонентите на анализата на профилот на текстурата се претставени на следниот начин:

- Цврстина претставува максимално регистрирана сила која е применета за време на првата компресија на тестираниот примерок. Се изразува во N;
- Еластичност е растојанието кое е добиено во временски интервал од крајот на првата и почетокот на втората компресија. Се изразува во mm;
- Адхезивност е потребната работа (со негативен предзнак) во текот на првата компресија која била неопходна за совладување на лепливите сили помеѓу сондата и примерокот. Се изразува во N.mm;
- Кохезивност е однос помеѓу извршената работа (со позитивен предзнак) во текот на втората компресија со работата извршена за време на првата компресија. Ова е бездимензионална величина со вредност од 0 до 1;
- Гуменост е потребната енергија за дезинтеграција (разградување) на примерокот, додека истиот не биде подготвен за проголтување. Гуменоста претставува производ на цврстината и кохезивноста. Се изразува во N;
- Џвакање (J) претставува енергија за џвакање на примерокот, додека истиот не биде подготвен за голтање. Џвакањето претставува производ на цврстината и кохезивноста и еластичноста. Се изразува во J;
- Отпорност претставува енергија што е потребна примерокот да се врати во првобитната положба. Овој параметар е сличен на еластичноста. Отпорноста се изразува во енергија (J), за разлика од еластичноста која се изразува во растојание (mm).

4.2.5. Микробиолошка анализа

Микробиолошките испитувања се извршени согласно Правилникот за посебните барања кои се однесуваат на микробиолошките критериуми за храна („Сл. весник на РМ“, бр. 100/13), Поглавје 1 (критериум за безбедност на храна), точка 1.9 (Производи од месо наменети за консумирање сурови, со исклучок на производи за кои производниот процес го елиминира развојот од *Salmonella*).

Една мостра за микробиолошка анализа ја сочинуваат пет единици. Микробиолошкото испитување се врши по завршување на производството (18 ден од зреењето) и на крајот на рокот на употреба (180 дена по производството) (табела 4).

4.2.5.1. Утврдување присуство на *Salmonella spp.*

Утврдувањето на присуството на *Salmonella spp.* е изведено во согласност со методот ISO 6579-1:2017, хоризонтален метод за откривање, броење и серотипизација на *Salmonella*-Дел 1: Хоризонтална метода за детекција на *Salmonella spp.*

Методот за детекцијата на видовите *Salmonella* во примерокот се одвива во четири фази, и тоа: збогатување во неселективен течен медиум (пуферирана пептонска вода), збогатување со два селективни течни медиуми (Rappaport-Vassiliadis медиум со соја (RVS бујон) и Muller-Kauffmann Tetrathionate Novobiocin (MKTTn)); засејување на агар

плочки и испитување на колонии што се типични за *Salmonella* (Ксилоза Лизин Деоксихолат агар (xylose lysine deoxycholate agar - XLD); Salmonella Brilliance (OSCM II), Oxoid или chromID™ Salmonella агар (SM2), Biomerieux Хромоген агар за детекција на *Salmonella*) и потврдување на колониите за *Salmonella* со помош на серолошки и биохемиски тестови.

4.2.5.2. Утврдување присуство на *Listeria monocytogenes*

Утврдувањето на присуството на *Listeria monocytogenes* е изведено во согласност со методот МКС ISO 11290-1:2018, хоризонтална метода за детекција и броење на *Listeria monocytogenes* и *Listeria spp.* – Дел 1: Метода на детекција.

Методот за утврдување присуство на *Listeria monocytogenes* се заснова на следните фази: примарно збогатување во течен збогатувач со редуцирана концентрација на селективни агенси (Half Fraser бујон); секундарно збогатување со втор збогатувачки течен медиум со цела концентрација на селективни агенси (Fraser бујон); засејување на плочки и идентификација и потврдување на *Listeria monocytogenes* и *Listeria spp.* со серија од морфолошки и биохемиски тестови.

4.2.5.3. Утврдување присуство на *Campylobacter spp.*

Утврдувањето на присуството на *Campylobacter spp.* е изведено во согласност со методот МКС ISO 10272-1:2018, Микробиологија на синџирот на храна - Хоризонтална метода за детекција и броење на *Campylobacter spp*.- Дел 1: Метода на детекција. Методот на утврдување на присуството на *Campylobacter spp*. се заснова на неколку фази: збогатување во течен медиум за збогатување (Bolton бујон); потоа следи изолација на селективни цврсти подлоги: модифициран јаглен - цефоперазон - деоксихолат (mCCD) агар и CampyFood ID агар, Biomerieux или Brilliance CampyCount агар, Oxoid и потврдување на *Campylobacter* со субкултивирање на неселективен Columbia крвен агар и испитување со соодветни микроскопски, биохемиски и тестови за раст. Опционално, *Campylobacter* може да се идентификува со биохемиски тестови и тестови за осетливост на антибиотици.

4.2.5.4. Утврдување присуство на *Yersinia enterocolitica*

Утврдувањето на присуството на *Yersinia enterocolitica* е изведено во согласност со методот МКС ISO 10273:2018, Микробиологија на синџирот на храна - Хоризонтална метода за детекција на патогена *Yersinia enterocolitica.* Методот за утврдување присуство на *Yersinia enterocolitica* се заснова на неколку сукцесивни фази: директно засејување од течен медиум за збогатување пептон, сорбитол и жолчни соли (PSB бујон), потоа следи збогатување во течен медиум и селективен течен медиум Irgasan^{tm}, тикарцилин и калиум хлорат бујон (ITC). Добиените култури се засејуваат на плочки за идентификација со агар. Од добиените колонии се прават биохемиски тестови и/или молекуларни, тестови за потврдување патогеност на *Yersinia enterocolitica.*

4.2.6. Сензорна анализа

Сензорното оценување е извршено од комисија составена од петнаесет дегустатори. За стручно оценување на сувата печеница е употребен тест на „бодување на својствата“, од групата на дескриптивни тестови со неструктурна бодовна скала (1-7) (SEG, 1989).

Надворешниот изглед и профилот на бојата е оценуван на цело парче сува печеница. Останатите сензорни карактеристики беа оценети на исечени парчиња сува печеница со дебелина од 1,5 mm.

Сензорното оценување е извршено под организирано водство. На самиот почеток е извршено усогласување помеѓу оценувачите со цел да се отстранат поголемите отстапувања при оценувањето. Пробите се шифрирани поради поголема објективност.

Комисијата, при оценувањето, ги вреднуваше следните сензорни својства, односно нивните компоненти:

- **Надворешен изглед (се оценува визуелно на цело парче сува печеница)**
  - **Типичност на бојата (1-7 бодови)**
    1 - нетипична боја (грешка)
    7 - многу типична боја
  - **Интензивност на бојата (1-4-7 бодови)**
    1 - премалку интензивна боја (бледа)
    4 - оптимално интензивна боја
    7 - премногу интензивна боја
  - **Хомогеност на бојата (1-7 бодови)**
    1 - нехомогена (неизедначена) боја
    7 - многу хомогена (униформна) боја
  - **Боја на масното ткиво (1-7 бодови)**
    1 - некарактеристична кафеносива или црвенокафеава боја
    7 - кремасто бела боја
- **Профил на бојата (се оценува визуелно на свеж попречен пресек на сувата печеница)**
  - **Типичност на бојата на пресек (1-4-7 бодови)**
    1 - нијансата на бојата преоѓа во жолтеникавосива
    4 - примерна, розеникаво - црвена боја
    7 - нијансата на бојата преоѓа во темноцрвена
  - **Интензивност на бојата на пресек (1-4-7 бодови)**
    1 - премалку интензивна
    4 - оптимална
    7 - премногу интензивна
  - **Хомогеност на бојата (1-7 бодови)**
    1 - нехомогена (неизедначена) боја
    7 - многу хомогена (униформна) боја
- **Профил на текстурата**
  - **Цврстина - тврдост (1-7 бодови)** се оценува како сила потребна да се гризне и да се изџвака примерокот. Се поставува примерокот помеѓу секачите и се загризува, потоа се џвака рамномерно, со што се проценува силата која е потребна за разградување на храната.
    1 - минимална цврстина, многу мек кој лесно се џвака
    7 - максимална цврстина, тврд примерок кој тешко се џвака
  - **Лепливост (1-7 бодови)** се оценува текстурата која може да се перципира во устата како напор кој е потребен за разградување на храната до состојба која е погодна за голтање. Парчето се става во устата, со јазикот се притиска на забите и се проценува времето кое е потребно за да остане храната во близина на забите.
    1 - брашнеста, ронлива
    7 - тестеста, леплива

- **Дезинтеграција - разградување (1-7 бодови)** е стапката на разградување на парчето за време на џвакањето, пред голтањето.
  1 - лошо разградување
  7 - одлично разградување
- **Апсорпција на влага (1-7 бодови)** претставува детекција на апсорпцијата на плунка при џвакање на парчето. Доколку примерокот е сув, апсорпцијата на плунката, на почетокот на џвакањето, е побрза и обратно, ако примерокот е влажен, апсорпцијата на плунката е побавна.
  1 - минимална (лоша) апсорпција на плунка;
  7 - максимална (многу добра) апсорпција на плунка.
- **Зафат (1-7 бодови)** парчето се става на јазикот и се турка кон тврдото непце со јазикот. Парчето е заглавено на тврдото непце кратко или долго.
  1 - слаб стисок (кратко време);
  7 - одличен стисок (долго време).

➢ **Профил на аромата**

- **Типичност на миризбата (1-7 бодови)** се оценува со мирисање на сувата печеница.
  1 - многу слабо изразена, нетипична миризба;
  7 - одлично изразена, типична, карактеристична миризба.
- **Туѓи миризби (1-7 бодови)**
  7 - многу силно изразени, сензорно неприфатливи туѓи миризби кои пречат;
  1 - нема туѓи миризби.
- **Типичност на вкусот (1-7 бодови)** се оценува со вкусување на сувата печеница и тоа:
  1 - многу слабо изразен, нетипичен вкус;
  7 - одлично изразен, типичен, карактеристичен вкус.
- **Туѓи вкусови (1-7 бодови)**
  7 - многу силно изразени, сензорно неприфатливи туѓи вкусови кои пречат;
  1 - нема туѓи вкусови.
- **Типичност на аромата (1-7 бодови)**
  1 - неизразена, слаба, нетипична и празна арома;
  7 - одлично изразена, типична и полна арома.

➢ **Соленост (1-4-7 бодови) се оценува концентрацијата на солта со пробување парче сува печеница и тоа:**
  1 - недоволно солено;
  4 - оптимална (примерна) соленост;
  7- премногу солено.

➢ **Целокупен впечаток (1-7 бодови)** оваа сензорна особина се проценува на крајот на анализата и претставува одраз на општата сензорна прифатливост на производот:
  1 - производот е со слаб квалитет и неприфатливи сензорни особини;
  7 - производот е со одличен квалитет.

4.2.7. Статистичка обработка на податоците

Податоците, собрани во експериментот, се обработени и уредени со помош на програмата EXCEL XP. Нормалноста на распределбата на вредностите е проверена со

анализа на хомогеноста на варијансите. По повторување на хомогеност, анализата продолжува со мултиваријантниот општ линеарен модел (GLM) и со тестот ANOVA (споредба на три или повеќе групи) и асоцијациите помеѓу параметрите со мултиваријантна линеарна дескриптивна анализа (LDA) (IBM SPSS Statistics 23, release 23.0.0.0).

Експериментот, кој врши проценка на физичко-хемиските параметри-губење на масата, температурата, pH и aw-вредноста, хемискиот состав, содржината на натриум хлорид, нитритите, нитратите и содржината на хистаминот, ТБК-вредноста, параметрите на бојата, текстурата и на сензорните карактеристики, беше поставен како 5 × 10 × 3 факторијален експеримент (5 експериментални групи, 10 примероци (во различни денови за време на обработката и складирањето) и 3 повторувања на производството. Кога интеракцијата помеѓу групата и примерокот беше статистички значајна ($p < 0,05$), таа беше вклучена во статистичкиот модел, а кога не беше статистички значајна, беше исклучена.

За да се анализира влијанието на повторувањата и локацијата на pH-вредноста и температурата на сировите мускули, користен е статистичкиот модел 1, во кој се вклучени фиксните ефекти на повторувањата (R, 1-3) и локацијата (L, крајна од едната страна, средна и крајна од другата страна): $\mathbf{yijk = \mu + Ri + Lj + eijk.}$ Интеракцијата помеѓу повторувањата и локацијата беше статистички незначителна ($p > 0,05$) и беше исклучена од моделот.

За да се анализира влијанието на групата врз физичко-хемиските параметри и сензорните карактеристики на сувата печеница, кај различни примероци, користен е статистичкиот модел 1, во кој фиксните ефекти на групата (G, 1-5) и повторувањата (R, 1-3) беа вклучени: $\mathbf{yijk = \mu + Gi + Rj + eijk}$. За да се анализира влијанието на примерокот врз физичко-хемиските параметри и сензорните карактеристики на сувата печеница во различните групи, користен е статистичкиот модел 2, во кој фиксните ефекти на примерокот (S, 1-10) и повторувањата (R, 1-3) беа вклучени): $\mathbf{yijk = \mu + Si + Ri + eij.}$

Просечните вредности за експерименталните групи беа пресметани со користење на Данканов тест и споредени со 5 % ризик.

Коефициентот на корелација е пресметан со помош на двостраниот Пирсонов коефициент на корелација при тоа користејќи ја постапката CORRELATE (IBM SPSS Statistics 23, издание 23.0.0.0).

5. РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА

5.1. ФИЗИЧКО–ХЕМИСКИ ПАРАМЕТРИ НА СУРОВИНАТА

5.1.1. Загуба во масата при одмрзнување на суровината

Во табела 6 е прикажана загубата во маса при одмрзнувањето на замрзнатиот свински грб. Како што може да се види од прикажаните резултати, загубата во маса при одмрзнувањето се движи во интервал од 8,9 до 9,2 %. Просечната вредност на загубата во маса при одмрзнувањето на замрзнатиот свински грб е 9,03 %. Добиените резултати се во согласност со истражувањето спроведено од страна на Хрватската агенција за храна (2014). Тие наведуваат дека кај свинскиот грб, складиран шест месеци на температура од -18 ^{0}C, загубата во маса при одмрзнувањето е 9,69 %.

Табела 6. Загуба во масата (%) при одмрзнување на суровината

Број на повторувања	Загуба на маса (%)
1	8,9
2	9
3	9,2
$\bar{x}$ ± SD	9,03±0,15

$\bar{x}$ - средна вредност; SD - стандардна девијација

Замрзнувањето на месото е еден од најчестите и најефикасните методи за продолжување на рокот на траење на месото. Сепак, квалитетот на замрзнатото/одмрзнатото месо, генерално, се смета за инфериорен во однос на свежото месо (Leygonie и сор., 2011). Еден од главните недостатоци е прекумерната загуба на вода за време на одмрзнувањето. Губење на водата, во текот на одмрзнувањето, негативно влијае на загубата во маса кај одмрзнатото месо (Huff-Lonergan и Lonergan, 2005; Xia и сор., 2012).

Голем број автори истакнуваат дека замрзнувањето, времето на складирање и начинот на одмрзнувањето на месото придонесуваат за намалување на способноста на месото за задржување вода, односно загуба во неговата маса (Ngapo и сор., 1999; Vieira и сор, 2009).

5.1.2. Загуба во масата при отстранување маснотии и фасции од суровината

При отстранувањето на маснотиите и фасциите кај парчињата свински грб, утврдена е просечна загуба во масата од 25,39 %. Како што може да се види од табела 7, загубата во маса, при отстранувањето на маснотиите и фасциите кај свинскиот грб, се движи во опсег од 24,17 до 26,75 %.

Табела 7. Загуба во масата (%) при отстранување маснотии и фасции

Број на повторувања	Загуба на маса (%)
1	25,25
2	24,17
3	26,75
$\bar{x}$ ± SD	25,39±1,30

$\bar{x}$ - средна вредност; SD - стандардна девијација

Отстранувањето на маснотиите и фасциите од свинскиот грб е направено заради повеќе причини. Едната причина е намалување на содржината на мастите во готовиот производ, со цел да се пласира на пазарот производ со мала содржина на масти. Grunert (2006) наведува дека потрошувачите на трајни сувомесни производи посветуваат големо внимание на своето здравје, при што особено внимаваат на содржината на маснотии кај овие производи. Втората причина, поради која се отстранети мастите и фасциите, е полесна, побрза и порамномерна дифузија на смесата за суво солење/саламурење во внатрешноста на парчињата од свинскиот грб. Третата причина, заради која се отстранети мастите, е нивната брза подложност на оксидација што доведува до побрзо расипување на производот.

5.1.3. pH-вредност на суровината

Во графиконот 1 е прикажана измерената просечна pH-вредност кај суровината (свинскиот грб) на три локации (едниот крај, средината и другиот крај). При тоа може да се констатира дека просечната средна вредност на измерената pH-вредност во средишниот дел на свинскиот грб изнесува 5,73. На краевите од свинскиот грб просечната pH-вредност е 5,74.



Графикон 1. Просечна pH-вредност на суровината во зависност од локацијата на мерење

За преработка најдобро е да се користи месо кое има pH-вредност од 5,7 до 6,3 (Müller, 1989). Од резултатите прикажани во графиконот 1 се гледа дека просечната pH-вредност на суровината (свинскиот грб) е од 5,73 до 5,74. Со тоа ги елиминираме негативните последици од употребата на бледо, меко и воденесто месо при изработката на сува свинска печеница.

Jaworska и сор. (2011) наведуваат дека, при производството на трајни сувомесни производи, многу е важно да се изберат парчиња месо со нормална pH-вредност (5,7 до 6,2), при што особено треба да се внимава кај големите парчиња месо. Во спротивно солењето ќе оди побавно, со што се зголемува ризикот од развој на патогени микроорганизми.

5.1.4. Температура на суровината

Од приложениот графикон 2 може да се констатира дека просечната вредност на измерената температура кај суровината се движи од 0,87 до 0,89 ^{0}C. Добиените податоци се во согласност со литературните податоци.



Графикон 2. Просечна температура (^{0}C) на суровината во зависност од локацијата на мерење

Puljić (2022) наведува дека месото кое се соли/саламури, во средишниот дел, треба да има температура од 0 до 7 ^{0}C.

5.1.5. Содржина на нитрити и нитрати кај суровината

Содржината на нитрити и нитрати во суровината се прикажани во графиконот 3.



Графикон 3. Просечна содржина на нитрити и нитрати (mg/kg) во суровината

Како што може да се забележи од графиконот 3, во суровината не е констатирано присуство на нитрити а просечната содржина на нитрати изнесува 1,29 mg/kg.

Спроведеното истражување од страна на Iammarino и Di Taranto (2012) имало за цел утврдување на присуството на нитрати и нитрити кај дваесет тестирани парчиња свежо говедско, свинско, коњско и пилешко месо. Тие не детектирале присуство на нитрити во ниту еден примерок. Додека нитратите биле детектирани кај деветнаесет примероци. Содржината на нитрати се движела од 10,2 до 36,5 mg/kg. Според нив, максималната дозволена граница за содржината на нитрати, кај говедското и свинското месо, изнесува 30,0 mg/kg, додека кај коњското месо максималната граница е до 40,0 mg/kg. Тие сметаат дека горенаведените вредности потребно е да се воведат во 95⁄2⁄ЕС како дозволени максимални содржини на нитрати во месото.

Gozdecka и сор. (2021), кај говедското месо одгледано во Полска утврдиле дека содржината на нитрити се движи од 0,6 до 13,7 mg/kg, додека содржината на нитрати се движи од 10,2 до 74,3 mg/kg. Тие посочуваат дека за добивање безбедна храна од животинско потекло потребно е да се следи содржината на нитрати во водата и добиточната храна која се користи за време на нивното гоење.

5.2. ИНСТРУМЕНТАЛНА АНАЛИЗА НА БОЈАТА НА ПОВРШИНА И НА СВЕЖ НАПРЕЧЕН ПРЕСЕК КАЈ СУРОВИНАТА

Резултатите од инструментално измерените вредности за бојата на површината и на свежиот напречен пресек на суровината се прикажани во графиконот 4**.**



	L	a	b
1 повторување	51.66	4.83	11.23
2 повторување	52.21	4.73	11.32
3 повторување	51.84	4.70	11.43

Графикон 4. L, a и b вредности на површина кај суровината

На површината на суровината измерената L-вредност се движи од 51,66 до 52,21. Во интервал од 4,70 од 4, 83 се движи a-вредноста (уделот на црвена боја), додека b-вредноста (уделот на жолтата боја) се движи во опсег од 11,23 до 11,43 (графикон 4).

Во графиконот 5 се прикажани резултатите од инструментално измерените вредности за бојата на свеж напречен пресек на суровината.



	L	a	b
1 повторување	49.30	2.90	5.94
2 повторување	48.90	2.91	5.94
3 повторување	47.87	3.08	5.90

Графикон 5. L, a и b вредности на свеж напречен пресек кај суровината

Brewer и сор. (2001) наведуваат дека, кај свинското месо, измерената L-вредност на свеж пресек претставува показател за утврдување на појавата на бледо, меко и воденесто месо. Доколку интервалот на L-вредноста, на свеж пресек кај свински грб (*m. longissimus dorsi),* изнесува 43-50, месото има црвенорозова боја, наспроти L-вредноста поголема од 50, кога месото има бледа боја (Tomović и сор., 2013). Како што може да се види од графиконот 5, L-вредноста на свеж пресек на одмрзнатиот свински грб (*m. longissimus dorsi)* се движи во интервал од 47,87 до 49,30 што ни говори дека суровината којашто се користи има црвенорозова боја. Од останатите резултати прикажани во графикон 5, може да се види дека измерената a-вредност (уделот на црвена боја) е во распон од 2,90 до 3,08. Во интервал од 5,90 до 5,94 се движи b-вредноста (графикон 5).

5.3. ФИЗИЧКО-ХЕМИСКИ ПАРАМЕТРИ НА СУВАТА СВИНСКА ПЕЧЕНИЦА ВО ТЕКОТ НА ПРОИЗВОДНИОТ ПРОЦЕС И ЗА ВРЕМЕ НА СКЛАДИРАЊЕТО

5.3.1. Загуба во маса на сувата свинска печеница во текот на производниот процес

Загубата во маса на крајот на секој производен процес (по солење, по димење и по зреење) е прикажана во графиконот 6, додека загубата во маса во текот на целиот производен процес е прикажана во графикон 7.



средните вредности со различна буква ($^{a-d}$) во колоната се статистички значајно ($p \leq 0,05$) различни

Графикон 6. Загуба во маса по солење, по димење и по зреење на сувата свинска печеница

Во текот на целиот производен процес, најмала загуба во масата се забележува по солењето. Таа се движи во опсег од 2,37 (II група) до 2,50 % (III група). Добиените резултати се во согласност со литературните податоци. Krvavica и сор. (2016), при производство на далматинска печеница во различни технолошки услови, констатирале загуба во масата по солење од 2,49 до 2,90 %.

Разликите во загубата во маса при солењето, кои се јавуваат помеѓу групите, се статистички значајни ($p \leq 0,05$).

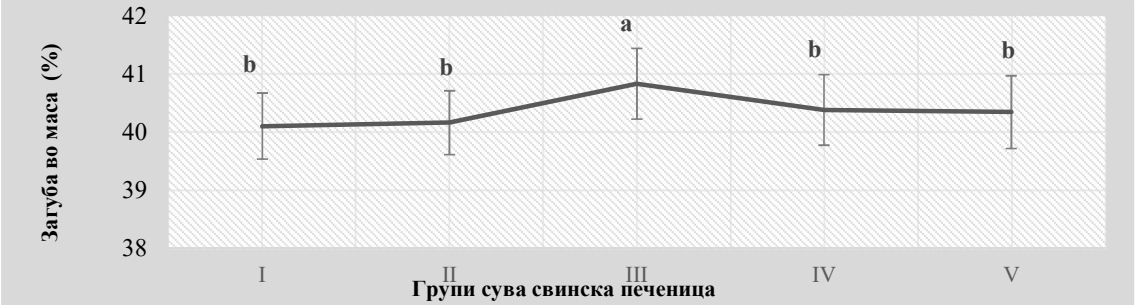
Krvavica и сор. (2016) истакнуваат дека видот на смесата за солење/саламурење и времето на солење не влијаат на загубата во маса при солењето кај далматинската печеница. Исто така, Andronikov и сор. (2013) наведуваат дека времето и процентот на искористување на солта/саламурата по килограм месо не влијаат значително на загубата во маса при солењето.

Загубата во маса во текот на солењето е поради губењето на течноста како резултат на хигроскопните карактеристики на натриум хлоридот (Jin и сор., 2010; Ferreira и сор., 2022).

По завршувањето на процесот на димење, најмала загуба во маса е забележана кај II група (10,84 %), а најголема е констатирана кај V група (11,27 %). Статистички значајна ($p \leq 0,05$) разлика е разликата помеѓу II група и останатите групи сува свинска печеница.

По завршување на зреењето, како што може да се види од графиконот 6, загубата во маса се движи во интервал од 30,99 (I група) до 31,61 % (III група). Разликата во загуба во масата по димење, која се забележува помеѓу групите, е статистички значајна ($p \leq 0,05$).

Во фазата на зреење, загубата во маса настанува поради испарувањето на течноста од парчето месо во околниот воздух (Jin и сор., 2010; Ferreira и сор., 2022), поради што доаѓа до намалување на масата на парчето. Загубата во маса при зреење претставува многу значаен показател за интензитетот и брзината на зреењето. Доколку зреењето се одвива при повисока температура, ниска релативна влажност, брза циркулација на воздухот и подолг временски период, поголема е загубата во маса (Leistner, 1986; Muguerza и сор., 2002; Ikonić, 2013).



средните вредности со различна буква ($^{a-d}$) во колоната се статистички значајно ($p \leq 0,05$) различни

Графикон 7. Вкупна загуба во маса на сувата свинска печеница во текот на прозводниот процес

Загубата во маса при производството на трајните сувомесни преработки, во текот на целиот производствен процес, зависи од бројни внатрешни фактори (начинот на обработка, масата, површината, квалитетот на суровината, pH-вредноста на месото, пропорцијата на масното ткиво и месо итн.) и надворешни фактори (методот на солење/саламурење, микроклиматските услови, начинот на обработката, должината на поодделни фази на обработка и сл.) (Krvavica и Đugum, 2007; Jin и сор., 2010; Andronikov и сор., 2013; Krvavica и сор., 2016).

Најмала вкупна загуба во маса во текот на производниот процес, се забележува кај I група (40,10 %), наспроти III група (40,83 %) каде е констатирана најголема загуба. Krvavica и сор. (2016) при производството на далматинска печеница, во различни технолошки услови, констатирале дека загубата во маса во текот на производниот процес се движи во распон од 26,91 до 49,53 % (во просек 39,99 %). Добиените резултати за вкупната загуба во маса во текот на производниот процес, кај сувата свинска печеница, се во согласност со спроведените истражувања од страна на Aliño и сор. (2010) и Seong и сор. (2015).

Krvavica и сор. (2016) наведуваат дека употребата на замрзната суровина придонесува за поголема загуба во маса при производниот процес. Исто така, тие посочуваат дека почетната маса на суровината има големо влијание врз загубата во маса. Во ова истражување пократкиот производен процес се должи на употребата на замрзната суровина и отстранувањето на мастите и фасциите. Сето тоа придонесе за поголема загуба во масата за пократок временски период.

Од графиконот 7 може да се забележи дека загубата во маса во текот на производниот процес е поголема кај групите сува печеница во кои има додадено стартер култури-III (40, 83 %), IV (40,38 %) и V (40, 34 %) споредено со групите сува свинска печеница во кои нема додадено стартер култури-II позитивно контролна група (40,16 %) и I негативно контролна група (40, 10 %). Добиените резултати од ова истражување се во согласност со голем број литературни податоци, кои наведуваат дека додавањето на стартер култури кај преработките од месо придонесува за поголема загуба во маса во текот на производниот процес, споредено со примероците кои содржат природна микрофлора, (Feiner, 2006).

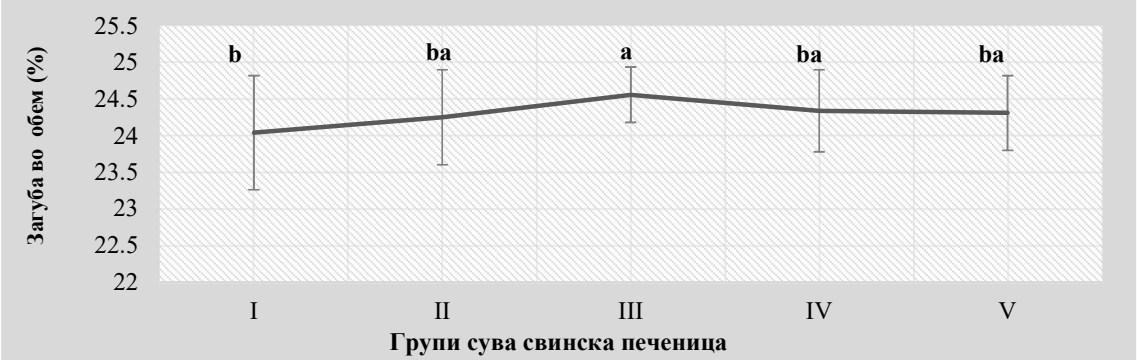
Како што може да се забележи од графиконот 7, додадената стартер култура статистички значајно ($p \leq 0,05$) влијае врз загубата во маса во текот на производниот процес кај сувата свинска печеница.

Додадената стартер култура BactoFlavor Rosa кај групите III, IV и V влијае врз поголемата загуба во маса. Тоа придонесува за скратување на производниот процес, а со тоа и за порентабилно производство.

5.3.2. Загуба во обем на сувата свинска печеница во текот на производниот процес

Загубата во обем, на сувата свинска печеница во текот на производниот процес, е прикажана во графиконот 8.

Во текот на производниот процес на сувата свинска печеница, покрај издвојувањето на вода и загубата во маса, доаѓа и до намалување на нејзиниот обем. Во зависност од брзината и интензитетот на зреењето се менува и обемот на парчињата сува свинска печеница. Оваа физичка величина може да се употреби како показател за кинетиката на нејзиното зреење.



средните вредности со различна буква ($^{a-d}$) во колоната се статистички значајно ($p \leq 0,05$) различни

Графикон 8. Загуба во обем на сувата свинска печеница во текот на производниот процес

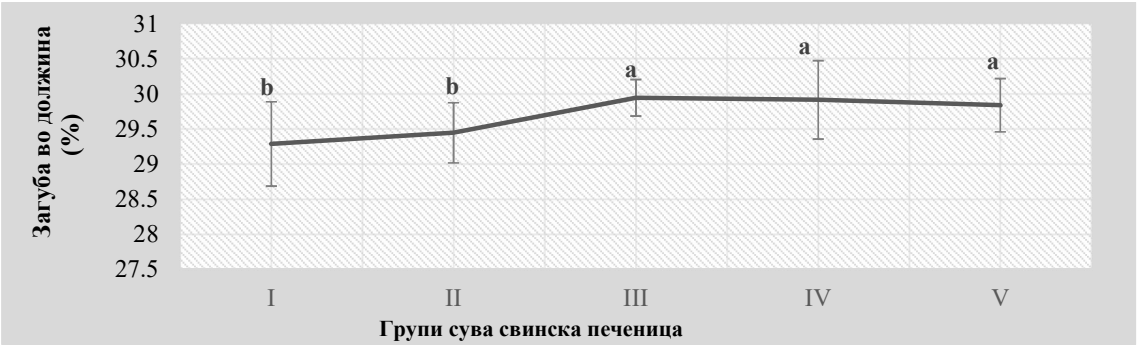
Најголема загуба во обем, во текот на производниот процес на сувата свинска печеница, се забележува кај III група (24,56 %), а најмала кај I група (24,04 %). Додадената стартер култура статистички значајно ($p \leq 0,05$) влијае врз загубата во обем кај сувата свинска печеница.

5.3.3. Загуба во должина на сувата свинска печеница во текот на производниот процес

Во графиконот 9 е прикажана загубата во должина на сувата свинска печеница во текот на производниот процес.

Добиените вредности за загубата во должина на сувата свинска печеница во текот на производниот процес, исто така, ни ја прикажува динамиката на нејзиното зреење.

Најголема загуба во должина на сувата свинска печеница е забележена кај III група (29,95 %), а најмала кај I група (29,29 %).



средните вредности со различна буква ($^{a-d}$) во колоната се статистички значајно ($p \leq 0,05$) различни

Графикон 9. Загуба во должина на сувата свинска печеница во текот на производниот процес

Имено, разликите кои се јавуваат помеѓу групите (III, IV и V) и групите (I и II) се статистички ($p \leq 0,05$) значајни. Оваа разлика произлегува од додадената стартер култура.

5.3.4. pH-вредност на сувата свинска печеница во текот на производниот процес и за време на складирањето

Во табелата 8 се прикажани добиените резултати од мерењето на pH-вредноста кај петте групи сува свинска печеница во текот на целиот производен процес и за време на складирањето.

Табела 8. pH-вредност кај сувата свинска печеница во текот на производниот процес и за време на складирањето (Duncanov test, $\alpha = 0,05$)

Производна фаза	Групи сува свинска печеница				
	I	II	III	IV	V
	$\bar{x} \pm SD$				
0. ден (12 часа по солење)	$5,69 \pm 0,01^{aC}$	$5,68 \pm 0,01^{aC}$	$5,65 \pm 0,01^{bB}$	$5,65 \pm 0,01^{bC}$	$5,66 \pm 0,01^{bB}$
7. ден (солење)	$5,66 \pm 0,01^{aDC}$	$5,62 \pm 0,01^{bD}$	$5,58 \pm 0,00^{dC}$	$5,59 \pm 0,01^{cD}$	$5,59 \pm 0,01^{cC}$
14. ден (солење)	$5,60 \pm 0,01^{aFE}$	$5,57 \pm 0,01^{bG}$	$5,53 \pm 0,01^{dFE}$	$5,54 \pm 0,01^{cF}$	$5,54 \pm 0,01^{cC}$
21. ден (солење)	$5,58 \pm 0,01^{aF}$	$5,54 \pm 0,01^{bI}$	$5,50 \pm 0,01^{cH}$	$5,50 \pm 0,01^{cH}$	$5,50 \pm 0,01^{cC}$
0. ден (зреење, по димење)	$5,57 \pm 0,01^{aF}$	$5,55 \pm 0,01^{bH}$	$5,52 \pm 0,01^{dF}$	$5,53 \pm 0,01^{cG}$	$5,53 \pm 0,01^{cC}$
7. ден (зреење)	$5,58 \pm 0,01^{aF}$	$5,55 \pm 0,01^{bH}$	$5,51 \pm 0,01^{dG}$	$5,52 \pm 0,01^{cG}$	$5,53 \pm 0,01^{cC}$
14. ден (зреење)	$5,63 \pm 0,02^{aED}$	$5,58 \pm 0,01^{bF}$	$5,53 \pm 0,01^{dE}$	$5,55 \pm 0,01^{cF}$	$5,54 \pm 0,01^{cC}$
18. ден (зреење, крај на производство)	$5,69 \pm 0,09^{aC}$	$5,60 \pm 0,00^{bE}$	$5,55 \pm 0,01^{cD}$	$5,57 \pm 0,01^{cbE}$	$5,57 \pm 0,01^{cbE}$
Средина на рок на употреба (90 дена од производство)	$5,75 \pm 0,08^{aB}$	$5,76 \pm 0,01^{aB}$	$5,66 \pm 0,01^{bB}$	$5,68 \pm 0,01^{bB}$	$5,69 \pm 0,01^{bB}$
Крај на рок на употреба (180 дена од производство)	$5,82 \pm 0,01^{aA}$	$5,79 \pm 0,01^{bA}$	$5,71 \pm 0,01^{dA}$	$5,73 \pm 0,01^{cA}$	$5,73 \pm 0,01^{cA}$

$\bar{x}$ - средна вредност; SD-стандардна девијација; средните вредности со различна буква ($^{a-d}$) во редот се статистички значајно ($p \leq 0,05$) различни; средните вредности со различна буква ($^{A-C}$) во колоната се статистички значајно ($p \leq 0,05$) различни.

pH-вредноста е еден од главните показатели за квалитетот и за микробиолошката исправност на преработките од месо. Промената на pH-вредноста, индиректно, влијае на

изгледот, вкусот, мирисот и конзистентноста на производот (Radetić, 1997; Heinz и Hautzinger, 2007; Vuković, 2012).

Од приложената табела 8 може да се забележи дека 12 часа по солењето, pH-вредноста се движи од 5,65 (III и IV група) до 5,69 (I група). Во текот на солењето, pH-вредноста се намалува кај сите пет групи сува свинска печеница. На крај од солењето, pH-вредноста се движи во опсег од 5,50 (III, IV и V) до 5,58 (I група).

По димењето, како и во текот на зреењето, се забележува мала промена во зголемување на pH-вредноста кај сите групи сува свинска печеница. Како што наведува Suman (2013), pH повторно се зголемува во периодот на зреење поради протеолитичката и липолитичката активност на ендогените ензими и ензимите од микроорганизмите, кои заедно со процесот на димење и зреење придонесуваат за формирање на миризбата, вкусот, бојата и текстурата на готовиот производ.

На крајот на производниот процес, најниска pH-вредност се забележува кај III група (5,55), наспроти I група (5,69) каде е констатирана највисоката pH-вредност. Добиените резултати од ова истражување се во согласност со добиените резултати од истражувањето кое го спровеле Krvavica и сор. (2016). При производство на далматинска печеница, во различни технолошки услови, тие констатирале дека просечната pH-вредност, на крајот од производствениот процес, се движи од 5,56 до 5,72.

Во литературните податоци може да се најдат многу различни вредности за измерената pH-вредност на крајот од производниот процес кај трајните сувомесни производи (Stadnik и Dolatowski, 2012; Seong и сор., 2015). pH-вредноста во готовиот производ зависи од самиот начин на солење/саламурење, т.е од состојките на саламурата (додавањето на нитритна сол, аскорбинска и/или лимонска киселина, додавањето на стартер култури итн.) и должината на зреење (Krvavica и сор., 2016).

Pateiro и сор. (2014) наведуваат дека, при традиционално производство на сува свинска печеница „Celta“, на крајот од производствениот процес просечната pH-вредност изнесувала 5,80. Božac (2006) истакнува дека кај истарскиот „Žlomprta“ (сувомесен производ што се произведува од свински грб), суво солен само со морска сол свински грб, на крајот од производниот процес, просечната pH-вредност е 7,16. Кај трајните сувомесни производи, во кои има додадено аскорбинска и/или лимонска киселина, просечната pH-вредност на крајот од производниот процес се движи од 5,11 до 5,32 (Stadnik и Dolatowski, 2012; Seong и сор., 2015).

Во текот на целиот производствен процес кај I група сува свинска печеница се забележува највисока pH-вредност, а кај III група pH- вредноста е најниска. Од табелата 8 може да се види дека кај групите сува свинска печеница (III, IV и V), во кои има додадено стартер култури, во текот на производниот процес се забележува пониска pH-вредност во споредба со групите сува свинска печеница (I и II) во кои нема стартер култури. Додадената стартер култура, кај III, IV и V група статистички значајно ($p \leq 0,05$) влијае врз намалувањето на pH-вредноста.

Разликите кои се јавуваат помеѓу одделните групи, во текот на производниот процес, се статистички значајни ($p \leq 0,05$), поради различните состојки кои се додадени при солењето/саламурењето на сувата свинска печеница. Исто така, и разликите кои се забележуваат помеѓу поодделните производни фази, во самите групи сува свинска печеница, се статистички значајни ($p \leq 0,05$), заради комплексните промени кои настануваат поради голем број фактори од кои најзначајни се температурата и составот на присутната микрофлора.

За време на складирањето, кај сите групи сува свинска печеница, се забележува зголемување на pH-вредноста. На крајот од рокот на употреба, кај I група се забележува највисока pH-вредност (5,82), наспроти III група кај која е утврдена најниска pH-вредност (5,71). За време на складирањето, кај групите III, IV и V, каде што се додадени

стартер култури, се забележува зголемување на pH-вредноста што е во согласност со литературните податоци (Škaljac, 2014).

Статистички значајно ($p \leq 0,05$) пониска pH-вредност во текот на складирањето е забележана кај групите III, IV и V, каде што има додадено стартер култури, споредено со групите I и II, во кои нема стартер култура. Тоа ни говори дека додавањето на стартер културата влијае врз намалувањето на вредноста во текот на складирањето.

5.3.5. Активност на водата (aw-вредност) на сувата свинска печеница во текот на производниот процес и за време на складирањето

Активноста на водата (aw-вредност) е мерка за слободната, физичката и хемиски неврзаната вода, која е достапна за микроорганизмите и е од особена важност за микробиолошката стабилност на храната. Активноста на водата се намалува за време на зреењето како резултат на сушењето, а степенот на намалување на aw-вредноста зависи од температурата, релативната влажност и должината на зреењето (Vuković, 2012).

Ниската aw-вредност кај готовиот производ укажува на неговата микробиолошка стабилност. Активноста на водата (aw-вредност) во комбинација со pH-вредноста, кај трајните сувомесни производи, е показател за нивната одржливост.

Активноста на водата (aw) е параметар кој широко се употребува за стабилноста на храната и е во корелација со растот и размножувањето на микроорганизмите, како и со низа ензимски и физички промени кои доведуваат до промени во квалитативните својства на храната (Christian, 2000).

Leistner и Rodel (1975) истакнуваат дека активноста на водата, која е неопходна за размножувањето на микроорганизмите во месото и преработките од месо, изнесува: 0,98 за *Clostridium botulinum* Тип С и некои соеви на видот *Pseudomonas* 0,97 за *Clostridium botulinum* тип Е и некои соеви *Clostridium perfringens*; 0,96 за *Flavobacterium*, *Klebsiella* и *Shigella*, *Lactobacillus*, *Proteus* и *Pseudomonas*; 0,95 за *Alcaligenes*, *Bacillus*, *Citrobacter*, *C. botulinum* тип А и В и *C.perfringens*, *Enterobacter*, *Escherichia*, *Proteus*, *Pseudomonas*, *Salmonella*, *Serratia*, *Vibrio*; 0,94 за *Lactobacillus*, *Microbacterium*, *Pediococcus* и некои соеви *Streptococcus;* 0,93 за некои соеви *Lactobacillus* и *Vibrio*, *Streptococcus*, *Rhizopus* i *Mucor*; 0,92 за *Rhodotorula* i *Pichia*; 0,91 за *Corynebacterium*, анаеробни соеви *Staphylococcus* и некои соеви *Streptococcus;* 0,90 за *Micrococcus*, *Pediococcus*, *Saccharomyces* и *Hansenula*; 0,88 за *Candida*, *Torulopsis* и *Cladosporium*; 0,87 za *Debaryomyces*; 0,86 за аеробни соеви *Staphylococcus*; 0,85 за *Penicillium*; 0,75 за халофилни бактерии и 0,65 за *Aspergillus*.

Резултатите од измерената активност на водата (aw) кај петте групи сува свинска печеница, во текот на производниот процес и времето на складирање, се прикажани во табелата 9 .

Очекувано е најголема активност на водата кај сите групи сува свинска печеница да има на 0. ден (12 часа по солењето). Истата се движи во опсег од 0,991 (V група) до 0,997 (II група). Главна цел на солењето/саламурењето е дифузија на солта во месото и екстракција на месниот сок, со што се намалува и активноста на водата (Žlender и Gašperlin, 2004). На крајот на процесот на солењето, aw-вредноста се намалува и се движи во интервал од 0,974 (III група) и 0,987 (II група).

Од приложената табела 9 може да се констатира постојано намалување на активноста на водата во текот на производниот процес. Поинтензивен пад се забележува по димењето (0. ден на зреење), како и на 7. и 14. ден од зреењето. На крајот на производниот процес (18. ден од зреењето), активноста на водата се движи во интервал од 0,880 (III група) до 0,888 (I група).

Табела 9. Активност на водата (aw-вредност) на сувата свинска печеница во текот на производниот процес и за време на складирањето (Duncanov test, α = 0,05)

Производна фаза	Групи сува свинска печеница				
	I	II	III	IV	V
	$\bar{x} \pm SD$				
0. ден (12 часа по солење)	0,994 ± 0,002bA	0,997 ± 0,001aA	0,996 ± 0,001aA	0,993 ± 0,001cbA	0,991 ± 0,001cA
7. ден (солење)	0,990 ± 0,002bB	0,995 ± 0,001aB	0,994 ± 0,001aB	0,991 ± 0,002bB	0,992 ± 0,001bA
14. ден (солење)	0,990 ± 0,001aB	0,987 ± 0,001cC	0,984 ± 0,001dC	0,983 ± 0,001eC	0,988 ± 0,001bB
21. ден (солење)	0,983 ± 0,001bC	0,987 ± 0,001aC	0,974 ± 0,001dD	0,975 ± 0,001dcD	0,976 ± 0,001cC
0. ден (зреење, по димење)	0,950 ± 0,001cD	0,951 ± 0,001bD	0,952 ± 0,001bE	0,954 ± 0,001aE	0,953 ± 0,001aD
7. ден (зреење)	0,912 ± 0,002bE	0,916 ± 0,001aE	0,909 ± 0,001cF	0,913 ± 0,001bF	0,918 ± 0,003aE
14. ден (зреење)	0,897 ± 0,001aF	0,898 ± 0,001aF	0,891 ± 0,001dG	0,894 ± 0,001cG	0,896 ± 0,001bF
18. ден (зреење, крај на производство)	0,888 ± 0,001aG	0,887 ± 0,001baG	0,880 ± 0,001dH	0,883 ± 0,001cH	0,886 ± 0,001bG
Средина на рок на употреба (90 дена од производство)	0,887 ± 0,001aG	0,886 ± 0,001bG	0,880 ± 0,001eH	0,882 ± 0,001dH	0,885 ± 0,001cHG
Крај на рок на употреба (180 дена од производство)	0,886 ± 0,001aG	0,886 ± 0,001aG	0,879 ± 0,001dH	0,881 ± 0,001cI	0,884 ± 0,001bH

$\bar{x}$ - средна вредност; SD-стандардна девијација; средните вредности со различна буква ($^{a-d}$) во редот се статистички значајно ($p \leq 0,05$) различни; средните вредности со различна буква ($^{A-C}$) во колоната се статистички значајно ($p \leq 0,05$) различни.

Добиените резултати ги потврдуваат и Krvavica и сор. (2016) при производството на далматинска печеница во различни технолошки услови. Тие констатирале дека просечната aw-вредност се движи од 0,87 до 0,89. Исто така, добиените вредности се во согласност со добиените aw-вредности на други автори кои работеле на слични трајни сувомесни производи. Кај традиционалните трајни сувомесни производи aw-вредноста се движи од 0,84 до 0,91 (Lorenzo и Purriños, 2013; Pateiro и сор., 2014), додека кај индустриски произведените трајни сувомесни производи aw-вредноста се движи од 0,85 до 0,95 (Stadnik и и Dolatowski, 2012; Seong и сор., 2015).

Ikonić (2013) наведува дека, во текот на зреењето, aw-вредноста е обратнопропорционална од загубата во маса.

Додадената стартер култура кај III, IV и V група статистички значајно ($p \leq 0,05$) придонесува за намалување на aw-вредноста во текот на производниот процес во споредба со групите I и II каде што нема стартер култура (табела 9).

Во производниот процес, помеѓу поодделните производни фази, се забележува статистичка значајна ($p \leq 0,05$) разлика во самите групи. За време на солењето доаѓа до издвојување на месниот сок со што се намалува aw-вредноста. Поголемо издвојување на слободната вода има во текот на зреењето поради нејзиното испарување во околниот воздухот со што уште повеќе се намалува aw-вредноста.

Од приложената табела 9 може да се констатира дека, за време на складирањето, кај сите групи сува свинска печеница, скоро и да нема промена на aw-вредноста затоа што примероците сува свинска печеница се вакуумирани во полиетиленски ќеси.

5.4. ХЕМИСКИ СОСТАВ НА СУВАТА СВИНСКА ПЕЧЕНИЦА ВО ТЕКОТ НА ПРОИЗВОДНИОТ ПРОЦЕС И ЗА ВРЕМЕ НА СКЛАДИРАЊЕТО

5.4.1. Содржина на вода во сувата свинска печеница во текот на производниот процес и за време на складирањето

Содржината на вода во сувата свинска печеница во текот на производниот процес и за време на складирањето е прикажана во табелата10.

Табела 10. Содржина на вода во сувата свинска печеница во текот на производниот процес и за време на складирање (Duncanov test, $\alpha = 0,05$)

Производна фаза	Групи сува свинска печеница				
	I	II	III	IV	V
	$\bar{x} \pm SD$				
0. ден (12 часа по солење)	$70,8 \pm 0,4^{aA}$	$71,1 \pm 0,4^{aA}$	$70,8 \pm 0,1^{aA}$	$70,5 \pm 0,6^{aA}$	$70,6 \pm 0,5^{aA}$
7. ден (солење)	$69,6 \pm 0,5^{bB}$	$71,0 \pm 0,4^{aA}$	$70,1 \pm 0,6^{bB}$	$70,0 \pm 0,3^{bB}$	$70,1 \pm 0,5^{bB}$
14. ден (солење)	$69,9 \pm 0,1^{aB}$	$69,4 \pm 0,6^{baB}$	$69,3 \pm 0,5^{baC}$	$68,9 \pm 0,6^{bC}$	$69,6 \pm 0,4^{aC}$
21. ден (солење)	$70,1 \pm 0,1^{aB}$	$69,6 \pm 0,6^{bB}$	$68,9 \pm 0,3^{cD}$	$69,7 \pm 0,3^{baB}$	$69,3 \pm 0,4^{cbC}$
0. ден (зреење, по димење)	$60,2 \pm 0,5^{aC}$	$59,6 \pm 0,5^{bC}$	$58,5 \pm 0,1^{cE}$	$58,7 \pm 0,1^{cD}$	$59,3 \pm 0,2^{bD}$
7. ден (зреење)	$53,7 \pm 0,5^{aD}$	$53,1 \pm 0,3^{bD}$	$52,7 \pm 0,3^{bF}$	$52,9 \pm 0,2^{bE}$	$53,0 \pm 0,2^{bE}$
14. ден (зреење)	$49,0 \pm 0,1^{baE}$	$49,2 \pm 0,4^{aE}$	$48,2 \pm 0,1^{cG}$	$48,6 \pm 0,3^{cbF}$	$49,0 \pm 0,8^{bF}$
18. ден (зреење, крај на производство)	$45,0 \pm 0,8^{aF}$	$44,1 \pm 0,1^{bF}$	$43,3 \pm 0,2^{cH}$	$44,1 \pm 0,1^{bG}$	$44,1 \pm 0,0^{bG}$
Средина на рок на употреба (90 дена од производство)	$45,1 \pm 0,6^{aF}$	$44,1 \pm 0,1^{bF}$	$43,2 \pm 0,1^{cH}$	$44,2 \pm 0,0^{bG}$	$44,1 \pm 0,0^{bG}$
Крај на рок на употреба (180 дена од производство)	$45,1 \pm 0,6^{aF}$	$44,4 \pm 0,5^{bF}$	$43,2 \pm 0,1^{cH}$	$44,1 \pm 0,0^{bG}$	$44,1 \pm 0,1^{bG}$

$\bar{x}$ - средна вредност; SD-стандардна девијација; средните вредности со различна буква ($^{a-d}$) во редот се статистички значајно ($p \leq 0,05$) различни; средните вредности со различна буква ($^{A-C}$) во колоната се статистички значајно ($p \leq 0,05$) различни.

Анализирајќи ги просечните средни вредности за содржината на вода може да се забележи тенденција на намалување од почетокот на солењето до крајот на производниот процес. Разбирливо е највисока содржина на вода (70,5 - 71,1 %) да имаме на почетокот на производниот процес, а најниска (43,3 - 45,0 %) на крајот на производството. Кај III група е забележана најниска содржина на вода (43,3 %) наспроти I група (45,0 %), која има највисока содржина на вода кај готовиот производ.

Добиените резултати за содржината на вода, кај сувата свинска печеница на крајот од производниот процес, се во согласност со добиените резултати од истражувањата спроведени од други автори. Така, Krvavica и сор. (2021) во нивното истражување кај далматинската печеница утврдиле дека просечната содржина на вода е 44,80 %. Pateiro и сор. (2014) кај сувата печеница констатирале 41,46 % на вода. Aliño и сор. (2009) кај шпанската комерцијална сува свинска печеница, произведена за 60 дена, утврдиле просечна вредност на содржината на вода 45 %. Muriel и сор. (2004) кај сувата печеница, по 60 дена зреење, наведуваат дека водата се движи од 32,97 до 35,66 %. Lušnic Polak и сор. (2018) кај сувата свинска печеница, произведена за 12 недели во индустриски услови, утврдиле содржина на вода 39,37 %.

За разлика од горенаведените автори, производниот процес во ова истражување траеше пократко (педесет и еден ден, од кои дваесет и еден ден солење, еден ден цедење,

еден ден димење и осумнаесет дена зреење). Пониската содржина на водата за пократок временски период произлегува поради специфичната обработка на свинскиот грб, отстранувањето на масното ткиво и на фасциите, како и на помалата почетна тежина на свинскиот грб што придонесува за поголема дехидратација. Генерално, дифузијата на водата, од внатрешноста на месото кон површината, се одвива според законот на Фик, а е последица на хемискиот потенцијал на водата. Исто така, употребата на замрзната суровина придонесува, при нејзиното одмрзнување, таа да содржи помал удел на вода. Сите овие причини придонесуваат содржината на вода, активноста на водата и загубата во маса, кај сите пет групи сува свинска печеница, да се постигне за производен период од 51 ден.

Разликите во содржината на вода, кои се јавуваат помеѓу III група и останатите групи во текот на производниот процес се статистички значајни ($p \leq 0,05$). Исто така, утврдена е и статистичка значајна ($p \leq 0,05$) разлика и помеѓу I група и останатите групи.

