

Правци развоја индустрије прераде меса у Републици Српској

Радослав Грујић

Сажетак Месо је намирница коју људи конзумирају током цијеле историје свог постојања. Потрошња меса и производа од меса ће расти у наредним деценијама, што захтијева додатне напоре за повећање производње сировог меса и развој технолошких поступака за продужење рока употребљивости готових производа. Истражује се неколико нових извора протеина, који могу бити алтернатива класичним системима за производњу меса: сировине биљног поријекла, сировине микробиолошког поријекла, алге, зечеви, инсекти, мекушци, плодови мора итд. Очекује се да ће у наредним деценијама наука доћи до резултата који ће омогућити комерцијалну производњу вјештачког меса. Вјештачки се може произвести месо свих врста животиња које у скелетним мишићима имају миобласте. На овај начин ће се највјероватније произвести свињетина и пилетина, али могућа је и производња меса риба.

Технологија 3D штампања до сада је примјењена за израду неколико врста прехранбених материјала, међутим још увијек нема довољно резултата истраживања која се односе на могућност штампања фибриларних материјала од меса (на примјер, свињско месо, пилеће месо, ћуреће месо или месо рибе, док за штампање говеђег месо нема података). Потребна су додатна истраживања о могућности побољшања реолошких и физичких својстава материјала (сировина) и оптимизацији услова за накнадну обраду штампаних производа.

Грујић Р (2020) Правци развоја индустрије прераде меса у Републици Српској. У: Перспективе развоја прехранбене индустрије (Грујић Р, Јањић В, Тркуља Р, уредници). Академија наука у умјетности Републике Српске, Бања Лука: 351- 384.

Grujić R., Mirjanić D (2020) Directions for the development of the meat processing industry in Republika Srpska. In: Food industry development prospects (Grujić R, Janjić V, Trkulja R, Eds). The Academy of Sciences and Arts of Republic of Srpska, Banja Luka: 351- 384.

Потрошачи захтијевају производе од меса високог нутритивног и сензорног квалитета, који ни на који начин неће угрозити њихово здравље. На тржишту се налази већи број функционалних производа од меса и очекује се даљи развој ове врсте производа. Произвођачи ће и убудуће предузимати мјере за унапређење микробиолошке безбједности хране и развој технолошких процеса, који ће онемогућити формирање токсичних и штетних материја, те спријечити контаминацију производа хемијским материјама из окружења.

Примјена нових амбалажних материјала (биополимери и нанокмозити) и нових система паковања меса и производа од меса (активно и паметно паковање) олакшаће провођење планова везаних за унапређење безбједности меса и производа од меса.

Кључне ријечи: *Индустрија прераде меса, Нове технологије, Развој*

11.1. Увод

Људи у исхрани користе месо преко 1,5 милиона година (Dominguez-Rodrigo et al 2012; Mann 2018). Традиционално под месом се подразумијевају јестиви дијелови трупа различитих животиња. У најужем смислу овај појам се односи на црвено месо (месо говеда, свиња, оваца, коза и других домаћих животиња). Осим црвеног меса, данас се производе велике количине меса перади, дивљих животиња (дивљачи), месо рибе и других животиња из воде, прије свега мора. У исхрани људи се подједнако користе свјеже месо и прерађено (конзервисано) месо, односно различити производи добијени од меса (Grujić 2010; Grujić and Grujić 2010a).

Просјечна потрошња меса у свијету је 118 g/capita на дан, при чему она није иста у свим дијеловима свијета (Grujić i sar. 2017c). У посљедњим деценимама потрошња меса је значајно порасла у неким државама. Поред тога, постоје разлике у конзумирању одређених врста и категорија меса. Према подацима FAOSTAT-a (2019) око 62% говеђег меса се конзумира као свјеже месо у комадима, око 24% као мљевено месо и производи од мљевеног меса, а 14% као сировине за израду различитих производа (кобасице, конзерве и други индустријски производи од меса). Са друге стране, преко 65% меса свиња се конзумира као прерађено месо (шунка, сланина, кобасице итд).

Традиционално, месо се продаје у труповима, полуткама, четвртима (предње и задње) и велепродајним комадима (Grujić i sar. 2017). Велике количине меса у велепродаји се продају као „откоштено месо“, док је у малопродаји у сталном расту продаја порционисаног пакованог меса. Кланична индустрија и индустрија прераде меса производе велике количине споредних производа клања и обраде, који се могу употријебити као сировина за израду различитих индустријских производа (одјећа и обућа од коже, козметичарски производи, желтин, туткало, љепило, сточна храна итд).

Кроз традиционалне изворе меса не може се обезбиједити количина меса која је довољна за исхрану становништва у свијету, што намеће потребу за тражењем алтернативних извора. У посљедње вријеме истраживања су усмјерене у више праваца. Као потенцијални извори протеина животињског поријекла, носилаца есенцијалних аминокиселина, проучавају се инсекти, мекушци, ракови и друге животиње из мора (Sando i sar. 2013a; Nowak et al. 2014; Cullere et al. 2018). Интересантна су истраживања везана за могућност производње вјештачког меса (Verbeke et al. 2015) и кориштења 3D штампе (Dick et al. 2019).

Потрошачи меса и производа од меса стално истичу нове захтјеве у вези безбједности, сензорног и нутритивног квалитета свјежег меса и производа од меса (de Barcellos et al. 2010; Chen et al. 2013; Wang et al. 2018a). Произвођачи су присиљени да дају одговоре на те захтјеве. Поред тога, произвођачи свој рад морају прилагодити новим научним информацијама о потребама уноса одређених нутријената преко меса и производа од меса, информацијама о потенцијалном штетном дјеловању неких састојака меса или додатака у производима од меса, новим законским нормама и притисцима који постоје на тржишту од стране конкуренције. Узгој стоке, производња и прерада меса, осим што су веома скупи, представљају озбиљне загађиваче животне средине (оптерећење воде и земљишта органском материјом, емисија гасова стаклене баште у атмосферу итд) (Грујић и Јашић 2013). Ограничење за традиционални начин производње меса, осим еколошких баријера, представљају захтјеви од стране бројних покрета за заштиту животиња и прописи везани за добробит животиња. Индустрија за прераду меса, с обзиром на своју историјску улогу и значај у исхрани људи, примјењујући савремене принципе развоја нових производа (Грујић и Грујић 2011), мора наћи одговоре на све захтјеве, отклонити тренутне дилеме и наћи могућност за свој даљи развој и повећање производње свјежег меса и производа од меса у количини која ће задовољити потребе свјетског становништва.

Осим прехранбене индустрије у рјешавање наведених и других захтјева, укључене су машинска и електро индустрија, које развијају нове машине за прераду, индустрија амбалажних материјала, која развија нове материјале за паковање, индустрија за производњу адитива и других додатака итд. Примјена нових информационих и комуникационих технологија у овој грани индустрије даје велики допринос унапређењу организације рада, повећању ефикасности у раду, смањењу трошкова производње, повећању безбједности и квалитета свјежег меса и производа од меса (Грујић et al. 2010c; Грујић et al. 2012a).

У свим фазама ланца производње меса, стално се мијењају и унапређују постојеће и уводе нове технологије: селекција и узгој животиња за производњу меса, поступци са животињама прије и током искрварења, поступци током обраде трупова и производње свјежег меса, поступци током прераде меса и израде готових производа, поступци током складиштења, транспорта, продаје и кориштења свјежег меса и производа од меса. У претходним поглављима дат је приказ могућности за унапређење система за узгој животиња, повећање количине и квалитета сировог меса и могући праваца унапређења класичних и примјена

нових технологија током конзервација и прераде меса. У овом поглављу анализираће се могућности и начини да се испуне остали захтјеви потрошача, тржишта и прописа везаних за нове изворе протеина животињског поријекла, нове производе од меса, измјене и унапређење постојећих технологија ради елиминисања/смањења концентрације опасних и штетних материја у производима од меса, примјена нових амбалажних материјала (укључујући биоматеријале и наноматеријале) и поступака паковања свјежег меса и производа од меса. Овај приказ је намијењен, како произвођачима и прерађивачима меса и производа од меса, тако и појединцима и институцијама који доносе одлуке у вези са будућим правцима развоја прехранбене индустрије и производње хране животињског поријекла.

