

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
ФАКУЛТЕТ ВЕТЕРИНАРСКЕ МЕДИЦИНЕ

Александар П. Бајчић

УПОТРЕБА СУСПЕНЗИЈЕ ИНУЛИНА И
КОЛАГЕНА КАО ЗАМЕНА ЗА ЧВРСТО
МАСНО ТКИВО У ПРОИЗВОДЊИ ФИНО
УСИТЊЕНИХ БАРЕНИХ КОБАСИЦА

докторска дисертација

Београд, 2023.

UNIVERSITY OF BELGRADE
FACULTY OF VETERINARY MEDICINE

Aleksandar P. Bajčić

THE USE OF INULIN-COLLAGEN
SUSPENSION FOR THE REPLACEMENT OF
PORK BACK FAT IN PRODUCTION OF
COOKED-EMULSIFIED SAUSAGES

Doctoral Dissertation

Belgrade, 2023.

Ментор 1:

Др Драган Василев, редовни професор
Универзитет у Београду, Факултет ветеринарске медицине

Ментор 2:

Др Ивана Бранковић Лазић, виши научни сарадник,
Институт за хигијену и технологију меса, Београд

Чланови комисије:

Др Неђељко Карабасил, редовни професор
Универзитет у Београду, Факултет ветеринарске медицине

Др Силвана Стајковић, доцент
Универзитет у Београду, Факултет ветеринарске медицине

Др Радмила Митровић, научни сарадник,
Институт за хигијену и технологију меса, Београд

Датум одбране:

ЗАХВАЛНИЦА

Завршетак ове докторске дисертације представља отворена врата за улазак у нову сферу научног друштва. На дугом путу до остваривања свог циља био сам окружен дивним и несебичним људима.

Овим путем желим да се захвалим ментору, др Драгану Василеву, редовном професору, који је својим неизмерним трудом и дугогодишњим искуством увек био ту за све моје недоумице и потешкоће које смо заједно превазилазили током спровођења експеримента и писања дисертације.

Такође желим да се захвалим менторки др Ивани Бранковић Лазвић, виши научни сарадник, на залагању и помоћи коју ми је пружила током рада.

Велику захвалност дугујем др Весни Ђорђевић, научном саветнику и директору Института за хигијену и технологију меса, која ми је омогућила реализацију потребних испитивања у лабораторијама Института, као и на подршци и саветима како животним тако и стручним, који су били од изузетног значаја у тешким тренуцима.

Велику захвалност дугујем др Влади Теодоровићу, редовном професору и пријатељу који је био главни иницијатор за постављање идеје и без чије иницијативе не би ни било ове дисертације.

Захваљујем се преради меса „Хашка“ из Кулпина у чијем погону је спроведен оглед, као и Слободану Тубићу, дипл. инжењеру на великом залагању током производње експерименталних кобасица.

Захваљујем се и колегама са института за хигијену и технологију меса „ИНМЕС“, на ангажовању и помоћи током спровођења експеримента. Нарочито се захваљујем др Радивоју Петронијевићу, виши научни сарадник, са којим сам урадио велики део лабораторијског испитивања и који ми је несебично преносио своје знање.

Захваљујем се др Владимиру Томовићу, редовном професору Технолошког факултета у Новом Саду на помоћи током инструменталног испитивања сензорних својстава експерименталних производа.

Захваљујем се члановима Комисије, Проф. др Неђељку Карабасилу, Доц. др Силвани Стајковић, др Радмили Митровић, спец. микроб. на учешћу у комисији за преглед, оцену и одбрану тезе као и на доприносу у изради ове дисертације који су дали својим саветима.

Изузетну захвалност дугујем мојој сестри и њеној породици за све што су до сада учинила за мене.

Највећу захвалност дугујем својим родитељима, који су стрпљиво и са великим разумевањем, веровали и увек били уз моје успоне и падове током корачања кроз дуги низ степеница до успеха.

Докторску дисертацију посвећујем својим родитељима и мојој ћерки Ивони.

УПОТРЕБА СУСПЕНЗИЈЕ ИНУЛИНА И КОЛАГЕНА КАО ЗАМЕНА ЗА ЧВРСТО МАСНО ТКИВО У ПРОИЗВОДЊИ ФИНО УСИТЊЕНИХ БАРЕНИХ КОБАСИЦА

САЖЕТАК

У овој студији испитивана је могућност употребе суспензије инулина и колагена као замена за масно ткиво у производњи фино уситњених барених кобасица. Произведено је четири групе производа, од којих је прва била кобасица уобичајеног састава (контролна група са 25% масног ткива), друга и трећа (А и Б) група су израђене са смањеним уделом масног ткива (15% и 7,5%, појединачно), док је четврта група (Ц) израђена без додатка масног ткива. Као замена за масно ткиво у производима А, Б и Ц употребљени су 4% инулина (код свих) и 0,7%, 1,2% и 1,65% колагена појединачно, уз пропорционално повећање удела воде (леда) у надеву. Резултати истраживања су показали да је могућа потпуна замена масног ткива наведеним састојцима, чиме се добија производ (Ц), који садржи у просеку 0,85% масти, има мањи удео холестерола (46,23 mg/100 g) и већи садржај сложених угљених хидрата – пребиотика (7,46%) него контрола (25,48%, 55,87 mg/100 g, 0,91%, појединачно). У односу на контролну групу, код производа из групе Ц остварена је редукција садржаја масти од 97%. Садржај протеина меса је био уједначен код свих експерименталних група производа и износио од 11,75% код контролне групе, до 12,34% код групе Б. Удео колагена у протеинима меса био је значајно већи код модификованих кобасица (од 6,24% код А групе до 10,26% код Ц групе) него код контролне групе (3,68%), али је код свих експерименталних производа био у оквиру дозвољених граница дефинисаних прописима. Значајно већи садржај воде утврђен је код свих модификованих кобасица (група А 64,89%, група Б 71,53% и група Ц 77,34%) него код контролне групе (60,69%), међутим, то није утицало на активност воде ни на рН вредност, који су код свих група производа била уједначени. У погледу садржаја масних киселина у липидном екстракту (релативан садржај масних киселина), кобасице из групе Ц имале су значајно нижи релативни удео n-3 масних киселина и полинезасићених масних киселина, значајно већи удео мононезасићених као и приближан удео засићених масних киселина и n-6/n-3 однос у поређењу са контролним кобасицама, и кобасицама из група А и Б. Међутим, у погледу садржаја масних киселина у целом производу (апсолутни садржај масних киселина), контролне кобасице су садржале значајно већу количину засићених (8,95%) и n-6 масних киселина (4,16%) од модификованих кобасица које су садржале засићене масне киселине у количини од 0,31% (група Ц) до 4,29% (група А), односно n-6 масних киселина од 0,07% (група Ц) до 1,39% (група А), на основу чега су модификоване кобасице значајно повољније са нутритивног аспекта. Код свих експерименталних група производа утврђен је низак степен хидролитичких и оксидативних промена на мастима. Микробиолошка испитивања су показала да ни у једном испитиваном узорку није утврђено присуство салмонела и литстерија, а број ентерокока и сулфиторедукујућих клостридија је био испод лимита детекције. Бактерије млечне киселине су детектоване на крају складиштења само код контролне групе производа, а њихов број је био у оквиру дозвољених граница. У погледу инструменталних параметара боје, кобасице из групе Ц биле су најтамније и са најмањим уделом црвене боје. Најсветлије су биле кобасице из групе А, а најинтензивнији удео црвене боје имале су контролне кобасице. Удео жуте боје био је уједначен код свих експерименталних група. Инструменталним испитивањем текстуре производа нису утврђене значајне разлике у чврстоћи, адхезивности, еластичности и жвакљивости производа између експерименталних група. Кохезивност контролне групе и кобасица из групе Ц била је приближна и значајно мања него код производа из групе А и Б. Укупна сензорна оцена била је значајно већа код кобасица из група Б (4,21) и Ц (4,02) у поређењу са производима из контролне групе (3,23) и групе А (3,58) на почетку, као и на крају складиштења. У поређењу са модификованим кобасицама, контролне кобасице су биле

значајно слабије оцењене у погледу мириса и укуса. Резултати испитивања су показали да суспензија инулина и колагена може у потпуности да замени масно ткиво у производњи фино уситњених барених кобасица, при чему се добијају безбедни производи високог квалитета и добре одрживости.

Кључне речи: барене кобасице, замена за масно ткиво, инулин, колаген, квалитет, безбедност

Научна област: Ветеринарска медицина

Ужа научна област: Хигијена и технологија намирница анималног порекла

УДК број: 637.523.07:547.455.65(043.3)
664.933:547.962.9(043.3)

THE USE OF INULIN-COLLAGEN SUSPENSION FOR THE REPLACEMENT OF PORK BACK FAT IN PRODUCTION OF COOKED-EMULSIFIED SAUSAGES

SUMMARY

This study investigates the possibilities of use of inulin-collagen suspension for the total replacement of pork backfat in production of cooked-emulsified sausages. Four product types were manufactured; sausage of standard composition (control group with 25% of pork backfat), the second and third groups (A and B) were produced with lower share of pork backfat (15% and 7.5%, respectively), while fourth group (C) did not contain added pork backfat. To each experimental group (A, B and C) 4% of inulin was added together with various amounts of collagen (0.7%, 1.2% and 1.65% respectively), as a replacement for pork backfat, together with proportional increase of added water in the stuffing. The results obtained in the study demonstrated the possibility of complete substitution of pork backfat with used ingredients resulting in a product (group C) with 0.85% of average fat content, decreased cholesterol content (46.23 mg/100 g) and increased content of complex carbohydrates – prebiotics (7.46%) compared to the control group (25.48%, 55.87 mg/100 g, 0.91%, respectively). Compared to the control group, the products from group C achieved a 97% reduction in fat content. Protein content was leveled in all experimental groups amounting from 11.75% (control group) to 12.34% (group B). Share of collagen in meat proteins was significantly higher in modified sausages (from 6.24% - group A, to 10.26% - group C) compared to control group (3.68%), however, collagen content did not exceed regulatory limit in neither of the investigated groups. Significantly higher water content was established in all modified sausages (group A 64.89%, group B 71.53 % and group C 77.34%) compared to control group (60.69%), however, this had no influence on water activity or pH which were leveled in all sausage groups. Regarding the content of fatty acids in the lipid extract (relative content of fatty acids), sausages from group C showed significantly lower relative share of n-3 fatty acids and polyunsaturated fatty acids, significantly higher share of monounsaturated fatty acids and approximate share of saturated fatty acids and n-6/n-3 ratio compared to control group and sausages from groups A and B. However, regarding the fatty acid content in the whole product (absolute fatty acid content), the control sausages contained a significantly higher amount of saturated (8.95%) and n-6 fatty acids (4.16%) than the modified sausages that contained saturated fatty acids in the amount of 0.31% (group C) to 4.29% (group A), i.e. n-6 fatty acids from 0.07% (group C) to 1.39% (group A), based on of which modified sausages were significantly more favorable from a nutritional point of view. A low degree of hydrolytic and oxidative changes in fats was found in all experimental groups of products. Microbiological examination showed absence of *Salmonella spp.* and *Listeria spp.* in all tested samples while Enterococcus and sulfite-reducing Clostridia count was below limit of detection. Lactic acid bacteria were found at the end of the storage period only in control group; the count was within permitted levels. Instrumental determination of color showed that sausages from group C were the darkest and with lowest share of red. Sausages from group A were of the lightest color, while the most intensive red was observed in sausages from the control group. Yellow share was equal in all experimental groups. Instrumental texture investigation did not reveal significant differences in firmness, adhesiveness, elasticity and chewability between investigated groups. Cohesion recorded in control group and group C was approximate between these groups and significantly lower compared to sausages from groups A and B. Sensoric score was significantly higher in groups B (4.21) and C (4.02) compared with sausages from the control group (3.23) and group A (3.58), both at the beginning and at the end of the storage period. Control group was graded significantly lower in respect to odor and taste compared to modified sausages. The research results showed that the suspension of inulin and collagen can completely replace the

fatty tissue in the production of cooked-emulsified sausages, whereby safe products of high quality and good sustainability are obtained.

Key words: cooked emulsified sausages, fat replacement, inulin, collagen, quality, safety

Scientific Field: Veterinary Medicine

Scientific Subfield: Hygiene and technology of food of animal origin

UDK number: 637.523.07:547.455.65(043.3)
664.933:547.962.9(043.3)

САДРЖАЈ

1. УВОД.....	1
2. ПРЕГЛЕД ЛИТЕРАТУРЕ.....	3
2.1. Барене кобасице.....	3
2.1.1. Fino уситњене барене кобасице.....	4
2.1.2.1. Квалитет fino уситњених барених кобасица.....	4
2.1.2.2. Значај редукције садржаја масти код fino уситњених барених кобасица.....	5
2.1.2.3. Могућности редукције масти у fino уситњеним бареним кобасицама.....	6
2.2. Инулин.....	8
2.3. Колаген.....	9
3. ЦИЉ И ЗАДАЦИ РАДА.....	11
4. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОДЕ.....	13
4.1. Материјал.....	13
4.2. Методе испитивања.....	15
4.2.1. Испитивање физичко-хемијских параметара.....	15
4.2.2. Испитивање хемијског састава.....	15
4.2.3. Анализа хидролизе и оксидације масти.....	16
4.2.4. Испитивање маснокиселинског састава.....	16
4.2.5. Микробиолошка испитивања.....	17
4.2.6. Инструментално испитивање боје.....	17
4.2.7. Инструментално испитивање текстуре.....	17
4.2.8. Анализа сензорних својстава.....	18
4.2.9. Статистичка анализа података.....	18
5. РЕЗУЛТАТИ.....	19
5.1. Физичко-хемијски параметри.....	19
5.2. Хемијски састав.....	19
5.3. Садржај угљених хидрата и шећера.....	21
5.4. Маснокиселински састав.....	22
5.5. Параметри хидролизе и оксидације масти.....	25
5.6. Микробиолошка испитивања.....	26
5.7. Инструментално испитивање боје.....	26
5.8. Инструментално испитивање текстуре.....	27
5.9. Сензорна својства.....	30
6. ДИСКУСИЈА.....	33
6.1. Физичко-хемијски параметри.....	33
6.2. Хемијски састав.....	34
6.3. Садржај угљених хидрата и шећера.....	38
6.4. Маснокиселински састав.....	39
6.5. Хидролитичке и оксидационе промене на мастима.....	39
6.6. Микрофлора производа.....	41
6.7. Инструментално испитивање боје.....	41
6.8. Инструментално испитивање текстуре.....	44
6.9. Сензорна својства.....	46
7. ЗАКЉУЧЦИ.....	50
8. СПИСАК ЛИТЕРАТУРЕ.....	52

1. УВОД

Барене кобасице представљају један од најприсутнијих производа од меса на тржишту, и уједно чине део свакодневне исхране потрошача. Фино уситњене барене кобасице су омиљене међу потрошачима захваљујући њиховом јединственом укусу, могућности комбиновања са другом врстом хране, као и због приступачности њихове цене. Такође и „брзи начин живота“ изискује и „брзу исхрану“, што барене кобасице додатно популаризује, јер њихов начин употребе не изискује додатну припрему непосредно пре конзумирања. Барене кобасице су производи од меса који се састоје од меса, масног ткива, везивног ткива, изнутрица, производа од крви и од додатака. У циљу добијања што квалитетнијег производа, најважније је обратити пажњу на одабир што квалитетније сировине од које ће се изградити производ. Пожељно је одабрати месо млађих животиња, јер има већу способност везивања воде, што је веома битан фактор у изради месног теста (прат), који чини основу надева производа. Масно ткиво које се додаје у месно тесто је углавном чврсто масно ткиво које потиче са леђа, бутева или плећки свиња. Чврстоћа и квалитет додатог масног ткива има важну улогу за сензорна својства добијених производа, а стабилност надева зависи од степена емулговања масти и везивања воде. Добијена емулзија након пуњења у одговарајући омотач и термичке обраде мора да испуњава одређене карактеристике повезаности, чврстоће и боје надева. У зависности од процента уситњености надева, барене кобасице се деле на: фино уситњене барене кобасице, грубо уситњене барене кобасице, барене кобасице са комадима меса и месне хлебове. Фино уситњене барене кобасице су производи од меса на чијем се попречном пресеку уочава фино уситњена маса, хомогене структуре.

Производи од меса су важан извор протеина, масти, есенцијалних аминокиселина, витамина, минерала и других хранљивих материја. Међутим, фино уситњене барене кобасице су производи који у свом саставу могу да садрже до 30% масти. Услед високог садржаја zasiћених масних киселина у овим кобасицама, ови производи се сматрају мање погодним за потрошаче који су склони кардиоваскуларним болестима, који имају проблем са гојазношћу, дијабетесом, и често их избегавају потрошачи који теже здравом начину исхране. Сазнање да прекомерна количина масти животињског порекла у исхрани човека може да допринесе различитим хроничним незаразним обољењима, као и захтеви потрошача за храном са редукованим садржајем масти, подстакли су истраживања у правцу могућности примене одговарајућих замена за масно ткиво у производима од меса. Истраживања су се углавном базирала на примени различитих емулзија уља са протеинима биљног порекла или различитих дијетних влакана, али употреба ових замена за масно ткиво је могућа само у ограниченим количинама због њиховог потенцијално неповољног утицаја на арому, сочност и текстуру производа, као и повећане склоности ка оксидацији производа у које су додате емулзије биљних уља. Као могућност за замену масног ткива у бареним кобасицама могу да се додају и хидроколоиди (гуме, карагенан, алгинат итд.), а нека истраживања указују да ови додаци имају карциногени потенцијал код лабораторијских животиња. С друге стране, инулин који представља биљни фрукто-олигосахарид и у људском организму делује као пребиотик, који уједно показује повољна технолошка и сензорна својства (без мириса и укуса, беле боје, и поседује способност да у воденим растворима даје стабилне гелове), поседује добар потенцијал да „имитира“ масно ткиво у надеву барених кобасица. Међутим, он може да се додаје у надев производа у количини од максимално 4%, због чега може да замени само ограничену количину масног ткива. У циљу замене већег процента масног ткива, било би неопходно да се инулин користи у комбинацији са још неким додатком који може да обезбеди додатну стабилност надева. Колаген се често користи као додаток у

производњи барених кобасица, а уједно је и део везивоткивне строме масног ткива. Додавање колагена има за циљ постизање боље стабилности надева, али и он може да се дода у малим количинама (1-2%), јер би у супротном укупан садржај колагена у протеинима производа прешао максимално дозвољену границу која је дефинисана правилником који одређује квалитет производа од меса. Иако појединачно инулин и колаген не могу да замене већу количину масног ткива у кобасицама, поставља се питање да ли би њиховим комбиновањем у одговарајућим односима могао да се постигне бољи учинак. Како би добили производ са смањеним садржајем масти који би поседовао одговарајући квалитет и одрживост, а уједно био и прихватљивији у исхрани људи који прибегавају „здравом начину исхране“, у овој дисертацији је испитивана могућност употребе суспензије инулина и колагена као делимичне и потпуне замене за масно ткиво у фино уситњеним бареним кобасицама.

2. ПРЕГЛЕД ЛИТЕРАТУРЕ

2.1. Барене кобасице

Месо и производи од меса су веома цењени и готово неизбежни у исхрани човека због високог садржаја хранљивих материја, препознатљивих и омиљених органолептичких карактеристика као и велике могућности сервирања на различит начин (Botez и сар., 2017). Иако израда прве кобасице нема историјски забележен податак, непобитно је да је употреба уситњеног меса или у било ком облику прерађеног меса има веома дугу историју у исхрани људи (Savić, 1985). Уситњавањем меса након клања животиње, додавањем зачина, пуњењем у одговарајуће омотаче добијају се производи од меса у типу кобасица, које, у зависности од начина завршног третмана, могу бити ферментисане, пастеризоване, сушене итд., а према степену уситњености меса могу бити са комадима меса, грубо или фино уситњене (Rust, 1987; Celia и Arno, 2015).

За разлику од сувомеснатих производа и ферментисаних сувих кобасица које имају вишевековну традицију производње, барене кобасице су производи новијег датума и развијају се од XIX века, након индустријске револуције и развоја машина за прераду меса. Барене кобасице су технолошки дефинисане као производи од меса који се обрађују топлотом и који у основи најева садрже месно тесто (прат). Најзначајнији произвођач барених кобасица на светском нивоу, када се има у виду количина и врста ових производа, је Немачка. Главни састојци барених кобасица су месо, масно ткиво, везивно ткиво, изнутрице, производи од крви и додаци. Неки производи из ове групе кобасица, као што су франкфуртер, хреновке, хот-дог и др., представници су тзв. “брзе хране” која се лако припрема и њихова популарност се проширила на готово све делове света. Главна разлика њихове припреме је у саставу, степену уситњености сировина и врсти додатих зачина, у складу са локалним навикама и обичајима потрошача (Fernández-López и сар., 2019).

Према Правилнику о квалитету уситњеног меса, полупроизвода од меса и производа од меса (Службени Гласник РС, бр. 50/2019), у барене кобасице се убрајају виршле, паризер, франкфуртер и бела кобасица, као представници фино уситњених барених кобасица, затим српска кобасица, тиролска кобасица и мортадела, које припадају грубо уситњеним бареним кобасицама, као и шункарица (барене кобасице са комадима меса) и месни хлебови, а могу да се израђују и производи под другим називом који су обично лошијег квалитета од наведених производа са прописаним називом. У зависности од врсте кобасице која се израђује, након припреме најева, оне се пуне у омотаче специфичне за сваку врсту. Пре око четрдесетак година су се већином употребљавали природни или индустријски (вештачки) омотачи од природних материјала (колаген, целулоза) који могу да пропуштају водену пару и дим. Употреба оваквих омотача је за последицу имала калирање производа од 8% до 10%. Данас се највише користе индустријски омотачи од синтетичких материјала који су уједначеног квалитета, различитог дијаметра и различитог степена пропустљивости (Радетић, 2000).

Након пуњења у одговарајући омотач, барене кобасице се подвргавају термичкој обради, најчешће пастеризацијом, када се у центру производа постиже температура од најмање 70 °С, са додавањем или без додавања дима у зависности од рецептуре, омотача (пропустљив или непропустљив за водену пару и дим) и типа кобасице која се производи. Када се заврши термичка обрада, кобасице се хладе и складиште у коморама за хлађење и чувају при температури до 4 °С (Савић, 1985; Радетић, 2000; Вуковић, 2020).

Поред састава, односно сировина које се користе при изради барених кобасица, оно што посебно карактерише ову врсту производа је и различит степен уситњености сировина у надеву. На основу степена уситњавања (кутеровања) надева, барене кобасице су подељене у четири групе, како их данас дефинише Правилник (Службени Гласник РС, бр. 50/2019), а то су: fino уситњене барене кобасице, грубо уситњене барене кобасице, барене кобасице са комадима меса и месни хлебови.

2.1.1. Fino уситњене барене кобасице

Fino уситњене барене кобасице су производи од меса чији се надев током технолошког поступка израде fino уситњава у компактну масу коју чини месна емулзија, а потом, пуни у одговарајуће омотаче (природне или вештачке) и обрађује топлотом. Као што је претходно наведено, у ову категорију производа спадају кобасице под називом виршла, франкфуртер, паризер, бела кобасица и производи под другим називом. На попречном пресеку ових кобасица се може видети fino уситњена маса у којој се могу налазити комадићи масног ткива, сира и производи биљног порекла уколико рецептура израде то изискује (Службени Гласник РС, бр. 50/2019; Вуковић, 2020).

2.1.2.1. Квалитет fino уситњених барених кобасица

Различита свест и навике потрошача се огледају у различитим критеријумима код одабира производа од меса. Међутим изглед производа, боја меса и његова структура су најчешћи параметри у крајњем одлучивању и избору истог (Eyiler и Oztan, 2011). Боја барених кобасица највише зависи од врсте меса која је употребљена у њеној изради. Оне се углавном производе од мешавине говеђег и свињског меса у одређеном односу, али је такође популарна и израда ових производа од једне врсте меса, односно само од говеђег, свињског или само пилећег меса (Lonegan и сар., 2019). За разлику од свињског, а нарочито од пилећег, боја говеђег меса је знатно тамнија због веће количине присутног пигмента миоглобина (Dingstad и сар., 2005), што резултира добијањем тамнијег производа, уколико садржи већу количину говеђег меса. Тврдоћа кобасица, поред осталог, зависи и од односа протеина, масти и воде. Како се потребе потрошача мењају у смислу захтева за одређеним садржајем протеина и масти, тако се и однос ових састојака у производима прилагођава њима, што се одражава и на својства производа. Индустрија меса је константно изложена утицају потреба потрошача, које треба ускладити са законским прописима који дефинишу изглед и састав производа. Контрола квалитета производа је од великог значаја како би се на тржишту налазили производи задовољавајућег квалитета, како у погледу сензорних својстава, тако и у погледу садржаја хранљивих материја које су од значаја за исхрану људи. На основу овога, државе су прописале низ законских регулатива које учествују у контроли квалитета и безбедности производа (Rocha и сар., 2019).

Сензорни и хемијски параметри квалитета fino уситњених барених кобасица су дефинисани Правилником о квалитету уситњеног меса, полупроизвода од меса и производа од меса (Службени Гласник РС, бр. 50/2019). У погледу сензорних карактеристика, fino уситњене барене кобасице након производње треба да буду једре и сочне, да под лаким притиском не отпуштају течност, да немају оштећења, веће наборе и деформације, да је надев хомоген, уједначене и стабилне боје и без издвојеног желеа и масти, да омотач прилеже уз надев, и да су пријатног и својственог мириса и укуса. У погледу хемијског састава, кобасице би након производње требало да садрже најмање 10% протеина меса, а од тога би највише смело да

буде 20% колагена. Код кобасица које се израђују под другим називом, где је дозвољена употреба беланчевинастих производа, прописан је најмањи садржај „укупних протеина“, који представљају протеине који потичу од меса и од беланчевинастих производа који нису пореклом од меса. Према наводима Радетића (2000), барене кобасице су производи од меса који у свом саставу могу да садрже до 60% воде и до 30% масти.

Када се говори о микробиолошким параметрима које би требало да испуњавају фино уситњене барене кобасице, односно о параметрима безбедности производа, они су дефинисани Правилником о општим и посебним условима хигијене хране у било којој фази производње, прераде и промета (Службени Гласник РС, бр. 72/10) и Правилником о изменама и допунама правилника о општим и посебним условима хигијене хране у било којој фази производње, прераде и промета (Службени Гласник РС, бр. 62/2018). Као критеријум безбедности у бареним кобасицама, као храни која подржава раст листерија, одрађује се присуство *Listeria monocytogenes* (SRPS EN ISO 11290-1:2017) које не сме бити у 25 g производа. Од микроорганизама могу да се испитују и квасци и плесни (SRPS ISO 21527-1:2011), коагулаза позитивне стафилококе (SRPS EN ISO 6888-1:2009), *Salmonella* spp. (SRPS EN ISO 6579-1:2017), *Escherichia coli* (SRPS ISO 16649-2:2008), *Bacillus cereus* (SRPS EN ISO 7932:2009), сулфиторедукујуће клостридије (SRPS ISO 15213:2011), *Enterobacteriaceae* (SRPS EN ISO 21528-2:2017), бактерије млечне киселине (ISO 15214:1998). Бактерије млечне киселине, као микроаерофилне бактерије, значајне су код производа који се складиште у вакуум паковању. Међутим, од наведених микроорганизама пастеризацију преживљавају споре клостридија, ентерококе и бактерије млечне киселине (Рашета и сар., 2018; Вуковић, 2020), па је самим тим од највећег значаја праћење броја ових бактерија.

Нарушавање микробиолошког квалитета и појављивање непожељних сензорних карактеристика последица су присуства микроорганизама, оксидације масти, аутолизе производа сопственим ензимима, неодговарајућег складиштења, као и неприхватљивог начина руковања производом, што за последицу има неприкладан и одбојан изглед, и даље резултира избегавањем куповине таквог производа с једне стране, као и потенцијалним угрожавањем здравља потрошача с друге стране (Bolívar-Monsalve и сар., 2019).

2.1.2.2. Значај редукције садржаја масти код фино уситњених барених кобасица

Начин исхране често се може довести у везу са настанком неких болести, стога је веома битно ускладити квалитет као и квантитет исхране. Међутим, савремени стил урбаног живота често приморава просечног потрошача на конзумирање „брзе хране” (Hamrick и Okrent., 2014). Са друге стране, све је већа свест потрошача о неповољном утицају одређене врсте хране на њихово здравље, па се самим тим одлучују на куповину намирница са мањом количином масти, поготово масти животињског порекла. Због тога прехранбена индустрија унапређује и усмерава своју производњу у правцу добијања производа у којима је количина масти делимично или потпуно редукована (McClements., 2015).