Во текот на производниот процес, во самите групи, се забележува статистичка значајна ($p \leq 0,05$) разлика помеѓу поодделни производни фази, што е нормално поради издвојувањето на месен сок за време на солењето и дехидратацијата, која настанува за време на димењето и зреењето на сувата свинска печеница.

Во текот на складирањето, генерално, кај сите групи сува свинска печеница содржината на вода е скоро константна затоа што таа е пакувана во вакуум пакувања и немаме дехидратација. На крајот на рокот на употреба таа се движи во опсег од 44,1 (IV и V група) до 45,1 % (I група).

5.4.2. Содржина на протеини во сувата свинска печеница во текот на производниот процес и за време на складирањето

Во табелата 11 се прикажани просечната вредност од содржината на протеините на сувата свинска печеница во текот на производниот процес и за време на складирањето.

Табела 11. Содржина на протеини во сувата свинска печеница во текот на производниот процес и за време на складирањето (Duncanov test, $\alpha = 0,05$)

Производна фаза	Групи сува свинска печеница				
	I	II	III	IV	V
	$\bar{x} \pm SD$				
0. ден (12 часа по солење)	$23,2 \pm 0,5^{cbaE}$	$23,4 \pm 0,3^{baF}$	$23,6 \pm 0,2^{aF}$	$23,0 \pm 0,2^{cH}$	$23,1 \pm 0,4^{cbG}$
7. ден (солење)	$23,8 \pm 0,7^{aE}$	$23,3 \pm 0,5^{baF}$	$23,9 \pm 0,5^{aFE}$	$23,5 \pm 0,4^{baG}$	$23,0 \pm 0,5^{bG}$
14. ден (солење)	$23,7 \pm 0,4^{bE}$	$24,2 \pm 0,8^{baE}$	$24,2 \pm 0,4^{baE}$	$24,4 \pm 0,3^{aE}$	$23,7 \pm 0,3^{bF}$
21. ден (солење)	$23,5 \pm 0,3^{bE}$	$24,2 \pm 0,7^{aE}$	$24,0 \pm 0,2^{baFE}$	$23,8 \pm 0,2^{baF}$	$24,1 \pm 0,5^{aE}$
0. ден (зреење, по димење)	$31,4 \pm 0,4^{dD}$	$32,0 \pm 0,4^{cD}$	$33,4 \pm 0,2^{aD}$	$32,9 \pm 0,3^{bD}$	$32,6 \pm 0,2^{bD}$
7. ден (зреење)	$38,1 \pm 0,6^{aC}$	$38,3 \pm 0,3^{aC}$	$38,4 \pm 0,3^{aC}$	$38,3 \pm 0,1^{aC}$	$38,0 \pm 0,1^{aC}$
14. ден (зреење)	$41,9 \pm 0,1^{aB}$	$41,5 \pm 0,1^{bB}$	$42,0 \pm 0,1^{aB}$	$42,0 \pm 0,1^{aB}$	$41,9 \pm 0,2^{aB}$
18. ден (зреење, крај на производство)	$44,1 \pm 0,5^{dA}$	$44,9 \pm 0,2^{cA}$	$47,5 \pm 0,4^{aA}$	$46,3 \pm 0,3^{bA}$	$46,1 \pm 0,1^{cbA}$
Средина на рок на употреба (90 дена од производство)	$44,1 \pm 0,5^{dA}$	$44,8 \pm 0,2^{cA}$	$47,4 \pm 0,3^{aA}$	$46,2 \pm 0,1^{bA}$	$45,9 \pm 0,1^{cbA}$
Крај на рок на употреба (180 дена од производство)	$44,2 \pm 0,5^{dA}$	$44,8 \pm 0,3^{cA}$	$47,3 \pm 0,2^{aA}$	$46,2 \pm 0,2^{bA}$	$45,8 \pm 0,1^{cbA}$

$\bar{x}$ - средна вредност; SD-стандардна девијација; средните вредности со различна буква ($^{a-d}$) во редот се статистички значајно ($p \leq 0,05$) различни; средните вредности со различна буква ($^{A-C}$) во колоната се статистички значајно ($p \leq 0,05$) различни.

Најниска содржина на протеини (23,0 - 23,6 %) е констатирана на почетокот на производниот процес (12 часа по солењето). Содржината на протеини постепено се зголемува за време на производниот процес. Како што може да се види од табелата 11 на крајот на производниот процес (18. ден од зреењето), содржината на протеини се движи во интервал од 44,1 (I група) до 47,5% (III група).

Добиените резултати од истражувањето се совпаѓаат со наодите на Krvavica и сор. (2021). Тие утврдиле дека просечната содржина на протеини кај, далматинската печеница, е 41,60 %. Lušnic Polak и сор. (2018), кај сувата свинска печеница, произведена во индустриски услови (12-неделен производен процес), констатирале просечна содржина на протеини од 40,02 %. Aliño и сор. (2009) забележале дека просечната вредност на протеините кај комерцијалниот тип на шпанска сува свинска печеница е 45 %.

Разликата во содржината на протеини помеѓу одделните групи, во текот на производниот процес, се статистички значајни ($p \leq 0,05$). Разликите, пак во содржината на протеини помеѓу поодделните производни фази во самите групи се статистички значајни ($p \leq 0,05$) и настануваат поради различното губење на вода во текот на производниот процес.

Од табелата 11 може да се види дека, за време на складирањето, содржината на протеини многу малку се менува затоа што производите се вакуум пакувани.

5.4.3. Содржина на масти во сувата свинска печеница во текот на производниот процес и за време на складирањето

Содржината на масти во текот на производниот процес и за време на складирањето е прикажана во табелата 12.

Табела 12. Содржина на масти во сувата свинска печеница во текот на производниот процес и за време на складирањето (Duncanov test, $\alpha = 0,05$)

Производна фаза	Групи сува свинска печеница				
	I	II	III	IV	V
	$\bar{x} \pm SD$				
0. ден (12 часа по солење)	$1,7 \pm 0,3^{aB}$	$1,5 \pm 0,1^{aC}$	$1,5 \pm 0,4^{aB}$	$1,5 \pm 0,4^{aC}$	$1,8 \pm 0,0^{aBA}$
7. ден (солење)	$1,8 \pm 0,0^{aBA}$	$1,6 \pm 0,2^{aC}$	$1,8 \pm 0,2^{aA}$	$1,7 \pm 0,2^{aCB}$	$1,8 \pm 0,3^{aBA}$
14. ден (солење)	$1,8 \pm 0,4^{aBA}$	$1,6 \pm 0,4^{aC}$	$1,9 \pm 0,2^{aA}$	$1,8 \pm 0,3^{aBA}$	$1,8 \pm 0,1^{aB}$
21. ден (солење)	$1,8 \pm 0,1^{baBA}$	$1,7 \pm 0,3^{bCB}$	$1,9 \pm 0,1^{baA}$	$1,9 \pm 0,1^{aBA}$	$1,8 \pm 0,1^{baBA}$
0. ден (зреење, по димење)	$1,9 \pm 0,1^{aBA}$	$1,9 \pm 0,1^{aBA}$	$1,9 \pm 0,1^{aA}$	$1,9 \pm 0,1^{aBA}$	$1,9 \pm 0,0^{aBA}$
7. ден (зреење)	$1,9 \pm 0,1^{aBA}$	$1,9 \pm 0,1^{aA}$	$1,9 \pm 0,1^{aA}$	$1,9 \pm 0,1^{aBA}$	$1,9 \pm 0,1^{aBA}$
14. ден (зреење)	$1,9 \pm 0,1^{aBA}$	$1,9 \pm 0,1^{aA}$	$2,0 \pm 0,1^{aA}$	$1,9 \pm 0,1^{aBA}$	$2,0 \pm 0,1^{aBA}$
18. ден (зреење, крај на производство)	$2,0 \pm 0,0^{aA}$	$2,0 \pm 0,1^{aA}$	$2,0 \pm 0,1^{aA}$	$2,0 \pm 0,0^{aBA}$	$2,0 \pm 0,1^{aA}$
Средина на рок на употреба (90 дена од производство)	$1,9 \pm 0,1^{bBA}$	$2,0 \pm 0,0^{aA}$	$2,0 \pm 0,1^{aA}$	$2,0 \pm 0,0^{baA}$	$2,0 \pm 0,1^{baBA}$
Крај на рок на употреба (180 дена од производство)	$1,8 \pm 0,1^{bBA}$	$2,0 \pm 0,0^{aA}$	$2,0 \pm 0,1^{aA}$	$1,9 \pm 0,1^{bBA}$	$1,9 \pm 0,1^{aBA}$

$\bar{x}$ - средна вредност; SD - стандардна девијација; средните вредности со различна буква ($^{a-d}$) во редот се статистички значајно ($p \leq 0,05$) различни; средните вредности со различна буква ($^{A-C}$) во колоната се статистички значајно ($p \leq 0,05$) различни.

Сите пет групи сува свинска печеница имаат скоро подеднаква содржина на масти во текот на целиот процес на производство. Од почетокот на производниот процес (12 часа по солење) до крајот на производниот процес (18. ден од зреењето) содржината на масти се движи во опсег од 1,5 до 2,0 % (табела 12).

Krvavica и сор. (2021), утврдиле дека просечната содржина на масти кај далматинската печеница е 5,68 %. Поголема содржина на масти, односно 10,45 %, констатирале Lušnic Polak и сор. (2018) кај сувата свинска печеница произведена во индустриски услови. Додека Aliño и сор. (2009) наведуваат 4,1 % на масти кај комерцијалниот тип на шпанска сува свинска печеница.

Содржината на масти во ова истражување е пониска во споредба со истражувањата спроведени од горенаведените автори. Причината се должи на отстранувањето на масното ткиво од парчињата на свинскиот грб. Масното ткиво е сведено на минимум.

Исто така, во текот на складирањето содржината на мастите, кај сите пет групи, е скоро приближно иста и се движи од 1,8 до 2,0 %.

5.4.4. Содржина на пепел во сувата печеница во текот на производниот процес и за време на складирањето

Во табелата 13 се прикажани добиените резултати од содржината на пепел кај петте групи сува свинска печеница во текот на целиот произведен процес и за време на складирањето.

Табела 13. Содржина на пепел во сувата свинска печеница во текот на производниот процес и за време на складирањето (Duncanov test, $\alpha = 0,05$)

Производна фаза	**Групи сува свинска печеница**				
	I	**II**	**III**	**IV**	**V**
	$\bar{x} \pm SD$				
0. ден (12 часа по солење)	$4,1 \pm 0,5^{bG}$	$4,3 \pm 0,1^{bG}$	$4,5 \pm 0,3^{bF}$	$4,9 \pm 0,1^{aE}$	$4,5 \pm 0,3^{bG}$
7. ден (солење)	$4,6 \pm 0,1^{bF}$	$4,7 \pm 0,1^{bF}$	$4,7 \pm 0,1^{bE}$	$4,9 \pm 0,1^{aE}$	$5,0 \pm 0,1^{aE}$
14. ден (солење)	$4,7 \pm 0,1^{cF}$	$4,8 \pm 0,1^{bFE}$	$4,8 \pm 0,1^{bE}$	$4,9 \pm 0,1^{baE}$	$5,0 \pm 0,1^{aFE}$
21. ден (солење)	$5,0 \pm 0,1^{aE}$	$4,9 \pm 0,2^{aE}$	$4,8 \pm 0,1^{aE}$	$5,0 \pm 0,1^{aE}$	$4,8 \pm 0,4^{aF}$
0. ден (зреење, по димење)	$5,6 \pm 0,4^{baD}$	$5,6 \pm 0,3^{baD}$	$5,9 \pm 0,1^{aD}$	$5,7 \pm 0,3^{baD}$	$5,4 \pm 0,2^{bD}$
7. ден (зреење)	$7,1 \pm 0,1^{aC}$	$6,9 \pm 0,2^{aC}$	$6,3 \pm 0,3^{bC}$	$7,1 \pm 0,4^{aC}$	$7,1 \pm 0,1^{aC}$
14. ден (зреење)	$7,7 \pm 0,1^{aA}$	$7,1 \pm 0,1^{cB}$	$7,2 \pm 0,1^{cB}$	$7,5 \pm 0,2^{bB}$	$7,7 \pm 0,3^{baB}$
18. ден (зреење, крај на производство)	$7,5 \pm 0,1^{bB}$	$7,9 \pm 0,1^{aA}$	$7,9 \pm 0,1^{aA}$	$7,9 \pm 0,1^{aA}$	$7,9 \pm 0,1^{aBA}$
Средина на рок на употреба (90 дена од производство)	$7,6 \pm 0,1^{cBA}$	$8,0 \pm 0,1^{baA}$	$7,9 \pm 0,0^{baA}$	$7,9 \pm 0,1^{bA}$	$8,0 \pm 0,0^{aA}$
Крај на рок на употреба (180 дена од производство)	$7,9 \pm 0,1^{aA}$	$7,9 \pm 0,4^{aA}$	$8,0 \pm 0,0^{aA}$	$8,0 \pm 0,1^{aA}$	$8,1 \pm 0,1^{aA}$

$\bar{x}$ - средна вредност; SD - стандардна девијација; средните вредности со различна буква ($^{a-d}$) во редот се статистички значајно ($p \leq 0,05$) различни; средните вредности со различна буква ($^{A-C}$) во колоната се статистички значајно ($p \leq 0,05$) различни.

Содржината на пепел кај петте групи сува свинска печеница, во текот на целиот произведен процес, има тенденција на зголемување. На почетокот на производниот процес (12 часа по солењето) содржината на пепел се движи од 4,1 (I група) до 4,9 % (IV група). Во текот на производниот процес се забележува тренд на зголемување на содржината на пепелот во сувата свинска печеница. На крајот од производниот процес содржината на пепел се движи од 7,5 % (I група) до 7,9 % (II, III, IV и V група).

Krvavica и сор. (2021) утврдиле дека просечната содржина на пепел кај далматинската печеница е 7,63 %. Lušnic Polak и сор. (2018) констатирале просечна содржина на пепел од 9,01 % кај сувата свинска печеница произведена во индустриски услови.

Разликите во содржината на пепел помеѓу групите во текот на производниот процес и разликите помеѓу поодделните производни фази, во самите групи, се статистички значајни ($p \leq 0,05$).

За време на складирањето нема голема промена во содржината на пепел. Таа се движи од 7,9 до 8,1 %.

5.4.5. Содржина на натриум хлорид во сувата свинска печеница во текот на производниот процес и за време на складирањето

Содржината на натриум хлоридот кај, трајните сувомесни производи, зависи од времетраењето на солењето, количеството на додадена сол, големината на честичките на сол и големината односно тежината на парчињата месо (Marušić и сор., 2011). Исто така, Toldrá (2002) наведува дека масениот удел на солта е поголем кај пршути кои имаат поголема површина на месест дел кој не е покриен со кожа и помало присуство на масно ткиво, пршути кои поинтензивно се сушат, односно имаат поголема производна загуба во масата. Krvavica (2006) наведуваат дека при употреба на замрзната суровина, пенетрацијата на солта во внатрешноста на парчето месо е поголема и побрза, па затоа е потребно да се намали времето на солење, со цел да се избегне поголема соленост кај готовиот производ.

Добиените резултати од содржината на натриум хлорид, во сувата свинска печеница, во текот на производниот процес, како и за време на складирањето, се прикажани во табелата 14.

Табела 14. Содржина на натриум хлорид во сувата свинска печеница во текот на производниот процес и за време на складирањето (Duncanov test, $\alpha = 0,05$)

Производна фаза	Групи сува свинска печеница				
	I	II	III	IV	V
	$\bar{x} \pm SD$				
0. ден (12 часа по солење)	$2,5 \pm 0,3^{aF}$	$2,4 \pm 0,3^{aF}$	$2,5 \pm 0,1^{aG}$	$2,7 \pm 0,4^{aG}$	$2,6 \pm 0,3^{aG}$
7. ден (солење)	$3,2 \pm 0,3^{aE}$	$2,4 \pm 0,3^{bF}$	$2,9 \pm 0,3^{aF}$	$3,0 \pm 0,2^{aF}$	$3,0 \pm 0,3^{aF}$
14. ден (солење)	$3,1 \pm 0,1^{cE}$	$3,4 \pm 0,5^{cbE}$	$3,6 \pm 0,4^{baE}$	$3,9 \pm 0,1^{aE}$	$3,2 \pm 0,1^{cF}$
21. ден (солење)	$3,2 \pm 0,2^{bE}$	$3,7 \pm 0,3^{aD}$	$3,9 \pm 0,2^{aE}$	$3,7 \pm 0,1^{aE}$	$3,8 \pm 0,1^{aE}$
0. ден (зреење, по димење)	$4,2 \pm 0,2^{bD}$	$4,3 \pm 0,4^{baC}$	$4,6 \pm 0,2^{aD}$	$4,6 \pm 0,2^{aD}$	$4,4 \pm 0,2^{baD}$
7. ден (зреење)	$5,0 \pm 0,1^{cC}$	$5,2 \pm 0,1^{bB}$	$5,3 \pm 0,1^{aC}$	$5,2 \pm 0,0^{bC}$	$5,2 \pm 0,0^{bC}$
14. ден (зреење)	$5,4 \pm 0,1^{bB}$	$5,4 \pm 0,1^{baB}$	$5,7 \pm 0,1^{aB}$	$5,5 \pm 0,1^{baB}$	$5,5 \pm 0,3^{baB}$
18. ден (зреење, крај на производство)	$6,0 \pm 0,1^{dA}$	$6,3 \pm 0,1^{cbA}$	$6,7 \pm 0,1^{aA}$	$6,4 \pm 0,1^{bA}$	$6,2 \pm 0,2^{cA}$
Средина на рок на употреба (90 дена од производство)	$6,0 \pm 0,1^{dA}$	$6,3 \pm 0,1^{cbA}$	$6,7 \pm 0,2^{aA}$	$6,4 \pm 0,1^{bA}$	$6,2 \pm 0,2^{cA}$
Крај на рок на употреба (180 дена од производство)	$6,1 \pm 0,1^{dA}$	$6,3 \pm 0,1^{cbA}$	$6,7 \pm 0,1^{aA}$	$6,4 \pm 0,0^{bA}$	$6,2 \pm 0,2^{cA}$

$\bar{x}$ - средна вредност; SD - стандардна девијација; средните вредности со различна буква ($^{a-d}$) во редот се статистички значајно ($p \leq 0,05$) различни; средните вредности со различна буква ($^{A-C}$) во колоната се статистички значајно ($p \leq 0,05$) различни.

Отстранувањето на масното ткиво и фасциите кај свинскиот грб, неговото користење во замрзната состојба, подолгиот временски период (21 ден) на солење како и поголемата загуба во маса во текот на производниот процес може да влијаат врз содржината на натриум хлорид кај испитуваните примероци.

Содржината на вода е обратнопропорционална со содржината на натриум хлоридот. Најмала содржина на натриум хлорид се забележува на почетокот од производниот процес (12 часа по солењето) и таа се движи во интервал од 2,4 (II група) до 2,7 % (IV група). На крајот на солењето (21 ден солење), содржината на натриум хлорид се движи од 3,2 (I група) до 3,9 % (III група). Дифузијата на солите во месото е клучен процес при производството на суво месо а растворувањето на солите на површината на месото е прв фактор кој го регулира понатамошното продирање на солта во месото (Sörheim и Gumpen, 1986; Gil и сор., 1989).

По димењето и за време на зреењето, содржината на натриум хлорид константно се зголемува. На крајот на производниот процес (18. ден од зреењето), содржината на натриум хлоридот се движи од 6,0 до 6,7 %. Најголема содржина на натриум хлорид (6,7 %) се забележува кај III група, наспроти I група каде содржината на натриум хлоридот е најмала (6,0 %).

Кај далматинската печеница, Krvavica и сор., (2021) констатирале дека натриум хлоридот се движи во интервал од 5,49 до 7,5 %. Кај сувата свинска печеница, добиена од автохтони раси шпански свињи, Pateiro и сор., (2014) утврдиле просечна содржина од 8,86 % на натриум хлорид.

Karolyi (2006) наведува дека содржината на натриум хлорид кај Истарската пршута изнесува 6,45 %. Leon-Crespo и сор., (1986) констатирале дека кај Ибериската пршута просечната содржина на натриум хлорид изнесува 6,50 %. Baldini и сор. (1992) посочуваат дека содржината на натриум хлорид кај пршутата Parma изнесува 6 %. Кај пршутот San Daniele, Toldrá (2002) наведува дека содржината на натриум хлорид е 6,50 %.

Во текот на производниот процес, разликите во содржината на сол помеѓу одделните групи сува свинска печеница се статистички значајни ($p \leq 0,05$). Тоа може да произлезе од тежината и големината на парчињата, содржината на вода како и од загубата во маса во текот на производниот процес.

Во текот на производниот процес, во самите групи, се забележува статистички значајна ($p \leq 0,05$) разлика во содржината на сол помеѓу поодделните производни фази, што е нормално и се јавува поради издвојувањето на месниот сок за време на солењето како и поради дехидратацијата која настанува за време на димењето и зреењето на сувата свинска печеница.

Во текот на складирањето, кај сувата свинска печеница, не се забележува голема промена во содржината на натриум хлоридот. Вакуумирањето на сувата свинска печеница во полиетиленски ќеси го спречува испарувањето на слободната вода во околниот воздух и затоа нема зголемување на содржината на натриум хлоридот.

5.4.6. Содржина на нитрити во сувата свинска печеница во текот на производниот процес и за време на складирањето

Просечните вредности од содржината на нитрити во сувата свинска печеница во текот на производниот процес и за време на складирањето, се прикажани во табелата 15.

Табела 15. Содржина на нитрити во сувата свинска печеница во текот на производниот процес и за време на складирањето (Duncanov test, α = 0,05)

Производна фаза	Групи сува свинска печеница				
	I	II	III	IV	V
	$\bar{x} \pm SD$				
0. ден (12 часа по солење)	$0,0 \pm 0,0^{dI}$	$127,7 \pm 0,2^{aA}$	$117,3 \pm 0,3^{bA}$	$0,4 \pm 0,0^{cJ}$	$0,3 \pm 0,0^{cI}$
7. ден (солење)	$0,1 \pm 0,0^{dH}$	$108,2 \pm 0,6^{aB}$	$99,3 \pm 0,2^{bB}$	$0,5 \pm 0,0^{cI}$	$0,5 \pm 0,0^{cH}$
14. ден (солење)	$0,1 \pm 0,0^{dG}$	$64,7 \pm 0,4^{aC}$	$57,6 \pm 0,2^{bC}$	$0,7 \pm 0,0^{cH}$	$0,7 \pm 0,0^{cG}$
21. ден (солење)	$0,2 \pm 0,0^{dF}$	$37,1 \pm 0,2^{aD}$	$23,5 \pm 0,3^{bD}$	$0,9 \pm 0,0^{cG}$	$0,8 \pm 0,0^{cF}$
0. ден (зреење, по димење)	$0,3 \pm 0,0^{dD}$	$13,1 \pm 0,1^{aE}$	$10,0 \pm 0,1^{bE}$	$3,5 \pm 0,0^{cA}$	$3,5 \pm 0,1^{cA}$
7. ден (зреење)	$0,4 \pm 0,0^{dA}$	$5,5 \pm 0,2^{aF}$	$5,0 \pm 0,0^{bF}$	$2,5 \pm 0,0^{cD}$	$2,5 \pm 0,0^{cC}$
14. ден (зреење)	$0,4 \pm 0,0^{eB}$	$4,3 \pm 0,0^{aG}$	$4,0 \pm 0,0^{bG}$	$2,7 \pm 0,0^{dB}$	$2,7 \pm 0,0^{cB}$
18. ден (зреење, крај на производство)	$0,3 \pm 0,0^{eC}$	$3,9 \pm 0,0^{aH}$	$3,6 \pm 0,0^{bH}$	$1,3 \pm 0,0^{dE}$	$1,4 \pm 0,0^{cD}$
Средина на рок на употреба (90 дена од производство)	$0,3 \pm 0,0^{eD}$	$3,0 \pm 0,0^{aI}$	$2,9 \pm 0,0^{bI}$	$2,6 \pm 0,0^{dC}$	$2,7 \pm 0,0^{cB}$
Крај на рок на употреба (180 дена од производство)	$0,2 \pm 0,0^{eE}$	$2,6 \pm 0,0^{aJ}$	$1,8 \pm 0,0^{bJ}$	$1,2 \pm 0,0^{dF}$	$1,2 \pm 0,0^{cE}$

$\bar{x}$ - средна вредност; SD - стандардна девијација; средните вредности со различна буква ($^{a-d}$) во редот се статистички значајно ($p \leq 0,05$) различни; средните вредности со различна буква ($^{A-C}$) во колоната се статистички значајно ($p \leq 0,05$) различни.

На почетокот на производниот процес (12 часа по солењето), содржината на нитрити се движи во интервал од 0,0 кај I група до 127,7 mg/kg кај II група. Разбирливо е содржината на нитрити, 12 часа по солењето, да е највисока (127,7 mg/kg) кај II и III група (117,3 mg/kg), во кои има додадено нитритна сол. Кај нив иницијалниот инпут на нитрити е 220 mg/kg. Очекувано е кај I група да не се детектира присуство на нитрити бидејќи е додадена само готварска сол. Многу мала содржина на нитрити (0,4 mg/kg) е констатирана кај IV односно 0,3 mg/kg кај V група, во кои има додадено блитва во прав.

Содржините на нитрити на крајот од солењето се највисоки (37,1 mg/kg) кај II и 23,5 mg/kg кај III група, наспроти 0,2 mg/kg кај I, 0,8 mg/kg кај V и 0,9 mg/kg кај IV група сува свинска печеница, во кои нема додадено нитритна сол.

По завршувањето на димењето, содржината на нитрити е највисока во групите каде што има додадено нитритна сол, односно кај II група (13,1 mg/kg) и III (10,0 mg/kg). Како што може да се забележи од табелата 15, во текот на солењето и по димењето кај групите II и III, во кои има додадена нитритна сол, се забележува константно намалување на содржината на нитритите. По димењето, кај IV и V група се забележува повеќекратно зголемување на содржината на нитрити, поради покачувањето на температурата за време на димењето и зголемената активност на нитрат редуктивните бактерии од стартер културите како резултат на што нитратите се редуцираат во нитрити. Количеството на нитрити по димењето кај IV и V група изнесува 3,5 mg/kg. Разбирливо е кај I група, во која има додадено готварска сол, да има нитрити скоро во трагови (0,3 mg/kg).

Во текот на зреењето, содржината на нитрити опаѓа кај сите групи сува свинска печеница. На крајот на производниот процес, резидуалните нитрити се движат во интервал од 0,3 (I група) до 3,9 mg/kg (II група).

Добиените резултати се во согласност со литературните податоци. Кај трајните сувомесни производи, резидуалните нитрити се релативно ниски, додека резидуалната содржина на нитрати е поголема (García-Rey, 2004; Armenteros, 2012; Gratacós-Cubarsí и

сор., 2013; Belloch и сор., 2021). Како што наведува Honikel и сор. (2008), поголемата содржина на нитрати е поради оксидацијата на нитритите во нитрати.

Резидуалната содржина на нитрити на крајот на производниот процес, кај групите во кои има додадено блитва во прав, се движи помеѓу 1,3 mg/kg (IV група) и 1,4 mg/kg (V група), што е статистички значајно ($p \leq 0,05$) пониска содржина во однос на II позитивно контролна и III група сува печеница, во која има додадено нитритна сол (табела 15). Добиените резултати се совпаѓаат со резултатите од истражувањата на повеќе автори (Krause и сор., 2011; Shin и сор., 2017; Kim и сор., 2019a; Kim и сор., 2019b) потенцираат дека резидуалната содржина на нитрити е пониска кај природно додадените нитрати (сок и прав од зеленчук) во споредба со додадената нитритна сол.

Разликите во содржината на нитрити помеѓу групите се статистички значајни ($p \leq 0,05$), што е резултат на различните состојки кои се додадени во смесата за саламурење и оксидоредуктивните процеси кои се одвиваат во текот на производниот процес (табела15).

Разликите во содржината на нитрити помеѓу поодделни производни фази, во самите групи, се статистички значајни ($p \leq 0,05$), поради оксидоредуктивните процеси кои се одвиваат во текот на целиот процес (табела15).

Од приложената табела 15 може да се види дека, за време на складирањето, се забележува константно намалување на содржината на нитрити кај II и III група. Кај IV и V група на средината на рокот (90 дена по производството) се забележува мало зголемување на содржината на нитритите, додека на крајот на рокот на употреба (180 дена по производството), содржината на нитрити кај нив се намалува. Содржината на нитрити на крајот на рокот, односно 180 дена по производството се движи во интервал од 0,2 (I група) до 2,6 mg/kg (II група).

Добиените податоци од истражувањето се во согласност со литературните податоци. Pegg и Shahidi (2004) наведуваат дека, во текот на складирањето, доаѓа до намалување на содржината на нитритите.

Разликите во содржината на нитрити помеѓу одделните групи, за време на складирањето, како и во самите групи, во различните временски периоди на складирање, се статистички значајни ($p \leq 0,05$). Тоа се должи на оксидоредуктивноиот процес кои се одвиваат при складирањето.

5.4.7. Содржина на нитрати во сувата свинска печеница во текот на производниот процес и за време на складирањето

Во табелата 16 е прикажана содржината на нитратите во сувата свинска печеница во текот на целиот производен процес и за време на складирањето.

Очекувано е, 12 часа по солењето, најниска содржина на нитрати (1,3 mg/kg) да има кај I група која е солена само со готварска сол, додека највисока содржина на нитрати 69,3 mg/kg (IV група) односно 71,4 mg/kg (V група) имаат групите во кои има додадено блитва во прав од различни производители. Содржината на нитрати кај II група е 52,0 mg/kg, а кај III група е 44,3 mg/kg 12 часа по солењето. Кај овие две групи, нитратите се застапени поради оксидација на нитритите. Како што наведуваат некои автори, два часа по додавањето 20 % од нитритите се оксидираат во нитрати (Pegg и Shahidi, 2004).

Во текот на солењето, од табелата 16 може да се констатира дека кај II и III група има зголемување на содржината на нитратите. Оксидацијата на нитритите тече и во текот на целиот производен процес. Pavlinić Prokurica и сор. (2010) наведуваат дека 50 % од додадените нитрити може да се оксидираат во нитрати.

На крајот од солењето, содржината на нитрати се движи во опсег од 0,7 mg/kg (I група) до 84 mg/kg (II група).

Табела 16. Содржина на нитрати во сувата свинска печеница во текот на производниот процес и за време на складирањето (Duncanov test, $\alpha = 0,05$)

Производна фаза	Групи сува свинска печеница				
	I	II	III	IV	V
	$\bar{x} \pm SD$				
0. ден (12 часа по солење)	$1,3 \pm 0,0^{eA}$	$52,0 \pm 0,1^{cH}$	$44,3 \pm 0,0^{dI}$	$69,3 \pm 0,0^{bA}$	$71,4 \pm 0,0^{aA}$
7. ден (солење)	$1,1 \pm 0,0^{dB}$	$65,1 \pm 0,0^{bD}$	$56,3 \pm 0,0^{cF}$	$65,1 \pm 0,1^{bB}$	$68,8 \pm 0,0^{aB}$
14. ден (солење)	$1,0 \pm 0,0^{eC}$	$80,1 \pm 0,0^{aB}$	$68,4 \pm 0,0^{bB}$	$60,4 \pm 0,0^{dC}$	$62,4 \pm 0,0^{cC}$
21. ден (солење)	$0,7 \pm 0,0^{eD}$	$84,0 \pm 0,1^{aA}$	$78,3 \pm 0,0^{bA}$	$58,9 \pm 0,1^{dD}$	$62,0 \pm 0,1^{cD}$
0. ден (зреење, по димење)	$0,6 \pm 0,0^{eE}$	$67,9 \pm 0,1^{aC}$	$56,7 \pm 0,0^{bE}$	$33,4 \pm 0,0^{dE}$	$36,7 \pm 0,0^{cE}$
7. ден (зреење)	$0,3 \pm 0,0^{eF}$	$65,2 \pm 0,1^{aD}$	$63,3 \pm 0,1^{bC}$	$30,3 \pm 0,1^{dF}$	$32,5 \pm 0,1^{cF}$
14. ден (зреење)	$0,3 \pm 0,0^{eG}$	$63,1 \pm 0,1^{aE}$	$60,0 \pm 0,0^{bD}$	$28,1 \pm 0,1^{dG}$	$29,8 \pm 0,1^{cG}$
18. ден (зреење, крај на производство)	$0,3 \pm 0,0^{eH}$	$60,3 \pm 0,0^{aF}$	$53,5 \pm 0,1^{bG}$	$19,0 \pm 0,0^{dH}$	$21,5 \pm 0,0^{cH}$
Средина на рок на употреба (90 дена од производство)	$0,2 \pm 0,0^{e}$	$56,9 \pm 0,1^{aG}$	$51,4 \pm 0,5^{bH}$	$17,2 \pm 0,0^{dI}$	$18,6 \pm 0,1^{cI}$
Крај на рок на употреба (180 дена од производство)	$0,1 \pm 0,0^{eJ}$	$27,0 \pm 0,1^{aI}$	$21,9 \pm 0,1^{bJ}$	$14,6 \pm 0,0^{dJ}$	$15,8 \pm 0,0^{cJ}$

$\bar{x}$ - средна вредност; SD - стандардна девијација; средните вредности со различна буква ($^{a-d}$) во редот се статистички значајно ($p \leq 0,05$) различни; средните вредности со различна буква ($^{A-C}$) во колоната се статистички значајно ($p \leq 0,05$) различни.

По завршување на процесот на димење, содржината на нитрати повеќекратно се намалува кај сите групи сува свинска печеница (табела 16), што е очекувано поради активноста на нитрат редуктивните бактерии. Разбирливо е најниска содржина на нитрати да има кај I група (0,6 mg/kg), додека највисока содржина на нитрати има кај II (67,9 mg/kg) и III (56,7 mg/kg) група. Кај IV група содржината на нитрати е 33, 4 mg/kg а кај V група е 36,7 mg/kg.

Во текот на зреењето содржината на нитрати, исто така, постојано се намалува. На крајот на производниот процес количеството на нитрати се движи од 0,3 (I група) до 60,3 mg/kg (II група). Од табелата 16 може да се забележи дека кај III група, во која има додадено нитритна сол и стартер култура, содржината на нитрати е помала и изнесува 53,5 mg/kg, споредено со II група во која има додадено нитритна сол. Содржината на нитрати, кај групите во кои содржат блитва во прав од различни производители, е помала во споредба со групите во кои има додадено нитритна сол. Така, содржината на нитрати кај IV група изнесува 19,0 mg/kg, додека кај V група таа изнесува 21,5 mg/kg.

Добиените резултати се во согласност со литературните податоци. Кај трајните сувомесни производи, содржината на нитрати е поголема во споредба со содржината на резидуалните нитрити (García-Rey, 2004; Armenteros, 2012; Gratacós-Cubarsí и сор., 2013; Belloch и сор., 2021).

Разликите во содржината на нитрати помеѓу групите се статистички значајни ($p \leq 0,05$), поради различните состојки кои се додадени во смесата за саламурење и оксидоредуктивните процеси кои се одвиваат.

Разликите во содржината на нитрати помеѓу поодделните производни фази, во самите групи, се статистички значајни ($p \leq 0,05$), поради оксидоредуктивните процеси кои се одвиваат во текот на целиот процес.

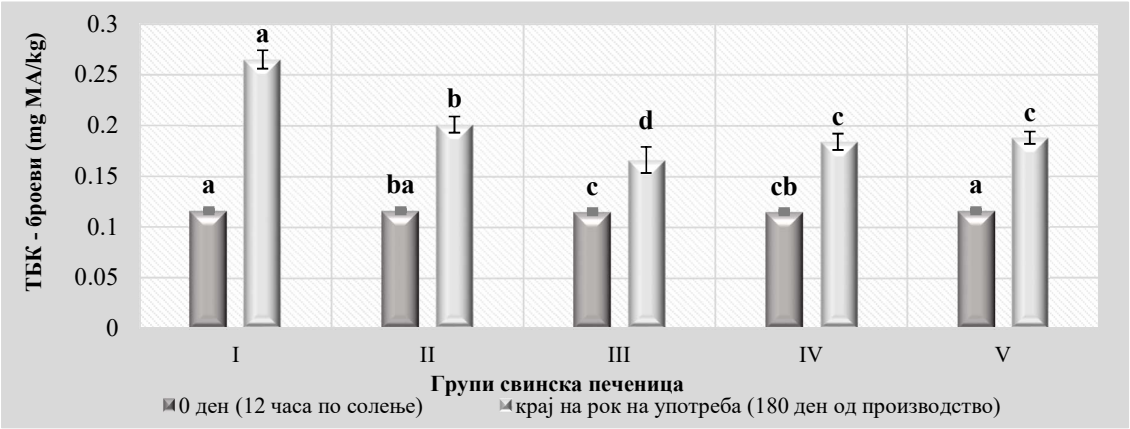
Намалување на содржината на нитратите, во текот на складирањето, се забележува кај сите пет групи сува свинска печеница. Како што може да се види од табелата 16,

содржината на нитратите, на крајот на рокот на употреба (180 дена по производството), се движи во интервал од 0,1 mg/kg (I група) до 27,0 mg/kg (II група).

Разликите меѓу одделните групи, за време на складирањето, како и во самите групи во различното време на складирање, се статистички значајни ($p \leq 0,05$). Тоа е резултат на оксидоредуктиивните процеси кои се одвиваат во текот на складирањето.

5.4.8. ТВК-број на сувата свинска печеница на почетокот на производниот процес и на крајот на рокот на употреба

ТБК-бројот претставува содржина на малоналдехид во mg/kg производ. Вредноста на ТВК-броевите, на почетокот на производството (12 часа по солењето) и на крајот на рокот на употреба (180 ден од производството), се прикажани во графиконот 10.



средните вредности со различна буква ($^{a-d}$) во колоната се статистички значајно ($p \leq 0,05$) различни

Графикон 10. Просечни ТВК – броеви (mg MA/kg) во текот на производниот процес и за време на складирањето кај сувата свинска печеница

Во текот на производниот процес (12 часа од солењето) ТВК-вредностите се движат во опсег од 0,115 до 0,116 mg MA/kg. Разликите помеѓу групите, иако се мали, се статистички значајни ($p \leq 0,05$).

Medić и сор. (2018) кај замрзнатиот свински грб, складиран 6 месеци на температура од -18 ^{0}C, констатирале 0,18 mg/kg малоналдехид. Хрватската агенција за храна (2014), при спроведување на истражувањата констатирала 0,13 mg/kg малоналдехид кај замрзнатиот свински грб, складиран 3 месеци на температура од -18 ^{0}C, додека кај истиот, складиран 6 месеци на температура од -18 ^{0}C, содржината на малоналдехид изнесувала 0,17 mg/kg.

Во ова истражување користен е замрзнат свински грб на -18 ^{0}C складиран 6 месеци. Содржината на малоналдехид е пониска од испитувањата на горенаведените автори. Тоа се должи, најверојатно, на отстранувањето на мастите од површината на свинскиот грб. Степенот на оксидација на мастите зависи од голем број фактори кои влијаат на оксидацијата на мастите во месото, како: температурата и времетраењето на складирање, содржината на кислород, светлината, содржината на масти, начинот на пакување, содржината на незаситени масни киселини, исхраната и полот на животното итн. (Sebranek и сор., 2005; Soyer и сор., 2010; Tironi и сор., 2010; Turgut и сор., 2017).

На крајот на рокот на употреба (180 дена по производството) разбирливо е да се зголемува ТБК-вредноста и таа се движи во интервал од 0,166 (III група) до 0,265 mg

MA/kg. Содржината на малоналдехид кај првата група е повисока заради тоа што, кај оваа група, не се користи воопшто нитритна сол. Нитритите, меѓудругото, поседуваат антиоксидативни карактеристики. Wood и сор. (2008) истакнуваат, доколку ТБК-вредноста е над 0,5 mg MA/kg, тоа може да се почувствува сериозно преку вкусот на всаленост од страна на потрошувачите.

Резултатите за содржината на малоналдехид изразени во mg/kg производ, кои ги добиле другите автори кај сувата свинска печеница, се доста променливи. Содржина на малоналдехид зависи од многу фактори. Еден од нив е и должината на зреењето и видот на производот (Cava и сор., 1999; Lorenzo и сор., 2008a). Krvavica и сор. (2016) кај далматинската печеница констатирале дека содржината на малоналдехид се движи од 0,26 до 0,31 mg/kg. Seong и сор. (2015) истакнуваат дека содржината на малоналдехид, при индустрискиот начин на производство на сувата свинска печеница, се движи во интервал од 0,36 до 0,58 mg/kg. Ventanas и сор. (2006) наведуваат дека, при производство на сува свинска печеница, содржината на малоналдехид се движи во опсег од 0,76 до 1,24 mg/kg.

Од прикажаните резултати од графиконот 10 може да се заклучи, дека кај сите пет групи сува свинска печеница, нема голема изразеност на оксидација на мастите во текот на производниот процес како и за време на складирањето на готовиот производ. Ова може да се објасни со употребата на квалитетна суровина, која е пакувана во вакуум и соодветно складирана. Отстранувањето на масното ткиво, исто така, придонесува за намалување на содржината на мастите. Gómez и Lorenzo (2013) наведуваат дека постои јака корелација ($r=0,829$; $p<0,01$) помеѓу малоналдехидот и содржината на масното ткиво. Краткиот период на зреење (18 дена) може да придонесе за пониската содржина на малоналдехид (графикон 10). Sun и сор., 2018 наведуваат дека ниската содржина на малоналдехид кај ферментираните колбаси произлегува од нивниот краток период на сушење и зреење.

Содржината на малоналдехид во I група сува свинска печеница е најголема за разлика од останатите групи. Повисока содржина на малоналдехид (2,6 mg/kg) забележале Lorenzo и Purriños (2013) кај сувата свинска печеница произведена без употреба на адитиви. Revilla и Quintana (2004) наведуваат дека, кај куленот, кој е произведен без употреба на нитритна сол, има многу повисока содржина на малоналдехид во споредба со примероците кои содржат или имаат намалена содржина на нитритна сол. Berardo и сор. (2016) и Karwowska и сор. (2019), го проучувале ефектот на намалувањето на нитритите врз оксидацијата на мастите во ферментирани и варени колбаси. Тие утврдиле значително повисока содржина на малоналдехид во колбасите произведени без употреба на нитрити во споредба со колбасите произведени со додавање на 150 mg/kg натриум нитрит. Тоа е резултат на силното антиоксидативно дејство на нитритите.

Кај сувите свински печеници, во кои има додадено блитва во прав, содржината на малоналдехид се движи од 0,184 mg/kg (IV група) до 0,188 mg/kg (V група). Овие вредности за содржината на малоналдехид се пониски од I негативно контролна група како и од II позитивно контролна група. Освен тоа што содржи висока содржина на нитрати, блитвата има антиоксидантни компоненти како што се фенолните киселини и флавоноидите (Bosch Bosch, 1985; Руо и сор., 2004). De la Hoz и сор. (1991) и Ponce и сор. (2003) посочуваат на високите антиоксидативни и антимикробни капацитети на блитвата. Употребата на блитва во прав (IV и V група) придонесе за статистички значајно ($p \leq 0,05$) пониска содржина на малоналдехид од II позитивно контролна група.

Групите на сува свинска печеница кои содржат стартер култури (III, IV и V) се одликуваат со статистички значајно ($p \leq 0,05$) пониска содржина на малоналдехид во однос на групите I и II, кои не содржат стартер култури (графикон 10).

5.4.9. Содржина на хистамин во сувата свинска печеница на почеток на производниот процес и на крајот на рокот на употреба

Хистаминот е биоген амин кој се создава во производите богати со протеини заради разградување на аминокиселината хистидин. Тој е еден од најпроучуваните биогени амини поради неговото негативно влијание врз човековото здравје (Šimat, 2010).

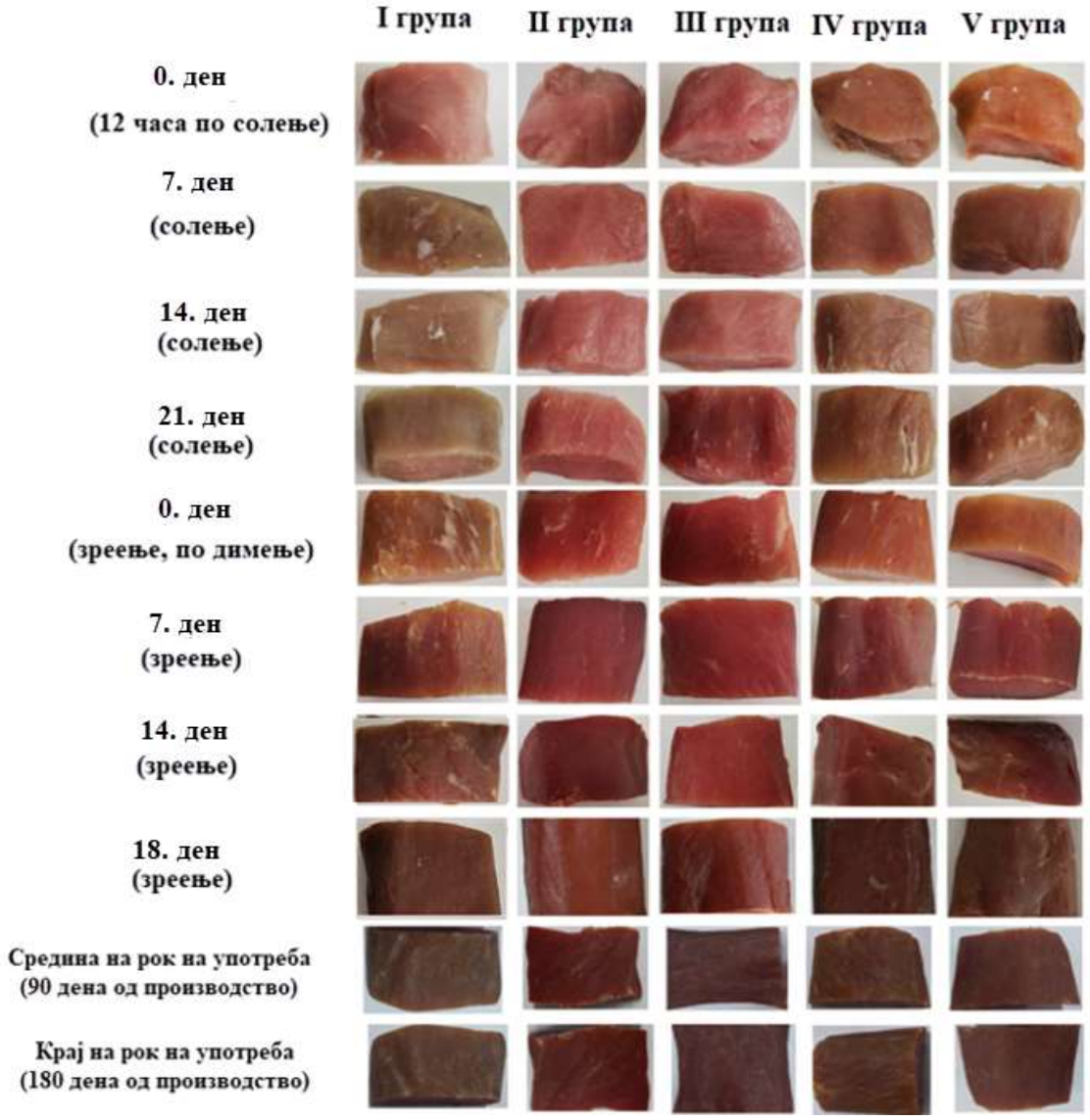
На почетокот на производниот процес (12 часа по солење) како и на крајот на рокот на употреба (180 дена по производството), кај ниту една од петте групи сува свинска печеница не е детектирано присуство на хистамин.

Добиените резултати се во согласност со литературните податоци. Поголем број автори, во нивните истражувања, не детектирале хистамин кај трајните сувомесни производи (Hernández-Jover и сор., 1997; Virgili и сор. 2007; Stadnik и Dolatowski, 2012).

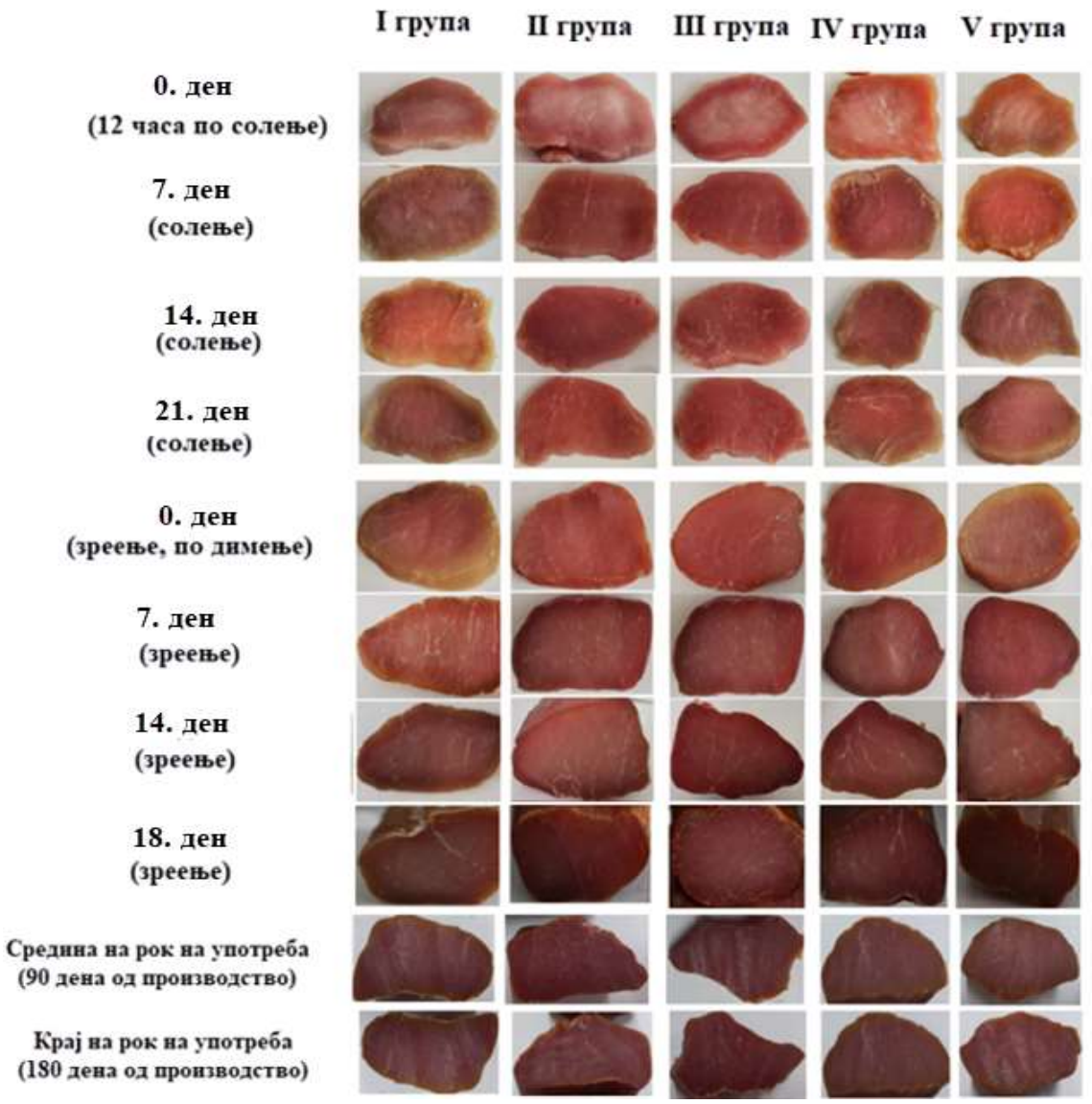
5.5. ИНСТРУМЕНТАЛНА АНАЛИЗА НА БОЈАТА НА СУВАТА СВИНСКА ПЕЧЕНИЦА ВО ТЕКОТ НА ПРОИЗВОДНИОТ ПРОЦЕС И ЗА ВРЕМЕ НА СКЛАДИРАЊЕТО

Постојат голем број фактори кои влијаат при изборот на храната, но, бојата е еден од клучните одлучувачки фактори (Zaki, 2013). Crisosto и сор. (2003) наведуваат дека е потребно на пазарот да се пласираат производи со својствена боја. Кога станува збор за бојата на месото и преработките од месо, потрошувачите очекуваат тие да имаат светлоцрвена боја. Потемната, бледата или кафената боја секогаш ја поврзуваат со недостаток на свежина и квалитет (Calnan, 2017).

На сликите 18 и 19 е прикажан развојот на бојата на површината и на свежиот напречен пресек на сувата свинска печеница, во текот на производниот процес, како и за време на складирањето, се до крајот на рокот на употреба.



Слика 18. Приказ на развојот на бојата на површината на сувата свинска печеница во текот на производниот процес и за време на складирањето до крајот на рокот на употреба



Слика 19. Приказ на развојот на бојата на свежиот напречен пресек на сувата свинска печеница во текот на производниот процес и за време на складирањето до крајот на рокот на употреба

5.5.1. Инструментално измерена L-вредност на површина и на свежиот напречен пресек на сувата свинска печеница во текот на производниот процес и за време на складирањето

Во табелата 17 се прикажани просечните L-вредности од инструменталната анализа на површината на сувата свинска печеница во текот на производниот процес, како и за време на складирањето.

На почетокот на производниот процес (12 часа по солењето), просечната L-вредност на површината се движи во интервал од 34, 40 (IV група) до 39,26 (II група). На крајот од солењето (21. ден од солењето), најтемна боја на површината, односно најниска L-вредност се забележува кај IV група (33,98), наспроти I група која има најсветла боја на површината, т.е. најниска L-вредност (40,82). По димењето и во текот на зреењето до 14 ден, L-вредноста кај сите пет групи, главно, се намалува (табела 17). Škaljac (2014)

посочува дека е утврдена висока корелација помеѓу намалувањето на L-вредноста и загубата на водата.