11.2. Функционални производи од меса

Нова открића везана за улогу одређених физиолошки активних једињења из хране на регулацију специфичних функција организма, утицало је на стварање концепта оптималне исхране и развој функционалне хране. Овај нови концепт је фокусиран на оптимизацији дневног оброка. То се постиже контролисањем садржаја храњивих и нехрањивих материја, које се уносе кроз храну (Grujić et al. 2012b).

Постоји више дефиниција функционалне хране. Дефиниција коју је усвојила Европска комисија обухвата више аспеката и на одређени начин представља концензус других дефиниција које су раније усвојене од стране одређених тијела. Према тој дефиницији, под функционалном храном се може сматрати храна која показује задовољавајући утицај на једну или више циљних функција у организму, а чији је интензитет наглашенији од уобичајеног нутритивног ефекта. Овај утицај треба да допринесе побољшању здравственог стања и благостања и/или смањењу ризика од болести (Jiménez-Colmenero et al. 2018). Функционална храна може бити природна храна или храна која је обрађена примјеном различитих технолошких поступака.

Неки производи од меса спадају у функционалну храну. Током оптимизације функционалних својстава меса користе се сљедећи поступци (Wang et al. 2016; Bello et al. 2016; Ahmed et al. 2016; Rossi et al. 2016; Jiang and Xiong 2016; Calvo et al. 2017): повећање садржаја корисног природног једињења до нивоа којим се остварује жељени ефекат (на примјер, повећање садржаја ω -3 масних киселина у сировом месу кроз измјену начина исхране животиња), додавање једињења које природно није присутно у месу, али има доказане користи (на примјер, пребиотици у производима од меса), замјена неких једињења, чији је унос у свакодневној исхрани обично прекомјеран (на примјер, засићене масти и угљени хидрати) и стога штетан по здравље са једињењима за које је доказано да посједују корисне ефекте на здравље, уклањање специфичних једињења, како би се смањило њихов штетни утицај (на примјер, засићене масне киселине, транс-масне киселине или алергени из хране), побољшање биорасположивости (на

примјер, побољшање апсорпције жељеза). Наведене методе је могуће комбиновати током израде функционалних производа од меса.

Месо и производи од меса су веома важни у исхрани људи, јер представљају важан извор протеина високе биолошке вриједности, витамина В комплекса, минералних материја и других биоактивних једињења (Toldrá and Reig 2011). Међутим, преко меса и производа од меса у организам се уносе значајне количине масти, засићених масних киселина, холестерола, натријум хлорида и других материје које у неодговарајућој количини могу имати негативно физиолошко дјеловање. То утиче на углед меса и производа од меса, јер наведени састојци представљају факторе ризика за појаву болести савременог човјека (кардиоваскуларне болести, хипертензија, гојазност, дијабетес и одређене врсте рака) (Jiménez-Colmenero et al. 2018). Индустрија прераде меса се мора прилагодити новом концепту у исхрани и тржиште функционалне хране треба препознати као своју развојну шансу. Битан задатак овог сектора јесте промовисање израде производа за здраву и уравнотежену исхрану и озбиљнији рад на увођењу технологија за производњу функционалне хране (Jimenez-Colmenero 2007).

Основне принципе стратегије, на којој се заснивају прерада меса и развој функционалних производа од меса, представљају нови поступци током селекције и исхране животиња и нови поступци током прераде, припреме и складиштења производа. Ови поступци требају индуковати промјене у саставу меса кроз повећање садржаја пожељних састојака и ограничење садржаја и/или формирања штетних састојака (Jimenez-Colmenero 2007). Развој функционалних производа од меса јесте нови технолошки изазов, првенствено у погледу оптимизације рецептуре производа, технолошких поступака прераде и складиштења готових производа. Проведен је велики број истраживања о поступцима смањења садржаја или потпуној замјени штетних и токсичних састојака који се додају или који настају у процесу израде производа од меса: нитрозоамини, полициклични ароматски угљоводоници (ПАХ), хетероциклични амини, биогени амини, различита једињења настала током оксидације и полимеризације масти (Goldberg et al. 2004; Ruiz-Capillas and Jiménez Colmenero 2004; Vitaglione and Fogliano 2004); холестерол и засићене масне киселине (Lurueña-Martinez et al. 2004; Serrano et al. 2005; Jiménez-Colmenero et al. 2012); натријум хлорид и полифосфати (Jimenez-Colmenero et al. 2005); нитрити (Marjanović–Balaban et al. 2014; Demeyer et al. 2008); алергени (Arihara 2004; Gojković et al. 2017) итд. Када се током прераде меса употребе технолошки поступци који не воде ка формирању (или формирању у прихватљивим границама) нездравих материја, они их директно чине здравијим. Постоје два основна приступа за смањење уноса холестерола: промјена састава производа од меса (дјелимична замјена животињских са биљним мастима или додавање протеина биљног поријекла) и директно уклањање холестерола путем екстракције са суперкритичним угљен-диоксидом (Jimenez-Colmenero 2007). Смањење садржаја натријума захтијева дјелимичну замјену натријум хлорида, који се додаје у производе од меса, са другим једињењима која имају сличне ефекте на сензорна, технолошка и микробиолошка својства (хлориди, фосфати,

лактати, алгинати и друге), те одређене промјене процеса током избора сировина, промјену начина прераде, употребу супституената соли и додавање појачивача укуса и средстава за маскирање, те оптимизацију физичког облика соли (Jimenez-Colmenero et al. 2005; Desmond 2006; Lilic et al. 2017). Да би се ограничило настајање канцерогених нитрозо-спојева у саламуреним производима од меса, сугерисано је избјегавање директног додавања нитрита месним производима (Weiss et al. 2010; Vujadinović et al. 2017), кориштење различитих поступака за смањење или потпуно изостављање неорганских нитрита током саламурања (на примјер, употреба боја, антиоксиданса, антимикуробних средстава, итд), коришћење сировина које садрже нитрате (зељасте биљке, шпинат и слично). С друге стране, предложене су методе за спречавање могућих оштећења изазваних нитрозил-реакцијама (кориштење пре- и про-биотика, резистентног скроба, додавање витамина С и Е, итд (Demeyer et al. 2008). Кад је упитању елиминисање утицаја алергена из производа од меса (протеини соје, протеини млијека, лактоза и други), оно се може постићи измјеном рецептуре за израду производа и избјегавање употребе сировина које садрже потенцијалне алергене из хране (Grujić 2015; Gojković i sar. 2015).

Као што је речено, неке компоненте хране имају потенцијално користан утицај на здравље, па се стога улажу напори да се повећа њихов унос кроз исхрану. Дobar начин да се повећа унос тих функционалних састојака је њихова уградња у уобичајене прехранбене производе (на примјер, производе од меса). Током прераде меса, присуство функционалних састојака може се постићи замјеном, додавањем или повећање састојака хране. Замјена састојака се односи, прије свега, на липидне састојке (засићене масти, холестерол и друго), док се додавање или повећање састојака односи на групу биоактивних једињења. Унос физиолошки активних материја може се постићи кроз припрему специфичних препарата и кроз немесне сировине (екстракти, концентрати, хомогенати итд). Како наводи Yilmaz (2004), многи од ових састојака се налазе у сировинама биљног поријекла (зоб, соја, пшеница, сунцокрет, ружмарин, јабуке, гљиве, ораси, итд). Додавање протеина биљног поријекла у производе од меса, како је утврђено сензорном анализом и анализом текстуре, не утиче на значајну промјену својстава производа од меса у који су уграђени (Grujić i Petrović 1987; Grujić i sar. 1988; Grujić i sar. 1990a; Grujić i Petrović 1990b; Grujić i sar. 2014; Barbut et al. 2016).