Последњих неколико деценија појава неких хроничних неинфективних обољења доводи се у везу са раширеном употребом „брзе хране” (Himmelgreen и сар., 2020; Hamrick и Chen., 2021; Kazi и сар., 2020). Заједничко својство свих облика „брзе хране”, па и барених кобасица, јесте висок садржај рафинисаних масти (Arne Astrup и сар., 2020). Према наводима из литературе, садржај масти код фино уситњених барених кобасица варира. Сврзић и сар., (2006) наводе да према уобичајеној рецептури за фино уситњене барене кобасице у нашој земљи садржај масти износи од 26,68% до 27,17%. Према наводима Price и сар., (2009), садржај масти у виршлама на новосадском тржишту износи од 17,60% до 20,66%. У

Немачкој, садржај масти у фино уситњеним бареним коабсицама веома варира и износи од 8% до чак 33% (Honikel, 2004).

По хемијском саставу, ове масти су богате засићеним масним киселинама, а имају и неповољан однос омега-6 и омега-3 масних киселина (Simopoulos., 2016). Како наводе Василев и сар. (2011) и Samples и сар. (2015), фино уситњене барене кобасице уобичајеног састава садрже у просеку од 37,1% до 39,86% засићених, од 48,07% до 52,0% мононезасићених и од 10,7% до 12,07% полинезасићених масних киселина, изражено као удео у укупном садржају масних киселина. Поред тога, код фино уситњених кобасица у типу франкфуртера, однос између омега-6 и омега-3 масних киселина износи 12,1-15,6 (Samples и сар., 2015) до чак 22,29 (Василев и сар., 2011), а са нутритивног аспекта овај однос не би требало да буде већи од 4 (Simopoulos, 2002).

Поред тога, масно ткиво анималног порекла је богат извор холестерола. Према наводима Schmid и сар., (2009), садржај холестерола код барених кобасица износи 45,1 mg/100g код лионске кобасице, 51,4 mg/100g код месних хлебова, 61,0 mg/100g код кобасица од свињског меса до 65,0 mg/100g код кобасица од живинског меса. Имајући у виду да једна трећина светске хумане популације има кардиоваскуларне проблеме, од којих су најчешћи мождани удар, атеросклероза, хипертензија, аритмије итд. и да постоје назнаке да су узроци настанка ових болести, често, повезани са прекомерним конзумирањем хране са већом количином засићених масти и холестерола (Murad и сар., 2017), јасно је да барене кобасице могу да допринесу, у одређеној мери, здравственим ризицима који могу да доведу до појаве наведених болести.

Како би се избегле евентуалне неповољне последице по здравље људи, а уједно задржала употреба популарних барених кобасица, неопходно је укључивање научника у рад индустрије меса у циљу стварања производа са новим саставом који ће представљати мањи ризик по здравље потрошача, али и даље бити у складу са навикама и задржати тражена органолептичка својства. Барене кобасице поседују добар потенцијал за модификацију у смислу добијања новог производа захваљујући томе што њихов надев чини емулзија масти, воде и протеина уз додавање зачина, која је захвална за експериментисање приликом додавања различитих адитива, али уједно представљају веома осетљив матрикс и захтевају пажљив одабир састојака (Pathania и сар., 2022; Li и сар., 2022). Иако увођење новог производа на тржиште често изазива сумњу и одређени ниво неповерења код потрошача, када производ има добар изглед и нутритивну изјаву која је у корелацији са потенцијално позитивним утицајем на здравље људи, код потрошача се јавља извесна доза заинтересованости за пробањем нечег новог (Hung и сар., 2016). Нутритивне изјаве не дају информације о боји, укусу и мирису производа од меса, али садрже информације о производу на основу којих се потрошачи опредељују за његову куповину (Rocha и сар., 2019).

2.1.2.3. Могућности редукције масти у фино уситњеним бареним кобасицама

Различите научне студије баве се испитивањем употребе одговарајућих замена за масно ткиво у производима од меса, као што су карагенани, биљна уља, пиринчане мекиње, инулин, колаген и други, с циљем да се смањи удео масти у кобасицама. Карагенани се увелико користе у индустрији меса, међутим литературни извори дају контроверзне податке у погледу безбедности карагенана (David и сар., 2018) за које се с једне стране описује потенцијална штетност карагена која је запажена код лабораторијских животиња (Tobacman, 2001), а с друге стране наводи да је њихова употреба безбедна, уколико се ради о

молекулима високе молекуларне тежине (McKim и сар., 2019). Пиринчане мекиње и сојино уље као средство за редуkcију масти у фино уситњеним бареним кобасицама је представљено као једно од добрих потенцијалних решења, али је главни недостатак била неадекватна конзистенција крајњег производа и лоше сензорне карактеристике (Wolfer и сар., 2018). Недостатак употребе биљних уља огледа се у добијању производа са мекшом конзистенцијом, утицају на арому производа, као и склоности оксидацији незасићених масних киселина из ових уља. С друге стране, палмино уље, иако има чврсту конзистенцију на собној температури и стабилније је на оксидацију, неповољно утиче на маснокиселински састав производа због високог садржаја палмитинске киселине (Kılıç и Özer., 2019).

Поред наведених недостатака ових замена за масно ткиво, значајан недостатак је и да оне могу заменити само ограничени проценат масног ткива у надеву и то карагенан до 50% (Cierach и сар., 2009), палмино уље до 50% (Kılıç и Özer., 2019), пиринчане мекиње, самостално или у комбинацији са колагеном до 26% (Hjelm и сар., 2019). Ретки су покушаји да се масно ткиво замени у потпуности, као што је случај са олеогелом сојиног уља и пиринчаних мекиња, али су производи били склони оксидацији масти и проблемима са текстуром (Wolfer и сар., 2018).

Биоактивна једињења, у која спадају дијетна влакна, могу се наћи у великим количинама у погонима за прераду воћа и поврћа, где се они одбацују као нуспроизводи. Укључивање ових састојака у индустрију меса смањило би проблем отпада, а са друге стране помогло у добијању здравијих производа од меса (Pathania и сар., 2022; Li и сар., 2022). Употреба дијетних влакана у производима од меса је показала многе позитивне стране. Технолошка својства која остварују приликом емулговања масти огледају се у позитивном утицају на текстуру, повећању способности везивања воде за меса, добијању стабилније емулзије, а такође могу повећати или пак смањити тврдоћу производа, у зависности у ком се облику додају (Younis и сар., 2015). Такође, влакна у производима могу допринети променама органолептичких карактеристика, при чему се ове промене у највећој мери одражавају на укус и мирис (Hjelm и сар., 2019). Антиоксидативна улога дијетних влакана је отворила могућност њихове употребе у изради барених кобасица, ради спречавања превремене оксидације масти и тако продужило њихов рок употребе (Wu и сар., 2022). Пошто влакна представљају низак извор калорија, њихов додатак производима утиче и на енергетску вредност, тако што смањују количину калорија у добијеном производу. Нискокалоричан производ би могао да допринесе популарности барених кобасица (Younis и сар., 2015).

Уз технолошке бенефите, дијетна влакна додата у барене кобасице поседују потенцијал да остваре низ позитивних ефеката на здравље конзумента. Препоручен дневни унос дијетних влакана је 25 g (Ye и сар., 2022). Она су дефинисана као јестиви делови биљака, који нису сварљиви у гастроинтестиналном тракту људи и чине ћелијски зид биљака (Gore и сар., 2022). Самим тим што су несварљиви састојак за ензиме у дигестивном тракту људи, дијетна влакна могу да играју изузетно важну улогу на важне процесе у организму, па тако на пример повећавају вискозитет садржаја у цревима, што узрокује бржу пасажу хране кроз њих. Могућност упијања воде и бубрења има за последицу омекшавање садржаја и лакше пражњење црева (Pathania и сар., 2022; Zhou и сар., 2022; Wang и сар., 2022; Younis и сар., 2022). Када након пасаже дођу у дебело црево, дијетна влакна служе као храна корисним врстама бактерија, што промовише њихов раст и размножавање, што сврстава влакна у пребиотике (Wang и сар., 2022). Захваљујући томе, наведене карактеристике влакана могу значајно да допринесу смањењу ризика од појаве карцинома дебелог црева. Поред ових карактеристика, дијетна влакна имају значај и у превенцији дијабетеса, јер смањују апсорпцију глукозе у цревима (Ninomiya и сар., 2022). Такође, употреба дијетних влакана у одговарајућим количинама показује позитивне ефекте на здравље и доприноси олакшавању

тегоба код оштећења јетре, гојазности, хипертензије, болести срца, možданог удара, и регулише метаболизам липида (Wang и сар., 2022; Gore и сар., 2022; Ma и сар., 2021).

Од напред поменутих потенцијалних замена за масти, посебно се могу издвојити инулин, који је несварљив за дигестивне ензиме човека и делује као пребиотик, а уједно показује погодна технолошка својства у кобасицама (Rodriguez и сар., 2014; Василев и сар., 2017), као и колаген који представља саставни део везивоткивне строме масног ткива (Zwick и сар., 2018), на основу чега се може претпоставити да би комбинација инулина као „имитације масти“ и колагена као „имитације везивоткивне строме“, могла успешно да се употреби као замена већег удела масног ткива у фино уситњеним бареним кобасицама.

2.2. Инулин

Инулин је полисахарид који представља биљни производ који се најчешће налази у корењу биљака. Заступљен је у више десетина хиљада биљака, као нпр. бели лук, Јерусалимска артичока, празилук, јечам, пшеница, шпаргле и др. Највише је заступљен у корену цикорије из које се екстрахује за комерцијалну употребу (Usman и сар., 2021).

Инулин се састоји од молекула глукозе, који су повезани β 2-1 гликозидним везама на чијем се крају налази α -D-(2,1)-глукопиранозидни прстен (Afinjuoto и сар., 2019). Управо оваква структура овог полисахарида чини га влакном које одолева ензимима у горњим партијама дигестивног тракта (Tawfik и сар., 2022; Nap и сар., 2022). У свом непромењеном облику доспева до дебелог црева и ту служи као храна за корисне врсте бактерија, где фаворизује њихов раст и размножавање (Василев и сар., 2017). Осим што служи као извор хране за бактерије млечне киселине и бифидобактерије, након његове разградње у задњим партијама гастроинтестиналног тракта долази до ослобађања масних киселина кратког ланца које повољно утичу на здравље човека (Nap и сар., 2022). Ово својство сврстава инулин у пребиотике, а уједно повољно делује и на црвени садржај и олакшава пробаву. Поред пребиотског ефекта, инулин има повољан утицај на ресорпцију калцијума и повећање минерализације костију код адолесцената (EFSA, 2014).

Значај употребе инулина у прехранбеној индустрији је вишеструк. Хидроксилне групе које поседује инулин, омогућавају му да се веже са водом у концентрацији до чак 50% и да формира стабилане гелове (Nap и сар., 2022). Углавном се користи као замена за шећер или маст у прехранбеним производима. У производима од меса се додаје у виду гела или праха (Álvarez и Barbut, 2013). У погледу сензорних својстава, инулин нема укус и мирис, захваљујући чему додаток инулина не мења битније органолептичка својства производа. При томе, инулин може повољно да утиче и на конзистенцију производа, тиме што је не мења или је чак унапређује, а његова бела боја одговара боји масног ткива, тако да може успешно да се користи као замена за масно ткиво (Rodriguez и сар., 2014). Исто тако, смањивање енергетске вредности производа може се постићи додавањем инулина као замене за маст, јер је његова енергетска вредност свега 1 Kcal/1 g. Међутим, количина инулина у производима не би требало да буде већа од 4 g/100 g, јер би у супротном могао да изазове надимање и дијареју код конзумента (Janvary., 2006).

Код барених кобасица, инулин може да се користи у форми праха или у форми водене суспензије. У форми праха, инулин се у току припреме надева додаје заједно са масним ткивом и ледом, при чему производи који су добијени на овај начин имају мањи губитак воде током топлотне обраде (cook loss), али су мање сочни и имају већу чврстоћу, што се приписује доброј способности везивања воде и инулина, као и јачању веза између састојака

надева (Keenan и сар., 2014). Исти аутори наводе да у форми праха инулин може да се дода у количини до 9% без негативних последица за сензорна својства производа, под условом да се ради о инулину ниског степена полимеризације (до 10 DP). Међутим, на овај начин може да се замени свега до 9% масног ткива у производу. С друге стране, могућност замене веће количине масног ткива у кобасицама даје примена инулина у виду водене суспензије. У оваквој суспензији, удео инулина може да се креће од 30% (Василев и сар., 2013) до 35% (Alvarez и Varbut, 2013). Како наводе Василев и сар. (2013), код барених кобасица које се уобичајено израђују са 25% масног ткива, суспензија инулина припремљена тако да однос инулина и воде буде 1:3, може да замени до 32% масног ткива (8% инулин гела и 17% масног ткива у надеву), дајући производ који садржи 3% више воде него контролни. Међутим, упркос већем садржају воде, сензорна својства таквог производа су била сасвим прихватљива, јер инулин добро везује воду. Међутим, Глишић и сар. (2019) наводе да добра стабилност суспензије инулина и воде може да се постигне хомогенизовањем 25% инулина и 75% воде, уз додаток 2% желатина, што даје могућност да се замени и до 64% масног ткива у кобасицама.

Употреба инулина је од великог значаја и за медицину и фармацију, где се показао као добар носач за одређене лекове у терапији обољења дебелог црева. Наиме, већина ових лекова се уобичајено апликује парентерално, при чему се оваквим начином примене у великој мери смањује концентрација лека док доспе до циљног ткива услед транспорта кроз организам. Како инулин није сварљив у желуцу и танким цревима, он се може успешно користити као носач лекова који би требало да испоље ефекат на дебело црево, чиме лек доспева до жељеног места у непромењеном облику и у одговарајућој концентрацији (Giri и сар., 2021; Hufnagel и сар., 2021; Afinjuomo и сар., 2019). Од стране управе за храну и лекове (Food and drug administration – FDA), проглашен је безбедним за употребу.

2.3. Колаген

Колаген је протеин везивног ткива људи и животиња, који чини око једне четвртине структурног протеина у њиховом организму (Bilek и Baugam., 2015). Најзаступљенији је у кожи, костима, хрскавицама, лигаментима, ноктима и коси (Furtado и сар., 2022). Познато је око 28 врста колагена (Hennet., 2019).

Његова улога у организму је вишеструка. Због својих особина, употреба колагена и његових деривата је веома популарна и широких размера, укључујући примену у козметичи, медицини и прехранбеној индустрији (Han и сар., 2021; Rodríguez A. и сар., 2018). У неким земљама Азије користио се као лек у народној медицини (Iwai и сар., 2005). Након ингестије, колаген се у дигестивном тракту разграђује, при чему се ослобађају биоактивни пептиди који остварују низ бенефита на здравствени статус људи (Tang и сар., 2022). Ови колагенски пептиди делују антиоксидативно, тако да смањују оксидативни стрес код људи, који је окидач за настанак многих незаразних болести (Tang и сар., 2022). Штавише, нека истраживања показују да хидролизати колагена остварују биолошке активности као што су антихипертензивна, имуномодулаторна, неуроактивна, минерална и хормонска регулација, као и да учествују у синтези матрикса хрскавице, помажући у смањењу бола код пацијената који пате од остеоартритиса, што га чини погодним као састојак у функционалним прехранбеним производима (Pal и Suresh., 2016).

У прехранбеној индустрији колаген је неизбежан састојак за добијање неких производа. Како би током, а такође и на крају процеса производње, добили одговарајуће органолептичке, хемијске и текстурне особине производа, неопходно је одабрати састојке који томе

доприносе. Bilek и Ваугам (2015) су користили хидролизоване колаген у производњи воћних сокова, а колаген се често користи и као додаток у производњи барених кобасица у циљу постизања боље стабилности најева и може да послужи као делимична замена за масно ткиво (Sousa и сар., 2017). Иако остварује велику улогу у повезивању најева барених кобасица, колаген им такође даје и извесне сензорне карактеристике (Hjelm и сар., 2019). Он може да се додаје у малим количинама, јер би у супротном укупан садржај колагена у протеинима производа прешао максимално дозвољену границу (20%) која је дефинисана правилником који одређује квалитет производа од меса (Службени Гласник РС, бр. 50/2019).

Извори из којих се колаген добија су веома различити и зависе од тога у које ће се сврхе касније користити. Колаген који се користи у прехранбеној индустрији углавном потиче из индустрије за штављење кожа, где се коже након уклањања длаке подвргавају термичкој обради и даљем процесном поступку. На крају процеса добијања колагена следи корак класификације, који зависи од величина добијених честица (Pereira и сар., 2011). Међутим, мора се водити рачуна и о томе да колаген, у зависности из ког извора потиче, може бити носилац микроорганизама, од којих су најзначајније клостридије, чије су споре отпорне на пастеризацију (Василев и Вуковић, 2008; Рашета и сар., 2018), што је значајно за безбедност и одрживост производа.

3. ЦИЉ И ЗАДАЦИ РАДА

Циљ истраживања ове дисертације је да се испита могућност делимичне и потпуне замене масног ткива суспензијом инулина и колагена у бареним кобасицама, и да се испита њихов утицај на параметре од значаја за квалитет и безбедност производа.

На основу наведених циљева, постављени су следећи задаци:

1. Произвести фино уситњене барене кобасице у којима би масно ткиво било делимично и потпуно замењено суспензијом инулина и колагена.
2. Испитати физичко-хемијске параметре произведених барених кобасица:
 - рН-вредност,
 - активност воде (a_w -вредност).
3. Испитати хемијски састав произведених барених кобасица:
 - садржај влаге,
 - садржај масти,
 - садржај протеина меса,
 - садржај колагена,
 - садржај холестерола,
 - садржај шећера,
 - садржај пепела,
 - садржај хлорида (кухињске соли),
 - садржај нитрита,
 - садржај укупног фосфора.
4. Испитати маснокиселински састав произведених барених кобасица.
5. Испитати хидролитичке и оксидативне промене на мастима код произведених барених кобасица у току складиштења:
 - садржај слободних масних киселина (киселински број),
 - пероксидни број,
 - TBARS вредност (*Thiobarbituric Acid Reactive Substances*).
6. Испитати микрофлору произведених барених кобасица у току складиштења:
 - број бактерија млечне киселине,
 - број бактерија из рода *Enterococcus*,
 - број сулфиторедукујућих клостридија,
 - присуство *Salmonella* врста,
 - присуство *Listeria monocytogenes*.
7. Испитати боју произведених барених кобасица инструменталним методама, према СИЕ L* a* b* систему.
8. Испитати текстуру произведених барених кобасица инструменталним методама:
 - профил текстуре (Texture Profile Analysis – TPA),
 - одређивање чврстоће и силе смицања по Warner-Bratzler-у.

9. Испитати сензорна својства произведених барених кобасица квантитативном дескриптивном анализом: спољашњи изглед, изглед и састав пресека, боја и одрживост боје, конзистенција, мирис и укус.

4. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОДЕ

4.1. Материјал

Произведене су четири групе барених кобасица, од којих је једна контролна са уобичајеним садржајем масног ткива и три са редукованим садржајем масног ткива. Контролна група је садржала 25% чврстог масног ткива (ЧМТ), прва експериментална група је садржала 15%, затим друга експериментална група 7,5% и трећа експериментална група барених кобасица је израђена без додатка чврстог масног ткива.

Надев барених кобасица је био следећег састава:

1. Контролна група (25% ЧМТ- а): свињско месо I категорије 50%, чврсто масно ткиво 25%, лед 21%, скроб 2%, нитритна со 1,7%, зачини 0,4%.
2. Прва експериментална група (група А) са 15% ЧМТ-а: Свињско месо I категорије 50%, чврсто масно ткиво 15%, лед 27%, инулин 4% (Fibruline Instant, Cosucra, Belgium), скроб 2%, колаген 0,7% (BPS 90 - Bovine collagen powder - Protein Slovakia a.s., Slovakia), нитритна со 1,7%, зачини 0,4%.
3. Друга експериментална група (група Б) са 7,5% ЧМТ-а: свињско месо I категорије 50%, чврсто масно ткиво 7,5%, лед 34%, инулин 4% (Fibruline Instant, Cosucra, Belgium), скроб 2%, колаген 1,2% (BPS 90 - Bovine collagen powder - Protein Slovakia a.s., Slovakia), нитритна со 1,7%, зачини 0,4%.
4. Трећа експериментална група (група Ц) без ЧМТ-а: свињско месо I категорије 50%, лед 41%, инулин 4% (Fibruline Instant, Cosucra, Belgium), скроб 2%, колаген 1,65% (BPS 90 - Bovine collagen powder - Protein Slovakia a.s., Slovakia), нитритна со 1,7%, зачини 0,4%.

Надев је припремљен тако што је у кутеру најпре грубо уситњено охлађено месо и замрзнуто масно ткиво, потом је додата нитритна со за саламурење и половина леда, а затим је додат скроб. Маса је даље уситњавана у кутеру при 7000 rpm до постизања температуре надева од 8 °С. Потом је додата и друга половина леда, а затим и инулин и колаген, тако да се у току даљег уситњавања у надеву формира суспензија. Након тога су додати зачини и надев је даље хомогенизован до постизања температуре надева од 9 °С чиме је добијена уједначена хомогена маса.

Надев кобасица је пуњен у вештачке омотаче дијаметра 55 mm и дужине 20 cm. После поступка пуњења кобасице су биле подвргнуте топлотној обради, односно поступку пастеризације, при температури од 78 °С док се не постигне 72 °С у термалном центру производа. По завршетку термичке обраде, кобасице су најпре хлађене под тушевима хладне воде (15 °С), а потом је хлађење настављено у расхладној комори при температури ваздуха од 2 °С, до постизања температуре од 4 °С у термалном центру кобасица. Кобасице су скалдиштене у расхладној комори при 4 °С до краја експеримента. Узорковање је спроведено одмах после производње након хлађења (нулти дан), као и након 20., 34., и 55. дана складиштења. Анализе су спроведене на 6 узорака из сваке групе, а један узорак је сачињавала цела кобасица. Испитивање је урађено у два понављања.



Слика 1. Производња експерименталних барених кобасица

- | | |
|-------------------------------------|---|
| а) Сировина за израду кобасица | д) Надев друге експерименталне групе |
| б) Додаци | ђ) Надев треће експерименталне групе |
| в) Надев контроле | е) Пуњење надева |
| г) Надев прве експерименталне групе | ж) Напуњене кобасице спремне за топлотну обраду |

4.2. Методе испитивања

Методe испитивања узорака укључивале су физичко-хемијске параметре, испитивање хемијског састава производа, испитивање параметара од значаја за праћење оксидационог промена на мастима, испитивање маснокиселинског састава, микробиолошка испитивања, испитивање боје и текстуре инструменталним методама, испитивање сензорних својстава производа, као и статистичку обраду података.

4.2.1. Испитивање физичко-хемијских параметара

- Утврђивање рН вредности је урађено у складу са стандардном методом (SRPS ISO 2917:2004) помоћу рН-метра *Testo 205* (Testo AG, Lenzkirch, Germany). Пре мерења, уређај је калибрисан помоћу стандардних пуфера. Мерења су извођена тако што је убодна сонда уређаја постављана у дубину производа на три места на пресеку, а као резултат мерења је узимана просечна вредност та три мерења.

- Активност воде (a_w -вредност) је мерена у складу са стандардном методом (ISO 21807:2004E) помоћу a_w -метра (FAst/1, GBX Scientific Instruments, Cédex, France). Поступак је укључивао постављање уситњеног узорка у посуду за мерење тако да садржај испуни 2/3 њене висине, а затим је посуду смештена у део уређаја у коме се налази мерна сонда. Мерење је извођено при константној температури од 20 °C, и трајало је до постизања еквилибријума. Као резултат мерења узимана је просечна вредност три мерења.

4.2.2. Испитивање хемијског састава

Анализа хемијског састава експерименталних барених кобасица је урађена одмах након производње, нултог дана. Испитивање је укључивало одређивање следећих параметара:

- Садржај протеина меса, у складу са стандардном методом (SRPS ISO 937:1992),
- Удео колагена у протеинима меса, у складу са стандардном методом (SRPS ISO 3496/2002),
- Садржај слободне масти, у складу са стандардном методом (SRPS ISO 1444:1998),
- Садржај воде, у складу са стандардном методом (SRPS ISO 1442:1998),
- Садржај пепела, у складу са стандардном методом (SRPS ISO 936:1999),
- Садржај хлорида (кухињске соли), у складу са модификованом стандардном методом за одређивање садржаја хлорида (кухињске соли) по Волхарду (SRPS ISO 1841-1:1999),
- Садржај укупног фосфора израженог као P_2O_5 , у складу са стандардном методом (SRPS ISO 13730:1999),
- Садржај холестерола је одређен течном хроматографијом високих перформанси са детекцијом низа фотодиода (HPLC-PDA). Припрема узорка је изведена према АОАС 994.10 методи (2010) прилагођеној у завршном кораку HPLC одређивања.

Хроматографски систем је био Alliance 2695 Separation Module са Photodiode Array Detector 2996 оба из Waters, Milford, MA, USA. Мобилна фаза се састојала од метанола, HPLC квалитета и ултра чисте воде (ASTM, Type I). Одређивање садржаја холестерола обављено је у режиму одвајања градијента на колони обрнуте фазе Kinetex C18 150 mm x 4.6 mm x 2,6 μm , 100 \AA (Phenomenex, Torrance, CA, USA).

- За одређивање шећера у узорцима барених кобасица коришћена је јонска хроматографија са пулсном амперометријском детекцијом. Систем за одређивање састојао се од следећих уређаја: 858 Professional Sample Processor, 930 Compact IC Flex with Oven/Deg, IC Amperometric Detector, све из Metrohm AG, Herisau, Switzerland. Колона за одвајање је била Metrosep Carb 2 250/4, такође из Metrohm-а, а одвајање моно- и дисахарида је било изократско. Мобилна фаза се састојала од 100 mM раствора натријум хидроксида и 10 mM раствора натријум ацетата у складу са оригиналном методом добијеном од стране Metrohm-а (2019).
- Испитивање садржаја нитрита је урађено нултог, 20., 34. и 55. дана, у складу са стандардном методом (SRPS ISO 2918:1999).
- Енергетска вредност производа израчуната је на основу хемијског састава помоћу одговарајућих фактора конверзије у складу са смерницама Food and Agriculture Organization (FAO, 2003), тако што је садржај масти (g) у 100 g производа помножен са 37 kJ, садржај протеина са 17 kJ, и укупних угљених хидрата/шећера (умањен за садржај инулина који је додат у модификоване производе) са 17 kJ. Пошто је инулин несварљив у дигестивном тракту човека и од њега се добија свега 4,16 kJ/g (Janvary, 2006), количина енергије добијена од инулина израчуната је множењем 4 g (колико је додат у надев) са фактором 4,16. Резултати енергетске вредности изражени су као kJ/100 g производа.

4.2.3. Анализа хидролизе и оксидације масти

Анализа хидролизе и оксидације масти укључивала је одређивање киселинског броја, пероксидног броја и одређивање TBARS вредности. Ове анализе су урађене током све четири фазе испитивања.

Одређивање киселинског броја је урађено стандардном методом (SRPS EN ISO 660:2021).

Одређивање пероксидног броја је урађен стандардном методом (SRPS EN ISO 3960:2017).

Одређивање TBARS вредности (Thiobarbituric Acid Reactive Substances) је урађено комбинованом методом по Tarladgis-у и сар. (1964) и Holland-у (1971).

4.2.4. Испитивање маснокиселинског састава

Испитивање маснокиселинског састава је урађено нултог дана. Слободна маст је екстрахована из узорака према методи ISO 1444:1996. Након екстракције липида, екстрахована маст је конвертована у метил естре масних киселина (FAMES) коришћењем 0,25 M триметилсулфонијум хидроксида (TMSH) у метанолу (EN ISO 5509:2000) како су описали Спирић и сар. (2010). FAMES су одређене капиларном гасном хроматографијом на GC Shimadzu 2010 (Kyoto, Japan) опремљеним детектором пламене јонизације и капиларном HP-88 колоном (100 m x 0,25 mm x 0,20 μm , J&W Scientific, USA). Хроматографски пикови у

узорцима су идентификовани поређењем релативног времена задржавања пикова FAME са пиковима у стандарду мешавине Supelco 37 Component FAME (Supelco, Bellefonte, USA).

4.2.5. Микробиолошка испитивања

У оквиру микробиолошког испитивања анализирано је присуство бактерија квара. Током анализе утврђиван је број бактерија млечне киселине у оквиру стандардне методе (ISO 15214:1998), затим је утврђиван број бактерија из рода *Enterococcus* на Kanamycin Esculin Azide агару, при 37 °C у току 24–48 h) и утврђиван је број сулфиторедукујућих кластридија у оквиру стандардне методе (SRPS ISO 15213:2011). Анализа наведених бактерија је урађена након производње и у току периода складиштења узорака. Резултати микробиолошких испитивања приказани су као \log_{10} CFU/g узорка. Присуство *Salmonella* spp. испитивано је помоћу стандардне хоризонталне методе за детекцију *Salmonella* spp. (ISO 6579-1:2017); присуство *Listeria monocytogenes* помоћу хоризонталне метода за детекцију и бројање *Listeria monocytogenes* – Део 1: Метода детекције (ISO 11290-1:2017). Резултати микробиолошких испитивања приказани су као \log cfu/g узорка.