Табела 17. L-вредност на површина на сувата свинска печеница во текот на производниот процес и за време на складирање (Duncanov test, $\alpha = 0,05$)

Производна фаза	Групи сува свинска печеница				
	I	II	III	IV	V
	$\bar{x} \pm SD$				
0. ден (12 часа по солење)	$37,71 \pm 1,91^{bC}$	$39,26 \pm 1,01^{aA}$	$36,65 \pm 0,79^{cC}$	$34,40 \pm 1,23^{dCB}$	$36,27 \pm 1,07^{cA}$
7. ден (солење)	$40,73 \pm 1,63^{aA}$	$37,27 \pm 1,05^{bC}$	$36,12 \pm 0,93^{cC}$	$36,23 \pm 1,15^{cA}$	$37,02 \pm 1,39^{bA}$
14. ден (солење)	$39,28 \pm 0,81^{aB}$	$38,28 \pm 0,91^{bB}$	$38,94 \pm 1,32^{baA}$	$34,92 \pm 1,49^{cB}$	$35,25 \pm 2,07^{cB}$
21. ден (солење)	$40,82 \pm 1,19^{aA}$	$39,03 \pm 1,10^{bA}$	$38,05 \pm 1,07^{bB}$	$33,98 \pm 2,09^{cC}$	$34,04 \pm 3,55^{cC}$
0. ден (зреење, по димење)	$35,27 \pm 2,38^{aD}$	$33,25 \pm 2,00^{bD}$	$32,40 \pm 1,47^{bD}$	$27,14 \pm 1,25^{dD}$	$29,32 \pm 2,97^{cD}$
7. ден (зреење)	$25,37 \pm 1,36^{cI}$	$26,58 \pm 0,55^{bG}$	$27,41 \pm 1,67^{aE}$	$24,39 \pm 0,92^{dF}$	$24,73 \pm 1,34^{dE}$
14. ден (зреење)	$26,24 \pm 0,84^{aH}$	$24,01 \pm 0,99^{cH}$	$25,46 \pm 1,46^{bG}$	$25,35 \pm 1,06^{bE}$	$25,13 \pm 1,83^{bE}$
18. ден (зреење, крај на производство)	$27,92 \pm 0,78^{aF}$	$27,80 \pm 1,01^{aF}$	$26,46 \pm 0,76^{bF}$	$21,12 \pm 0,94^{dH}$	$22,84 \pm 0,98^{cG}$
Средина на рок на употреба (90 дена од производство)	$29,58 \pm 1,14^{aE}$	$30,03 \pm 1,17^{aE}$	$24,65 \pm 0,98^{bH}$	$22,57 \pm 0,92^{cG}$	$24,29 \pm 1,00^{bGFE}$
Крај на рок на употреба (180 дена од производство)	$27,15 \pm 1,24^{bG}$	$29,74 \pm 1,19^{aE}$	$23,80 \pm 0,87^{cI}$	$22,21 \pm 0,86^{dG}$	$23,41 \pm 0,71^{cG}$

$\bar{x}$ - средна вредност; SD - стандардна девијација; средните вредности со различна буква ($^{a-d}$) во редот се статистички значајно ($p \leq 0,05$) различни; средните вредности со различна буква ($^{A-C}$) во колоната се статистички значајно($p \leq 0,05$) различни.

На крајот од производниот процес (18. ден од зреењето), L-вредноста на површината се движи од 21,12 (IV група) до 27,92 (I група). Најсветла боја се забележува кај I група, додека IV група има најтемна боја.

Некои автори посочуваат дека пониската содржина на масти придонесува за пониска L-вредност (Reagan и сор.,1983; Hand и сор., 1987; Claus и сор., 1990). Пониската L-вредност на површината кај сите групи сува печеница, освен поради загубата на влага, може да се должи и на отстранувањето на масното ткиво и фасциите од парчињата свински грб.

Од приложената табела 17 може да се види дека на 18. ден од зреењето (крај на производниот процес) најниска L-вредност на површината, односно најтемна боја има кај групите IV и V, во кои има додадено блитва во прав.

Разликите помеѓу поодделните групи, во текот на производниот процес, како и разликите во поодделните фази на самите групи, се статистички значајни ($p \leq 0,05$).

Од табелата 17 може да се забележи промена на L-вредноста, на површината на сувата свинска печеница, за време на складирањето. На средината на рокот (90 дена од производството) L-вредноста се движи во опсег од 22,57 (IV група) до 30,03 (II група). На крајот од рокот на употреба (180 дена од производството) L-вредноста, на површината, кај сите пет групи се намалува. Таа се движи во интервал од 22,21 (IV група) до 29,74 (II група).

За време на складирањето, разликите во L-вредностите на површината, помеѓу поодделните групи, како и во самите групи, при различното време на складирање, се статистички значајни ($p \leq 0,05$).

Во табелата 18 се прикажани просечните L-вредности од инструменталната анализа на свежиот напречен пресек на сувата свинска печеница во текот на производниот процес и за време на складирањето.

Табела 18. L-вредност на свеж напречен пресек на сувата свинска печеница во текот на производниот процес и за време на складирањето (Duncanov test, $\alpha = 0,05$)

Производна фаза	Групи сува свинска печеница				
	I	II	III	IV	V
	$\bar{x} \pm SD$				
0. ден (12 часа по солење)	$46,37 \pm 2,03^{aA}$	$45,72 \pm 2,37^{baA}$	$44,51 \pm 3,65^{cbA}$	$42,55 \pm 2,38^{dA}$	$43,09 \pm 3,79^{dcA}$
7. ден (солење)	$38,04 \pm 1,09^{bC}$	$39,26 \pm 0,49^{aC}$	$35,10 \pm 1,08^{dD}$	$34,67 \pm 1,14^{dD}$	$37,55 \pm 0,78^{cC}$
14. ден (солење)	$38,54 \pm 1,06^{bC}$	$39,47 \pm 0,89^{aC}$	$35,42 \pm 1,55^{dD}$	$35,68 \pm 1,06^{dC}$	$36,76 \pm 1,38^{cC}$
21. ден (солење)	$41,84 \pm 1,33^{aB}$	$41,76 \pm 1,63^{aB}$	$38,17 \pm 1,78^{cC}$	$36,76 \pm 0,69^{dB}$	$39,89 \pm 1,87^{bB}$
0. ден (зреење, по димење)	$36,91 \pm 0,56^{bD}$	$39,70 \pm 1,17^{aC}$	$39,16 \pm 1,28^{aB}$	$32,21 \pm 0,70^{cE}$	$39,12 \pm 1,41^{aB}$
7. ден (зреење)	$34,64 \pm 2,55^{aF}$	$34,68 \pm 2,07^{aD}$	$32,48 \pm 1,98^{bE}$	$30,70 \pm 0,80^{cF}$	$33,71 \pm 3,22^{aD}$
14. ден (зреење)	$36,87 \pm 0,74^{aD}$	$32,23 \pm 2,07^{bF}$	$30,59 \pm 2,27^{cF}$	$30,98 \pm 2,19^{cF}$	$31,62 \pm 2,20^{cbE}$
18. ден (зреење, крај на производство)	$34,23 \pm 1,24^{aF}$	$31,60 \pm 1,17^{bF}$	$28,42 \pm 0,97^{cG}$	$28,98 \pm 1,47^{cHG}$	$31,19 \pm 1,47^{bFE}$
Средина на рок на употреба (90 дена од производство)	$35,76 \pm 1,24^{aE}$	$33,83 \pm 1,42^{bE}$	$26,41 \pm 1,23^{eH}$	$28,52 \pm 0,84^{dH}$	$30,03 \pm 0,97^{cG}$
Крај на рок на употреба (180 дена од производство)	$33,42 \pm 1,33^{aG}$	$33,45 \pm 1,47^{aE}$	$26,10 \pm 1,24^{dH}$	$29,44 \pm 1,63^{cG}$	$30,21 \pm 1,44^{bGF}$

$\bar{x}$ - средна вредност; SD - стандардна девијација; средните вредности со различна буква ($^{a-d}$) во редот се статистички значајно ($p \leq 0,05$) различни; средните вредности со различна буква ($^{A-C}$) во колоната се статистички значајно ($p \leq 0,05$) различни.

На почетокот на производниот процес (12 часа по солењето), L-вредноста на свежиот напречен пресек се движи во интервал од 42, 55 (IV група) до 46,37 (I група). На крајот од солењето (21. ден од солењето), најтемна боја на свеж напречен пресек, односно најниска L-вредност се забележува кај IV група (36,76), наспроти I група која има најсветла боја односно највисока L-вредност (41,84).

По завршувањето на димењето, L-вредноста на свежиот напречен пресек кај сите пет групи, главно, се намалува и таа се движи во опсег од 32,21(IV група) до 39,70 (II група). Во текот на зреењето се забележува промена на L-вредноста на свежиот напречен пресек. На крајот од производниот процес (18. ден од зреењето), најсветла боја на свеж напречен пресек се забележува кај I група (34,23), а најтемна кај III група (28,42).

Добиените L-вредности се пониски во споредба со L-вредностите измерени кај слични трајни сувомесни производи така, Pérez-Álvarez и сор. (1999), кај шпанската пршута, утврдиле дека L-вредностите се движат од 34,8-38,8, додека Laureati и сор. (2014) наведуваат дека, кај италијанската пршута, L-вредностите се движат од 37,9-38,0. Поништата L-вредност е поради намалувањето на содржината на вода за време на сушењето и зреењето, што придонесува за повисока густина во парчето месо. Тоа, пак,

предизвикува поинтензивна апсорпција на светлината и перцепирање на бојата како потемна (Hunt, 1980; De Maere и сор., 2016).

Разликите, во L-вредностите на свежиот напречен пресек, меѓу поодделните групите, во текот на производниот процес, како и во самите групи во поодделните производни фази, се статистички значајни ($p \leq 0,05$).

Од табелата 18 може да се забележи промена на L-вредноста на свежиот напречен пресек на сувата свинска печеница, за време на складирањето. На средина на рокот (90 дена по производството) L- вредноста се движи во опсег од 26,41 (III група) до 35,76 (I група). На крајот од рокот на употреба (180 дена по производството) L-вредноста, на свежиот напречен пресек, кај сите пет групи се намалува. Таа се движи во интервал од 26,10 (III група) до 33,42 (I група). Како што може да се забележи од табелата 18, групите III, IV и V, во кои има додадено стартер култури, имаат потемна боја на свежиот напречен пресек и по истекот на рокот на употреба.

За време на складирањето, разликите во L-вредноста на свежиот напречен пресек, помеѓу поодделните групи, како и во самите групи, при различно време на скалдирање, се статистички значајни ($p \leq 0,05$).

5.5.2. Инструментално измерена a-вредност на површина и на свеж напречен пресек на сувата свинска печеница во текот на производниот процес и за време на складирањето

Разликите од инструментално измерените a-вредности на површината на сувата свинска печеница во текот на производниот процес и за време на складирањето се прикажани во табелата 19.

Табела 19. a-вредност на површина на сувата свинска печеница во текот на производниот процес и за време на складирањето (Duncanov test, $\alpha = 0,05$)

Производна фаза	Групи сува свинска печеница				
	I	II	III	IV	V
	$\bar{x} \pm SD$				
0. ден (12 часа по солење)	1,67 ± 0,58^{eC}	3,51 ± 0,57^{bF}	4,25 ± 0,44^{aG}	2,95 ± 0,84^{cD}	2,40 ± 0,68^{dD}
7. ден (солење)	-1,01 ± 1,00^{eE}	3,65 ± 0,62^{bF}	4,89 ± 1,04^{aF}	1,77 ± 1,31^{cE}	1,24 ± 0,92^{dFE}
14. ден (солење)	-1,26 ± 0,55^{dE}	5,42 ± 0,76^{bD}	5,96 ± 1,27^{aD}	1,73 ± 0,72^{cE}	1,67 ± 1,02^{cE}
21. ден (солење)	-1,87 ± 0,90^{dF}	4,56 ± 0,47^{bE}	5,40 ± 0,75^{aE}	1,08 ± 0,69^{cF}	0,99 ± 0,54^{cF}
0. ден (зреење, по димење)	1,03 ± 0,77^{eD}	6,77 ± 0,71^{bB}	8,29 ± 0,86^{aBA}	4,65 ± 0,56^{cC}	4,18 ± 1,29^{dC}
7. ден (зреење)	3,47 ± 0,63^{eA}	7,35 ± 0,61^{bA}	8,68 ± 0,68^{aA}	5,27 ± 0,47^{cB}	4,93 ± 0,77^{dB}
14. ден (зреење)	3,21 ± 0,69^{eA}	7,44 ± 0,85^{bA}	8,46 ± 0,57^{aA}	6,77 ± 0,91^{cA}	6,03 ± 0,95^{dA}
18. ден (зреење, крај на производство)	2,14 ± 0,34^{dB}	6,05 ± 0,58^{bC}	7,74 ± 0,87^{aC}	4,93 ± 0,73^{cCB}	4,64 ± 0,77^{cB}
Средина на рок на употреба (90 дена од производство)	1,91 ± 0,35^{dCB}	5,82 ± 0,57^{bC}	7,99 ± 0,88^{aCB}	5,14 ± 0,75^{cB}	4,78 ± 0,82^{cB}
Крај на рок на употреба (180 дена од производство)	1,84 ± 0,36^{eCB}	5,75 ± 0,55^{bDC}	7,92 ± 0,89^{aCB}	5,06 ± 0,74^{cCB}	4,68 ± 0,79^{dB}

$\bar{x}$ - средна вредност; SD-стандардна девијација; средните вредности со различна буква ($^{a-d}$) во редот се статистички значајно ($p \leq 0,05$) различни; средните вредности со различна буква ($^{A-C}$) во колоната се статистички значајно ($p \leq 0,05$) различни.

Како што може да се констатира од табелата 19, 12 часа по солењето а-вредноста, односно уделот на црвената боја, на површината, кај сувата свинска печеница се движи од 1,67 (I група) до 4,25 (III група). Во текот на солењето, кај групите I, IV и V, се забележува намалување на а-вредноста. Кај I група во текот на солењето се забележуваат негативни а-вредности, односно поголем е уделот на зелената боја во однос на црвената боја на површината. Зголемување на а-вредноста во текот солењето се забележува кај II и III група, кои се солени со нитритна сол. На крајот од солењето (21. ден од солењето) а-вредноста се движи од -1,87 (I група) до 5,40 (III група). Разликите меѓу а-вредностите, на површината на печениците, меѓу поодделните групи, во текот на солењето, се статистички значајни ($p \leq 0,05$). Значи нитритната сол статистички сигнификатно ($p \leq 0,05$) влијае врз зголемувањето на уделот на црвента боја на површината на печениците.

Како што може да се види од табелата 19, а-вредноста на површината, по завршување на димењето, кај сите пет групи сува свинска печеница, се зголемува. Таа се движи во опсег од 1,03 (I група) до 8,29 (III група). Кај IV и V група, во кои има додадено блитва во прав, поради зголемувањето на температурата за време на димењето се згоелмува и активноста на нитрат редуктивните бактерии, присутни во стартер културата, што влијае врз редуцирање на нитратите во нитрити. Нитритите придонесуваат за зголемување на а-вредностите на површината на печеницата и врз развојот на црвената боја. Од табелата 19 може да се види дека, кај III група, во која има додадено стартер култури, има поголема а-вредност (8,29), во споредба со II позитивно контролната група која има помала а-вредност (6,77). Разликите во а-вредностите помеѓу III и II група се статистички значајни ($p \leq 0,05$). Тоа значи дека стартер културата, во кои има нитрат редуктивни бактерии, статистички сигнификантно ($p \leq 0,05$) влијаат врз зголемување на а-вредноста на површината на печеницата, односно врз развојот на црвената боја.

Во текот на зреењето, односно до 14. ден од зреењето, а-вредностите на површината на сувата свинска печеница се зголемуваат кај сите групи. На крај на производниот процес (18. ден од зреењето) а-вредностите кај сувата свинска печеница се движат во распон од 2,14 (I група) до 7,74 (III група). Очекувано е I група, која е солена само со готварска сол, да има и најмала а-вредност. Разликите во а-вредностите на површината кај сувата свинска печеница меѓу I група и со останатите групи (II, III, IV и V) се статистички значајни ($p \leq 0,05$). Статистички значајни ($p \leq 0,05$) се и разликите во а-вредностите на површината на сувата свинска печеница помеѓу II и III група. Тоа значи дека додадената стартер култура во III група статистички значајно ($p \leq 0,05$) влијае врз развојот на црвената боја на површината на сувата свинска печеница. Кај групите сува свинска печеница, во кои има додадено блитва во прав од различни производители (IV и V група), не е констатирана статистички значајна разлика. Групите печеници, во кои има блитва во прав (IV и V) имаат статистички значајно ($p \leq 0,05$) повисоки а-вредности во споредба со I група, во која има само готварска сол.

Како што може да се види од табелата 19, разликите во а-вредностите на површината кај сувата свинска печеница помеѓу поодделните производни фази, во самите групи, се статистички значајни ($p \leq 0,05$).

За време на складирањето од крај на производството (18. ден зреење) до средина на рокот на употреба (деветесеттиот ден од производство) кај I и II група има константно намалување на а-вредностите на површината, додека кај III, IV и V група се забележува зголемување на а-вредностите на средина на рокот на употреба (90 дена по производството). На крај на рокот на употреба (180 дена по производството) се забележува мало намалување на а-вредностите кај сите пет групи. Како што може да се види од табелата 19, а-вредностите се движат во интервал од 1,84 (I група) до 7,92 (III група).

Разликите во a-вредностите, на површината на печениците, меѓу поодделните групи, во текот на складирањето, како и во самите групи, за време на складирањето, се статистички значајни ($p \leq 0,05$).

Во табелата 20 се прикажани разликите од инструментално измерените a-вредности на свежиот напречен пресек, кај сувата свинска печеница, во текот на производниот процес и за време на складирањето.

Табела 20. a-вредност на свеж напречен пресек на сувата свинска печеница во текот на производниот процес и за време на складирањето (Duncanov test, $\alpha = 0,05$)

Производна фаза	Групи сува свинска печеница				
	I	II	III	IV	V
	$\bar{x} \pm SD$				
0. ден (12 часа по солење)	$1,61 \pm 0,88^{dB}$	$3,14 \pm 0,77^{bE}$	$5,23 \pm 1,29^{aF}$	$2,71 \pm 1,17^{cbE}$	$2,28 \pm 0,88^{cE}$
7. ден (солење)	$2,81 \pm 0,88^{cA}$	$4,93 \pm 1,39^{bD}$	$6,34 \pm 1,14^{aE}$	$2,81 \pm 0,66^{cE}$	$2,62 \pm 0,89^{cED}$
14. ден (солење)	$2,83 \pm 1,14^{cA}$	$5,05 \pm 0,44^{bD}$	$6,64 \pm 1,10^{aED}$	$3,15 \pm 1,07^{cED}$	$2,93 \pm 0,83^{cD}$
21. ден (солење)	$1,89 \pm 1,09^{dB}$	$6,14 \pm 1,52^{bC}$	$7,02 \pm 0,90^{aD}$	$3,40 \pm 1,47^{cD}$	$3,05 \pm 0,83^{cD}$
0. ден (зреење, по димење)	$2,05 \pm 0,63^{dB}$	$7,07 \pm 1,11^{bB}$	$7,84 \pm 0,95^{aC}$	$5,20 \pm 1,20^{cC}$	$4,95 \pm 1,05^{cC}$
7. ден (зреење)	$2,67 \pm 0,85^{dBA}$	$7,09 \pm 1,17^{bB}$	$8,34 \pm 1,25^{aC}$	$5,95 \pm 1,03^{cB}$	$5,43 \pm 1,04^{cB}$
14. ден (зреење)	$2,88 \pm 0,77^{daA}$	$9,17 \pm 1,90^{bA}$	$10,56 \pm 0,80^{aB}$	$7,05 \pm 0,95^{cA}$	$6,55 \pm 0,98^{cA}$
18. ден (зреење, крај на производство)	$3,09 \pm 0,97^{eA}$	$9,62 \pm 1,08^{bA}$	$10,86 \pm 0,84^{aBA}$	$7,34 \pm 0,69^{cA}$	$6,73 \pm 0,68^{dA}$
Средина на рок на употреба (90 дена од производство)	$2,81 \pm 0,94^{eA}$	$9,39 \pm 1,08^{bA}$	$11,13 \pm 0,85^{aA}$	$7,54 \pm 0,72^{cA}$	$7,00 \pm 0,81^{dA}$
Крај на рок на употреба (180 дена од производство)	$2,68 \pm 1,02^{eA}$	$9,27 \pm 1,09^{bA}$	$11,05 \pm 0,85^{aBA}$	$7,47 \pm 0,73^{cA}$	$6,89 \pm 0,76^{dA}$

$\bar{x}$ - средна вредност; SD - стандардна девијација; средните вредности со различна буква ($^{a-d}$) во редот се статистички значајно ($p \leq 0,05$) различни; средните вредности со различна буква ($^{A-C}$) во колоната се статистички значајно ($p \leq 0,05$) различни.

Како што може да се констатира од табелата 20, a-вредностите, односно уделот на црвената боја на свежиот напречен пресек, 12 часа по солењето, се движи од 1,61 (I група) до 5,23 (III група). Очекувано е кај II и III група, каде има додадено нитритна сол, уделот на a-вредноста да се зголемува поради формирањето на нитрозилмиоглобинот. Разбирливо е I група, која е солена само со готварска сол, да има и најниска a-вредност. Исто така, и кај IV и V група, a-вредноста има пониска вредност за разлика од групите сува свинска печеница во кои има додадено нитритна сол. Во текот на солењето се забележува зголемување на a-вредностите кај сите групи. На крајот на солењето, на свежиот напречен пресек, кај III група (7,02) се забележува најголем развој на црвената боја, наспроти I група (1,89) која на крајот од солењето има најслабо развиена црвена боја.

По завршувањето на димењето се зголемува a-вредноста на свежиот напречен пресек кај сите пет групи сува свинска печеница. За време на димењето, со зголемувањето на температурата се зголемува и активноста на нитрат редуктивните бактерии кои се застапени во стартер културите кај IV и V група во кои има додадено блитва во прав. Тие придонесуваат да се редуцираат нитратите во нитрити, со што се

овозможува развој на црвената боја. Исто така и кај III група, додадената стартер култура придонесува за развој на поцрвена боја на свежиот пресек, споредено со II група (позитивна контролна).

Доколку се набљудува динамиката на развојот на црвената боја, во текот на зреењето (табела 20), може да се забележи дека во текот на целиот процес на зреење, кај сите групи сува свинска печеница, на напречен пресек, се зголемува a-вредноста а со тоа и развојот на црвената боја (слика 19). На крајот од производниот процес највисока a-вредност се забележува кај III група (10,86) која има развиено најубава црвена боја, наспроти I група (3,09) која има најниска a-вредност, а со тоа и најслабо развиена црвена боја на напречен свеж пресек.

Milojčić и сор. (2015) наведуваат дека a-вредноста, кај сувата свинска печница произведена во Босна и Херцеговина се движи од 4,15 до 4,81. Додека Puljić (2022) кај Херцеговската печеница констатирала дека a-вредноста се движи од 10,07 до 10,41.

Како што може да се види од табелите 19 и 20, додадената стартер култура кај III група има статистичко значајно ($p \leq 0,05$) влијание врз зголемувањето на уделот на црвената боја споредено со II позитивно контролна група каде е додадена нитритна сол.

Danov и сор. (2014) констатирале повисока a-вредност, на крајот од производниот процес, кај бугарската традиционална сува свинска печеница „Елена“ кај која има додадено стартер култура во споредба со контролната во која има додадено само нитритна сол.

Од табелата 20 може да се констатира дека, на крајот од производниот процес (18. ден зреење), кај примероците произведени со блитва во прав, a-вредностите се движат од 6,73 (V група) до 7,34 (IV група). Разликата помеѓу примероците произведени со блитва во прав, од различни производители, е статистички значајна ($p \leq 0,05$). Можна причина, за оваа разлика помеѓу групите произведени со блитва во прав, е различната содржина на нитрати во блитвата во прав. Како и да е, кај обете групи печеници, произведени со блитва во прав од различни производители, се развива убава црвена боја.

При употреба на целер во прав, како природен извор на нитрити, Sindelar и сор. (2007) истакнуваат дека инјектираниот раствор од целер во прав, во комбинација со стартер култури, не влијае значајно врз a-вредноста, во споредба со групата во која се инјектирани нитрити.

Kim и сор. (2019a) утврдиле највисока a-вредност од 11,46 при употреба на претходно конвертирани нитрити од спанаќ, (100 g спанаќ во прав растворен во 1000 ml дестилирана вода во комбинација со стартер култура што се инкубира на температура од 30 °C во времетраење од 24 часа).

Позитивни резултати од употребата на блитва во прав, како природен извор на нитрити, при производството на полутрајна свинска печеница, добиле и Kim и сор. (2019c) со користење на претходно конвертирани нитрити. Тие употребувале замрзната блитва во прав, растворена во вода со додавање на стартер култури. Течноста била инкубирана 24 часа на температура од 37 ^{0}C, при што нитратите се редуцираат до нитрити. Ферментираната блитва е инјектирана во парчињата од свинскиот грб. При тоа констатирале највисока a- вредност (9,08), односно највисок удел на црвената боја е измерен кај печеницата во која има 40 % инјектирано од ферментираната блитва.

Silovska Nikolova и сор. (2022) наведуваат дека, во земјите од Европската Унија, за разлика од САД и Азија, не е дозволена употребата на претходно ферментирана саламура која во себе содржи нитрати.

Како што може да се види од табелата 20, разликите меѓу a-вредностите, на свежиот напречен пресек на сувата свинска печница, во поодделните производни фази во самите групи се статистички значајни ($p \leq 0,05$). Причина за ова се различните компоненти кои се застапени во сувата саламура, pH-вредноста, температурата итн.

За време на складирањето, од приложената табела 20, може да се забележи дека, на средината на рокот на употреба (90 дена по производството), кај III, IV и V група, во кои има додадено стартер култури, се забележува зголемување на a-вредностите. На крајот на складирањето (180 дена по производството), кај сите пет групи сува свинска печеница, се забележува незначително намалување на a-вредностите. Тие се движат во интервал од 2,68 (I група) до 11,05 (III група).

5.5.3. b-вредност на површина и на свеж напречен пресек на сувата свинска печеница во текот на производниот процес и за време на складирањето

Во табелата 21 се прикажани просечните b-вредности од инструменталната анализа на површината на сувата свинска печеница, во текот на производниот процес, како и за време на складирањето.

Табела 21. b-вредност на површина на сувата свинска печеница во текот на производниот процес и за време на складирањето (Duncanov test, $\alpha = 0,05$)

Производна фаза	Групи сува свинска печеница				
	I	II	III	IV	V
	$\bar{x} \pm SD$				
0. ден (12 часа по солење)	$3,04 \pm 0,97^{bF}$	$2,37 \pm 0,82^{bF}$	$2,74 \pm 1,22^{bGF}$	$4,61 \pm 1,29^{aDC}$	$4,86 \pm 1,76^{aB}$
7. ден (солење)	$4,53 \pm 0,82^{aED}$	$2,36 \pm 0,92^{bF}$	$2,59 \pm 1,42^{bG}$	$4,90 \pm 0,76^{aDC}$	$5,02 \pm 1,81^{aB}$
14. ден (солење)	$6,09 \pm 1,11^{baB}$	$5,10 \pm 1,15^{cB}$	$5,57 \pm 1,27^{cbB}$	$6,22 \pm 0,61^{baB}$	$6,27 \pm 1,80^{aA}$
21. ден (солење)	$5,49 \pm 1,35^{aC}$	$3,64 \pm 1,23^{bD}$	$3,67 \pm 0,81^{bED}$	$5,12 \pm 1,43^{aC}$	$5,38 \pm 1,72^{aB}$
0. ден (зреење, по димење)	$8,43 \pm 1,03^{aA}$	$6,18 \pm 0,92^{dA}$	$7,43 \pm 0,81^{bA}$	$6,87 \pm 1,16^{cbA}$	$6,43 \pm 1,56^{dcA}$
7. ден (зреење)	$6,45 \pm 1,46^{aB}$	$4,39 \pm 0,93^{cbC}$	$4,92 \pm 1,17^{bC}$	$3,86 \pm 0,85^{dcE}$	$3,61 \pm 1,16^{dC}$
14. ден (зреење)	$5,94 \pm 1,58^{aCB}$	$3,71 \pm 1,04^{dD}$	$4,04 \pm 1,03^{dcD}$	$4,55 \pm 0,95^{cbD}$	$4,93 \pm 1,68^{bB}$
18. ден (зреење, крај на производство)	$4,40 \pm 0,57^{aED}$	$3,33 \pm 0,77^{bED}$	$3,19 \pm 0,94^{bFE}$	$2,44 \pm 0,87^{cG}$	$2,55 \pm 1,03^{cD}$
Средина на рок на употреба (90 дена од производство)	$4,73 \pm 0,59^{aD}$	$3,00 \pm 0,82^{bE}$	$3,96 \pm 0,49^{aD}$	$3,83 \pm 0,86^{aE}$	$3,91 \pm 1,00^{aC}$
Крај на рок на употреба (180 дена од производство)	$4,08 \pm 0,58^{aE}$	$3,65 \pm 0,84^{baD}$	$3,91 \pm 1,02^{baD}$	$3,18 \pm 0,81^{cF}$	$3,45 \pm 1,03^{cbC}$

$\bar{x}$ - средна вредност; SD - стандардна девијација; средните вредности со различна буква ($^{a-d}$) во редот се статистички значајно ($p \leq 0,05$) различни; средните вредности со различна буква ($^{A-C}$) во колоната се статистички значајно ($p \leq 0,05$) различни.

На почетокот на солењето (12 часа по солењето), b-вредноста се движи во интервал од 2,37 (II група) до 4,86 (V група). Од табелата 21 може да се забележи дека, во текот на солењето, b-вредноста, на површината, константно се зголемува кај IV и V група, за разлика од останатите групи (I, II и III) каде b-вредноста во текот на солењето се намалува и зголемува. На крајот од солењето највисока b-вредност, односно најголем удел на жолта боја се забележува кај I група (5,49), додека најниска b-вредност се забележува кај II група (3,64). По завршување на димењето, кај сите пет групи, се забележува зголемување на b-вредноста. Таа се движи во интервал од 6,18 (II група) до 8,43 (I група). На крајот од производниот процес, односно 18. ден од зреењето, највисока

b-вредност се забележува кај I група (4,40), додека IV група има најниска b-вредност (2,44).

Разликите помеѓу поодделните групи, во текот на производниот процес, и поодделни производни фази, во самите групи, се статистички значајни ($p \leq 0,05$).

Во текот на складирањето настануваат промени кај b-вредноста на површината на сувата свинска печеница. На крајот на рокот на употреба (180. ден по производството), b-вредноста се движи во интервал од 3,18 (IV група) до 4,08 (I група).

За време на складирањето, разликите помеѓу поодделните групи како и во самите групи при различното време на складирање, се статистички значајни ($p \leq 0,05$).

Во табелата 22 се прикажани просечните b-вредности од инструменталната анализа на свеж напречен пресек на сувата свинска печеница во текот на производниот процес, како и за време на складирањето.

Табела 22. b-вредност на свеж напречен пресек на сувата свинска печеница во текот на производниот процес и за време на складирањето (Duncanov test, $\alpha = 0,05$)

Производна фаза	**Групи сува свинска печеница**				
	I	**II**	**III**	**IV**	**V**
			$\bar{x}$ ± SD		
0. ден (12 часа по солење)	4,41 ± 0,84^{bB}	3,66 ± 0,94^{cB}	5,40 ± 0,91^{aA}	5,13 ± 1,25^{aA}	5,32 ± 1,08^{aA}
7. ден (солење)	4,35 ± 1,24^{aB}	3,17 ± 1,29^{bCB}	3,24 ± 0,82^{bDC}	3,26 ± 0,78^{bDC}	3,40 ± 0,93^{bB}
14. ден (солење)	5,52 ± 1,24^{aA}	4,20 ± 0,53^{bA}	5,31 ± 0,74^{aA}	5,40 ± 0,94^{aA}	5,05 ± 1,18^{aA}
21. ден (солење)	4,19 ± 1,05^{baB}	4,58 ± 1,10^{aA}	3,78 ± 1,07^{cbB}	3,52 ± 0,94^{cC}	3,30 ± 0,77^{cB}
0. ден (зреење, по димење)	2,10 ± 0,72^{cDC}	3,65 ± 1,00^{aB}	3,51 ± 1,10^{aCB}	2,83 ± 0,69^{bED}	2,72 ± 0,86^{bC}
7. ден (зреење)	2,29 ± 0,96^{bDC}	2,69 ± 0,80^{baC}	2,80 ± 0,97^{aED}	2,57 ± 0,65^{baE}	2,81 ± 0,52^{aC}
14. ден (зреење)	2,18 ± 0,90^{bDC}	2,92 ± 0,81^{aC}	2,82 ± 0,91^{aED}	2,91 ± 1,28^{aED}	2,75 ± 0,75^{baC}
18. ден (зреење, крај на производство)	2,11 ± 0,75^{cDC}	2,68 ± 1,12^{baC}	2,70 ± 0,96^{baE}	2,84 ± 1,09^{aED}	2,26 ± 0,85^{cbD}
Средина на рок на употреба (90 дена од производство)	2,44 ± 0,71^{cC}	2,72 ± 0,92^{cC}	2,86 ± 0,58^{cED}	4,24 ± 1,19^{aB}	3,62 ± 0,93^{bB}
Крај на рок на употреба (180 дена од производство)	1,79 ± 0,73^{aD}	3,01 ± 1,04^{bC}	3,10 ± 0,75^{bEDC}	3,74 ± 1,23^{aCB}	3,19 ± 0,95^{bCB}

$\bar{x}$ - средна вредност; SD - стандардна девијација; средните вредности со различна буква ($^{a-d}$) во редот се статистички значајно ($p \leq 0,05$) различни; средните вредности со различна буква ($^{A-C}$) во колоната се статистички значајно ($p \leq 0,05$) различни.

На почетокот на солењето b-вредноста се движи во интервал од 3,66 (II група) до 5,40 (III група). На крајот од солењето највисока b-вредност, односно најголем удел на жолта боја се забележува кај II група (4,58), додека најниска b-вредност се забележува кај V група (3,30). Од табелата 22 може да се констатира дека, по завршување на процесот на димење, доаѓа до намалување на b-вредноста на свежиот напречен пресек кај сите групи сува свинска печеница. Таа се движи во интервал од 2,10 (I група) до 3,65 (II група). На крајот од производниот процес, односно 18. ден од зреењето, не се забележува голема разлика во b-вредностите на свежиот напречен пресек помеѓу групите сувата свинска печеница. Тие се движат од 2,11 (I група) до 2,84 (IV група).

Milojčić и сор. (2015) истакнуваат дека b-вредностите, кај сувата свинска печеница произведена во Босна и Херцеговина, се движат во интервал од 5,59 до 7,04, додека кај

сувата свинска печеница произведена во Црна Гора, забележале пониски b-вредности (4,23 - 5,03). Повисоки b-вредности (17,93 - 18,86) забележала Puljić (2022) кај Херцеговската печеница.

Kim и сор. (2019c) истакнуваат дека, кај групите на полутрајна сува печеница во кои е инјектирана ферментирана блитва во прав, која содржи претходно конвертирани нитрити, b-вредностите се движат од 7,30 до 8,42.

Bozkurt и Bayram (2006) сметаат дека ниските b-вредности, кај ферментираните колбаси, се во корелација со микроорганизмите, кои во текот на ферментацијата користат кислород, при што придонесуваат да се намали количеството на оксимиглобинот.

Разликите помеѓу поодделни групи, во текот на производниот процес, како и во самите групи, во поодделните производни фази, се статистички значајни ($p \leq 0,05$).

Во текот на складирањето настануваат промени кај b-вредностите на свежиот напречен пресек. На средината на рокот на употреба (90 дена по производството), b-вредноста на свеж напречен пресек, кај сите групи сува свинска печеница, се зголемува и се движи во опсег од 2,44 (I група) до 4,24 (IV група). На крајот на рокот на употреба (180. ден по производство), b-вредноста, на свеж напречен пресек кај сите групи, освен кај II и III, се намалува и се движи во интервал од 1, 79 (I група) до 3,74 (IV група).

Разликите помеѓу групите за време на складирањето, како и во самите групи при различно време на складирање, се статистички значајни ($p \leq 0,05$).

5.5.4. h-вредност на површина и на свеж напречен пресек на сувата свинска печеница во текот на производниот процес и за време на складирањето

Просечните h-вредности од инструменталната анализа на површината на сувата свинска печеница во текот на производниот процес и за време на складирањето се прикажани во табелата 23.

Нијансата на бојата, односно h-вредноста на површината на почетокот на производниот процес (12 часа по солење), се движи во опсег од $31,08^0$ (III група) до $62,39^0$ (V група). За разлика од останатите четири групи, во текот на солењето кај I група h-вредноста се движи од $-59,48^0$ до $-71,77^0$ што ни говори дека нијансата на бојата има наклонетост кон жолтозеленикава боја (слика 18). На крајот од солењето, најниска h-вредност, односно најголема наклонетост кон a-вредноста се забележува кај III група ($34,09^0$). Кај I група ($-71,03^0$) има наклонетост кон (-a) - вредноста, односно кон жолтозелената боја.

Од приложената табела 23 може да се констатира дека, по димењето, h-вредноста кај сите групи е зголемена и се движи во опсег $41,88^0$ (III група) до $64,99^0$ (I група). Во текот на зреењето до 14. ден може да се забележи пад на h-вредноста, кај сите пет групи сува свинска печеница. На крајот од производниот процес (18. ден од зреењето), најниска h-вредност $22,37^0$ се забележува кај III група, што значи дека во рамнината *a, b* најмногу се приближува кон црвената (+a) боја. Разбирливо е I група, во која има додадено готварска сол, да има највисока h-вредност $63,83^0$ на рамнината *a, b,* односно да има наклонетост кон жолтата боја (+b).

Разликите помеѓу поодделните групи, во текот на производниот процес, како и помеѓу поодделните производни фази во самите групи се статистички значајни ($p \leq 0,05$).

За време на складирањето кај h-вредноста се забележуваат промени. На крајот на рокот на употреба (180 дена по производство), со исклучок на I група каде h-вредноста е највисока ($65,40^0$), сите останати групи свинска печеница имаат наклонетост кон црвената (+a) боја во рамнината *a, b*. Од нив, најниска h-вредност ($26,21^0$) е забележана кај III група, која има најголема наклонетост кон црвената нијанса на бојата (слика 18).

За време на складирањето, разликите помеѓу поодделните групи како и во самите групи, при различното време на складирање, се статистички значајни ($p \leq 0,05$).

Табела 23. h-вредност на површина на сувата свинска печеница во текот на производниот процес (Duncanov test, $\alpha = 0,05$)

Производна фаза	Групи сува свинска печеница				
	I	II	III	IV	V
	$\bar{x} \pm SD$				
0. ден (12 часа по солење)	$59,02 \pm 12,56^{aA}$	$33,56 \pm 11,08^{bCB}$	$31,08 \pm 11,98^{bCB}$	$56,84 \pm 10,60^{aC}$	$62,39 \pm 9,29^{aB}$
7. ден (солење)	$-59,48 \pm 44,92^{cB}$	$32,28 \pm 11,73^{bDC}$	$26,15 \pm 9,97^{bED}$	$70,74 \pm 12,85^{aB}$	$75,49 \pm 11,65^{aA}$
14. ден (солење)	$-71,77 \pm 30,31^{cB}$	$42,91 \pm 7,78^{bA}$	$43,00 \pm 8,84^{bA}$	$74,51 \pm 6,31^{aBA}$	$74,06 \pm 10,47^{aA}$
21. ден (солење)	$-71,03 \pm 8,86^{cB}$	$37,59 \pm 10,05^{bB}$	$34,09 \pm 6,48^{bB}$	$77,42 \pm 8,73^{aA}$	$78,84 \pm 6,57^{aA}$
0. ден (зреење, по димење)	$64,99 \pm 52,21^{aA}$	$42,28 \pm 4,99^{bA}$	$41,88 \pm 3,50^{bA}$	$55,52 \pm 6,00^{aC}$	$56,49 \pm 11,62^{aC}$
7. ден (зреење)	$60,96 \pm 6,87^{aA}$	$30,73 \pm 6,12^{cEDC}$	$29,27 \pm 5,49^{cDC}$	$36,05 \pm 7,69^{bD}$	$35,57 \pm 8,27^{bD}$
14. ден (зреење)	$60,22 \pm 9,79^{aA}$	$26,40 \pm 7,04^{dE}$	$25,30 \pm 5,89^{dED}$	$33,92 \pm 7,71^{cD}$	$38,44 \pm 11,37^{bD}$
18. ден (зреење, крај на производство)	$63,83 \pm 4,80^{aA}$	$28,70 \pm 6,35^{bED}$	$22,37 \pm 6,17^{cE}$	$26,17 \pm 8,87^{cbE}$	$28,54 \pm 10,45^{bE}$
Средина на рок на употреба (90 дена од производство)	$67,77 \pm 4,77^{aA}$	$27,11 \pm 7,15^{cE}$	$26,52 \pm 3,90^{cD}$	$36,56 \pm 7,28^{bD}$	$39,13 \pm 9,27^{bD}$
Крај на рок на употреба (180 дена од производство)	$65,40 \pm 5,48^{aA}$	$32,21 \pm 6,72^{cDC}$	$26,21 \pm 6,20^{dED}$	$32,05 \pm 7,68^{cD}$	$36,15 \pm 9,68^{bD}$

$\bar{x}$ - средна вредност; SD - стандардна девијација; средните вредности со различна буква ($^{a-d}$) во редот се статистички значајно ($p \leq 0,05$) различни; средните вредности со различна буква ($^{A-C}$) во колоната се статистички значајно ($p \leq 0,05$) различни.

Просечните h-вредности од инструменталната анализа на свежиот напречен пресек, на сувата свинска печеница, во текот на производниот процес, како и за време на складирањето се прикажани во табелата 24.

Нијансата на бојата, односно h-вредноста, на свежиот напречен пресек на почетокот на производниот процес (12 часа по солење), се движи во опсег од $46,33^0$ (III група) до $70,81^0$ (I група). На крајот од солењето најниска h-вредност ($28,01^0$), односно најголема наклонетост кон (+a) - вредноста на црвената боја се забележува кај III група, наспроти I група која има највисока h-вредност ($60,76^0$), односно наклонетост кон црвеножолтеникава нијанса на бојата.

Од табелата 24 може да се забележи дека h-вредноста, по завршувањето на димењето, се намалува кај сите групи сува свинска печеница.Таа се движи во опсег од $24,17^0$ (III група) до $45,05^0$ (I група). Тоа ни говори дека, кај сите пет групи, нијансата на бојата на свежиот напречен пресек се наклонува кон црвената боја. Тренд на намалување на h-вредноста, во текот на целиот процес на зреењето, се забележува кај сите пет групи сува свинска печеница. На крајот од производството (18. ден од зреењето), h-вредноста се движи во интервал од $14,05^0$ до $34,77^0$. Најниска h-вредност ($14,05^0$) се забележува кај III група, што значи дека таа во рамнината *a, b* е најмногу наклонета кон црвената (+a) боја, додека највисока h-вредност ($34,77^0$) се забележува кај I група, која во рамнината *a, b* има помала наклонетост кон црвената (+a) боја.

Генерално гледано, групите сува свинска печеница, кај кои има додадено нитритна сол (II и III група), во текот на целиот производствен процес на свеж напречен пресек

имаат поголема наклонетост кон црвената боја. Исто така, и кај групите IV и V, каде нитритната сол е заменета со блитва во прав, се забележува поголема наклонетост кон црвената боја на свеж напречен пресек (слика 19).

Табела 24. h-вредност на свеж напречен пресек на сувата свинска печеница во текот на производниот процес и за време на складирањето (Duncanov test, $\alpha = 0,05$)

Производна фаза	Групи сува свинска печеница				
	I	II	III	IV	V
			$\bar{x} \pm SD$		
0. ден (12 часа по солење)	$70,81 \pm 9,33^{aA}$	$49,08 \pm 9,61^{cA}$	$46,33 \pm 9,39^{cA}$	$62,72 \pm 9,90^{bA}$	$66,33 \pm 8,93^{baA}$
7. ден (солење)	$56,77 \pm 9,42^{aB}$	$32,17 \pm 8,40^{cC}$	$27,30 \pm 6,80^{dDC}$	$48,99 \pm 9,34^{bB}$	$52,41 \pm 10,78^{baC}$
14. ден (солење)	$63,42 \pm 6,89^{aBA}$	$39,76 \pm 3,69^{cB}$	$38,93 \pm 6,18^{cB}$	$60,21 \pm 7,29^{baA}$	$59,19 \pm 10,71^{bB}$
21. ден (солење)	$60,76 \pm 29,95^{aB}$	$37,18 \pm 8,67^{cB}$	$28,01 \pm 7,18^{dC}$	$47,52 \pm 10,87^{bB}$	$47,45 \pm 8,66^{bD}$
0. ден (зреење, по димење)	$45,05 \pm 11,00^{aC}$	$27,17 \pm 6,10^{cbD}$	$24,17 \pm 7,60^{cD}$	$29,01 \pm 7,18^{bC}$	$28,90 \pm 7,97^{bE}$
7. ден (зреење)	$40,25 \pm 15,60^{aDC}$	$21,00 \pm 6,49^{dcE}$	$18,60 \pm 6,00^{dE}$	$23,61 \pm 6,55^{cbED}$	$27,86 \pm 6,68^{bE}$
14. ден (зреење)	$36,94 \pm 15,03^{aDC}$	$18,47 \pm 7,01^{cbFE}$	$14,90 \pm 4,63^{cF}$	$21,88 \pm 7,26^{bED}$	$22,84 \pm 6,30^{bF}$
18. ден (зреење, крај на производство)	$34,77 \pm 11,35^{aD}$	$15,57 \pm 6,30^{dcF}$	$14,05 \pm 5,15^{dF}$	$20,91 \pm 7,79^{b}$	$18,66 \pm 7,43^{cbG}$
Средина на рок на употреба (90 дена од производство)	$41,47 \pm 11,28^{aDC}$	$16,08 \pm 5,05^{cF}$	$14,51 \pm 3,21^{cF}$	$29,02 \pm 7,16^{bC}$	$27,24 \pm 5,92^{bE}$
Крај на рок на употреба (180 дена од производство)	$34,67 \pm 14,54^{aD}$	$17,98 \pm 6,06^{cFE}$	$15,62 \pm 3,56^{cFE}$	$26,21 \pm 7,50^{bDC}$	$24,70 \pm 6,37^{bFE}$

$\bar{x}$ - средна вредност; SD - стандардна девијација; средните вредности со различна буква ($^{a-d}$) во редот се статистички значајно ($p \leq 0,05$) различни; средните вредности со различна буква ($^{A-C}$) во колоната се статистички значајно ($p \leq 0,05$) различни.

Од приложената табела 24 може да се види дека разликите во h-вредностите помеѓу поодделните групи, во текот на производниот процес, како и во самите групи, помеѓу поодделните производни фази, се статистички значајни ($p \leq 0,05$).

При складирањето настанува промена во h-вредностите. На средината од рокот (90 дена по производството), кај сите групи, се забележува зголемување на h-вредностите на свежиот напречен пресек. Тие се движат во опсег од 14,51 (III група) до 41,47 (I група). На крајот на рокот на употреба, h-вредностите кај I, IV и V група сува свинска печеница се намалуваат додека кај II и III група се зголемуваат. Тие се движат во интервал од 15,62 (III група) до 34,67 (I група).

Разликите меѓу групите, за време на складирањето, како и во самите групи, при различното времетраење на складирање, се статистички значајни ($p \leq 0,05$).

5.5.5. C-вредност на површина и на свеж напречен пресек на сувата свинска печеница во текот на производниот процес и за време на складирањето

Во табелата 25 се прикажани C-вредностите од инструменталната анализа на површината, кај сите групи сува свинска печеница, за време на производниот процес и складирањето.

Од приложената табела 25 може да се види дека, во текот на целиот производен процес, C-вредноста на површината е најниска, односно интензитетот на бојата е најнизок 12 часа по солењето. Таа се движи од 3,52 (I група) до 5,55 (IV група). Исто така, за време на солењето, кај сите групи сува свинска печеница, интензитетот на бојата е низок. На крајот на солењето, C-вредноста се движи во интервал од 5,28 (IV група) до 6,57 (III група).

Табела 25. C-вредност на површина во текот на производниот процес и за време на складирањето кај сувата свинска печеница (Duncanov test, $\alpha = 0,05$)

Производна фаза	Групи сува свинска печеница				
	I	II	III	IV	V
	$\bar{x} \pm SD$				
0. ден (12 часа по солење)	$3,52 \pm 0,94^{cG}$	$4,31 \pm 0,56^{bF}$	$5,15 \pm 0,86^{aG}$	$5,55 \pm 1,20^{aED}$	$5,49 \pm 1,66^{aDC}$
7. ден (солење)	$4,76 \pm 0,73^{cbFE}$	$4,43 \pm 0,67^{cF}$	$5,61 \pm 1,49^{aG}$	$5,35 \pm 0,86^{baE}$	$5,27 \pm 1,75^{baD}$
14. ден (солење)	$6,26 \pm 1,05^{cD}$	$7,51 \pm 0,92^{bC}$	$8,25 \pm 1,26^{aE}$	$6,50 \pm 0,62^{cCB}$	$6,59 \pm 1,70^{cB}$
21. ден (солење)	$5,87 \pm 1,37^{bED}$	$5,92 \pm 0,83^{bE}$	$6,57 \pm 0,81^{aF}$	$5,28 \pm 1,38^{bE}$	$5,51 \pm 1,70^{bDC}$
0. ден (зреење, по димење)	$8,52 \pm 1,02^{cA}$	$9,20 \pm 0,84^{bA}$	$11,15 \pm 0,97^{aA}$	$8,33 \pm 0,97^{dcA}$	$7,84 \pm 1,16^{dA}$
7. ден (зреење)	$7,37 \pm 1,34^{cB}$	$8,61 \pm 0,63^{bB}$	$10,03 \pm 0,96^{aB}$	$6,59 \pm 0,45^{dB}$	$6,17 \pm 1,05^{dCB}$
14. ден (зреење)	$6,85 \pm 1,23^{cC}$	$8,37 \pm 0,88^{bB}$	$9,42 \pm 0,69^{aC}$	$8,22 \pm 0,80^{bA}$	$7,93 \pm 1,17^{bA}$
18. ден (зреење, крај на производство)	$4,91 \pm 0,53^{dFE}$	$6,95 \pm 0,57^{bD}$	$8,42 \pm 0,89^{aED}$	$5,57 \pm 0,76^{cED}$	$5,39 \pm 0,81^{cD}$
Средина на рок на употреба (90 дена од производство)	$5,12 \pm 0,54^{cE}$	$6,60 \pm 0,56^{bD}$	$8,94 \pm 0,81^{aDC}$	$6,46 \pm 0,80^{bCB}$	$6,26 \pm 0,80^{bB}$
Крај на рок на употреба (180 дена од производство)	$4,49 \pm 0,53^{dF}$	$6,85 \pm 0,59^{bD}$	$8,88 \pm 0,95^{aD}$	$6,03 \pm 0,75^{cDC}$	$5,89 \pm 0,84^{cDCB}$

$\bar{x}$ - средна вредност; SD - стандардна девијација; средните вредности со различна буква ($^{a-d}$) во редот се статистички значајно ($p \leq 0,05$) различни; средните вредности со различна буква ($^{A-C}$) во колоната се статистички значајно ($p \leq 0,05$) различни.

По завршување на димењето, кај сите пет групи сува свинска печеница, се забележува највисока C-вредност, што значи дека густината, односно интензитетот на бојата тогаш се највисоки во однос на целиот производен процес. C-вредноста се движи од 7,84 (V група) до 11,15 (III група). Во текот на зреењето се забележува намалување на C-вредноста. Како што може да се види од табелата 25 на крајот од производниот процес, највисока C-вредност (8,42) е утврдена кај III група сува свинска печеница, која се карактеризира со најинтензивна боја, наспроти I група, кај која може да се забележи најслаб интензитет на бојата (4,91) на површината на сувата свинска печеница (слика 18).

Разликите во C-вредностите помеѓу поодделните групи, во текот на производниот процес, како и разликите помеѓу поодделните производни фази, во самите групи, се статистички значајни ($p \leq 0,05$).

За време на складирањето не се забележува некоја поголема промена во интензитетот на бојата на површина кај сувата свинска печеница. На крајот на рок на употреба, C-вредноста се движи во опсег од 4,49 (I група) до 8,88 (III група).

Разликите во С-вредностите помеѓу поодделните групи за време на складирањето како и во самите групи, при различното време на складирање, се статистички значајни ($p \leq 0,05$).

Во табелата 26 се прикажани просечните С-вредности утврдени на свежиот напречен пресек кај петте групи сува свинска печеница.