Протеини из меса су веома важни у исхрани људи. Фрагменти протеина меса који се формирају током обраде или током варења хране, могу вршити различите физиолошке функције у организму. L-карнитин, који је природно присутан у мишићима, посебно у говеђем месу, утиче на смањење нивоа холестерола и помаже апсорпцију калцијума (Arihara 2004). Садржај L-карнитина у производима од меса је обично низак, али се његов садржај може повећати додавањем у производе. Осим L-карнитина, током израде у производе од меса могу се додати други протеински састојци. Велики број сировина животињског и биљних поријекла садржи протеине који се користе за израду препарата намијењених месној индустрији (протеини из соје, сунцокрета, пшенице и споредних производа добијених прерадом кукуруза). Као замјена за масти у месној индустрији, између

осталог, користе се: брашно добијено мљењењем сјемена памука, шећерне репе, соје, грашка, пшенице и зоби (Jiménez-Colmenero and Delgado-Pando 2013; Grujić i sar. 2014).

Једна од најперспективнијих области за развој функционалне хране је употреба пребиотика и пробиотика. Од пребиотика који се додају у производе од меса, треба поменути дијетална влакна (Jimenez-Colmenero et al. 2001; Fernández-López et al. 2004) и олигосахариде - инулин (Archer et al. 2004).

Као антиоксиданси, током израде функционалних производа од меса најчешће се користе гама токофероли (γ -токофероли), витамин С, каротеноиди, флавоноиди и фенолна једињења. Антиоксидативни капацитет производа од меса може се побољшати додавањем наведених једињења. Слједи неколико примјера кориштења антиоксиданаса у изради производа од меса: витамин Е је додаван у неколико производа од меса (кобасице, шунка) (Jimenez-Colmenero et al. 2005), аскорбинска киселина је додавана у производе од говеђег меса и сушене кобасице (Sánchez-Escalante et al. 2001; Fernández-López et al. 2004) итд. Каротеноиди (β -каротен, ликопен, лутеин, зеаксантин итд) су природно присутни у различитим врстама поврћа (Pennington 2002), од којих се неки користе као немесне сировине за производе од меса. Ликопен се користи у производњи говеђих пљескавица, хреновки и говеђих одрезака (Desmond and Troy 2004; Devatkal et al. 2004). Расте интересовање за употребу неких биљних материјала (дијелови биљака, зачини или сушено воће), као извора природних фенолних антиоксиданаса. На примјер, екстракт вишње у мршавом говеђем месу; зелени чај у месу перади; грожђе у свињском месу; кафа, ружмарин и покожица грожђа у куваним свињским или говеђим пљескавицама (Sánchez-Escalante et al. 2001; Turubatovic and Milatovic-Stevanovic 2001; Nissen et al. 2004; Grujić i sar. 2009a; 2009b; Savanović i sar. 2014a; 2014b). Као препарати богати каротеноидима у месној индустрији могу се користити пулпа парадајза или сок парадајза (богат ликопеном) или шпинат (богат лутеином и зеаксантином).

У сврху повећања садржаја минералних материја, многи производи од меса су обогаћени минералним материјама, као што су калцијум, селен, жељезо, јод и други (Cáceres et al. 2006; Navas-Carretero et al. 2009; García-Iñiguez et al. 2010).

Постојећа технологија у индустрији прераде меса омогућава израду великог броја производа од меса са потенцијално функционалним својствима. Неки од њих су већ присутни на тржишту. Шта више, у блиској будућности биће уведене технологије које ће омогућити иновације у области дизајна и израде нових функционалних производа од меса. Функционални производи од меса ће највјероватније утицати на повећање тржишног удјела и тако помоћи у порасту имица меса као хране и индустрије прераде меса као привредног сектора.

11.3. Измјене у рецептурама у сврху смањења садржаја соли, масти и нитрита у производима од меса

Потрошачи су забринути због високог уноса макро- и микро-нутријената који могу имати штено дјеловање и траже да се смањи њихов удио у производима од меса. Натријум хлорид и натријум нитрит, који се користе током саламурења меса, повезани су са повећањем ризика за здравље људи. Вишак натријума у исхрани, који потиче из натријум хлорида и других додатака, може резултирати значајним порастом крвног притиска и повећањем ризика од болести срца, можданог удара и неких облика рака (Aburto et al. 2013; Toldrá and Barat 2018). Из тих разлога, Свјетска здравствена организација (WHO 2014) је препоручила да се унос кухињске соли смањи на вриједност испод 5 g дневно (што одговара 2 g натријума/дан). Кроз производе од меса дневно се конзумира до 30% укупног уноса натријума (Toldrá and Barat 2018). Садржај натријума у бареним, ферментисаним и сушеним производима од меса је изузетно висок (од 800 до 1900 mg Na⁺/100 g производа) (USDA 2017).

Због вишеструког позитивног дјеловања соли на квалитет готових производа, смањење садржаја соли у производима од меса није једноставан задатак. Постоји значајан утицај соли на сензорна својства и арому, активност воде, активност ензима, способност задржавања воде, растворљивост протеина, текстуру и микробиолошку безбједност производа (Weiss et al. 2010; Toldrá and Barat 2012). Садржај соли у производима од меса може се смањити на различите начине: смањење количине додатог натријум хлорида (Antonić i sar. 2006; Andrés et al. 2004), дјелимична замјена натријум хлорида са другим солима (на примјер, калијум хлоридом) који имају слично технолошко дјеловање на својства производа (Aliño et al. 2010; Toldrá and Barat 2012), или амонијум хлоридом (Lilic et al. 2017), замјена соли другим материјама које могу маркирати недостатак соли - бибер, лук, бијели лук, кари (Toldrá and Barat 2012; Inguglia et al. 2017), или смање величине кристала или промјена облика соли (Rama et al. 2013).

Масти су макронутријенти који на различите начине дјелују у људском организму: снабдијевање енергијом, извор витамина растворљивих у мастима (А, D, Е и К) и есенцијалних масних киселина (линолна и линоленска), те прекурсор хормона који учествују у многим биохемијским и метаболичким процесима. Међутим, повезаност између високог уноса масти и повећања учесталости хроничних болести (гојазност, хипертензија, одређене врсте рака, висок садржај холестерола, кардиоваскуларне и церебралне болести) захтијева строгу контролу уноса масти кроз исхрану (Pollonio 2018). У сврху добијања производа од меса, који промовишу здравље потрошача, широко су проучавани поступци за смањење уноса укупних масти (посебно засићених масти) у готовом производу, те промјену профила липида кроз замјену масти са другим састојцима који имају одговарајуће технолошке и сензорне карактеристике. Посебно се наглашава потреба за осигурањем сировина и састојака које унапређују нутритивни квалитет и безбједност производа од меса. Употреба замјенских састојака и развој нових

технологија за прераду представљају алтернативни начин израде производа од меса са смањеним садржајем масти, уз очување осталих својстава специфичних за врсту производа (Weiss et al. 2010).

Методе за смањење садржаја масти зависе од врсте производа и треба да буду усклађене са специфичним карактеристикама производа (сировине, састојци, помоћна средства за прераду, паковање, итд). Свака замјена или смањење удјела масти захтијева измјену технолошког поступка и резултира промјеном састава, сензорних и нутритивних својстава производа. Производ са измијењеним саставом мора имати својства која ће бити прихваћена од стране потрошача.