4.2.6. Инструментално испитивање боје

За инструментално испитивање боје експерименталних фино уситњених барених кобасица коришћен је уређај ChromaMeter CR-400 (Minolta Co. Ltd, Tokyo, Japan), а вредности су приказане према CIE $L^*a^*b^*$ (L^* – светлоћа, a^* – интензитет црвене боје, b^* – интензитет жуте боје) систему. Мерења су спровођена при D-65 осветљењу са стандардним углом заклона од 2° и промером на мерној глави уређаја од 8 mm, при собној температури (20 ± 2 °C), непосредно након расечања кобасица.

4.2.7. Инструментално испитивање текстуре

Инструментално испитивање текстуре барених кобасица укључивало је одређивање параметара профила текстуре и одређивање чврстоће и силе смицања по Warner-Bratzler-у.

- За анализу профила текстуре (texture profile analysis - TPA) коришћен је универзални инструмент за испитивање текстуре TA XP (Stable Micro System, Godalming, Engleska). Из центра кобасице су најпре узимани исечци цилиндричног облика промера 22 mm и висине 20 mm, загрејани на собној температури (20 ± 2 °C), а потом подвргнути двострукој компресији до 50% од почетне висине. Компресија је извођена помоћу алуминијумске плоче чији је пречник 75 mm (P/75) и тега масе 5 kg. Брзина померања контактнoг наставка пре, за време и после теста износи 1 mm/s. Тврдоћа, адхезивност, еластичност, кохезивност, гуменост и жвакљивост су одређивани помоћу Exponent софтвера (Stable Micro Systems, Godalming, United Kingdom).

- Чврстоћа и сила смицања по Warner-Bratzler-у (WBSF, N), која представља силу потребну да се узорак прекине смицањем (сечењем), одређивана је помоћу истог уређаја као и код анализе профила текстуре (TA XP, Stable Micro System, Godalming, England), при чему се

користи наставак по Warner-Bratzler-у. Услови рада су били следећи: пречник узорка 1,27 cm, маса тега 5 kg и брзина померања наставка 1,5 mm/s.

4.2.8. Анализа сензорних својстава

Испитивање сензорних својстава експерименталних фино уситњених барених кобасица урађено је квантитативном дескриптивном анализом у складу са стандардном методом ISO 6564:1985. У испитивању је учествовало шест искусних оцењивача који су прошли обуку у складу са стандардом ISO 8586-2:2008. Пре оцењивања, чланови тима су дискутовали и дефинисали карактеристике сваке оцењиване особине, које су укључивале: спољашњи изглед, изглед и састав пресека, боја и одрживост боје, конзистенција, мирис и укус. Наведена својства производа оцењивана су према петобалној бод скали, са могућношћу додељивања пола поена. Оцена 5 додељивана је производима са типичним, оптималним квалитетом, оцена 4 је додељивана производима са малим одступањима од оптималног квалитета, оцена 3 је додељивана производима са умереним недостацима у квалитету, оцена 2 је додељивана производима са израженим недостацима, а оцена 1 је додељивана неприхватљивим производима. Оцењивачи су евалуирали производе независно, а групе испитиваних кобасица су означаване насумичним троцифреним бројевима.

4.2.9. Статистичка анализа података

У статистичкој анализи добијених резултата изведеног експеримента, као основне статистичке методе коришћени су дескриптивни статистички параметри и анализа варијансе (ANOVA) са Tukey-Kramer тестом поређења средњих вредности. Сигнификантност разлика је утврђена на нивоима значајности од 5% ($p < 0,05$). Сви добијени резултати су приказани табеларно и графички. За статистичку анализу добијених резултата коришћен је статистички пакет JMP Statistical Discovery 10, (SAS Institute, Cary, NC, USA), www.jmp.com. За припрему података за обраду коришћен је MS Excel из пакета MS Office 2016.

5. РЕЗУЛТАТИ

Резултати који су приказани у овом поглављу односе се на испитивање физичко-хемијских параметара, хемијског састава, садржаја угљених хидрата и шећера, маснокиселинског састава, параметара оксидације масти, микробиолошких промена, инструменталних параметара боје, инструменталних параметара текстуре и сензорне анализе.

5.1. Физичко-хемијски параметри

Резултати испитивања активности воде и рН вредности приказани су у табели број 1. Активност воде је код свих експерименталних група кобасица била приближна ($p > 0,05$) како на почетку, тако и на крају складиштења. На почетку складиштења a_w вредност је износила од $0,950 \pm 0,002$ код кобасица из контролне групе и група А и Б, до $0,952 \pm 0,001$ код производа из групе Ц. До краја складиштења дошло је до незнатног смањења активности воде која је 55. дана износила од $0,947 \pm 0,005$ код контролне групе кобасица, до $0,949 \pm 0,001$ код кобасица из групе Ц.

Вредност рН на почетку складиштења била је најмања ($p < 0,05$) код кобасица из групе А ($5,89 \pm 0,02$), код контролних кобасица и кобасица из групе Б била је приближна ($5,94 \pm 0,03$ и $5,97 \pm 0,01$, појединачно; $p > 0,05$), а највећа код кобасица из групе Ц ($6,04 \pm 0,03$). У току складиштења, рН вредност се повећавала код свих група кобасица, при чему је 55. дана била највећа ($p < 0,05$) код контролне групе ($6,19 \pm 0,01$), док је најмања вредност забележена код кобасица из групе А ($6,05 \pm 0,01$).

Табела 1. Физичко-хемијски параметри експерименталних кобасица

Параметар	Дан испитивања	Контрола	Група А	Група Б	Група Ц
a_w	0.	$0,950 \pm 0,002^a$	$0,950 \pm 0,002^a$	$0,950 \pm 0,001^a$	$0,952 \pm 0,001^a$
	20.	$0,950 \pm 0,002^a$	$0,949 \pm 0,001^a$	$0,952 \pm 0,001^a$	$0,953 \pm 0,001^a$
	34.	$0,949 \pm 0,006^a$	$0,951 \pm 0,001^a$	$0,948 \pm 0,001^a$	$0,949 \pm 0,001^a$
	55.	$0,947 \pm 0,005^a$	$0,948 \pm 0,001^a$	$0,948 \pm 0,001^a$	$0,949 \pm 0,001^a$
рН	0.	$5,94 \pm 0,03^b$	$5,89 \pm 0,02^c$	$5,97 \pm 0,01^b$	$6,04 \pm 0,03^a$
	20.	$6,06 \pm 0,02^a$	$5,88 \pm 0,01^c$	$5,97 \pm 0,01^b$	$6,07 \pm 0,01^a$
	34.	$6,11 \pm 0,01^a$	$6,01 \pm 0,01^c$	$6,04 \pm 0,01^b$	$6,10 \pm 0,01^a$
	55.	$6,19 \pm 0,01^a$	$6,05 \pm 0,01^d$	$6,10 \pm 0,00^c$	$6,15 \pm 0,01^b$

a, b, c, d = различита слова показују статистички значајну разлику ($p < 0,05$) за одређене параметре између експерименталних група

5.2. Хемијски састав

Резултати испитивања хемијског састава приказани су у табели број 2. У погледу садржаја масти, између свих експерименталних група утврђене су статистички значајне разлике ($p < 0,05$), при чему су код модификованих кобасица утврђене мање вредности него код контроле, пропорционално количини замењеног масног ткива у надеву. Најмање масти садржале су кобасице из групе Ц ($0,85 \pm 0,18$), што је 97% мање масти у односу на контролну групу, која је садржала $25,48 \pm 0,40\%$ масти. У погледу садржаја холестерола, код кобасица из групе Б ($47,06 \pm 2,03 \text{ mg}/100\text{g}$) и групе Ц ($46,23 \pm 4,93 \text{ mg}/100\text{g}$) утврђене су значајно мање вредности ($p < 0,05$) у односу на контролну групу ($55,87 \pm 1,27 \text{ mg}/100\text{g}$). Садржај протеина

био је уједначен ($p > 0,05$) код свих експерименталних група кобасица и износио је од $11,75 \pm 0,29\%$ код контролне групе, до $12,34 \pm 0,04$ код групе Б. Релативан садржај колагена у протеинима мяса био је најмањи код контролне групе кобасица ($3,68 \pm 0,33\%$) док су код модификованих кобасица утврђене значајно веће вредности ($p < 0,05$) пропорционално количини додатог колагена у производима, тако да је код кобасица из групе Ц износио $10,29 \pm 0,32\%$. Исто тако, садржај воде је био најмањи код контролне групе кобасица ($60,69 \pm 0,28\%$), док је код модификованих кобасица био значајно већи ($p < 0,05$), сходно количини додате воде у суспензији, тако да су највеће вредности утврђене код кобасица из групе Ц ($77,34 \pm 0,17\%$). Садржај кухињске соли је био уједначен код контролне групе кобасица и производа из групе А ($1,86 \pm 0,15\%$, односно $1,80 \pm 0,02\%$), док је код кобасица из групе Б и Ц био значајно мањи ($1,72 \pm 0,01\%$, односно $1,73 \pm 0,02\%$). Насупрот томе, садржај пепела је био значајно већи код кобасица из групе Б и Ц ($2,56 \pm 0,03\%$ и $2,50 \pm 0,07\%$, појединачно) у поређењу са производима из контролне групе ($2,26 \pm 0,17\%$) и групе А ($1,80 \pm 0,02\%$) сходно количини додатог инулина и колагена. Садржај укупних фосфата био је уједначен ($p > 0,05$) код свих производа и износио је од $5,70 \pm 0,33$ g/kg код контролне групе кобасица, до $5,72$ g/kg код кобасица из група А и Ц.

Табела 2. Хемијски састав експерименталних кобасица

Параметар	Контрола	Група А	Група Б	Група Ц	
Масти (%)	$25,48 \pm 0,40^a$	$10,58 \pm 0,89^b$	$5,01 \pm 0,70^c$	$0,85 \pm 0,18^d$	
Холестерол (mg/100g)	$55,87 \pm 1,27^{a*}$	$50,68 \pm 6,34^{ab}$	$47,06 \pm 2,03^b$	$46,23 \pm 4,93^b$	
Протеини (%)	$11,75 \pm 0,29^a$	$12,17 \pm 0,10^a$	$12,34 \pm 0,04^a$	$11,87 \pm 0,81^a$	
Колаген у протеинима (%)	$3,68 \pm 0,33^d$	$6,24 \pm 0,26^c$	$8,65 \pm 0,11^b$	$10,29 \pm 0,32^a$	
Садржај воде (%)	$60,69 \pm 0,28^d$	$64,89 \pm 0,14^c$	$71,53 \pm 0,29^b$	$77,34 \pm 0,17^a$	
Со (%)	$1,86 \pm 0,15^a$	$1,80 \pm 0,02^{ab}$	$1,72 \pm 0,01^b$	$1,73 \pm 0,02^b$	
Пепео (%)	$2,26 \pm 0,17^b$	$2,42 \pm 0,15^{ab}$	$2,56 \pm 0,03^a$	$2,50 \pm 0,07^a$	
Садржај фосфора (P_2O_5) (g/kg)	$5,70 \pm 0,33^a$	$5,72 \pm 0,09^a$	$5,71 \pm 0,14^a$	$5,72 \pm 0,13^a$	
Садржај нитрита (mg/kg)	0., дан	$74,86 \pm 1,17^a$	$69,04 \pm 4,86^b$	$75,35 \pm 2,65^a$	$78,67 \pm 3,06^a$
	20., дан	$70,67 \pm 0,87^a$	$68,01 \pm 1,95^b$	$69,64 \pm 1,45^{ab}$	$70,11 \pm 1,12^{ab}$
	34., дан	$56,07 \pm 1,01^a$	$56,08 \pm 1,03^a$	$56,31 \pm 0,73^a$	$56,44 \pm 0,64^a$
	55. дан	$61,24 \pm 0,32^b$	$52,56 \pm 0,53^d$	$56,53 \pm 0,34^c$	$68,40 \pm 0,08^a$

a, b, c, d = различита слова показују статистички значајну разлику ($p < 0,05$) за одређене параметре између експерименталних група

Садржај нитрита је на почетку складиштења био најмањи ($p < 0,05$) код кобасица из групе А ($69,04 \pm 4,86$ mg/kg), док је код кобасица из осталих експерименталних група био уједначен ($p > 0,05$) и износио је од $74,86 \pm 1,17$ mg/kg код контролне групе до $78,67 \pm 3,06$ mg/kg код производа из групе Ц. У току складиштења, садржај нитрита се смањивао код свих производа до 34. дана, и у овој фази је био уједначен ($p > 0,05$) код свих експерименталних група и износио је од $56,07 \pm 1,01$ mg/kg код контролне групе, до $56,44 \pm 0,64$ mg/kg код производа из групе Ц. У току даљег складиштења до 55. дана, садржај нитрита је наставио да опада код кобасица из групе А ($52,56 \pm 0,53$ mg/kg), код кобасица из групе Б је остао битније непромењен ($56,53 \pm 0,34$ mg/kg), док се код контролне групе и кобасица из групе Ц повећао и износио $61,24 \pm 0,32$ mg/kg односно $68,40 \pm 0,08$ mg/kg.

5.3. Садржај угљених хидрата и шећера

Резултати испитивања садржаја угљених хидрата и шећера у експерименталним кобасицама приказани су у табели 3. Модификоване кобасице су садржале значајно више ($p < 0,05$) угљених хидрата (од $7,46 \pm 0,84\%$ код производа из групе Ц до $9,94 \pm 1,06\%$ код производа из групе А) него кобасице из контролне групе ($1,91 \pm 0,40\%$) сразмерно количини додатог инулина. Исто тако, модификоване кобасице су садржале и значајно више ($p < 0,05$) укупних шећера (од $0,47\%$ код производа из група А и Ц, $0,49\%$ код производа из групе Б) у поређењу са кобасицама из контролне групе ($0,22 \pm 0,01\%$). Од простих шећера, код контролних кобасица једино је утврђено присуство глукозе и то у количини од $0,22 \pm 0,01\%$, што је било значајно мање ($p < 0,05$) него код модификованих производа који су садржали од $0,25 \pm 0,02\%$ (група А) до $0,27 \pm 0,02\%$ (група Ц) глукозе. Код контролне групе производа није утврђено присуство фруктозе, док је код модификованих производа садржај овог шећера износио од $0,07 \pm 0,01\%$ код групе Ц до $0,09 \pm 0,01\%$ код групе А. Исто тако, код контролне групе производа није утврђено ни присуство сахарозе, док је код модификованих производа садржај овог шећера износио од $0,13 \pm 0,01\%$ код група А и Ц до $0,15 \pm 0,01\%$ код групе Б.

Табела 3. Садржај угљених хидрата и шећера код експерименталних кобасица (%)

Параметар	Контрола	Група А	Група Б	Група Ц
Укупни угљени хидрати	$1,91 \pm 0,40^c$	$9,94 \pm 1,06^a$	$8,56 \pm 0,96^{ab}$	$7,46 \pm 0,84^b$
Укупни шећери	$0,22 \pm 0,01^b$	$0,47 \pm 0,03^a$	$0,49 \pm 0,02^a$	$0,47 \pm 0,01^a$
Садржај шећера	Фруктоза	$0,00 \pm 0,00^c$	$0,09 \pm 0,01^a$	$0,08 \pm 0,01^{ab}$
	Глукоза	$0,22 \pm 0,01^b$	$0,25 \pm 0,02^a$	$0,27 \pm 0,02^a$
	Сахароза	$0,00 \pm 0,00^b$	$0,13 \pm 0,01^a$	$0,15 \pm 0,01^a$

a, b, c = различита слова показују статистички значајну разлику ($p < 0,05$) за одређене параметре између експерименталних група

Највећу енергетску вредност (табела 4) имале су кобасице из контролне групе ($1178,45 \pm 26,7$ kJ/100 g), а најмању производи из групе Ц ($316,70 \pm 34,88$) ($p < 0,05$). Код кобасица из контролне групе и групе А, доминантан извор енергије су биле масти ($942,76 \pm 14,8$ kJ/100 g и $391,46 \pm 32,93$ kJ/100 g, појединачно), код производа из групе Б масти и протеини дају приближну количину енергије ($185,37 \pm 25,9$, односно $209,78 \pm 0,68$, појединачно), док су код производа из групе Ц доминантан извор енергије протеини ($201,79 \pm 13,77$ kJ/100 g).

Табела 4. Енергетска вредност експерименталних кобасица (kJ/100 g)

Извор енергије	Контрола	Група А	Група Б	Група Ц
Масти	$942,76 \pm 14,8^a$	$391,46 \pm 32,93^b$	$185,37 \pm 25,9^c$	$31,45 \pm 6,66^d$
Протеини	$199,75 \pm 4,93^a$	$206,89 \pm 1,70^a$	$209,78 \pm 0,68^a$	$201,79 \pm 13,77^a$
Угљени хидрати без инулина	$32,47 \pm 6,80^c$	$100,98 \pm 18,02^a$	$77,52 \pm 16,32^{ab}$	$58,83 \pm 14,28^b$
Инулин	-	$16,64 \pm 0,00$	$16,64 \pm 0,00$	$16,64 \pm 0,00$
Укупни шећери	$3,74 \pm 0,17^b$	$7,99 \pm 0,51^a$	$8,33 \pm 0,34^a$	$7,99 \pm 0,17^a$
Укупна енергетска вредност	$1178,45 \pm 26,7^a$	$723,96 \pm 53,16^b$	$497,64 \pm 43,24^c$	$316,70 \pm 34,88^d$

a, b, c, d = различита слова показују статистички значајну разлику ($p < 0,05$) за одређене параметре између експерименталних група

5.4. Маснокиселински састав

Садржај појединачних масних киселина, као и група масних киселина, изражен као процентуални удео у односу на садржај укупних масних киселина приказан је у табели 5.

Код свих експерименталних производа најзаступљенија масна киселина била је олеинска, при чему је њен удео био значајно већи код кобасица из групе Ц ($50,47 \pm 0,52\%$) у односу на производе из контролне групе, и група А и Б ($45,21 \pm 0,6$; $42,85 \pm 1,75$ и $43,71 \pm 2,70\%$, појединачно). Следећа по заступљености била је палмитинска, при чему су све модификоване кобасице садржале значајно већи ($p < 0,05$) удео ове киселине (од $24,51 \pm 1,78\%$ код кобасица из групе Б до $24,81 \pm 0,29\%$ код производа из групе Ц) у поређењу са контролном групом ($22,43 \pm 0,21\%$). Удео линолне киселине био је највећи код контролне групе ($15,75 \pm 0,59\%$), значајно мањи код група А и Б ($13,06 \pm 1,61$ и $12,75 \pm 1,25\%$, појединачно), а најмањи код кобасица из групе Ц ($7,44 \pm 0,33\%$). Највећи удео стеаринске киселине утврђен је код кобасица из група А и Б ($13,18 \pm 0,81\%$ и $12,76 \pm 1,19\%$, појединачно), што је било значајно више ($p < 0,05$) него код контролне, и кобасица из групе Ц ($11,30 \pm 0,13$ и $10,78 \pm 0,16\%$, појединачно). Од омега-3 масних киселина, најзаступљенија је била α -линолеинска, чији је садржај био највећи код контролне групе кобасица ($0,86 \pm 0,09\%$), у поређењу са њима значајно мањи ($p < 0,05$) садржај ове масне киселине утврђен је код кобасица из група А и Б ($0,63 \pm 0,06\%$ и $0,65 \pm 0,08\%$, појединачно), док су најмање ($p < 0,05$) вредности утврђене код кобасица из групе Ц ($0,43 \pm 0,01\%$). У погледу релативног садржаја група масних киселина и њихових односа, кобасице из групе А и Б имале су готово идентичан маснокиселински састав, при чему су имале значајно мањи ($p < 0,05$) удео полинезасићених масних киселина ($14,60 \pm 1,71\%$, односно $14,29 \pm 1,33\%$), као и значајно већи ($p < 0,05$) релативан садржај засићених масних киселина ($40,31 \pm 3,47\%$, односно $39,71 \pm 3,95\%$) него контролне кобасице ($17,36 \pm 0,67\%$ PUFA и $35,14 \pm 0,25\%$ SFA). С друге стране, кобасице из групе Ц имале су значајно нижи ($p < 0,05$) релативни удео n-3 масних киселина ($0,51 \pm 0,02\%$) и полинезасићених масних киселина ($8,45 \pm 0,34\%$), значајно већи удео мононезасићених ($54,05 \pm 0,56\%$) као и приближан удео засићених масних киселина ($37,24 \pm 0,30\%$) и n-6/n-3 однос ($15,53 \pm 1,23\%$) у поређењу са контролним кобасицама, и кобасицама из група А и Б.

Садржај појединачних масних киселина, као и група масних киселина, у целим производима (апсолутни садржај масних киселина) приказан је у табели 6. Највећи садржај сваке од појединачних масних киселина утврђен је у контролној групи производа, док су код модификованих кобасица ове вредности биле значајно мање ($p < 0,05$) по следећем опадајућем редоследу: група А, група Б и група Ц. Апсолутни садржај олеинске киселине у кобасицама из контролне групе износио је $11,52 \pm 0,33\%$, палмитинске $5,72 \pm 0,11\%$, линолне $4,01 \pm 0,11\%$, стеаринске $2,88 \pm 0,05\%$, и α -линолеинске $0,22 \pm 0,02\%$. Насупрот њима, код кобасица из групе Ц, садржај поменутих масних киселина био је следећи: олеинска $0,43 \pm 0,09\%$, палмитинска $0,21 \pm 0,04\%$, линолна $0,06 \pm 0,01\%$, стеаринска $0,09 \pm 0,02\%$, док је садржај α -линолеинске био испод лимита детекције. У погледу група масних киселина, контролне кобасице садржале су $12,05 \pm 0,35\%$ мононезасићених, $8,95 \pm 0,14\%$ засићених, $4,42 \pm 0,13\%$ полинезасићених, $4,16 \pm 0,09\%$ омега-6 и $0,25 \pm 0,03\%$ омега-3 масних киселина. С друге стране, кобасице из групе Ц садржале су $0,46 \pm 0,10\%$ мононезасићених, $0,31 \pm 0,06\%$ засићених, $0,07 \pm 0,01\%$ полинезасићених, $0,07 \pm 0,01\%$ омега-6 масних киселина, док су омега-3 масне киселине биле испод лимита детекције.

Табела 5. Маснокиселински састав експерименталних кобасица изражен као % укупних масних киселина

Масне киселине	Контрoла	Група А	Група Б	Група Ц
Миристинска (C14-0)	0,96 ± 0,06 ^a	1,94 ± 0,83 ^a	1,80 ± 0,93 ^a	1,08 ± 0,03 ^a
Пентадеканска C15-0	0,04 ± 0,01 ^a	0,13 ± 0,14 ^a	0,17 ± 0,13 ^a	0,06 ± 0,01 ^a
Палмитинска (C16-0)	22,43 ± 0,21 ^b	24,61 ± 1,73 ^a	24,51 ± 1,78 ^a	24,81 ± 0,29 ^a
Сапиенска (C16-1)	1,31 ± 0,06 ^d	1,41 ± 0,02 ^c	1,48 ± 0,02 ^b	2,55 ± 0,04 ^a
Хептадеканска (C17-0)	0,20 ± 0,00 ^{bc}	0,26 ± 0,04 ^a	0,23 ± 0,06 ^{ab}	0,14 ± 0,01 ^c
Стеаринска (C18-0)	11,30 ± 0,13 ^b	13,18 ± 0,81 ^a	12,76 ± 1,19 ^a	10,78 ± 0,16 ^b
Олеинска (C18-1 cis9)	45,21 ± 0,64 ^b	42,85 ± 1,75 ^b	43,71 ± 2,70 ^b	50,47 ± 0,52 ^a
Линолна (C18-2 n-6)	15,75 ± 0,59 ^a	13,06 ± 1,61 ^b	12,75 ± 1,25 ^b	7,44 ± 0,33 ^c
α-Линолеинска (C18-3 n-3)	0,86 ± 0,09 ^a	0,63 ± 0,06 ^b	0,65 ± 0,08 ^b	0,43 ± 0,01 ^c
γ- Линолеинска (C18-3 n-6)	0,09 ± 0,04 ^{ab}	<0,01 ± 0,00 ^c	0,06 ± 0,06 ^{bc}	0,14 ± 0,02 ^a
Арахидонска (C20-0)	0,22 ± 0,03 ^b	0,41 ± 0,06 ^a	0,32 ± 0,17 ^{ab}	0,38 ± 0,02 ^a
Еикосаенска (C20-1)	0,76 ± 0,02 ^b	0,53 ± 0,06 ^c	0,63 ± 0,13 ^c	1,03 ± 0,01 ^a
Еикосадиенска (C20-2)	0,56 ± 0,02 ^a	0,43 ± 0,10 ^b	0,44 ± 0,08 ^b	0,32 ± 0,01 ^c
Еикосатриенска (C20-3) n-3	0,12 ± 0,01 ^a	<0,01 ± 0,00 ^c	0,04 ± 0,05 ^b	0,08 ± 0,01 ^{ab}
Дихомо- γ- Линолеинска (C20-3 n-6)	0,05 ± 0,01 ^a	0,08 ± 0,09 ^a	0,05 ± 0,05 ^a	0,04 ± 0,00 ^a
Ерукуинска C22-1 + Арахидонска C20-4	0,20 ± 0,01 ^{ab}	0,08 ± 0,09 ^c	0,12 ± 0,11 ^{bc}	0,26 ± 0,01 ^a
Укупне n-3 м.к.	1,00 ± 0,12 ^a	1,05 ± 0,10 ^a	1,01 ± 0,12 ^a	0,51 ± 0,02 ^b
Укупне n-6 м.к.	16,35 ± 0,48 ^a	13,20 ± 1,45 ^b	13,15 ± 1,55 ^b	7,87 ± 0,41 ^c
Однос n-6 према n-3 м.к.	16,48 ± 1,63 ^a	13,05 ± 0,30 ^b	13,87 ± 3,02 ^b	15,53 ± 1,23 ^{ab}
Укупне засићене м.к.	35,14 ± 0,25 ^b	40,31 ± 3,47 ^a	39,71 ± 3,95 ^a	37,24 ± 0,30 ^{ab}
Укупне мононезасићене м.к.	47,28 ± 0,69 ^b	44,79 ± 1,79 ^b	45,81 ± 2,82 ^b	54,05 ± 0,56 ^a
Укупне полинезасићене м.к.	17,36 ± 0,67 ^a	14,60 ± 1,71 ^b	14,29 ± 1,33 ^b	8,45 ± 0,34 ^c

a, b, c = различита слова показују статистички значајну разлику (p<0.05) за одређене параметре између експерименталних група

Табела 6. Маснокиселински састав експерименталних кобасица изражен као % у производу

Масне киселине	Контрора	Група А	Група Б	Група Ц
Миристинска (C14-0)	0,24 ± 0,01 ^a	0,21 ± 0,10 ^b	0,09 ± 0,04 ^c	0,01 ± 0,00 ^d
Пентадеканска C15-0	0,01 ± 0,00 ^a	0,01 ± 0,02 ^a	0,01 ± 0,01 ^a	<0,01 ± 0,00 ^b
Палмитинска (C16-0)	5,72 ± 0,11 ^a	2,62 ± 0,40 ^b	1,22 ± 0,11 ^c	0,21 ± 0,04 ^d
Сапиенска (C16-1)	0,33 ± 0,02 ^a	0,15 ± 0,01 ^b	0,07 ± 0,01 ^c	0,02 ± 0,00 ^d
Хептадеканска (C17-0)	0,05 ± 0,00 ^a	0,03 ± 0,01 ^b	0,01 ± 0,00 ^c	0,00 ± 0,00 ^d
Стеаринска (C18-0)	2,88 ± 0,05 ^a	1,40 ± 0,20 ^b	0,63 ± 0,04 ^c	0,09 ± 0,02 ^d
Олеинска (C18-1 cis9)	11,52 ± 0,33 ^a	4,52 ± 0,21 ^b	2,2 ± 0,43 ^c	0,43 ± 0,09 ^d
Линолна (C18-2 n-6)	4,01 ± 0,11 ^a	1,37 ± 0,08 ^b	0,65 ± 0,15 ^c	0,06 ± 0,01 ^d
α-Линолеинска (C18-3 n-3)	0,22 ± 0,02 ^a	0,07 ± 0,00 ^b	0,03 ± 0,01 ^c	<0,01 ± 0,00 ^d
γ- Линолеинска (C18-3 n-6)	0,02 ± 0,01 ^a	<0,01 ± 0,00 ^b	0,00 ± 0,00 ^b	<0,01 ± 0,00 ^b
Арахидонска (C20-0)	0,05 ± 0,01 ^a	0,04 ± 0,01 ^a	0,02 ± 0,01 ^b	<0,01 ± 0,00 ^c
Еикосаенска (C20-1)	0,19 ± 0,00 ^a	0,06 ± 0,00 ^b	0,03 ± 0,01 ^c	0,01 ± 0,00 ^d
Еикосадиенска (C20-2)	0,14 ± 0,00 ^a	0,04 ± 0,01 ^b	0,02 ± 0,01 ^c	<0,01 ± 0,00 ^d
Еикосатриенска (C20-3) n-3	0,03 ± 0,00 ^a	<0,01 ± 0,00 ^b	<0,01 ± 0,00 ^b	<0,01 ± 0,00 ^b
Дихомо- γ- Линолеинска (C20-3 n-6)	0,01 ± 0,00 ^a	0,01 ± 0,01 ^{ab}	<0,01 ± 0,00 ^b	<0,01 ± 0,00 ^b
Ерукуинска C22-1 + Арахидонска C20-4	0,05 ± 0,00 ^a	0,01 ± 0,01 ^b	0,01 ± 0,01 ^b	<0,01 ± 0,00 ^b
Укупне n-3 м.к.	0,25 ± 0,03 ^a	0,11 ± 0,01 ^b	0,05 ± 0,00 ^c	<0,01 ± 0,00 ^d
Укупне n-6 м.к.	4,16 ± 0,09 ^a	1,39 ± 0,06 ^b	0,67 ± 0,16 ^c	0,07 ± 0,01 ^d
Однос n-6 према n-3 м.к.	16,48 ± 1,63 ^a	13,05 ± 0,30 ^b	13,87 ± 3,02 ^b	15,53 ± 1,23 ^{ab}
Укупне засићене м.к.	8,95 ± 0,14 ^a	4,29 ± 0,71 ^b	1,97 ± 0,13 ^c	0,31 ± 0,06 ^d
Укупне мононезасићене м.к.	12,05 ± 0,35 ^a	4,73 ± 0,22 ^b	2,31 ± 0,45 ^c	0,46 ± 0,10 ^d
Укупне полинезасићене м.к.	4,42 ± 0,13 ^a	1,53 ± 0,08 ^b	0,72 ± 0,16 ^c	0,07 ± 0,01 ^d

a, b, c = различита слова показују статистички значајну разлику ($p < 0.05$) за одређене параметре између експерименталних група

5.5. Параметри хидролизе и оксидације масти

Киселински број је на почетку складиштења био највећи ($p < 0,05$) код производа из групе А и износио је $1,74 \pm 0,16$ mg KOH/g (табела 7). Мања вредност је утврђена код контроле $0,80 \pm 0,07$ mg KOH/g, а најмања код кобасица из група Б и Ц код којих је киселински број био приближан ($p > 0,05$) и износио $0,47 \pm 0,08$ mg KOH/g, односно $0,36 \pm 0,05$ mg KOH/g, појединачно. Након 34. дана складиштења, киселински број се смањио код кобасица из групе А када је износио $0,88 \pm 0,10$ mg KOH/g, док се код осталих група повећао, тако да је износио од $0,57 \pm 0,06$ mg KOH/g код групе Ц до $1,16 \pm 0,05$ mg KOH/g код групе Б. До 55. дана складиштења, киселински број остаје битније непромењен код кобасица из групе А ($0,87 \pm 0,06$ mg KOH/g), док код осталих производа опада тако да код производа из групе Б износи $0,43 \pm 0,01$ mg KOH/g, а најмање и веома приближне вредности ($p > 0,05$) утврђене су код контролних ($0,38 \pm 0,01$ mg KOH/g) и кобасица из групе Ц ($0,37 \pm 0,05$ mg KOH/g).