Табела 26. С-вредност на свеж напречен пресек во текот на производниот процес и за време на складирањето кај сувата свинска печеница (Duncanov test, $\alpha = 0,05$)

Производна фаза	Групи сува свинска печеница				
	I	II	III	IV	V
	$\bar{x} \pm SD$				
0. ден (12 часа по солење)	$4,75 \pm 0,96^{cCB}$	$4,89 \pm 0,89^{cE}$	$7,62 \pm 0,98^{aED}$	$5,88 \pm 1,41^{bE}$	$5,85 \pm 1,06^{bC}$
7. ден (солење)	$5,24 \pm 1,28^{cB}$	$5,91 \pm 1,71^{bD}$	$7,17 \pm 1,11^{aE}$	$4,36 \pm 0,74^{dG}$	$4,36 \pm 0,99^{dD}$
14. ден (солење)	$6,25 \pm 1,50^{cbA}$	$6,58 \pm 0,54^{bC}$	$8,55 \pm 0,97^{aC}$	$6,30 \pm 1,18^{cbED}$	$5,94 \pm 0,97^{cC}$
21. ден (солење)	$4,68 \pm 1,19^{bC}$	$7,75 \pm 1,47^{aB}$	$8,02 \pm 1,02^{aD}$	$4,97 \pm 1,50^{bF}$	$4,54 \pm 0,89^{bD}$
0. ден (зреење, по димење)	$2,98 \pm 0,81^{dE}$	$8,00 \pm 1,24^{bB}$	$8,67 \pm 0,87^{aC}$	$5,97 \pm 1,15^{cED}$	$5,71 \pm 1,09^{cC}$
7. ден (зреење)	$3,65 \pm 0,82^{dD}$	$7,63 \pm 1,12^{bB}$	$8,85 \pm 1,29^{aC}$	$6,51 \pm 0,99^{cD}$	$6,15 \pm 0,92^{cC}$
14. ден (зреење)	$3,72 \pm 0,75^{dD}$	$9,68 \pm 1,75^{bA}$	$10,96 \pm 0,83^{aB}$	$7,69 \pm 1,24^{cC}$	$7,15 \pm 0,96^{cB}$
18. ден (зреење, крај на производство)	$3,83 \pm 0,91^{eD}$	$10,05 \pm 1,11^{bA}$	$11,23 \pm 0,79^{aBA}$	$7,93 \pm 0,73^{cCB}$	$7,16 \pm 0,58^{dB}$
Средина на рок на употреба (90 дена од производство)	$3,81 \pm 0,87^{eD}$	$9,81 \pm 1,14^{bA}$	$11,51 \pm 0,80^{aA}$	$8,72 \pm 0,88^{cA}$	$7,92 \pm 0,90^{dA}$
Крај на рок на употреба (180 дена од производство)	$3,34 \pm 0,90^{eED}$	$9,80 \pm 1,11^{bA}$	$11,50 \pm 0,89^{aA}$	$8,42 \pm 0,91^{cBA}$	$7,65 \pm 0,86^{dA}$

$\bar{x}$ - средна вредност; SD - стандардна девијација; средните вредности со различна буква ($^{a-d}$) во редот се статистички значајно ($p \leq 0,05$) различни; средните вредности со различна буква ($^{A-C}$) во колоната се статистички значајно ($p \leq 0,05$) различни.

Просечната С-вредност, на почетокот на производниот процес (12 часа по солење), се движи во опсег од 4,75 (I група) до 7,62 (III група). По завршување на солењето (21. ден солење), најинтензивна боја, односно највисока С-вредност (8,02) на свежиот напречен пресек се забележува кај III група. Додека најниска С-вредност (4,54) на свежиот пресек, односно најслаб интензитет на бојата се забележува кај V група. Како што може да се види од табелата 26, статистичка значајна ($p \leq 0,05$) е разликата помеѓу групите сува свинска печеница во кои има додадено нитритна сол (II и III група) и групите во кои нема додадено нитритна сол.

По завршување на процесот на димење кај групите II, III, IV и V се забележува зголемување на С-вредноста, за разлика од I група каде С-вредноста се намалува. Таа се движи во опсег од 2,98 (I група) до 8,67 (III група).

За време на зреењето се забележува зголемување на С-вредноста кај сите групи сува свинска печеница. На крајот на производниот процес (18. ден од зреењето), највисока С-вредност 11,23 се забележува кај III група што значи дека таа има најинтензивна боја на свежиот напречен пресек. Очекувано е I група, која е солена само со готварска сол, да има и најниска С-вредност (3,83), односно бојата на свежиот напречен пресек да е со најслаб интензитет.

Разликите во C-вредностите на свежиот напречен пресек помеѓу поодделните групи, во текот на производниот процес, како и во самите групи меѓу поодделните фази од производството, се статистички значајни ($p \leq 0,05$).

На крајот на рокот на употреба (180 дена од производство), C-вредностите на свежиот напречен пресек се движат од 3,34 (I група) до 11,50 (III група).

Разликите во C-вредностите, на свежиот напречен пресек, помеѓу групите, за време на складирањето, се статистички значајни ($p \leq 0,05$).

5.5.6. Отстапување на бојата на површината и на свежиот напречен пресек на останатите групи сува свинска печеница, во споредба со позитивната контрола, врз основа на разликите во интензитетот на бојата (ΔC) во текот на производниот процес и за време на складирањето

Отстапувањата на бојата на површината кај I, III, IV и V споредено со II (позитивна контролна) група, врз основа на разликата во интензитетот на бојата (ΔC) во текот на производниот процес и за време на складирањето се прикажани во табелата 27.

Табела 27. ΔC-вредност на површината во текот на производниот процес и за време на складирањето, кај сувата свинска печеница (Duncanov test, $\alpha = 0,05$)

Производна фаза	Групи сува свинска печеница				
	I	II	III	IV	V
	$\bar{x} \pm SD$				
0. ден (12 часа по солење)	$-0,79 \pm 1,18^{cC}$	стандард	$0,84 \pm 1,06^{aDC}$	$1,25 \pm 1,37^{aA}$	$1,18 \pm 1,86^{aA}$
7. ден (солење)	$0,33 \pm 0,93^{cbA}$	стандард	$1,18 \pm 1,73^{aDC}$	$0,92 \pm 1,17^{baA}$	$0,83 \pm 1,87^{baA}$
14. ден (солење)	$-1,26 \pm 1,44^{bDC}$	стандард	$0,74 \pm 1,62^{aDC}$	$-1,01 \pm 1,18^{bDC}$	$-0,92 \pm 2,24^{bCB}$
21. ден (солење)	$-0,06 \pm 1,69^{baBA}$	стандард	$0,65 \pm 1,16^{aD}$	$-0,64 \pm 1,62^{bCB}$	$-0,41 \pm 1,94^{bB}$
0. ден (зреење, по димење)	$-0,68 \pm 1,47^{cCB}$	стандард	$1,95 \pm 1,22^{aBA}$	$-0,87 \pm 1,15^{dcDC}$	$-1,36 \pm 1,43^{dC}$
7. ден (зреење)	$-1,24 \pm 1,53^{cDC}$	стандард	$1,42 \pm 1,22^{aCB}$	$-2,02 \pm 0,78^{dE}$	$-2,44 \pm 1,22^{dD}$
14. ден (зреење)	$-1,52 \pm 1,35^{cED}$	стандард	$1,05 \pm 1,24^{aDC}$	$-0,16 \pm 1,33^{bB}$	$-0,44 \pm 1,65^{bB}$
18. ден (зреење, крај на производство)	$-2,04 \pm 0,77^{dFE}$	стандард	$1,48 \pm 1,16^{aCB}$	$-1,38 \pm 0,88^{cD}$	$-1,56 \pm 1,09^{cC}$
Средина на рок на употреба (90 дена од производство)	$-1,48 \pm 0,80^{aED}$	стандард	$2,34 \pm 1,12^{aA}$	$-0,14 \pm 0,78^{bB}$	$-0,34 \pm 0,78^{bB}$
Крај на рок на употреба (180 дена од производство)	$-2,36 \pm 0,79^{dF}$	стандард	$2,03 \pm 1,25^{aBA}$	$-0,82 \pm 0,77^{cDC}$	$-0,96 \pm 0,79^{cCB}$

$\bar{x}$ - средна вредност; SD - стандардна девијација; средните вредности со различна буква ($^{a-d}$) во редот се статистички значајно ($p \leq 0,05$) различни; средните вредности со различна буква ($^{A-C}$) во колоната се статистички значајно ($p \leq 0,05$) различни.

На почетокот на производниот процес (12 часа по солење), III, IV и V група имаат поинтензивна боја на површината споредено со II група (позитивно контролна група).

Од приложената табела 27 може да се види дека III група, во која има додадено стартер култура и нитритна сол, има поголем интензитет на бојата на површината во текот на целиот произведен процес, од почетокот на солењето до крајот на производството, односно 18. ден од зреењето. Групите IV и V каде што има додадено

блитва во прав, како замена за нитритната сол, имаат помал интензитет на бојата на површината споредено со II (контролна) група. Очекувано е I (негативно контролна) група, која е солена само со готварска сол, да има помал интензитет на бојата на површината во споредба со II (позитивна контролна) група.

Како што може да се забележи од табелата 27, разликите помеѓу поодделните групи, во текот на производниот процес, како и разликите во самите групи меѓу поодделните производни фази, се статистички значајни ($p \leq 0,05$).

Отстапувањата на бојата на свежиот напречен пресек кај I, III, IV и V, споредено со II група (позитивна контролна), врз основа на разликата во интензитетот на бојата (ΔC), во текот на производниот процес и за време на складирањето, се прикажани во табелата 28.

Табела 28. ΔC-вредност на свеж напречен пресек на сувата свинска печеница во текот на производниот процес и за време на складирањето (Duncanov test, $\alpha = 0,05$)

Производна фаза	Групи на сува свинска печеница				
	I	II	III	IV	V
	$\bar{x} \pm SD$				
0. ден (12 часа по солење)	$-0,14 \pm 1,36^{cA}$	стандард	$2,72 \pm 1,33^{aA}$	$0,98 \pm 1,82^{bA}$	$0,96 \pm 1,60^{bA}$
7. ден (солење)	$-0,67 \pm 2,26^{cbA}$	стандард	$1,25 \pm 1,91^{aCB}$	$-1,55 \pm 1,95^{cDC}$	$-1,55 \pm 2,13^{cC}$
14. ден (солење)	$-0,33 \pm 1,27^{cbA}$	стандард	$1,97 \pm 0,94^{aBA}$	$-0,28 \pm 1,32^{cbB}$	$-0,64 \pm 1,21^{cB}$
21. ден (солење)	$-3,07 \pm 1,82^{bB}$	стандард	$0,28 \pm 1,61^{aD}$	$-2,78 \pm 1,99^{bE}$	$-3,20 \pm 1,62^{bF}$
0. ден (зреење, по димење)	$-5,02 \pm 1,68^{cD}$	стандард	$0,67 \pm 1,49^{aDC}$	$-2,03 \pm 1,76^{bEDC}$	$-2,30 \pm 1,75^{bFEDC}$
7. ден (зреење)	$-3,98 \pm 1,24^{dC}$	стандард	$1,22 \pm 1,69^{aCB}$	$-1,12 \pm 1,58^{cDCB}$	$-1,48 \pm 1,36^{cCB}$
14. ден (зреење)	$-5,96 \pm 1,68^{dE}$	стандард	$1,28 \pm 2,19^{aCB}$	$-1,99 \pm 2,27^{cEDC}$	$-2,53 \pm 2,22^{cFED}$
18. ден (зреење, крај на производство)	$-6,22 \pm 1,45^{eE}$	стандард	$1,19 \pm 1,38^{aCB}$	$-2,11 \pm 1,41^{cED}$	$-2,88 \pm 1,30^{dFE}$
Средина на рок на употреба (90 дена од производство)	$-6,00 \pm 1,43^{eE}$	стандард	$1,69 \pm 1,37^{aB}$	$-1,09 \pm 1,51^{cCB}$	$-1,89 \pm 1,68^{dDC}$
Крај на рок на употреба (180 дена од производство)	$-6,46 \pm 1,46^{eE}$	стандард	$1,70 \pm 1,31^{aB}$	$-1,38 \pm 1,51^{cDC}$	$-2,15 \pm 1,59^{dEDC}$

$\bar{x}$ - средна вредност; SD - стандардна девијација; средните вредности со различна буква ($^{a-d}$) во редот се статистички значајно ($p \leq 0,05$) различни; средните вредности со различна буква ($^{A-C}$) во колоната се статистички значајно ($p \leq 0,05$) различни.

На почетокот на производниот процес (12 часа по солењето), II група (позитивна контролна) има послаб интензитет на бојата на свежиот напречен пресек споредено со групите III, IV и V, додека II група (позитивна контролна) има поинтензивна боја на свежиот напречен пресек во споредба со I група (негативно контролна).

Како што може да се види од табела 28, од 7. ден на солење, па сè до крајот на производниот процес (18 ден од зреење), групите IV и V, каде што има додадено блитва во прав, како замена за нитритната сол, имаат помал интензитет на бојата споредено со II (контролна) група. Очекувано е I (негативно контролна) група, која е солена само со готварска сол, да има помал интензитет на бојата во споредба со II (позитивна контролна) група. III група, во која покрај нитритна сол има додадено стартер култура, има поголем интензитет на бојата на свежиот напречен пресек споредено со II (позитивно контролна) група во текот на целиот производен процес.

Од табелата 28 може да се забележи дека разликите помеѓу поодделните групи, во текот на производниот процес, како и разликите, помеѓу поодделните производни фази, во самите групи се статистички значајни ($p \leq 0,05$).

Исто така, и за време на складирањето III група сува свинска печеница има поинтензивна боја на свежиот напречен пресек во споредба со II (позитивна контролна) група. Групите (I, IV и V), кои не содржат нитритна сол, имаат помалку интензивна боја на свежиот напречен пресек споредено со II (позитивна контролна) група (табела 28).

Разликите меѓу групите, за време на складирањето, се статистички значајни ($p \leq 0,05$).

5.5.7. Отстапување на бојата на површината и на свеж напречен пресек на останатите групи сува свинска печеница во споредба со контролната позитивна група, врз основа на разликите во светлоста (ΔL) во текот на производниот процес и за време на складирањето

Во табелата 29 се прикажани отстапувањата на бојата на површината кај I, III, IV и V, споредено со II (позитивна контролна) група, врз основа на разликата во светлоста (ΔL) во текот на производниот процес и за време на складирањето.

Табела 29. ΔL-вредност на површината, во текот на производниот процес и за време на складирањето, кај сувата свинска печеница (Duncanov test, $\alpha = 0,05$)

Производна фаза	Групи сува свинска печеница				
	I	II	III	IV	V
	$\bar{x} \pm SD$				
0. ден (12 часа по солење)	$-1,55 \pm 1,95^{bF}$	стандард	$-2,62 \pm 0,70^{cD}$	$-4,86 \pm 0,90^{dE}$	$-2,99 \pm 1,13^{dcD}$
7. ден (солење)	$3,46 \pm 1,83^{aA}$	стандард	$-1,14 \pm 1,07^{cC}$	$-1,04 \pm 1,13^{cB}$	$-0,24 \pm 1,70^{bB}$
14. ден (солење)	$1,00 \pm 1,04^{aC}$	стандард	$0,65 \pm 1,08^{aB}$	$-3,36 \pm 1,18^{cD}$	$-3,03 \pm 1,84^{cD}$
21. ден (солење)	$1,79 \pm 1,40^{aCB}$	стандард	$-0,98 \pm 1,47^{cC}$	$-5,05 \pm 2,20^{dE}$	$-4,98 \pm 3,04^{dE}$
0. ден (зреење, по димење)	$2,02 \pm 3,23^{aB}$	стандард	$-0,86 \pm 1,50^{bC}$	$-6,11 \pm 2,02^{dF}$	$-3,93 \pm 2,77^{cD}$
7. ден (зреење)	$-1,21 \pm 1,34^{cFE}$	стандард	$0,82 \pm 1,44^{aBA}$	$-2,20 \pm 1,09^{dC}$	$-1,85 \pm 1,13^{dC}$
14. ден (зреење)	$2,23 \pm 1,25^{aB}$	стандард	$1,45 \pm 1,80^{bA}$	$1,34 \pm 1,54^{bA}$	$1,12 \pm 1,90^{cbA}$
18. ден (зреење, крај на производство)	$0,12 \pm 1,23^{aD}$	стандард	$-1,34 \pm 1,16^{bC}$	$-6,68 \pm 1,22^{dF}$	$-4,96 \pm 1,44^{cE}$
Средина на рок на употреба (90 дена од производство)	$-0,45 \pm 1,46^{aED}$	стандард	$-5,38 \pm 1,26^{bE}$	$-7,46 \pm 1,66^{cG}$	$-5,74 \pm 1,73^{bFE}$
Крај на рок на употреба (180 дена од производство)	$-2,59 \pm 1,49^{bG}$	стандард	$-5,94 \pm 1,31^{cE}$	$-7,53 \pm 1,59^{dG}$	$-6,34 \pm 1,30^{cF}$

$\bar{x}$ - средна вредност; SD - стандардна девијација; средните вредности со различна буква ($^{a-d}$) во редот се статистички значајно ($p \leq 0,05$) различни; средните вредности со различна буква ($^{A-C}$) во колоната се статистички значајно ($p \leq 0,05$) различни.

На почетокот на производниот процес (12 часа по солење), кај I, III, IV и V група се забележува потемна боја на површината споредено со II (позитивна контролна) група, која има посветла боја. На крајот од солењето (21. ден солење) само I група има посветла боја на површината споредено со II (позитивно контролна) група, додека останатите три

групи (III, IV и V) имаат потемна боја на површината. Исто така и по димењето, групите III, IV и V имаат потемна боја на површината споредено со II (позитивна контролна) група.

Од табелата 29 се забележува дека, и на крајот на производниот процес, групите III, IV и V имаат пониска ΔL-вредност, односно потемна боја на површината во споредба со II (позитивна контролна) група, додека I група има повисока ΔL-вредност, односно посветла боја од II (позитивно контролна група).

Разликите помеѓу поодделните групи, во текот на производниот процес, како и разликите помеѓу поодделните производни фази, во самите групи, се статистички значајни ($p \leq 0,05$).

За време на складирањето групите I, III, IV и V, споредено со II (позитивна контролна) група, имаат пониска ΔL-вредност, односно потемна боја на површината (табела 29).

Разликите помеѓу поодделни групи за време на скалдирањето, како и во самите групи при различното време на складирање, се статистички значајни ($p \leq 0,05$).

Отстапувањата на бојата на свежиот напречен пресек кај I, III, IV и V група сува свинска печеница, споредено со позитивната контролна (II група), врз основа на разликата во светлоста (ΔL) во текот на производниот процес и за време на складирањето се прикажани во табелата 30.

Табела 30. ΔL-вредност на свеж напречен пресек, во текот на производниот процес и за време на складирањето, кај сувата свинска печеница (Duncanov test, $\alpha = 0,05$)

Производна фаза	Групи сува свинска печеница				
	I	II	III	IV	V
	$\bar{x} \pm SD$				
0. ден (12 часа по солење)	$0,64 \pm 3,26^{aC}$	стандард	$-1,22 \pm 4,23^{bBA}$	$-3,17 \pm 3,47^{cCB}$	$-2,63 \pm 3,99^{cbED}$
7. ден (солење)	$-1,23 \pm 1,15^{bE}$	стандард	$-4,16 \pm 1,14^{dD}$	$-4,59 \pm 1,07^{dED}$	$-1,72 \pm 0,69^{cDCB}$
14. ден (солење)	$-0,93 \pm 1,43^{bED}$	стандард	$-4,05 \pm 1,56^{dD}$	$-3,79 \pm 1,22^{dDC}$	$-2,71 \pm 1,24^{cED}$
21. ден (солење)	$0,07 \pm 1,74^{aDC}$	стандард	$-3,59 \pm 2,22^{cD}$	$-5,00 \pm 1,50^{dE}$	$-1,87 \pm 2,18^{bDC}$
0. ден (зреење, по димење)	$-2,79 \pm 1,12^{bF}$	стандард	$-0,54 \pm 1,28^{aA}$	$-7,48 \pm 1,31^{cF}$	$-0,58 \pm 1,91^{aBA}$
7. ден (зреење)	$-0,04 \pm 2,90^{aDC}$	стандард	$-2,20 \pm 2,44^{bCB}$	$-3,98 \pm 2,01^{cDC}$	$-0,97 \pm 3,05^{aCBA}$
14. ден (зреење)	$4,64 \pm 2,07^{aA}$	стандард	$-1,63 \pm 1,63^{dB}$	$-1,24 \pm 0,98^{dcA}$	$-0,61 \pm 2,23^{cbBA}$
18. ден (зреење, крај на производство)	$2,63 \pm 1,07^{aB}$	стандард	$-3,18 \pm 0,54^{dDC}$	$-2,62 \pm 1,39^{cB}$	$-0,41 \pm 0,73^{bA}$
Средина на рок на употреба (90 дена од производство)	$1,93 \pm 1,59^{aB}$	стандард	$-7,42 \pm 1,25^{eE}$	$-5,30 \pm 1,50^{dE}$	$-3,80 \pm 1,90^{cE}$
Крај на рок на употреба (180 дена од производство)	$-0,04 \pm 1,60^{aDC}$	стандард	$-7,35 \pm 1,20^{dE}$	$-4,01 \pm 1,59^{cDC}$	$-3,24 \pm 2,10^{bE}$

$\bar{x}$ - средна вредност; SD - стандардна девијација; средните вредности со различна буква ($^{a-d}$) во редот се статистички значајно ($p \leq 0,05$) различни; средните вредности со различна буква ($^{A-C}$) во колоната се статистички значајно ($p \leq 0,05$) различни.

Од приложената табела 30 може да се види дека, во текот на целиот производствен процес (12 часа по солење до 18. ден од зреењето, односно крајот на производството), кај III, IV и V група (во кои има додадено стартер култури) се забележува потемна боја

на свежиот напречен пресек споредено со II (контролна позитивна) група. Додека I група, која е солена само со готварска сол, на свеж напречен пресек, во текот на целиот производствен процес, има посветла боја во споредба со II (контролна позитивна) група.

Разликите помеѓу поодделните групи, во текот на производниот процес како и во самите групи, меѓу поодделните производни фази, се статистички значајни ($p \leq 0,05$).

Исто така, и за време на складирањето III, IV и V група сува свинска печеница има потемна боја на свежиот напречен пресек во споредба со II (позитивна контролна) група (табела 30).

Разликите меѓу групите, за време на складирањето, се статистички значајни ($p \leq 0,05$).

5.5.8. ΔE-вредност на површината и на свежиот напречен пресек на сувата свинска печеница во текот на производниот процес и за време на складирањето

Во табелата 31 се прикажани ΔE-вредностите од инструменталната анализа на површината на сувата свинска печеница, во текот на производниот процес и за време на складирањето.

Табела 31. ΔE-вредност на површината на сувата свинска печеница во текот на производниот процес и за време на складирањето (Duncanov test, $\alpha = 0,05$)

Производна фаза	Групи сува свинска печеница				
	I	II	III	IV	V
	$\bar{x} \pm SD$				
0. ден (12 часа по солење)	$3,40 \pm 0,99^{cD}$	стандард	$3,21 \pm 0,70^{cB}$	$5,63 \pm 0,82^{aC}$	$4,58 \pm 1,32^{bD}$
7. ден (солење)	$6,49 \pm 1,63^{aB}$	стандард	$2,62 \pm 1,31^{cCB}$	$3,82 \pm 1,06^{bD}$	$4,34 \pm 1,64^{bED}$
14. ден (солење)	$7,15 \pm 0,90^{aA}$	стандард	$2,57 \pm 1,09^{cCB}$	$5,43 \pm 0,97^{bC}$	$5,77 \pm 1,21^{bCB}$
21. ден (солење)	$7,29 \pm 1,28^{aA}$	стандард	$2,33 \pm 1,18^{bC}$	$6,77 \pm 1,71^{aB}$	$7,04 \pm 2,30^{aA}$
0. ден (зреење, по димење)	$7,26 \pm 1,78^{aA}$	стандард	$2,77 \pm 1,26^{cCB}$	$6,76 \pm 1,73^{aB}$	$5,57 \pm 2,24^{bC}$
7. ден (зреење)	$5,04 \pm 1,11^{aDC}$	стандард	$2,61 \pm 1,04^{cCB}$	$3,47 \pm 0,78^{bD}$	$3,60 \pm 1,05^{bE}$
14. ден (зреење)	$5,61 \pm 1,55^{aC}$	стандард	$2,86 \pm 1,20^{cCB}$	$2,76 \pm 0,96^{cE}$	$3,55 \pm 1,46^{bE}$
18. ден (зреење, крај на производство)	$4,31 \pm 0,60^{cE}$	стандард	$2,86 \pm 0,82^{dCB}$	$7,00 \pm 1,24^{aB}$	$5,60 \pm 1,27^{bC}$
Средина на рок на употреба (90 дена од производство)	$4,61 \pm 0,70^{cED}$	стандард	$6,08 \pm 1,20^{bA}$	$7,68 \pm 1,64^{aA}$	$6,12 \pm 1,66^{bCB}$
Крај на рок на употреба (180 дена од производство)	$4,97 \pm 0,89^{cDC}$	стандард	$6,60 \pm 1,27^{bA}$	$7,72 \pm 1,53^{aA}$	$6,61 \pm 1,27^{bBA}$

$\bar{x}$ - средна вредност; SD - стандардна девијација; средните вредности со различна буква ($^{a-d}$) во редот се статистички значајно ($p \leq 0,05$) различни; средните вредности со различна буква ($^{A-C}$) во колоната се статистички значајно ($p \leq 0,05$) различни.

Од табелата 31 може да се види дека, во текот на целиот производствен процес, II (позитивна контролна) група има најмала апсолутна разлика во бојата на површината (ΔE) со III група.

На почетокот од производниот процес (12 часа по солење) II (позитивна контролна) група има најголема апсолутна разлика на бојата на површината (ΔE) со IV група. За

време на солењето и по димењето најголема апсолутна разлика на бојата на површината (ΔE) на II (позитивна контролна) група е со I група. По завршување на зреењето најголема разлика се забележува помеѓу II (позитивна контролна) група и IV група.

Како што може да се забележи од табелата 31, разликите помеѓу поодделните групи, во текот на производниот процес, како и разликите во самите групи помеѓу поодделните производни фази, се статистички значајни ($p \leq 0,05$).

За време на складирањето II (позитивна контролна) група има најмала апсолутна разлика на бојата на површината (ΔE) со I група, наспроти IV група со која има најголема апсолутна разлика на бојата на површината (ΔE).

Разликите во ΔE-вредностите, за време на складирањето помеѓу групите, како и во самите групи, при различно време на складирање, се статистички значајни ($p \leq 0,05$).

Во табелата 32 се прикажани просечните ΔE-вредности, утврдени на свеж напречен пресек, кај сувата свинска печеница, во текот на производниот процес, како и за време на складирањето.

Табела 32. ΔE-вредност на свеж напречен пресек на сувата свинска печеница во текот на производниот процес и за време на складирањето

Производна фаза	**Групи сува свинска печеница**				
	I	**II**	**III**	**IV**	**V**
			$\bar{x} \pm SD$		
0. ден (12 часа по солење)	$3,64 \pm 1,82^{bE}$	стандард	$4,94 \pm 2,47^{aB}$	$4,92 \pm 2,31^{aED}$	$4,81 \pm 2,53^{aBA}$
7. ден (солење)	$3,58 \pm 1,42^{bE}$	стандард	$4,88 \pm 1,17^{aB}$	$5,45 \pm 1,22^{aDC}$	$3,58 \pm 1,34^{bC}$
14. ден (солење)	$3,30 \pm 0,90^{cE}$	стандард	$4,70 \pm 1,56^{aCB}$	$4,69 \pm 1,17^{aED}$	$3,94 \pm 1,02^{bCB}$
21. ден (солење)	$4,88 \pm 1,78^{bD}$	стандард	$4,51 \pm 1,86^{bDCB}$	$6,34 \pm 1,50^{aB}$	$4,60 \pm 1,66^{bBA}$
0. ден (зреење, по димење)	$6,18 \pm 1,54^{bC}$	стандард	$2,40 \pm 0,81^{dF}$	$8,05 \pm 1,25^{aA}$	$3,50 \pm 1,12^{cC}$
7. ден (зреење)	$5,30 \pm 1,59^{aD}$	стандард	$3,75 \pm 1,60^{cbED}$	$4,54 \pm 2,05^{baE}$	$3,53 \pm 1,80^{cC}$
14. ден (зреење)	$8,32 \pm 1,32^{aA}$	стандард	$3,18 \pm 1,98^{cFE}$	$3,65 \pm 1,11^{cbF}$	$4,00 \pm 1,60^{bCB}$
18. ден (зреење, крај на производство)	$7,29 \pm 1,31^{aB}$	стандард	$3,99 \pm 0,78^{bEDC}$	$4,14 \pm 1,00^{bFE}$	$3,42 \pm 0,95^{cC}$
Средина на рок на употреба (90 дена од производство)	$7,14 \pm 1,13^{bB}$	стандард	$7,82 \pm 1,30^{aA}$	$6,14 \pm 1,54^{cCB}$	$5,17 \pm 1,44^{dA}$
Крај на рок на употреба (180 дена од производство)	$7,01 \pm 1,43^{bB}$	стандард	$7,79 \pm 1,18^{aA}$	$4,97 \pm 1,41^{cED}$	$4,77 \pm 1,34^{cBA}$

$\bar{x}$ - средна вредност; SD - стандардна девијација; средните вредности со различна буква ($^{a-d}$) во редот се статистички значајно ($p \leq 0,05$) различни; средните вредности со различна буква ($^{A-C}$) во колоната се статистички значајно ($p \leq 0,05$) различни.

На почетокот на производството, 12 часа по солењето, апсолутната разлика во бојата (ΔE) е најголема помеѓу II (позитивна контролна) група и III група, а најмала е со I група. За време на солењето, како и по димењето, апсолутната разлика во бојата (ΔE) е најголема меѓу II (позитивна контролна) група и I група, а најмала со III група. На крајот на производниот процес (18. дена по зреењето) апсолутната разлика во бојата (ΔE) е најголема меѓу II (позитивна контролна) група и I група, а најмала, повторно, со III група.

Како што може да се забележи од табелата 32, разликите помеѓу поодделните групи, во текот на производниот процес, како и разликите во самите групи, помеѓу поодделните производни фази, се статистички значајни ($p \leq 0,05$).

За целото време на складирање, апсолутната разлика во бојата (ΔE) на свеж напречен пресек е најголема помеѓу II (позитивна контролна) група и III група. Најмала апсолутна разлика во бојата (ΔE), на средината и на крајот на рокот на употреба, е помеѓу II (позитивна контролна) група и V група.

Разликите во ΔE-вредностите, меѓу групите, за време на складирањето се, статистички значајни ($p \leq 0,05$).

5.5.9. R-вредност на површината на сувата свинска печеница во текот на производниот процес и за време на складирањето

Во табелата 33 се прикажани просечните вредности на релевантниот однос на црвената и жолтата боја (R) на површината на сувата свинска печеница, во текот на производниот процес, како и за време на складирањето.

Табела 33. R-вредност на површината на сувата свинска печеница во текот на производниот процес и за време на складирањето (Duncanov test, $\alpha = 0,05$)

Производна фаза	Групи сува свинска печеница				
	I	II	III	IV	V
	$\bar{x} \pm SD$				
0. ден (12 часа по солење)	$0,68 \pm 0,54^{bA}$	$1,70 \pm 0,70^{bBA}$	$4,77 \pm 11,67^{aA}$	$0,70 \pm 0,35^{bD}$	$0,54 \pm 0,23^{bDC}$
7. ден (солење)	$-0,23 \pm 0,26^{bF}$	$3,08 \pm 7,42^{aA}$	$3,68 \pm 7,83^{aBA}$	$0,38 \pm 0,32^{bE}$	$0,27 \pm 0,24^{bED}$
14. ден (солење)	$-0,22 \pm 0,11^{cF}$	$1,12 \pm 0,29^{aB}$	$1,13 \pm 0,35^{aB}$	$0,28 \pm 0,12^{bE}$	$0,30 \pm 0,21^{bED}$
21. ден (солење)	$-0,35 \pm 0,18^{cG}$	$1,43 \pm 0,61^{aB}$	$1,54 \pm 0,37^{aB}$	$0,23 \pm 0,17^{bE}$	$0,20 \pm 0,12^{bE}$
0. ден (зреење, по димење)	$0,12 \pm 0,10^{cE}$	$1,12 \pm 0,19^{aB}$	$1,12 \pm 0,14^{aB}$	$0,70 \pm 0,17^{bD}$	$0,73 \pm 0,44^{bC}$
7. ден (зреење)	$0,57 \pm 0,16^{cCBA}$	$1,76 \pm 0,48^{aBA}$	$1,86 \pm 0,45^{aB}$	$1,47 \pm 0,54^{bCB}$	$1,49 \pm 0,48^{bB}$
14. ден (зреење)	$0,59 \pm 0,23^{cBA}$	$2,17 \pm 0,67^{aBA}$	$2,27 \pm 0,74^{aB}$	$1,57 \pm 0,46^{bCB}$	$1,45 \pm 0,79^{bB}$
18. ден (зреење, крај на производство)	$0,50 \pm 0,10^{cDCB}$	$1,93 \pm 0,57^{bBA}$	$2,62 \pm 0,76^{aBA}$	$2,35 \pm 1,06^{baA}$	$2,20 \pm 1,22^{baA}$
Средина на рок на употреба (90 дена од производство)	$0,41 \pm 0,10^{cD}$	$2,11 \pm 0,71^{aBA}$	$2,05 \pm 0,35^{baB}$	$1,41 \pm 0,39^{bC}$	$1,32 \pm 0,47^{bB}$
Крај на рок на употреба (180 дена од производство)	$0,46 \pm 0,12^{cDC}$	$1,67 \pm 0,45^{bB}$	$2,16 \pm 0,62^{aB}$	$1,71 \pm 0,54^{bB}$	$1,51 \pm 0,64^{bB}$

$\bar{x}$ - средна вредност; SD-стандардна девијација; средните вредности со различна буква ($^{a-d}$) во редот се статистички значајно ($p \leq 0,05$) различни; средните вредности со различна буква ($^{A-C}$) во колоната се статистички значајно ($p \leq 0,05$) различни.

Најголема вредност на релевантниот однос на црвената и жолтата боја (R) на површината, кај сувата свинска печеница 12 часа по солењето, е забележана кај III група (4,77), а најмала кај V група (0,54). За време на солењето, кај I група може да се констатира негативна вредност на релевантниот однос на црвената и жолтата боја (R), за разлика од останатите групи. На крајот од солењето (21. ден од солењето) релевантниот однос на црвената и жолтата боја (R), на површината кај сувата свинска

печеница, се движи во интервал од -0,35 (I група) до 1,54 (III група). По димењето и во текот на зреењето до 14. ден може да се забележи константно зголемување на R-вредноста кај сите групи. На крајот од производниот процес (18. ден од зреењето) вредностите на релевантниот однос на црвената и жолтата боја (R) на површината, кај сувата свинска печеница, се движат во опсег од 0,50 (I група) до 2,62 (III група).

Од табелата 33 може да се забележи дека разликите помеѓу поодделните групи, во текот на производниот процес, како и разликите во самите групи меѓу поодделните производни фази, се статистички значајни ($p \leq 0,05$).

За време на складирањето, како што може да се види од табелата 33, нема некоја поголема промена на R-вредноста. На крајот на рокот на употреба (180 дена од производството) R-вредностите се движат во интервал од 0,46 (I група) до 2,16 (III група).

Разликите во R-вредностите, меѓу групите за време на складирањето, како и во самите групи, за време на складирањето, се статистички значајни ($p \leq 0,05$).

Генерално гледано, во текот на целиот производен процес, како и за време на складирањето, релевантниот однос на црвена и жолта боја (R) на површината, кај сувата свинска печеница, е најмал кај I група додека кај III група е најголем.

Во табелата 34 се прикажани просечните вредности на релевантниот однос на црвената и жолтата боја (R-вредност) утврдена на свеж напречен пресек на сува свинска печеница во текот на производниот процес, како и за време на складирањето.

Табела 34. R-вредност на свеж напречен пресек на сувата свинска печеница во текот на производниот процес и за време на складирањето (Duncanov test, $\alpha = 0,05$)

Производна фаза	**Групи сува свинска печеница**				
	I	**II**	**III**	**IV**	**V**
	$\bar{x} \pm SD$				
0. ден (12 часа по солење)	$0,36 \pm 0,19^{cB}$	$0,92 \pm 0,35^{baF}$	$1,00 \pm 0,33^{aE}$	$0,54 \pm 0,23^{bE}$	$0,45 \pm 0,20^{cE}$
7. ден (солење)	$0,68 \pm 0,25^{cB}$	$1,74 \pm 0,69^{bED}$	$2,11 \pm 0,80^{aD}$	$0,91 \pm 0,30^{cE}$	$0,81 \pm 0,31^{cED}$
14. ден (солење)	$0,51 \pm 0,16^{bB}$	$1,21 \pm 0,17^{aFE}$	$1,28 \pm 0,29^{aE}$	$0,58 \pm 0,17^{bE}$	$0,63 \pm 0,30^{bED}$
21. ден (солење)	$0,45 \pm 0,26^{dB}$	$1,42 \pm 0,52^{bFE}$	$2,18 \pm 1,51^{aD}$	$0,97 \pm 0,34^{cE}$	$0,95 \pm 0,27^{cD}$
0. ден (зреење, по димење)	$1,09 \pm 0,49^{cB}$	$2,10 \pm 0,79^{bD}$	$2,46 \pm 0,85^{aD}$	$1,93 \pm 0,57^{bD}$	$1,97 \pm 0,68^{bC}$
7. ден (зреење)	$1,46 \pm 0,94^{cB}$	$2,90 \pm 1,09^{baC}$	$3,38 \pm 1,41^{aC}$	$2,59 \pm 1,37^{bCB}$	$2,00 \pm 0,56^{cC}$
14. ден (зреење)	$1.96 \pm 1,43^{bA}$	$3,47 \pm 1,51^{cCB}$	$4,21 \pm 1,67^{dBA}$	$2,87 \pm 1,35^{aBA}$	$2,61 \pm 1,00^{aB}$
18. ден (зреење, крај на производство)	$1,71 \pm 1,01^{dB}$	$4,37 \pm 2,24^{baA}$	$4,73 \pm 2,31^{aA}$	$3,19 \pm 1,81^{cA}$	$3,47 \pm 1,49^{cbA}$
Средина на рок на употреба (90 дена од производство)	$1,28 \pm 0,67^{cB}$	$3,88 \pm 1,43^{aBA}$	$4,06 \pm 0,92^{aCBA}$	$1,94 \pm 0,64^{bD}$	$2,05 \pm 0,57^{bC}$
Крај на рок на употреба (180 дена од производство)	$1,90 \pm 1,41^{bB}$	$3,56 \pm 1,65^{aB}$	$3,82 \pm 1,17^{aCB}$	$2,24 \pm 0,86^{bDC}$	$2,35 \pm 0,77^{bCB}$

$\bar{x}$-средна вредност; SD - стандардна девијација; средните вредности со различна буква ($^{a-d}$) во редот се статистички значајно ($p \leq 0,05$) различни; средните вредности со различна буква ($^{A-C}$) во колоната се статистички значајно($p \leq 0,05$) различни.

Најголема вредност на релевантниот однос на црвената и жолтата боја (R-вредност) на свежиот напречен пресек кај сувата свинска печеница, 12 часа по солењето, е забележана кај III група (1,00), а најмала кај I група (0,36). На крајот од солењето (21.

ден од солењето) релевантниот однос на црвената и жолтата боја (R) на свежиот напречен пресек, кај сувата свинска печеница, се движи во интервал од 0,45 (I група) до 2,18 (III група). По димењето е забележано зголемување на R-вредноста кај сите пет групи. Најголема R-вредност, по димењето, е констатирана кај III група (2,46), додека најниска кај I група (1,09). Во текот на зреењето R-вредноста константно се зголемува. На крајот на производството (18. ден од зреењето) R-вредноста се движи во интервал од 1,71 (I група) до 4,73 (III група).

Разликите во релевантниот однос на црвената и жолтата боја помеѓу поодделните групи, во текот на производниот процес, како и разликите во самите групи, помеѓу поодделните производни фази, се статистички значајни ($p \leq 0,05$).

За време на складирањето, како што може да се види од табелата 34, нема некоја поголема промена на R-вредностите. На крајот на рокот на употреба (180 дена по производниот процес) R-вредностите се движат во интервал од 1,90 (I група) до 3,82 (III група). Генерално гледано, во текот на целиот процес на производство, како и за време на складирањето, релевантниот однос на црвената и жолтата боја (R), свежиот напречен пресек, кај сувата свинска печеница е најмал кај I група, додека кај III група е најголем.

Разликите во R-вредностите, на свежиот напречен пресек, меѓу групите, за време на складирањето, како и во самите групи, за време на складирањето, се статистички значајни ($p \leq 0,05$).

5.5.10. Индекс на кафеава боја (BI) на површина на сувата свинска печеница во текот на производниот процес и за време на складирањето

Просечните вредности на индексот на кафеава боја (BI) на површината, кај сувата свинска печеница, во текот на производниот процес, како и за време на складирањето се прикажани во табелата 35.

Како што може да се види од табелата 35, во текот на целиот производен процес, особено во текот на складирањето кај III, IV и V група сува свинска печеница, во кои има додадено стартер култури, се забележува повисока вредност на индексот на кафеава боја (BI).

На почетокот на производниот процес (12 часа по солењето), BI-вредноста се движи во интервал од 11,57 (I група) до 20,43 (IV група). По димењето, вредноста на BI-индексот, кај сите пет групи сува свинска печеница, се зголемува и се движи во опсег од 29,09 (I група) до 44,29 (III група). На крајот на производниот процес (18. ден од зреењето) најголема вредност на BI-индексот е утврдена кај III група (33,24), наспроти I група каде е утврдена најниска вредност на BI-индексот од 22,45.

Разликите помеѓу поодделните групи, во текот на производниот процес, како и разликите во самите групи, меѓу поодделните производни фази, се статистички значајни ($p \leq 0,05$).

За време на складирањето, кај групите III, IV и V, во кои има додадено стартер култури, може да се забележи константно зголемување на вредностите на BI-индексот. На крајот на рокот на употреба, BI-индексот се движи од 20,97 (I група) до 41,35 (III група).

Разликите, за време на складирањето, како и помеѓу групите и разликите во самите групи за време на складирањето, се статистички значајни ($p \leq 0,05$).

Табела 35. Индекс на кафеава боја (BI) на површината на сувата свинска печеница во текот на производниот процес и за време на складирањето (Duncanov test, α = 0,05)

Производна фаза	Групи сува свинска печеница				
	I	II	III	IV	V
	$\bar{x} \pm SD$				
0. ден (12 часа по солење)	11,57 ± 3,22^{cF}	12,53 ± 2,22^{cF}	16,03 ± 4,20^{bF}	20,43 ± 4,86^{aG}	19,05 ± 5,86^{aF}
7. ден (солење)	9,69 ± 2,84^{cF}	13,48 ± 2,84^{bF}	17,01 ± 5,80^{aF}	17,81 ± 3,02^{aH}	16,97 ± 6,30^{aF}
14. ден (солење)	14,09 ± 3,71^{cE}	24,36 ± 3,76^{baD}	26,32 ± 4,61^{aD}	22,90 ± 2,34^{bF}	22,68 ± 5,12^{bE}
21. ден (солење)	10,75 ± 3,74^{bF}	18,05 ± 3,53^{aE}	20,18 ± 2,95^{aE}	18,53 ± 5,26^{aHG}	19,66 ± 7,39^{aFE}
0. ден (зреење, по димење)	29,09 ± 4,73^{dC}	35,12 ± 4,51^{cB}	44,29 ± 5,26^{aA}	41,43 ± 5,73^{bA}	35,33 ± 7,07^{cB}
7. ден (зреење)	39,19 ± 8,12^{baA}	37,50 ± 4,17^{bA}	42,00 ± 5,27^{aBA}	32,64 ± 4,36^{cDC}	29,99 ± 6,74^{cC}
14. ден (зреење)	34,62 ± 7,82^{bB}	38,67 ± 6,56^{aA}	40,73 ± 6,37^{aB}	38,63 ± 5,10^{aB}	39,09 ± 8,61^{aA}
18. ден (зреење, крај на производство)	22,45 ± 2,40^{dD}	28,06 ± 3,14^{cbC}	33,24 ± 4,45^{aC}	28,79 ± 5,59^{bE}	26,18 ± 5,15^{cD}
Средина на рок на употреба (90 дена од производство)	21,85 ± 2,32^{eD}	24,21 ± 3,31^{dD}	40,17 ± 3,69^{aB}	34,79 ± 5,67^{bC}	31,47 ± 4,63^{cC}
Крај на рок на употреба (180 дена од производство)	20,97 ± 2,49^{dD}	26,77 ± 3,54^{cC}	41,35 ± 6,82^{aB}	31,57 ± 5,10^{bD}	30,03 ± 5,02^{bC}

$\bar{x}$ - средна вредност; SD - стандардна девијација; средните вредности со различна буква ($^{a-d}$) во редот се статистички значајно ($p \leq 0,05$) различни; средните вредности со различна буква ($^{A-C}$) во колоната се статистички значајно ($p \leq 0,05$) различни.

Просечните вредности на индексот на кафеава боја (BI) кои се утврдени на свежиот напречен пресек, на сувата свинска печеница, во текот на производниот процес, како и за време на складирањето се прикажани во табелата 36.

На почетокот на производниот процес (12 часа по солењето), BI-вредноста се движи во интервал од 12,32 (I група) до 21,33 (III група). На крајот на солењето (21. ден од солењето) највисока вредност на индексот на кафеава боја (BI) се забележува кај III група (23,29), додека најмала кај I група (13,59).

По завршување на процесот на димење, BI-индексот кај II, III, IV и V група сува свинска печеница е зголемен, додека кај I група, вредноста на BI-индексот се намалува. Вредноста на BI-индексот, по завршувањето на димењето, се движи во опсег од 9,75 (I група) до 23,43 (III група). На крајот на производниот процес (18. ден од зреењето) најголема вредност на BI-индексот е утврден кај III група (36,21), наспроти I група каде е утврдена најниска вредност на BI-индексот од 12,78.

За време на производниот процес, разликите помеѓу поодделните групи, во текот на производниот процес, како и разликите во самите групи, меѓу поодделните производни фази, се статистички значајни ($p \leq 0,05$).

На средината од рокот на употреба (90 дена по производството), BI-индексот се намалува кај I и II група, додека кај III, IV и V група BI-индексот се зголемува. На крајот на рокот на употреба (180 дена по производството), тој се зголемува и се движи во опсег од 11,21 (I група) до 41,57 (III група).

Разликите помеѓу групите, за време на складирањето, како и во самите групи, за време на складирањето се статистички значајни ($p \leq 0,05$).

Табела 36. Индекс на кафеава боја (BI) на свеж напречен пресек во текот на производниот процес и за време на складирањето кај сувата свинска печеница (Duncanov test, $\alpha = 0,05$)

Производна фаза	Групи сува свинска печеница				
	I	**II**	**III**	**IV**	**V**
	$\bar{x} \pm SD$				
0. ден (12 часа по солење)	$12,32 \pm 2,84^{cDC}$	$13,18 \pm 2,59^{cE}$	$21,33 \pm 3,31^{aF}$	$17,38 \pm 4,93^{bE}$	$16,90 \pm 3,60^{bE}$
7. ден (солење)	$17,32 \pm 4,48^{bB}$	$17,32 \pm 5,75^{bD}$	$22,36 \pm 3,46^{aF}$	$15,53 \pm 2,50^{cbE}$	$14,37 \pm 3,43^{cGF}$
14. ден (солење)	$20,56 \pm 5,23^{bA}$	$20,28 \pm 2,02^{bC}$	$29,52 \pm 3,66^{aD}$	$22,54 \pm 4,34^{aD}$	$20,35 \pm 3,44^{bD}$
21. ден (солење)	$13,59 \pm 3,67^{cC}$	$22,08 \pm 4,51^{aC}$	$23,29 \pm 3,35^{aF}$	$16,54 \pm 4,97^{bE}$	$14,07 \pm 3,10^{cG}$
0. ден (зреење, по димење)	$9,75 \pm 2,77^{dE}$	$22,15 \pm 3,84^{baC}$	$23,43 \pm 2,93^{aF}$	$20,54 \pm 3,51^{bD}$	$16,20 \pm 3,58^{cFE}$
7. ден (зреење)	$12,42 \pm 3,56^{cDC}$	$22,38 \pm 3,00^{bC}$	$27,07 \pm 5,19^{aE}$	$22,34 \pm 3,58^{bD}$	$20,31 \pm 4,06^{bD}$
14. ден (зреење)	$11,60 \pm 2,82^{dEDC}$	$29,25 \pm 4,56^{bBA}$	$33,76 \pm 5,86^{aC}$	$26,09 \pm 6,67^{cC}$	$23,76 \pm 4,06^{cC}$
18. ден (зреење, крај на производство)	$12,78 \pm 2,96^{dDC}$	$29,94 \pm 4,53^{bA}$	$36,21 \pm 3,91^{aB}$	$28,05 \pm 4,61^{bC}$	$22,69 \pm 3,04^{cC}$
Средина на рок на употреба (90 дена од производство)	$12,63 \pm 2,71^{dDC}$	$27,66 \pm 4,15^{cB}$	$40,24 \pm 2,93^{aA}$	$34,72 \pm 5,35^{bA}$	$29,25 \pm 4,41^{cA}$
Крај на рок на употреба (180 дена од производство)	$11,21 \pm 2,89^{dED}$	$28,69 \pm 4,19^{cBA}$	$41,57 \pm 4,11^{aA}$	$31,54 \pm 5,88^{bB}$	$27,24 \pm 4,37^{cB}$

$\bar{x}$ - средна вредност; SD - стандардна девијација; средните вредности со различна буква ($^{a-d}$) во редот се статистички значајно ($p \leq 0,05$) различни; средните вредности со различна буква ($^{A-C}$) во колоната се статистички ($p \leq 0,05$) значајно различни.

Пониската вредност на нијансата на бојата (h) и индексот на кафеава боја (BI) укажуваат на јасна црвена боја, без поголеми примеси на портокалова или кафеава боја (Bozkurt и Bayram, 2006). Тие, истовремено, посочуваат дека поголемата вредност на индексот на кафеава боја (BI), настанува како резултат на промената на пигментот кој е носител на црвената боја.

5.6. ИНСТРУМЕНТАЛНА АНАЛИЗА НА ТЕКСТУРАТА НА СУВАТА СВИНСКА ПЕЧЕНИЦА ВО ТЕКОТ НА ПРОИЗВОДНИОТ ПРОЦЕС И ЗА ВРЕМЕ НА СКЛАДИРАЊЕТО

Guerrero и сор. (1999) наведуваат дека, покрај бојата, текстурата на храната е еден од најважните фактори кои влијаат при нејзиниот избор. Кај преработките од месо, мекоста и сочноста се едни од најважните текстурни параметри кои влијаат на прифаќањето на производот од страна на потрошувачите (Szczesniak, 1990).

Bučar (1997) наведува дека текстурата е заедничко сензорно својство кај месото и производите од месо. Авторот укажува дека текстурата е сложен поим. Под текстура се подразбира: мекост, сочност, дробливост, фино чувство при загризување, жилавост, еластичност и др. Текстурата е збир на својства кои сензорно или инструментално се оценуваат. Žumer и сор. (1997) ги дефинираат реолошките својства како деформација и преобликување на производите под влијание на механичка сила.

Chrystall (1994) наведува дека сензорните својства мекост и сочност, заедно со останатите сензорни својства, како што се бојата, вкусот и аромата, се најзначајни сензорни карактеристики на месото и преработките од месо.

5.6.1. Цврстина (сила на пенетрација) кај сувата свинска печеница во текот на производниот процес и за време на складирањето

Просечните вредности на цврстината (сила на пенетрација), кај сувата свинска печеница, во текот на производниот процес, како и за време на складирањето се прикажани во табелата 37.

Табела 37. Цврстина - сила на пенетрација (N) кај сувата свинска печеница во текот на производниот процес и за време на складирањето (Duncanov test, $\alpha = 0,05$)

Производни фази	Групи сува свинска печеница				
	I	II	III	IV	V
	$\bar{x} \pm SD$				
0. ден (12 часа по солење)	396,70 ± 81,70^{aD}	347,20 ± 77,41^{cbE}	306,10 ± 81,10^{cF}	357,91 ± 88,80^{baED}	342,03 ± 81,30^{cbE}
7. ден (солење)	391,58 ± 83,76^{aD}	363,47 ± 51,84^{baED}	308,3 ± 88,98^{cF}	337,66 ± 101,50^{cbE}	391,24 ± 101,09^{aD}
14. ден (солење)	396,84 ± 107,64^{aD}	373,67 ± 81,70^{baED}	330,78 ± 106,00^{bFE}	346,19 ± 74,58^{baE}	394,42 ± 113,21^{aD}
21. ден (солење)	409,87 ± 99,14^{aD}	394,21 ± 89,63^{aED}	383,28 ± 108,95^{aED}	382,62 ± 149,03^{aED}	411,64 ± 80,58^{aD}
0. ден (зреење, по димење)	419,37 ± 93,39^{aD}	407,47 ± 76,21^{aD}	391,81 ± 74,58^{aD}	409,23 ± 119,65^{aD}	432,13 ± 69,50^{aD}
7. ден (зреење)	609,44 ± 131,52^{baC}	636,34 ± 102,28^{aC}	565,84 ± 103,00^{bC}	612,45 ± 102,36^{baC}	594,82 ± 92,31^{baC}
14. ден (зреење)	747,83 ± 114,32^{aB}	701,87 ± 117,72^{aB}	751,36 ± 89,60^{aB}	708,82 ± 114,75^{aB}	712,86 ± 103,47^{aB}
18. ден (зреење, крај на производство)	1114,50 ± 143,57^{bA}	1092,78 ± 133,44^{bA}	1189,89 ± 138,06^{aA}	1110,74 ± 89,74^{bA}	1098,77 ± 88,97^{bA}
Средина на рок на употреба (90 дена од производство)	1100,98 ± 112,41^{baA}	1072,61 ± 86,30^{bA}	1141,78 ± 109,33^{aA}	1084,44 ± 96,87^{baA}	1092,05 ± 124,40^{baA}
Крај на рок на употреба (180 дена од производство)	1091,31 ± 93,95^{bA}	1081,66 ± 87,67^{bA}	1157,72 ± 164,38^{aA}	1086,05 ± 115,49^{bA}	1090,28 ± 82,45^{bA}

$\bar{x}$ - средна вредност; SD - стандардна девијација; средните вредности со различна буква ($^{a-d}$) во редот се статистички значајно ($p \leq 0,05$) различни; средните вредности со различна буква ($^{A-C}$) во колоната се статистички значајно ($p \leq 0,05$) различни.

Од податоците прикажани во табелата 37 може да се види дека цврстината (силата на пенетрација) кај сувата свинска печеница константно се зголемува во текот на целиот производен процес (од 12 часа по солењето до 18. ден зреење) кај сите пет групи.