У пракси се примјењује више поступака за побољшање липидног профила производа од меса: кориштење сировина са нижим садржајем масног ткива (Novakofski et al. 1989) или меса добијеног од животиња које су храњене на начин који обезбјеђује промјену састава масних киселина (de Oliveira Faria et al. 2015), употреба замјена за масти – гуме/хидроколоиди, деривати скроба, деривати на бази протеина (Brewer 2012; Alves et al. 2016; Pintado et al. 2016), употреба биљних влакана (Zhuang et al. 2016; Turp 2016; Grujić 2015; Pollonio 2018) итд. Додавање биљних уља у производе од меса је начин за увођење новог извора незасићених масних киселина у исхрану (Rubio et al. 2008; López-López et al. 2009; de Ciriano et al. 2010; Rodríguez-Carpena et al. 2012).

Више аутора (Muguerza et al. 2002; Maw et al. 2003; Sorapukdee et al. 2013; Huebner-Keese et al. 2016) сматрају да "меке животињске масти" или течна уља имају висок садржај полинезасићених и незасићених масних киселина и утичу на промјену технолошких и сензорних својства производа у које су уграђене (изглед, способност резања, оксидација липида итд). Са друге стране, ако комади масног меса, током састављања рецептурне, буду замијењени комадима мршаваг меса, може доћи до непожељних промјена сензорних својстава производа (текстура, мекоћа и сочност). Како би се сачувала сензорна својства производа, стабилност система и безбједност производа потребно је предузети низ мјера опреза током израде, током паковања, чувања и употребе производа.

Саламурење је поступак који се примјењује дуги низ година, посебно током израде сувомеснатих производа од меса. Поред кухињске соли и полифосфата, нитрати и нитрити се сматрају основним састојцима смјесе за саламурење. Улога ових соли је вишеструка, јер утичу на формирање боје, имају оксидативно и бактерицидно дјеловање на споре *C. Botulinum*, утичу на укус производа од меса итд. Нитрит је активни састојак смјесе за саламурење. Све реакције које се одвијају у месу повезане су са хемијским дјеловањем нитрита. Упркос свим пожељним ефектима које имају у индустријским производима од меса, нитрити под одређеним условима, као што је печење у тави, учествује у реакцијама формирања N-нитрозамина (концентрација изражена ppm). С обзиром да ова једињења дјелују канцерогено, више деценија се тражи могућност замјене нитрита у смјеси за саламурење. У том правцу испитивана је употреба различитих боја, које могу обезбиједити стабилност и одговарајућу нијансу црвене боје. Нитрит дјелује као јак антиоксиданс у сушеним производима од меса и тако спречава оксидацију

липида. Да би се надокнадило антиоксидативно дјеловање нитрита (у случају да се смањи количина ове соли у смјеси за саламурене), испитивана је могућност додавања већег броја природних и синтетичких антиоксиданаса. Истраживања су скренула пажњу на употребу вјештачких антиоксиданаса стављајући их под сумњу да дјелују канцерогено (Valentão et al. 2002). Састојци ароматичног биља могу да функционишу као природни антиоксиданси и на тај начин могу да спријече или успоре развој ужеглости липида у месоу, те утичу на побољшање сензорних својстава производа (Nakatani 1997). у производњи хране све више се примјењују екстракти зачина, биљака и других биљних материјала богатих полифенолима (Amarowicz et al. 2004). Употреба екстракта ружмарина и зеленог чаја у производима од меса постала је уобичајена пракса у иновативним рецептурама производа од меса. Употреба биљних екстракта као замјене за нитрите током сушења меса, треба бити пажљива и ни у ком случају производ се не смије декларисати као „производ без нитрита“. У многим биљним екстрактима природно садржан нитрат се редукује у нитрит и као такав прелази у месо. Стога, треба одговорно прићи тражењу приједлога мјера за смањење/изостављање нитрита у прерађевинама од меса (Jackson et al. 2011; Sebranek et al. 2012).

11.4. Нови извори протеина животињског поријекла у исхрани људи

Више од 1,5 милиона година људи конзумирају месо (Dominguez-Rodrigo et al. 2012). Културне и прехранбене потребе људи током историје су се мијењале, што је имало одраз на однос људи према конзумирању меса. Данас је цијена меса изузетно висока. За узгој стоке и производњу меса троши се велики дио усјева. Кроз емисију гасова са ефектом стаклене баште, тов стоке додатно оптерећује животну средину (FAO 2011). Очекује се да ће у наредним деценијама потражња за месом порастати за 70%, па се намеће питање да ли је могуће толико повећати производњу меса у постојећим условима и под наведеним ограничењима система производње.

Истражује се неколико алтернативних извора протеина, као и алтернативних система за производњу меса (Post and Hocquette 2017). Алтернативни извори протеина сматрају се сировине биљног поријекла, микробиолошког поријекла, алге, зечеви, инсекти (Nowak et al. 2014; Maiga et al. 2015; Huis 2017), мекушци (Grujić i sar. 2011; Sando et al. 2012; Sando et al. 2013a; 2013b; Cullere et al. 2018), плодови мора итд. Нутритивна вриједност и животни циклус, набројаних протеина се разликују, али за све алтернативне изворе заједничка је чињеница да их потрошачи не посматрају као месо, чак и када опонашају укусу и облику меса.

Култивација меса из скелетних мишића и ћелија прекурсора масног ткива има за циљ репродукцију мишићног ткива, које се помоћу алтернативних производних метода може трансформисати у месо. Алтернативне методе треба да буду ефикасније и еколошки прихватљивије. Ипак, те методе производње се не могу

сматрати природним, здравим или безбједним поступцима, а добијени производ, ипак, се сматра вјештачким месом.

Технике за култивисање ткива, укључујући скелетне мишиће, развијене су у оквиру регенеративне медицине. Циљ тих истраживања јесте замјена болесних ткива новоствореним и потпуно функционалним ткивом добијеним из сопствених ћелија пацијента. Изворне ћелије могу бити матичне ћелије, типичне одрасле матичне ћелије које су специфичне за ткива или могу бити изведене из ткива које се састоје од ћелија које задржавају репликативни капацитет (Post and Hocquette 2017). У току су бројна истраживања чија је сврха добијање производа сличаних месу говеда. До сада су синтетизована одређена ткива, међутим добијени производи немају својства која су карактеристична за месо (боја, мирис, конзистенција итд).

Вјештачки се може произвести месо свих животиња које у скелетним мишићима имају миобласте. На овај начин ће се највјероватније произвести свињетина и пилетина, али могућа је и производња меса риба.

Под претпоставком да ће се у будућности произвести вјештачко (култивисано) месо, које ће имати сензорна својства једнака својствима меса, испитан је став потрошача према конзумацији производа названог „вјештачко месо“ (Verbeke et al. 2015). Потрошачи не виде директну личну корист од производње вјештачког меса, већ запажају глобалну друштвену корист (односно према животној средини и глобалној безбједности хране).

11.5. Могућности 3D штампања меса и производа од меса

Процес тродимензионалног штампања (3D) је технологија која се развија и која пружа могућност за дизајнирање нових прехранбених производа са побољшаном нутритивном вриједношћу и сензорским профилем. Према могућности штампања састојака хране, утврђење су три врсте сировина (Sun et al. 2015): природни састојци хране који се могу штампати, природни материјали који се не могу штампати и алтернативни састојци који се могу додавати или користити као основа за израду производа. Месо је састављено из фибриларних материјала који се према садашњој технологији не могу штампати (Liu et al. 2018), због чега је прије штампања потребно промијенити њихова реолошка и физичка својства састојака додавањем одређених средстава. То побољшава проток и утиче на формирање пастозног материјала, који се може екструдирати (Dick et al. 2019). До сада је објављено неколико радова о 3D штампању фибриларних материјала, као што су месо и плодови мора (Liu et al. 2018; Wang et al. 2018b; Dick et al. 2019).