Пероксидни број је код свих експерименталних група производа био испод лимита детекције, током читавог периода складиштења.

Табела 7. Параметри оксидације липида експерименталних кобасица

Параметар	Дан испитивања	Контрола	Група А	Група Б	Група Ц
Киселински број (mg KOH/g)	0.	$0,80 \pm 0,07^b$	$1,74 \pm 0,16^a$	$0,47 \pm 0,08^c$	$0,36 \pm 0,05^c$
	20.	$0,75 \pm 0,11^a$	$0,33 \pm 0,07^b$	$0,76 \pm 0,05^a$	$0,28 \pm 0,03^b$
	34.	$0,95 \pm 0,11^b$	$0,88 \pm 0,10^b$	$1,16 \pm 0,05^a$	$0,57 \pm 0,06^c$
	55.	$0,38 \pm 0,01^{bc}$	$0,87 \pm 0,06^a$	$0,43 \pm 0,01^b$	$0,37 \pm 0,02^c$
Пероксидни број mg KOH/g	0.	$<0,01 \pm 0,00^a$	$<0,01 \pm 0,00^a$	$<0,01 \pm 0,00^a$	$<0,01 \pm 0,00^a$
	20.	$<0,01 \pm 0,00^a$	$<0,01 \pm 0,00^a$	$<0,01 \pm 0,00^a$	$<0,01 \pm 0,00^a$
	34.	$<0,01 \pm 0,00^a$	$<0,01 \pm 0,00^a$	$<0,01 \pm 0,00^a$	$<0,01 \pm 0,00^a$
	55.	$<0,01 \pm 0,00^a$	$<0,01 \pm 0,00^a$	$<0,01 \pm 0,00^a$	$<0,01 \pm 0,00^a$
TBARS вредност (mg MDA/kg)	0.	$0,08 \pm 0,01^b$	$0,08 \pm 0,04^b$	$0,09 \pm 0,02^b$	$0,14 \pm 0,03^c$
	20.	$0,03 \pm 0,01^b$	$0,03 \pm 0,01^b$	$0,02 \pm 0,01^b$	$0,06 \pm 0,01^c$
	34.	$0,04 \pm 0,01^a$	$0,05 \pm 0,01^a$	$0,04 \pm 0,01^a$	$0,04 \pm 0,01^a$
	55.	$0,05 \pm 0,01^c$	$0,05 \pm 0,01^{bc}$	$0,06 \pm 0,01^b$	$0,09 \pm 0,01^a$

а, б, с = различита слова показују статистички значајну разлику ($p < 0,05$) за одређене параметре између експерименталних група

TBARS вредност је на почетку складиштења била значајно већа код кобасица из групе Ц ($0,14 \pm 0,03$ mg MDA/kg; $p < 0,05$) у поређењу са осталим групама експерименталних производа код којих је износила од $0,08 \pm 0,01$ mg MDA/kg код контролне групе и групе А, до $0,09 \pm 0,02$ mg MDA/kg код групе Б. Након 20. дана складиштења TBARS вредност је опала код свих група производа, при чему је била највећа ($p < 0,05$) код кобасица из групе Ц ($0,06 \pm 0,01$ mg MDA/kg), код контролних и код кобасица из групе А износила је $0,03 \pm 0,01$ mg MDA/kg, а код кобасица из групе Б $0,02 \pm 0,01$ mg MDA/kg. Током даљег складиштења, TBARS вредност се повећала код свих производа, тако да је након 55. дана највећа вредност ($p < 0,05$) утврђена код кобасица из групе Ц ($0,09 \pm 0,01$ mg MDA/kg), код кобасица из групе Б износила је $0,06 \pm 0,01$ mg MDA/kg, а најмања вредност је утврђена код контроле групе и групе А код којих је била идентична и износила $0,05 \pm 0,01$ mg MDA/kg.

5.6. Микробиолошка испитивања

Резултати микробиолошког испитивања експерименталних производа приказани су у табели 8, при чему ни у једном узорку у 25 g није утврђено присуство *Salmonella* врста ни *Listeria monocytogenes* како на почетку, тако ни током целокупног преиода складиштења.

Табела 8. Параметри микробиолошког испитивања експерименталних кобасица

	Дан испитивања	Контрола	Група А	Група Б	Група Ц
<i>Salmonella</i> врсте (у 25 g)	0.	-	-	-	-
	20.	-	-	-	-
	34.	-	-	-	-
	55.	-	-	-	-
<i>Listeria monocytogenes</i> (у 25 g)	0.	-	-	-	-
	20.	-	-	-	-
	34.	-	-	-	-
	55.	-	-	-	-
Бактерије млечне киселине (log cfu/g)	0.	< 1	< 1	< 1	< 1
	20.	< 1	< 1	< 1	< 1
	34.	< 1	< 1	< 1	< 1
	55.	3,42 ± 3,43	1,48 ± 1,40	< 1	< 1
<i>Enterococcus spp.</i> (log cfu/g)	0.	< 1	< 1	< 1	< 1
	20.	< 1	< 1	< 1	< 1
	34.	< 1	< 1	< 1	< 1
	55.	< 1	< 1	< 1	< 1
Сулфиторедукујуће бактерије (log cfu/g)	0.	< 1	< 1	< 1	< 1
	20.	< 1	< 1	< 1	< 1
	34.	< 1	< 1	< 1	< 1
	55.	< 1	< 1	< 1	< 1

Број бактерија млечне киселине (БМК) је на почетку складиштења био испод лимита детекције (< 1 log cfu/g) код свих група кобасица, и на том нивоу се задржао и након 20. и 34. дана. Међутим, након 55. дана, бактерије млечне киселине су детектоване код контролних кобасица (3,42 ± 3,43 log cfu/g) и производа из групе А (1,48 ± 1,40 log cfu/g), при чему разлика у броју БМК између ових група производа није била значајна (p>0,05) због израженог варирања резултата. Број *Enterococcus spp.* и сулфиторедукујућих клостридија био је испод лимита детекције (< 1 log cfu/g) током читавог периода складиштења код свих експерименталних група производа.

5.7. Инструментално испитивање боје

У табели 9 су приказани резултати инструменталног мерења боје према CIE L* a* b* систему. На почетку складиштења производи из групе Ц били су најтамнији (L*=75,46 ± 0,29; p<0,05), а производи из групе А најсветлији (L*=80,06 ± 0,37; p<0,05). У овој фази, производи из контролне групе (L*=78,00 ± 0,43) и групе Б (L*=78,27 ± 0,56) имали су веома приближане L* вредности (p>0,05). У току целокупног периода складиштења, вредности су остале битније непромењене, тако да су и 55. дана кобасице из групе Ц биле најтамније (L*=76,00 ± 0,40), а производи из групе А најсветлије (L*=81,04 ± 0,34). Међутим, у овој фази, кобасице из групе Б (L*=79,08 ± 0,32) биле су значајно светлије (p<0,05) од контролних производа (L*=78,15 ± 0,25).

Производи из контролне групе имали су на почетку сакладиштења значајно већи ($p < 0,05$) удео црвене боје ($a^* = 7,29 \pm 0,80$) у поређењу са свим модификованим производима, међу којима су кобасице из групе А ($a^* = 7,29 \pm 0,80$) и групе Б ($a^* = 5,54 \pm 0,38$) имале значајно израженију ($p < 0,05$) црвену нијансу боје од производа из групе Ц, код којих су утврђене најмање вредности за удео црвене боје ($a^* = 4,84 \pm 0,36$). У току складиштења, удео црвене боје се повећао код свих експерименталних група производа, с тим да су и даље најизраженију црвену нијансу боје ($p < 0,05$) имале кобасице из контролне групе ($a^* = 8,46 \pm 0,13$). Међутим, код модификованих кобасица, највеће a^* вредности утврђене су код кобасица из групе Ц ($a^* = 6,23 \pm 0,31$), а најмање код производа из групе А ($a^* = 5,90 \pm 0,24$), али разлика у уделу црвене боје између свих група модификованих производа није била статистички значајна ($p > 0,05$).

Удео жуте боје на почетку складиштења био је значајно већи код контролних кобасица ($b^* = 10,28 \pm 0,46$) и кобасица из групе Ц ($b^* = 9,87 \pm 0,22$) у поређењу са производима из група А и Б ($9,36 \pm 0,27$ и $9,32 \pm 0,16$, појединачно). Међутим, у току складиштења удео жуте боје опада и изједначава се код свих група производа, тако да већ од 20. дана па до краја складиштења више није било значајне разлике у жутој нијанси боје између експерименталних група ($p > 0,05$). Ове вредности су 55. дана износиле од $8,93 \pm 0,43$ код кобасица из групе А, до $9,22 \pm 0,14$ код кобасица из групе Ц.

Табела 9. Параметри боје према CIE L* a* b* систему експерименталних кобасица

Параметар	Дан	Контрола	Група А	Група Б	Група Ц
L*	0.	$78,00 \pm 0,43^b$	$80,06 \pm 0,37^a$	$78,27 \pm 0,56^b$	$75,46 \pm 0,29^c$
	20.	$78,37 \pm 0,43^b$	$80,49 \pm 1,15^a$	$79,07 \pm 0,33^b$	$75,85 \pm 0,40^c$
	34.	$78,07 \pm 0,48^c$	$81,29 \pm 0,43^a$	$78,75 \pm 0,28^b$	$75,89 \pm 0,40^d$
	55.	$78,15 \pm 0,25^c$	$81,04 \pm 0,34^a$	$79,08 \pm 0,32^b$	$76,00 \pm 0,40^d$
a*	0.	$7,29 \pm 0,80^a$	$5,78 \pm 0,27^b$	$5,54 \pm 0,38^b$	$4,84 \pm 0,36^c$
	20.	$7,56 \pm 0,32^a$	$5,53 \pm 0,35^b$	$5,35 \pm 0,46^b$	$5,40 \pm 0,23^b$
	34.	$8,68 \pm 0,50^a$	$6,07 \pm 0,48^b$	$6,06 \pm 0,21^b$	$6,00 \pm 0,25^b$
	55.	$8,46 \pm 0,13^a$	$5,90 \pm 0,24^b$	$5,97 \pm 0,43^b$	$6,23 \pm 0,31^b$
b*	0.	$10,28 \pm 0,46^a$	$9,36 \pm 0,27^b$	$9,32 \pm 0,16^b$	$9,87 \pm 0,22^a$
	20.	$10,05 \pm 0,15^a$	$9,37 \pm 1,53^a$	$9,66 \pm 0,28^a$	$9,60 \pm 0,20^a$
	34.	$9,42 \pm 0,21^a$	$9,04 \pm 0,38^a$	$9,14 \pm 0,14^a$	$9,43 \pm 0,25^a$
	55.	$9,20 \pm 0,48^a$	$8,93 \pm 0,43^a$	$9,17 \pm 0,34^a$	$9,22 \pm 0,14^a$

a, b, c, d = различита слова показују статистички значајну разлику ($p < 0,05$) за одређене параметре између експерименталних група

5.8. Инструментално испитивање текстуре

Инструментално испитивање текстуре експерименталних кобасица приказано је у табели 10.

Вредности тврдоће експерименталних кобасица на почетку складиштења биле су уједначене ($p > 0,05$) и износиле су од $4255,83 \pm 756,44$ g код кобасица из групе А до $4671,22 \pm 370,56$ g код производ из групе Б. Након 34. дана складиштења код свих експерименталних група производа дошло је до повећања интензитета тврдоће, при чему су највеће вредности утврђене код кобасица из групе А ($6387,33 \pm 587,45$ g), а најмање ($p < 0,05$) код производа из групе Ц ($5454,63 \pm 360,37$ g). Међутим, у току даљег складиштења до 55. дана, интензитет тврдоће опада и вредности постају приближне ($p > 0,05$) код свих група производа, при чему

износе од $4295,45 \pm 270,54$ g код кобасица из групе Ц до $5203,13 \pm 750,29$ g код кобасица из групе А.

У погледу адхезивности, током читавог преиода складиштења нису утврђене статистички значајне разлике између група кобасица ($p > 0,05$). Међутим, запажене су одређене промене овог параметра током времена. На почетку складиштења, адхезивност је била уједначена и износила је од $-85,57 \pm 57,92$ g/s код контролних кобасица, до $-97,31 \pm 45,02$ g/s код производа из групе Ц. Након 34. дана складиштења, адхезивност се смањила код контролне групе ($-106,30 \pm 47,42$ g/s) и код производа из групе А ($-104,23 \pm 52,87$ g/s), док се код производа из групе Б повећала ($-74,55 \pm 46,53$ g/s), а код кобасица из групе Ц остала је битније непромењена ($-95,05 \pm 35,24$ g/s). Након 55. дана складиштења, адхезивност контролних кобасица је наставила да опада ($-121,94 \pm 42,32$ g/s), док је код модификованих кобасица опала код производа из групе Б ($-89,04 \pm 47,26$ g/s), а повећала се код групе А ($-6,09 \pm 48,73$ g/s) и групе Ц ($-86,47 \pm 41,08$ g/s).

Вредности за еластичност експерименталних кобасица биле су приближне ($p > 0,05$) на почетку складиштења када су износиле од $0,71 \pm 0,05$ mm код контролне групе до $0,75 \pm 0,04$ mm код производа из групе Ц. Након 34. дана складиштења, еластичност контролних кобасица ($0,71 \pm 0,02$ mm) и кобасица из групе А ($0,71 \pm 0,04$ mm) остала је битније непромењена, док се повећала ($p < 0,05$) код производа из група Б ($0,76 \pm 0,04$ mm) и Ц ($0,79 \pm 0,03$ mm). Након 55. дана, еластичност контролних кобасица је остала битније непромењена ($0,72 \pm 0,03$ mm), док се код модификованих производа смањила тако да је износила од $0,70 \pm 0,03$ mm код кобасица из групе А до $0,76 \pm 0,02$ mm код кобасица из групе Ц, при чему је ова разлика била статистички значајна ($p < 0,05$).

Кохезивност кобасица из контролне групе ($0,68 \pm 0,02$) и групе Ц ($0,70 \pm 0,01$) била је значајно мања ($p < 0,05$) од вредности утврђених код производа из група А ($0,79 \pm 0,08$) и Б ($0,78 \pm 0,01$). Након 34. дана складиштења кохезивност је остала непромењена код кобасица из групе Ц ($0,70 \pm 0,01$), док се код кобасица из група А и Б смањила на $0,68 \pm 0,01$ и $0,69 \pm 0,01$ појединачно, тако да је ово својство модификованих производа било уједначено ($p > 0,05$). При томе, у овој фази су код контролних кобасица утврђене значајно мање ($p < 0,05$) вредности за кохезивност $0,62 \pm 0,01$. Исти однос у погледу кохезивности остао је до краја складиштења, тако да су и после 55. дана складиштења најмање вредности утврђене код контролне групе ($0,66 \pm 0,01$), и значајно веће вредности ($p < 0,05$) код модификованих кобасица које су биле у опсегу од $0,70 \pm 0,01$ до $0,71 \pm 0,01$.

У погледу гумености, на почетку складиштења нису утврђене значајне разлике ($p > 0,05$) између експерименталних група кобасица, тако да су вредности за ово својство износиле од $3027,85 \pm 289,37$ код контролних кобасица до $3291,42 \pm 397,37$ код производа из групе А. Након 34. дана складиштења, гуменост се повећала код свих група производа, с тим да су значајно мање вредности ($p < 0,05$) утврђене код контролне ($3661,77 \pm 272,52$) и групе Ц ($3794,84 \pm 240,53$) у поређењу са кобасицама из група А и Б ($4317,71 \pm 371,64$ и $4137,71 \pm 276,15$ појединачно). У току даљег складиштења до 55. дана, вредности за гуменост су опале код свих експерименталних група, при чему су биле најмање код кобасица из групе Ц ($3005,51 \pm 201,57$), а највеће код производа из групе А ($3636,05 \pm 499,19$), али ове разлике нису биле статистички значајне ($p > 0,05$).

На почетку складиштења, вредности за жвакљивост биле су уједначене између експерименталних група производа ($p > 0,05$) при чему су износиле од $2166,67 \pm 313,66$ gхmm код контролних кобасица до $2402,38 \pm 424,67$ gхmm код производа из групе А. Након 34. дана складиштења, вредности за жвакљивост су се повећале код свих производа, с тим да су код производа из групе Б ($3160,07 \pm 323,28$ gхmm) биле значајно веће ($p < 0,05$) него код

кобасица из контролне групе код којих су утврђене најмање вредности за овај параметар ($2618,59 \pm 275,21$ gхmm). У току даљег складиштења вредности за жвакљивост опадају код свих производа, тако да после 55. дана постају уједначене ($p > 0,05$) и износе од $2300,83 \pm 193,28$ gхmm код кобасица из групе Ц до $2565,72 \pm 435,00$ gхmm код производа из групе А.

Најслабију флексибилност на почетку складиштења имале су кобасице из контролне групе $0,33 \pm 0,01$, при чему су ове вредности биле значајно мање ($p < 0,05$) у поређењу са производима из група Ц и А ($0,39 \pm 0,01$ и $0,41 \pm 0,05$, појединачно). Након 34. дана складиштења, флексибилност опада код контролних кобасица ($0,29 \pm 0,01$) и производа из групе А ($0,34 \pm 0,01$), док код групе Б и Ц остаје непромењена ($0,37 \pm 0,01$ и $0,39 \pm 0,01$). Сличан однос се задржава и након 55. дана складиштења, тако да су најмање вредности за флексибилност утврђене код контролне групе ($0,33 \pm 0,01$), а највеће код група Б и Ц ($0,39 \pm 0,01$ код обе ($p < 0,05$)).

Табела 10. Профил текстуре експерименталних кобасица

	Дан	Контрола	Група А	Група Б	Група Ц
Тврдоћа (g)	0.	$4458,13 \pm 455,63^a$	$4255,83 \pm 756,44^a$	$4671,22 \pm 370,56^a$	$4502,26 \pm 272,92^a$
	34.	$5865,40 \pm 474,67^{ab}$	$6387,33 \pm 587,45^a$	$6007,37 \pm 424,47^{ab}$	$5454,63 \pm 360,37^b$
	55.	$4894,36 \pm 535,87^a$	$5203,13 \pm 750,29^a$	$4922,97 \pm 568,65^a$	$4295,45 \pm 270,54^a$
Адхезивност (g/s)	0.	$-85,57 \pm 57,92^a$	$-89,37 \pm 54,12^a$	$-92,21 \pm 52,33^a$	$-97,31 \pm 45,02^a$
	34.	$-106,30 \pm 47,42^a$	$-104,23 \pm 52,87^a$	$-74,55 \pm 46,53^a$	$-95,05 \pm 35,24^a$
	55.	$-121,94 \pm 42,32^a$	$-66,09 \pm 48,73^a$	$-89,04 \pm 47,26^a$	$-86,47 \pm 41,08^a$
Еластичност (mm)	0.	$0,71 \pm 0,05^a$	$0,73 \pm 0,04^a$	$0,72 \pm 0,04^a$	$0,75 \pm 0,04^a$
	34.	$0,71 \pm 0,02^{bc}$	$0,71 \pm 0,04^c$	$0,76 \pm 0,04^{ab}$	$0,79 \pm 0,03^a$
	55.	$0,72 \pm 0,03^{ab}$	$0,70 \pm 0,03^b$	$0,73 \pm 0,04^{ab}$	$0,76 \pm 0,02^a$
Кохезивност	0.	$0,68 \pm 0,02^b$	$0,79 \pm 0,08^a$	$0,78 \pm 0,01^a$	$0,70 \pm 0,01^b$
	34.	$0,62 \pm 0,01^c$	$0,68 \pm 0,01^b$	$0,69 \pm 0,01^{ab}$	$0,70 \pm 0,01^a$
	55.	$0,66 \pm 0,01^b$	$0,70 \pm 0,02^a$	$0,71 \pm 0,01^a$	$0,70 \pm 0,01^a$
Гуменост	0.	$3027,85 \pm 289,37^a$	$3291,42 \pm 397,37^a$	$3283,55 \pm 235,70^a$	$3165,49 \pm 215,76^a$
	34.	$3661,77 \pm 272,52^b$	$4317,71 \pm 371,64^a$	$4137,71 \pm 276,15^{ab}$	$3794,84 \pm 240,53^b$
	55.	$3239,47 \pm 329,89^a$	$3636,05 \pm 499,19^a$	$3481,29 \pm 370,01^a$	$3005,51 \pm 201,57^a$
Жвакљивост (gхmm)	0.	$2166,67 \pm 313,66^a$	$2402,38 \pm 424,67^a$	$2390,01 \pm 398,07^a$	$2375,70 \pm 263,57^a$
	34.	$2618,59 \pm 275,21^b$	$3086,85 \pm 432,66^{ab}$	$3160,07 \pm 323,28^a$	$3021,85 \pm 268,59^{ab}$
	55.	$2346,89 \pm 331,88^a$	$2565,72 \pm 435,00^a$	$2564,10 \pm 424,61^a$	$2300,83 \pm 193,28^a$
Флексибилност	0.	$0,33 \pm 0,01^b$	$0,41 \pm 0,05^a$	$0,37 \pm 0,01^{ab}$	$0,39 \pm 0,01^a$
	34.	$0,29 \pm 0,01^d$	$0,34 \pm 0,01^c$	$0,37 \pm 0,01^b$	$0,39 \pm 0,01^a$
	55.	$0,33 \pm 0,01^c$	$0,37 \pm 0,01^b$	$0,39 \pm 0,01^a$	$0,39 \pm 0,01^a$
Чврстоћа (N)	0.	$5,89 \pm 0,91^a$	$5,25 \pm 0,37^{ab}$	$5,14 \pm 0,58^{ab}$	$4,51 \pm 0,48^b$
	34.	$5,04 \pm 0,63^{ab}$	$5,85 \pm 0,51^a$	$5,24 \pm 0,49^{ab}$	$4,57 \pm 0,41^b$
	55.	$5,04 \pm 0,39^a$	$4,89 \pm 0,37^a$	$4,55 \pm 0,37^a$	$3,43 \pm 0,29^b$
Сила смицања (N)	0.	$30,81 \pm 2,73^a$	$26,66 \pm 4^a$	$27,13 \pm 3,38^a$	$25,38 \pm 2,15^a$
	34.	$21,12 \pm 2,41^a$	$22,53 \pm 1,83^a$	$19,42 \pm 1,51^{ab}$	$16,38 \pm 1,23^b$
	55.	$18,91 \pm 1,22^a$	$18,84 \pm 1,89^a$	$17,19 \pm 1,81^a$	$13,41 \pm 1,22^b$

a, b, c = различита слова показују статистички значајну разлику ($p < 0,05$) за одређене параметре између експерименталних група

Резултати испитивања текстуре по Warner-Bratzler-у показали су да су на почетку складиштења највеће вредности за чврстоћу утврђене код контролне групе кобасица ($5,89 \pm 0,91$ N), док су код модификованих кобасица утврђене значајно мање ($p < 0,05$) вредности које су износиле од $4,51 \pm 0,48$ N код производа из групе Ц до $5,25 \pm 0,37$ N код групе А. После 34. дана, чврстоћа контролне групе кобасица се смањила на $5,04 \pm 0,63$ N, а код

модификованих производа се повећала на вредности од $4,57 \pm 0,41$ N код кобасица из групе Ц до $5,85 \pm 0,51$ N код производа из групе А. Након 55. дана складиштења, чврстоћа контролних кобасица остала је непромењена ($5,04 \pm 0,39$ N), док се код модификованих производа смањила и износила је од $3,43 \pm 0,29$ N код групе Ц до $4,89 \pm 0,37$ код групе А, при чему су вредности које су утврђене код кобасица из групе Ц биле значајно мање ($p < 0,05$) од вредности утврђених код осталих група производа.

Иако су вредности за силу смицања на почетку складиштења биле највеће код контролне групе производа $30,81 \pm 2,73$ N, а код модификованих производа износила од $25,38 \pm 2,15$ N код производа из групе Ц до $27,13 \pm 3,38$ N код производа из групе Б, ове разлике нису биле статистички значајне ($p > 0,05$). Након 34. дана складиштења, вредности за силу смицања су опале код свих група производа, при чему су код кобасица из Ц групе утврђене значајно мање ($p < 0,05$) вредности ($16,38 \pm 1,23$ N) него код производа из контролне групе ($21,12 \pm 2,41$ N) и групе А ($22,53 \pm 1,83$ N). До 55. дана вредности за силу смицања и даље опадају код свих производа, при чему су и у овој фази код кобасица из групе Ц значајно мање ($13,41 \pm 1,22$ N; $p < 0,05$) у поређењу са осталим групама код којих су износиле од $17,19 \pm 1,81$ N код кобасица из групе Б до $18,91 \pm 1,22$ N код контролних кобасица.

5.9. Сензорна својства

Испитивање сензорних параметара квалитета обухватило је оцену спољашњег изгледа, изгледа и састава пресека, боје и одрживости боје надева, конзистенције, мириса, укуса и укупног сензорног квалитета, а резултати су приказани у табели 11.

Спољашњи изглед свих експерименталних група кобасица оцењен је на почетку складиштења максималном оценом 5,00. Након 20. дана складиштења, производи су добили нешто нижу али идентичну просечну оцену која је износила $4,83 \pm 0,26$. У току даљег складиштења, наставио се опадајући тренд у погледу оцена за спољашњи изглед, тако да су након 34. дана износиле од $4,50 \pm 0,45$ код кобасица из групе А до $4,67 \pm 0,26$ код свих осталих група производа, али ова разлика није била статистички значајна ($p > 0,05$). Међутим, до краја складиштења, опадајући тренд престаје, тако да су након 55. дана све експерименталне групе боље оцењене и то идентичном просечном оценом $4,83 \pm 0,26$.