На почетокот на производниот процес, 12 часа по солењето, силата на пенетрација се движи во опсег од 306,10 (III група) до 396,70 N (I група). За време на солењето, натриум хлоридот придонесува за набабрување на миофибриларните протеини, кои директно влијаат на текстурата на производот (Toldrá, 2002). Натриум хлоридот, преку регулирање на ензимите, влијае на текстурата на производот (García-Rey и сор., 2006).

По димењето постепено се зголемува силата на пенетрација. За време на зреењето, 7., 14. дена, а особено на 18. ден од зреењето (крај на производството) се забележува поголемо зголемување на силата на пенетрација поради поголемата загуба на вода. Како што може да се види од табелата 37, силата на пенетрација, на крајот од производниот процес, се движи во интервал од 1092,78 (II група) до 1189,89 N (III група). Генерално, може да се констатира дека групите сува свинска печеница, кај кои има додадено стартер култури, имаат поголема цврстина во споредба со останатите две групи (I и II група). Поголемата цврстина се должи на поголемата загуба на вода. Голем број автори наведуваат дека цврстината на производот е обратнопропорционална со содржината на вода (Monin и сор., 1997; Serra и сор., 2007).

Разликите во цврстината меѓу поодделните групи, како и разликата во цврстината, во самите групи, меѓу поодделните производни фази, се статистички значајни ($p \leq 0,05$).

За време на складирањето се забележува мала промена во цврстината кај анализираните примероци особено од крајот на производствотот до 90 дена од производството. Примероците се вакуумирани и нема загуба на водата. На крајот на производниот процес силата на пенетрација се движи од 1081,66 (II група) до 1157,72 N (III група).

Разликите во цврстината-силата на пенетрација (N), помеѓу групите, за време на складирањето, се статистилки значајни ($p \leq 0,05$), додека разликите во самите групи, при складирањето не се статистички значајни.

5.6.2. Профил на текстурата на сувата свинска печеница по завршувањето на производниот процес и за време на складирањето

5.6.2.1. Цврстина - максимална сила (N) за време на првата компресија кај сувата свинска печеница по завршување на производниот процес и за време на складирањето

Цврстината, односно максималната сила за време на првата компресија, кај сувата свинска печеница, по завршување на производниот процес како и за време на складирањето, е прикажана во табелата 38.

На крајот на производниот процес најголема цврстина, односно сила за време на првата компресија, се забележува кај I група (57,53 N), а најмала кај II група (54,68 N). За време на складирањето не се забележува некоја голема промена во поглед на цврстината, кај ниту една од петте групи сува свинска печеница.

Во истражувањето кое го спровеле Cilla и сор. (2005) кај Иберската пршута, за време на првата компресија, констатирале дека вредноста на цврстината се движела од 27,42 до 42,82 N. García-Esteban и сор., 2004 наведуваат дека, кај шпанската пршута Teruel, цврстината се движела од 21,36 до 26,17 N. Andronikov и сор. 2013 истакнуваат дека кај Крашката пршута цврстината изнесува 62 N. Pugliese и сор. (2015), пак кај Крашката пршута, утврдиле дека цврстината изнесува 52,51 N.

Табела 38. Цврстина-максимална сила (N) за време на првата компресија, кај сувата свинска печеница по завршување на производниот процес и за време на складирањето (Duncanov test, α = 0,05)

Време од производството до крајот на рок на траење	Групи сува свинска печеница				
	I	II	III	IV	V
	$\bar{x}$ ± SD				
Крај на производство (18. ден зреење)	57,53 ± 1,63^{aA}	54,68 ± 2,39^{bA}	55,70 ± 3,17^{bA}	55,77 ± 2,75^{bA}	54,78 ± 2,06^{bA}
Средина на рок на употреба (90 дена од производство)	55,08 ± 1,49^{aB}	51,67 ± 2,46^{cB}	53,16 ± 2,50^{bB}	53,06 ± 2,48^{bB}	54,03 ± 3,22^{baA}
Крај на рок на употреба (180 дена од производство)	54,03 ± 3,22^{aB}	50,02 ± 3,10^{cC}	52,38 ± 2,51^{bB}	51,84 ± 2,84^{bB}	53,94 ± 1,49^{aA}

$\bar{x}$ - средна вредност; SD - стандардна девијација; средните вредности со различна буква ($^{a-d}$) во редот се статистички значајно ($p \leq 0,05$) различни; средните вредности со различна буква ($^{A-C}$) во колоната се статистички значајно ($p \leq 0,05$) различни.

Разликите во добиените вредности за измерената цврстина, во нивните и во овие истражувања, се поради различните локации на парчињата месо во трупот (пршут-бут) односно печеница (слабина и грб), потоа различниот временски периоди на зреење, како и поради употребата на различни видови текстурометари.

За време на складирањето се забележува дека кај, сите примероци, има намалување на цврстината, односно максимална сила (N) за време на првата компресија на сувата свинска печеница. На крајот на рокот на употреба цврстината се движи во опсег од 50,02 (II група) до 54,03 (I група).

Разликите во цврстината-максималната сила (N), за време на првата компресија, помеѓу групите сува свинска печеница, како и внатре, во самите групи, за време на складирањето, се статистички значајни ($p \leq 0,05$).

5.6.2.2. Еластичност (mm) на сувата свинска печеница по завршување на производниот процес и за време на складирањето

Просечните вредности од инструментално измерената еластичност на сувата свинска печеница по завршување на производниот процес и за време на складирањето се прикажани во табелата 39.

Табела 39. Еластичност (mm) на сувата свинска печеница по завршување на производниот процес и за време на складирањето (Duncanov test, α = 0,05)

Време од производството до крајот на рок на траење	Групи сува свинска печеница				
	I	II	III	IV	V
	$\bar{x}$ ± SD				
Крај на производство (18. ден зреење)	0,83 ± 0,21^{bA}	0,94 ± 0,05^{aA}	0,97 ± 0,06^{aA}	0,95 ± 0,05^{aA}	0,94 ± 0,06^{aA}
Средина на рок на употреба (90 дена од производство)	0,82 ± 0,21^{bA}	0,93 ± 0,04^{aA}	0,93 ± 0,06^{aB}	0,93 ± 0,06^{aA}	0,93 ± 0,05^{aA}
Крај на рок на употреба (180 дена од производство)	0,81 ± 0,20^{bA}	0,90 ± 0,05^{aB}	0,94 ± 0,06^{aBA}	0,93 ± 0,06^{aA}	0,92 ± 0,04^{aA}

$\bar{x}$ - средна вредност; SD - стандардна девијација; средните вредности со различна буква ($^{a-d}$) во редот се статистички значајно ($p \leq 0,05$) различни; средните вредности со различна буква ($^{A-C}$) во колоната се статистички значајно ($p \leq 0,05$) различни.

На крајот на производниот процес најголема еластичност (0,97 mm) е забележана кај III група, додека најмала (0,83 mm) кај I група. Разликата, помеѓу првата и сите останати групи, е статистички значајна ($p \leq 0,05$) (табела 39).

Laureati и сор. (2014), кај италијанските пршути, ги измериле следниве вредности за еластичност: 0,46 mm кај пршутата Parma, 0,49 кај San Daniele и 0,57 mm кај пршутата Toscana. Cilla и сор. (2006) забележале дека, кај шпанската пршута Teruel, еластичноста изнесува 0,51 mm. Harkouss и сор. (2015) истакнуваат дека еластичноста кај пршутата Bayon изнесува 0,75 mm. De Rezende Costa и сор. (2008) посочуваат дека, кај шпанската пршута Serrano, еластичноста е 0,73 mm.

Доколку се споредат добиените вредности за еластичноста во ова истражување со горенаведените вредности, добиени кај различни видови пршути, може да се констатира дека тие имаат послаба еластичност. Една од причините за намалувањето на вредноста на еластичноста, според Harkouss и сор. (2015), е зголемувањето на индексот на протеолизата за време на зреењето.

Во текот на складирањето не се забележани некои големи разлики во еластичноста. По истекот на рокот на употреба (180 дена по производството) еластичноста се движи во интервал од 0,82 (I група) до 0,94 mm (III група). Разликите помеѓу првата и сите останати групи, се статистички значајни ($p \leq 0,05$).

5.6.2.3. Адхезивност (N.mm) на сувата свинска печеница по завршувањето на производниот процес и за време на складирањето

Во табелата 40 се прикажани просечните вредности од инструментално измерената адхезивност на сувата свинска печеница по завршувањето на производниот процес и за време на складирањето.

Табела 40. Адхезивност (N.mm) на сувата свинска печеница по завршување на производниот процес и за време на складирањето (Duncanov test, $\alpha = 0,05$)

Време од производството до крајот на рок на траење	Групи сува свинска печеница				
	I	II	III	IV	V
	$\bar{x} \pm SD$				
Крај на производство (18. ден зреење)	-6,47 ± 2,10^{bA}	-4,68 ± 1,28^{aA}	-4,48 ± 1,31^{aA}	-5,19 ± 1,05^{aA}	-4,81 ± 1,13^{aA}
Средина на рок на употреба (90 дена од производство)	-6,23 ± 2,04^{bA}	-4,55 ± 1,23^{aA}	-4,29 ± 1,27^{aA}	-5,01 ± 1,04^{aA}	-4,61 ± 1,08^{aA}
Крај на рок на употреба (180 дена од производство)	-6,18 ± 2,04^{bA}	-4,55 ± 1,23^{aA}	-4,18 ± 1,27^{aA}	-4,91 ± 1,06^{aA}	-4,44 ± 1,08^{aA}

$\bar{x}$ - средна вредност; SD - стандардна девијација; средните вредности со различна буква ($^{a-d}$) во редот се статистички значајно ($p \leq 0,05$) различни; средните вредности со различна буква ($^{A-C}$) во колоната се статистички значајно ($p \leq 0,05$) различни.

На крајот на производниот процес адхезивноста се движи во интервал од -4,48 N.mm (III група) до -6,47 N.mm (I група). Разликите помеѓу првата и сите останати групи е статистички значајна ($p \leq 0,05$).

Во литературните податоци се сретнуваат пониски вредности за адхезивноста, кај сличните трајни сувомесни производи, во споредба со добиените вредности од ова истражување. Оваа разлика може да произлегува од самиот вид на производ, различната технолошка постапка итн.

Morales и сор. (2007) наведуваат дека вредностите за адхезивност кај шпанската пршута Serrano се движеле во распон од 0,322 до 0,369 Nmm. Во истражувањата

спроведени од страна на Harkouss и сор. (2015), кај француската пршута Bayonne, утврдиле дека адхезивноста изнесува -13,3 Nmm.

Во текот на складирањето, кај сите пет групи, се забележува мало намалување на адхезивноста. Сепак, разликите во атхезивноста, во рамките на самите групи, за време на складирањето, не се статистички значајни. На крајот на рокот на употреба адхезивноста се движи од -4,18 N.mm (III група) до -6,18 N.mm (I група). Разликата во атхезивноста, помеѓу првата и сите останати групи, е статистички значајна ($p \leq 0,05$).

5.6.2.4. Кохезивност на сувата свинска печеница по завршување на производниот процес и за време на складирањето

Резултатите од измерената кохезивност на сувата свинска печеница на крајот на производниот процес како и во текот на складирањето се прикажани во табелата 41.

Табела 41. Кохезивност на сувата свинска печеница по завршување на производниот процес и за време на складирањето (Duncanov test, $\alpha = 0,05$)

Време од производството до крајот на рок на траење	Групи сува свинска печеница				
	I	II	III	IV	V
	$\bar{x} \pm SD$				
Крај на производство (18. ден зреење)	0,95 $\pm 0,02^{bA}$	0,97 $\pm 0,02^{aA}$	0,94 $\pm 0,06^{bA}$	0,96 $\pm 0,03^{baA}$	0,96 $\pm 0,05^{baA}$
Средина на рок на употреба (90 дена од производство)	0,93 $\pm 0,02^{bBA}$	0,93 $\pm 0,02^{bB}$	0,95 $\pm 0,02^{aA}$	0,95 $\pm 0,03^{baA}$	0,94 $\pm 0,05^{baA}$
Крај на рок на употреба (180 дена од производство)	0,92 $\pm 0,06^{cB}$	0,92 $\pm 0,02^{cbC}$	0,94 $\pm 0,02^{aA}$	0,94 $\pm 0,05^{baA}$	0,93 $\pm 0,03^{cbaA}$

$\bar{x}$ - средна вредност; SD - стандардна девијација; средните вредности со различна буква ($^{a-d}$) во редот се статистички значајно ($p \leq 0,05$) различни; средните вредности со различна буква ($^{A-C}$) во колоната се статистички значајно ($p \leq 0,05$) различни.

Најголема кохезивност (0,97) на крајот на производниот процес е констатирана кај II група, наспроти III група која има најмала кохезивност (0,94).

Во истражувањето кое го спровеле Soto и сор. (2009) утврдиле дека кохезивноста, кај Иберската сува свинска печеница, се движи во интервал од 0,38 до 0,49. Puljić (2022) констатирала, дека кохезивноста кај Херцеговската печеница, се движи од 0,77 до 0,78.

Пониско измерени вредности за кохезивност, кај слични трајни сувомесни производи, констатирале и други автори. Laureati и сор. (2014) наведуваат дека кохезивноста кај италијанската пршута Parma изнесува (0,49), кај пршутата San Daniele (0,50) и кај пршутата Toscano (0,60). Pugliese и сор. (2015) констатирале дека, кај Крашката пршута, кохезивноста изнесува 0,63. De Rezende Costa и сор. (2008) наведуваат дека кохезивноста, кај шпанската пршута Serrano, изнесува (0,69), кај бразилската пршута Parma (0,65) и кај бразилската пршута Serrano (0,69).

Добиените резултати за измерената кохезивност на сувата свинска печеница, од ова истражување, не се во согласност со резултатите кои се сретнуваат во литературата. Една од причините може да биде самиот начин на производство како и различната содржина на вода во примероците. Во водата дејствуваат јаки кохезивни сили затоа што водата е многу поларна молекула. Повисоката содржина на вода придонесува и за поголема кохезивност.

Иако разликите помеѓу поодделните групи се мали, сепак, тие се статистички значајни ($p \leq 0,05$). Тие произлегуваат од различната големина на парчињата, како и од различната содржина на вода. Разликите во самите групи, помеѓу поодделните

производни фази, се статистички значајни ($p \leq 0,05$). Тоа се должи на загубата на вода во текот на процесот.

Како што може да се види од табелата 41, за време на складирањето нема некои големи разлики во кохезивноста. На крајот на рокот на употреба (180. ден по производството) кохезивноста се движи во опсег од 0,92 (I и II група) до 0,94 (III и IV група).

Разликите во кохезивноста, за време на складирањето, во самите групи се мали, но сепак, статистички значајни ($p \leq 0,05$).

5.6.2.5. Гуменост (N) на сувата свинска печеница по завршување на производниот процес и за време на складирањето

Во табелата 42 се прикажани просечните вредности за измерената гуменост кај тестираните примероци сува свинска печеница на крајот на производниот процес како и во текот на складирањето.

Табела 42. Гуменост (N) на сувата свинска печеница по завршување на производниот процес и за време на складирањето (Duncanov test, $\alpha = 0,05$)

Време од производството до крајот на рок на траење	**Групи сува свинска печеница**				
	I	**II**	**III**	**IV**	**V**
	$\bar{x} \pm SD$				
Крај на производство (18. ден зреење)	56,65 $\pm 2,06^{aA}$	53,44 $\pm 3,68^{bA}$	53,77 $\pm 2,71^{bA}$	52,24 $\pm 2,78^{bB}$	53,07 $\pm 4,03^{bA}$
Средина на рок на употреба (90 дена од производство)	55,80 $\pm 2,05^{bBA}$	52,75 $\pm 3,62^{bA}$	52,91 $\pm 2,70^{bBA}$	51,09 $\pm 3,53^{aA}$	52,32 $\pm 3,96^{bA}$
Крај на рок на употреба (180 дена од производство)	55,07 $\pm 2,02^{aB}$	52,32 $\pm 3,96^{bA}$	52,21 $\pm 2,65^{bB}$	50,81 $\pm 2,74^{bA}$	52,08 $\pm 3,56^{bA}$

$\bar{x}$ - средна вредност; SD - стандардна девијација; средните вредности со различна буква ($^{a-d}$) во редот се статистички значајно ($p \leq 0,05$) различни; средните вредности со различна буква ($^{A-C}$) во колоната се статистички значајно ($p \leq 0,05$) различни.

Најголема гуменост (56,65 N), односно најголема потреба од енергија за дезинтеграција (распаѓање) на примерокот, додека истиот не биде проголтан, на крајот на производниот процес, се забележува кај I група, додека најмала гуменост (52,24 N) е утврдена кај IV група. Разликите помеѓу првата и сите останати групи се статистички значајни ($p \leq 0,05$).

Пониски вредности за гумености се забележуваат во истражувањата спроведени од други автори, кои работеле на пршути. García-Esteban и сор. (2004) наведуваат дека, кај шпанската пршута Serrano, гумености изнесува од 12,66 до16,04 N. Pugliese и сор. (2015) утврдиле дека, кај Крашката пршута, гумености изнесува 33,54 N. Додека, во истражувањето на Andronikov и сор. (2013), вредноста за гумености кај Крашката пршута се движи во интервал од 33 до 51 N.

Во текот на складирањето може да се забележи константно намалување на гумености. На крајот на рокот на употреба гумености се движи во опсег од 50,81 N (IV група) до 55,07 N (I група). Разликите помеѓу I група и сите останати групи се статистички значајни ($p \leq 0,05$).

5.6.2.6. Енергија (J) при џвакање на сувата свинска печеница по завршување на производниот процес и за време на складирањето

Во табелата 43 се прикажани просечните вредности на инструментално измерената вредност за енергијата (J) за џвакање, по завршување на производниот процес како и за време на складирањето.

Табела 43. Енергија (J) при џвакање на сувата свинска печеница по завршување на производниот процес и за време на складирањето (Duncanov test, $\alpha = 0,05$)

Време од производството до крајот на рок на траење	Групи сува свинска печеница				
	I	II	III	IV	V
	$\bar{x} \pm SD$				
Крај на производство (18. ден зреење)	80,36 ± 12,10^{aA}	62,28 ± 16,82^{bA}	65,03 ± 13,74^{bA}	67,77 ± 14,29^{bA}	65,16 ± 11,26^{bA}
Средина на рок на употреба (90 дена од производство)	79,33 ± 11,96^{aA}	61,48 ± 16,59^{bA}	64,09 ± 13,53^{bA}	66,78 ± 14,09^{bA}	64,27 ± 11,10^{bA}
Крај на рок на употреба (180 дена од производство)	78,31 ± 11,82^{aA}	61,48 ± 16,59^{bA}	63,24 ± 13,32^{bA}	65,94 ± 13,91^{bA}	63,51 ± 10,97^{bA}

$\bar{x}$ - средна вредност; SD - стандардна девијација; средните вредности со различна буква ($^{a-d}$) во редот се статистички значајно ($p \leq 0,05$) различни; средните вредности со различна буква ($^{A-C}$) во колоната се статистички значајно ($p \leq 0,05$) различни.

Како што може да се види од табелата 43 најмногу енергија за џвакање, (80,36 J) додека не се проголта примерокот, е потребна кај I група, наспроти II група кај која е потребна најмала енергија (62,28 J) за џвакање.

Во текот на складирањето не се забележува некоја поголема разлика во вредностите на потребната енергија за џвакање. На крајот на рокот на употреба енергија, потребна за џвакање, се движи во интервал од 61,48 J (II група) до 78,31 (I група).

Разликите во енергијата (J), потребна за џвакање на печениците, помеѓу првата и сите останати групи, е статистички значајна ($p \leq 0,05$). Во рамките на самите групи нема статистички значајни разлики во енегријата за џвакање.

5.6.2.7. Отпорност (J) на сувата свинска печеница по завршување на производниот процес и за време на складирањето

Средните вредности од измерената отпорност (J), во текот на инструменталната анализа, се прикажани во табелата 44.

Најголема отпорност (1,49 J), на крајот на производството, се забележува кај V група, а најмала (1,33 J) кај I група. За време на складирањето не се забележува некоја голема промена кај отпорноста. Разликите во отпорноста (J) помеѓу првата група и групите II, III и V се статистички значајни ($p \leq 0,05$).

Од табелата 44 може да се види дека, за време на складирањето, има намалување на отпорноста. На крајот на рокот на употреба отпорноста се движи од 1,03 (I група) до 1,25 J (II и III група). Разликите во отпорноста (J) на сувата печеница помеѓу групите, за време на складирањето, како и во рамките на самите групи, при различното време на складирање, се статистички значајни ($p \leq 0,05$).

Табела 44. Отпорност (J) на сувата свинска печеница по завршување на производниот процес и за време на складирањето (Duncanov test, $\alpha = 0,05$)

Време од производството до крајот на рок на траење	Групи сува свинска печеница				
	I	**II**	**III**	**IV**	**V**
	$\bar{x} \pm SD$				
Крај на производство (18. ден зреење)	$1,33 \pm 0,15^{bA}$	$1,43 \pm 0,28^{aA}$	$1,48 \pm 0,14^{aA}$	$1,40 \pm 0,15^{baA}$	$1,49 \pm 0,12^{aA}$
Средина на рок на употреба (90 дена од производство)	$1,16 \pm 0,12^{dB}$	$1,25 \pm 0,24^{cbB}$	$1,35 \pm 0,15^{aB}$	$1,24 \pm 0,13^{dcB}$	$1,33 \pm 0,13^{baB}$
Крај на рок на употреба (180 дена од производство)	$1,03 \pm 0,11^{cC}$	$1,25 \pm 0,24^{aB}$	$1,25 \pm 0,17^{aC}$	$1,13 \pm 0,14^{bC}$	$1,21 \pm 0,14^{aC}$

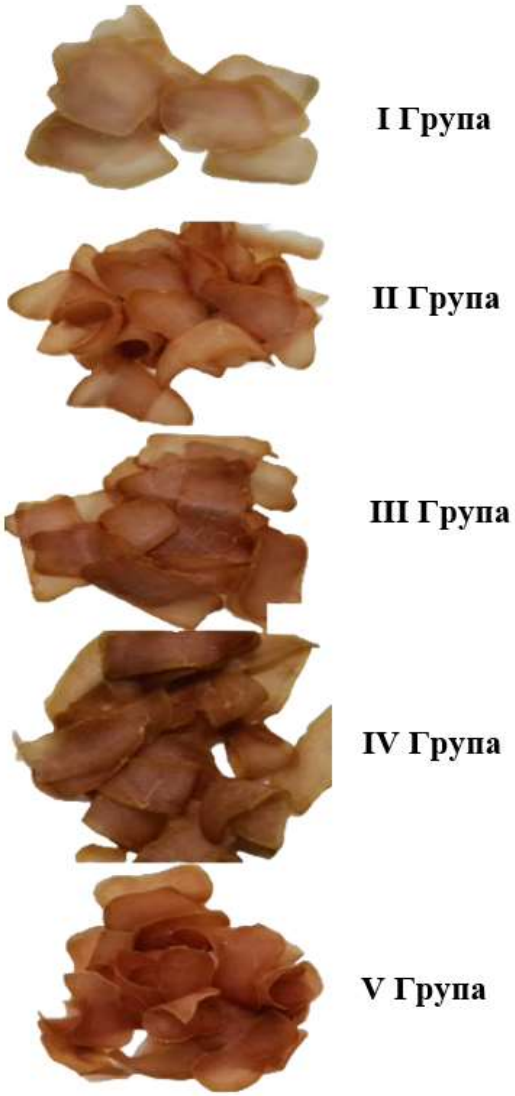
$\bar{x}$ - средна вредност; SD - стандардна девијација; средните вредности со различна буква ($^{a-d}$) во редот се статистички значајно ($p \leq 0,05$) различни; средните вредности со различна буква ($^{A-C}$) во колоната се статистички значајно ($p \leq 0,05$) различни.

5.7. СЕНЗОРНА АНАЛИЗА НА СУВАТА СВИНСКА ПЕЧЕНИЦА ПО ЗАВРШУВАЊЕ НА ПРОИЗВОДНИОТ ПРОЦЕС И ЗА ВРЕМЕ НА СКЛАДИРАЊЕТО

Virgili и сор (1995) наведуваат дека сензорните карактеристики кај готовиот производ се тесно поврзани со квалитетот на суровината и одвивањето на технолошкиот процес.

За време на производниот процес на трајните сувомесни производи, во парчињата на месо, се случуваат многубројни различни хемиски и физичко-хемиски промени, меѓу кои и деградација (распаѓање) на протеините и мастите. Создадените соединенија имаат голем ефект врз сензорните карактеристики на готовиот производ (Lorenzo и сор., 2008b).

Просечните вредности од сензорната анализа на сувата свинска печеница, по завршување на производниот процес и за време на складирањето, се прикажани редоследно од табелата 45 до табела 50.



Слика 20. Споредбен приказ на свежиот напречен пресек кај петте групи сува свинска печениц

5.7.1. Надворешен изглед на сувата свинска печеница по завршување на производниот процес и за време на складирањето

Просечните вредности од сензорната анализа на надворешниот изглед на сувата свинска печеница, по завршување на производниот процес и за време на складирањето, се прикажани од табелата 45.

Табела 45. Надворешен изглед на сувата свинска печеница по завршување на производниот процес и за време на складирањето (Duncanov test, $\alpha = 0,05$)

Својство	Групи сува свинска печеница				
	I	II	III	IV	V
	$\bar{x} \pm SD$				
НАДВОРЕШЕН ИЗГЛЕД					
Типичност на бојата (1-7)					
Крај на производство (18. ден зреење)	$3,0 \pm 0,3^{eA}$	$5,0 \pm 0,4^{bA}$	$6,3 \pm 0,3^{aA}$	$4,4 \pm 0,4^{cA}$	$4,0 \pm 0,5^{dA}$
Средина на рок на употреба (90 дена од производство)	$2,8 \pm 0,4^{eBA}$	$4,9 \pm 0,4^{bBA}$	$6,1 \pm 0,3^{aB}$	$4,3 \pm 0,4^{cBA}$	$3,7 \pm 0,6^{dB}$
Крај на рок на употреба (180 дена од производство)	$2,7 \pm 0,5^{eB}$	$4,8 \pm 0,5^{bB}$	$6,1 \pm 0,3^{aB}$	$4,1 \pm 0,4^{cB}$	$3,6 \pm 0,5^{dB}$
Интензитет на боја (1-4-7)					
Крај на производство (18. ден зреење)	$2,9 \pm 0,2^{dA}$	$3,2 \pm 0,3^{bA}$	$3,8 \pm 0,4^{aA}$	$3,1 \pm 0,5^{cbA}$	$3,0 \pm 0,5^{dcA}$
Средина на рок на употреба (90 дена од производство)	$2,7 \pm 0,4^{dB}$	$3,1 \pm 0,3^{bA}$	$3,6 \pm 0,4^{aB}$	$3,0 \pm 0,4^{cbA}$	$2,8 \pm 0,5^{cB}$
Крај на рок на употреба (180 дена од производство)	$2,6 \pm 0,4^{cB}$	$2,9 \pm 0,4^{bB}$	$3,5 \pm 0,4^{aB}$	$2,9 \pm 0,4^{bA}$	$2,7 \pm 0,4^{cB}$
Хомогеност на боја (1-7)					
Крај на производство (18. ден зреење)	$3,4 \pm 0,3^{eA}$	$6,2 \pm 0,7^{bA}$	$6,8 \pm 0,3^{aA}$	$4,5 \pm 0,4^{cA}$	$4,3 \pm 0,3^{dA}$
Средина на рок на употреба (90 дена од производство)	$3,3 \pm 0,3^{eBA}$	$5,9 \pm 0,7^{bA}$	$6,6 \pm 0,3^{aB}$	$4,4 \pm 0,4^{cB}$	$3,9 \pm 0,6^{dB}$
Крај на рок на употреба (180 дена од производство)	$3,1 \pm 0,4^{eB}$	$5,8 \pm 0,7^{bA}$	$6,5 \pm 0,2^{aB}$	$4,2 \pm 0,5^{cB}$	$3,7 \pm 0,6^{dB}$
Боја на масно ткиво (1-7)					
Крај на производство (18. ден зреење)	$2,8 \pm 0,3^{cA}$	$6,2 \pm 0,3^{bA}$	$6,7 \pm 0,3^{aA}$	$6,2 \pm 0,2^{bA}$	$6,1 \pm 0,2^{bA}$
Средина на рок на употреба (90 дена од производство)	$2,6 \pm 0,4^{dB}$	$6,2 \pm 0,3^{bBA}$	$6,5 \pm 0,2^{aC}$	$6,0 \pm 0,5^{bB}$	$5,8 \pm 0,5^{cB}$
Крај на рок на употреба (180 дена од производство)	$2,5 \pm 0,4^{dB}$	$6,1 \pm 0,3^{bB}$	$6,3 \pm 0,3^{aC}$	$6,0 \pm 0,4^{bB}$	$5,7 \pm 0,6^{cB}$

$\bar{x}$ - средна вредност; SD - стандардна девијација; средните вредности со различна буква ($^{a-d}$) во редот се статистички ($p \leq 0,05$) значајно различни; средните вредности со различна буква ($^{A-C}$) во колоната се статистички ($p \leq 0,05$) значајно различни.

Типичност на бојата

По завршувањето на производниот процес, најтипична боја на површината има III група сува свинска печеница (6,3 бода). Додадената стартер култура придонесува за подобар развој на типична боја на површината во споредба со II позитивна контролна група. Очекувано е најслабо изразена типичност на бојата на површината да има I група (3,0 бода) во која има додадено само готварска сол. Групите IV (4,4 бода) и V (4,0 бода), кај кои има додадено блитва во прав, како замена за нитритната сол, се доближуваат до контролната позитивна II група (5,0).

Од табелата 45 може да констатираме дека додадената стартер култура кај III група статистички значајно ($p \leq 0,05$) влијае врз развојот на типична боја на површината.

За време на складирањето, типичноста на бојата е пониско оценета од страна на дегустаторите. На крајот на рокот на употреба, типичноста на бојата на површината, кај сувата свинска печеница, се движи од 2,7 (I група) до 6, 1 бода (III група).

Разликите во средните вредности за типичноста на бојата на површината, помеѓу групите, како и разликите во самите групи, при различно време на складирање, се статистички значајни ($p \leq 0,05$).



Слика 21. Споредбен приказ на бојата на површинта кај петте групи сува свинска печеница

Интензитет на бојата

Најблиску до оптималниот интензитет на бојата, на површината на сувата свинска печеница, е оценета III група (3,8 бода), во која има додадено стартер култури. Интензитетот на бојата на површината, кај III група сува свинска печеница, е поголем во споредба со II позитивна контролна група. Најслаб интензитет на бојата на површината, на сувата свинска печеница, се забележува кај I група (2,9 бода), што е и очекувано затоа што кај истата има додадено само готварска сол. Интензитетот на бојата на површината, кај групите сува свинска печеница, во кои има додадено блитва во прав, IV (3,1 бод) и V група (3,0 бода) е оценет како многу близок до II позитивна контролна група (3,2 бода).

Од добиените резултати, при оценувањето на интензитетот на бојата на површината, може да се констатира дека разликите помеѓу групата сува свинска печеница во која има додадено стартер култура (III) и позитивно контролната (II група) се статистички

значајни ($p \leq 0,05$), што укажува на фактот дека употребата на стартер културата се рефлектира врз интензитетот на бојата на површината.

Кај сите групи сува свинска печеница, во текот на складирањето, се забележува намалување на интензитетот на бојата, на површината на сувата свинска пченица (табела 45). На крајот на рокот на употреба интензитетот на бојата, на површината, кај сувата свинска печеница се движи од 2,6 (I група) до 3,5 бода (III група). Разликите помеѓу групите, за време на складирањето, се статистички значајни ($p \leq 0,05$). Исто така, и разликите во интензитетот на бојата, во самите групи, се статистички значајни ($p \leq 0,05$).

Хомогеност на бојата

Дегустаторите највисоко ја оцениле хомогеноста на бојата, на површината (6,8 бода) кај III група сува свинска печеница, која според нив има најуниформна боја, додека II позитивно контролна група е оценета со 6,2 бода. Согласно со бодувањето, од страна на дегустаторите, групите сува свинска печеница кои се произведени со блитва во прав (IV и V), на површината имаат помала хомогеност на бојата (4,5 односно 4,3 бода) споредено со контролната позитивна група II (6,2 бода) која е произведена со нитритна сол. Најлошо е оценета (3,4 бода) I група сува свинска печеница, произведена со готварска сол. Кај неа се забележува најголема неизедначеност на бојата на површината.

Разликите помеѓу поодделните групи се статистички значајни ($p \leq 0,05$). Тоа покажува дека додавањето на стартер културата, кај сувата свинска печеница, позитивно влијае врз хомогеноста на бојата на површината.

Дегустаторите ја оцениле хомогеноста на бојата, на површината на сувата печеница, во текот на складирањето, со пониски оценки на крајот на рокот на употреба хомогеноста на бојата на површината е оценета во интервал од 3,1 (I група) до 6,5 бода (III група).

Разликите во хомогеноста на бојата, на површината, помеѓу групите како и во рамките на самите групи, при различното време на складирање, се статистички значајни ($p \leq 0,05$).

Боја на масното ткиво

Бојата на масното ткиво, на површината, на крајот на производството, најлошо е оценета (2,8 бода) кај I група а најдобро (6,7 бода) кај III група (табела 45). Разликите помеѓу првата и сите останати групи, како и помеѓу третата и сите останати групи, се статистички значајни ($p \leq 0,05$).

Во текот на складирањето дегустаторите ја оцениле со пониски оцени бојата на масното ткиво на површината. На крајот на рокот на употреба, оценките на бојата на масното ткиво се движат во интервал од 2,5 (I група) до 6,3 бода (III група).

Разликите во бојата на масното ткиво, помеѓу групите, како и во рамките на самите групи при различно време на складирање, се статистички значајни ($p \leq 0,05$).

5.7.2. Профил на бојата

Во табелата 46 се прикажани просечните вредности од оцената на профилот на бојата, на свежиот напречен пресек, на сувата свинска печеница по завршувањето на производниот процес и за време на складирањето.

Табела 46. Профил на бојата на сува свинска печеница по завршување на производниот процес и за време на складирањето (Duncanov test, α = 0,05)

Својство	Групи сува свинска печеница				
	I	II	III	IV	V
	x̄ ± SD				
ПРОФИЛ НА БОЈАТА					
Типичност на боја на пресек (1-4-7)					
Крај на производство (18. ден зреење)	$1,9 \pm 0,4^{dA}$	$3,4 \pm 0,4^{cbA}$	$4,5 \pm 0,3^{aA}$	$3,5 \pm 0,4^{bA}$	$3,3 \pm 0,3^{cA}$
Средина на рок на употреба (90 дена од производство)	$1,8 \pm 0,4^{cA}$	$3,3 \pm 0,3^{bB}$	$4,3 \pm 0,3^{aB}$	$3,3 \pm 0,3^{bB}$	$3,2 \pm 0,3^{bBA}$
Крај на рок на употреба (180 дена од производство)	$1,7 \pm 0,4^{dA}$	$3,1 \pm 0,2^{cbC}$	$4,2 \pm 0,3^{aB}$	$3,2 \pm 0,3^{bB}$	$3,1 \pm 0,3^{cB}$
Интензивност на бојата на пресек (1-4-7)					
Крај на производство (18. ден зреење)	$2,0 \pm 0,4^{dA}$	$3,2 \pm 0,3^{cA}$	$4,4 \pm 0,3^{aA}$	$3,6 \pm 0,3^{bA}$	$3,5 \pm 0,3^{bA}$
Средина на рок на употреба (90 дена од производство)	$1,9 \pm 0,4^{dBA}$	$3,1 \pm 0,2^{cBA}$	$4,3 \pm 0,3^{aB}$	$3,4 \pm 0,4^{bB}$	$3,4 \pm 0,3^{bA}$
Крај на рок на употреба (180 дена од производство)	$1,8 \pm 0,3^{eA}$	$3,1 \pm 0,3^{dB}$	$4,2 \pm 0,2^{aB}$	$3,3 \pm 0,3^{bB}$	$3,2 \pm 0,2^{cB}$
Хомогеност на бојата (1-7)					
Крај на производство (18. ден зреење)	$1,7 \pm 0,2^{dA}$	$5,1 \pm 0,3^{bA}$	$6,5 \pm 0,3^{aA}$	$4,2 \pm 0,5^{cA}$	$4,2 \pm 0,3^{cA}$
Средина на рок на употреба (90 дена од производство)	$1,6 \pm 0,2^{eBA}$	$5,0 \pm 0,3^{bA}$	$6,4 \pm 0,2^{aB}$	$4,1 \pm 0,5^{cBA}$	$3,9 \pm 0,5^{dB}$
Крај на рок на употреба (180 дена од производство)	$1,6 \pm 0,2^{eB}$	$4,8 \pm 0,5^{bB}$	$6,3 \pm 0,2^{aB}$	$3,9 \pm 0,5^{cB}$	$3,6 \pm 0,5^{dC}$

x̄ - средна вредност; SD - стандардна девијација; средните вредности со различна буква ($^{a-d}$) во редот се статистички значајно ($p \leq 0,05$) различни; средните вредности со различна буква ($^{A-C}$) во колоната се статистички значајно ($p \leq 0,05$) различни.

Типичност на бојата на свеж напречен пресек на сувата свинска печеница по завршување на производниот процес и за време на складирањето

Типичноста на бојата е една од основните сензорни карактеристики (Пејковски, 2000).

Како што може да се види од табелата 46, дегустаторите, на свеж напречен пресек, со највисоки оценки (4,5 бода) ја оцениле III група која, според нив, има примерна црвена боја, наспроти I група, која е убедливо најниско оценета со 1,9 бода, затоа што нијансата на бојата на свежиот пресек преминува во жолтеникава, поради тоа што е додадена само готварска сол (слика 20).

Од табелата 46 може да се види дека IV група, во која има додадено блитва во прав од првиот производител, е оценета со 3,5 бода, наспроти II контролна позитивна група сува свинска печеница во која има додадено нитритна сол (3,4 бода). Петтата група, во која има додадено блитва во прав од вториот производител, е оценета со 3,3 бода.

При анализа на добиените резултати од сензорното оценување на типичноста на бојата на свежиот напречен пресек, може да се забележи дека разликите помеѓу групите сува свинска печеница, во која има додадено стартер култура, (III, IV и V група) и позитивно контролната (II група) се статистички значајни ($p \leq 0,05$), што укажува на фактот дека употребата на стартер културата позитивно влијае врз типичноста на бојата на свежиот напречен пресек на сувата свинска печеница.

Danov и сор. (2014) наведуваат дека, при оценувањето на сензорните карактеристики на бојата на свежиот напречен пресек кај Бугарската традиционална сува свинска печеница, оценувачите статистички значајно ($p \leq 0,05$) повисоко ја оцениле

печеницата во која има додадено стартер култури во споредба со контролната, во која има додадено само нитритна сол.

За време на складирањето, како што може да се види од табелата 46, кај сите пет групи сува свинска печеница, типичноста на бојата на свежиот напречен пресек е оценета со пониски оценки. На крајот на рокот на употреба типичноста на бојата на свежиот напречен пресек се движи од 1,7 (I) до 4,2 бода (III).

Разликите во типичноста, на бојата, на свежиот напречен пресек на печеницата, во текот на складирањето, во самите групи се статистички значајни ($p \leq 0,05$).

Интензитет на бојата на свеж напречен пресек на сувата свинска печеница по завршување на производниот процес и за време на складирањето

Резултатите од оценувањето на интензитетот на бојата на свежиот напречен пресек на сувата печеница, се прикажани во табелата 46. Се забележува дека идеален односно оптимален интензитет на бојата, на пресек, има групата III (4,4 бода). Интензитетот на бојата е најслабо оценет кај I група (2,0 бода), што значи бојата е недоволно интензивна. Интензитетот на бојата на свежиот напречен пресек кај групите во кои има додадено блитва во прав-IV (3,6 бода) и V (3,5 бода) е подобро оценет од позитивно контролната група II (3,2 бода). Генерално гледано, повисоки оцени за интензивноста на бојата на пресек, кај сувата печеница, добиле групите кај кои додадено стартер култури (III, IV и V) во споредба со контролната позитивна (II група). Разликите помеѓу нив се статистички значајни ($p \leq 0,05$) што укажува на фактот дека употребата на стартер културите позитивно влијае врз интензитетот на бојата на свежиот напречен пресек на сувата свинска печеница.

Дегустаторите констатираа дека интензитетот на бојата на свежиот пресек, за време на складирањето, се намалува (табела 46). Така, сите пет групи печеници се оценети со пониски оценки во споредба со оценките добиени вреднаш по завршувањето на производниот процес.

Разликите во интензитетот на бојата, на свежиот напречен пресек, во самите групи, при различно време на складирање, се статистички значајни ($p \leq 0,05$).

Хомогеност на бојата на свеж напречен пресек на сувата свинска печеница по завршување на производниот процес и за време на складирањето

Хомогеноста на бојата на свежиот напречен пресек е највисоко оценета (6,5 бода) кај III група сува свинска печеница, која има најизедначена боја на пресек. Наспроти неа групата I која е најслабо оценета (1,7 бода) има најнеизедначена боја (табела 46).

Разликите помеѓу поодделните групи во поглед на хомогеноста на бојата на свежиот напречен пресек, по завршувањето на производниот процес, се статистички значајни ($p \leq 0,05$).

Хомогеноста на бојата, на свежиот напречен пресек, е послабо оценета на средината и на крајот на рокот на употреба на печеницата. Разликите во хомогеноста на бојата, на пресек, во самите групи, при различното време на складирање, се статистички значајни ($p \leq 0,05$).

5.7. 3. Профил на текстурата

Текстурата претставува сензорна перцепција која произлегува од структурата на храната на молекуларно, микроструктурно и макроскопско ниво. Поимот текстура ги опишува сите механички/реолошки својства (степен на структура) на храната, а исто

така, директно, е поврзана и со времето потребно за обработка на храната во устата (Chen, 2009).

Од квалитетна гледна точка, текстурата е една од најважните карактеристики на трајните сувомесни производи и е директно поврзана со протеолизата која се одвива при производството. Концентрацијата на сол, pH-вредноста и содржината на вода се клучни фактори кои влијаат на протеолитичката активност и, следствено, на развојот на текстурата (Čandek-Potokar и сор., 2020).

Просечните вредности од оценетата текстура на сувата свинска печеница се прикажани во табелата 47.

Табела 47. Профил на текстурата на сувата свинска печеница по завршување на производниот процес и за време на складирањето (Duncanov test, $\alpha = 0,05$)

СВОЈСТВО	ГРУПИ СУВА СВИНСКА ПЕЧЕНИЦА				
	I	II	III	IV	V
	$\bar{x} \pm SD$				
ПРОФИЛ НА ТЕКСТУРАТА					
Цврстина-тврдост (1-7)					
Крај на производство (18. ден зреење)	$5,1 \pm 0,6^{aA}$	$5,0 \pm 0,4^{aA}$	$4,2 \pm 0,4^{bA}$	$4,3 \pm 0,3^{bA}$	$4,4 \pm 0,3^{bA}$
Средина на рок на употреба (90 дена од производство)	$4,9 \pm 0,6^{aBA}$	$4,8 \pm 0,5^{aBA}$	$4,0 \pm 0,4^{bB}$	$4,0 \pm 0,5^{bB}$	$3,9 \pm 0,6^{bB}$
Крај на рок на употреба (180 дена од производство)	$4,8 \pm 0,6^{aB}$	$4,7 \pm 0,5^{aB}$	$3,9 \pm 0,4^{bB}$	$3,9 \pm 0,6^{bB}$	$3,8 \pm 0,5^{bB}$
Лепливост (1-7)					
Крај на производство (18. ден зреење)	$3,2 \pm 0,3^{dA}$	$3,4 \pm 0,2^{cA}$	$4,3 \pm 0,3^{aA}$	$4,3 \pm 0,3^{aA}$	$3,6 \pm 0,3^{bA}$
Средина на рок на употреба (90 дена од производство)	$3,2 \pm 0,3^{dBA}$	$3,3 \pm 0,3^{dB}$	$3,7 \pm 0,6^{bB}$	$4,0 \pm 0,5^{aB}$	$3,4 \pm 0,3^{cA}$
Крај на рок на употреба (180 дена од производство)	$3,1 \pm 0,4^{dB}$	$3,2 \pm 0,2^{dcB}$	$3,6 \pm 0,5^{bB}$	$3,9 \pm 0,6^{aB}$	$3,4 \pm 0,3^{cB}$
Дезинтеграција – распаѓање (1-7)					
Крај на производство (18. ден зреење)	$3,2 \pm 0,3^{dA}$	$4,3 \pm 0,3^{cA}$	$5,3 \pm 0,3^{aA}$	$4,5 \pm 0,4^{bA}$	$4,3 \pm 0,3^{cA}$
Средина на рок на употреба (90 дена од производство)	$3,1 \pm 0,4^{dBA}$	$4,0 \pm 0,5^{cB}$	$4,8 \pm 0,5^{aB}$	$4,3 \pm 0,4^{bB}$	$4,0 \pm 0,5^{cB}$
Крај на рок на употреба (180 дена од производство)	$3,0 \pm 0,5^{cB}$	$4,0 \pm 0,4^{bB}$	$4,7 \pm 0,5^{aB}$	$4,1 \pm 0,4^{bB}$	$4,0 \pm 0,5^{bB}$
Апсорпција на влага (1-7)					
Крај на производство (18. ден зреење)	$3,2 \pm 0,2^{cA}$	$4,0 \pm 0,4^{aA}$	$3,8 \pm 0,3^{bA}$	$3,9 \pm 0,4^{baA}$	$3,8 \pm 0,3^{bA}$
Средина на рок на употреба (90 дена од производство)	$3,0 \pm 0,4^{cA}$	$3,8 \pm 0,6^{aB}$	$3,5 \pm 0,4^{bB}$	$3,7 \pm 0,4^{aBA}$	$3,6 \pm 0,4^{baB}$
Крај на рок на употреба (180 дена од производство)	$2,9 \pm 0,4^{cB}$	$3,7 \pm 0,5^{aB}$	$3,4 \pm 0,4^{bB}$	$3,6 \pm 0,4^{aB}$	$3,4 \pm 0,4^{bC}$
Зафат (1-7)					
Крај на производство (18. ден зреење)	$2,7 \pm 0,6^{dA}$	$3,8 \pm 0,3^{cA}$	$4,7 \pm 0,3^{aA}$	$4,6 \pm 0,4^{bA}$	$4,5 \pm 0,4^{bA}$
Средина на рок на употреба (90 дена од производство)	$2,6 \pm 0,6^{dA}$	$3,6 \pm 0,6^{cB}$	$4,5 \pm 0,4^{aB}$	$4,4 \pm 0,3^{baB}$	$4,3 \pm 0,6^{bB}$
Крај на рок на употреба (180 дена од производство)	$2,5 \pm 0,6^{dA}$	$3,6 \pm 0,3^{cB}$	$4,4 \pm 0,3^{aB}$	$4,2 \pm 0,4^{bB}$	$4,1 \pm 0,6^{bB}$

$\bar{x}$ - среддна вредност; SD-стандардна девијација; средните вредности со различна буква ($^{a-d}$) во редот се статистички ($p \leq 0,05$) значајно различни; средните вредности со различна буква ($^{A-C}$) во колоната се статистички ($p \leq 0,05$) значајно различни.

Цврстина - тврдост на сувата свиснка печеница по завршување на производниот процес и за време на складирањето

Цврстината односно тврдоста е надобро оценета (4,2 бода) кај III група, наспроти I група која има поголема тврдост (5,1 бода). Генерално гледано, дегустаторите утврдиле дека групите сува свинска печеница, кај кои има додадено стартер култури, како III (4,2 бода), IV(4,3 бода) и V(4,4 бода) примероците полесно се џвакаат, во споредба со II позитивно контролна група (5,0 бода).

Разликите во тврдоста помеѓу групите сува свинска печеница во кои нема додадено стартер култури (I и II група) во кои има додадено стартер култури (III, IV и V група) се статистички значајни ($p \leq 0,05$). Стартер културите поволно влијаат врз развојот на оптималната цврстина.

Цврстината е оценета со малку пониски оценки на средината и на крајот на рокот на употреба. Разликите во цврстината во самите, групи при различно време на складирање, се статистички значајни ($p \leq 0,05$).

Лепливост на сувата свинска печеница по завршување на производниот процес и за време на складирањето

Од табелата 47 може да се забележи дека лепливоста е најслабо оценета (3,2 бода) кај I група, наспроти III и IV група кои се оценети со 4,3 бода. Генерално гледано сите пет групи сува печеница имаат прифатлива лепливост. Тоа значи дека парчето, при џвакање, не е ниту премногу брашнесто, ронливо ниту тестесто, лепливо.

Иако разликите помеѓу групите се минимални, сепак, тие се статистички значајни ($p \leq 0,05$).

Од табелата 47 може да се види дека, во текот на складирањето, настанува промена во поглед на лепливоста и истата е оценета со пониски оцени. Разликите во лепливоста, во рамките на самите групи, при различно време на складирање, се статистички значајни ($p \leq 0,05$).

Дезинтеграција - распаѓање на сувата свинска печеница по завршување на производниот процес и за време на складирањето

Дезинтеграцијата - распаѓањето на парчето при џвакање е највисоко оценета (5,3 бода) кај III група. Тоа значи дека парчето е најдобро распаднато пред голтање. Оваа карактеристика е најниско оценета (3,2 бода) кај првата група. Како што може да се види од табелата 47, IV група сува свинска печеница, во која има додадено блитва во прав, од првиот производител, има подобра дезинтеграција (4,5 бода) во споредба со контролната позитивна II група која е оценета со 4,3 бода. Со истата оценка (4,3 бода) е оценета и V група, која е произведена со блитва во прав од вториот производител (табела 47).

Разликите во дезинтеграцијата - распаѓањето, помеѓу поодделните групи сува свинска печеница, се статистички значајни ($p \leq 0,05$).

Дезинтеграцијата - распаѓањето е оценета со малку пониски оцени на средината и на крајот на рокот на употреба. Разликите, во рамките на самите групи, при различното време на складирање, во однос на крајот на производство, се статистички значајни ($p \leq 0,05$).

Апсорпција на влага на сувата свинска печеница по завршување на производниот процес и за време на складирањето

Апсорпцијата на влага е највисоко оценета (4,0 бода) кај II група (4,0 бода). Тоа значи дека кај оваа група, при џвакање на парчето, има оптимална апсорпција на плунка. Оваа карактеристика е најниско оценета (3,2 бода) кај I група, што и не е така лошо оценета апсорпцијата на плунка при џвакање. Како што може да се види од табела 47, останатите групи сува свинска печеница имаат, исто така, прифатлива апсорпција на влага, односно апсорпцијата на плунка, при џвакање на парчето, е речеси оптимална.

Разликите во поглед на апсорпцијата на влага помеѓу поодделните групи сува свинска печеница се статистички значајни ($p \leq 0,05$).

Од табелата 47 може да се види дека дегустаторите ја оцениле со малку пониски оценки апсорпцијата на плунка за време на складирањето.

Разликите во апсорпцијата на плунка, во рамките на самите групи, при различно време на складирање, се статистички значајни ($p \leq 0,05$).

Зафат на сувата свинска печеница по завршување на производниот процес и за време на складирањето

Зафатот е највисоко оценет (4,7 бода) кај III група, потоа следат IV група (4,6 бода) и V група (4, 5 бода). Како што може да се види од табелата 47, зафатот е најниско оценет (2,7 бода) кај I негативно контролна група сува свинска печеница која е произведена со готварска сол, што говори дека примерокот има слаб стисок.

Од добиените резултати може да се констатира дека употребата на стартер културите (III, IV и V група) значајно ($p \leq 0,05$) го менува зафатот кај сувата свинска печеница.

Разликите во зафатот помеѓу поодделните групи се статистички значајни ($p \leq 0,05$).

Од табелата 47 може да се констатира дека, кај сите групи сува свинска печеница, зафатот, на средината и на крајот на рокот на употреба, е оценет со пониски оценки во споредба со оценките добиени веднаш по завршувањето на производниот процес.

Разликите во зафатот, внатре, во самите групи, при различното време на складирање, се статистички значајни ($p \leq 0,05$).

5.7.4. Профил на арома

Аромата, кај трајните сувомесни производи, е клучно својство што го определува севкупниот квалитет на готовиот производ, а, во најголема мера, зависи од квалитетот на суровината и одвивањето на технолошкиот процес, особено за време на зреењето (Górska и сор., 2016).

Биохемиските процеси, протеолизата и липолизата, кои се случуваат за време на процесот на зреење, се од голема важност за развојот на аромата на трајните сувомесни производи (Hernández и сор., 1999). За време на протеолизата и липолизата се создаваат голем број испарливи соединенија кои се значајни за развојот на вкусот и миризбата кои, последователно, придонесуваат за типичните карактеристики на вкусот и миризбата на производите (Ruiz Carrascal и сор., 2002).

Развојот на аромата, кај трајните сувомесни производи, е сложен процес и е резултат на бројни биохемиски реакции (Toldrá, 1998). Речиси 200 испарливи соединенија се одговорни за развојот на аромата кај трајните сувомесни производи (Toldrá, 2002). Тие, според механизмот на формирање, може да се поделат на неколку

групи органски соединенија (Narváez-Rivas и сор., 2012; Pérez-Santaescolástica и сор., 2018).

Главните ароматични соединенија, кај трајните сувомесни производи, потекнуваат од оксидацијата на масните киселини. Алдехидите се особено важни за формирањето на аромата (Carrapiso и сор., 2002, Pérez-Santaescolástica и сор., 2018). И покрај големиот број формирани испарливи ароматични соединенија, само мал процент испарливи материи, значително, придонесуваат за конечната арома.

Просечните вредности добиени од оценувањето на профилот на аромата на сувата свинска печеница, по завршувањето на производниот процес и за време на складирањето, се прикажани во табелата 48.