3D технологија до је сада кориштена за израду неколико врста прехранбених материјала. Као што је већ речено, проведено је мало истраживања која се односе на могућност штампања фибриларних материјала сличних месу (на примјер, свињско месо, пилеће месо, ћуреће месо или месо рибе). У литературу нема података о истраживањима на штампању говеђег меса. За боље разумијевање могућности штампања говеђег меса потребне су додатне информације о начину за

прилагођавање реолошких и физичких својстава пасте од говеђег меса, информације о 3D штампању и условима за накнадну обраду штампаних производа. Додавањем различитих састојака у пасту за штампање може се постићи избалансирана вриједност нутритивних састојака и постићи нова унутаршња структура, што омогућава задовољење потреба специфичних категорија потрошача (Sun et al. 2018; Dick et al. 2019) о чему је било ријечи у поглављу 3.

11.6. Захтјеви за унапређење безбједности и квалитета производа од меса

Месо је један од најчешћих извора патогених микроорганизама узрочника болести које се преносе храном. Методе за елиминисање/смањење броја микроорганизама у месу заснивају се на поступцима који се проводе током живота производних животиња, односно прије искрварења и поступцима за спречавање накнадне контаминације трупова/полутки, сировог меса и производа од меса. Смањење присуства бактерија у тијелу живих животиња постиже се јачањем имунолошког система кроз адекватну исхрану и по потреби примјеном средстава за лијечење. Поступци за деконтаминацију меса (стерилизација, дезинфекција), који се примјењују након искрварења обухватају различите класичне (традиционалне) физичке и хемијске поступке. Оне се примјењују током свих фаза обраде трупова након искрварења и прераде меса у производе (Farkas 2006).

11.7. Смањење садржаја контаминаната у производима од меса

Без обзира што произвођачи воде рачуна о хигијенско-санитарним мјерама, контаминација индустријских производа од меса и даље представља озбиљан проблем. Једињења која су штетна по људско здравље могу се формирати током технолошког процеса (Šimko 2018). Од великог броја хемијских једињења која угрожавају безбједност производа од меса, у овом поглављу ће бити дат приказ иновативних поступака за смањење/елиминисање садржаја полицикличних ароматских једињења, нитрита и N-нитрозоамина.

11.7.1. Полициклични ароматски угљоводоници (ПАХ-ови)

Полициклични ароматични угљоводоници (ПАХ) су органска једињења чије су молекуле изграђене само од атома водоника и угљеника и састоје се од два или више међусобно повезаних (кондензованих) ароматских прстенова. ПАХ-ови имају јак липофилни карактер и стога имају тенденцију да мигрирају у масно ткиво или

неполарне дијелове производа од меса. Стабилност ПАХ-ова зависи од околних услова. Они су релативно стабилни на тамном мјесту, али свјетлост, кроз реакције оксидације, катализира њихово разлагање. Ултраљубичаста свјетлост има посебан утицај на формирање ПАХ-ова (Skláršová et al. 2012). Под утицајем ултраљубичасте свјетлости настају бројна интермедијарна окси- и хидрокси- једињења (Bednáriková et al. 2011). Постоји више једињења која представљају прекурсоре ПАХ-ова: масти, ергостерол и стероидни хормони (андростерон, холестерол, естрон и естрадиол), који су склони распадању на температури између 300°C и 900°C, при чему настају значајне количине ПАХ-ова (Christy et al. 2011).

До формирања ПАХ-ова током прераде меса најчешће долази током поступака димљења и гриловања меса. Током димљења меса, осим једињења која имају позитивно дјеловање на месо (феноли, карбонили, органске киселине и њихови естери, лактони, пироли, деривати фурана), настају и једињења са веома штетним дјеловањем на здравље људи, међу којима и група полицикличних ароматских угљоводоника (ПАХ-ова). ПАХ-ови се формирају током топлотне разградње дрвета, посебно када се сагоријевање проводи код ограниченог приступа кисеоника у распону температура од 500°C до 900°C (Bartle 1991).

Сматра се да највећу количину ПАХ-ова садрже димљени производи од меса који су израђени према традиционалним поступцима (Djinovic et al. 2008; Škaljac et al. 2014; Zelinkova and Wenzl 2015). Да би постигли тамносмеђу боју површине и врло јаку арому димљених производа од меса, произвођачи су продужили вријеме димљења (Šimko 2011), што је утицало на повећање садржаја ПАХ-ова у тим производима (Wilms 2000). Директно димљење у неконтролисаним технолошким условима, што је типично за обраду меса у домаћинствима, доводи до настанка велике количине ПАХ-ова (Fasano et al. 2016). Највећа количина ПАХ-ова (око 99%) задржава се на површини димљених производа од меса, док је њихов садржај у унутрашњости меса мали (Jira et al. 2007).

У литератури се наводе различита једињења из групе ПАХ-ова који показују канцерогено дјеловање: benzo(c)fluoren (BcL), benzo(a)antracen (BaA), ciklopenta(c,d)piren (CPP), hrizen (CHR), 5-metilhrizen (5MC), benzo(b)fluoranten (BbF), benzo(j)fluoranten (BjF), benzo(k)fluoranten (BkF), benzo(a)piren (BaP), benzo(g,h,i)perilen (BgP), dibenzo(a,h)antracen (DhA), indeno(1,2,3cd)piren (IcP), dibenzo(a,e)piren (DeP), dibenzo(a,h)piren (DhP), dibenzo(a,i)piren (DiP) i dibenzo(a,l)piren (DlP). Најизраженије канцерогено дјеловање има benzo(a)piren (BaP) (Djinović et al. 2008; EFSA 2008).

Алтернативу традиционалном димљењу представља додавање течних арома дима („течни дим“). Течни дим знатно мање контаминира производе од меса у односу на традиционалне поступке димљења. Током производње течног дима, ПАХ-ови се ефикасно уклањају из кондензата дима, па је њихов садржај у производима од меса углавном нижи од границе детекције постојећих мјерних инструмената. Просјечан садржај ПАХ-ова у месу прије топлотне обраде креће се у распону између 1,0 µg/kg (храна за бебе) и 10,0 µg/kg (шкољкаши). Према

важећим прописима (ЕЗ 2006) максимална дозвољена количина benzo(a)pirena у димљеним производима од меса је 5 µg/kg.

До формирања ПАХ-ова долази током печења меса на угљу (роштиљ). Šimko (2018) је дао приказ више истраживања о утицају начина гриловања меса и производа од меса на садржај ПАХ-ова: хреновке гриловане изнад отворене ватре (логорска ватра) имале су знатно виши садржај ПАХ-ова (до 212 µg/kg) у односу на хреновке печене на жару које су просјечно имале 7,7 µg/kg; садржај ПАХ-ова у хреновкама печеним на жару (испод 1 µg/kg) био је нижи у односу на узорке меса печеног под истим условима (2,3–6,1 µg/kg); садржај ПАХ-а је измјерен у месу печеном на тави (2,3–6,1 µg/kg) био је знатно нижи у односу на производе топлотно обрађене другим методама. Садржаја ПАХ-ова у грилованом месу може се смањити уколико се, прије роштиљања на дрвеном угљу, месо подвргне одређеним предтретманима (загријавање паром или микроталасима) или се узорци меса увију у алуминијумску фолију (Farhadian et al. 2011).