У погледу изгледа и састава пресека, на почетку складиштења најслабије су оцењене кобасице из контролне групе ($2,88 \pm 0,26$), значајно боље ($p < 0,05$) су оцењени производи из група А и Ц ($3,50 \pm 0,00$, односно $3,50 \pm 0,45$), а најбоље производи из групе Б ($4,00 \pm 0,00$; $p < 0,05$). Након 20. дана складиштења, ово својство контролних кобасица је још слабије оцењено и то оценом $2,67 \pm 0,26$, док су насупрот њима све групе модификованих кобасица значајно боље оцењене ($p < 0,05$) просечним оценама од $3,58 \pm 0,58$ код групе Ц до $4,25 \pm 0,27$ код производа из групе А. Међутим, након 34. дана складиштења, изглед и састав пресека кобасица из групе А је слабије оцењен ($3,17 \pm 0,26$) и био је приближан контролним кобасицама ($3,00 \pm 0,00$; $p > 0,05$), док су производи из група Б и Ц били значајно боље оцењени ($4,08 \pm 0,38$ и $4,00 \pm 0,32$, појединачно; $p < 0,05$). Овакав однос се задржао до краја складиштења, тако да су и након 55. дана контролне и кобасица из групе А биле слабије оцењене ($3,33 \pm 0,41$ и $3,75 \pm 0,27$ појединачно; $p < 0,05$) у поређењу са кобасицама из групе Ц ($4,00 \pm 0,00$) и кобасицама из групе Б чији су изглед и састав пресека најбоље оцењени ($4,25 \pm 0,42$; $p < 0,05$).

Боја и одрживост боје надева на почетку складиштења значајно слабије је оцењена код контролних и кобасица из групе А ($2,88 \pm 0,26$ и $3,13 \pm 0,26$ појединачно) у поређењу са производима из група Б и Ц ($3,88 \pm 0,26$ обе; $p < 0,05$). Насупрот томе, након 20. дана складиштења најбоље је оцењена боја контролних кобасица ($3,83 \pm 0,41$) док су модификовани производи оцењени од $3,17 \pm 0,26$ (група А) до $3,58 \pm 0,20$ (група Б). Након 34. дана складиштења, контролне кобасице су и даље имале просечну оцену $3,83 \pm 0,26$, боја кобасица из група Б и Ц се побољшала ($3,92 \pm 0,49$ и $3,50 \pm 0,45$, појединчано), а насупрот њима боја производа из групе А је оцењена најслабије ($3,00 \pm 0,45$; $p < 0,05$). У току даљег складиштења, боја кобасица из група Б и Ц је задржала тренд побољшања, тако да су у овој фази значајно боље оцењене ($4,00 \pm 0,00$ и $3,92 \pm 0,49$, појединачно) него контролне кобасице код којих се боја погоршала ($3,08 \pm 0,20$) и производа из група А код којих је боја остала битније непромењена ($3,08 \pm 0,49$).

Конзистенција модификованих кобасица (група Б $4,50 \pm 0,32$ и група Ц и $4,13 \pm 0,26$) била је на почетку складиштења значајно боље ($p < 0,05$) оцењена него конзистенција контролних производа ($3,13 \pm 0,26$) и производа из групе А ($3,63 \pm 0,26$). Након 20. дана складиштења конзистенција кобасица из група А се побољшала ($4,00 \pm 0,00$), док се код осталих група производа погоршала (група Б $4,00 \pm 0,00$ и група Ц $3,33 \pm 0,26$) тако да је најслабије била оцењена контролна група кобасица ($2,83 \pm 0,26$). Након 34. дана складиштења, конзистенција кобасица из група Б и Ц се побољшала ($4,25 \pm 0,27$ и $4,08 \pm 0,20$, појединачно), а код производа из групе А остала битније непромењена ($3,83 \pm 0,26$). Иако се конзистенција контролних кобасица у овој фази побољшала ($3,17 \pm 0,26$), ова група производа је ипак и даље била значајно слабије оцењена ($p < 0,05$) него модификоване кобасице. До краја складиштења, конзистенција се погоршала код свих модификованих кобасица, али упркос томе, ово својство је било значајно боље ($p < 0,05$) оцењено код производа из група Б и Ц ($3,83 \pm 0,68$ и $3,92 \pm 0,49$, појединачно) него код контролне групе ($3,17 \pm 0,26$) и групе А ($3,00 \pm 0,00$).

У погледу мириса, модификоване кобасице из група Б и Ц су на почетку складиштења значајно боље ($p < 0,05$) оцењене ($3,88 \pm 0,26$ и $3,63 \pm 0,26$, појединачно) него контролне и кобасице из групе А ($2,88 \pm 0,26$ и $3,13 \pm 0,26$, појединачно). Након 20. дана складиштења мирис кобасица из група Б и Ц се погоршао ($3,00 \pm 0,00$, обе) и био је оцењен приближно као код контролне групе кобасица ($2,75 \pm 0,27$; $p > 0,05$), а насупрот њима, мирис кобасица из групе А је у овој фази био најбоље оцењен ($3,25 \pm 0,27$). У току даљег складиштења, мирис кобасица из група Б и Ц се побољшао ($4,08 \pm 0,20$ и $3,92 \pm 0,38$, појединачно) и био значајно боље ($p < 0,05$) оцењен него мирис контролних и кобасица из групе А ($3,17 \pm 0,26$ и $3,08 \pm 0,20$, појединачно). До краја складиштења мирис модификованих група кобасица је постао уједначен и износио је од $3,42 \pm 0,20$ код производа из групе А до $3,58 \pm 0,20$ код групе Ц, што је било статистички значајно боље ($p < 0,05$) него код контролне групе кобасица ($3,08 \pm 0,20$).

Укус модификованих кобасица из група Б и Ц био је на почетку складиштења значајно боље ($p < 0,05$) оцењен ($4,00 \pm 0,32$ и $4,00 \pm 0,00$, појединачно) него код производа из група А и контролних производа ($3,13 \pm 0,26$ и $2,63 \pm 0,26$, појединачно). Међутим, након 20. дана складиштења, укус кобасица из групе А се побољшао и при томе био значајно боље оцењен ($3,50 \pm 0,00$; $p < 0,05$) него кобасице из група Б и Ц који се погоршао ($3,00 \pm 0,00$ и $2,83 \pm 0,26$, појединачно), и кобасице из контролне групе чији је укус најслабије оцењен ($2,58 \pm 0,20$). У току даљег складиштења, укус кобасица из група Б и Ц се побољшао тако да је у овој фази био значајно боље оцењен ($3,83 \pm 0,26$ и $3,58 \pm 0,58$) него кобасице из контролне групе ($2,92 \pm 0,58$). До краја складиштења укус кобасица се није битније мењао, тако да су најбоље оцењене кобасице из група Ц и Б ($3,83 \pm 0,26$ и $3,58 \pm 0,20$, појединачно), нешто слабије је

оцењен укус кобасица из групе А ($3,42 \pm 0,20$), а најслабије код кобасица из контролне групе ($3,08 \pm 0,20$; $p < 0,05$).

Табела 11. Сензорна својства експерименталних кобасица

	Дан испитивања	Контрола	Група А	Група Б	Група Ц
Спољашњи изглед	0.	$5,00 \pm 0,00^a$	$5,00 \pm 0,00^a$	$5,00 \pm 0,00^a$	$5,00 \pm 0,00^a$
	20.	$4,83 \pm 0,26^a$	$4,83 \pm 0,26^a$	$4,83 \pm 0,26^a$	$4,83 \pm 0,26^a$
	34.	$4,67 \pm 0,26^a$	$4,50 \pm 0,45^a$	$4,67 \pm 0,26^a$	$4,67 \pm 0,26^a$
	55.	$4,83 \pm 0,26^a$	$4,83 \pm 0,26^a$	$4,83 \pm 0,26^a$	$4,83 \pm 0,26^a$
Изглед и састав пресека	0.	$2,88 \pm 0,26^c$	$3,50 \pm 0,00^b$	$4,00 \pm 0,00^a$	$3,50 \pm 0,45^b$
	20.	$2,67 \pm 0,26^c$	$4,25 \pm 0,27^a$	$4,00 \pm 0,00^{ab}$	$3,58 \pm 0,58^b$
	34.	$3,00 \pm 0,00^b$	$3,17 \pm 0,26^b$	$4,08 \pm 0,38^a$	$4,00 \pm 0,32^a$
	55.	$3,33 \pm 0,41^b$	$3,75 \pm 0,27^{ab}$	$4,25 \pm 0,42^a$	$4,00 \pm 0,00^a$
Боја и одрживост боје надева	0.	$2,88 \pm 0,26^b$	$3,13 \pm 0,26^b$	$3,88 \pm 0,26^a$	$3,88 \pm 0,26^a$
	20.	$3,83 \pm 0,41^a$	$3,17 \pm 0,26^b$	$3,58 \pm 0,20^{ab}$	$3,42 \pm 0,20^{ab}$
	34.	$3,83 \pm 0,26^a$	$3,00 \pm 0,45^b$	$3,92 \pm 0,49^a$	$3,50 \pm 0,45^a$
	55.	$3,08 \pm 0,20^b$	$3,08 \pm 0,49^b$	$4,00 \pm 0,00^a$	$3,92 \pm 0,49^a$
Конзистенција	0.	$3,13 \pm 0,26^c$	$3,63 \pm 0,26^b$	$4,50 \pm 0,32^a$	$4,13 \pm 0,26^a$
	20.	$2,83 \pm 0,26^c$	$4,00 \pm 0,00^a$	$4,00 \pm 0,00^a$	$3,33 \pm 0,26^b$
	34.	$3,17 \pm 0,26^c$	$3,83 \pm 0,26^b$	$4,25 \pm 0,27^a$	$4,08 \pm 0,20^{ab}$
	55.	$3,17 \pm 0,26^{bc}$	$3,00 \pm 0,00^c$	$3,83 \pm 0,68^{ab}$	$3,92 \pm 0,49^{ab}$
Мирис	0.	$2,88 \pm 0,26^b$	$3,13 \pm 0,26^b$	$3,88 \pm 0,26^a$	$3,63 \pm 0,26^a$
	20.	$2,75 \pm 0,27^b$	$3,25 \pm 0,27^a$	$3,00 \pm 0,00^{ab}$	$3,00 \pm 0,00^{ab}$
	34.	$3,17 \pm 0,26^b$	$3,08 \pm 0,20^b$	$4,08 \pm 0,20^a$	$3,92 \pm 0,38^a$
	55.	$3,08 \pm 0,20^b$	$3,42 \pm 0,20^a$	$3,50 \pm 0,00^a$	$3,58 \pm 0,20^a$
Укус	0.	$2,63 \pm 0,26^c$	$3,13 \pm 0,26^b$	$4,00 \pm 0,32^a$	$4,00 \pm 0,00^a$
	20.	$2,58 \pm 0,20^c$	$3,50 \pm 0,00^a$	$3,00 \pm 0,00^b$	$2,83 \pm 0,26^{bc}$
	34.	$2,92 \pm 0,58^b$	$3,25 \pm 0,27^{ab}$	$3,83 \pm 0,26^a$	$3,58 \pm 0,58^{ab}$
	55.	$3,08 \pm 0,20^c$	$3,42 \pm 0,20^{bc}$	$3,58 \pm 0,20^{ab}$	$3,83 \pm 0,26^a$
Укупна сензорна оцена	0.	$3,23 \pm 0,88^a$	$3,58 \pm 0,73^{ab}$	$4,21 \pm 0,45^c$	$4,02 \pm 0,53^c$
	20.	$3,25 \pm 0,90^a$	$3,83 \pm 0,65^b$	$3,74 \pm 0,70^b$	$3,50 \pm 0,71^b$
	34.	$3,46 \pm 0,67^a$	$3,47 \pm 0,58^a$	$4,14 \pm 0,30^b$	$3,96 \pm 0,42^b$
	55.	$3,43 \pm 0,69^a$	$3,58 \pm 0,67^a$	$4,00 \pm 0,49^b$	$4,01 \pm 0,43^b$

a, b, c = различита слова показују статистички значајну разлику ($p < 0,05$) за одређене параметре између експерименталних група

У погледу укупне сензорне оцене, на почетку складиштења значајно боље су оцењене кобасице из група Б и Ц ($4,21 \pm 0,45$ и $4,02 \pm 0,53$, појединачно) него кобасице из групе А и контролне групе ($3,58 \pm 0,73$ и $3,23 \pm 0,88$). Након 20. дана складиштења укупан сензорни квалитет модификованих кобасица је био уједначен и износио је од $3,50 \pm 0,71$ код кобасица из групе Ц до $3,83 \pm 0,65$ код групе А, док је код контролне групе остао битније непромењен ($3,25 \pm 0,90$) и уједно значајно најслабије оцењен ($p < 0,05$). У току даљег складиштења укупан сензорни квалитет модификованих кобасица из група Б и Ц се побољшао ($4,14 \pm 0,30$ и $3,96 \pm 0,42$ појединачно) и био значајно боље оцењен ($p < 0,05$) него контролне кобасице и кобасице из групе А, чија је укупна сензорна оцена била приближна ($3,46 \pm 0,67$ и $3,47 \pm 0,58$ појединачно). Овакав однос остаје битније непромењен до краја складиштења, тако да је и после 55. дана укупан сензорни квалитет кобасица из група Б и Ц био значајно боље оцењен ($4,00 \pm 0,49$ и $4,01 \pm 0,43$, појединачно) него код контролних кобасица и кобасица из групе А ($3,43 \pm 0,69$ и $3,58 \pm 0,67$, појединачно).

6. ДИСКУСИЈА

У овом поглављу биће дискутовани резултати испитивања физичко-хемијских параметара, хемијског састава, садржаја угљених хидрата и шећера, маснокислинског састава, параметара оксидације липида, микробиолошких испитивања, инструменталног испитивања боје и текстуре, као и испитивања сензорних својстава експериментланих кобасица.

6.1. Физичко-хемијски параметри

Свака промена у саставу кобасица може значајно да се одрази на физичко хемијске параметре као што су активност воде и рН вредност производа (Wolfer и сар., 2018). У овој дисертацији, измена у саставу производа огледала се у смањењу удела масног ткива у надеву и додавању инулина и колагена, али и додатне количине воде са којом наведени састојци формирају суспензију. Модификоване експерименталне групе су садржале за 6% (група А), 13% (група Б) и чак 20% (група Ц) више додате воде у поређењу са контролном групом кобасица. Међутим, упркос овако израженим разликама у количини додате воде, a_w вредности свих експерименталних група су биле веома приближне, при чему су износиле од 0,950 код контролних кобасица до 0,952 код кобасица из Ц групе на почетку производње ($p > 0,05$). Исто тако, ни током целокупног преиода складиштења није дошло до значајнијих промена у активности воде, која је на крају износила од 0,947 код контролних кобасица до 0,040 код производа из групе Ц. Све наведене вредности су биле у опсегу који је уобичајен за фино уситњене барене кобасице и који износи од 0,950 до 0,970 (Mantis и сар., 2007).

Резултати који указују да се код кобасица произведених са додатком инулина и колагена не мења активност воде, упркос повећаној количини воде у производима, могу се објаснити чињеницом да активност воде не зависи само од количине воде у производу, већ и од присуства супстанци које везују воду и начина везивања воде у надеву. Различити аутори наводе да код барених кобасица, чију основу надева чини месна емулзија, дијетна влакна могу да допринесу постизању стабилности добијене емулзије захваљујући њиховој хемијској структури и афинитету ка везивању воде (Han и Vertram., 2017; Shippangama и сар., 2022; Younis и сар., 2022). Резултати испитивања активности воде из ове дисертације указују да је суспензија инулина и колагена максимално исказала своју улогу у погледу везивања воде. Подаци из литературе показују да инулин поседује веома добру способност везивања воде (de Souza Paglarini и сар., 2019; Rodriguez и сар., 2014; Василев и сар., 2017) која се објашњава тиме да порозна структура влакана омогућава да узајамним физичким дејством са протеинима у месу успевају да вежу и задрже воду (Gore и сар., 2022). Пошто се инулин може додавати у ограниченим количинама у надеву производа (Janvary, 2006), значајан допринос добром везивању воде и стабилности надева код производа са већим садржајем додате воде (нарочито код производа из групе Ц) свакако се може приписати и колагену о коме постоје подаци да такође поседује снажан афинитет ка везивању воде (Sousa и сар., 2017). Међутим, иако се са повећањем садржаја воде у модификованим кобасицама није повећала активност воде, измерене вредности су и даље високе и не могу да обезбеде антимикуробни утицај тако да и модификоване кобасице са додатком инулина и колагена морају да се сакладиште на ниским температурама (до +4 °C) како би се осигурала безбедност и постигла добра одрживост производа (Mantis и сар., 2007).

Према литературним подацима, уобичајена рН вредност барених кобасица износи од 6,00 до 6,50 (Радетић, 2000; Mantis и сар., 2007; Kurćubić и сар., 2020). Код експерименталних кобасица из ове дисертације, најниже рН вредности су забележене код кобасица из

контролне групе, и група А и Б на почетку складиштења (5,94; 5,89 и 5,97, појединачно) и код кобасица из група А и Б после 20. дана (5,88 и 5,97, појединачно). Међутим, ове вредности су биле веома приближне вредности 6,00 која се према напред наведеним ауторима сматра доњом границом која је уобичајена за ову врсту производа. Упркос релативно нижим рН вредностима у првој половини периода складиштења, на крају складиштења су код свих експерименталних група утврђене вредности веће од 6,00. При томе, највеће вредности су утврђене код контролне групе (6,19) док су код модификованих кобасица биле значајно ниже ($p < 0,05$) и износиле су од 6,05 код групе А до 6,15 код групе Ц. Ниже рН вредности код модификованих производа могу се приписати присуству инулина у надеву с обзиром да су и други аутори описали да кобасице са додатком инулина имају нешто ниже рН вредности у поређењу са производима без додатка овог угљеног хидрата (Álvarez и Barbut, 2013; Méndez-Zamora и сар., 2015; Kurćubić и сар., 2020). Међутим, ниже рН вредности које су утврђене код модификованих кобасица из ове дисертације, нису неповољно утицале на сензорна својства производа, што је у складу са налазима других аутора који су код барених кобасица са дефектом у сензорним својствима утврдили рН вредности у опсегу од 5,55 до 5,75 (Mantis и сар., 2007).

6.2. Хемијски састав

Подаци о основном хемијском саставу производа од меса представљају важну информацију о квалитету производа, како за произвођаче, тако и за потрошаче. Произвођачи воде рачуна да хемијски састав производа буде у оквиру који је дефинисан прописима, а уједно на овим подацима се базира и дефинисање података који се наводе на декларацији. Потрошачима су ове информације важне, јер говоре о садржају хранљивих материја као састојцима који су од значаја за правилну исхрану (Eyiler и Oztan, 2011). Информације о хемијском саставу производа од меса имају посебан значај када се ради о модификацији производа у смислу смањења садржаја потенцијално штетних састојака с једне стране, и додатка састојака који могу да остваре повољан ефекат на здравље конзумента, с друге стране, на чему се базира концепт функционалне хране (Botez и сар., 2017).

Барене кобасице садрже и до 33% масти животињског порекла (Радетић, 2000; Honikel, 2004), што се сматра неповољним за исхрану људи (Himmelgreen и сар., 2020; Namrick и Chen., 2021; Kazi и сар., 2020). Резултати испитивања садржаја масти у експерименталним кобасицама из ове дисертације показали су да су производи из контролне групе садржали уобичајену количину масти (25,48%). Међутим, модификоване кобасице су садржале значајно мању количину масти, и то производи из групе А за 58% мање масти (10,58% масти у производу), производи из групе Б су садржали за 80% мање масти (5,01%), а производи из групе Ц чак 97% мање масти (0,85% у производу). Пошто према подацима из литературе максимално остварена редукција садржаја масти код барених кобасица може да износи од 70% до 84% (Almeida и сар., 2014; Курћубић и сар., 2020), експеримент из ове дисертације потврђује да је могуће израдити барене кобасице без додатка масног ткива, односно да се може добити производ са чак 97% мање масти него што је то уобичајено за ову врсту производа.

Према прописима који дефинишу начин декларисања хране (Сл. Гласник РС 19/2017 и 16/2018), као и навођење здравствених изјава (Regulation EC no, 1924/2006; Сл. Гласник РС 51/18 и 103/18), да би се на декларацији могла навести изјава „Смањена количина масти“, производ треба да садржи за 30% мање масти у односу на сличан производ. Наведени критеријум испуњавају све три модификоване кобасице из ове дисертације, тако да би производи из група А, Б и Ц могли у декларацији да садрже изјаву „Смањена количина масти“. Исто тако, пошто храна која испуњава захтеве који су потребни да би се навела

изјава „Смањена количина ...(назив састојка)“ може да носи и изјаву „Light (лагано)“, све три групе модификованих производа из ове дисертације (А, Б и Ц) би могле да садрже и изјаву „Light (лагано)“. Поред тога, наведени прописи дефинишу и да за храну у чврстом стању која у 100 g садржи до 3 g масти може да се наведе изјава „Мала количина масти“. Есперименталне кобасице из групе Ц, с обзиром да у 100 g садрже 0,85 g масти, могле би у декларацији да садрже и ову изјаву.

Пошто маст представља значајан извор енергије, смањење садржаја масти у модификованим кобасицама одразило се и на енергетску вредност производа, што је у складу са подацима из литературе (Cengiz и Gokoglu., 2005). Контролне кобасице су имале уобичајену енергетску вредност за фино уситњене барене кобасице (Garcia-Santos и сар., 2019), док су модификоване кобасице имале за 38,57% (група А), 57,77% (група Б) и 73,13% (група Ц) мању енергетску вредност од контролне групе. На основу ових података, све три групе модификованих кобасица би могле на декларацији да носе и нутритивну изјаву „Смањена енергетска вредност“, јер испуњавају захтев да енергетска вредност у односу на истоверсну или сродну храну уобичајеног састава треба да буде смањена најмање за 30% (Regulation EC no, 1924/2006; Сл. Гласник РС 51/18 и 103/18). Када је енергетска вредност у питању, важан податак јесте и удео појединих састојака, нарочито протеина, у укупној енергетској вредности производа. Тако на пример, уколико најмање 12% енергетске вредности неке хране потиче од протеина, таква храна може на декларацији да носи изјаву „Извор протеина“, а уколико је тај удео најмање 20%, тада храна може да носи и изјаву „Богата протеинима“ или „Висок садржај протеина“. Овај критеријум испуњавају сва три модификована производа, пошто удео енергије која потиче из протеина код кобасица из групе А износи 28,59%, код групе Б 42,15% и код групе Ц чак 63,72%.

У погледу садржаја холестерола, подаци из литературе указују да смањење удела масног ткива у кобасицама резултира и смањењем садржаја холестерола у производима (Cengiz и Gokoglu., 2005), што је случај и у експериментима из ове дисертације. Модификоване кобасице садржале су статистички значајно мању ($p < 0,05$) количину холестерола (од $46,23 \pm 4,93$ mg/100g код производа из групе Ц до $50,68 \pm 6,34$ mg/100g код кобасица из групе А) него производи из контролне групе ($55,87 \pm 1,27$ mg/100g). Пошто садржај холестерола у масном ткиву свиња у просеку износи 83 mg/100 g (Csaró and Salamon, 2013), очекивано је и да смањење удела холестерола у кобасицама значајније допринесе редукацији садржаја холестерола у модификованим кобасицама. Међутим, код кобасица које су израђене без додатка масног ткива (група Ц), удео холестерола је био за свега 17% мањи од контролне групе, за 8,8% мањи од производа из групе А и свега 1,7% мањи него код групе Б. Овако мале разлике у садржају холестерола између експерименталних група производа, упркос значајном смањењу удела масног ткива у рецептурама, могу се објаснити присуством холестерола у самом мишићном ткиву, као саставног дела ћелијских мембрана мишићних ћелија. Садржај холестерола у мишићном ткиву у просеку износи 63 mg/ 100 g (Паруновић и сар., 2012; Стајић и сар., 2011), те се самим тим не може постићи значајнија редукација садржаја холестерола простим смањивањем удела масног ткива у кобасицама.

Податак о садржају протеина меса у фино уситњеним бареним кобасицама игра значајну улогу због њиховог вишеструког значаја. С једне стране, протеини меса имају значајну технолошку улогу, јер представљају веома битну компоненту у повезивању осталих састојака надева, учествују у емулговању масти, и обезбеђују стабилност хомогеног месног теста и месне емулзије (Радетић, 2000). Са друге стране, у исхрани људи протеини меса представљају веома значајан извор есенцијалних аминокиселина (Wang и сар., 2022; Van Mierlo и сар., 2022). Као један од примарних хемијских параметара квалитета фино уситњених барених кобасица, минималан садржај протеина меса је прописан Правилником о квалитету уситњеног меса, полупроизвода од меса и производа од меса (Службени Гласник

РС, бр. 50/2019) у количини од 10%. Резултати испитивања садржаја протеина меса у експерименталним кобасицама показали су да су производи из свих група испуњавали овај критеријум пошто су вредности износиле од 11,75% код контролне групе, до 12,34% код производа из групе А. Ове вредности су уобичајене за врсту производа (Kurćubić и сар., 2020), а разлике у садржају протеина између експерименталних група нису биле статистички значајне ($p > 0,05$).

Поред података о садржају протеина меса у кобасицама, као значајном показатељу квалитета, важну улогу игра и податак о уделу колагена у протеинима меса, нарочито због чињенице да је максимално дозвољен удео колагена у протеинима дефинисан прописима. Разлог за ограничавање удела колагена у протеинима јесте податак да колаген као протеин везивног ткива садржи двоструко мање есенцијалних аминокиселина, те да самим тим има двоструко мању хранљиву вредност од протеина мишићног ткива (Вуковић, 2020). Правилник (Службени Гласник РС, бр. 50/2019) за фино уситњене барене кобасице прописује максимално дозвољен удео колагена у протеинима меса до 20%, изузев производа од меса живине, где је прописано максимално до 10%. Пошто су експериментални производи из ове дисертације израђени од меса свиња, на њих се односи први критеријум (20%). Производи из свих експерименталних група производа испуњавали су прописани критеријум, што је нарочито важно код модификованих производа код којих је колаген коришћен као један од састојака за замену масног ткива у производима. Код производа из групе Ц, где је додата највећа количина колагена (1,65%) у поређењу са производима из група А (0,7%) и Б (1,2%), удео колагена у протеинима меса износио је у готовом производу $10,29 \pm 0,32\%$ што је скоро двоструко ниже од максимално прописане границе. У поређењу са производима из групе Ц, код осталих производа ове вредности су биле статистички значајно ниже (од $3,68 \pm 0,33\%$ код контролне групе, $6,24 \pm 0,26\%$ код групе А, до $8,65 \pm 0,11\%$ код групе Б; $p < 0,05$). Податак да су сви експериментални производи имали ниске вредности удела колагена у протеинима меса указује да се ради о високо квалитетним производима у погледу хранљиве вредности, јер протеини доминантно потичу од мишићног ткива које има већу биолошку вредност (Вуковић, 2020). Међутим, литературни подаци указују да, упркос мањем садржају есенцијалних аминокиселина, колаген игра значајну улогу у исхрани човека као извор биоактивних пептида који могу да остваре низ повољних ефеката по здравље конзумента (Pal и Suresh, 2016; Tang и сар., 2022). На основу тога, модификоване кобасице, а нарочито производи из групе Ц који садрже највећу количину додатог колагена, могу имати и одређене нутритивне предности у односу на остале групе производа. Поред значаја колагена за хранљиву вредност производа, важно је нагласити да колаген има и важну технолошку улогу код барених кобасица захваљујући доброј способности везивања воде и гелирања, а исто тако и у постизању пожељних сензорних својстава производа (Pereira и сар., 2011).

Фино уситњене барене кобасице представљају производе од меса у чијој производњи се додаје вода (од 20% до 25%) као састојак у припреми месног теста и месне емулзије, тако да готов производ садржи око 60% воде (Радетић, 2000; Вуковић, 2020). Код модификованих кобасица из ове дисертације додате су веће количине воде од уобичајених ради формирања суспензије инулина и колагена у надеву, и то од 27% код кобасица из групе А, 34% код кобасица из групе Б, до чак 41% код кобасица из групе Ц. То је допринело да модификоване кобасице садрже и већу количину воде у готовом производу, што су показали резултати испитивања садржаја воде. Наиме, за разлику од контролне групе кобасица које су садржале $60,69 \pm 0,28\%$ воде, што је уобичајено за ову врсту производа (Радетић, 2000; Вуковић, 2020; Курћубић и сар., 2020) модификоване кобасице су садржале од $64,89 \pm 0,14\%$ код производа из групе А, затим $71,53 \pm 0,29\%$ код групе Б, до чак $77,54 \pm 0,17\%$ код производа из групе Ц, при чему су разлике у овим вредностима биле статистички значајне ($p < 0,05$). Међутим, овако висок садржај воде у модификованим кобасицама није се неповољно одразио на оцене

сензорних својстава ових производа, о чему ће бити дискутовано у посебном поглављу ове дисертације. Добра стабилност надева модификованих производа, упркос високом садржају воде, може се приписати високој способности везивања воде од стране инулина и колагена, који у присуству воде формирају стабилне гелове, о чему говоре и подаци из литературе (Rodriguez и сар., 2014; Василев и сар., 2017; Sousa и сар., 2017).