Табела 48. Профил аромата на сувата свинска печеница по завршување на производниот процес и за време на складирањето (Duncanov test, $\alpha = 0,05$)

Својство	Групи сува свинска печеница				
	I	II	III	IV	V
	$\bar{x} \pm SD$				
ПРОФИЛ НА АРОМАТА					
Типичност на миризбата (1-7)					
Крај на производство (18. ден зреење)	$3,6 \pm 0,4^{dA}$	$5,4 \pm 0,4^{cA}$	$6,4 \pm 0,3^{aA}$	$6,4 \pm 0,3^{aA}$	$6,2 \pm 0,4^{bA}$
Средина на рок на употреба (90 дена од производство)	$3,5 \pm 0,4^{dBA}$	$5,3 \pm 0,4^{cBA}$	$6,3 \pm 0,3^{aBA}$	$6,2 \pm 0,4^{aBA}$	$6,0 \pm 0,5^{bBA}$
Крај на рок на употреба (180 дена од производство)	$3,4 \pm 0,4^{cB}$	$5,2 \pm 0,4^{bB}$	$6,2 \pm 0,2^{aB}$	$6,1 \pm 0,4^{aB}$	$5,8 \pm 0,5^{bB}$
Туѓи миризби (1-7)					
Крај на производство (18. ден зреење)	$1,0 \pm 0,0^{dA}$	$1,0 \pm 0,0^{cA}$	$1,0 \pm 0,0^{aA}$	$1,0 \pm 0,0^{aA}$	$1,0 \pm 0,0^{bA}$
Средина на рок на употреба (90 дена од производство)	$1,0 \pm 0,0^{dA}$	$1,0 \pm 0,0^{cA}$	$1,0 \pm 0,0^{aA}$	$1,0 \pm 0,0^{aA}$	$1,0 \pm 0,0^{bA}$
Крај на рок на употреба (180 дена од производство)	$1,0 \pm 0,0^{dA}$	$1,0 \pm 0,0^{cA}$	$1,0 \pm 0,0^{aA}$	$1,0 \pm 0,0^{aA}$	$1,0 \pm 0,0^{bA}$
Типичност на вкусот (1-7)					
Крај на производство (18. ден зреење)	$3,5 \pm 0,3^{dA}$	$5,6 \pm 0,4^{cA}$	$6,3 \pm 0,2^{aA}$	$6,4 \pm 0,3^{aA}$	$6,2 \pm 0,4^{bA}$
Средина на рок на употреба (90 дена од производство)	$3,4 \pm 0,3^{dA}$	$5,4 \pm 0,5^{cB}$	$6,3 \pm 0,3^{aA}$	$6,2 \pm 0,4^{aBA}$	$6,0 \pm 0,5^{bB}$
Крај на рок на употреба (180 дена од производство)	$3,4 \pm 0,3^{eA}$	$5,3 \pm 0,4^{dB}$	$6,2 \pm 0,3^{aA}$	$6,1 \pm 0,4^{bB}$	$5,9 \pm 0,5^{cB}$
Туѓи вкусови (1-7)					
Крај на производство (18. ден зреење)	$1,0 \pm 0,0^{dA}$	$1,0 \pm 0,0^{cA}$	$1,0 \pm 0,0^{aA}$	$1,0 \pm 0,0^{aA}$	$1,0 \pm 0,0^{bA}$
Средина на рок на употреба (90 дена од производство)	$1,0 \pm 0,0^{dA}$	$1,0 \pm 0,0^{cA}$	$1,0 \pm 0,0^{aA}$	$1,0 \pm 0,0^{aA}$	$1,0 \pm 0,0^{bA}$
Крај на рок на употреба (180 дена од производство)	$1,0 \pm 0,0^{dA}$	$1,0 \pm 0,0^{cA}$	$1,0 \pm 0,0^{aA}$	$1,0 \pm 0,0^{aA}$	$1,0 \pm 0,0^{bA}$
Типичност на аромата (1-7)					
Крај на производство (18. ден зреење)	$3,6 \pm 0,3^{dB}$	$5,6 \pm 0,4^{cB}$	$6,4 \pm 0,2^{aA}$	$6,4 \pm 0,2^{aA}$	$6,2 \pm 0,4^{bA}$
Средина на рок на употреба (90 дена од производство)	$3,5 \pm 0,3^{dBA}$	$5,4 \pm 0,4^{cB}$	$6,4 \pm 0,2^{aA}$	$6,2 \pm 0,4^{bB}$	$6,0 \pm 0,5^{cB}$
Крај на рок на употреба (180 дена од производство)	$3,5 \pm 0,3^{dA}$	$5,3 \pm 0,4^{ca}$	$6,3 \pm 0,2^{aA}$	$6,2 \pm 0,4^{bBA}$	$5,9 \pm 0,5^{cBA}$

$\bar{x}$ - средна вредност; SD - стандардна девијација; средните вредности со различна буква ($^{a-d}$) во редот се статистички значајно ($p \leq 0,05$) различни; средните вредности со различна буква ($^{A-C}$) во колоната се статистички значајно ($p \leq 0,05$) различни.

Типичност на миризбата на сувата свинска печеница по завршување на производниот процес и за време на складирањето

Од приложената табела 48 може да се констатира дека миризбата е највисоко оценета (6,4 бода) кај III и IV група. Исто така, може да се забележи дека групите сува свинска печеница во кои има додадено стартер култури (III, IV и V група) имаат најубаво изразена и карактеристична миризба во споредба со позитивната контролна II група (5,4 бода). Добиените резултати се во согласност со истражувањето на Danov и сор. (2014) кои наведуваат дека дегустаторите ја оцениле миризбата со повисоки оцени кај сувата свинска печеница во која има додадено стартер култура. Од табелата 48 може да се констатира миризбата е најслабо оценета (3,6 бода) кај I група, за разлика од останатите групи сува свинска печеница.

Разликите во поглед на типичноста на миризбата помеѓу поодделните групи се статистички значајни ($p \leq 0,05$).

Дегустаторите детектирале дека типичноста на миризбата, за време на складирањето, се намалува и затоа ја оцениле со пониска оцена. На крајот на рокот на употреба (180 дена од завршувањето на производниот процес), типичноста на миризбата е оценета во интервал од 3,4 бода (I група) до 6,2 бода (III група).

Разликите во типичноста на миризбата, во рамките на самите групи, при различно време на складирање, се статистички значајни ($p \leq 0,05$).

Туѓи миризби кај сувата свинска печеница по завршување на производниот процес и за време на складирањето

Кај ниту една од групите сува свинска печеница не е констатирано присуство на туѓи миризби по завршувањето на производниот процес и за време на складирањето (табела 48).

Типичност на вкусот на сувата свинска печеница по завршување на производниот процес и за време на складирањето

Оценките за оваа особина се движат во опсег од 3,5 (I група) до 6,4 бода (IV група). Од табелата 48 може да забележиме дека групите III (6,3 бода), IV (6,4 бода) и V (6,2 бода), во кои има додадено стартер култури, имаат подобро изразен и покарактеристичен вкус споредено со II група (5,6 бода). Вкусот е најслабо оценет кај I група (3,5 бода), но, сепак, тој е својствен.

Групите сува свинска печеница, во кои има додадено блитва во прав (IV и V) имаат статистички значајно ($p \leq 0,05$) подобар вкус во споредба со II-позитивно контролна група. Добиените резултати се во спротивност со многу претходни студии кои покажаа дека природните извори на нитрати од зеленчукот негативно влијаат на вкусот на преработките од месо (Sindelar и сор., 2007; Sebranek и Bacus сор., 2007a; Kim и сор., 2017; Kim и сор., 2019a). Но, во истражувањето спроведено од страна на Kim и сор. (2019c), при употреба на конвертирани нитрити од замрзната блитва во прав, тие не констатирале статистички значајни разлики во вкусот споредено со контролната група печеница произведена со нитритна сол.

Разликите во типичноста на вкусот помеѓу поодделните групи печеници се статистички значајни ($p \leq 0,05$) (табела 48).

Дегустаторите утврдиле намалување на оценките за типичноста на вкусот на средината и на крајот на рокот на употреба кај сувата свинска печеница.

Разликите во типичноста на вкусот, во рамките на самите групи печеница, при различно врмеметраење на нивното складирање, се статистички значајни ($p \leq 0,05$).

Туѓи вкусови на сувата свинска печеница по завршување на производниот процес и за време на складирањето

Како што може да се забележи од табелата 48, кај ниту една од групите сува свинска печеница, не е констатирано присуство на туѓи вкусови. За време на складирањето, исто така, не се утврдени туѓи вкусови.

Типичност на аромата на сувата свинска печеница по завршување на производниот процес и за време на складирањето

Одлично изразена типична арома имаат III и IV група, кои се оценети со 6,4 бода. Потоа следува V група со 6,2 бода. Дегустаторите утврдиле подобра арома и повисоко ги оцениле трите групи, во кои има додадено стартер култури, во споредба со II позитивно контролна група, која е оценета со 5,6 бода. Типичноста на аромата е најниско оценета (3,6 бода) кај I група сува свинска печеница.

Разликите во поглед на типичноста на аромата помеѓу поодделните групи печеници се статистички значајни ($p \leq 0,05$).

За време на складирањето, како што може да се види од табелата 48, се забележува малку понизок број на бодови за типичност на аромата на печеницата во споредба со крајот на производството.

Различноста во типичноста на аромата на печениците, во рамките на самите групи, при различно времетраење на складирањето, се статистички значајни ($p \leq 0,05$).

5.7.5. Соленост на сувата свинска печеница по завршување на производниот процес и за време на складирањето

Во табелата 49 се прикажани просечните вредности од оценетата соленост на сувата свинска печеница по завршувањето на производниот процес и за време на складирањето.

Табела 49. Соленост на сувата свинска печеница по завршување на производниот процес и за време на складирањето (Duncanov test, $\alpha = 0,05$)

Својство	Групи сува свинска печеница				
	I	II	III	IV	V
	$\bar{x} \pm SD$				
СОЛЕНОСТ (1-4-7)					
Крај на производство (18. ден зреење)	$4,3 \pm 0,2^{cA}$	$4,5 \pm 0,2^{cA}$	$5,0 \pm 0,4^{aBA}$	$4,8 \pm 0,6^{bA}$	$4,4 \pm 0,2^{cA}$
Средина на рок на употреба (90 дена од производство)	$4,4 \pm 0,2^{bA}$	$4,5 \pm 0,3^{baBA}$	$4,7 \pm 0,5^{aA}$	$4,7 \pm 0,6^{aA}$	$3,8 \pm 0,7^{cB}$
Крај на рок на употреба (180 дена од производство)	$4,4 \pm 0,2^{bA}$	$4,6 \pm 0,4^{aB}$	$4,8 \pm 0,5^{B}$	$4,7 \pm 0,6^{aA}$	$3,9 \pm 0,8^{cB}$

$\bar{x}$ - средна вредност; SD - стандардна девијација; средните вредности со различна буква ($^{a-d}$) во редот се статистички значајно ($p \leq 0,05$) различни; средните вредности со различна буква ($^{A-C}$) во колоната се статистички значајно ($p \leq 0,05$) различни.

Просечните оцени за соленоста се движат во интервал од 4,3 бода (I група) до 5 бода (III група). III група е оценета како малку посолена во споредба со останатите групи сува свинска печеница кои имаат оптимална соленост.

Разликите во соленоста помеѓу поодделните групи печеници се статистички значајни ($p \leq 0,05$).

За време на складирањето се забележува дека соленоста малку се зголемува, особено кај I и II група. На крајот на рокот на употреба истата се движи во интервал од 3,9 (V група) до 4,8 (III група).

Разликите во соленоста, внатре во самите групи, при различното времетраење на складирањето, освен кај I и IV група, се статистички значајни ($p \leq 0,05$).

5.7.6. Вкупен впечаток кај сувата свинска печеница по завршување на производниот процес и за време на складирањето

Просечните оценки од оценувањето на вкупниот впечаток, кај сувата свинска печеница, се прикажани во табелата 50.

Табела 50. Вкупен впечаток кај сувата свинска печеница по завршување на производниот процес и за време на складирањето (Duncanov test, $\alpha = 0,05$)

Својство	Групи сува свинска печеница				
	I	II	III	IV	V
	$\bar{x} \pm SD$				
ВКУПЕН ВПЕЧАТОК (1-7)					
Крај на производство (18. ден зреење)	2,9 ± 0,3dA	5,1 ± 0,4aA	6,2 ± 0,4aA	5,0 ± 0,4baA	4,9 ± 0,3 cA
Средина на рок на употреба (90 дена од производство)	2,8 ± 0,3cBA	5,0 ± 0,4aA	6,2 ± 0,3aA	5,0 ± 0,4aA	4,5 ± 0,4 bB
Крај на рок на употреба (180 дена од производство)	2,7 ± 0,3dA	4,9 ± 0,5baB	6,1 ± 0,4B	4,9 ± 0,4bA	4,2 ± 0,5 cC

$\bar{x}$ - средна вредност; SD - стандардна девијација; средните вредности со различна буква ($^{a-d}$) во редот се статистички значајно ($p \leq 0,05$) различни; средните вредности со различна буква ($^{A-C}$) во колоната се статистички значајно ($p \leq 0,05$) различни.

Како што може да се види од табелата 50, вкупниот впечаток е најдобро оценет (6,2 бода) кај сувата свинска печеница од III група, која е произведена со нитритна сол и стартер култура. Голем број автори наведуваат дека употребата на стартер култури, при производство на трајни сувомесни производи, има позитивно влијание врз севкупните карактеристики и севкупниот впечаток кај готовиот производ (Sentandreu и сор., 2003; Mora и сор., 2009; Wójciak и сор., 2016; Neffe-Skocińska и сор., 2016; Kęska, и сор., 2019; Neffe-Skocińska и сор., 2020).

Потоа следат II позитивно контролна група (5,1 бод) и групите во кои има додадено блитва во прав, односно IV група (5,0 бода) и V група (4,9 бода). Kim и сор. (2019c) наведуваат дека, кај полутрајната печеница, во која има додадено претходно ферментирана блитва во прав, вкупниот впечаток не бил значајно различен од позитивно контролната група во која има додадено нитритна сол.

Најслаб вкупен впечаток, на дегустаторите, им оставила I група (2,9 бода), во која има додадено само готварска сол.

Разликите во вкупниот впечаток помеѓу поодделните групи, во поглед на вкупниот впечаток, се статистички значајни ($p \leq 0,05$).

Вкупниот впечаток е оценет со пониски оцени во текот на складирањето. Разликите во вкупниот впечаток, во рамките на самите групи, при различно времетраење на складирањето, освен кај I и IV група, се статистички значајни ($p \leq 0,05$).

5.8. МИКРОБИОЛОШКИ НАОД КАЈ СУВАТА СВИНСКА ПЕЧЕНИЦА ПО ЗАВРШУВАЊЕ НА ПРОИЗВОДНИОТ ПРОЦЕС И ЗА ВРЕМЕ НА СКЛАДИРАЊЕТО

Труењето со храна е проблем кој го следи човекот уште од најстаро време до ден денес. Така, во XXI век, и покрај големиот напредок на науката, техниката и технологијата во производството на храна, труењето со храна се мошне актуелни здравствени проблеми на населението од целиот свет. Алиментарните зоонозни (вклучувајќи ги и болестите предизвикани од храна) кај луѓето се глобален јавен здравствен проблем - во индустријализираните земји, годишно, една десеттина од популацијата страда од нив (Kaferstein и Abdussalam, 1999; Schlundt и сор., 2004). Затоа, безбедноста на храната претставува еден од клучните фактори за безбедноста на јавното здравје на населението.

Lee и сор. (2012) истакнуваат дека болестите, кои се пренесуваат преку храната остануваат одговорни за високото ниво на морбидитет и морталитет кај општата популација. Милиони луѓе страдаат од болести кои се пренесуваат преку храната, а тоа станува сè поголема грижа за јавното здравје во светот (Al Mamun и сор., 2019). Големата инциденца на болести кои се пренесуваат преку храната доведува до една глобална загриженост за безбедноста на храната (van Tonder и сор., 2007).

Како најчести причинители на алиментарните труења кај човекот се вбројуваат зоонотските и биолошките причинители, патогените микроорганизми како: нетифоидната *Salmonella spp*., термофилните Campylobacter spp. и *Yersinia enterocolitica*, вероцитотоксичните *Ecsherichia coli* и *Listeria monocytogenes*, моноцитогените, како и паразитите, вклучувајќи го *Toxoplasma gondii* (EFSA, 2011). Nørrung и Buncic (2008) истакнуваат дека месото и производите од месо претставуваат многу значајни извори на овие биолошки опасности, додека, на некои од нив, се единствениот нивен извор.

Резултатите од микробиолошките испитувања, извршени на 18. ден од зреењето (крај на производниот процес) и на крајот на рокот на употреба (180 дена од производниот процес) се во согласност со Правилникот за посебните барања кои се однесуваат на микробиолошките критериуми за храна („Сл. весник на РМ“, бр. 100/13), Поглавје 1 (критериум за безбедност на храна), точка 1.9 (Производи од месо наменети за консумирање сурови, со исклучок на производи за кои производниот процес го елиминира развојот од *Salmonella*).

Кај ниту една од групите сува свинска печеница, во петте единици, кои ја сочинуваат мострата, не е детектирано присуство на *Salmonella spp*, *Listeria monocytogenes*, *Campylobacter spp*. и *Yersinia enterocolitica* во 25 g.

5.9. КОРЕЛАЦИСКА АНАЛИЗА

5.9.1. Корелација помеѓу содржината на нитрити и нитрати кај сувата свинска печеница

Во табелата 51 се прикажани корелациските коефициенти помеѓу нитритите и нитратите.

Табела 51. Корелациски коефициент (r) меѓу нитрити и нитрати

	Нитрати
Нитрити	0,900**

**корелацијата е значајна на ниво од 0,01 (двострана проверка)

Како што може да се види од табелата 51, корелацискиот коефициент покажува силен степен на позитивна врска меѓу содржината на нитрити и нитрати и истиот е статистички високо значаен ($r = 0,900$, $p \leq 0,01$). Тоа значи дека колку е поголема содржината на нитрати, поголема ќе биде и содржината на нитрити и обратно.

5.9.2. Корелација помеѓу содржината на нитрити/нитрати и инструментално измерените вредностите на бојата на свеж напречен пресек кај сувата свинска печеница

Во табелата 52 се прикажани корелациските коефициенти меѓу содржината на нитрити/нитрати и инструментално измерените вредности на бојата на свежиот напречен пресек кај сувата свинска печеница.

Табела 52. Корелациски коефициент (r) помеѓу содржината на нитрити/нитрати и инструментално измерените вредности на бојата на свежиот напречен пресек кај сувата свинска печеница

Инструментално измерена боја на свеж напречен пресек	**Нитрити**	**Нитрати**
L	-0,338*	-0,221
a	0,823**	0,821**
b	0,002	-0,147
h	-0,833**	-0,852**
C	0,809**	0,793**
R	0,735**	0,797**
BI	0,630**	0,550**

* Корелацијата е значајна на ниво од 0,05 (двострана проверка)
** Корелацијата е значајна на ниво од 0,01 (двострана проверка)

При анализирање на податоците од табелата 52 може да се констатира дека корелацискиот коефициент помеѓу содржината на нитрити и L-вредноста на свеж напречен пресек, е слаб и негативен ($r = -0,338$), но, сепак, статистички значаен ($p \leq 0,05$). Исто така, корелацискиот коефициент, помеѓу содржината на нитрати и L-вредноста на свеж напречен пресек, е слаб и негативен ($r = - 0,221$), кој не е статистички значаен.

Статистички високо значаен ($p \leq 0,01$) е корелацискиот коефициент кој покажува силен степен на позитивна врска помеѓу a-вредноста, односно уделот на црвената боја на свежиот напречен пресек, со содржината на нитрити ($r = 0,823$) односно нитрати ($r = 0,821$). Тоа значи дека поголемата содржина на нитрити и нитрати позитивно влијае

врз зголемувањето на a-вредноста a со тоа и врз подобриот развој на црвената боја на пресекот.

Статистички незначајна и многу слаба позитивна корелација (r = 0,002) се забележува помеѓу уделот на жолтата боја, односно b-вредноста на свежиот напречен пресек со содржината на нитритите. Корелацијата, помеѓу b-вредноста на пресек и содржината на нитрати, е исто, така, ниска и негативна (r = - 0,147) статистички незначајна.

Нијансата на бојата, односно h-вредноста, на свежиот напречен пресек кај сувата свинска печеница, е во силна негативна (r = - 0,833) статистички високо значајна ($p \leq 0,01$) корелација со содржината на нитритите. Исто така, и корелацијата, меѓу h-вредноста и содржината на нитрати, е силна, негативна (r = - 0,852) и статистички високо значајна ($p \leq 0,01$). Тоа значи дека колку е поголема содржината на нитратите и нитритите, толку е помала h-вредноста на свежиот напречен пресек кај сувата свинска печеница, односно нијансата на бојата има поголема наклонетост кон (+a)-вредноста на црвената боја.

Од табелата 52 може да се забележи дека постои статистички високо значајна ($p \leq 0,01$), силно позитивна корелација (r = 0,809) помеѓу C-вредноста, односно интензитетот на бојата на свежиот напречен пресек кај сувата свинска печеница, со содржината на нитритите. Исто така, и корелацијата меѓу C-вредноста и содржината на нитрати е статистички високо значајна ($p \leq 0,01$) и силно позитивна (r = 0,793). Тоа значи дека интензитетот на бојата е поголем доколку содржината на нитрити и нитрати е поголема и обратно.

R-вредноста, односно релевантниот однос на црвената и жолтата боја на свежиот напречен пресек е во силна позитивна (r = 0,735) и статистички високо значајна ($p \leq 0,01$) корелација со содржината на нитритите. Исто така, и корелацијата меѓу R-вредноста и содржината на нитратите е силно позитивна (r = 0,797) и статистички високо значајна ($p \leq 0,01$).

Индексот на кафеава боја (BI), е во статистички високо значајна ($p \leq 0,01$), умерена позитивна (r = 0,630) корелација со содржината на нитрити. Исто така, BI вредноста е во статистичка висока значајност со ($p \leq 0,01$), умерено позитивна (r = 0,550) корелација со содржината на нитрати.

5.9.3. Корелација помеѓу сензорното оценување и инструментално измерените вредности на бојата на свежиот напречен пресек кај сувата свинска печеница

Во табелата 53 се прикажани корелациските коефициенти меѓу сензорното оценување и инструментално измерените вредности на бојата на свежиот напречен пресек кај сувата свинска печеница.

Корелацискиот коефициент, помеѓу L-вредноста и типичноста на бојата на свеж напречен пресек, е статистички високо значаен ($p \leq 0,01$) и силно негативен (r = -0,775). Исто така, корелацискот коефициент, меѓу L-вредноста и интензитетот на бојата на пресек, е статистички високо значаен ($p \leq 0,01$) и силно негативен (r = -0,848). Корелацискиот коефициент, помеѓу L-вредноста и хомогеноста на бојата на пресек, е статистички високо значаен ($p \leq 0,01$) и умерено негативен (r = -0,624).

Од табелата 53 може да се воочи многу силна позитивна (r = 0,948) корелација помеѓу a-вредноста и типичноста на бојата на пресек. Корелацијата е статистички високо значајна ($p \leq 0,01$). Корелацијата, меѓу a-вредноста и интензитетот на бојата на пресек, е високо значајна ($p \leq 0,01$) и многу силно позитивна (r = 0,913). Исто така,

корелацијата, меѓу a-вредноста и хомогеноста на бојата на пресек, е статистички високо значајна ($p \leq 0,01$) и силно позитивна ($r = 0,989$).

Табела 53. Корелациски коефициенти (r) меѓу сензорното оценување на профилот на бојата и инструментално измерените вредности на бојата на свежиот напречен пресек кај сувата свинска печеница

Инструментално измерена боја на свеж напречен пресек	**Сензорно оценување на профилот на бојата на свеж напречен пресек**		
	Типичност на бојата	Интензитет на бојата	Хомогеност на бојата
L	-0,775**	-0,848**	-0,624**
a	0,948**	0,913**	0,989**
b	0,208	0,299*	0,064
h	-0,877**	-0,820**	-0,946**
C	0,956**	0,931**	0,982**
R	0,782**	0,715**	0,877**
BI	0,920**	0,948**	0,855**

*Корелацијата е значајна на ниво од 0,05 (двострана проверка)
** Корелацијата е значајна на ниво од 0,01 (двострана проверка)

Корелацијата, меѓу b-вредноста и типичноста на бојата на пресек, е слабо позитивна ($r = 0,208$) и статистички незначајна, додека корелацијата, меѓу b-вредноста и интензитетот на бојата на пресек, е слабо позитивна ($r = 0,299$) и статистички значајна ($p \leq 0,05$).

Корелацијата, помеѓу b-вредноста и хомогеноста на бојата на свеж напречен пресек, не е статистички значајна и е многу слабо позитивна ($r = 0,064$).

Статистички високо значајна ($p \leq 0,01$) и силно негативна корелација ($r = -0,877$) постои помеѓу h-вредноста и типичноста на бојата, на свеж напречен пресек. Корелацијата, помеѓу h-вредноста и интензитетот на бојата на свеж напречен пресек е статистички висока значајна ($p \leq 0,01$) и силно негативна ($r = -0,820$), како и корелацијата, помеѓу h-вредноста и хомогеноста на бојата, која е статистички високо значајна ($p \leq 0,01$) и силно негативна ($r = -0,946$).

C-вреноста, односно инструментално измерениот интензитет на бојата, на свеж напречен пресек, е во многу силна позитивна ($r = 0,956$), статистички високо значајна ($p \leq 0,01$) корелација со типичноста на бојата. Исто така, C-вреноста е во многу силна позитивна ($r = 0,931$), статистички високо значајна ($p \leq 0,01$) корелација со интензитетот како и со хомогеноста на бојата на пресек ($r = 0,982$).

Статистички високо значајна ($p \leq 0,01$) и силно позитивна корелација ($r = 0,782$) постои помеѓу R-вредноста и типичноста на бојата на пресек, како и помеѓу R-вредноста и интензитетот ($r = 0,715$), односно R-вредноста и хомогеноста ($r = 0,877$) на бојата, на свеж напречен пресек.

Од табела 53 може да се констатира дека постои статистички високо значајна ($p \leq 0,01$), многу силно позитивна ($r = 0,920$) корелацијата помеѓу BI вредноста и типичноста на бојата на пресек. Исто така, корелацискиот коефициент, меѓу BI-индексот и интензитетот на бојата, на пресек, е статистички високо значајна ($p \leq 0,01$) и многу силно позитивен ($r = 0,948$). Корелацијата меѓу BI-вредноста и хомогеноста на бојата, на свеж напречен пресек, е статистички високо значајна ($p \leq 0,01$) и силно позитивна ($r = 0,855$).

Може да се заклучи дека добиените коефициенти на корелација, помеѓу инструментално и сензорно оценетите својства, за свежиот напречен пресек на бојата,

во поголемиот дел се силни и статистички многу високо значајни. Сепак, сензорното оценување на бојата, на свеж напречен пресек, не може да ја замени инстументалната анализа на бојата. Сензорното оценување е субјективно и е одраз на перцепцијата односно мислењето или видувањето на самиот оценувач, додека инструменталнотот мерење на бојата е објективно, прецизно и точно.

5.9.4. Корелација меѓу сензорното оценување и инструментално измерените вредности на профилот на текстурата кај сувата свинска печеница

Оценувањето на текстурата може да се изведе со користење на инструментални (објективно) и сензорни (субјективни) методи. При изведување на сензорното оценување на текстурата, потребно е многу повеќе време, избрани и обучени стручни оценувачи, соодветно опремени простории а добиените резултати се субјективни. При инструменталното оценување на текстурата потребно е помалку време, полесно е за изведување а добоиените резултати се објективни. Корелацијата помеѓу добиените вредности, од сензорната и инструменталната анализа, има за цел да се добие една слика за врската помеѓу двата вида резултати (субјективни и објективни) (Plestenjak и Golob, 1999).

Во табелата 54 се прикажани корелациските коефициенти меѓу сензорното оценување и инструментално измерените вредности за профилот на текстурата кај сувата свинска печеница.

Табела 54. Корелациски коефициенти (r) меѓу сензорното оценување и инструметално измерените вредности на профилот на текстурата кај сувата свинска печеница

Инструментално измерен профил на текстурата	Сензорно оценување на профил на текстурата						
	Цврстина (максимална сила за време на првата компресија)	**Еластичност**	**Адхезивност**	**Кохезивност**	**Гуменост**	**Џвакање**	**Отпорност**
Цврстина	0,244	-0,386**	-0,539**	-0,072	0,120	0,411**	-0,044
Лепливост	0,170	0,460**	0,274	0,274	0,078	-0,225	0,384**
Деградација-распаѓање	-0,135	0,697**	0,683**	0,343*	-0,203	-0,606**	0,506**
Апсорпција	-0,147	0,618**	0,531**	0,325*	-0,119	-0,613**	0,577**
Зафат	-0,158	0,701**	0,694**	0,343*	-0,182	-0,652**	0,460**

*Корелацијата е значајна на ниво од 0,05 (двострана проверка)
** Корелацијата е значајна на ниво од 0,01 (двострана проверка)

Од табела 54 може се види дека постои слабо позитивна (r = 0,244) статистички незначајна корелација меѓу сензорно и инструментално оценетата цврстина на печеницата. Сензорно оценетата цврстина и инструментално оценетата еластичност се во слабо негативна корелација (r = -0,386), но статистички високо значајна ($p \leq 0,01$) корелација. Корелацијата меѓу сензорно оценетата цврстина и инструментално измерената адхезивност е умерено негатива (r = -0,539) и статистички високо значајни ($p \leq 0,01$). Корелацискиот коефициент, меѓу сензорно оценета цврстина и инструментално измерената кохезивност, е слабо негативна (r = -0,072) и статистички

незначаен, додека, истиот, меѓу сензорното оценетата цврстина и инструментално измерената гуменост, е слабо позитивен (r = 0,120) и статистички незначаен. Коефициентот на корелација, помеѓу цврстината и џвакањето е слабо позитивен (r = 0,411) и статистички високо значаен (p ≤ 0,01), додека, меѓу цврстината и отпорноста, истиот е слабо негативен (r = 0,044) и статистички незначаен.

Од табела 54 може да се види дека лепливост е во многу слаба позитивна корелација (r = 0,170) со цврстината. Овој корелациски коефициент не е статистички значаен. Корелацијата меѓу лепливоста и еластичноста, пак, е статистички високо значајна (p ≤ 0,01) и позитивна (r = 0,460), додека корелацијата, меѓу лепливоста и адхезивноста не е статистички значајна и е слабо позитивна (r = 0,274). Корелацискиот коефициент, меѓу лепливоста и кохезивноста, не е статистички значаен и е слабо позитивен (r = 0,274). Корелацијата, меѓу лепливоста и гумености, не е статистички значајна и е многу слабо позитивна (r = 0,078), за разлика од корелацијата меѓу лепливоста и џвакањето, која е слабо негативна (r = -0,225) и статистички незначајна. Корелацијата меѓу лепливоста и отпорноста е статистички високо значајна (p ≤ 0,01) и слабо позитивна (r = 0,384).

Оценетата деградација - распаѓање, како што може да се види од табелата 54 е во негативна, многу слаба и статистички незначајна корелација со измерената цврстина (r = -0,135) и гуменост (r = -0,203), додека слабо позитивна и статистички значајна (p ≤ 0,05) е корелацијата помеѓу оценетата деградација и измерената кохезивност (r = 0,343). Умерено негативна, статистички високо значајна корелација (p ≤ 0,01) е забележана со џвакањето (r = - 0,606). Умерено позитивна, статистички високо значајна корелација (p ≤ 0,01) има помеѓу оценетата деградација и отпорноста (r = 0,506), еластичноста (r = 0,697) и адхезивноста (r = 0,683).

Негативна и многу слаба, статистички незначајна корелација (p ≤ 0,01) може да се види помеѓу оценетата апсорпција со измерената цврстина (r = - 0,147) и гуменост (r = - 0,119). Умерено негативна, статистички високо значајна корелација (p ≤ 0,01) има помеѓу оценетата апсорпција и измереното џвакање (r = -0,613). Оценетата апсорпција е во слаба позитивна статистичка значајна (p ≤ 0,05) корелација со измерената кохезивност (r = 0,325). Коефициентот на корелација, помеѓу оценетата апсорпција и измерената еластичност (r = 0,618), адхезивност (r = 0,531) и отпорност (r = 0,577) е во умерено позитивен и статистички високо значаен (p ≤ 0,01).

Оценетиот зафат е во негативна, многу слаба корелација, статистички незначајна, со измерената цврстина (r = -0,158) и гумености (r =- 0,182). Умерено негативна, статистички високо значајна (p ≤ 0,01) корелација има помеѓу оценетиот зафат и измереното џвакање (r = - 0,652). Статистички значајна, (p ≤ 0,05) слабо позитивна корелација има помеѓу оценетиот зафат со измерената кохезивност (r = 0,343), додека слабо позитивна и статистички високо значајна (p ≤ 0,01) корелација има помеѓу оценетиот зафат и измерената отпорност (r = 0,460). Умерено позитивна, статистички високо значајна (p ≤ 0,01) корелација има помеѓу оценетиот зафат со измерената еластичност (r = 0,701) и адхезивноста (r = 0,694).

Генерално гледано, корелирањето, помеѓу сензорното оценување на текстурата и измерените вредности од инструменталната анализа на текстурата, е силно и статистички високо значајно.

6. ЗАКЛУЧОК

Врз основа на резултатите од ова истражување може да се донесат следните заклучоци:

1. Додадената стартер култура, кај групите III, IV и V, влијае врз зголемувањето на загубата во маса и го забрзува намалувањето во должина и обем на сувата свинска печеница. Тоа придонесува за скратување на производниот процес, а со тоа и подобрување на рентабилноста на производството.
2. Групите сува свинска печеница, III, IV и V, во кои има додадено стартер култура, во текот на целиот произведен процес, за време на складирањето, па сè до истекот на рокот на употреба, имаат пониска pH-вредност и пониска активност на водата (aw-вредност). Пониската pH-вредност и пониската aw-вредност позитивно влијаат врз одржливоста на самиот производ.
3. Кај петте групи сува свинска печеница на крајот на производниот процес, содржината на вода се движи од 43,2 до 45,1 %, протеините се застапени со 44,2-47,3, пепелот 7,9 до 8,1 %, мастите се во распон од 1,8 до 2 %. Ниската содржина на масти се должи на отстранување на мастите и фасциите од површината на суровината (свинскиот грб).
4. Отстранување на мастите и фасциите од површината на суровината (свинскиот грб), употребата на замрзнатата суровина и подолгиот временски период на солење, се дел од причините што содржината на натриум хлоридот, кај сувата свинска печеница, се движи од 6,00 до 6,70 %.
5. Додадената стартер култура, кај III, IV и V група на сува свинска печеница, значајно ($p \leq 0,05$) влијае врз намалувањето на содржината на резидуални нитрити на крајот од производниот процес па се до истекот на рокот на употреба.
6. Со додавањето на блитва во прав, кај IV и V група сува свинска печеница, се забележува статистички значајно ($p \leq 0,05$) помала содржина на резидуални нитрити, на крајот на производниот процес па се до истекот на рокот на употреба, споредено со групите сува печеница во кои има додадено нитритна сол (II и III). Употребата на блитва во прав може да придонесе за намалување на резидуалните нитрити во готовиот производ.
7. Содржината на нитрати на крајот на производниот процес, како и на крајот на рокот на употреба, е пониска кај групите сува свинска печеница во кои има додадено стартер култура (III, IV и V) споредено со II позитивна контролна група. Групите сува свинска печеница (IV и V), во кои има додадено блитва во прав, имаат статистички значајно ($p \leq 0,05$), пониска содржина на нитрати, на крајот на производниот процес како и на крајот на рокот на употреба, споредено со групите сува свинска печеница во кои има додадено нитритна сол.
8. Оксидацијата на мастите е скоро спречена, кај сите пет групи сува свинска печеница, се до истекот на рокот на употреба (180 дена од завршување на производниот процес). Стартер културите статистички значајно ($p \leq 0,05$) влијаат врз намалувањето на содржината на малоналдехид, а со тоа и врз намалувањето на оксидацијата на мастите.
9. Не е детектирано присуство на хистамин кај ниту една група сува свинска печеница се до истекот на рокот на употреба (180 дена од завршување на производниот процес).
10. Стартер културата статистички значајно ($p \leq 0,05$) влијае врз инструментално измерените вредности на бојата, подобрувајќи го развојот на бојата и нејзината

стабилност, на површината и на свежиот напречен пресек на сувата свинска печеница. Сепак, инстументално измерените вредности за бојата, кај групите IV и V, во кои комбинирано се користи блитвата во прав со стратер културата, се статистички значајно ($p \leq 0,05$) пониски во однос на групите II и III, во кои има нитритна сол.

11. Сувата свинска печеница, произведена со блитва во прав од првиот производител (IV група), генерално, развива и има подобра стабилност на бојата споредено со печеницата произведена со блитва во прав од вториот производител (V група), како по завршувањето на производниот процес така и за време на складирањето па се до истек на рокот на употреба.
12. Додавањето на стартер културата и нејзината комбинирана употреба, заедно со блитвата во прав, генерално, не влијае врз инстументално измерените вредности за текстурата кај сувата свинска печеница, како и на крајот од производствотот, така, и на истекот на рокот на нејзината употреба.
13. Стартер културата, статистички значајно ($p \leq 0,05$), влијае врз подобрување на сензорните карактеристики (надворешниот изглед, профилот на бојата, текстурата и ароматата, како и врз целокупниот впечаток) на сувата свинска печеница.
14. Безнитритните групи сува свинска печеница, произведена со стартер култура и блитва во прав (IV и V група), се повисоко сензорно оценети во однос на II група, за следниве карактеристики: типичност и интензитет на бојата, на свеж напречен пресек и профил на текстурата и аромата. IV група печеница, произведена со блитва во прав од првиот производител, е подобро, сензорно оценета од V група, произведена со блитва во прав од вториот производител.
15. Кај ниту една група свинска печеница не е утврдено присуство на *Salmonella spp*., *Listeria monocytogenes*, *Campylobacter spp*. и *Yersinia enterocolitica*.
16. Пресметаната корелација помеѓу содржината на нитритите и нитратите, во текот на производниот процес, е многу силно, позитивна и статистички високо значајна ($p \leq 0,01$).
17. Содржината на нитритите и нитратите е во статистички високо значајна ($p \leq 0,01$), силно позитивна корелација со следните инструментално измерени вредности на бојата на свеж напречен пресек: a-вредност (удел на црвената боја), C-вредност (интензитет на бојата), R-вредност и BI-вредност (индекс на кафеава боја). Силно негативна, статистички високо значајна ($p \leq 0,01$) е корелацијата на нитритите и нитратите со измерената h-вредност (нијанса на бојата). Корелацијата помеѓу содржината на нитрити и нитрати и L-вредноста е негативна, слаба и статистички незначајна. Статистички незначајна, и многу слабо позитивна е корелацијата помеѓу содржината на нитритите и измерената b-вредност (удел на жолтата боја). Корелацијата помеѓу содржината на нитрати и измерената b-вредност е негативна, слаба и статистички незначајна.
18. Пресметаните корелациски коефициенти, меѓу сензорното оценување на профилот на боја и текстурата со инструментално измерените вредности на бојата и текстурата, се статистички високо значајни ($p \leq 0,01$). Сепак, сензорната анализа, која е субјективна, не може да ја замени објективната инструментална анализа.
19. Безнитритните групи (IV и V) суви свински печеници, произведени во индустриски услови, со комбинираната употреба на блитва во прав и стартер култура се безбедни за потрошувачите од микробиолошки аспект. Содржината на резидуални нитрити и нитрати е и е во согласност со легислативата а оксидација на мастите е скоро спречена. Бојата на напречен пресек, е успешно

доловена а сензорните карактеристики се прифатливи. Значи со примената на блитва во прав, при производството на сува свинска печеница, во индустриски услови, може да се избегне употребата на нитритите, кои се штетни по здравјето на човекот.

20. Преработувачите на месо, во иднина, треба да размислуваат во насока на употреба на стартер култури и алтернативни извори на нитрити со цел на потрошувачите да им понудат природни преработки од месо, со стандарден квалитет.
21. Потребни се натамошни истражувања, кои ќе бидат насочени кон утврдување на безбедноста и можноста за продолжување на рокот на употреба кај готовиот производ.

6. КОРИСТЕНА ЛИТЕРАТУРА

1. Abdulhameed, A. A., Yang, T. A., & Abdulkarim, A. A. (2016). Kinetic of texture and colour changes in chicken sausage during superheated steam cooking. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, *66*(3), 199–209. https://doi.org/10.1515/pjfns-2015-0044.
2. Aguirrezábal, M., Mateo, J., Domínguez, M. C., & Zumalacárregui, J. (2000). The effect of paprika, garlic and salt on rancidity in dry sausages. *Meat Science*, *54*(1), 77–81. https://doi.org/10.1016/s0309-1740(99)00074-1.
3. Aeschbach, R.E., & Prior, J. (1996). Fast separation and determination of carnosic acid and rosmarinic acid in different rosemary (*Rosmarinus officinalis*) extracts by capillary zone electrophoresis with ultra violet-diode array detection. *Agricultural. Food Chemistry, 44*(1), 131-135.
4. Aksu, M. İ., Erdemir, E. O., & Çakıcı, N. (2016). Changes in the Physico-chemical and Microbial Quality during the Production of Pastırma Cured with Different Levels of Sodium Nitrite. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources*, *36*(5), 617–625. https://doi.org/10.5851/ kosfa.2016.36.5.617.
5. Alexander, D. D., Miller, A. J., Cushing, C. A., & Lowe, K. A. (2010). Processed meat and colorectal cancer: a quantitative review of prospective epidemiologic studies. *European Journal of Cancer Prevention*, *19*(5), 328–341. https://doi.org/10.1097/cej.0b013e32833b48fa.
6. Aliño, M., Grau, R., Toldrá, F., Blesa, E., Pagán, M. J., & Baviera, J. M. B. (2009). Influence of sodium replacement on physicochemical properties of dry-cured loin. *Meat Science*, *83*(3), 423–430. https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2009.06.022.
7. Aliño, M., Grau, R., Toldrá, F., Blesa, E., Pagán, M. J., & Baviera, J. M. B. (2010). Physicochemical properties and microbiology of dry-cured loins obtained by partial sodium replacement with potassium, calcium and magnesium. *Meat Science*, *85*(3), 580–588. https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2010.03.009.
8. Al Mamun, A., Hsan, K., Sarwar, M. S., & Siddique, M. R. F. (2019). Knowledge and personal hygiene practice among food handlers in public university campus of Bangladesh. *International Journal of Community Medicine and Public Health*, *6*(8), 3211. https://doi.org/10.18203/2394-6040.ijcmph20193431.
9. Ammor, M. S., & Mayo, B. (2007). Selection criteria for lactic acid bacteria to be used as functional starter cultures in dry sausage production: An update. *Meat Science*, *76*(1), 138–146. https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2006.10.022.
10. Andrée, S., Jira, W., Schwind, K., Wagner, H., & Schwägele, F. (2010). Chemical safety of meat and meat products. *Meat Science*, *86*(1), 38–48. https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2010.04.020.
11. Andronikov, D., Gašperlin, L., Polak, T., & Žlender, B. (2013) Texture and quality parameters of Slovenian Dry-Cured Ham Kraski prsut according to mass and salt levels. *Food Technology and Biotechnology, 51*(1), 112-122.
12. Antonescu, V. (1982). Physicochemical study of flavonoids from *Origanum vulgare*. *Farmacia (Bukarest) 30,* 201-208.
13. AOAC 2007.04. Official Method 2007.04. Fat, moisture, and protein in meat and meat products. FOSS FoodScanTM Near-Infrared (NIR) spectrophotometer with FOSS Artifi cial Neural Network (ANN) calibration model and associated database, in: Offi cial Methods of Analysis of AOAC International, 19th ed., AOAC International, Gaithersburg, MD, USA.
14. Aquanno, J. J., Chan K-M., Dietzler D. N. (1981). Accidental poisoning of two laboratory technologists with sodium nitrite. *Clinical Chemistry, 27,* (6), 1145-1146.
15. Archer, D. L. (2002). Evidence that Ingested Nitrate and Nitrite Are Beneficial to Health. *Journal of Food Protection*, *65*(5), 872–875. https://doi.org/10.4315/0362-028x-65.5.872.
16. Arihara, K., Ota, H., Itoh, M., Kondo, Y., Sameshima, T., Yamanaka, H., Akimoto, M., Kanai, S., & Miki, T. (1998). Lactobacillus acidophilus Group Lactic Acid Bacteria Applied to Meat Fermentation. *Journal of Food Science*, *63*(3), 544–547. https://doi.org/10.1111/j.1365-\2621.1998.tb15782.x.

17. Armenteros, M., Aristoy, M., & Toldrá, F. (2012). Evolution of nitrate and nitrite during the processing of dry-cured ham with partial replacement of NaCl by other chloride salts. *Meat Science*, *91*(3), 378–381. https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2012.02.017.

18. Arnau, J., Serra, X., Comaposada, J., Gou, P., & Garriga, M. (2007). Technologies to shorten the drying period of dry-cured meat products. *Meat Science*, *77*(1), 81–89. https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2007.03.015.

19. Aureli, P., Costantini, A., & Zolea, S. (1992). Antimicrobial Activity of Some Plant Essential Oils Against Listeria monocytogenes. *Journal of Food Protection*, *55*(5), 344–348. https://doi. org/10.4315/0362-028x-55.5.344.

20. Božac, R. (2006). *Iskoristivost svinja za autohtone proizvode Istre*. Završno izvješće VIP projekta, Ministarstvo poljoprivrede i šumarstva RH.

21. Badea, M., Amine, A., Benzine, M., Curulli, A., Moscone, D., Lupu, A., Volpe, G., & Palleschi, G. (2004). Rapid and selective electrochemical determination of nitrite in cured meat in the presence of ascorbic acid. *Mikrochimica Acta*, *147*(1–2). https://doi.org/10.1007/s00604-004-0220-8.

22. Baird-Parker, A. C. (1980). Organic acids. In J.H. Silliker (Eds.), *Microbial Ecology of Foods. I. Factors affecting life and death of microorganisms*, Academic Press, New York,126-135.

23. Baka, A., Papavergou, E., Pragalaki, T., Bloukas, J., & Kotzekidou, P. (2011). Effect of selected autochthonous starter cultures on processing and quality characteristics of Greek fermented sausages. *Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie*, *44*(1), 54–61. https://doi.org/10.1016/j.lwt.2010.05.019.

24. Baldini, P., Bellatti, M., Camorali, G., Palmia, F., Parolari, G., Reverberi, M., Pezzani, G., Guerrieri, C., Raczynski, R., & Rivaldi, P. (1992). Characterization of Italian raw ham by chemical, phisical, microbiological and organoleptic parameters. *Ind. Conserve, 67,* 149-159.

25. Bang, W., Hanson, D., & Drake, M. (2008). Effect of Salt and Sodium Nitrite on Growth and Enterotoxin Production of Staphylococcus aureus during the Production of Air-Dried Fresh Pork Sausage. *Journal of Food Protection*, *71*(1), 191–195. https://doi.org/10.4315/0362-028x-71.1.191.

26. Bartholomew, B., & Hill, M. J. (1984). The pharmacology of dietary nitrate and the origin of urinary nitrate. *Food and Chemical Toxicology*, *22*(10), 789–795. https://doi.org/10.1016/0278-6915(84)90116-9.

27. Bassi, D., Puglisi, E., & Cocconcelli, P. S. (2015). Comparing natural and selected starter cultures in meat and cheese fermentations. *Current Opinion in Food Science*, *2*, 118–122. https://doi.org/10106/j.cofs.2015.15.0315.03.00.

28. Bastić, Lj., Kočovski T., Starčević G. (1997). Oksidacioni proizvodi lipida i njihov značaj. *Tehnologija mesa*, *2* (3), 63-68.

29. Bekhit, A. E. A., & Faustman, C. (2005). Metmyoglobin reducing activity. *Meat Science*, *71*(3), 407-439. https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2005.04.032.

30. Belloch, C., Neef, A., Salafia, C., López-Díez, J. J., & Flores, M. (2021). Microbiota and volatilome of dry-cured pork loins manufactured with paprika and reduced concentration of nitrite and nitrate. *Food Research International*, *149*,110691. https://doi.org/10.1016/ j.foodres.202116/odres.2021.110691.

31. Bendall, J. R., & Swatland, H. J. (1988). A review of the relationships of pH with physical aspects of pork quality. *Meat Science*, *24*(2), 85–126. https://doi.org/10.1016/0309-1740(88)90052-6.

32. Benjilali, B., Tantaoui-Elaraki, A., Ayadi, A., & Ihlal, M. (1984). Method to study antimicrobial effects of essential oils: Application to the antifungal activity of six Moroccan essences. *Journal of Food Protection*, *47*(10), 748–752. https://doi.org/10.4315/0362-028x-47.10.748.

33. Berardo, A., De Maere, H., Stavropoulou, D. A., Rysman, T., Leroy, F., & De Smet, S. (2016). Effect of sodium ascorbate and sodium nitrite on protein and lipid oxidation in dry fermented sausages. *Meat Science*, *121*, 359–364. https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2016.07.003.

34. Beutler, H.O., Wurst, B., & Fischer, S. (1986). Eine neue Methode zur enzymatischen Bestimmung von Nitrat in Lebensmitteln, *Deutsche Lebensmittel-Rundschau 82*, 283-289.

35. Binkerd, E. F., & Kolari, O. E. (1975). The history and use of nitrate and nitrite in the curing of meat. *Food and Cosmetics Toxicology*, *13*(6), 655–661. https://doi.org/10.1016/0015-6264(75)

90157-1

36. Bjorck, L. (1986) The lactoperoxidase system. In G.W., Gould, M.E., Rhodes-Roberts, A.K., Charnley, R.M., Cooper, R.G., Board, (Eds.), *Natural antimicrobial systems*. 18-30. University of Bath, London.

37. Blanco-Lizarro, C. M., Sotelo-Dı´az, I., Arjona-Roman, J. L., Llorente-Bousquets, A., Miranda-Ruvalcaba, R. (2018). Effect of starter culture and low concentrations of sodium nitrite on fatty acids, color and *Escherichia coli* behavior during salami processing. *International Journal of Food Science, 2, 1-10.* https://doi.org/10.1155/2018/5934305.

38. Bonnett, R., Chandra, S., Charalambides, A. A., Sales, K. D., & Scourides, P. A. (1980). Nitrosation and nitrosylation of haemoproteins and related compounds. Part 4. Pentaco-ordinate nitrosylprotohaem as the pigment of cooked cured meat. Direct evidence from e.s.r. spectroscopy. *Journal of the Chemical Society*. https://doi.org/10.1039/p19800001706.

39. Bonomo, M. G., Ricciardi, A., Zotta, T., Parente, E., & Salzano, G. (2008). Molecular and technological characterization of lactic acid bacteria from traditional fermented sausages of Basilicata region (Southern Italy). *Meat Science*, *80*(4), 1238–1248. https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2008.05.032.

40. Bosch Bosch, M. N. (1985) Nitratos y nitritos en productos vegetales y sus modificaciones por por la coccion. (Ph.D. dissertation thesis). Universidad Complutense de Madrid, Madrid, Spain.

41. Bošnir, J., Šimič, Z., Puntari D., Horvat T., Klarič M., Šimič S. (2003). Presence of *N*-nitrosamines in canned liver patty. *Collegium antropologicum, 27 - Supplement 1* (1), 67-70.

42. Bover-Cid, S., Izquierdo-Pulido, M., & Vidal-Carou, M. C. (1999). Effect of proteolytic starter cultures of Staphylococcus spp. on biogenic amine formation during the ripening of dry fermented sausages. *International Journal of Food Microbiology*, *46*(2), 95–104. https://doi.org/10.1016/s0168-165(98)00170-6.

43. Bozkurt, H., & Bayram, M. (2006). Colour and textural attributes of sucuk during ripening. *Meat Science*, *73*(2), 344–350. https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2006.01.001.

44. Braghieri, A., Piazzolla, N., Carlucci, A., Bragaglio, A., & Napolitano, F. (2016). Sensory properties, consumer liking and choice determinants of Lucanian dry cured sausages. *Meat Science*, *111*, 122–129. https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2015.09.003.

45. Brannan, R. G., Connolly, B. J., & Decker, E. A. (2001). Peroxynitrite: a potential initiator of lipid oxidation in food. *Trends in Food Science and Technology*, *12*(5–6), 164–173. https://doi.org/10.1016/s0924-2244(01)00073-5.

46. Brewer, Zhu, L., Bidner, B. S., Meisinger, D. J., & McKeith, F. K. (2001). Measuring pork color: effects of bloom time, muscle, pH and relationship to instrumental parameters. *Meat Science,57* (2), 169–176. https://doi.org/10.1016/s0309-1740(00)00089-9.

47. Brewer, S. (2010). Technological Quality of Meat for Processing. In F. Toldrá (Eds.), Handbook of meat processing (стр. 25-42). Ames, Iowa, USA: Blackwell Publishing.

48. Brkić, B. (1995). Fiziološke značajke i antibakterijska aktivnost odabranih bakterija mliječne kiseline. (Magistarski rad). Prehrambeno-biotehnološki fakultet, Sveučilište, Zagreb.

49. Bučar F., Đorđević V., Žlender B. 1989. Tehnologija mesa. Interno gradivo za študente živilske tehnologije in živinoreje. Ljubljana, Biotehniška fakulteta,VTO za živilsko tehnologijo.

50. Bučar, F. 1997. Meso-poznavanje in priprava. ČZD Kmetski glas, Ljubljana, 216.

51. Van Laack, R. L. J. M., Kauffman, R. G., Sybesma, W., Smulders, F. J. M., Eikelenboom, G., & Pinheiro, J. (1994). Is colour brightness (L-value) a reliable indicator of water-holding capacity in porcine muscle? *Meat Science*, *38*(2), 193–201. https://doi.org/10.1016/0309-1740(94)90109-0.