Смањење садржаја ПАХ-а у димљеним производима од меса може се постићи у било којој фази израде ових производа: током димљења, одмах након димљења или додатним третманом производа са течним димом (Šimko 2018). На садржај ПАХ-ова у производима од меса значајан утицај имају вријеме димљења и температура дима (Pöhlmann et al. 2013; Ledesma et al. 2014). Употреба синтетичких омотача спречава продирање ПАХ-ова унутар производа од меса (Ledesma et al. 2016).

11.7.2. Нитрити и N-нитрозоамини

Под одређеним условима, нитрити у месу формирају N-нитрозамине. Иако је количина насталих N-нитрозоамина мала (изражено у ppm), они могу веома штетно дјеловати на здравље људи. Типични испарљиви N-нитрозамини чије је присуство утврђено у топлотно обрађеним производима од меса су: N-нитрозо-диметиламин (NDMA) и N-нитрозопиролидин (NPIR). Од свих саламурених производа од меса, пржена сланина представља производ са највећим ризиком по здравље људи. Истраживања су показала присуство NDMA и NPIR у прженој сланини (концентрација 3-25 µg/kg (Glória et al. 1997). Код експерименталних животиња ови N-нитрозамини су показали канцерогено, мутагено и тератогено дјеловање (Townsend and Olson 1991). Иако се карциногеност N-нитрозамина код људи не може мјерити, епидемиолошке студије проведене на експерименталним животињама указују на могућу везу са појавом различитих врста рака код људи.

N-нитрозамини настају реакцијом нитрита са слободним аминокиселинама и аминима у производима од меса под одређеним условима током топлотне обраде (на примјер, код високе температуре током пржења сланине) или у желуцу након конзумирања. Како је тешко контролисати ниво ендогених фактора, као што су аминокиселине и амини, потребно је смањити садржај нитрита који се додаје производима или утицати на ток одвијања специфичних услове процеса производње. Концентрација нитрита која је дозвољена у сувом месу је смањена,

тако да је за већину производа дозвољен садржај нитрозоамина до 150-200 mg/kg (max). Изузетак је сланина, гдје је максимално дозвољени садржај 120 mg/kg (max). Индустрија меса је адекватно одговорила на изражену забринутост у вези са нитритима у саламуреним производима од меса и учинила напоре да повећа ефикасност дјеловања нитрита (Vujićinović i sar. 2017; Jin et al. 2018). Поред тога, уведена је ригорозна контрола процеса у циљу смањења могућности за стварање N-нитрозоамина у прерађеном месу. У сваком случају, потребно је бити опрезан и наставити истраживања везана за замјену нитрита у смјеси за саламурање.

11.8. Паковање производа од меса

Паковање меса и производа од меса је битан фактор који утиче на безбједност и квалитет меса и производа од меса (McMillin 2017; Holman et al. 2018; Schumann et al. 2018). Паковање у модификованој атмосфери (МАП) није нови концепт за очувања квалитета и безбједности. Међутим, развој пластичних филмова омогућио је лакше и јефтиније паковање производа у прозирне фолије и додавање заштитних гасова у херметички затворене контејнере (Sebranek and Houser 2018). Развој флексибилних својстава филма и нове технологије за руковање гасом и опремом за паковање олакшала су практичну примјену МАП системима.

Потрошачи траже свјеже, висококвалитетне производе. Индустрија за прераду меса настоји да испуни та очекивања, тако што истражује нове могућности за очување безбједности и квалитета свјежег меса и производа од меса у дужем временском периоду. Садашња употреба МАП-а постала је уобичајена појава. Све веће количине свјежег меса и производа од меса се обрађују и пакују у централизованим објектима, а након чега се транспортују на велике удаљености.

У зависности од врсте производа који се пакује, за МАП се користе различити гасови или смјесе гасова. На примјер, свјеже месо може бити упаковано у смјесу угљен-диоксида и азота (удио угљен-диоксида треба да буде већи од 20% - 25%). МАП паковање свјежег меса намијењеног малопродаји, осим угљен-диоксида и азота, треба да садржи кисеоник (удио до 80%). Кисеоник је неопходан ради развоја свјетлоцрвене боје сировог меса. У одређеним ситуацијама у смјесу гасова додаје се и угљен-моноксид (0,3% - 0,5%). За паковање топлотно обрађених и сушених производа од меса код којих је оптерећење микроорганизмима ниско, за паковање се користи атмосфера азота (100%). У овом случају највећа брига за продужење трајања производа односи се на елиминисање кисеоника из смјесе гасова (Sebranek and Houser 2018). Употреба племенитих гасова (хелијум, аргон, ксенон и неон) у МАП системима је, такође, проучавана. Ови гасови се користе у неким МАП системима за прехранбене производе, али код паковања меса немају већи утицај од азота.

Употреба МАП технологије има низ предност за паковање производа од црвеног меса и перади. Угљен-диоксид успорава раст многих микроорганизама и утиче на продужење рока употребе свјежег меса и производа од меса. Гасови могу

успорити неке хемијске реакције и биохемијске процесе, који су одговорни за кварење производа (Бао and Ertbjerg 2015; Summo et al. 2016). Примјена МАП-а омогућава израду и паковање свјежег меса и производа од меса за продају у малопродајним објектима. Ови производи се пакују у централизованим објектима под контролисаним санитарним условима, не садрже микроорганизме, и пошто је могућност за накнадну контаминацију минимална, производи остају одрживи у дужем временском периоду. Паковања меса у МАП-у утиче на побољшање изгледа производа, посебно боје свјежег меса, смањење губитка воде због испаравања, нове могућности за излагање производа у расхладним витринама, смањење расипања и поврата производа итд (Grujić et al. 2010b). Као потенцијални недостаци МАП-а могу се навести: трошкови паковања који су нешто већи у односу на друге системе и потреба за додатном обуком радника. Међутим, због продужења рока трајања производа и мањег расипања, укупни трошкови су повољнији код МАП паковања.

Доступан је велики број филмова за паковање у МАП системима. Они имају добра технолошка својства: представљају баријеру за пролазак кисеоника и влаге; по потреби се скупљају, имају способност заптивања; пропуштају дим; могу се користити током пастеризације и стерилизације; добро подносе наношење боје за штампање. Ови филмови се испоручују у облику врећица или у ролнама. Већина флексибилних амбалажних фолија, које се користе за паковање меса, израђене су од полиетилена, полипропилена, полиетилентерафталата, полиестера, најлона, етиленвинил ацетата (Domínguez et al. 2018).

Пошто МАП има инхибиторно дјеловање након обраде и током складиштења производа од меса, оно се може лако укључити у систем конзервисања, познат као технологија препрека (видјети поглавље 5). Употреба МАП-а, као једне од компоненти у концепту препона, је веома компатибилна са другим инхибиторним третманима и доприноси повећању укупног инхибиторног дјеловања према патогеним микроорганизмима и микроорганизмима који изазивају кварење производа. Sebranek and Houser (2018) су навели неколико примјера истраживања комбиноване примјене МАП-а са другим благим поступцима конзервисања: обрада трупова перади са раствором млијечне киселине или сорбата у комбинацији са МАП-ом (Gammariello et al. 2014), обрада производа помоћу високог притиска у комбинацији са МАП-ом (Myers et al. 2013; Lavieri et al. 2014; Lerasle et al. 2014), употреба бактериофага у комбинацији са МАП-ом (Sukumaran et al. 2016) итд.

На крају потребно је напоменути да се МАП не може користити као самостална технологије за очување производа од меса. Употреба МАП-а је много ефикаснија када се упаковани производи високог микробиолошког квалитета чувају код контролисаних температуре. Неопходна су нова истраживања о развоју и употреби одговарајућих филмова са потребном пропустљивости за гасове и водену пару, односно материјале који представљају баријере за гасове; потребно је развијати нове и ефикасније материјале за боље заптивање контејнера за паковање и атрактивну презентацију помоћу које ће бити лакше привући потрошаче.