Садржај натријум хлорида који је износио од $1,72 \pm 0,01\%$ код кобасица из групе Б до $1,86 \pm 0,15\%$ код контролне групе производа, био је уобичајен за барене кобасице код којих садржај соли може да износи од 1,60 до 2,20% (Радетић, 2000; Вуковић, 2020; Курћубић и сар., 2020). У поређењу са контролном групом кобасица из ове дисертације, садржај соли је био за 7,0% до 7,5% нижи код производа из група Ц и Б, појединачно, при чему је утврђена статистички значајна разлика ($p < 0,05$). Значајно нижи садржај кухињске соли у модификованим кобасицама би се могао приписати већем садржају воде у овим производима и доброј растворљивости кухињске соли у води. У том случају би се очекивало и да кобасице из групе Ц имају најмањи садржај соли сходно највећем садржају воде, међутим, садржај соли је био готово идентичан у кобасицама из групе Б ($1,72 \pm 0,01\%$) и Ц ($1,73 \pm 0,02\%$), иако су ови производи садржали значајно различиту количину воде (71,53% и 77,34%, појединачно). Из тог разлога, разлике у садржају кухињске соли би се могле приписати и другим факторима, попут природног варирања садржаја кухињске соли у сировинама и хетерогености надева, о чему говоре и други аутори (Aaslyng и сар., 2014; Horita и сар., 2014).

Резултати испитивања садржаја пепела показали су да су све модификоване кобасице садржале већу количину пепела (од $2,42 \pm 0,15\%$ код групе А до $2,56 \pm 0,03\%$ код групе Б) него производи из контролне групе ($2,26 \pm 0,17\%$). Овакав резултат се може приписати додатку инулина и колагена код модификованих кобасица, чему иду у прилог и подаци које наводе Choi и сар. (2014) и Kurćubić и сар. (2020) који су код фино уситњених барених кобасица обогаћеним влакнима такође утврдили већи садржај пепела. Међутим, иако су код модификованих кобасица утврђене веће вредности за садржај пепела у односу на контролну групу, ове вредности су код свих експерименталних група кобасица биле у границама уобичајеним за ову врсту производа која износи од 2,2% до 2,6% (Радетић, 2000; Kurćubić и сар., 2020).

У погледу садржаја укупног фосфора, нису утврђене значајне разлике између експерименталних група (од 5,70 g/kg код контроле до 5,72 g/kg код групе Ц), тако да се модификације у саставу производа нису одразиле на овај параметар. При томе, утврђене вредности биле су у прописаним границама, односно испод максимално дозвољене вредности од 8,0 g/kg (Службени Гласник РС, бр. 50/2019).

Садржај нитрита је на почетку складиштења био уједначен код свих експерименталних група производа и износио је од $69,04 \pm 4,86$ mg/kg код кобасица из групе А до $78,67 \pm 3,06$ mg/kg код производа из групе Ц, што је у границама уобичајеним за барене кобасице које, према наводима из литературе, након производње садрже до 90 mg/kg нитрита (Perez-Rodriguez и сар., 1996). У току складиштења садржај нитрита се смањује код свих група производа, што је уобичајено, и објашњава се реакцијама нитрита са састојцима надева, а преостала количина нитрита која се означава као „резидуални нитрит“ игра важну улогу за безбедност производа захваљујући његовом антимикуробном деловању (Perez-Rodriguez и сар., 1996; Радетић, 2000; Вуковић, 2020). Након 34. дана садржај резидуалног нитрита био је готово идентичан код свих експерименталних група, међутим, на крају складиштења (55. дан) највеће количине резидуалног нитрита утврђене су код кобасица из групе Ц ($68,40 \pm 0,08$ mg/kg), а затим код контролне групе ($61,24 \pm 0,32$ mg/kg), групе Б ($56,53 \pm 0,34$ mg/kg) и најмање код групе А ($52,56 \pm 0,53$ mg/kg). Иако су на крају складиштења разлике у садржају нитрита биле статистички значајне између експерименталних група ($p < 0,05$), оне нису биле

пропорционалне количини замењеног масног ткива, те се могу приписати високој реактивности нитрита и сложености реакција између нитрита и састојака у комплексном матриксу као што су барене кобасице, о чему говоре и подаци из литературе (Perez-Rodriguez и сар., 1996).

6.3. Садржај угљених хидрата и шећера

Резултати испитивања експерименталних кобасица показали су да су модификоване кобасице садржале значајно више угљених хидрата и шећера него кобасице из контролне групе.

Код контролних кобасица, садржај угљених хидрата се може објаснити пре свега додатком скроба приликом припреме најева у количини од 2%, док је од простих шећера утврђено једино присуство глукозе (0,22%). Присуство глукозе се може објаснити с једне стране хидролизом скроба у малој мери у току топлотне обраде с обзиром да скроб по хемијском саставу представља полимер молекула глукозе повезаних α -(1→4)-D везама (Liu и сар., 2022). Поред тога, познато је да зачини могу у одређеном проценту (10 – 15%) да садрже шећере (Вуковић, 2020; Мићовић и сар., 2021), а пошто је у наев кобасица додато 0,4% зачинске смеше, највероватније да одређени део детектованих шећера управо потиче и од зачина.

Код модификованих кобасица угљени хидрати потичу доминантно од инулина који је додат у количини од 4% и скроба који је додат у истој количини као код контролних кобасица (2%). Инулин по хемијском саставу представља полимер фруктозе и састоји се од ланаца од 10 до 60 молекула фруктозе повезаних β -(2-1) везама (Василев и сар., 2017). Управо ова чињеница може послужити као објашњење за присуство фруктозе која није детектована у контролним кобасицама, а у модификованим кобасицама је била присутна у приближним количинама (од 0,07% код кобасица из групе Ц до 0,09% код кобасица из групе А), а која је ослобођена из инулина у току промена којима је овај угљени хидрат подлегао током топлотне обраде (Liu и сар., 2022). Исто тако, у модификованим кобасицама је детектовано и присуство сахарозе, која по хемијском саставу представља дисахарид изграђен од молекула глукозе и фруктозе.

Са нутритивног аспекта, важно је напоменути да количине шећера које су детектоване како код контролне групе (0,22%), тако и код модификованих кобасица (од 0,47% код кобасица из група А и Ц до 0,49% код кобасица из групе Б), у овако малим процентима не могу да представљају значајнији здравствени ризик (Misra и сар., 2016).

Према прописима о здравственим изјавама (Сл. Гласник РС 51/18 и 103/18), код хране која садржи природни инулин из цикорије постоји могућносат навођења изјаве „Инулин из цикорије доприноси нормалном раду црева повећањем учесталости столице“, међутим, ова изјава може да се употреби једино у случају да та храна може да обезбеди унос од минимално 12 g инулина у току дана. Пошто модификоване кобасице садрже 4 g инулина у 100 g, да би се тај услов остварио било би неопходно да се конзумира 300 g модификованих кобасица у току дана, што је мало вероватно с обзиром да се, према објављеним студијама, кобасице у просеку на дневном нивоу конзумирају у количини од 55 g код мушкараца, односно 26 g код жена (Such и сар., 2019).

6.4. Маснокиселински састав

Резултати испитивања садржаја масних киселина у липидном екстракту (релативан садржај масних киселина) показали су да је код свих експерименталних производа најзаступљенија била олеинска киселина, а потом палмитинска и стеаринска, што је уобичајено за производе од меса свиња (Паруновић и сар., 2012; Vehovský и сар., 2018). Модификоване кобасице садржале су значајно већи удео палмитинске киселине, и значајно мањи удео линолне и α -линолеинске киселине, што се може приписати различитом маснокиселинском саставу мишићног и масног ткива (Паруновић и сар., 2012). Ове разлике утицале су значајно и на односе група масних киселина, тако да су у липидном екстракту модификоване кобасице садржале више мононезасићених и засићених, а мање полинезасићених масних киселина него контролна група производа, као и неповољнији однос омега-6 и омега-3 масних киселина.

Међутим, са нутритивног аспекта, свакако се мора узети у обзир апсолутни садржај масних киселина у целом производу, кроз који се сагледава количина масних киселина, као и односи масних киселина који су од значаја за правилну исхрану човека (López-López и сар., 2009). У том погледу, контролне кобасице које су садржале највише масног ткива, садржале су и значајно већу количину олеинске, палмитинске, линолне, стеаринске и α -линолеинске киселине. Самим тим, контролне кобасице су садржале и вишеструко већу количину засићених (8,95%) и n-6 масних киселина (4,16%) од модификованих кобасица, које су садржале засићене масне киселине у количини од 0,31% (група Ц) до 4,29% (група А), односно n-6 масних киселина од 0,07% (група Ц) до 1,39% (група А). На основу ових резултата, контролне кобасице су значајно неповољније са нутритивног аспекта од модификованих производа, јер је познато да већи унос засићених и n-6 масних киселина може неповољно да делује на здравље конзумента у погледу већег ризика од појаве кардиоваскуларних обољења и карцинома (López-López и сар., 2009).

Сагледавајући наведено, релативно неповољан утицај замене масног ткива на састав масних киселина у липидном екстракту производа у којима је масно ткиво у потпуности замењено суспензијом инулина и колагена (група Ц), не може се сматрати неповољним са здравственог аспекта, с обзиром да ови производи садрже мање од 1% масти и да је у погледу апсолутних вредности садржај засићених масних киселина за 96% мањи, односно садржај n-6 масних киселина за 98% мањи него код контролне групе производа.

6.5. Хидролитичке и оксидационе промене на мастима

Хидролиза масти представља једну од хемијских реакција које могу значајно да утичу на квалитет и одрживост производа од меса, а током које долази до кидања веза у триглицеридима и ослобађања масних киселина, чија се количина изражава киселинским бројем (Adawiyah и сар., 2012). Резултати испитивања киселинског броја у експерименталним кобасицама из ове дисертације показали су да је најнижи и најстабилнији киселински број утврђен код производа из серије Ц ($0,36 \pm 0,05$ mg/g до $0,37 \pm 0,02$ mg/g, изражено у грамима КОН), што се може објаснити тиме да су производи из ове групе садржали најмање масти. Насупрот њима, код кобасица из групе А утврђене су највеће вредности киселинског броја како на почетку ($1,74 \pm 0,16$ g/kg) тако и на крају складиштења ($0,87 \pm 0,06$ g/kg) у поређењу са осталим експерименталним групама производа. Исто тако, висок киселински број утврђен је и код кобасица из групе Б ($1,16 \pm 0,05$ g/kg) након 34. дана складиштења. Иако су кобасице из група А и Б садржале значајно мање масти него контролне кобасице (за 58%, односно за 80% мање масти, појединачно), интензивнија хидролиза би могла бити повезана са вишим садржајем воде у овим производима, јер масти

интензивније хидролизују у присуству веће количине воде, чему иду у прилог и подаци из литературе (Adawiyah и сар., 2012). Међутим, иако су кобасице из групе Ц садржале највише воде, код производа из ове групе су ипак утврђене најмање вредности киселинског броја, које су при томе остале битније непромењене током читавог прериода складиштења. Разлог за то би свакако могао да буде у чињеници да су ове кобасице садржале веома малу количину масти (0,85%), те да самим тим у надеву није било довољно супстрата за настајање веће количине слободних масних киселина процесом хидролизе масти.

Масне киселине које се ослобађају у току процеса хидролизе подложне су оксидацији, при чему у овој реакцији настају пероксиди који су веома реактивни и могу да убрзају даље процесе оксидације у производима. Као показатељ степена формирања пероксида у производима, користи се пероксидни број (Теодоровић и сар., 2015). Код свих експерименталних група кобасица, пероксидни број је био испод лимита детекције, што показује да иако је код одређених група производа (А и Б) био утврђен већи степен хидролизе у односу на контролну групу кобасица, нису постојали услови за оксидацију слободних масних киселина, што је веома важно за очување квалитета и добру одрживост производа (Delgado-Pando и сар., 2011).

У процесима оксидације масних киселина и разлагања пероксида настају даљи производи попут алдехида и кетона, који доприносе променама укуса и мириса (ужељост). Поред промена у ароми, као последица ужељости долази и до промене боје, што све доводи до скраћења рока употребе производа (Yıldız-Turp и Serdaroğlu, 2008; Delgado-Pando и сар., 2011; O'Neill и сар., 2018). Као значајан показатељ степена ужељости користи се TBARS тест (Thiobarbituric Acid Reactive Substances) код ког се степен ужељости огледа кроз одређивање количине малондиалдехида (MDA) у производу. Овај тест показује у ком правцу се крећу хемијске промене овог типа у производу, што је поготово значајно код кобасица код којих се модификује рецептура, као што је то случај у овој дисертацији. Резултати испитивања су показали да су кобасице из контролне групе и групе А имала најнижи садржај малондиалдехида од 0,08 mg MDA/kg, кобасице из групе Б су садржале 0,09 mg MDA/kg при чему ова разлика није била статистички значајна. Међутим, код кобасица из групе Ц, утврђена је значајно већа количина малондиалдехида која је износила 0,14 mg MDA/kg, али важно је напоменути да је и ова вредност веома ниска у поређењу са налазима других аутора који су утврдили вишеструко веће вредности TBARS теста које су се кретале у опсегу од 0,49 до 2,97 mg MDA/kg, и које су знатно више у односу на вредности добијене у овој дисертацији (Pil-Nam и сар., 2015). У току складиштења експерименталних производа, дошло је до опадања и уједначавања првобитно измерених вредности код свих експерименталних група, тако да су код свих експерименталних група након 34. дана утврђене веома приближне вредности, које су се кретале у опсегу од 0,04 до 0,05 mg MDA/kg. На крају складиштења, производи из групе Ц су опет садржали већу количину малондиалдехида (0,09 mg MDA/kg) у поређењу са осталим експерименталним групама, код којих су ове вредности остале битније непромењене. Међутим, сагледавајући вредности TBARS теста кроз читав експеримент, упркос статистички значајним разликама у појединим фазама складиштења, све добијене вредности су биле далеко испод максимално прихватљивог лимита од 1 mg MDA/kg (Menegas и сар., 2013), као и у наводима других аутора (Pil-Nam и сар., 2015)

Резултати испитивања наведених показатеља оксидационих промена у експерименталним производима показали су да суспензија инулина и колагена није имала негативног утицаја на процесе оксидације липида, међутим, важно је напоменути да стабилности надева на оксидацију доприносе и други додаци као што су нитритне соли, чему иду у прилог и наводи из литературе (Wolfer и сар., 2018). Познато је да поред антимикуробне улоге, као и улоге у формирању боје и ароме саламурених производа (Alirezalu и сар., 2021), нитрити имају и

антиоксидативну улогу коју остварују тако што стабилизују двоструке везе у полинезасићеним масним киселинама липоида ћелијских мембрана (Вуковић, 2020). Интензитет антиоксидативног деловања нитрита током складиштења зависи од резидуалне количине нитрита у надеву, што је дискутовано у потпоглављу које се ондоси на хемијски састав производа, као и од низа других фактора попут висине температуре и дужине топлотне обраде производа, његове рН вредности, температуре при којој се производи складиште и др. (Delgado-Pando и сар., 2011).

6.6. Микрофлора производа

Ни у једној групи експерименталних кобасица није утврђено присуство патогених бактерија (*Salmonella* spp. и *Listeria monocytogenes*), што потврђује да се ради о безбедним производима. Безбедност барених кобасица базира се на топлотној обради пастеризацијом, при чему се у термалној тачки производа постиже најмање 70 °С, што је довољно да уништи поменуте микроорганизме, као и складиштење при температурама до +4 °С како би се спречило умножавање бактерија које могу да преживе пастеризацију као што су споре клостридија од којих највећу опасност могу да представљају споре *Clostridium botulinum* (Рашета и сар., 2018). Пастеризацију могу да преживе неке неспорогене бактерије као што су бактерије млечне киселине и ентерококе, које су отпорније на топлотну обраду од Грам негативних бактерија, и оне најчешће чине доминантну микрофлору барених кобасица (López-López и сар., 2009). Резултати микробиолошког испитивања експерименталних кобасица су показали да ни у једном производу није детектовано присуство ни клостридија ни ентерокока, док је присуство бактерија млечне киселине детектовано на крају складиштења у контролним кобасицама ($3,42 \pm 3,43 \log \text{cfu/g}$) и производима из групе А ($1,48 \pm 1,40 \log \text{cfu/g}$), што је у границама уобичајеним за врсту производа. У бареним кобасицама висок број бактерија млечне киселине је непожељан, јер ови микроорганизми поседују способност да стварају млечну киселину, сирћетну киселину, етанол и угљен-диоксид који прекомерним накупљањем доводе не само до промене укуса и мириса производа, већ и до зеленкасте пребојености надева услед промена на миоглобину (Lee и сар., 2015).

6.7. Инструментално испитивање боје

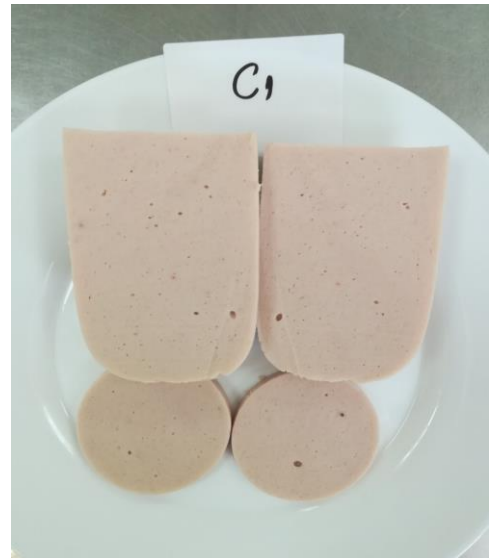
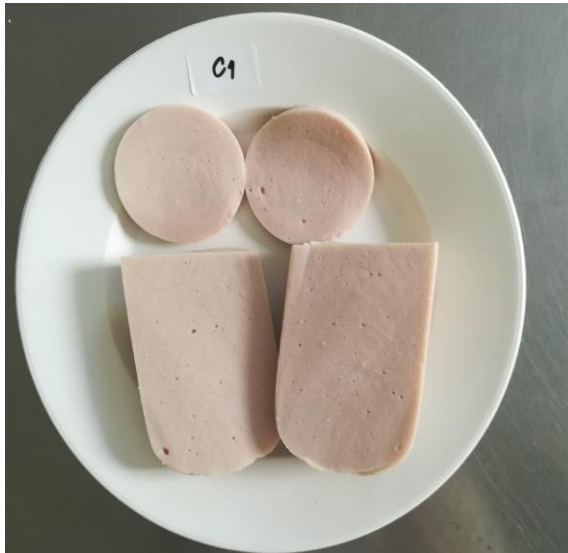
Испитивање боје производа од меса је од великог значаја, јер представља први визуелни фактор одлучивања потрошача приликом куповине (Eyiler и Oztan, 2011). Ружичасто-црвена боја фино уситњених барених кобасица потиче од пигмента нитрозил-миоглобина који настаје у реакцији између нитрита и миоглобина. Поред тога, на боју барених кобасица утиче и састав производа, при чему кобасице са мање масног ткива имају тамнију и израженију црвену боју (Pintado и сар., 2021; Kılıç и Özer, 2019; Kang и сар., 2020).

Резултати инструменталног испитивања боје из ове дисертације, показали су да су кобасице у којима је масно ткиво у потпуности замењено суспензијом инулина и колагена (група Ц) биле најтамније, како на почетку ($L^* = 75,46 \pm 0,29$), тако и на крају складиштења ($L^* = 76,00 \pm 0,40$), што је у складу са наводима из литературе према којима производи са мање масти имају тамну боју (Pintado и сар., 2021; Kılıç и Özer, 2019; Kang и сар., 2020). Најсветлије су биле кобасице из групе А, како на почетку ($L^* = 80,06 \pm 0,37$) тако и на крају складиштења ($L^* = 81,04 \pm 0,34$), иако су садржале мање масног ткива од контролних кобасица које су биле тамније ($L^* = 78,00 \pm 0,43$ на почетку, односно $L^* = 78,15 \pm 0,25$ на крају складиштења). Овакав резултат би се могао објаснити тиме да је мешавина масног ткива и суспензије инулина и колагена у кобасицама из групе А у већој мери допринела светлијој боји

производа, него самостално масно ткиво код контролних производа. У прилог томе иде и чињеница да су на крају складиштења и кобасице из групе Б, које су садржале мешавину масног ткива и суспензије инулина, биле светлије него кобасице из контролне групе ($L^* = 79,08 \pm 0,32$). Поред тога, запажено је и да је код модификованих кобасица тамнија боја била пропорционална количини додатог колагена. Наиме, пошто је у модификоване кобасице додата иста количина инулина (4%), може се закључити да је већа количина колагена код кобасица из групе Б (1,2% у надеву) и највећа код кобасица из групе Ц (1,65% у надеву) допринела тамнијој боји ових производа у поређењу са кобасицама из групе А, у којима је додато најмање колагена (0,7% у надеву). Међутим, упркос наведеним разликама, L^* вредности производа из свих експерименталних група биле су у границама које су уобичајене за врсту производа, а које износе у просеку од 74 до 81 (Мићовић и сар., 2021).

Иако су кобасице из групе Ц биле најтамније, производи из ове групе су на почетку складиштења имали најмањи удео црвене боје ($a^* = 4,84 \pm 0,36$). Овакав резултат би се могао објаснити највећим уделом воде у надеву код ове групе кобасица, јер према подацима из литературе, већи садржај воде у кобасицама доводи до разблаживања пигмената мяса и слабије изражене црвене боје (Candogan и Kolsarici., 2003). Поред тога, мањи интензитет a^* вредности могао би се приписати и већој количини колагена у кобасицама из групе Ц него код производа из група А и Б, јер је количина инулина била константна код свих модификованих кобасица. Међутим, у току складиштења, удео црвене боје код кобасица из групе Ц се константно повећавао и 55. дана достигао вредност $a^* = 6,23 \pm 0,31$, која је била нешто већа од вредности (разлика није била значајна; $p > 0,05$) које су утврђене код кобасица из група А ($a^* = 5,90 \pm 0,24$) и Б ($a^* = 5,97 \pm 0,43$), а које су садржале мање воде и мање колагена у надеву. Повећање интензитета црвене боје утврђено је код свих група кобасица, с тим да је било најизраженије код кобасица из групе Ц, а могло би се приписати реакцијама између резидуалног нитрита и миоглобина, при чему се повећава количина нитрозил-миоглобина и самим тим и удео црвене боје надева, што је у складу са наводима других аутора (Candogan и Kolsarici., 2003). Контролне кобасице су у току целокупног процеса производње имале највећи удео црвене боје, како на почетку ($a^* = 7,29 \pm 0,80$) тако и на крају складиштења ($a^* = 8,46 \pm 0,13$), на основу чега се може закључити да суспензија инулина и колагена доприноси смањењу удела црвене боје код фино уситњених барених кобасица, али је важно напоменути и да су a^* вредности експерименталних производа у току складиштења достигле вредности које су биле у границама уобичајеним за фино уситњене барене кобасице које износе од 5,40 до 8,40 (Мићовић и сар., 2021).

Замена масног ткива суспензијом инулина и колагена није утицала на удео жуте боје код кобасица, тако да су b^* вредности биле уједначене и нису утврђене значајне разлике између експерименталних група. При томе, измерене вредности за удео жуте боје код производа из ове дисертације биле су у границама уобичајеним за фино уситњене барене кобасице које износе од 8,20 до 12,50 (Мићовић и сар., 2021).



Слика 2, Изглед пресека барених кобасица групе Ц
а) изглед пресека групе Ц након производње – лево
б) изглед пресека групе Ц последњег дана складиштења – десно



Слика 3, Изглед пресека барених кобасица групе Б
а) изглед пресека групе Б након производње – лево
б) изглед пресека групе Б последњег дана складиштења – десно



Слика 4, Изглед пресека барених кобасица групе А
а) изглед пресека групе А након производње – лево
б) изглед пресека групе А последњег дана складиштења – десно



Слика 5, Изглед пресека барених кобасица контролне групе
а) изглед пресека контролне групе након производње – лево
б) изглед пресека контролне групе последњег дана складиштења – десно

6.8. Инструментално испитивање текстуре

У производњи барених кобасица, масно ткиво има велики значај за постизање одговарајуће текстуре производа, при чему од свих параметара који се одређују у оквиру анализе профила текстуре, у највећој мери утиче на тврдоћу и еластичност (Cierach и сар., 2009). Резултати испитивања профила текстуре из ове дисертације показали су да је тврдоћа свих експерименталних група кобасица била приближна ($p > 0,05$), како на почетку (од $4255,83 \pm$

756,44 g код групе А до $4671,22 \pm 370,56$ g код групе Б), тако и на крају складиштења (од $4295,45 \pm 270,54$ g код групе Ц до $5203,13 \pm 750,29$ g код групе А). При томе, експерименталне кобасице из групе Ц ($4502,26 \pm 272,92$ g) које су израђене без додатка масног ткива имале су готово идентичну тврдоћу као кобасице из контролне групе ($4458,13 \pm 455,63$ g), на основу чега се види да инулин-колаген суспензија може у доброј мери да „имитира“ масно ткиво у надеву барених кобасица у погледу постизања одговарајуће тврдоће производа. Кључну улогу за постизање стабилности надева и одговарајућу тврдоћу производа има добро везивање воде и емулговање масти у надеву (Вуковић, 2020). Додатак воде у количини од чак 41% код кобасица из групе Ц није се неповољно одразио на стабилност надева, што се може приписати доброј способности везивања воде од стране инулина (de Souza Paglarini и сар., 2019) и колагена (Sousa и сар., 2017). Уједно, пошто су кобасице из групе Ц израђене без додатка масног ткива, може се сматрати да је управо добро везивање воде у надеву одиграло кључну улогу у постизању одговарајуће тврдоће производа. Међутим, када се ради о производима из групе А и Б, који су израђени са додатком и масног ткива и инулин-колаген суспензије, резултати испитивања су показали да су ови производи имали већу тврдоћу од контролних производа и производа из групе Ц, како после 34. дана, тако и на крају складиштења, при чему ове разлике ипак нису биле значајне ($p > 0,05$). Овакав резултат би се могао објаснити удруженим деловањем везивоткивне строме из масног ткива и полимерних ланаца инулина и колагена у сложеном матриксу надева барених кобасица, при чему и други аутори описују улогу инулина (Keenan и сар., 2014) и колагена (Bilek и Baum, 2015) у јачању веза између састојака надева барених кобасица.

У погледу еластичности, код кобасица из групе Ц утврђене су највеће вредности ($0,75 \pm 0,04$ mm на почетку и $0,76 \pm 0,02$ mm на крају складиштења), али у поређењу са осталим групама разлике нису биле значајне ($p > 0,05$) на почетку складиштења, док су на крају складиштења значајно мању еластичност ($p < 0,05$) имале једино кобасице из групе А ($0,70 \pm 0,03$ mm). Овакви резултати указују да потпуна замена масног ткива суспензијом инулина и колагена даје производе који имају сличну еластичност као кобасице уобичајеног састава (са масним ткивом), али да комбиновање масног ткива и инулин-колаген суспензије даје слабије еластичне производе. Овакви резултати се могу тумачити на сличан начин као резултати за тврдоћу, па се може претпоставити да интеракција везивоткивне строме масног ткива са инулин-колаген суспензијом, поред тога што доприноси већој тврдоћи, уједно доводи до смањене еластичности производа.

Исто тако, комбиновање масног ткива и инулин-колаген суспензије допринело је повећању кохезивности производа, али само на почетку складиштења. Резултати испитивања адхезивности, гумености и жвакљивости показали су да у погледу ових параметара текстуре није било значајних разлика и да суспензија инулина и колагена не утиче неповољно на ова својства, без обзира да ли се користи заједно са масним ткивом или га у потпуности замењује.

Насупрот анализи профила текстуре, резултати испитивања параметара текстуре по Warner-Bratzler-у показују да су експерименталне кобасице у којима је масно ткиво у потпуности замењено суспензијом инулина и колагена (група Ц) имале значајно мању чврстоћу и силу смицања од контролне групе производа у свим фазама складиштења. Овакав резултат би се могао приписати значајно већем садржају воде код модификованих производа, с обзиром да су и кобасице из групе А и Б имале мање вредности ових параметара него кобасице из контролне групе. Једино је код кобасица из групе А након 34. дана складиштења утврђена већа чврстоћа и сила смицања него код контролне групе кобасица, што би се могло тумачити интеракцијом везивоткивне строме масног ткива са инулин-колаген суспензијом као што је дискутовано кроз резултате испитивања профила текстуре.