52. Van Tonder, I., Lues, J.F., & Theron M.M. (2007). The personal and general hygiene practices of food handlers in the delicatessen sections of retail outlets in South Africa. *Journal of Environmental Health, 70*(4), 33-8.

53. Varnam, A., & Sutherland, J. P. (1995). *Meat and Meat Products: Technology, chemistry and microbiology*. Springer Science & Business Media.

54. Vasavada, M. N., & Cornforth, D. P. (2006). Evaluation of milk mineral antioxidant activity in beef meatballs and nitrite-cured sausage. *Journal of Food Science*, *70*(4), C250– C253. https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2005.tb07168.x.

55. Ventanas, S., Estévez, M., Tejeda, J., & Ruiz, J. (2006). Protein and lipid oxidation in Longissimus dorsi and dry cured loin from Iberian pigs as affected by crossbreeding and diet. *Meat Science*, *72*(4), 647–655. https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2005.09.011.

56. Verluyten, J., Messens, W., & De Vuyst, L. (2003). The Curing Agent Sodium Nitrite, Used in the Production of Fermented Sausages, Is Less Inhibiting to the Bacteriocin-Producing Meat Starter Culture *Lactobacillus curvatus* LTH 1174 under Anaerobic Conditions. *Applied and Environmental Microbiology*, *69*(7), 3833–3839. https://doi.org/10.1128/aem.69.7.3833-3839.2003.

57. Vieira, C., Díaz, M. T., Martínez, B., & García-Cachán, M. D. (2009). Effect of frozen storage conditions (temperature and length of storage) on microbiological and sensory quality of rustic crossbred beef at different states of ageing. *Meat Science*, *83*(3), 398–404. https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2009.06.013.

58. Virgili, R., Parolari, G., Schivazappa, C., Bordini, C. S., & Borri, M. (1995). Sensory and texture quality of Dry-Cured ham as affected by endogenous cathepsin B activity and muscle composition. *Journal of Food Science*, *60*(6), 1183–1186. https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1995.tb04551.x.

59. Virgili, R., Saccani, G., Gabba, L., Tanzi, E., & Bordini, C. S. (2007). Changes of free amino acids and biogenic amines during extended ageing of Italian dry-cured ham. *Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie*, *40*(5), 871–878. https://doi.org/10.1016/j.lwt.2006.03.024.

60. Visessanguan, W., Benjakul, S., Smitinont, T., Kittikun, C., Thepkasikul, P., & Panya, A. (2006). Changes in microbiological, biochemical and physico-chemical properties of Nham inoculated with different inoculum levels of Lactobacillus curvatus. *Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie*, *39*(7), 814–826. https://doi.org/10.1016/j.lwt.2005.05.006.

61. Vombergar, B., Jurkovic, B., Jez A. (1989). *Mesni izdelki brez ali z zmanjsano kolicino nitritov*. In Meso kao namirnica u savremenoj ishrani. 29. savetovanje jugoslovenske industrije mesa, Vrbovec, Beograd, Jugoslovenski institut za tehnologijo mesa, 252-253.

62. Vossen, E., Doolaege, E. H., Moges, D., De Meulenaer, B., Szczepaniak, S., Raes, K., & De Smet, S. (2012). Effect of sodium ascorbate dose on the shelf life stability of reduced nitrite liver pâtés. *Meat Science*, *91*(1), 29–35. https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2011.12.001.

63. Vuković, I. (2006). *Osnove tehnologije mesa*, 3 izdanje, Veterinarska komora Srbije, Beograd.

64. Vuković, I. (2012). *Osnove tehnologije mesa*, 4. izdanje, Veterinarska komora Srbije, Beograd.

65. Walker, R. (1990). Nitrates, nitrites and *N*-nitroso compounds: a review of the occurrence in food and diet and the toxicological implications. *Food Additives and Contaminants, 7*(6), 718-768. https://doi.org/10.1080/02652039009373938.

66. Watson, D. H. (1993). *Safety of chemicals in food*. London, Ellis Horwood.

67. Weber, H. 2004. What supstances do and how they do it. *Fleischwirtschaft International, 4*, 28-31.

68. WHO (World Health Organization). (2007). Nitrate and Nitrite in Drinking Water Development of WHO Guidelines for Drinking Water Quality, Geneva, Switzerland. *World Health, Organization* 1-21.

69. Willemot, C., Poste, L.M., Salvador, J., & Wood, D.F. (1985). Lipid oxidation in pork during warmed over flavor development. *Canadian Institute of Food Science and Technology Journal, 8* (4), 316-322.

70. Wilson, N. R. P. (1981). Sausages and other comminuted meat products. In N. R. P. Wilson, E. J. Dyett, R. B. Hughes, C. R. V. Jones (Eds.) Meat and meat products: factors affecting quality control (стр. 164-181). London, Applied Science Publishers.

71. Wirth, F. (1985). Farbbildung und farbhaltung bei Bruhwurst. *Fleischwirtschaft, 65,*(4), 42-435.

72. Wirth, F. (1991). Restricting and dispensing with curing agents in meat products. *Fleischwirtschaft, 71*(9), 1051-1054.

73. Wójciak, K. M., Libera, J., Stasiak, D. M., & Kołożyn-Krajewska, D. (2016). Technological Aspect of *Lactobacillus acidophilus Bauer, Bifidobacterium animalis BB-12 and Lactobacillus rhamnosus* LOCK900 USE in Dry-Fermented Pork Neck and Sausage. *Journal of Food Processing and Preservation*, *41*(3), e12965. https://doi.org/10.1111/jfpp.12965.

74. Wójciak, K. M., Stasiak, D. M., & Kęska, P. (2019). The influence of different levels of sodium nitrite on the safety, oxidative stability, and color of minced roasted beef. *Sustainability*, *11*(14), 3795. https://doi.org/10.3390/su11143795.

75. Wood, D. S., Collins-Thompson, D. L., Usborne, W. R., & Picard, B. (1986). An evaluation of antibotulinal activity in Nitrite-Free curing systems containing dinitrosyl ferrohemochrome. *Journal of Food Protection*, *49*(9), 691–695. https://doi.org/10.4315/0362-02 8x-49.9.691.

76. Wood, J., Enser, M., Fisher, A., Nute, G., Sheard, P., Richardson, R., Hughes, S., & Whittington, F. (2008). Fat deposition, fatty acid composition and meat quality: A review. *Meat Science*, *78*(4), 343–358. https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2007.07.019.

77. Gandemer, G. (1998). Lipids and meat quality-lipolysis-oxidation and flavour. Meat consumption and culture. *Congress proceedings 44th international congress of meat science and technology* (стр. 106-109). Institute for Food and Agricultual Research and Technology, Barcelon.

78. Gänzle, M. G. (2015). Lactic metabolism revisited: metabolism of lactic acid bacteria in food fermentations and food spoilage. *Current Opinion in Food Science*, *2*, 106–117. https://doi.org/ 10.1016/j.cofs. 2015.03.001.

79. García, M. A., Beldarraín, T., Fornaris, L. C., & Díaz, R. (2011). Partial substitution of nitrite by chitosan and the effect on the quality properties of pork sausages. *Food Science and Technology*, *31*(2), 481–487. https://doi.org/10.1590/s0101-20612011000200031.

80. García-Esteban, M., Ansorena, D., & Astiasarán, I. (2004). Comparison of modified atmosphere packaging and vacuum packaging for long period storage of dry-cured ham: effects on colour, texture and microbiological quality. *Meat Science*, *67*(1), 57–63. https://doi.org/10.1016/j.meat sci.2003.09.005.

81. García-Rey, R., García-Garrido, J., Quiles-Zafra, R., Tapiador, J., & De Castro, M. L. (2004). Relationship between pH before salting and dry-cured ham quality. *Meat Science*, *67*(4), 625–632. https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2003.12.013.

82. García-Rey, R., Quiles-Zafra, R., & De Castro, M. L. (2006). Relationships of genotype and slaughter time with the appearance and texture of dry-cured hams. *Food Chemistry*, *94*(2), 271–277. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.11.018.

83. Gašperlin, L. in Rajar, A. (2005). *Tehnologija mesnin*. Zbirka vaj za predmet tehnologija mesnin. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo.

84. Gassara, F., Kouassi, A. P., Brar, S. K., & Belkacemi, K. (2015). Green Alternatives to Nitrates and Nitrites in Meat-based Products–A Review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, *56*(13), 2133–2148. https://doi.org/10.1080/10408398.2013.812610.

85. Gassara, F., Kouassi, A. P., Brar, S. K., Belkacemi, K. (2016). Green Alternatives to Nitrates and Nitrites in Meat-based Products- A Review. Food Science and Nutrition. 56:13, 2133-2148.

86. Genuineideas. (2022). Meet myoglobin. Website: https://genuineideas.com /ArticlesIndex/srameat myoglobin.html#

87. Gwak, E., Oh, M., Park, B., Lee, H., Lee, S., Ha, J., Lee, J., Kim, S., Choi, K., & Yoon, Y. (2015). Probabilistic Models to Predict Listeria monocytogenes Growth at Low Concentrations of $NaNO_2$and NaCl in Frankfurters. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources*, *35*(6), 815–823. https://doi.org/10.5851/kosfa.2015.35.6.815.

88. Gil, M., Arnau, J., & Sárraga, C, (1989). *Proteinase activities in Spanish dry-cured ham manufactured with meat of different quality*. In: Proceedings of 35th International congress of meat science and technology. Copenhagen, Denmark, 734–739.

89. Gill, A., & Holley, R. A. (2003). Interactive inhibition of meat spoilage and pathogenic bacteria by lysozyme, nisin and EDTA in the presence of nitrite and sodium chloride at 24 °C. *International Journal of Food Microbiology*, *80*(3), 251–259. https://doi.org/10.1016/s0168-1605(02)00171-x.

90. Golden, M. C., McDonnell, L. M., Sheehan, V., Sindelar, J. J., & Glass, K. A. (2014). Inhibition of Listeria monocytogenes in Deli-Style Turkey Breast Formulated with Cultured Celery Powder and/or Cultured Sugar–Vinegar Blend during Storage at 4°C. *Journal of Food Protection*,77 (10) , 1787–1793. https://doi.org/10.4315/0362-028x.jfp-14-059.

91. Gómez, M. D., & Lorenzo, J. M. (2013). Effect of fat level on physicochemical, volatile compounds and sensory characteristics of dry-ripened "chorizo" from Celta pig breed. *Meat Science*, *95*(3), 658–666. https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.06.005.

92. González, B., & Díez, V. (2002). The effect of nitrite and starter culture on microbiological quality of "chorizo"–a Spanish dry cured sausage. *Meat Science*, *60*(3), 295–298. https://doi.org/10.1016/s09-1740(01)00137-1.

93. Górska, E., Nowicka, K., Jaworska, D., Przybylski, W., & Tambor, K. (2016). Relationship between sensory attributes and volatile compounds of polish dry-cured loin. *Asian-australasian Journal of Animal Sciences*, *30*(5), 720–727. https://doi.org/10.5713/ajas.16.0252.

94. Gøtterup, J., Olsen, K., Knøchel, S., Tjener, K., Stahnke, L. H., & Møller, J. F. (2008). Colour formation in fermented sausages by meat-associated staphylococci with different nitrite- and nitrate-reductase activities. *Meat Science*, *78*(4), 492–501. https://doi.org/10.1016/ j.meatsci.2007.07.023.

95. Goutefongea, R. (l992) Salting and Curing. In J.P. Girard. (Eds) *Technology of Meat and Meat Products* (стр. 1115-1320). Ellis Wormwood, New York.

96. Govari, M., & Pexara, A. (2018). Nitrates and Nitrites in meat products. *Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society*, *66*(3), 127. https://doi.org/10.12681/jhvms.15856.

97. Gozdecka, G., Błaszak, B., & Cierach, M. (2021). Content of nitrates and nitrites in unprocessed raw beef. *Czech Journal of Food Sciences*, *39*(2), 95–99. https://doi.org/10.17221/37/2020-cjfs.

98. Gratacós-Cubarsí, M., Sárraga, C., Castellari, M., Valero, A., Regueiro, J. a. G., & Arnau, J. (2013). Effect of pH24h, curing salts and muscle types on the oxidative stability, free amino acids profile and vitamin B2, B3 and B6 content of dry-cured ham. *Food Chemistry*, *141*(3), 3207–3214. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.06.016.

99. Gray, J. I., MacDonald, B., Pearson, A. M., & Morton, I. D. (1981). Role of nitrite in cured meat Flavor: a review. *Journal of Food Protection*, *44*(4), 302–313. https://doi.org/10.4315/0362-028x-44.4.302.

100. Gray, J. I., & Crackel, R. L. V. (1992). Oxidative flavour changes in meats. In D. E. Johnston, M.K. Knight, D.A. Ledward. (Eds.), *Their origin and prevention. The chemistry of muscle-based foods*. (стр. 145-167). Belfast, The Royal Society of Chemistry.

101. Gray, J.I., & Pearson, A.M. (1994). Lipid-derived off-flavors in meat. In F. Shahidi (Eds). *Flavor of meat and meat products* (стр. 116). Glasgow, Scotland: Blackie Academic and Professional.

102. Grunert, K.G. 2006. How changes in consumer behavior and retailing affect competence requirements for food producers and processors. *Economía Agraria y Recursos Naturales, 6*(11), 3-22. https://doi.org/10.7201/earn.2006.11.01.

103. Guerrero, L., Gou, P., & Arnau, J. (1999). The influence of meat pH on mechanical and sensory textural properties of dry-cured ham. *Meat Science*, *52*(3), 267–273. https://doi.org/10.1016/s0309-1740(98)00175-2.

104. Gunvig, A., Hansen, F., & Borggaard, C. (2013). A mathematical model for predicting growth/no-growth of psychrotrophic C. botulinum in meat products with five variables. *Food Control*, *29* (2), 309–317. https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2012.06.046.

105. Данев, М. (1999). *Хигиена и технологија на месо, риби, јајца и нивни производи.* Ник Микена –Битола.

106. Dankert, J., Tromp, T.F., de Vries, H., Klasen, H.J. (1979). Antimicrobial activity of crude juices of Allium ascalonicum, *Allium cepa* and *Allium sativum*. *Zentralbl. Bakteriol. (orig A) 245* (1-2), 229-239.

107. Danov, K Gradinarska, D., Valkova-Jorgova K., & Slavcheva T. (2014). Influence of a bio-consortium starter culture on the biochemical and micro-structural characteristics of traditional dry cured meat product. *Bulgarian Journal of Agricultural Science, 20*(3), 523-531.

108. Daferera, D., Ziogas, B. N., & Polissiou, M. G. (2000). GC-MS Analysis of Essential Oils from Some Greek Aromatic Plants and Their Fungitoxicity on *Penicillium digitatum*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *48*(6), 2576–2581. https://doi.org/10.1021/jf990835x.

109. De la Hoz, B., Fernandez-Rivas, M., Quirce, S., Cuevas, M., Fraj, J., Davila, I., Igea, J. M., & Losada, E. (1991) Swiss chard hypersensitivity: Clinical and immunologic study. *Annals of Allergy 67*(5), 487-492.

110. De Maere, H., Fraeye, I., De Mey, E., Dewulf, L., Michiels, C. W., Paelinck, H., & Chollet, S. (2016). Formation of naturally occurring pigments during the production of nitrite-free dry fermented sausages. *Meat Science*, *114*, 1–7. https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2015.11.024.

111. De Mey, E., De Maere, H., Paelinck, H., & Fraeye, I. (2017). Volatile*N*-nitrosamines in meat products: Potential precursors, influence of processing, and mitigation strategies. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, *57*(13), 2909–2923. https://doi.org/10.1080/10408398.2015.1078769.

112. De Rezende Costa, M., Filho, W. B., Silveira, E. T. F., & De Felício, P. E. (2008). Colour and texture profiles of boneless reestructured dry-cured hams compared to traditional hams. *Scientia Agricola*, *65*(2), 169–173. https://doi.org/10.1590/s0103-90162008000200010.

113. Demeyer, D., Raemaekers, M., Rizzo, A., Holck, A., De Smedt, A., ten Brink, B., Hagen, B., Montel, C., Zanardi, E., Murbrekk, E., Leroy, F., Vandendriessche, F., Lorentsen, K., Venema, K., Sunesen, L., Stahnke, L., De Vuyst, L., Talon, R., Chizzolini, R., Eerola, S. (2000). Control of bioflavour and safety in fermented sausages: first results of a European project. *Food Research International 33(3-4*), 171-180. https://doi.org/10.1080/02652039009373938.

114. Denicola, A., De Souza, J. M., & Radi, R. (1998). Diffusion of peroxynitrite across erythrocyte membranes. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, *95*(7), 3566–3571. https://doi.org/10.1073/pnas.95.7.3566.

115. Di Gioia, D., Mazzola, G., Nikodinoska, I., Aloisio, I., Langerholc, T., Rossi, M., Raimondi, S., Melero, B., & Rovira, J. (2016). Lactic acid bacteria as protective cultures in fermented pork meat to prevent Clostridium spp. growth. *International Journal of Food Microbiology*, *235*, 53–59. https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2016.06.019.

116. Dikeman, M., & Devine, C. (2014). *Encyclopedia of Meat Sciences* (2nd Edition). The New Zealand Institute for Plant and Food Research.

117. Domínguez, R., Pateiro, M., Gagaoua, M., Barba, F. J., Zhang, W., & Lorenzo, J. M. (2019). A comprehensive review on lipid oxidation in meat and meat products. *Antioxidants*, *8*(10), 429. https://doi.org/10.3390/antiox8100429.

118. Domínguez, R., Pateiro, M., Munekata, P. E., Zhang, W., Garcia-Oliveira, P., Carpena, M., Prieto, M. A., Bohrer, B. M., & Lorenzo, J. M. (2021). Protein Oxidation in muscle Foods: A Comprehensive review. *Antioxidants*, *11*(1), 60. https://doi.org/10.3390/antiox11010060.

119. Domokos, J. (1997). Essential Oil of Rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) of Hungarian Origin. Journal of Essential Oil Research, 9(1), 41-45.

120. Dragoev, S.G., Staykov, A.S., Vassilev, K.P., Balev, D.K., & Vlahova-Vangelova, D.B. (2014). Improvement of the Quality and the Shelf Life of the High Oxygen Modified Atmosphere Packaged Veal by Superficial Spraying with Dihydroquercetin Solution. *International Journal of Food Science 629062*. https://doi.org/10.1155/2014/629062.

121. Drosinos, E. H., Mataragas, M., Xiraphi, N., Moschonas, G., Gaitis, F., & Metaxopoulos, J. (2005). Characterization of the microbial flora from a traditional Greek fermented sausage. *Meat Science*, *69*(2), 307–317. https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2004.07.012.

122. Dymicky, M., Fox J. B., Wasserman, A. E. (1975). Color formation in cooked model and meat systems with organic and inorganic compounds. *Journal of Food Science, 40*(2), 306-309.

123. Đorđević, V., Mihajlović, B., Tomasević, M., Nikolić, Z. (1980). Uticaj nitrita, nitrata, natrijumhlorida, fosfata i askorbinske kiseline na oksidativne promene lipida mesa. *Tehnologija mesa, 21*(10), 278-282.

124. Economou, K.D. (1991). Antioxidant effect of natural phenols on olive oil. *Journal of the American Oil Chemists' Society, 68*, 109-113.

125. Eichholzer, M., & Gutzwiller, F. (1998). Dietary Nitrates, Nitrites, and *N*-Nitroso Compounds and Cancer Risk: A Review of the Epidemiologic Evidence. *Nutrition Reviews, 56*(4), 95-105.

126. Eisinaite, V., Vinauskienė, R., Viškelis, P., & Leskauskaitė, D. (2016). Effects of Freeze-Dried vegetable products on the technological process and the quality of dry fermented sausages. *Journal of Food Science*, *81*(9), C2175–C2182. https://doi.org/10.1111/1750-3841.13413.

127. Ergüneş, G., & Tarhan, S. (2006). Color retention of red peppers by chemical pretreatments during greenhouse and open sun drying. *Journal of Food Engineering*, *76*(3),446–452. https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2005.05.046.

128. Eskandari, M. H., Hosseinpour, S., Mesbahi, G., & Shekarforoush, S. S. (2013). New composite nitrite-free and low-nitrite meat-curing systems using natural colorants. *Food Science and Nutrition*, *1*(5), 392–401. https://doi.org/10.1002/fsn3.57.

129. EFSA (European Food Safety Authority). (2011). *The European Union Summary Report on Trends and Sources of Zoonoses, Zoonotic Agents and Food-borne Outbreaks in 2009*. EFSA Journal 2011, 2090.

130. EFSA (European Food Safety Authority) (2008) Nitrate in vegetables-Scientific Opinionof the Panel on Contaminants in the Food chain. *EFSA Journal*, *6*(6),689. https://doi.org/10.2903/j. efsa.2008689.

131. Zaki, F., E. (2013). *The Significance of Color In Food Marketing*. Surface at University Honors Program Capstone Projects – All. 113. Предземено на 12.12.2022 од https://surface.syr.edu/honors capstone/113.

132. Zdolec, N., Dobranić, V., Horvatić, A., & Vučinić, S. (2013). Selection and application of autochthonous functional starter cultures in traditional Croatian fermented sausages. *International Food Research Journal, 20*(1), 1-6.

133. Žlender, B., & L. Gašperlin (2004). Tradicionalni postupci u preradi mesa i mogućnosti njihove primene u savremenim industrijskim tehnologijama. *Tehnologija mesa, 3*(4), 81-88.

134. Žumer, M., Zupančič-Valant, A., & Florjančič, U. Mesec A. (1997). Seminar iz aplikativne reologije. Reološka dneva. Ljubljana. Fakultet za kemijo in kemijsko tehnologijo, Katedra za kemijsko inženerstvo, 7-41.

135. Zhu, B., Sun, Y., Qi, L., Zhong, R., & Miao, X. (2015). Dietary legume consumption reduces risk of colorectal cancer: evidence from a meta-analysis of cohort studies. *Scientific Reports*, *5*, 8797. https://doi.org/10.1038/srep08797.

136. IARC. (1987). N-Methyl-N′-nitro-N-nitrosoguanidine (MNNG). In Overall Evaluations of Carcinogenicity. *IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risk of Chemicals to Humans, suppl. 7.* Lyon, France: International Agency for Research on Cancer, 248-250.

137. IARC (International Agency for Research on Cancer). (2010). Ingested nitrate and nitrite, and cyanobacterial peptide toxins. *IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, 94*(5-7), 1-412.

138. IARC Working group. (2018). *Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans*. The Lancet Oncology: London, UK.

139. Igene, J. O., Yamauchi, K., Pearson, A. M., Gray, J. I., & Aust, S. D. (1985). Mechanisms by which nitrite inhibits the development of warmed-over flavour (WOF) in cured meat. *Food Chemistry*, *18*(1), 1–18. https://doi.org/10.1016/0308-8146(85)90099-8.

140. Incze, K. (2002). Fermented meat products - A review of current research topics. *Fleischwirtschaft, 82,* 112-118.

141. Incze, K. (2003). Ungariche Elesicheugnisse von hoher Qualität und der EU-Beitritt. *Mitteilungsblat BAFF, 42,* 160, 79-85.

142. Institute of Food Technologists (1972). Nitrites, Nitrates, and Nitrosamines in Food - a Dilemma. *Food Science, 37*(6), 989-992.

143. ISO 2918:1975. Meat and meat products - Determination of nitrite content (Reference method). Organization for Standardization (ISO), Geneva, Switzerland.

144. ISO 1841-1:1996. Meat and meat products - Determination of chloride content - Part 1: Volhard method. Organization for Standardization (ISO), Geneva, Switzerland.

145. ISO 936:1998. Meat and meat products - Determination of total ash. Organization for Standardization (ISO), Geneva, Switzerland.

146. ISO 21807:2004. Microbiology of food and animal feeding stuffs - Determination of water activity. International Organization for Standardization (ISO), Geneva, Switzerland.

147. ISO 6579-1:2017. Microbiology of the food chain - Horizontal method for the detection, enumeration and serotyping of Salmonella - Part 1: Detection of Salmonella spp. Organization for Standardization (ISO), Geneva, Switzerland.

148. Jackson, A., Sullivan, G. A., Kulchaiyawat, C., Sebranek, J. G., & Dickson, J. S. (2011). Survival and Growth of Clostridium perfringens in Commercial No-Nitrate-or-Nitrite-Added (Natural and Organic) Frankfurters, Hams, and Bacon. *Journal of Food Protection*, *74*(3), 410–416. https://doi.org/10.4315/0362-028x.jfp-10-36.

149. Iammarino, M., & Di Taranto, A. (2012). Nitrite and nitrate in fresh meats: a contribution to the estimation of admissible maximum limits to introduce in directive 95/2/EC. *International Journal of Food Science and Technology*, *47*(9), 1852–1858. https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2012.03041.x.

150. Ikonić, P. (2013). *Razvoj procesa sušenja i zrenja tradicionalne fermentisane kobasice (Petrovská klobása) u kontrolisanim uslovima*. (Doktorska disertacija). Univerzitet u Novom Sadu .Tehnološki fakultet.

151. Jaworska, D., Neffe, K., Kołożyn-Krajewska, D., & Dolatowski, Z. J. (2011). Survival during storage and sensory effect of potential probiotic lactic acid bacteria Lactobacillus acidophilus Bauer and Lactobacillus casei Bif3′/ IV in dry fermented pork loins. *International Journal of Food Science and Technology*, *46*(12), 2491–2497.ttps://doi.org/10.1111/j.1 h365-2621.2011. .02772.x.

152. Jay, J. M., Rivers, G. M., & Boisvert, W. E. (1983). Antimicrobial properties of A-Dicarbonyl and related compounds. *Journal of Food Protection*, *46*(4), 325–329. https://doi.org/10.4315/0362-028x-46.4.325.

153. Jakszyn, P., Agudo, A., Ibáñez, R. S., García-Closas, R., Pera, G., Amiano, P., & González, C. (2004). Development of a food database of nitrosamines, heterocyclic amines, and polycyclic aromatic hydrocarbons. *Journal of Nutrition*, *134*(8), 2011–2014. https://doi.org/10.1093/jn/134.8.2011.

154. Jankiewicz, L., Kwany, M., Wasylik, K., & Graczyk, A. (1994). Structure studies on the nitrosyl derivative of Heme. *Journal of Food Science*, *59*(1), 57–59. https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1994.tb06896.x.

155. Jessen, B. (1995). Starter cultures for meat fermentations. In G. Campbell-Platt, P.E. Cook, . (Eds.) Fermented meats (стр. 130-150). Glasgow, Blackie Academic and Professional

156. Jin, G., Zhang, J., Xiang, Y., Zhang, Y., Lei, Y., & Wang, J. (2010). Lipolysis and lipid oxidation in bacon during curing and drying–ripening. *Food Chemistry*, *123*(2), 465–471. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.05.031.

157. Jin, S., Choi, J. S., Yang, H., Park, T., & Yim, D. (2018). Natural curing agents as nitrite alternatives and their effects on the physicochemical, microbiological properties and sensory evaluation of sausages during storage. *Meat Science*, *146*, 34–40. https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.07.032.

158. Jira, W. (2004). Chemical reaction of curing and smoking-Part 1: Curing. *Fleischwirtstchaft, 84*, 235–239.

159. Jo, H., Park, B., Oh, M., Gwak, E., Lee, H., Lee, S., & Yoon, Y. (2014). Probabilistic Models to Predict the Growth Initiation Time for Pseudomonas spp. in Processed Meats Formulated with NaCl and $NaNO_2$. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources*, *34*(6), 736–741. https://doi.org/10.5851/kosfa.2014.34.6.736.

160. Jo, K., Lee, J., Lee, S., Lim, Y., Choi, Y., Jo, C., & Jung, S. (2020). Curing of ground ham by remote infusion of atmospheric non-thermal plasma. *Food Chemistry*, *309*,125643. https: //doi.org/10.1016/j.foodchem.2 019.125643.

161. Johnson, C.M., Wei, C., Ensor, J.E., Smolenski, D.J., Amos, C.I., Levin, B., & Berry, D.A. (2013) Meta-analyses of colorectal cancer risk factors. *Cancer Causes Control, 24*(6), 1207-1222. https://doi.org/10.1007/s10552-013-0201-5.

162. Yun, J., Shahidi, F., Rubin, L., & Diosady, L. L. (1987). Oxidative stability and flavour acceptability of Nitrite-Free Meat-Curing systems. *Canadian Institute of Food Science and Technology Journal*, *20*(4), 246–251. https://doi.org/10.1016/s0315-5463(87)71195-x.

163. Kanner, J., Harel, S., Shagalovich, J.,& Berman, S. (1984). Antioxidative effect of nitrite in cured meat products: nitric oxide-iron complexes of low molecular weight. *Journal of Agricultural and Food Chemistry 32*(3), 512-515.

164. Karolyi, D. (2003*). Salamureno meso i zdravlje ljudi. Meso: Prvi hrvatski časopis o mesu*, 5(5), 16-18.

165. Karolyi, D. (2006) Chemical properties and quality of Istrian dry-cured ham. *Meso: Prvi hrvatski časopis o mesu*, *8*(4), 224–228.

166. Karwowska, M., Kononiuk, A., & Wójciak, K. M. (2019). Impact of sodium nitrite reduction on lipid oxidation and antioxidant properties of cooked meat products. *Antioxidants*, *9* (1), 9. https://doi.org/10.3390/antiox9010009.

167. Kaferstein, F., & Abdussalam, M. (1999). *Food safety in the 21st century*. Bulletin of the World Health Organisation 77, 347–351.

168. Kęska, P., Stadnik, J., Wójciak, K. M., & Neffe-Skocińska, K. (2019). Physico-chemical and proteolytic changes during cold storage of dry-cured pork loins with probiotic strains ofLAB. *International Journal of Food Science and Technology*, *55*(3), 1069–1079. https://doi.org/10.1111/ijfs.14252.

169. Keto-Timonen, R., Lindström, M., Puolanne, E., Niemistö, M., & Korkeala, H. (2012). Inhibition of Toxigenesis of Group II (Nonproteolytic) Clostridium botulinum Type B in Meat Products by Using a Reduced Level of Nitrite. *Journal of Food Protection*, *75*(7), 1346–1349. https://doi./10.4315/0362-028x.jfp-12-056.

170. Killday, K. B., Tempesta, M. S., Bailey, M. E., & Metral, C. J. (1988). Structural characterization of nitrosylhaemochromogen of cooked cured meat implications in the meat curing reaction. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 36,(5) 909-914.

171. Kim, T., Kim, Y., Jeon, K., Park, J., Sung, J., Choi, H., Hwang, K., & Choi, Y. (2017). Effect of fermented spinach as sources of Pre-Converted nitrite on color development of cured pork Loin. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources*, *37*(1), 105–113. https://doi.org/10.5851/kosfa.2017.37.1.105.

172. Kim, T.K, Lee, M.A., Sung, J. M,. Jeon, K. H., Kim, Y.B., Choi, Y.S. (2019a) Combination effects of nitrite from fermented spinach and sodium nitrite on quality characteristics of cured pork loin. *Asian-australasian Journal of Animal Sciences 32*(10), 1603-1610.

173. Kim, T., Hwang, K., Lee, M., Paik, H., Kim, Y., & Choi, Y. (2019b). Quality characteristics of pork loin cured with green nitrite source and some organic acids. *Meat Science*, *152*, 141–145. https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2019.02.015.

174. Kim, T., Hwang, K., Song, D., Ham, Y., Kim, Y., Paik, H., & Choi, Y. (2019c). Effects of natural nitrite source from Swiss chard on quality characteristics of cured pork loin. *Asian-australasian Journal of Animal Sciences*, *32*(12), 1933–1941. https://doi.org/10.5713/ajas.19.0117.

175. King, A. M., Glass, K. A., Milkowski, A. L., Seman, D. L., & Sindelar, J. J. (2016). Modeling the Impact of Ingoing Sodium Nitrite, Sodium Ascorbate, and Residual Nitrite Concentrations on Growth Parameters of Listeria monocytogenes in Cooked, Cured Pork Sausage. *Journal of Food Protection*, *79*(2), 184–193. https://doi.org/10.4315/0362-028x.jfp-15-322.

176. Kolev, N. (2022). Natural antioxidants – an alternative for reduction of nitrites in cooked meat products. *Food Science and Applied Biotechnology*, *5*(1), 64-76. https://doi.org/10.30721/ fsab2022.v5.i1.167.

177. Konica Minolta. (2007). *Precise colour communication - Colour control from perception to instrumentation*. Konica Minolta Sensing Inc., Japan.

178. Konisky, J. (1982). Colicins and other Bacteriocins with Established Modes of Action. *Annual Review of Microbiology*, *36*(1), 125–144. https://doi.org/10.1146/annurev.mi.36.100182.001013.

179. Kovačević, D. (2001). *Kemija i tehnologija mesa i ribe*. Sveučilište J.J. Strossmayera, Prehrambeno tehnološki fakultet, Osijek, Hrvatska.

180. Kovačević, D. (2014). *Tehnologija kulena i ostalih fermentiranih kobasica*. Sveučilište J.J. Strossmayera Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek, Hrvatska.

181. Kovačević, D., Mastanjević, K., Ćosić, K., Pleadin, J. (2016). Količina nitrita i nitrata u mesnim proizvodima s hrvatskog tržišta. Meso: *Prvi hrvatski časopis o mesu, 18* (2), 40-46.

182. Кратовалиева М. (2007). Можности за заеман на нитритите, фосфатите и сланината во пилешки реновки. (Магистрески труд). Факултет за земјоделски науки и храна Скопје.

183. Krause, B., Sebranek, J. G., Rust, R. E., & Mendonca, A. F. (2011). Incubation of curing brines for the production of ready-to-eat, uncured, no-nitrite-or-nitrate-added, ground, cooked and sliced ham. *Meat Science*, *89*(4), 507–513. https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2011.05.018.

184. Kroupova, H., Machova, J., & Svobodova, Z. (2005). Nitrite influence on fish: a review. *Veterinarni Medicina*, *50*(11), 461–471. https://doi.org/10.17221/5650-vetmed.

185. Krvavica, M. (2006) Čimbenici kakvoće pršuta. *Meso: Prvi hrvatski časopis o mesu,8* (5), 279-290.

186. Krvavica, M., & Đugum J. (2007)**.** Učinak odsoljavanja na neke fizikalne osobine istarskog pršuta. *Meso: Prvi hrvatski časopis o mesu,9 (1)*, 32 - 37.

187. Krvavica, M., Jelić, M., Velić, A., Lučin, M. & Gajdoš Kljusurić, J. (2016). Fizikalna svojstva i oksidativni status dalmatinske pečenice proizvedene u različitim tehnološkim uvjetima. *Meso: Prvi hrvatski časopis o mesu,18*(5),414-421.

188. Krvavica, M., Kotlar, R., Topalović, M. D., & Šarolić, M. (2021). Utjecaj razlika u tehnologiji na kemijska i senzorna svojstva dalmatinske pecenice. *Meso*, *23*(3), 220–233. doi.org/10.317727/m.23.3.3.

189. Lavado, G., Higuero, N., León-Camacho, M., & Cava, R. (2021). Formation of Lipid and Protein Oxidation Products during In Vitro Gastrointestinal Digestion of Dry-Cured Loins with Different Contents of Nitrate/Nitrite Added. *Foods*, *10*(8), 1748. https://doi.org/10.3390/foods10081748.

190. Lawrie, R.A., & Ledward, D.A. (2006). *Lawrie's meat science*, (7th edi). Abington, Cambridge: Woodhead Publishing Limited.

191. Laranjo, M., Elias, M., & Fraqueza, M. J. (2017). The use of starter cultures in traditional meat products. *Journal of Food Quality*, *2017*, 1–18. https://doi.org/10.1155/2017/9546026.

192. Laranjo, M., Potes, M. E., & Elias, M. (2019). Role of starter cultures on the safety of fermented meat products. *Frontiers in Microbiology*, *10*. https://doi.org/10.3389/fmicb.2019.00853.

193. Larsson, S. C., & Wolk, A. (2006). Meat consumption and risk of colorectal cancer: A meta-analysis of prospective studies. *International Journal of Cancer*, *119*(11), 2657–2664. https://doi.org/10.1002/ijc.22170.

194. Laursen, K., Adamsen, C. E., Laursen, J. C., Olsen, K., & Møller, J. F. (2008). Quantification of zinc–porphyrin in dry-cured ham products by spectroscopic methods. *Meat Science*, *78*(3), 336–341. https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2007.06.014.

195. Laureati, M., Buratti, S., Giovanelli, G., Corazzin, M., Pietro Lo Fiego, D., & Pagliarini, E. (2014). Characterization and differentiation of Italian Parma, San Daniele and Toscano dry-cured hams: A multi-disciplinary approach. *Meat Science*, *96*(1), 288–294. https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.07.014.

196. Legan, J., Seman, D. L., Milkowski, A. L., Hirschey, J. A., & Vandeven, M. (2004). Modeling the Growth Boundary of Listeria monocytogenes in Ready-to-Eat Cooked Meat Products as a Function of the Product Salt, Moisture, Potassium Lactate, and Sodium Diacetate Concentrations. *Journal of Food Protection*, *67*(10), 2195–2204. https://doi.org/10.4315/0362-028x-67.10.2195.

197. Lewis, R. J. (1989). *Food additives handbook*. Springer Science & Business Media.

198. Lee, J., Gwak, E., Lee, H., Ha, J., Lee, S., Kim, S., Oh, M., Park, B., Choi, K., & Yoon, Y. (2016). Effects of low $NaNO_2$ and NaCl concentrations on *Listeria monocytogenes* growth in emulsion-type sausage. *Asian-australasian Journal of Animal Sciences*, *30*(3), 432–438. https://doi. org/10.5713/ajas.16.0391.

199. Lee, S., Lee, H., Kim, S., Lee, J., Ha, J., Choi, Y., Oh, H., Choi, K., & Yoon, Y. (2018). Microbiological safety of processed meat products formulated with low nitrite concentration - A review. *Asian-australasian Journal of Animal Sciences*, *31*(8), 1073–1077. https://doi.org/10.5713/ajas.17.0675.

200. Lee, H., Chik, W., Baker, F., Saari, N., & Mahyudin A.N. (2012). Sanitation practices among food handlers in a military food service institution, Malaysia. *Food Science & Nutrition (3)* 1561-1566.

201. Leistner L., & Rodel W. (1975). *The signifi cance of water activity for micro-organisms in meats*, Section3: Water relations of foods, Academic press London, 309–323.

202. Leistner, L. (1986). Allgemeines über Rohwurst, *Fleischwirtschaft, 66*(3), 290-300.

203. Leistner, L. (1995). Stabel and safe fermented susages world-eife. In G. Platt, P.E. Cook (Eds.). *Fermented meats* (стр. 160-174). Campbell- Glasgow, Blackie Academic and Professional.

204. Leygonie, C., Britz, T. J., & Hoffman, L. C. (2011). Oxidative stability of previously frozen ostrich Muscularis iliofibularis packaged under different modified atmospheric conditions. *International Journal of Food Science and Technology*, *46*(6), 1171–1178. https://doi.org/10.11

11/j.1365-2621.2011.02603.x.

205. Lembeck, L. G. (2009). Untersuchungen zur Produktionsqalität traditionellhandwerklich hergestellter Rohwürste unter Berücksichtigung von *Listeria monocytogenes*. (Inaugural-Dissertation). Institut für Tierärztliche Nahrungsmittelkunde der Justus-Liebig-Univerität Giessen.

206. Leon-Crespo, F., Martins, C., Penedo, J.C., Barranco, A., Mata, C., & Beltran, F. (1986) Diferencias en la composición química de ocho regiones anatomicasdel jamón serrano Iberico. *Alimentaria, 23*, 23-27.

207. Lerotić, D., & Vinković Vrček, I. (2005). *Što se krije iza E-brojeva*. Udruga za demokratsko društvo, Zagreb.

208. Leroy, F., Verluyten, J., & De Vuyst, L. (2006). Functional meat starter cultures for improved sausage fermentation. *International Journal of Food Microbiology*, *106*(3), 270–285. https://doi.org/10.1016/j.ij foodmicro.2005.06.027.

209. Lövenklev, M., Artin, I., Hagberg, O., Borch, E., Holst, E., & Rådström, P. (2004). Quantitative Interaction Effects of Carbon Dioxide, Sodium Chloride, and Sodium Nitrite on Neurotoxin Gene Expression in Nonproteolytic *Clostridium botulinum* Type B. *Applied and Environmental Microbiology*, *70*(5), 2928–2934. https://doi.org/10.1128/aem.70.5.2928-2934.2004.

210. Lorenzo, J. M., Fontán, M. C. G., Franco, I., & Carballo, J. (2008a). Biochemical characteristics of dry-cured lacón (a Spanish traditional meat product) throughout the manufacture, and sensorial properties of the final product. Effect of some additives. *Food Control*, *19*(12), 1148–1158. https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2007.12.005.

211. Lorenzo, J. M., Fontán, M.´. C. G.´., Franco, I., & Carballo, J. (2008b). Proteolytic and lipolytic modifications during the manufacture of dry-cured lacón, a Spanish traditional meat product: Effect of some additives. *Food Chemistry*, *110*(1), 137–149. https://doi.org/10.1016/j.foodchem 2008.02.002.

212. Lorenzo, J. M., & Purriños, L. (2013). Changes on Physico-chemical, Textural, Proteolysis, Lipolysis and Volatile Compounds During the Manufacture of Dry-cured "Lacón" from Celta Pig Breed. *Journal of Biological Sciences*, *13*(4), 168–182. https://doi.org/10.3923/jbs.2013.16 8182.

213. Lu, H.C. (1986). *Chinese system of food cures Prevention and remedies*. New York: Sterling Pub. Co, Inc.

214. Luca, D., Luca, V. S., Cotor, F., & Raileanu, L. (1987). In vivo and in vitro cytogenetic damage induced by sodium nitrite. *Mutation Research*, *189*(3), 333–339. https://doi.org/10.1016/0165-1218(87)90065-6.

215. Lűcke, F.K. (2000). Use of nitrite and nitrate in the manufacture of meat products. *Fleischwirtschaft International, 4,* 38-40.

216. Lundberg, J. O., Weitzberg, E., Lundberg, J. M., & Alving, K. (1994). Intragastric nitric oxide production in humans: measurements in expelled air. *Gut*, *35*(11), 1543–1546. https://doi.org/10.1136/gut.35.11.1543.

217. Lundberg, J. O., Weitzberg, E., Cole, J., & Benjamin, N. (2004). Nitrate, bacteria and human health. *Nature Reviews Microbiology*, *2*(7), 593–602. https://doi.org/10.1038/nrmicro929.

218. Lundberg, J. O., Weitzberg, E., & Gladwin, M. T. (2008). The nitrate–nitrite–nitric oxide pathway in physiology and therapeutics. *Nature Reviews Drug Discovery*, *7*(2), 156–167. https://doi.org/10.1038/nrd2466.

219. Lundberg, J. O., Gladwin, M. T., Ahluwalia, A., Benjamin, N., Bryan, N. S., Butler, A., Cabrales, P., Fago, A., Feelisch, M., Ford, P. C., Freeman, B. A., Frenneaux, M., Friedman, J., Kelm, M., Kevil, C. G., Kim-Shapiro, D. B., Kozlov, A. V., Lancaster, J. R., Lefer, D. J., McColl, K., McCurry, K., Patel, R. P., Petersson, J., Rassaf, T., Reutov, V. P., Richter-Addo, G. B., Schechter, A., Shiva, S., Tsuchiya, K., van Faassen, E. E., Webb, A. J., Zuckerbraun, B. S., Zweier, J. L. & Weitzberg, E. (2009). Nitrate and nitrite in biology, nutrition and therapeutics. *Nature Chemical Biology*, *5*(12), 865–869. https://doi.org/10.1038/nchembio.

220. Lušnic Polak, M., Polak, T., Dolhar, U. & Demšar, L. (2018). Effect of iodized salt on the physicochemical parameters and the sensory properties of dry-cured pork loin. *Meso: The First Croatian Meat Journal, 20* (4), 300-306. https://doi.org/10.31727/m.20.4.4.

221. Magrinyà, N. M., Bou, R., Tres, A., Rius, N., Codony, R., & Guardiola, F. (2009). Effect of tocopherol Extract,Staphylococcus carnosusCulture, and celery concentrate addition on quality parameters of organic and conventional Dry-Cured sausages. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *57*(19), 8963–8972. https://doi.org/10.1021/jf901104h.

222. Madentzidou, E., Gerasopoulos, D., Siomos, A. S., & Bloukas, I. (2012). Salt-stressed fresh cut leek accelerates CO_2 and C_2H_4 production and enhances the development of quality characteristics of traditional Greek sausages during storage. *Meat Science*, *92*(4), 789–794. https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2012.07.002.

223. Majou, D., & Christieans, S. (2018). Mechanisms of the bactericidal effects of nitrate and nitrite in cured meats. *Meat Science*, *145*, 273–284. https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.06.013.

224. Maksimović, T., Hulak, N., Vuko, M., Kovačević, V., Kos, I. Mrkonjić M. (2015). Lactic acid bacteria in traditional dry sausage production. Meso*: Prvi hrvatski časopis o mesu, 17* (6), 575-580.

225. Manassaram, D. M., Backer, L. C., & Moll, D. M. (2006). A Review of Nitrates in Drinking Water: Maternal Exposure and Adverse Reproductive and Developmental Outcomes. *Environmental Health Perspectives*, *114*(3), 320–327. https://doi.org/10.1289/ehp.8407.

226. Mancini, R., & Hunt, M. C. (2005). Current research in meat color. *Meat Science*, *71*(1), 100–121. https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2005.03.003.

227. Marriott, N., & Gravani, R. B. (2006). *Principles of food sanitation* (5th edi). Springer Science & Business Media.

228. Martinović, A., & Vesković Moračanin, S. (2006). Primena starter kultura u industriji mesa. *Tehnologija mesa*, *47* (5-6), 216-230.

229. Matteucci, O., Diletti, G., Prencipe, V., Giannatale, Ed., Marconi, M.M., Migliorati. G. (2008) Two cases of methemoglobinaemia caused by suspected sodium nitrite poisoning. *Veterinaria Italiana, 44*(2), 439- 453.

230. Marušić, N., Petrović, M., Vidaček, S., Petrak, T., & Medić, H. (2011). Characterization of traditional Istrian dry-cured ham by means of physical and chemical analyses and volatile compounds. *Meat Science*, *88*(4), 786–790. https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2011.02.033.

231. MacDonald, B., Gray, J.I., Kakuda, Y., Lee, M.L. (1980). Role of nitrite in cured meat flavor: chemical analysis. *Journal of Food Science, 45*(4), 889-892.

232. MacDonald, B., Gray, J. I., Stanley, D. W., Usborne, W. R. (1981). Role of nitrite in cured meat flavor: Sensory analysis. *Journal of Food Science, 44*(4),302-319.

233. Meah, M. N., Harrison, N., & Davies, A. R. (1994). Nitrate and nitrite in foods and the diet. *Food Additives and Contaminants*, *11*(4), 519–532. https://doi.org/10.1080/02652039409374250.

234. Medić, H., Kušec, I. D., Pleadin, J., Kozačinski, L., Njari, B., Hengl, B., & Kušec, G. (2018). The impact of frozen storage duration on physical, chemical and microbiological properties of pork. *Meat Science*, *140*, 119–127. https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.03.006.

235. Milojčić, K., Vučić, G., Bjelanović, M., Martinović, A., & Egelandsdal, B. (2015). *Efekti tehnoloških procesa na fizičko-hemijske osobine tradicionalno i industrijski proizvedenih svinjskih pečenica.* In Izvodi radova IV međunarodni kongres "Inženjerstvo, ekologija i materijali u procesnoj industriji" Jahorina.

236. МКС ISO 10272-1:2018. Микробиологија на храна и храна за животни- Хоризонтална метода за детекција и броење на Campylobacter spp.- Дел 1: Метода на детекција (ISO 10272-1:2006) Институт за стандардизација на Република Северна Македонија.

237. МКС ISO 10273:2018, Микробиологија на синџирот на храна - Хоризонтална метода за детекција на патогена *Yersinia enterocolitica*. Институт за стандардизација на Република Северна Македонија.

238. МКС ISO 11290-1:2018. Микробиологија на синџирот на храна - Хоризонтална метода за детекција и броење на Listeria monocytogenes и *Listeria spp*. - Дел 1: Метода на детекција. Институт за стандардизација на Република Северна Македонија.

239. Möhler, K. (1971). Nalaz nitrozoamina u proizvodima od mesa i njihov značaj za ljudsko zdravlje. *Industrije mesa, 3*(3-4), 19-23.

240. Møller, J. F., & Skibsted, L. H. (2002). Nitric oxide and myoglobins. *Chemical Reviews*, *102*(4), 1167–1178. https://doi.org/10.1021/cr000078y.

241. Møller, J. K. S., & Skibsted, L. H. (2007). Color. In F. Toldrá, Y.H. Hui, I. Astiasarán, W.K. Nip, J.G. Sebranek, E.T.F. Silveira, L.H. Stahnke, R. Talon (Eds.), *Handbook of fermented meat and poultry* (стр. 203-216). Ames, Iowa, USA: Blackwell Publishing.

242. Monin, G.; & Ouali, A. (1991). In R.A. Lawrie (Eds.), Developments in Meat Science (стр. 89-157). Elsevier: London.

243. Monin, G., Marinova, P., Talmant, A., Martin, J., Cornet, M., Lanore, D., & Grasso, F. (1997). Chemical and structural changes in dry-cured hams (Bayonne hams) during processing and effects of the dehairing technique. *Meat Science*, *47*(1–2), 29–47. https://doi.org/10.1016/s0309-1740(97)00038-7.

244. Mora, L., Sentandreu, M. A., Fraser, P. D., Toldrá, F., & Bramley, P. M. (2009). Oligopeptides Arising from the Degradation of Creatine Kinase in Spanish Dry-Cured Ham. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *57*(19), 8982–8988. https://doi.org/10.1021/jf901573t.

245. Morales, R. a. A., Guerrero, L., Serra, X., & Gou, P. (2007). Instrumental evaluation of defective texture in dry-cured hams. *Meat Science*, *76*(3), 536–542. https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2007.01.009.

246. Morrissey, P. A., Sheehy, P. J. A., Galvin, K., Kerry, J. P., & Buckley, D. J. (1998). Lipid stability in meat and meat products. *Meat Science, 49,* 73-86.

247. Morsy, M., & Elsabagh, R. (2021). Quality parameters and oxidative stability of functional beef burgers fortified with microencapsulated cod liver oil. *LWT, 142*(5), 110959. https://doi.org/10.10.1016/j.lwt.2021.110959.

248. Mottram, D. S., & Edwards, R. A. (1983). The role of triglycerides and phospholipids in the aroma of cooked beef. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, *34*(5), 517–522.1002/jsfa.2740340513.

249. Muguerza, E., Fista, G., Ansorena, D., Astiasarán, I., & Bloukas, J. (2002). Effect of fat level and partial replacement of pork backfat with olive oil on processing and quality characteristics of fermented sausages. *Meat Science*, *61*(4), 397–404. https://doi.org/10.1016/s0309-1740(01)00210-8.

250. Münch S., Arneth W., Grosch W. (1998). Formation of cholesterol oxides in meat-in dependence of preparation, treatment and storage. *Proceedings, 3rd Karlsruche Nutrition Symposium*, 220-221.

251. Muriel, E., Ruiz, J., Martin, D., Petrón, M., & Antequera, T. (2004). Physico-Chemical and Sensory Characteristics of Dry-Cured Loin from Different Iberian Pig Lines. *Food Science and Technology International*, *10*(2), 117–123. https://doi.org/10.1177/1082013204043766.

252. Müller, W. D. (1989). The technology of cooked cured products. *Fleischwirtschaft, 69*(9), 1425 – 1428.

253. McConnell, P., Reasor, M. J., & Van Dyke, K. (2003). Three model systems measure oxidation/nitration damage caused by peroxynitrite. *Journal of Biosciences.* https://doi.org/10.1.1007/bf02970134.

254. McKnight, G. M., Smith, L., Drummond, R., Duncan, C., Golden, M., & Benjamin, N. (1997). Chemical synthesis of nitric oxide in the stomach from dietary nitrate in humans. *Gut*, *40*(2), 211–214. https://doi.org/10.1136/gut.40.2.211.

255. Narváez-Rivas, M., Gallardo, E., & León-Camacho, M. (2012). Analysis of volatile compounds from Iberian hams: a review. *Grasas Y Aceites*, *63*(4), 432–454. https://doi.org/10.3989/gya.070112.

256. Ngapo, T., Babare, I., Reynolds, J., & Mawson, R. (1999). Freezing and thawing rate effects on drip loss from samples of pork. *Meat Science*, *53*(3), 149–158. https://doi.org/10.1016/s0309-1740(99)00050-9.

257. Neffe-Skocińska, K., Okoń, A., Kołożyn-Krajewska, D., & Dolatowski, Z. J. (2016). Amino acid profile and sensory characteristics of dry fermented pork loins produced with a mixture of probiotic starter cultures. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, *97*(9), 2953–2960. https://doi.org/10.1002/jsfa.8133.

258. Neffe-Skocińska, K., Okoń, A., Zielińska, D., Szymański, P., Sionek, B., & Kołożyn-Krajewska, D. (2020). The Possibility of Using the Probiotic Starter Culture Lacticaseibacillus rhamnosus LOCK900 in Dry Fermented Pork Loins and Sausages Produced Under Industrial Conditions. *Applied Sciences*, *10*(12), 4311. https://doi.org/10.3390/app10124311.

259. Nes, I., & Holo, H., (2000). Class II antimicrobial peptides from lactic acid bacteria. *Peptide Science, 55*(1), 50-61.

260. Nikodinoska, I., Baffoni, L., Di Gioia, D., Manso, B., García-Sánchez, L., Melero, B., & Rovira, J. (2019). Protective cultures against foodborne pathogens in a nitrite reduced fermented meat product. *Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie*, *101*, 293–299. https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.1.022.