11.9. Употреба наноматеријала за паковање меса и производа од меса

Нанотехнологије и наноматеријали се на различите начине примијењују у прехранбеној индустрији, а посебно у изради материјала за паковање прехранбених производа (Dimitrijevic et al. 2015; Grujic et al. 2017a; Guild et al. 2018; Rhim et al. 2013; Youssef and El-Sayed 2018; Вајрај et al. 2018). На пример, нанотехнологија је примијењена у развоју система за контролисано ослобађање антимикуробних средстава, побољшања механичких својстава и својстава за спречавање пролаза гасова и водене паре кроз различите амбалажне материјале. Примјена нанотехнологије у производњи амбалаже за храну резултирала је развојем композитних структура са побољшаним својствима материјала (Lim 2014). Наночестице се могу уградити у конвенционалне материјале за паковање који служе као површински премази. Уградњом наночестица у амбалажу одређених производа (тзв „паметно“ или „интелигентно“ паковање) унапређује систем сљедивости производа и комуниција са потрошачима. На тај начин информације о стварној свјежини производа постају саставни дио дизајна паковања меса. Овакав напредак у области паковања меса повећава ефикасност управљања ланцем хране/исхране, побољшава безбједност производа, смањује отпад и побољшава заштиту бренда и производа.

Као наночестице које се додају у амбалажне материјале за паковање хране најчешће се користе: глина, сребро, цинк оксид, титанијум оксид (He and Hwang 2016). Полимерно-глинени нанокомполити могу побољшати механичка и физичка својства, својства пропустљивости за гасове (спречавање проласка гасова), те толотну стабилност полимерних и биополимерних композитних филмова (Lim 2014). Побољшана својства за спречавање проласка гасова и водене паре и боља механичка својства нанокомполита над чистим полимерним материјалима омогућавају употребу мање количине амбалажног материјала током паковања меса, смањење тежине и трошкова паковања. Истраживања у будућности треба усмјерити на процјену ефикасности употребе композитних материјала за паковање меса у модификованој атмосфери.

Током израде амбалажних материјала у њих се могу уградити антимикуробна средства и антиоксиданси (на примјер, органске киселине, етерична уља и природни екстракти) (Navikaite-Snipaitiene et al. 2018). На овај начин се формира активна амбалажа. Активно паковање је дефинисано као “амбалажа у/на коју су амбалажни материјал или производ намјерно додати помоћни састојци, и тако побољшала ефикасност система паковања” (Robertson 2013). Слиједи неколико примјера кориштења природних супстанци у изради амбалаже за активно паковање. Тимол је природни екстракт тамјана, који има антиоксидативна дејства и антимикуробни ефекат на патогене и организме који изазивају кварење производа од меса (Jayasena and Jo 2013). Нанокомполит се може употријебити као носач за постепено ослобађање тимола из композитне матрице, чиме је омогућено појачано очување намирнице у дужем времену. Barbosa-Pereira et al.

(2014) су полифенолни екстракт добијен из пиварског отпада додали у полимерне филмове у који су уграђене наночестице. Добијени су филмови са израженим продуженим антимикробним и антиоксидативним дјеловањем. Dini et al. (2012); Singla et al. (2016); Tang et al. (2013); Khaneghah et al. (2018) су испитивали ефикасност примјене биофага као антимикробних средстава која се могу додавати у амбалажне материјале.

Током складиштења и продаје свјежег меса и производа од меса одвијају се различите хемијске реакције, које на крају утичу на промјену својстава (мирис, боја, конзистенција), на основу којих се процијењује одрживост производа. Купци нису у стању да виде наведене промјене, јер се већина производа од меса продаје упакована у одговарајућој амбалажи. Често се мијењају прописи и услови током транспорта или продаје производа, што може значајно утицати на одрживост производа. Да би се превазишли ови проблеми, испитане су могућности за употребу паметног паковања меса и производа од меса (Ahmed et al. 2017; McMillin 2017; Fang et al. 2017). Паметно паковање хране је опремљено интерним или екстерним индикаторима који пружају информације о квалитету или историји производа, чиме утичу на побољшање комуникација о производу (Lim 2014). Да би се помогло произвођачима и потрошачима да идентификују потенцијално контаминирани производе, паметно паковање са побољшаним комуникативним функцијама, које дају индикацију о квалитету хране и безбједности хране, могу бити корисне за спречавање ширења болести које се преносе храном, заштиту бренда и избјегавање могуће финансијске штете (Guild et al 2018). Слједи неколико примјера паметног паковања меса.

Mills (2005) и Mills et al (2010) су развили колориметријске индикаторе засноване на наноматеријалима, који пружају видљиве информације за детекцију релативне влажности и присуство кисеоника. За промјену релативне влажности, они су предложили кориштење индикаторског мастила, које садржи метиленско плаво и уреу. Метиленско плаво је инкапсулирано унутар полимера, као што је хидроксиетил целулоза са сувишком урее. Када је влага у околини мастила ниска (сува средина) оно је безбојно, али код високе релативне влажности оно добија плаву боју (Mills et al. 2010). За индикацију кисеоника аутори су искористили реакцију између TiO_2 или SiO_2 на које је нанешена редокс боја (метиленско плаво). Други радови су показали да се повећање релативне влажности може детектовати и помоћу наночестица бакра обложених угљеником са силиконским сурфактантом (Luechinger et al 2007) или нанодетектора на бази филма ZnO/SnO_2 (Md Sin et al. 2013). Производња испарљивих амина током раста бактерија кварења, знак је труљења меса. Раст *Pseudomonas* на месу доводи до деградације протеина, формирања амонијака и других смрдљивих амина. Детекција ових испарљивих алкалних материја може се извршити помоћу флуоресцентног индикатора од нанофибрила перилена (Che et al. 2008).

Осим детекције гасовитих једињења, која указују на свјежину производа, друге методе се заснивају на откривању присуства специфичних микроорганизама помоћу биосензора. Функционисање ових сензора је засновано на дјеловању

антитијела која се специфично везују за антигене присутне на токсичним материјама које се детектују.

У неколико задњих година за облагање производа од меса користе се јестиви филмови и премази (Grujić et al. 2017b; Dehghani et al. 2018; Garavand et al. 2018).

Главна брига за безбједност производа током паковање хране у материјале који садрже наночестице односи се на ненамјерну миграцију наночестица из матрице амбалаже у храну (Ramachandraiah et al. 2015; Vumbudsanpharoke and Ko 2015; Dimitrijevic et al. 2015). Владине и здравствене агенције морају да проведу обимна истраживања и тестирања, како би се у потпуности разумјеле користи и ризици од нових наноматеријала прије одобрења њиховог кориштења.

Успјех паковања базираног на наноматеријалима зависи од степена прихватања производа од стране потрошача. На то утичу трошкови израде, ефикасност дјеловања, користи и ризици у односу на постојеће материјале (Siegrist et al. 2007; 2008; Bieberstein et al. 2013). Истраживања су показала да је за потрошаче прихватљивије кориштења нанотехнологија током паковања прехранбених производа него уградња нанотечестица у саме прехранбене производе.

11.10. Закључци и препоруке за будућа истраживања

Током цијеле историје постојања људске врсте, месо и производи од меса су били једна од основних и најважнијих намирница у исхрани, а то ће вјероватно остати и у будућности. Пред произвођаче меса и производа од меса власт и потрошачи постављају све строжије захтјеве, због чега су они принуђени да мијењају и свакодневно унапређују свој рад. Те промјене иду у више праваца: повећање безбједности и квалитета производа од меса, продужење рока трајања производа, осигурање нових извора меса и протеина, испуњење захтјева у погледу заштите животне средине и одрживог развоја, смањење трошкова и цијене производа од меса.