Без обзира на одређене разлике између експерименталних група производа из ове дисертације, параметри текстуре код модификованих кобасица у којима је масно ткиво замењено суспензијом инулина и колагена, били су у оквиру вредности које су уобичајене за фино уситњене барене кобасице (Курћубић и сар., 2020; Мићовић и сар., 2021). Пошто подаци из литературе указују на то да неки други начини замене масног ткива, као што је на пример употреба биљних масти, доводе до значајних промена у параметрима текстуре барених кобасица (Álvarez и сар., 2012), примена суспензије инулина и колагена може да представља добро решење као замена за масно ткиво код ове врсте производа, а да при томе не дође до значајнијег нарушавања параметара текстуре који се могу детектовати инструменталним методама.

6.9. Сензорна својства

Масно ткиво има велики значај као састојак који учествује у формирању сензорних својстава финоуситњених барених кобасица, нарочито у погледу конзистенције, изгледа пресека и својственог мириса и укуса производа (Felisberto и сар., 2015).

Спољашњи изглед фино уситњених барених кобасица које се пуне у вештачке омотаче од синтетичких материјала, као што је то случај код производа из ове дисертације, треба да буде без већих набора, а сам омотач без икаквих оштећења (Вуковић, 2020). Резултати испитивања показали су да је спољашњи изглед свих експерименталних група производа био високо оцењен, нарочито на почетку складиштења који је код свих износио 5,00. У току складиштења, производи су добили нешто ниже оцене због појаве веома малих набора, тако да је најнижа оцена додељена 34. дана за спољашњи изглед кобасица из групе А, али је и ова оцена била прилично висока (4,50). На крају складиштења, све групе су оцењене идентичном и веома високом просечном оценом која је износила 4,83. Према подацима из литературе, појава изражених набора на површини фино уситњених барених кобасица може бити последица складиштења при сувише ниској влажности ваздуха, када долази до испаравања влаге из производа при чему се његова површина смежура, али се то односи пре свега на производе који се пуне у омотаче који су пропустљиви за водену пару (Радетић, 2000). Пошто су експериментални производи пуњени у омотаче непропустљиве за водену пару и складиштени у одговарајућим условима, блага појава набора се може приписати другим факторима као што су својства надева или интензитет пуњења (Вуковић, 2020). Пошто између испитиваних група нису утврђене значајне разлике у оценама за спољашњи изглед, и да су при томе оцене биле високе, може се закључити да замена масног ткива суспензијом инулина није утицала на ово својство производа.

Надев фино уситњених барених кобасица треба да буде хомоген и без шупљина, међутим, изглед пресека кобасица из контролне групе био је најслабије оцењен управо због недовољне хомогености надева и појаве бројних шупљина (Слика 5), и износио је од $2,88 \pm 0,26$ на почетку складиштења до $3,33 \pm 0,41$ на крају складиштења. Шупљине у надеву фино уситњених барених кобасица могу бити последица мешања ваздуха са надевом у току припреме у кутеру, као и контаминиране сировине када микроорганизми стварају гасове у надеву при чему долази до формирања шупљина (Вуковић, 2020). Пошто су све експерименталне кобасице произведене у добрим и идентичним хигијенским условима, као и да током бактериолошких испитивања није утврђено присуство бактерија узрочника квара, шупљине код контролних кобасица се могу приписати интензивнијој уградњи мехурића ваздуха у надев током кутеровања. Изглед пресека је најбоље оцењен код кобасица из групе Б ($4,00 \pm 0,00$ на почетку и $4,25 \pm 0,42$ на крају складиштења) и групе Ц ($3,50 \pm 0,45$ на почетку и $4,00 \pm 0,00$ на крају складиштења), при чему су ови производи имали најмање шупљина и најхомогенији надев. Према подацима из литературе, уградња ваздуха у

савременој индустријској производњи спречава се коришћењем вакуум кутера и вакуум пунилица (Вуковић, 2020). Међутим, пошто су све експерименталне групе производа израђене у истим условима уз коришћење кутера и пунилице без примене вакуума, може се претпоставити да су управо разлике у саставу производа допринеле различитој појави шупљина у надеву, што би се могло објаснити тиме да је већи садржај воде и добра растворљивост инулина (de Souza Paglarini и сар., 2019) и колагена (Sousa и сар., 2017) највероватније допринела бољој хомогенизацији и мањем степену уграђивања мехурића ваздуха у надев.

Боја фино уситњених барених кобасица које се израђују са додатком нитритне соли за саламурење, као што је то случај код кобасица из ове дисертације, треба да буде ружичасто-црвена (Радетић, 2000). Боја контролних кобасица и производа из групе А била је најслабије оцењена како на почетку ($2,88 \pm 0,26$; односно $3,13 \pm 0,26$), тако и на крају складиштења ($3,08 \pm 0,20$; односно $3,08 \pm 0,49$) зато што је била светлија и недовољно хомогена. У прилог овим запажањима иду и резултати инструменталног испитивања боје, јер су ови производи управо имали веће L^* вредности него кобасице из група Б и Ц, чија је боја боље оцењена како на почетку ($3,88 \pm 0,26$, обе) тако и на крају складиштења ($4,00 \pm 0,00$; односно $3,92 \pm 0,49$). Иако су код контролних кобасица и производа из групе А инструменталним методама утврђене веће вредности удела црвене боје (a^* вредност), боја ових производа није била довољно хомогена. Поред тога, код ових производа су инструменталним испитивањем детектоване и нешто више вредности удела жуте боје (b^* вредности), што је све заједно допринело томе да њихова боја буде лошија. Према подацима из литературе, неадекватно формирана боја фино уситњених барених кобасица може да буде последица недовољне количине соли за саламурење и недовољне топлотне обраде (Радетић, 2000), међутим пошто су све експерименталне кобасице произведене са додатком исте количине соли за саламурење, као и помоћу истог режима топлотне обраде, неадекватна боја контролних и кобасица из групе А највероватније је последица различитог састава надева. Подаци из литературе указују и на то да присуство мехурића ваздуха у надеву може да утиче неповољно на боју производа, јер кисеоник из ваздуха допринноси оксидацији пигмената, а самим тим и промене боје (Вуковић, 2020). Међутим, пошто је испитивањем пероксидног броја и TBARS вредности утврђен веома низак степен оксидативних промена код контролних кобасица и кобасица из групе А, о чему је дискутовано у одговарајућем поглављу ове дисертације, мало је вероватно да је лоша боја ових производа била последица оксидативних промена. Најбоље оцене за боју и одрживост боје добиле су кобасице из групе Б и Ц како на почетку ($3,88 \pm 0,26$, обе) тако и на крају складиштења ($4,00 \pm 0,00$; односно $3,92 \pm 0,49$) захваљујући доброј хомогености надева, као и тамнијој боји, и адекватном уделу црвене и жуте боје што је поткрепљено инструменталним испитивањем боје, о чему је дискутовано у посебном поглављу ове дисертације. За разлику од других аутора (dos Santos и сар., 2020) који су утврдили да смањење садржаја масног ткива код фино уситњених барених кобасица доводи до лошије боје производа, у овој дисертацији је потврђено да суспензија инулина и колагена представља адекватну замену за масно ткиво која не утиче неповољно на боју производа.

Конзистенција фино уситњених барених кобасица треба да буде чврсто-еластична, а зависи како од састава производа, тако и од интензитета и дужине обраде надева у кутеру, али и доброг везивања воде и емулговања масти (Теодоровић и сар., 2015). Конзистенција кобасица из група Б и Ц је значајно боље оцењена него код контроле, како на почетку ($4,50 \pm 0,62$; односно $4,13 \pm 0,26$), тако и на крају складиштења ($3,83 \pm 0,68$; односно $3,92 \pm 0,49$). Кобасице из група Б и Ц су биле чвршће, али опет довољно еластичне и сочне што је допринело бољим оценама за текстуру него код контролних кобасица чија је конзистенција најслабије оцењена како на почетку ($3,13 \pm 0,26$), тако и на крају складиштења ($3,17 \pm 0,26$), јер су биле мекше и тестасте. У прилог овим резултатима иду и подаци добијени

инструменталним испитивањем текстуре кобасица, што је дискутовано у одговарајућем поглављу ове дисертације. Резултати испитивања текстуре показали су да замена масног ткива суспензијом инулина и колагена, не само да није неповољно утицала на ово својство производа, већ је допринело томе да се добију производи са бољом текстуром. Унапређење текстуре модификованих кобасица може се управо приписати технолошким својствима инулина (de Souza Paglarini и сар., 2019) и колагена (Sousa и сар., 2017), а сличне резултате у погледу конзистенције барених кобасица са додатком инулина описују и други аутори (Василев и сар., 2011; Younis и сар., 2022).

Мирис фино уситњених барених кобасица треба да буде својствен, благ, и да потиче од употребљених сировина, додатака и зачина (Радетић, 2000). Мирис експерименталних кобасица из ове дисертације најслабије је оцењен код контролних кобасица и производа из групе А, како на почетку ($2,88 \pm 0,26$; односно $3,13 \pm 0,26$) тако и на крају складиштења ($3,08 \pm 0,20$; односно $3,42 \pm 0,20$). Неадекватан мирис барених кобасица може бити последица оксидације и ужеглости масти, као и накупљања органских киселина као последице умножавања лактобацила, педиокока, ентерокока и других бактерија које могу да преживе пастеризацију или су у производ доспеле као последица накнадне контаминације (Вуковић, 2020). Код контролних кобасица и производа из групе А утврђен је већи степен хидролизе масних киселина на почетку и у току складиштења, а слободне масне киселине могу да утичу на мирис производа (Adawiyah и сар., 2012), о чему је дискутовано у посебном поглављу ове дисертације. Исто тако, на крају складиштења контролних кобасица и кобасица из групе А утврђено је присуство бактерија млечне киселине ($3,42 \pm 3,43$, односно $1,48 \pm 1,40 \log \text{cfu/g}$), што је описано у посебном поглављу, чему би могле да се припишу неповољније оцене за мирис ових производа. С друге стране, мирис кобасица из група Б и Ц боље је оцењен како на почетку ($3,88 \pm 0,26$, односно $3,63 \pm 0,26$) тако и на крају складиштења ($3,50 \pm 0,00$; односно $3,58 \pm 0,20$), што би се могло приписати мањем степену хидролизе масних киселина, као и чињеници да код ових производа није детектовано присуство бактерија млечне киселине. Уједно, мирис ових производа је описан као „пријатнији“ и „ароматичнији“ што би се могло приписати и додатој суспензији инулина и колагена, с обзиром да поједини аутори наводе да инулин може да се користи као средство за побољшавање ароме (Mensink и сар., 2015).

Укус фино уситњених барених кобасица, слично као и мирис, треба да буде својствен, благ, и да потиче од употребљених сировина, додатака и зачина (Радетић, 2000). Укус кобасица из контролне групе и кобасица из групе А био је, као и мирис, лошије оцењен како на почетку ($2,63 \pm 0,26$; односно $3,13 \pm 0,26$), тако и на крају складиштења ($3,08 \pm 0,20$; односно $3,42 \pm 0,20$). Пошто су мирис и укус веома повезани чинећи арому производа (Felisberto и сар., 2015), лошије оцене за укус ових производа могу се приписати истим узроцима као што је то описано код мириса. Иако масно ткиво има велики значај за укус барених кобасица (Choi и сар., 2014), замена масног ткива суспензијом инулина и колагена није се неповољно одразила на ово својство код модификованих кобасица, тако да је у поређењу са контролном групом производа, укус кобасица из група Б и Ц боље оцењен како на почетку ($4,00 \pm 0,32$; односно $4,00 \pm 0,00$), тако и на крају складиштења ($3,58 \pm 0,20$; односно $3,83 \pm 0,26$). У прилог оваквим резултатима иду и подаци из литературе према којима инулин као замена за маст, својом дуголанчаном структуром у води формира микрокристале који у устима остварују осећај сличан ономе који изазива конзумирање масти (Castellino и сар., 2020).

У погледу укупне сензорне оцене, најбоље су вредноване кобасице из група Б и Ц, како на почетку ($4,21 \pm 0,45$; односно $4,02 \pm 0,53$), тако и на крају складиштења ($4,00 \pm 0,49$; односно $4,01 \pm 0,43$), што показује да се ради о производима високог сензорног квалитета и што је значајно боље ($p < 0,05$) у поређењу са контролним производима који су били уобичајеног састава, а чије су оцене за укупни сензорни квалитет износиле од $3,23 \pm 0,88$ на почетку, до

3,43 ± 0,69 на крају складиштења. Овакви резултати показују да суспензија инулина и колагена доприноси бољем сензорном квалитету фуно уситњених барених кобасица, како у комбинацији са масним ткивом, тако и у случају потпуне замене масног ткива у циљу добијања производа са значајно смањеним садржајем масти.

7. ЗАКЉУЧЦИ

1. Код експерименталне групе кобасица (Ц), у којима је масно ткиво у потпуности замењено суспензијом инулина и колагена, остварена је редукција садржаја масти од 97%. Ова група производа садржала је статистички значајно мање ($p < 0,05$) масти (0,85%) и холестерола (46,23 mg/100g) у односу на контролну групу (25,48%, односно 55,87 mg/100g).
2. Садржај протеина мяса био је уједначен код свих експерименталних група кобасица (од 11,75% до 12,34%). Удео колагена у протеинима мяса био је значајно већи ($p < 0,05$) код кобасица у којима је масно ткиво делимично или у потпуности замењено суспензијом инулина и колагена (група А-6,24%, група Б-8,65% и група Ц-10,26%) него код контролне групе (3,68%), при чему је код свих експерименталних група био у оквиру граничних вредности дефинисаних прописима (до 25%).
3. Значајно већи садржај воде ($p < 0,05$) утврђен је код свих кобасица у којима је масно ткиво делимично или у потпуности замењено суспензијом инулина и колагена (група А-64,89%, група Б-71,53% и група Ц-77,34%) него код контролне групе (60,69%), међутим није установљен утицај на вредност активности воде, која је код свих група производа била уједначена (0,950-0,952 на почетку и 0,947-0,949 на крају складиштења), као ни на рН вредност (5,89–6,04 на почетку и 6,05–6,19 на крају складиштења).
4. Садржај нитрита био је највећи код кобасица из групе Ц, како на почетку (78,37 mg/kg) тако и на крају складиштења (68,40 mg/kg), а значајно мањи ($p < 0,05$) код кобасица из група А (69,04 mg/kg, односно 52,56 mg/kg) и контролне групе (74,86 mg/kg, односно 61,24 mg/kg).
5. Садржај угљених хидрата је био значајно већи ($p < 0,05$) код кобасица из група А, Б и Ц (9,94%, 8,56% и 7,45%) у поређењу са контролном групом (0,91%). Садржај слободних шећера је био значајно већи ($p < 0,05$) код кобасица из група А, Б и Ц (од 0,47% до 0,49%) него код контролне групе (0,22%; $p < 0,05$).
6. У погледу релативног садржаја масних киселина (садржај масних киселина у липидном екстракту), кобасице из групе А и Б имале су готово идентичан маснокиселински састав, при чему су имале значајно мањи релативни удео полинезасићених масних киселина (14,60%, односно 14,29%), као и значајно већи ($p < 0,05$) релативан садржај засићених масних киселина (40,31%, односно 39,71%) него кобасице из контролне групе (17,36% PUFA и 35,14% SFA). С друге стране, кобасице из групе Ц имале су значајно нижи ($p < 0,05$) релативни удео $n-3$ масних киселина (0,51%) и полинезасићених масних киселина (8,45%), значајно већи удео мононезасићених (54,05%) као и приближан удео засићених масних киселина (37,24%) и $n-6/n-3$ однос (15,53%) у поређењу са контролним кобасицама, и кобасицама из група А и Б.
7. У погледу апсолутног садржаја масних киселина (садржај масних киселина у целом производу), контролне кобасице су имале значајно већу ($p < 0,05$) количину засићених (8,95%) и $n-6$ масних киселина (4,16%) од модификованих кобасица, које су садржале засићене масне киселине у количини од 0,31% (група Ц) до 4,29% (група А), односно $n-6$ масних киселина од 0,07% (група Ц) до 1,39% (група А).
8. Код свих експерименталних група кобасица утврђен је низак степен хидролитичких и оксидативних промена на мастима. При томе, најмање вредности киселинског броја

измерене су код кобасица из групе Ц (0,36 mg KOH/g на почетку и 0,37 mg KOH/g на крају складиштења), а највеће код производа из групе А (1,74 mg KOH/g на почетку и 0,87 mg KOH/g на крају складиштења). Пероксидни број је код свих експерименталних група био испод лимита детекције. TBARS вредност је била највећа код кобасица из групе Ц (0,14 mg MDA/kg на почетку, и 0,09 mg MDA/kg на крају складиштења), а најмања код контролних и кобасица из групе А (код обе групе 0,08 mg MDA/kg на почетку, и 0,05 mg MDA/kg на крају складиштења).

9. Бактерије млечне киселине детектоване су на крају складиштења код контролне групе (3,42 log CFU/g) и кобасица из групе А (1,48 log CFU/g), при чему је овај број био у оквиру граничних вредности дефинисаних прописима (до 4,0 log CFU/g). Код осталих експерименталних група производа, број бактерија млечне киселине био је испод лимита детекције. Број ентерокока и сулфиторедукујућих кластридија је био испод лимита детекције код свих експерименталних група кобасица:
10. У погледу инструменталних параметара боје, најтамније су биле кобасице из групе Ц ($L^*=75,46$ на почетку и $L^*=76,0$ на крају складиштења), а најсветлије кобасице из групе А ($L^*=80,06$ на почетку и $L^*=81,04$ на крају складиштења). Удео црвене боје био је највећи код контролне групе кобасица ($a^*=7,29$ на почетку и $a^*=8,46$ на крају складиштења), а најмањи код кобасица из групе Ц ($a^*=4,84$ на почетку и $L^*=6,23$ на крају складиштења). Удео жуте боје био је уједначен код свих експерименталних група производа и износио је на почетку складиштења од $b^*=9,32$ (група Б) до $b^*=10,28$ (контролна група), а на крају складиштења од $b^*=8,93$ (група А) до $b^*=9,22$ (група Ц).
11. Анализом профила текстуре (ТРА) производа нису утврђене значајне разлике ($p > 0,05$) у тврдоћи (од 4255 g код групе А до 4671 g код групе Б), адхезивности (од -85,57 g/s код контроле до -97,31 g/s код групе Ц), еластичности (од 0,71 mm код контроле до 0,75 mm код групе Ц), гумености (3027 код контроле до 3291 код групе А) и жвакљивости (2166 g/mm код контроле до 2402 g/mm код групе А) кобасица из свих експерименталних група. Кохезивност кобасица контролне групе и групе Ц била је приближна (0,68 односно 0,70) и значајно мања ($p < 0,05$) него код производа из група А (0,79) и Б (0,78). Испитивање текстуре методом по Warner-Bratzler-у показало је да су код кобасица из групе Ц утврђене значајно мање ($p < 0,05$) вредности за чврстоћу (3,43-4,51 N) и силу смицања (13,41-25,38 N) у односу на контролну групу, током свих фаза складиштења (чврстоћа: 5,04-5,89 N; сила смицања: 18,91-30,81 N).
12. Укупна сензорна оцена била је значајно већа код кобасица из група Б (4,21) и Ц (4,02) у поређењу са контролном групом (3,23) и групом А (3,58) како на почетку, тако и на крају складиштења (Б: 4,00; Ц 4,01; А: 3,58 и контрола 3,43). У поређењу са модификованим кобасицама, контролне кобасице су биле значајно слабије оцењене ($p < 0,05$) за параметре мириса и укуса, на почетку (2,88, односно 2,63) и на крају складиштења (3,08 за оба својства).
13. Резултати овог истраживања су указали да се у производњи фино уситњених барених кобасица масно ткиво може у потпуности заменити суспензијом инулина и колагена, у циљу добијања здравствено безбедног производа, високог квалитета и добре одрживости.

8. СПИСАК ЛИТЕРАТУРЕ

1. Aaslyng M. D., Vestergaard C., Koch A. G. (2014): The effect of salt reduction on sensory quality and microbial growth in hotdog sausages, bacon, ham and salami. *Meat Science* (96), 47–55.
2. Adawiyah D. R., Soekarto T. S., and Hariyadi P. (2012): Fat hydrolysis in a food model system: effect of water activity and glass transition. *International Food Research Journal* 19 (2), 737-741.
3. Afinjuomo F., Barclay G. T., Song Y., Parikh A., Petrovsky N., Garg S. (2019): Synthesis and characterization of a novel inulin hydrogel crosslinked with pyromellitic dianhydride. *Reactive and Functional Polymers* (134), 104-111.
4. Alirezalu K., Hesari J., Yaghoubi M., Khaneghah A. M., Alirezalu A., Pateiro M., & Lorenzo J. M. (2021): Combined effects of ϵ -polylysine and ϵ -polylysine nanoparticles with plant extracts on the shelf life and quality characteristics of nitrite-free frankfurter-type sausages. *Meat science* (172), 108318.
5. Almeida C. M., Wagner R., Mascarin L., Zepka L. Q., & Campagnol P. C. B. (2014): Production of Low-Fat Emulsified Cooked Sausages Using Amorphous Cellulose Gel. *Journal of Food Quality* (37), 437-443.
6. AOAC (2021): Official Method 994,10 Cholesterol in Foods.
7. Astrup A., Magkos F., Bier D. M., Brenna J. T., de Oliveira Otto M. C., Hill J. O., King J. C., Mente A., Ordovas J. M., Volek J. S., Yusuf S., & Krauss R. M. (2020): Saturated fats and health: a reassessment and proposal for food-based recommendations: JACC state-of-the-art review. *Journal of the American College of Cardiology* 76(7), 844-857.
8. Ayo. J., Carballo J., Serrano J., Olmedilla-Alonso B., Ruiz-Capillas C., & Jiménez-Colmenero F. (2007): Effect of total replacement of pork backfat with walnut on the nutritional profile of frankfurters. *Meat science* 77(2), 173-181.
9. Álvarez D., & Barbut S. (2013): Effect of inulin, β -Glucan and their mixtures on emulsion stability, color and textural parameters of cooked meat batters. *Meat Science* 94 (3), 320–327.
10. Álvarez D., Xiong Y. L., Castillo. M., Payne F. A., & Garrido M. D. (2012): Textural and viscoelastic properties of pork frankfurters containing canola–olive oils, rice bran, and walnut. *Meat science* 92(1), 8-15.
11. Bilek E. S., & Bayram K. S. (2015): Fruit juice drink production containing hydrolyzed collagen. *Journal of Functional Foods* (14), 562-569.
12. Bolívar-Monsalve E. J., Ramírez-Toro C., Bolívar G., & Ceballos-González C. F. (2019): Mechanisms of action of novel ingredients used in edible films to preserve microbial quality and oxidative stability in sausages - A review. *Trends in Food Science & Technology* (89), 100-109.
13. Botez E., Nistor O. V., Andronoiu D. G., Mocanu G. D., & Ghinea I. O. (2017): Meat products reformulation: Nutritional benefits and effects on human health. *Functional food - Improve health through adequate food* (9), 167-184.
14. Candogan K., & Kolsarici N. (2003): Storage stability of low-fat beef frankfurters formulated with carrageenan or carrageenan with pectin. *Meat science* 64(2), 207-214.
15. Castellino M., Renna M., Leoni B., Calasso M., Difonzo G., Santamaria P., Gambacorta G., Caponio F., De Angelis M., & Paradiso V. M. (2020): Conventional and unconventional recovery of inulin rich extracts for food use from the roots of globe artichoke. *Food Hydrocolloids* (107), 105975.
16. Celia J. H., & Arno H. (2015). Current trends in natural preservatives for fresh sausage products. *Trends in Food Science & Technology* 45(1), 12-23.

17. Cengiz E., & Gokoglu N. (2005): Changes in energy and cholesterol contents of frankfurter-type sausages with fat reduction and fat replacer addition. *Food Chemistry* 91(3), 443-447.
18. Choi Y. S., Kim H. W., Hwang K. E., Song D. H., Choi J. H., Lee M. A., Chung H. J., & Kim C. J. (2014): Physicochemical properties and sensory characteristics of reduced-fat frankfurters with pork back fat replaced by dietary fiber extracted from makgeolli lees. *Meat Science* 96(2), 892-900.
19. Cierach M., Modzelewska-Kapituła M., & Szaciło K. (2009): The influence of carrageenan on the properties of low-fat frankfurters. *Meat science* 82(3), 295-299.
20. Csapó J., R., V, (2013): Salamon Fatty acid composition and cholesterol content of the fat of pigs of various genotypes, *Acta Univ, Sapientiae, Alimentaria*, 6, 23–33.
21. David S., Levi S. C., Fahoum L., Ungar Y., Meyron-Holtz G. E., Shpigelman A., & Lesmes U. (2018): Revisiting the carrageenan controversy: do we really understand the digestive fate and safety of carrageenan in our foods?. *Food Function* 9(3), 1344–1352.
22. De Souza Paglarini C., Martini S., & Pollonio M. A. R. (2019): Using emulsion gels made with sonicated soy protein isolate dispersions to replace fat in frankfurters. *Lwt* (99), 453-459.
23. Delgado-Pando G., Cofrades S., Ruiz-Capillas C., Solas M. T., Triki M., & Jiménez-Colmenero F. (2011): Low-fat frankfurters formulated with a healthier lipid combination as functional ingredient: Microstructure, lipid oxidation, nitrite content, microbiological changes and biogenic amine formation. *Meat Science* 89(1), 65-71.
24. Dingstad G. I., Kubberød E., Næs T., & Egelanddal B. (2005): Critical quality constraints of sensory attributes in frankfurter-type sausages, to be applied in optimization models. *LWT - Food Science and Technology* 38(6), 665-676.
25. dos Santos M., Munekata P. E., Pateiro M., Magalhães G. C., Barretto A. C. S., Lorenzo J. M., & Pollonio M. A. R. (2020): Pork skin-based emulsion gels as animal fat replacers in hot-dog style sausages. *LWT* (132), 109845.
26. EN ISO 5509:2000, Animal and vegetable fats and oils, Preparation of methyl esters of fatty acids.
27. European Food Safety Authority (2014): Scientific Opinion on the substantiation of a health claim related to “non-digestible oligo- and polysaccharides including galacto-oligosaccharides, oligofructose, polyfructose and inulin” and “increase in calcium absorption” pursuant to Article 14 of Regulation (EC) No 1924/2006, *EFSA Journal*, 12 (11), 3889.
28. Eyiler E., & Oztan A. (2011): Production of frankfurters with tomato powder as a natural additive. *LWT - Food Science and Technology* 44(1), 307-311.
29. FAO (2003): Food Energy – Methods of analysis and conversion factors. In Report of a technical workshop. FAO Food and Nutrition Paper 77. Rome, FAO.
30. Felisberto M. H. F., Galvão M. T. E. L., Picone C. S. F., Cunha R. L., & Pollonio M. A. R. (2015): Effect of prebiotic ingredients on the rheological properties and microstructure of reduced-sodium and low-fat meat emulsions. *LWT-Food Science and Technology* 60(1), 148-155.
31. Fernández-López J., Lucas-González R., Viuda-Martos M., Sayas-Barberá E., Navarro C., Haros C. M., & Pérez-Álvarez J. A., (2019): Chia (*Salvia hispanica* L.) products as ingredients for reformulating frankfurters: Effects on quality properties and shelf-life. *Meat Science* (156), 139-145.
32. Furtado M., Chen L., Chen Z., Chen A., & Cui W. (2022): Development of fish collagen in tissue regeneration and drug delivery. *Engineered Regeneration* 3(3), 217-231.
33. Garcia-Santos M. de S. L., Conceicao F. S., Villas-Boasi F., de Souza B. M. S., Barretto A. C. de S. (2019): Effect of the addition of resistant starch in sausage with fat reduction on the physicochemical and sensory properties. *Food Science and Technology, Campinas*, 39(2), 491-497.