261. Noel, P., Briand, E., & Dumont, J. (1990). Role of nitrite in flavour development in uncooked cured meat products: Sensory assessment. *Meat Science*, *28*(1), 1–8. https://doi.org/10.1016/0309-1740(90)90015-x.

262. Nørrung, B., & Buncic, S. (2008). Microbial safety of meat in the European Union. *Meat Science*, *78*(1–2), 14–24. https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2007.07.032.

263. Nyachuba, D., Donnelly, C. W., & Howard, A. (2007). Impact of Nitrite on Detection of Listeria monocytogenes in Selected Ready-to-Eat (RTE) Meat and Seafood Products. *Journal of Food Science*, *72*(7), M267–M275. https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2007.00455.x.

264. O'Boyle, A. R., Aladin-Kassam, N., Rubin, L., & Diosady, L. L. (1992). Encapsulated Cured-Meat Pigment and its Application in Nitrite-Free Ham. *Journal of Food Science*, *57*(4), 807–812. https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1992.tb14299.x.

265. Oz, F., Kaya, M., & Aksu, M. I. (2002). The effect of different nitrite doses and starter culture on the growth of *Escherichia coli* O157:H7 in Sucuk (Turkish style dry sausage) processing. Turkish *Journal of Veterinary and Animal Sciences, 26*(3), 651-657.

266. Ozaki, M. M., Munekata, P. E., Jacinto-Valderrama, R. A., Efraim, P., Pateiro, M., Lorenzo, J. M., & Pollonio, M. a. R. (2021). Beetroot and radish powders as natural nitrite source for fermented dry sausages. *Meat Science*, *171*, 108275. https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2020.108275.

267. Olesen, P. T., Meyer, A. S., & Stahnke, L. H. (2004). Generation of flavour compounds in fermented sausages—the influence of curing ingredients, Staphylococcus starter culture and ripening time. *Meat Science*, *66*(3), 675–687. https://doi.org/10.1016/s0309-1740(03)00189-x.

268. Olson, C. K., Ethelberg, S., Van Pelt, W., & Tauxe, R. V. (2014). Epidemiology of *Campylobacter jejuni* Infections in Industrialized Nations. In *ASM Press eBooks* (стр. 163–189). https://doi.org/10.1128/9781555815554.ch9.

269. Olsson, V. & Pickova, J. (2005). The influence of production sustem on meat quality, with emphasis on pork. *Ambio: A Journal of the Human 34*(4-5), 338-343. https://doi.org/10.1639/0044-7447(2005)034[0338:tiopso]2.0.co;2.

270. Pavlinić Prokurica, I., Bevardi, M., Marušić, N., Vidaček, S., Kolarić Kravar, S., Medić, H. (2010.): Nitriti i nitrati kao prekursori *N*-nitrozamina u paštetama u konzervi. *Meso: Prvi hrvatski časopis o mesu, 12* (6) 322–332.

271. Patarata, L., Martins, S. D. G., Silva, J. A., & Fraqueza, M. J. (2020). Red Wine and Garlic as a Possible Alternative to Minimize the Use of Nitrite for Controlling *Clostridium sporogenes* and Salmonella in a Cured Sausage: Safety and Sensory Implications. *Foods*, *9*(2),206. https://doi.org/10.3390/foods9020206.

272. Patarata, L., Carvalho, F., & Fraqueza, M. J. (2022). Nitrite-Free implications on consumer acceptance and the behavior of pathogens in cured pork loins. *Foods*, *11*(6),796 https://doi.org/10.3390/foods11060796.

273. Pateiro, M., Franco, D., Carril, J., & Lorenzo, J. M. (2014). Changes on physico-chemical properties, lipid oxidation and volatile compounds during the manufacture of celta dry-cured loin. *Journal of Food Science and Technology*, *52*(8), 4808–4818. https://doi.org/10.1007/s13197-014-1561-x.

274. Paul, S.K., Samanta, G., Halder, G., & Biswas, P. (2007). Effect of a combination of organic acid salts as antibiotic replacer on the performance and gut health of broiler chickens. *Livestock Research for rural development 19*(11), 1-8.

275. Pearson, A.M., Love, J.D., & Shorland, F.B. (1977). Warmed-over flavor in meat, poultry and fish. *Advances in Food Research, 23*, 1-74.

276. Pearson, A. M., Dutson T. R. (1987). Advances in meat research. *Restructured meat and poultry products* (стр. 318-320). New York, Van Nostrand.

277. Pearson, A.M., & Gillett, T.A. (1996). *Processed Meats*. (3 rd ed). Chapman and Hall, New York, NY.

278. Pegg R. B., Shahidi F., Gogan N. J., & DeSilva S. I. (1996). Elucidation of the chemical structure of preformed cooked cured-meat pigment by electron paramagnetic resonance spectroscopy. *Journal of Agricultural and Food Chemistry, 44*(2), 416-421.

279. Pegg, R. B., & Shahidi, F. (1996). A novel titration methodology for elucidation of the structure of preformed cooked cured-meat pigment by visible spectroscopy. *Food Chemistry*, *56*(2), 105–110. https://doi.org/10.016/0308-8146(96)00009-x.

280. Pegg, R.B., & Shahidi, F. (2000). *Nitrite curing of meat. The N-nitrosamine problem and nitrite alternatives*. Trumbull, CT: Food and Nutrition Press, Inc.

281. Pegg, R. B., & Shahidi, F. (2004). *Nitrite curing of meat: The N-Nitrosamine Problem and Nitrite Alternatives*. John Wiley & Sons.

282. Пејковски, З. (2000). Можности за супституција на нитритите во барени колбаси. (Докторска дисертација). Земјоделски факултет, Скопје.

283. Pérez-Álvarez, J. Á., Sayas-Barberá, E., Fernández-López, J., Gago-Gago, M. A., Pagan-Moreno, M. J., & Aranda-Catalá, V. (1999). Chemical and color characteristics of spanish dry-cured ham at the end of the aging process. *Journal of Muscle Foods*, *10*(2), 195–201. https://doi.org/10.1111/j.1745-4573.1999.tb00395.x.

284. Pérez-Santaescolástica, C., Carballo, J., Fulladosa, E., García-Pérez, J., Benedito, J., & Lorenzo, J. M. (2018). Effect of proteolysis index level on instrumental adhesiveness, free amino acids content and volatile compounds profile of dry-cured ham. *Food Research International*, *107*, 559–566. https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.03.001.

285. Petersen, A., & Stoltze, S. (1999). Nitrate and nitrite in vegetables on the Danish market: content and intake. *Food Additives and Contaminants*, *16*(7), 291–299. https://doi.org/10.1080/026520399283957.

286. Petrović, Lj., & Tasić, T. (2012). *Organska i tradicionalna proizvodnja i prerada mesa*. Organska prerada, Fakultet za ekonomiju i inţenjerski menadţment, Novi Sad, Srbija.

287. Pham, N. M., Mizoue, T., Tanaka, K., Tsuji, I., Tamakoshi, A., Matsuo, K., Wakai, K., Nagata, C., Inoue, M., Tsugane, S., Sasazuki, S., Iwasaki, M., Otani, T., Sawada, N., Shimazu, T., Yamaji, T., Tsubono, Y., Nishino, Y., & Ito, H. (2014). Meat consumption and colorectal cancer risk: An evaluation based on a systematic review of epidemiologic evidence among the Japanese population. *Japanese Journal of Clinical Oncology*, *44*(7), 641–650650. https://doi.org/10.10993/jjco/hyu061.

288. Pichner, R., Hechelmann, H, Steinrueck, H. & Gareis, M. (2006) Shigatoxin-Producing *Escherichia Coli* (STEC) in Conventionally and Organically Produced Salami Products. *Fleischwirtschaft, 86*, 112-114.

289. Pierson, M. D., Smoot, L., & Robach, M. C. (1982). Nitrite, nitrite alternatives, and the control of*clostridium botulinum*in cured meats. *CRC Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, *1 7*(2), 141–187. https://doi.org/10.1080/10408398209527346.

290. Pyo, Y., Lee, T., Logendra, L. S., & Rosen, R. (2004). Antioxidant activity and phenolic compounds of Swiss chard (*Beta vulgaris subspecies cycla*) extracts. *Food Chemistry*, *85*(1), 19–26. https://doi.org/10.1016/s0308-8146(03)00294-2.

291. Plestenjak A., & Golob T. 1999. *Tekstura-senzorična lastnost*. In 19. Bitenčevi živilski dnevi, Ljubljana. Žlender B., Gašperlin L. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo, 53-60.

292. Ponce, A. G., Fritz, R., Del Valle, C., & Roura, S. I. (2003). Antimicrobial activity of essential oils on the native microflora of organic Swiss chard. *Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie,36 (7)*, 679–684. https://doi.org/10.1016/s0023-6438(03)00088-4.

293. Potthast, K. (1986). Fleischfarbe Farbstabilität und Umrötung. Kulmbacher Reihe Band 6 „Chemisch-physikalische Merkmale der Fleischqualität. Bundesanstalt für Fleischforschung Kulmbach. S. 89-110.

294. Pradhan, A. K., Ivanek, R., Gröhn, Y. T., Geornaras, I., Sofos, J. N., & Wiedmann, M. (2009). Quantitative Risk Assessment for Listeria monocytogenes in Selected Categories of Deli Meats: Impact of Lactate and Diacetate on Listeriosis Cases and Deaths. *Journal of Food Protection*, *72*(5), 978–989. https://doi.org/10.4315/0362-028x-72.5.978.

295. Pragalaki, T., Bloukas, J., & Kotzekidou, P. (2013). Inhibition of Listeria monocytogenes and *Escherichia coli O157:H7* in liquid broth medium and during processing of fermented sausage using autochthonous starter cultures. *Meat Science*, *95*(3), 458–464. https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.05.034.

296. Preussmann, R. (1984). Carcinogenic N-nitroso compounds and their environmental significance. Na *turwissenschaften*, *71*(1), 25–30. https://doi.org/10.1007/bf00365976.

297. Pugliese, C., Sirtori, F., Škrlep, M., Piasentier, E., Calamai, L., Franci, O., & Čandek-Potokar, M. (2015). The effect of ripening time on the chemical, textural, volatile and sensorial traits of Bicep femoris and Semimembranosus muscles of the Slovenian dry-cured ham Kraški pršut. *Meat Science*, *100*, 58–68. https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2014.09.012.

298. Puljić, L. (2022). *Utjecaj različitih postupaka dimljenja na koncentracije policikličkih aromatskih ugljikovodika (PAH) u tradicionalnim mesnim proizvodima s područja Hercegovine*. (Doktorska disertacija). Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek.

299. Radetić, P. (1997). *Sirove kobasice*. Monografija, Izdavač: autor.

300. Radi, R. (2013). Peroxynitrite, a stealthy biological oxidant. *Journal of Biological Chemistry, 288 (37), 26464*–26472. https://doi.org/10.1074/jbc.r113.472936.

301. Ray, B. (2004). *Fundamental food microbiology* (3rd Edi.). CRC Press.

302. Rahelić, S., Joksimović, J., & Bčar, F. (1980). *Tehnologija prerade me*sa. Tehnološki fakultet, Novi Sad.

303. Rački, Đ., Galić, K., Delaš, F., Klapec, T., Kipčić, D., Katalenić, M., Dimitrov, N., & Šarkanj, B. (2010). *Kemijske i fizikalne opasnosti u hrani*, Hrvatska agencija za hranu (HAH), Osjek, Hrvatska.

304. Rašeta J., Kepčija Đ., Babić L., Popović L., & Simović D. (1975). Ispitavanje mogučnosti smanjenja količine nitrita u barenih kobasica. *Tehnologija mesa, 16*,(7-8), 194-197.

305. Reagan, J. O., Liou, F. H., Reynolds, A. E., & Carpenter, J. A. (1983). Effect of processing variables on the microbial, physical and sensory characteristics of pork sausage. *Journal of Food Science*, *48*(1), 146–149. https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1983.tb14809.x.

306. Rede, R. R. & Petrović, S. Lj. (1997). *Tehnologija mesa i nauka o mesu*. Tehnološki fakultet, Novi Sad.

307. Redondo-Solano, M. (2011). Effect of sodium nitrite, sodium erythorbate and organic acid salts on germination and outgrowth of *Clostridium perfringens* spores in ham during abusive cooling. (Master's thesis). Lincoln, NE, USA: University of Nebraska.

308. Redondo-Solano, M., Valenzuela-Martinez, C., Cassada, D. A., Snow, D. D., Juneja, V. K., Burson, D. E., & Thippareddi, H. (2013). Effect of meat ingredients (sodium nitrite and erythorbate) and processing (vacuum storage and packaging atmosphere) on germination and outgrowth of *Clostridium perfringens* spores in ham during abusive cooling. *Food Microbiology*, *35*(2), 108–115. https://doi.org/10.1016/j.fm.2013.02.008.

309. Revilla, I., & Quintana, A. M. V. (2004). Changes in quality and antioxidant properties of dry sausages produced by type and dosis of paprika. *Czech Journal of Food Sciences*, *22*(SI-Chem. Reactions in Foods V), S183–S186. https://doi.org/10.17221/10655-cjfs.

310. Riel, G. L., Boulaaba, A., Popp, J., & Klein, G. (2017). Effects of parsley extract powder as an alternative for the direct addition of sodium nitrite in the production of mortadella-type sausages – Impact on microbiological, physicochemical and sensory aspects. *Meat Science*, *131*, 166–175. https://doi.org/10.1 016/j.meatsci.2017.05.007.

311. Reinik, M., Tamme, T., Roasto, M., Juhkam, K., Jurtsenko, S., Tenno, T., & Kiis, A. (2005). Nitrites, nitrates and*N*-nitrosoamines in Estonian cured meat products: Intake by Estonian children and adolescents. *Food Additives and Contaminants*, *22*(11), 1098-1105. https://doi.org/10.1080/02630500241827.

312. Roberts, T.A. (1975). The microbial role of nitrite and nitrate. *Journal of the Science of Food and Agriculture, 26,* 1755-1760.

313. Robinson, A. Gibson. A.M., & Roberts, T.A. (1982). Factors controlling the growth of *Clostridium botulinum* types A and B in pasteurized, cured meats V. Prediction of toxin production: Non-linear effects of storage temperature and salt concentration. *Journal of Food Science and Technology, 17*, 727-44.

314. Rosmini, M. R., Zogbi, A. P. (2005). Effect of Water, Sodium Chloride, Lactic Acid, Sodium Nitrite, Sodium Ascorbate and Paprika upon Lightness (L*) in a Dry-cured Sausages Model System. *Journal of Food Technology, 3* (4), 555-562.

315. Ruiz Carrascal, J., Muriel, E., & Ventanas, J. (2002). The flavour of Iberian ham. In F. Toldra (Ed.), *Research Advances in the Quality of Meat and Meat Products* (pp. 289-309). Research Signpost.

316. Ruiz, J., Ventanas, J., Cava, R., Andrés, A., & García, C. (1999). Volatile compounds of dry-cured Iberian ham as affected by the length of the curing process. *Meat Science*, *52*(1), 19–27. https://doi.org/10.1016/s0309-1740(98)00144-2.

317. Savić I. (1979). Redukcija sadrzaja rezidualnih nitrita i inhibiranje formiranja nitrozamina izborom tehnoloskih postopaka salamurjenja. *Nitriti in nitrati v predelavi mesa*. Portoroz,SOZD hp - zdruzena podjetja zivilske industrije.

318. Sagratini, G., Fernández-Franzón, M., De Berardinis, F., Font, G., Vittori, S., & Mañes, J. (2012). Simultaneous determination of eight underivatised biogenic amines in fish by solid phase extraction and liquid chromatography–tandem mass spectrometry. *Food Chemistry*, *132*(1), 537–543. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.10.054.

319. Szczesniak., A. 1990. Texture: is it stil lan overlooked food attribute? *Food Technology, 44*, 86 - 95.

320. Sameshima, T., Takeshita, K., Miki, T., Arihara, K., Itoh, M., & Kondo, Y. (1998). Effect of sodium nitrite and sodium lactate on the growth rate of lactic acid spoilage bacteria isolated from cured meat products. *Japanese Journal of Food Microbiology*, *13*, 159-164.

321. Sánchez-Ortega, I., García-Almendárez, B. E., Santos, E. M., Amaro-Reyes, A., Barboza-Corona, J. E., & Regalado-González, C. (2014). Antimicrobial edible films and coatings for meat and meat products preservation. *The Scientific World Journal*, *2014*, 1–18. https://doi.org/10.1155/2014/248935.

322. Santamaria, P., Elia, A., Serio, F., & Todazo, E. (1999). A survey of nitrate and oxalate content in fresh vegetables. *Journal of the Science of Food and Agriculture, 79,* 1882-1888. http://dx.doi.org/10.1002/(SICI)1097-0010(199910)79:13<1882::AID-JSFA450>3.0.CO;2-D.

323. Santamaria, P. (2006). Nitrate in vegetables: toxicity, content, intake and EC regulation. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, *86*(1), 10–17. https://doi.org/10.1002/jsfa.2351.

324. Sato, K. Hegarty, G.R. (1971). Warmed-over flavor in cooked meats. *Journal of Food Science, 36* (7), 1098-1102.

325. Sebranek, J. G. (1979). Advances in the technology of nitrite use and consideration of alternatives. *Food Technology, 33*(7), 58-62.

326. Sebranek, J. G., Sewalt, V., Robbins, K., & Houser, T. A. (2005). Comparison of a natural rosemary extract and BHA/BHT for relative antioxidant effectiveness in pork sausage. *Meat Science*, *69* (2), 289–296. https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2004.07.010.

327. Sebranek, J. G., & Bacus, J. N. (2007a). Cured meat products without direct addition of nitrate or nitrite: what are the issues? *Meat Science*, *77*(1), 136–147. https://doi.org/10.1016/ j.meatsci.2007.03.025.

328. Sebranek, J., Bacus, J. (2007b). Natural and Organic Cured Meat Products: Regulatory, Manufacturing, Marketing, Quality and Safety Issues. *American Meat Science Association, 1* 1-15.

329. Seman, D. L., Borger, A. C., Meyer, J. D., Hall, P. A., & Milkowski, A. L. (2002). Modeling the Growth of Listeria monocytogenes in Cured Ready-to-Eat Processed Meat Products by Manipulation of Sodium Chloride, Sodium Diacetate, Potassium Lactate, and Product Moisture Content. *Journal of Food Protection*, *65*(4), 651–658. https://doi.org/10.4315/0362-028x-65.4.65.

330. Sen, N. P., Seaman, S. & Miles, W. F. (1979). Volatile nitrosamines in various cured meat products: effect of cooking and recent trends. *Journal of Agricultural and Food Chemistry, 27*(6),1354-1357.

331. Sensory Evaluatin Guide (SEG) for testing food and beverage products. (1989). Sensory evaluation division of the institute of Food Technologisits. *Food Technology, 35* 11, 50.

332. Sentandreu, M. A., Stoeva, S., Aristoy, M., Laib, K., Voelter, W., & Toldrá, F. (2003). Identification of small peptides generated in Spanish dry-cured ham. *Journal of Food Science*, *68*(1), 64–69. https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2003.tb14115.x.

333. Seong, P., Park, K. M., Kang, G., Cho, S. H., & Park, B. Y. (2015). The impact of ripening time on technological quality traits, chemical change and sensory characteristics of dry-cured loin. *Asian-australasian Journal of Animal Sciences*, *28*(5), 677–685. https://doi.org/10.5713/ajas.14.0789.

334. Serra, X., Sárraga, C., Grèbol, N., Guàrdia, M. D., Guerrero, L., Gou, P., Masoliver, P., Gassiot, M., Monfort, J., & Arnau, J. (2007). High pressure applied to frozen ham at different process stages. 1. Effect on the final physicochemical parameters and on the antioxidant and proteolytic enzyme activities of dry-cured ham. *Meat Science*, *75*(1), 12–20. https://doi.org/10.1016/j. meatsci.200606,009.

335. Silovska Nikolova, A., Belichovska, D. (2020). Application of nitrites and nitrates as preservatives in processed meat production. *Knowledge International Journal, 38*(3), 525-530.

336. Silovska Nikolova A., Pejkovski, Z., Velkoska-Markovska L., Belichovska D, Nakov D, Belichovska K. (2022). The effect of swiss chard powder and starter cultures on colour development in smoked pork loin. *Journal of Agricultural Food and Environmental Sciences, 76*(2), 1-11.

337. Silva, C., Silva, S. P., & Ribeiro, S. C. (2018). Application of bacteriocins and protective cultures in dairy food preservation. *Frontiers in Microbiology,9.* https://doi.org/10.3389/fmicb .2018.00594.

338. Simonová, M. P., Strompfová, V., Marciňáková, M., Lauková, A., Vesterlund, S., Moratalla, M. L., Bover-Cid, S., & Vidal-Carou, C. (2006). Characterization of Staphylococcus xylosus and Staphylococcus carnosus isolated from Slovak meat products. *Meat Science*, *73*(4), 559–564. https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2006.02.004.

339. Sindelar, J. J., Cordray, J. C., Sebranek, J. G., Love, J., & Ahn, D. U. (2007). Effects of varying levels of vegetable juice powder and incubation time on color, residual nitrate and nitrite, pigment, pH, and trained sensory attributes of Ready-to-Eat Uncured Ham. *Journal of Food Science*, *72*(6), S388–S395. https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2007.00404.x.

340. Sindelar, J.J., Houser, T.A. (2009). Alternative curing systems. In R. Tarte, (Eds.), *Ingredients in meat products: Properties, functionality and applications* (стр.379-405). Springer Science and Business Media, New York.

341. Sindelar, J. J., Milkowski, A. L. (2011). Sodium Nitrite in Processed Meat and Poultry Meats: A Review of Curing and Examining the Risk/Benefit of Its Use. *American Meat Science Association, 7* (3)1-14.

342. Sindelar, J. J., & Milkowski, A. L. (2012). Human safety controversies surrounding nitrate and nitrite in the diet. *Nitric Oxide*, *26*(4), 259–266. https://doi.org/10.1016/j.niox.2012.03.011.

343. Sinell, H. J. (1992). Einfuhrung in die Lebensmittelhygiene. 3. Aufl. Berlin, Hamburg, Verlag Paul Parey.

344. Skibsted, L. H. (2011). Nitric oxide and quality and safety of muscle based foods. *Nitric Oxide*, *24 (4)*, 176–183. https://doi.org/10.1016/j.niox.2011.03.307.

345. Skvarča, M. (1992). Instrumentalni in senzoricni parametri razsoljenega govejega mesa. (Magistrsko delo). Oddelek za zivilsko tehnologijo. Biotehniska fakulteta, Ljubljana.

346. Smith, J., & Palumbo, S.A. (1983). Use of strter culture in meats. *Journal of Food Protection, (46)*11, 997-1006.

347. Smole Možina, S., Raspor, P. (1994). Starter kulture v živilstvu. Aditivi. 16. Raspor P. (ur.). *Bitenčevi živilski dnevi Bled* (стр. 99-108). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo.

348. Smulders, F. J. M., Toldrá, F., Flores, J., & Prieto, M. (1992). *New technologies for meat and meat products: Fermentation and starter cultures, muscle enzymology and meat ageing, quality control systems*. ECCEAMES, Audet Tijdschriften, Utrecht, Nijmegen.

349. Sofos, J. N., & Raharjo, S. (1995). Curing agents. In J.A. Maga, A.T.Tu. (Eds.), Food additive toxicology (стр. 235-267). New York, Basel, Hong Kong, Marcel Dekker.

350. Sörheim, O. & Gumpen, S. A. (1986). *Effects of freezing and thawing of pork on salt diffusion in wet and dry curing systems*. In 32nd European Meeting of Meat Research Works, 295–297.

351. Soto, E., De La Hoz, L., Ordóñez, J., Herranz, B., Hierro, E., López-Bote, C. J., & Cambero, M. (2009). The feeding and rearing systems of Iberian pigs affect the lipid composition and texture profile of dry-cured loin. *Journal of Animal and Feed Sciences*, *18*(1), 78–89. https://doi.org/10, 22358/jafs/66370/2009.

352. Soyer, A., Özalp, B., Dalmiş, Ü., & Bilgin, V. (2010). Effects of freezing temperature and duration of frozen storage on lipid and protein oxidation in chicken meat. *Food Chemistry*, *120*(4), 1025–1030. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.11.042.

353. Spanier, A.M., Edwards, J.F. & Dupuy, H.P. (1988). The warmed-over flavor process in beef. A study of meat proteins and peptides. *Food Technology, 42*(6),110-118.

354. St. Angelo, A. J., Crippen, K., Dupuy, H. P., & James, C. (1990). Chemical and Sensory Studies of Antioxidant-Treated Beef. *Journal of Food Science*, *55*(6), 1501–1505. https://doi.org/10.1111 /j.1365-2 621.1990.tb03554.

355. Stadnik, J., & Dolatowski, Z. J. (2012). Biogenic amines content during extended ageing of dry-cured pork loins inoculated with probiotics. *Meat Science*, *91*(3), 374–377. https://doi.org/10.10 h16/j.meatsci.2012.02.022.

356. Stern, A. M., Liu, B., Bakken, L. R., Shapleigh, J. P., & Zhu, J. (2013). A Novel Protein Protects Bacterial Iron-Dependent Metabolism from Nitric Oxide. *Journal of Bacteriology*, *195*(20), 4702–4708. https://doi.org/10.1128/jb.00836-13.

357. Stevanović, M. (1998). Alternativni pigment razsoljenega mesa v modelnih koagulatih mesnih emulzij. (Doktorska disertacija). Biotehniška fakulteta, Ljubljana.

358. Sucu, C., & Turp, G. (2018). The investigation of the use of beetroot powder in Turkish fermented beef sausage (sucuk) as nitrite alternative. *Meat Science*, *140*, 158–166. https://doi.org/10.1016/ j.meatsci.2018.03.012.

359. Sugita, K., Yamauchi, K., Ohashi, T., Suiko, M., Miura, M. (1993). Utilization of dried radish chip extracts in processing of sausages: An ingredient for a nitrite-free curing system. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi, 40*(5) 339-347.

360. Suman, K. (2013). Utjecaj tehnoloških parametara, dodataka i mikrobne populacije na kvalitetu Slavonskog kulena. (Doktorska disertacija). Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek.

361. Sun, Q., Zhao, X., Chen, H., Zhang, C., & Kong, B. (2018). Impact of spice extracts on the formation of biogenic amines and the physicochemical, microbiological and sensory quality of dry sausage. *Food Control*, *92*, 190–200. https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2018.05.002.

362. Shahidi, F., Rubin, L., & Wood, D. (1987). Control of Lipid Oxidation in Cooked Ground Pork with Antioxidants and Dinitrosyl Ferrohemochrome. *Journal of Food Science*, *52*(3), 564–567. https:// doi.org/10.1111/j.1365-2621.1987.tb06675.x.

363. Shahidi, F., & Pegg, R. B. (1992). Nitrite-free meat curing systems: Update and review. *Food Chemistry*, *43*,(3) 185-191 https://doi.org/10.1016/0308-8146(92)90171-w.

364. Shahidi, F., & Pegg, R. B. (1993a). Nitrite - free meat: Safety and sensory considerations in developing nitrite alternatives for meat curing. *Meat Focus International, 2, (9)* 407-414.

365. Shahidi, F., & Pegg, R. B. (1993b). *Process for preparing a powdered cooked cured-meat pigment*. United States Patent US 5 230 915: 46.

366. Shahidi, F., & Pegg, R. B. (1995). Further evidence for mononitrosylhaem complex of the cooked cured-meat pigment. *41st Annual international congress of meat science and technology. Proceedings. Volume 2. San Antonio, Texas (cmp.406-407).* Sleeth R.B. (ed.) Chicago, American Meat Science Association, National Live Stock and Meat Board.

367. Shahidi, F. (2002). Lipid-derived flavors in meat products. *Meat processing. Improving quality*, 105-121.

368. Shafiur Rahman, M. (2007). Nitrites in food preservation. *Handbook of Food Preservation*. In *CRC Press eBooks*. https://doi.org/10.1201/9781420017373.

369. Shin, D., Hwang, K., Lee, C., Kim, T., Park, Y., & Han, S. G. (2017). Effect of Swiss Chard (*Beta vulgaris var. cicla*) as Nitrite Replacement on Color Stability and Shelf-Life of Cooked Pork Patties during Refrigerated Storage. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources*, *37*(3), 418–428. https://doi.org/10.5851/kosfa.2017.37.3.418.

370. Scannell, A., Hill, C., Ross, R., Schwarz, G., & Arendt, E. (2001). Effect of nitrite on a bacteriocinogenic Lactococcus lactis transconjugant in fermented sausage. *European Food Research and Technology, 213(1)*, 48-52. https://doi.org/10.1007/s002170100306.

371. SCF (Scientific Committee for Food). (1995). Opinion on: nitrate and nitrite (expressed on 22 September 1995). Reports of the Scientific Committee for Food: Thirty-Eighth Series. Brussels (Belgium): European Commission.

372. Scheid, D. (1986). Cooked ham manufacture. Pumping, mechanical treatment and heat treatment. *Fleischwirtschaft, 66, (6)*1022 - 1026.

373. Schlundt, J., Toyofuku, H., Jansen, J. T., & Herbst, S. (2004). Emerging food-borne zoonoses. *Revue Scientifique Et Technique De L Office International Des Epizooties*, *23*(2), 513–533. https://doi.org/10.20506/rst.23.2.1506.

374. Schuddeboom, L. J. (1993). *Nitrates and nitrites in foodstuffs*. Council of Europe Press, Publishing and Documentation Service.

375. Schullehner, J., Hansen, B., Thygesen, M., Pedersen, C. B., & Sigsgaard, T. (2018). Nitrate in drinking water and colorectal cancer risk: A nationwide population-based cohort study. *International Journal of Cancer*, *143*(1), 73–79. https://doi.org/10.1002/ijc.31306.

376. Tarladgis, B. G., Watts, B. M., Younathan, M. T., & Dugan, L. R. (1960). A distillation method for the quantitative determination of malonaldehyde in rancid foods. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, *37*(1), 44–48. https://doi.org/10.1007/bf02630824.

377. Tims, M.J. Watts, B.M. (1958). Protection of cooked meats with phosphates. *Food Technology, 12*(5), 240-243.

378. Tironi, V. A., Tomás, M. C., & Añón, M. C. (2010). Quality loss during the frozen storage of sea salmon (*Pseudopercis semifasciata*). Effect of rosemary (Rosmarinus officinalis L.) extract. *Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie*, *43*(2), 263–272. https://doi.org/10.1016/j.lwt. 2009.07.007.

379. Townsend, W. E., & Olson, D. G. (1987). Cured meats and cured meat products processing. J. F. Price and B. S. Schweigert, (Eds.) *The Science of Meat and Meat by Products* (3rd edn) (стр. 193-216, 431-456). Food and Nutrition Press Inc., Westport, CT.

380. Toldrá, F., Flores, M., & Sanz, Y. (1997). Dry-cured ham flavour: enzymatic generation and process influence. *Food Chemistry*, *59*(4), 523–530. https://doi.org/10.1016/s0308-8146(97)00013-7.

381. Toldrá, F. (1998). Proteolysis and lipolysis in flavour development of dry-cured meat products. *Meat Science*, *49S1*, S101-10. https://doi.org/10.1016/s0309-1740(98)00077-1.

382. Toldrá, F. (2002) *Dry-cured meat products*, Food and Nutrition Press, Trumbull.

383. Toldrá F. (2008). Meat biotechnology. Springer.

384. Toldrá, F. (2010). *Handbook of Meat Processing*. Wiley-Blackwell. 2121 State Avenue, Ames, Iowa 50014-8300, USA.

385. Tomović M. (2009). Uticaj brzine hlanenja polutki, vremena otkoštavanja *post mortem* i postupka salamurenja na kvalitet i bezbednost kuvane šunke. (Doktorska disertacija). Tehnološkog fakulteta u Novom Sadu.

386. Tomović, V. M., Jokanović, M. R., Petrović, Lj. S., Tomović, M. S., Tasić, T. A., Ikonić, P. M., Šumić, Z. M., Šojić, B. V., Škaljac, S. B., & Šošo, M. M. (2013). Sensory, physical and chemical characteristics of cooked ham manufactured from rapidly chilled and earlier deboned M. semimembranosus. *Meat Science, 93*(4), 46 –52.

387. Tompkin, R.B. (2005). Nitrite. In P. Michael Davidson, John n. Sofos, A. L. Branen (Eds.), *Antimicrobials in Food* (стр. 169-236).Taylor and Francis group.

388. Turgut, S. S., Işıkçı, F., & Soyer, A. (2017). Antioxidant activity of pomegranate peel extract on lipid and protein oxidation in beef meatballs during frozen storage. *Meat Science*, *129*, 111–119. https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2017.02.019.

389. Thomson, B. (2004). *Nitrites and nitrates dietary exposure and risk assessment*. Christchurch Science Centre Christchurch, New Zeland.

390. Urbain, W.M. (1971). Meat Preservation. In J. F. Price, B.S. Schweigert (Eds.), *The science of meat and meat products* (2nd Edn). (стр. 402-451). W.H. Freeman and Company, San Francisco, USA.

391. Fadda, S., Oliver, G., & Vignolo, G. (2002). Protein Degradation by Lactobacillus plantarum and Lactobacillus casei in a Sausage Model System. *Journal of Food Science*, *67*(3), 1179–1183. https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2002.tb09473.x.

392. Fakhre, N.A., & Qader, H.A. (2013). Flow-injection spectrophotometric determination of nitarate in wastewater samples using diazotization coupling reaction. *Journal - Applied Scientific Reports, 3*(2), 125–131.

393. Fan, A. M., & Steinberg, V. E. (1996). Health implications of nitrate and nitrite in drinking water: An update on methemoglobinemia occurrence and reproductive and developmental toxicity. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, *23*(1), 35–43. https://doi.org/10.1006/rtph.1996.0006.

394. FAO/WHO (Food and Agriculture Organisation of the United Nations/ World Health Organization) (1962). Evaluation of the toxicity of a number of antimicrobials and antioxidants, Sixth report of the joint FAO/WHO Expert committee on Food Additive.

395. Feiner G. (2006). *Meat products handbook - Practical science and technology*. Woodhead Publishing Limited, English.

396. Ferrer-Sueta, G., & Radi, R. (2009). Chemical biology of peroxynitrite: kinetics, diffusion, and radicals. *ACS Chemical Biology*, *4*(3), 161–177. https://doi.org/10.1021/cb800279q.

397. Ferreira, I., Leite, A., Vasconcelos, L., Rodrigues, S., Mateo, J., Munekata, P. E. S., & Teixeira, A. (2022). Sodium Reduction in Traditional Dry-Cured Pork Belly Using Glasswort Powder (Salicornia herbacea) as a Partial NaCl Replacer. *Foods*, *11*(23),3816. https://doi. org/10.3390/foods11233816.

398. Fista, G., Bloukas, J., & Siomos, A. S. (2004). Effect of leek and onion on processing and quality characteristics of Greek traditional sausages. *Meat Science*, *68*(2), 163–172. https://doi.org/10.1016/j.172.meatsci.2004.02.005.

399. Franciosa, I., Alessandria, V., Dolci, P., Rantsiou, K., & Cocolin, L. S. (2018). Sausage fermentation and starter cultures in the era of molecular biology methods. *International Journal of Food Microbiology*, *279*, 26–32. https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2018.04.038.

400. Freixanet, L. (2007). *Additives and ingredients in the manufacture of whole muscle cooked meat products*. Girona, Spain.

401. Ha, J., Gwak, E., Oh, M., Park, B., Lee, J., Kim, S., Lee, H., Lee, S., Yoon, Y., & Choi, K. (2016). Kinetic Behavior of Salmonella on Low $NaNO_2$ Sausages during Aerobic and Vacuum Storage. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources*, *36*(2), 262–266. https://doi.org/10.5851/kosfa.2016.36.2.262.

402. Hammes, W. P., & Hertel, C. (1998). New developments in meat starter cultures. *Meat Science*, *49*, S125–S138. https://doi.org/10.1016/s0309-1740(98)90043-2.

403. Hammes, W. P. (2012). Metabolism of nitrate in fermented meats: The characteristic feature of a specific group of fermented foods. *Food Microbiology*, *29*(2), 151–156 https://doi.org/10.1016/j.fm.2011.06.016.

404. Hand, L. W., Hollingsworth, C. A., Calkins, C. R., & Mandigo, R. W. (1987). Effects of preblending, reduced fat and salt levels on Frankfurter characteristics. *Journal of Food Science*, *52*(5), 1149–1151. https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1987.tb14030.x.

405. Hänsel, R., Sticher, O., & Steinegger, E. (1999). *Pharmakognosie - Phytopharmazie*. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York.

406. Haraguchi, H., Saito, T., Ishikawa, H., Date, H., Kataoka, S., Tamura, Y., & Mizutani, K. (1996). Antiperoxidative Components in*Thymus vulgaris*. *Planta Medica*, *62*(03), 217–221. https:// doi.org/10.1055/s-2006-957863.

407. Harkouss, R., Astruc, T., Lebert, A., Gatellier, P., Loison, O., Safa, H., Portanguen, S., Parafita, E., & Mirade, P. (2015). Quantitative study of the relationships among proteolysis, lipid oxidation, structure and texture throughout the dry-cured ham process. *Food Chemistry*, *166*, 522–530. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.06.013.

408. Hwang, K., Kim, T., Kim, H., Seo, D., Kim, Y., Jeon, K., & Choi, Y. (2018). Effect of natural pre-converted nitrite sources on color development in raw and cooked pork sausage. *Asian-australasian Journal of Animal Sciences*, *31*(8), 1358–1365. https://doi.org/10.5713/ajas.17.0767.

409. Heinz G., & Hautzinger P. (2007). *Meat processing technology for small- to medium-scale producers*. Food and Agriculture Organization of the United Nations Regional Office for Asia and the Pacific. RAP Publication. Предземено на 10.10.2022. https://www.fao.org/3/ai407e/ai407e.pdf.

410. Hernández, J. F., Castell, A., Arroyo-Manzanares, N., Guillén, I., Vizcaíno, P., López-GarcíA, I., Hernández-Córdoba, M., & Viñas, P. (2021). Toward Nitrite-Free Curing: Evaluation of a New Approach to Distinguish Real Uncured Meat from Cured Meat Made with Nitrite. *Foods*, *10*(2), 313. https://doi.org/10.3390/foods10020313.

411. Hernández, P., Navarro, J. L., & Toldrá, F. (1999). Lipolytic and oxidative changes in two Spanish pork loin products: dry-cured loin and pickled-cured loin. *Meat Science*, *51*(2), 123–128. https://doi.org/10.1016/s0309-1740(98)00108-9.

412. Hernández-Jover, T., Izquierdo-Pulido, M., Veciana-Nogués, M. T., Mariné-Font, A., & Vidal-Carou, M. C. (1997). Biogenic amine and polyamine contents in meat and meat products. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *45*(6), 2098–2102. https://doi.org/10.1021/jf960790p.

413. Hill, M. J. (1991). Nitrates and nitrites from food and water in relation to human disease. In M. J. Hill (Eds.), *Nitrates and nitrites in food and water* (163-193). New York, Ellis Horwood.

414. Holck, A. L., Axelsson, L., Rode, T. M., Høy, M., Måge, I., Alvseike, O., L'Abée-Lund, T. M., Omer, M., Granum, P. E., & Heir, E. (2011). Reduction of verotoxigenic Escherichia coli in production of fermented sausages. *Meat Science*, *89*(3), 286–295. https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2011.04.031.

415. Honikel, K. O. (2004). Curing agents. In Jensen, W. K., Devine, C., DikemanM. (Eds.), *Encyclopedia of meat sciences* (стр. 195–201). Oxford, UK: Elsevier Ltd.

416. Honikel, K.O. (2007). Principles of Curing. In. Toldrá, Y.H. Hui, I. Astiasarán, W.K. Nip, J.G. Sebranek, E.T.F. Silveira, L.H. Stahnke, R. Talon (Eds.), *Handbook of Fermented Meat and Poultry* (стр. 16-30). Ames, Iowa, USA: Blackwell Publishing.

417. Honikel, K. O. (2008). The use and control of nitrate and nitrite for the processing of meat products. *Meat Science*, *78*(1–2), 68–76. https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2007.05.030.

418. Honikel, K. O. (2010). Curing. In F. Toldrá (Eds.), *Handbook of meat processing* (стр. 125-145). Ames, Iowa, USA: Blackwell Publishing.

419. Horsch, A., Sebranek, J.G., Dickson, J.S., Niebuhr, S.E., Larson, E.M., Lavieri, N.A., Ruther, B.L., Wilson, L.A. (2014). The effect of pH and nitrite concentration on the antimicrobial impact of celery juice concentrate compared with conventional sodium nitrite on *Listeria monocytogenes*. *Meat Science. 96*(1), 400-407. https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.07.036.

420. Hospital, X. F., Hierro, E., & Fernández, M. (2014). Effect of reducing nitrate and nitrite added to dry fermented sausages on the survival of Salmonella Typhimurium. *Food Research International*, *62*, 410–415. https://doi.org/10.1016/j.foodres.2014.03.055.

421. Hospital, X. F., Hierro, E., Stringer, S., Ferna´ndez, M. (2016). A study on the toxigenesis by Clostridium botulinum in nitrate and nitrite-reduced dry fermented sausages. *International Journal of Food Microbiology*, *218*, 66–70. https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2015.11.009.

422. Hospital, X. F., Hierro, E., Arnau, J., Carballo, J., Aguirre, J., Gratacós-Cubarsí, M., & Fernández, M. (2017). Effect of nitrate and nitrite on Listeria and selected spoilage bacteria inoculated in dry-cured ham. *Food Research International*, *101*, 82–87. https://doi.org/10.1016/j. foodres.2017.08.039.

423. Hotchiss, J.H., & Cassens, R.G. (1987). Nitrate, nitrite and nitrozo compounds in foods. *Food Technology, 41*(4), 127-134.

424. Hrvatska agencija za hranu (2014). *Znanstvena studija o kakvoći zamrznutog mesa svinja, grupa autora*. Znanstvena studija, HAH, Osijek.

425. Huff-Lonergan, E. J., & Lonergan, S. M. (2005). Mechanisms of water-holding capacity of meat: The role of postmortem biochemical and structural changes. *Meat Science*, *71*(1), 194–204. https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2005.04.022.

426. Hui, H.Y. (1992.). *Encyclopaedia of Food Sciencee and Technol*ogy. John Wiley & Sons, Inc., New York.

427. Hunt, M.C. (1980). *Meat color measurements*. In Proceedings of 33rd Reciprocal Meat Conference, Chicago, American Meat Science Association & National Live Stock and Meat Board. 41–46.

428. Hutter, C.M, Chang-Claude, J., Slattery, M.L., Pflugeisen, B.M., Lin, Y., Duggan, D., Nan, H., Lemire, M., Rangrej, J., Figueiredo, J.C., Jiao, S., Harrison, T.A., Liu, Y., Chen, L.S., Stelling, D.L., Warnick, G.S., Hoffmeister, M., Küry, S., Fuchs, C.S., Giovannucci, E., Hazra, A., Kraft, P., Hunter, D.J., Gallinger, S., Zanke, B.W., Brenner, H., Frank, B., Ma, J., Ulrich, C.M., White, E., Newcomb, P.A., Kooperberg, C., LaCroix, A.Z, Prentice, R.L, Jackson, R.D., Schoen, R.E., Chanock, S.J., Berndt, S.I., Hayes, R.B., Caan, B.J,, Potterm, J,D., Hsu, L., Bézieau, S., Chan, A.T., Hudson, T.J., Peters, U. (2012). Characterization of gene-environment interactions for colorectal cancer susceptibility loci. *Cancer Research, 72*, 2036-2044.

429. Huxley, R. R., Ansary-Moghaddam, A., Clifton, P. M., Czernichow, S., Parr, C. L., & Woodward, M. (2009). The impact of dietary and lifestyle risk factors on risk of colorectal cancer: A quantitative overview of the epidemiological evidence. *International Journal of Cancer*, *125*(1), 171–180. https://doi.org/10.1002/ijc.24343.

430. Cava, R., Ruiz, J., Ventanas, J., & Antequera, T. (1999). Oxidative and lipolytic changes during ripening of Iberian hams as affected by feeding regime: extensive feeding and alpha-tocopheryl acetate supplementation. *Meat Science*, *52*(2), 165–172. https://doi.org/10.1016/s0309-1740(98)00164-8.

431. Calnan, H. (2017). The influence of phenotypic and genotypic factors on the colour of lamb meat during retail display (Doctoral dissertation). Murdoch University, Australia. Предземено на 9.9.2022 од https://researchrepository.murdoch.edu.au/id/eprint/39911/1/Calnan2017.pdf .

432. Carrapiso, A. I., Ventanas, J., & García, C. (2002). Characterization of the most Odor-Active compounds of Iberian ham headspace. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *50*(7), 1996–2000. https://doi.org/10.1021/jf011094e.

433. Casaburi, A., Aristoy, M., Cavella, S., Di Monaco, R., Ercolini, D., Toldrá, F., & Villani, F. (2007). Biochemical and sensory characteristics of traditional fermented sausages of Vallo di Diano (Southern Italy) as affected by the use of starter cultures. *Meat Science*, *76*(2), 295–307. https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2006.11.011.

434. Casquete, R., Benito, M. J., Martín, A., Ruiz-Moyano, S., Pérez-Nevado, F., & De Guía Córdoba, M. (2012). Comparison of the effects of a commercial and an autochthonous Pediococcus acidilactici and Staphylococcus vitulus starter culture on the sensory and safety properties of a traditional Iberian dry-fermented sausage "salchichón." *International Journal of Food Science and Technology*, *47*(5), 1011–1019. https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2011.02935.x.

435. Cassens, R. G. (1990). *Nitrite-cured meat: a food safety issue in perspective*. Food & Nutrition Press, Trumbull, CT.

436. Cassens, R.G. (1994). *Meat Preservation, Preventing Losses And Assuring Safety*, (1st Edn). Food and Nutrition Press, Inc. Trumbull, Connecticut, USA.

437. Cenci-Goga, B. T., Rossitto, P. V., Sechi, P., Parmegiani, S., Cambiotti, V., & Cullor, J. S. (2012). Effect of selected dairy starter cultures on microbiological, chemical and sensory characteristics of swine and venison (Dama dama) nitrite-free dry-cured sausages. *Meat Science*, *90*(3), 599–606. https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2011.09.022.

438. CIE (1976). International Commission on Illumination, Colorimetry: Official Recommendation of the International Commission on Illumination Publication CIE No. (E-1.31). Bureau Central de la CIE, Paris, France.

439. Cilla, I., Martínez, L., Beltrán, J., & Roncalés, P. (2005). Factors affecting acceptability of dry-cured ham throughout extended maturation under "bodega" conditions. *Meat Science*, *69*(4), 789–795. https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2004.11.012.

440. Cilla, I., Martínez, L., Beltrán, J., & Roncalés, P. (2006). Dry-cured ham quality and acceptability as affected by the preservation system used for retail sale. *Meat Science*, *73*(4), 581–589. https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2006.02.013.

441. Claus, J., Hunt, M. C., & Kastner, C. L. (1990). Effects of substituting added water for fat on the textural, sensory, and processing characteristics of bologna. *Journal of Muscle Foods*, *1*(1), 1–21. https://doi.org/10.1111/j.1745-4573.1990.tb00349.x.

442. Cleveland, J., Montville, T. J., Nes, I. F., & Chikindas, M. L. (2001). Bacteriocins: safe, natural antimicrobials for food preservation. *International Journal of Food Microbiology*, *71*(1), 1–20. https://doi.org/10.1016/s0168-1605(01)00560-8.

443. Cocolin, L., Urso, R., Rantsiou, K., Comi, G. (2005). Identification, sequencing i characterization of lactic acid bacteria genes responsible for bacteriocin production. *Tehnologija mesa, 46*(3-4), 162-172.

444. Colla, G., Kim, H., Kyriacou, M. C., & Rouphael, Y. (2018). Nitrate in fruits and vegetables. *Scientia Horticulturae*, *237*, 221–238. https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.04.016.

445. Commission Decision (EU) 2018/702 of 8 May 2018 concerning national provisions notified by Denmark on the addition of nitrite to certain meat products (notified under document C(2018) 2721). Предземено на 12.10.2022 од http://data.europa.eu/eli/dec/2018/702/oj.

446. Cornforth, D.P, & Jayasingh, P. (2004). Colour and pigment. In W.K. Jensen, C. Devine, M. Dikeman (Eds.), *Encyclopedia of meat sciences*. Oxford, UK: Elsevier Ltd.

447. Crisosto, C. H., Crisosto, G. M., & Metheney, P. (2003). Consumer acceptance of 'Brooks' and 'Bing' cherries is mainly dependent on fruit SSC and visual skin color. *Postharvest Biology and Technology*, *28*(1), 159–167. https://doi.org/10.1016/s0925-5214(02)00173-4.

448. Cross, H.R., Leu, R., Miller, M.F. (1987). Scope of warmed-over flavor and its importance to the meat industry. In A.J. St. Angelo, M.E. Bailey. (Eds.), *Warmed-Over Flavor of Meat*. Academic Press, Inc. New York.

449. Chan, D. S., Lau, R., Aune, D., Vieira, R., Greenwood, D. C., Kampman, E., & Norat, T. (2011). Red and Processed Meat and Colorectal Cancer Incidence: Meta-Analysis of Prospective Studies. *PLOS ONE*, *6*(6), e20456. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0020456.

450. Chen, J. (2009). Food oral processing–A review. *Food Hydrocolloids*, *23*(1), 1–25. https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2007.11.013.

451. Choi, S., & Chin, K. B. (2003). Evaluation of sodium lactate as a replacement for conventional chemical preservatives in comminuted sausages inoculated with Listeria monocytogenes. *Meat Science*, *65*(1), 531–537. https://doi.org/10.1016/s0309-1740(02)00245-0.

452. Choi, Y., Kim, T., Jeon, K., Park, J., Kim, H., Hwang, K., & Kim, Y. (2017). Effects of Pre-Converted Nitrite from Red Beet and Ascorbic Acid on Quality Characteristics in Meat Emulsions. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources*, *37*(2), 288–296. https://doi.org/10.5851/kosfa.2017.37.2.288.

453. Chow, C. K., & Hong, C. B. (2002). Dietary vitamin E and selenium and toxicity of nitrite and nitrate. *Toxicology*, *180*(2), 195–207. https://doi.org/10.1016/s0300-483x(02)00391-8.

454. Christian, J.H.B. (2000). Drying and reduction in water activity, In: L und, B.M., Beird-Parker, A.C., Gould, G.W. *The Microbiological Safety and Quality of Foods*, Gaithersburg, MD:Aspen, 2000;146-74.

455. Christiansen, L.N, Tompkin, R.B, Shaparis, A.B. (1974). Effect of sodium nitrite on toxin production by *Clostridium botulinum* in bacon. Jornal of Applied Microbiology; 27(4), 733-7. https://doi.org/10.1128//am.27.4.733-737.1974.

456. Christieans, S., Picgirard, L., Parafita, E., Lebert, A., & Gregori, T. (2018). Impact of reducing nitrate/nitrite levels on the behavior of Salmonella Typhimurium and Listeria monocytogenes in French dry fermented sausages. *Meat Science*, *137*, 160–167. https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2017.11.028.

457. Chrystall, B. (1994). Meat texture measurement. In Pearson, A.M. & Dutson, T.R.(Eds.), *Quality attributes and their measurement in meat, poultry and fish products* (Chapter 4). Blackie Academic & Proffesional, London.

458. Chung, S., Kim, J. S., Kim, M., Hong, M., Lee, J. O., Kim, C. M., & Song, I. (2003). Survey of nitrate and nitrite contents of vegetables grown in Korea. *Food Additives and Contaminants*, *20*(7), 621–628. https://doi.org/10.1080/0265203031000124146.

459. Čavlek, B. (1997). Starter kulture mikroorganizma u proizvodnji fermentiranih proizvoda od mesa. *Moderne tehnologije predelave in kakovosti živil*. 18. Bitenčevi živilski dnevi, Ljubljana.

460. Čandek-Potokar, M., Škrlep, M., Kostyra, E., Żakowska-Biemans, S., Poklukar, K., Batorek-Lukač, N., Kress, K., Weiler, U., & Stefanski, V. (2020). Quality of Dry-Cured Ham from Entire, Surgically and Immunocastrated Males: Case Study on Kraški Pršut. *Animals*, *10*(2), 239. https://doi.org/10.3390/ani10020239.

461. Џинлески, Б.. (1990). *Месо и преработки од месо*. Наша книга, Скопје.

462. Škaljac, S. (2014). *Uticaj različitih tehnoloških parametara na formiranje boje tradicionalne fermentisane kobasice (Petrovačka kobasica) tokom standardizacije bezbednosti i kvaliteta***.** (Doktorska disertacija). Univerzitet u Novom Sadu .Tehnološki fakultet.

463. Šimat, V. (2010) Promjene parametara kvalitete u filetu hladno mariniranog inćuna (*Engraulis encrasicolus*, L.). (Doktorska disertacija). Prehrambeno-biotehnološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu.

464. Šušković, J. (2008). *Starter kulture-temelj fermentativne i funkcionalne hrane.* Predavanja iz kolegija. Probiotici, prebiotici i starter kulture.

465. Xargayó, M. (2007). *Manufacturing process for whole muscle cooked meat products* II. Injection and tenderization, Girona, Spain. Available.Предземено на 14.11.2020 од www.metalquimia.com.

466. Xia, X., Kong, B., Jing, L., Diao, X., & Liu, Q. (2012). Influence of different thawing methods on physicochemical changes and protein oxidation of porcine longissimus muscle. *Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie*, *46*(1), 280–286. https://doi.org/10.1016/j.lwt.2011.09.018.

467. Правилникот за адитиви што се употребуваат во храната (Службен весник на Р.Македонија бр. 31/12).

468. Правилникот за посебните барања кои се однесуваат на микробиолошките критериуми за храна („Сл. весник на РМ“, бр. 100/13).

469. Правилникот за изменување и дополнување на правилникот за адитиви што се употребуваат во производството на храна (Службен весник на Р. Македонија бр. 114/13).