34. Giri S., Dutta P., & Giri K. T. (2021): Inulin-based carriers for colon drug targeting. *Journal of Drug Delivery Science and Technology* 64, 102595.
35. Glišić M., Baltić M., Glišić M., Trbović D., Jokanović M., Parunović N., Dimitrijević M., Suvajdžić B., Bošković M., & Vasilev D. (2019): Inulin-based emulsion-filled gel as a fat replacer in prebiotic- and PUFA-enriched dry fermented sausages. *International Journal of Food Science and Technology* 54(3), 787-797.
36. Gore S. B., Xavier K. A. M., Nayak B. B., Tandale A. T., & Balange A. K. (2022): Technological effect of dietary oat fiber on the quality of minced sausages prepared from Indian major carp (*Labeo rohita*). *Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre* 27, 100305.
37. Hamrick C., & Chen G. (2021): The challenges of future foods from prevention of nutrient deficiencies to the management of diabetes. *Journal of Future Foods* 1(1), 47-57.
38. Hamrick K. S., & Okrent A. M. (2014): The Role of Time in Fast-Food Purchasing Behavior in the United States. United States Department of Agriculture, Economic Research Report 178.
39. Han K., Li S., Yang Y., Feng X., Tang X., & Chen Y. (2022): Mechanisms of inulin addition affecting the properties of chicken myofibrillar protein gel. *Food Hydrocolloids* 131(3), 107843.
40. Han M., & Bertram H. C. (2017): Designing healthier comminuted meat products: Effect of dietary fibers on water distribution and texture of a fat-reduced meat model system. *Meat Science* (133), 159-165.
41. Han S. B., Won B., Yang S. C., Kim D. H. (2021): *Asterias pectinifera* derived collagen peptide-encapsulating elastic nanoliposomes for the cosmetic application. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry* (98), 289-297.
42. Hennet T. (2019): Collagen glycosylation. *Current Opinion in Structural Biology* (56), 131-138.
43. Himmelgreen D., Romero-Daza N., Heuer J., Lucas W., Salinas-Miranda A. A., Stoddard T. (2020): Using syndemic theory to understand food insecurity and diet-related chronic diseases. *Social Science & Medicine* 113124.
44. Hjelm L., Mielby A. L., Gregersen S., Eggers N., & Bertram C. H. (2019): Partial substitution of fat with rye bran fibre in Frankfurter sausages – Bridging technological and sensory attributes through inclusion of collagenous protein. *LWT - Food Science and Technology* (101), 607–617.
45. Holland D. C. (1971): Determination of malonaldehyde as an index of rancidity in nut meats. *Journal-Association of Official Analytical Chemists* 54(5), 1023.
46. Honikel K. (2004): Die Zusammensetzung deutscher Fleischerzeugnisse. *Forschungs Report* 2, 32-34.
47. Horita C. N., Messias V. C., Morgano M. A., Hayakawa F. M., & Pollonio M. A. R. (2014): Textural, microstructural and sensory properties of reduced sodium frankfurter sausages containing mechanically deboned poultry meat and blends of chloride salts. *Food Research International* (66), 29–35.
48. Hufnagel B., Muellner V., Hlatky K., Tallian C., Vielnascher R., Guebitz M. G., Wirth M., & Gabor F. (2021): Chemically modified inulin for intestinal drug delivery – A new dual bioactivity concept for inflammatory bowel disease treatment. *Carbohydrate Polymers* (252), 117091.
49. Hung Y., Kok de M. T., & Verbeke W. (2016). Consumer attitude and purchase intention towards processed meat products with natural compounds and a reduced level of nitrite. *Meat Science* (121), 119-126.
50. Illippangama A,U., Jayasena D. D., Jo C., & Mudannayake D. C. (2022): Inulin as a functional ingredient and their applications in meat products. *Carbohydrate Polymers* (275), 118706.

51. ISO 1444:1996 - Determination of free fat content.
52. ISO 6564:1985, Sensory analysis, Methodology, Flavour profile methods.
53. ISO 8586-2:2008, Sensory analysis, General guidance for the selection, training and monitoring of assessors, Part 2: Expert sensory assessors.
54. ISO 15214:1998, Microbiology of food and animal feeding stuffs, Horizontal method for the enumeration of mesophilic lactic acid bacteria, Colony-count technique at 30 degrees C.
55. ISO 21807:2004 (E), Microbiology of food and animal feeding stuffs – Determination of water activity, International Organization for Standardization.
56. Iwai K., Hasegawa T., Taguchi Y., Morimatsu F., Sato K., Nakamura Y., Higashi A., Kido Y., Nakabo Y., & Ohtsuki K. (2005) Identification of Food-Derived Collagen Peptides in Human Blood after Oral Ingestion of Gelatin Hydrolysates. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* (53), 6531-6536.
57. January L. (2006): Fleischerzeugnisse mit Mehrwert/L, Fettreduzierte, nährwertoptimierte wursterzeugnisse mit gesundheitlichem Zusatznutzen. *Fleischwirtschaft* 86 (11) 51–54.
58. Kazi R. N. A., El-Kashif M. M. L., & Ahsan S. M. (2020): Prevalence of salt rich fast food consumption: A focus on physical activity and incidence of hypertension among female students of Saudi Arabia. *Saudi Journal of Biological Sciences* 27(10), 2669-2673.
59. Kang Z. L., Wang T. T., Li Y. P., Li K., & Ma H. J. (2020): Effect of sodium alginate on physical-chemical, protein conformation and sensory of low-fat frankfurters. *Meat science* (162), 108043.
60. Keenan D. F., Resconi V.C., Kerry J. P., & Hamill R. M. (2014): Modelling the influence of inulin as a fat substitute in comminuted meat products on their physico-chemical characteristics and eating quality using a mixture design approach. *Meat Science* 96(3), 1384–1394.
61. Kılıç B., & Özer O. C. (2019): Potential use of interesterified palm kernel oil to replace animal fat in frankfurters. *Meat Science* (148), 206-212.
62. Kurubić V., Okanović Đ., Vasilev D., Ivić M., Čolović D., Jokanović M., & Džinić N. (2020): Effect of replacing pork backfat with cellulose fiber in Pariser sausages. *Fleischwirtschaft* 100(6), 82-88.
63. Lee S., Lee H., Kim S., Lee J., Ha J., Gwak E., Oh M. H., Park B. Y., Kim J. S. Choi K. H., & Yoon Y. (2015): Probabilistic models to describe the effect of NaNO₂ in combination with NaCl on the growth inhibition of *Lactobacillus* in frankfurters. *Meat science* (110), 302-309.
64. Li J., Yang Z., Zhang Y., Gao B., Niu Y., & Yu L. (2022): The structural and functional characteristics of soluble dietary fibers modified from tomato pomace with increased content of lycopene. *Food Chemistry* (382), 132333.
65. Liu J., Huang S., Chao C., Yu J., Copeland L., & Wang S. (2022): Changes of starch during thermal processing of foods: current status and future directions. *Trends in Food Science & Technology* (119), 320–337.
66. Lonergan S. M., Topel D. G., & Marple D. N. (2019): Chapter 14—Sausage processing and production. *The Science of Animal Growth and Meat Technology* 229-253.
67. López-López I., Cofrades S., & Jiménez-Colmenero F. (2009): Low-fat frankfurters enriched with n-3 PUFA and edible seaweed: Effects of olive oil and chilled storage on physicochemical, sensory and microbial characteristics. *Meat Science* 83(1), 148-154.
68. López-López I., Cofrades S., Ruiz-Capillas C., & Jiménez-Colmenero F. (2009): Design and nutritional properties of potential functional frankfurters based on lipid formulation, added seaweed and low salt content. *Meat Science* 83(2), 255-262.
69. Ma Q., Wang W., Ma Z., Liu Y., Mu J., Wang J., Stipkovits L., Wu G., Sun J., & Hui X. (2021): Enzymatic-modified dietary fibre fraction extracted from potato residue

- regulates the gut microbiotas and production of short-chain fatty acids of C57BL/6 mice. *Journal of Functional Foods* (84), 104606.
70. Mantis F., Burriel A. R., Sabatakou O., Vacalopoulos A., & Ramantanis S. (2007): Some factors determining the shelf life of vacuum packed heat treated Greek sausages. *Veterinarski Arhiv* 77(3), 229-235.
 71. McClements D. J. (2015): Reduced-Fat Foods: The Complex Science of Developing Diet-Based Strategies for Tackling Overweight and Obesity^{1,2,3,4}. *American Society for Nutrition, Adv, Nutr*, 6(3), 338S–352S.
 72. McKim M. J., Willoughby Sr A. J., Blakemore R. W., & Weiner L. M. (2019): Clarifying the confusion between poligeenan, degraded carrageenan, and carrageenan: A review of the chemistry, nomenclature, and in vivo toxicology by the oral route. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 59(19), 3054-3073.
 73. Menegas L. Z., Pimentel T. C., Garcia S., & Prudencio S. H. (2013): Dry-fermented chicken sausage produced with inulin and corn oil: physicochemical, microbiological, and textural characteristics and acceptability during storage. *Meat Science* 93(3), 501–506.
 74. Mensink M. A., Frijlink H. W., Maarschalk K. van der V., & Hinrichs W. L. J. (2015): Inulin, a flexible oligosaccharide I: Review of its physicochemical characteristics. *Carbohydrate polymers* (130), 405-419.
 75. Metrohm (2019): AW IC CH6-1411-022019, Determination of sugars in animal feed, pet food and human food applying ion chromatography with pulsed amperometric detection, Metrohm.
 76. Méndez-Zamora G., García-Macías J. A., Santellano-Estrada E., Chávez-Martínez A., Durán-Meléndez L. A., Silva-Vázquez R., & Quintero-Ramos A. (2015): Fat reduction in the formulation of frankfurter sausages using inulin and pectin. *Food Science and Technology (Campinas)* 35(1), 25-31.
 77. Mićović N., Kurčić V., Tomović V., Suvajdžić B., Miletić N., Stajković S., Karabasil N., Dimitrijević M., & Vasilev D. (2021): Antioxidant potential of herbs and spices in nitrite-reduced frankfurter sausages. *Fleischwirtschaft* 101(12), 97-104.
 78. Misra V., Shrivastava A. K., Shukla S. P., & Ansari M. I. (2016): Effect of sugar intake towards human health. *Saudi Journal of Medicine* 1(2), 29-36.
 79. Murad F., Bian K., & Rahman A. (2017): Cardiovascular Diseases. *Herbal Medicine: Back to the Future* (1), Bentham Science Publishers – Sharjah, UAE.
 80. Ninomiya K., Ina S., Nakamura H., Yamaguchi Y., Kumagai H., & Kumagai H. (2022): Evaluation of the amount of glucose adsorbed on water-soluble dietary fibres by the analysis of its diffusion rate through a dialysis membrane. *Food Hydrocolloids* (129), 107626.
 81. O'Neill C. M., Cruz-Romero M. C., Duffy G., & Kerry J. P. (2018): Shelf life extension of vacuum-packed salt reduced frankfurters and cooked ham through the combined application of high pressure processing and organic acids. *Food packaging and shelf life* (17), 120-128.
 82. Pal K. G., & Suresh V. P. (2016): Sustainable valorisation of seafood by-products: Recovery of collagen and development of collagen-based novel functional food ingredients. *Innovative Food Science & Emerging Technologies* 37 (B), 201-215.
 83. Parunović N., Petrović M., Matekalo-Sverak V., Radojković D., Vranić D., & Radović C., (2012): Cholesterol and total fatty acid content in m, longissimusdorsiof Mangalitza and Swedish Landrace. *Acta Alimentaria* 41(2), 161–71.
 84. Pathania S., & Kaur N. (2022): Utilization of fruits and vegetable by-products for isolation of dietary fibres and its potential application as functional ingredients. *Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre* (27), 100295.
 85. Pereira A. G. T., Ramos E. M., Teixeira J. T., Cardoso G. P., Ramos A. D. L. S., & Fontes P. R. (2011): Effects of the addition of mechanically deboned poultry meat and

- collagen fibers on quality characteristics of frankfurter-type sausages. *Meat science*, 89 (4), 519-525.
86. Perez-Rodriguez M. L., Bosch-Bosch N. & Garcik Mata M. (1996): Monitoring Nitrite and Nitrate Residues in Frankfurters During Processing and Storage. *Meat Science* 44 (1-2), 65-73.
 87. Pil-Nam S., Park K. M., Kang G. H., Cho S. H., Park B. Y., & Ba H. V. (2015): The impact of addition of shiitake on quality characteristics of frankfurter during refrigerated storage. *LWT* (62), 62-8.
 88. Pintado T., Muñoz-González I., Salvador M., Ruiz-Capillas C., & Herrero A. M. (2021): Phenolic compounds in emulsion gel-based delivery systems applied as animal fat replacers in frankfurters: Physico-chemical, structural and microbiological approach. *Food Chemistry* (340), 128095.
 89. Pravilnik o izmeni i dopuni pravilnika o opštim i posebnim uslovima higijene hrane u bilo kojoj fazi proizvodnje, prerade i prometa, SI, Glasnik RS 62/2018,
 90. Pravilnik o kvalitetu usitnjenog mesa, poluproizvoda od mesa i proizvoda od mesa, SI, Glasnik RS, 50/2019.
 91. Pravilnik o opštim i posebnim uslovima higijene hrane u bilo kojoj fazi proizvodnje, prerade i prometa, SI, Glasnik RS 72/10.
 92. Pravilnik o prehrambenim aditivima, Službeni glasnik RS 53/2018.
 93. Pravilnik o deklarisanju, označavanju i reklamiranju hrane, Službeni Glasnik RS 19/2017 i 16/2018.
 94. Pravilnik o prehrambenim i zdravstvenim izjavama koje se navode na deklaraciji hrane. Službeni Glasnik RS 51/18 i 103/18.
 95. Prica N., Baltić M., Teodorović V., Petrović J., & Rackov O. (2009): Usporedna analiza hemijskih parametara kvaliteta viršli. *Arhiv veterinarske medicine* 2 (1), 29-37.
 96. Radetić P. (2000): Barene kobasice, Institut za higijenu i tehnologiju mesa, Beograd, 128.
 97. Rašeta M., Mrdović B., Đorđević V., Polaček V., Becskei Z., Branković L. I., & Vasilev D. (2018): Determination of Co-value as an indicator of nutritive value of pate sterilised by regular and optimized regime. *Veterinarski Glasnik* 72(2), 101-111.
 98. Rocha P. J. Y., Noronha de F. L. R., & Trindade A. M. (2019): Understanding the consumer's perception of traditional frankfurters and frankfurters with healthy attributes through sorting task and hard laddering techniques. *Meat Science* (149), 70-78.
 99. Rodriguez Furlán T. L., Padilla P. A., & Campderrós E. M. (2014). Development of reduced fat minced meats using inulin and bovine plasma proteins as fat replacers. *Meat Science* 96(2A), 762-768.
 100. Rodríguez A. I. M., Barroso R. G. L., & Sánchez L. M. (2018): Collagen: A review on its sources and potential cosmetic applications. *Journal of Cosmetic Dermatology* 17(1),20-26.
 101. Rust R., E. (1987): Sausage products, In J., F., Price & B., S., Schweigert (Eds.), *The science of meat and meat products* (3rd ed.), (pp, 457e486), Westport: Connecticut, USA: Food & Nutrition Press, Inc.
 102. Samples S., Zajic T., Mraz J. (2015): Increasing the Omega-3 Content of Traditional Meat Products by the Addition of an Underutilised By-Product from Fish Processing. *Czech J Food Sci* 33 (5). 431–440.
 103. Savic I., V. (1985): Small-scale sausage production. Rome, Italy: Publications Division, Food and Agriculture Organization of the United Nations.
 104. Schmid A., Ampuero S., Bütikofer U., Scherrer D., Badertscher R., & Hadorn R. (2009): Nutrient composition of Swiss cooked sausages. *Fleischwirtschaft International* 6, 61-64.
 105. Simopoulos A. P. (2002): The importance of the ratio of omega-6/omega-3 essential fatty acids. *Biomedicine & Pharmacotherapy* 56. 365–379.

106. Simopoulos P. A. (2016): An Increase in the Omega-6/Omega-3 Fatty Acid Ratio Increases the Risk for Obesity. *Nutrients* 2,8(3), 128.
107. Sousa C. S., Fragoso P. S., Penna R. A. C., Arcanjo M. O. N., Silva A. P. F., Ferreira C. S. V., Barreto D. S. M., & Araújo B. S. Í. (2017): Quality parameters of frankfurter-type sausages with partial replacement of fat by hydrolyzed collagen. *LWT - Food Science and Technology*, 76(B), 320-325.
108. Spirić A., Trbović D., Vranić D., Djinović J., Petronijević R., & Matekalo-Sverak V. (2010): Statistical evaluation of fatty acid profile and cholesterol content in fish (common carp) lipids obtained by different sample preparation procedures. *Analytica Chimica Acta* (672), 66–71.
109. SRPS EN ISO 660:2015, Animal and vegetable fats and oils, Determination of acid value and acidity (ISO 660:2021).
110. SRPS EN ISO 3960:2017, Animal and vegetable fats and oils, Determination of peroxide value, Iodometric (visual) endpoint determination (ISO 3960:2007, corrected version 2009-05-15).
111. SRPS EN 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, (ISO 6579-1:2017).
112. SRPS EN ISO 6888-1:2009, Microbiology of food and animal feeding stuffs - Horizontal method for the enumeration of coagulase-positive staphylococci (Staphylococcus aureus and other species) - Part 1: Technique using Baird-Parker agar medium (ISO 6888-1:1999).
113. SRPS EN ISO 7932:2009, Microbiology of food and animal feeding stuffs - Horizontal method for the enumeration of presumptive Bacillus cereus - Colony-count technique at 30 °C (ISO 7932:2004).
114. SRPS EN ISO 11290-1:2017, Microbiology of the food chain - Horizontal method for the detection and enumeration of Listeria monocytogenes and of Listeria spp, - Part 1: Detection method (ISO 11290-1:2017).
115. SRPS EN ISO 21528-2:2017, Microbiology of the food chain - Horizontal method for the detection and enumeration of Enterobacteriaceae - Part 2: Colony-count technique (ISO 21528-2:2017, Corrected version 2018-06-01).
116. SRPS ISO 936:1999, Meat and meat products, Determination of total ash.
117. SRPS ISO 937:1992, Meat and meat products, Determination of nitrogen content (Reference method).
118. SRPS ISO 1442:1998, Meat and meat products, Determination of moisture content (Reference method).
119. SRPS ISO 1444:1998, Meat and meat products, Determination of free fat content.
120. SRPS ISO 1841-1:1999, Meat and meat products, Determination of chloride content Volhard method.
121. SRPS ISO 2917:2004, Meat and meat products, Measurement of pH, Reference method.
122. SRPS ISO 2918:1999, Meat and meat products, Determination of nitrite content (Reference method).
123. SRPS ISO 3496:2002, Meat and meat products, Determination of Hydroxyproline content.
124. SRPS ISO 13730:1999, Meat and meat products, Determination of total phosphorus content, Spectrometric method.
125. SRPS ISO 15213:2011, Microbiology of food and animal feeding stuffs, Horizontal method for the enumeration of sulfite-reducing bacteria growing under anaerobic conditions.
126. SRPS ISO 16649-2:2008, Microbiology of food and animal feeding stuffs — Horizontal method for the enumeration of beta-glucuronidase-positive Escherichia coli — Part 2: Colony-count technique at 44 degrees C using 5-bromo-4-chloro-3-indolyl beta-D-

- glucuronide.
127. SRPS ISO 21527-1:2011, Microbiology of food and animal feeding stuffs — Horizontal method for the enumeration of yeasts and moulds — Part 1: Colony count technique in products with water activity greater than 0,95.
 128. Stajić S., Živković D., Perunović M., Šobajić S., & Vranić D. (2011): Cholesterol content and atherogenicity of fermented sausages made of pork meat from various breeds. *Procedia Food Science* (1), 568-575.
 129. Svrzić G., Lević L.J., Pribiš V., Popović M., & Bošnjaković L. (2006): Mogućnost korišćenja melase šećerne repe u proizvodnji fino usitnjenih barenih kobasica, PTEP : časopis za procesnu tehniku i energetiku u poljoprivredi (Journal on processing and energy in agriculture), 10 (1-2), 36-38.
 130. Sych J., Kaelin I., Gerlach F., Wróbel A., Le T., FitzGerald R., Pestoni G., Faeh D., Krieger J.P. & Rohrmann S. (2019): Intake of Processed Meat and Association with Sociodemographic and Lifestyle Factors in a Representative Sample of the Swiss Population. *Nutrients* 11, 2556.
 131. Tang C., Zhou K., Zhu Y., Zhang W., Xie Y., Wang Z., Zhou H., Yang T., Zhang Q., & Xu B. (2022): Collagen and its derivatives: From structure and properties to their applications in food industry. *Food Hydrocolloids* (131), 107748.
 132. Tarladgis B. G., Pearson A. M., & Jun L. R. D. (1964): Chemistry of the 2-thiobarbituric acid test for determination of oxidative rancidity in foods, II,—formation of the tbamalonaldehyde complex without acid-heat treatment. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 15(9), 602-607.
 133. Tawfick M. M., Xie H., Zhao C., Shao P., & Farag A. M. (2022): Inulin fructans in diet: Role in gut homeostasis, immunity, health outcomes and potential therapeutics. *International Journal of Biological Macromolecules* (208), 948-961.
 134. Tobacman J. K. (2001): Review of harmful gastrointestinal effects of carrageenan in animal experiments. *Environ Health Perspect* 109(10), 983–994.
 135. Usman M., Yhang C., Patil J. P., Mehmood A., Li X., Bilal M., Haider J., & Ahmad S. (2021): Potential applications of hydrophobically modified inulin as an active ingredient in functional foods and drugs - A review. *Carbohydrate Polymers* (252), 117176.
 136. Van Mierlo K., Baert L., Bracquené E., De Tavernier J., & Geeraerd A. (2022): Moving from pork to soy-based meat substitutes: Evaluating environmental impacts in relation to nutritional values. *Future Foods* (5), 100135.
 137. Vasilev D., Đorđević V., Karabasil N., Dimitrijević M., Petrović Z., Velebit B., & Teodorović V. (2017): Inulin as a prebiotic and replacer in meat products. *Theory and practice of meat processing* 2 (2), 4-13.
 138. Vasilev D., Saicic S., & Vasiljevic N. (2013): Qualität und Nährwert von mit Inulin und Erbsenfasern als Fettgewebe-Ersatzstoffe hergestellten Rohwürsten. *Fleischwirtschaft* 93(3), 123–127.
 139. Vasilev D., Vuković I., & Saičić S. (2011): Some quality parameters of functional fermented,cooked and liver sausages. *Tehnologija mesa* 52(1). 141–153.
 140. Vasilev D., & Vuković I. (2008): Hazard analysis and possibilities for preventing botulism originating from meat products. *Veterinarski Glasnik* (62), 317-328.
 141. Vehovský K., Zadinová K., Stupka R., Čítek J., Lebedová N., Okrouhlá M., & Šprysl M. (2018): Fatty acid composition in pork fat: De-novo synthesis, fatty acid sources and influencing factors – a review. *Agronomy Research* (16), 2211–2228.
 142. Vuković I. (2020): *Tehnologija mesa*, Zavod za udžbenike, Beograd.
 143. Wang H., Li Y., Xia X., Liu Q., Sun F., & Kong B. (2022): Flavour formation from hydrolysis of pork meat protein extract by the protease from *Staphylococcus carnosus* isolated from Harbin dry sausage. *LWT* (163), 113525.
 144. Wang H., Huang X., Tan H., Chen X., Chen C., & Nie S. (2022): Interaction between dietary fiber and bifidobacteria in promoting intestinal health. *Food Chemistry* (393),

- 133407.
145. Wolfer L. T., Acevedo C. N., Prusa J. K., Sebranek G. J., & Tartéa R. (2018): Replacement of pork fat in frankfurter-type sausages by soybean oil oleogels structured with rice bran wax. *Meat Science* (145), 352–362.
 146. Wu X., Li F., & Wu W. (2022): Effect of rice bran rancidity on the structure and antioxidant properties of rice bran soluble dietary fiber. *Journal of Cereal Science* (105), 103469.
 147. Ye S., Shah R. B., Li J., Liang H., Zhan F., Geng F., & Li B. (2022): A critical review on interplay between dietary fibers and gut microbiota. *Trends in Food Science & Technology* (124), 237-249.
 148. Yıldız-Turp G., & Serdaroğlu M. (2008): Effect of replacing beef fat with hazelnut oil on quality characteristics of sucuk—A Turkish fermented sausage. *Meat science* 78(4), 447-454.
 149. Younis K., & Ahmad S. (2015): Waste utilization of apple pomace as a source of functional ingredient in buffalo meat sausage. *Cogent Food & Agriculture* 1(1).
 150. Younis K., Yousuf O., Qadri S. O., Jahan K., Osama K., Islam U. R. (2022): Incorporation of soluble dietary fiber in comminuted meat products: Special emphasis on changes in textural properties. *Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre* (27), 100288.
 151. Zhou L., Wang L., Ma N., Wan Y., Qian W. (2022): Real-time monitoring of interactions between dietary fibers and lipid layer and their impact on the lipolysis process. *Food Hydrocolloids* (125), 107445.
 152. Zwick R. K., Guerrero-Juarez C. F., Horsley V., & Plikus M. V. (2018): Anatomical, Physiological, and Functional Diversity of Adipose Tissue. *Cell Metabolism* 27(1), 68-83.

БИОГРАФИЈА

Александар Бајчић рођен је 15.05.1991. године у Смедеревској Паланци. Основну школу је завршио у Селевцу, средњу школу „Пољопривредна школа са домом ученика-ПК Београд“ у Крњачи. Студије ветеринарске медицине на Факултет ветеринарске медицине Универзитета у Београду, шестогодишњи статут, уписао је 2010/2011 године. Кроз студије ветеринарске медицине, определио се за изборну област из Хигијене и технологије намирница анималног порекла. Дипломирао је 27.06.2016. године са просечном оценом 8,56 и стекао академски назив- доктор ветеринарске медицине. Докторске академске студије уписао је 2016/2017 године на Факултету ветеринарске медицине, Универзитета у Београду. На докторским академским студијама положио је све испите предвиђене планом и програмом за прву, другу и трећу годину са просечном оценом 9,75.

Приправнички стаж је обавио у Институту за хигијену и технологију меса, у периоду од 08.02.2017. до 07.02.2018. године. Током стручног оспособљавања обучавао се у обављању послова и активности из делокруга Одељења за пријем узорака и издавање лабораторијских извештаја. Сада је распоређен на Одељењу за развој и трансфер технологија. Током свог досадашњег рада, Александар Бајчић био је ангажован на пословима испитивања безбедности и квалитета намирница анималног порекла, као и на пословима научно – стручне сарадње са индустријом меса. Активно је учествовао у организацији научних међународних скупова као члан организационог одбора. Такође, Александар је учествовао у више екстерних и интерних обука и курсева.

До сада је учествовао у 8 иновационих пројеката, од којих је на два био руководилац. Такође је током досадашњег рада био ангажован на увођењу општег модела план НАССР за производњу ферментисаних сувих кобасица у објекту за прераду меса малог капацитета, фромаирао је и водио преко тридесет студија одрживости, учествовао је у провери режима термичке обраде полупроизвода и производа од меса. Као аутор је објавио четири рада, а као коаутор је такође објавио четири рада.

Изјава о ауторству

Име и презиме аутора: Александар Бајчић
Број индекса : 2016/5010

Изјављујем

да је докторска дисертација под насловом

Употреба суспензије инулина и колагена као замена за чврсто масно ткиво у
производњи фино уситњених барених кобасица

- резултат сопственог истраживачког рада;
- да дисертација у целини ни у деловима није била предложена за стицање друге дипломе према студијским програмима других високошколских установа;
- да су резултати коректно наведени и
- да нисам кршио ауторска права и користио интелектуалну својину других лица,

У Београду, _____

Потпис аутора

**Изјава о истоветности штампане и електронске верзије
докторског рада**

Име и презиме аутора: Александар Бајчић
Број индекса: 2016/5010
Студијски програм : Докторске академске студије
Наслов рада: Употреба суспензије инулина и колагена као замена
за чврсто масно ткиво у производњи фино уситњених барених кобасица

Ментор 1: Др Драган Василев, редовни професор
Ментор 2: Др Ивана Бранковић Лазић, виши научни сарадник

Изјављујем да је штампана верзија мог докторског рада истоветна електронској верзији коју сам предао/ла ради похрањивања у **Дигиталном репозиторијуму Универзитета у Београду**,

Дозвољавам да се објаве моји лични подаци везани за добијање академског назива доктора наука, као што су име и презиме, година и место рођења и датум одбране рада,

Ови лични подаци могу се објавити на мрежним страницама дигиталне библиотеке, у електронском каталогу и у публикацијама Универзитета у Београду,

У Београду, _____

Потпис аутора

Изјава о коришћењу

Овлашћујем Универзитетску библиотеку „Светозар Марковић“ да у Дигитални репозиторијум Универзитета у Београду унесе моју докторску дисертацију под насловом:

Употреба суспензије инулина и колагена као замена за чврсто масно ткиво у производњи фино уситњених барених кобасица

која је моје ауторско дело,

Дисертацију са свим прилозима предао сам у електронском формату погодном за трајно архивирање,

Моју докторску дисертацију похрањену у Дигиталном репозиторијуму Универзитета у Београду и доступну у отвореном приступу могу да користе сви који поштују одредбе садржане у одабраном типу лиценце Креативне заједнице (Creative Commons) за коју сам се одлучио,

1, Ауторство (CC BY)

2, Ауторство – некомерцијално (CC BY-NC)

3, Ауторство – некомерцијално – без прерада (CC BY-NC-ND)

4, Ауторство – некомерцијално – делити под истим условима (CC BY-NC-SA)

5, Ауторство – без прерада (CC BY-ND)

6, Ауторство – делити под истим условима (CC BY-SA)

Потпис аутора

У Београду, _____