Развој технологије и усавршавање опреме иде у правцу аутоматизације производних линија и смањењу потребе за радницима - непосредним извршиоцима на производним линијама. Информационо-комуникационе технологије подржавају систем праћења процеса и испуњење захтјева у погледу безбједности и квалитета готових производа.

Тржиште месом и производима од меса ће се и даље ширити, па произвођачи треба да обезбиједне производе који ће моћи пласирати на удаљена тржишта. Примјена нових поступака конзервисања, посебно поступака током којих се месо не загријава (тзв. „нетермичка обрада“), олакшаће напоре да се испуне захтјеви специфичних група потрошача. Тржиште производима од меса ће се поларизовати на двије групе потрошача: богате, који ће захтијевати производе високих сензорних и нутритивних карактеристика, који ни на који начин неће представљати ризик по њихово здравље, односно производе који имају „природна својства“, и

остале потрошаче, којима ће током избора производа од меса цијена бити доминирајући фактор. Произвођачи меса ће бити присиљени да (1) користећи специфичне поступке израђују мале количине скувих производа, или (2) повећавајући производњу омогуће израду релативно јефтинијих производа од меса или производа од меса и других сировина, што у неким случајевима може укључити израду супституента за месо и у екстремним случајевима израду „вјештачког меса“.

У наредним деценијама произвођачи ће радити на развоју и повећању производње нових функционалних производа од меса и производа израђених према принципима органске производње.

Повећање производње меса ићи ће у правцу селекције и интензивирања узгоја животиња за клање, кориштењу животиња које до сада нису биле у интензивној производњи меса и вјероватно ће доћи до повећања производње меса рибе. Поред тога, користиће се потпуно нови извори протеина, који треба да повећају производњу или супституишу месо (инсекти, мекушци, животиње из мора), више ће се користити протеини биљног поријекла, а предвиђа се потпуни развој и употреба „вјештачког меса“. Поред тога, у ближој будућности повећаће се кориштење 3D штампе за израду прехранбених производа од састојака природног и/или вјештачког поријекла.

Нови материјали за паковање меса и производа од меса и употреба наноматеријала и информационо-комуникационих технологија, уводе потпуно нови приступ паковању производа и комуникацији са потрошачима. Активно и паметно паковање отварају нове могућности за унапређење безбједности и квалитета производа, продужење рока одрживости и активно информисање потрошача о начину израде производа, његовом саставу и својствима.

Начин означавања и декларисања меса и производа од меса треба да пружи неопходне информације о производима и да олакшају поступак праћења (сљедивости) производа.

Пред произвођачима меса и производа од меса стоји велики број изазова који им дају нове могућности за развој у наредним деценијама. Специфични захтјеви потрошача се повећавају и усложњавају. Примјена нових технологија у производњи, складиштењу и дистрибуцији меса и производа од меса олакшаће испуњење тих захтјева.

Евидентна је потреба за висококвалификованим радницима и ускопрофилисаним стручњацима из ове области, због чега ће сектор производње меса и производа од меса морати да успостави интензивну сарадњу са образовањем на средњошколском и универзитетском нивоу.

Преглед литературе

- Aburto NJ, Ziolkovska A, Hooper L, Elliott P, Cappuccio FP and Meerpohl JJ (2013) Effect of lower sodium intake on health: Systematic review and meta-analyses. *British Medical Journal* 346: f1326
- Ahmed I, Lin H, Zou L, Brody LA, Li Z, Qazi MI, Pavase RT and Liangtao Lv. (2017) A comprehensive review on the application of active packaging technologies to muscle foods. *Food Control*. 82: 163-178
- Ahmed ST, Mun HS, Islam MM, Ko S-Y and Yang CJ (2016) Effects of dietary natural and fermented herb combination on growth performance, carcass traits and meat quality in grower-finisher pigs. *Meat Science* 122: 7–15
- Aliño M, Grau R, Toldrá F, Blesa E, Pagán MJ and Barat JM (2010) Physicochemical properties and microbiology of dry-cured loins obtained by partial sodium replacement with potassium, calcium and magnesium. *Meat Science* 85: 580–588
- dos Santos Alves LAA, Lorenzo JM, Gonçalves CAA et al. (2016) Production of healthier bologna type sausages using pork skin and green banana flour as fat replacers. *Meat Science* 121: 73–78
- Amarowicz R, Pegg RB, Rahimi-Moghaddam P, Barl B and Weil JA (2004) Free-radical scavenging capacity and antioxidant activity of selected plant species from the Canadian prairies. *Food Chemistry* 84: 551–562
- Andrés A.I, Cava R, Ventanas J, Thovar V and Ruiz J (2004) Sensory characteristics of Iberian ham: Influence of salt content and processing conditions. *Meat Science* 68: 45–51
- Antonić B, Grujić S, Radovanović R, Baltić M i Grujić R (2006) Uticaj primjene različitih količina kuhinjske soli tokom procesa soljenja na senzorna svojstva kvaliteta svinjske pršute. *Tehnologija mesa* 47 (3-4): 110 -114
- Archer BJ, Johnson SK, Devereux HM and Baxter A (2004) Effect of fat replacement by inulin or lupin-kernel fibre on sausage patty acceptability, postmeal perceptions of satiety and food intake in men. *British Journal of Nutrition* 91: 591–599
- Arihara K (2004) Functional foods. In: Jensen W, Devine C and Dikemann M (eds) *Encyclopedia of Meat Sciences*, vol. 1. Elsevier Science, London pp 492–499
- Bajpai VK, Kamle M, Shukla S, Mahato DK, Chandra P, Hwang SK, Kumar P, Huh YS and Han Y-K (2018) Prospects of using nanotechnology for food preservation, safety, and security. *Journal of food and drug analysis* 26: 1201-1214
- Bao Y and Ertbjerg P (2015) Relationship between oxygen concentration, shear force and protein oxidation in modified atmosphere packaged pork. *Meat Science* 110: 174–179
- Barbosa-Pereira L, Angulo I, Lagarón JM, Paseiro-Losada P and Cruz JM (2014) Development of new active packaging films containing bioactive nanocomposites. *Innovative Food Science and Emerging Technologies* 26: 310–31.

- Barbut S, Wood J and Marangoni A (2016) Potential use of organogels to replace animal fat in comminuted meat products. *Meat Science* 122: 155–162
- Bartle KD (1991) Analysis and occurrence of polycyclic aromatic hydrocarbons in food. In: Creaser C and Purchase R (eds) *Food Contaminants, Sources and Surveillance*. The Royal Society of Chemistry, Cambridge pp 41–60
- Bednáriková A, Skláršová B, Kolek E and Šimko P (2011) New rapid HPLC method for separation and determination of benzo[*a*]pyrene hydroxyderivatives. *Polycyclic Aromatic Compounds* 31: 350–369
- Bello JM, Mantecón AR, Rodríguez M, Cuestas R, Beltrán JM and González JM (2016) Fattening lamb nutrition. Approaches and strategies in feedlot. *Small Ruminant Research* 142: 78–82
- Bieberstein A, Roosen J, Marette S, Blanchemanche S and Vandermoere F (2013) Consumer choices for nano-food and nano-packaging in France and Germany. *European Review of Agricultural Economics* 40(1): 73–94
- Brewer MS (2012) Reducing the fat content in ground beef without sacrificing quality: A review. *Meat Science* 91(4): 385–395
- Bumbudsanpharoke N and Ko S (2015) Nano-food packaging: An overview of market, migration research, and safety regulations. *Journal of Food Science* 80(5): R910–R923
- Cáceres E, García ML and Selgas MD (2006) Design of a new cooked meat sausage enriched with calcium. *Meat Science* 73: 368–377
- Calvo L, Segura J, Toldrá F, Flores M, Rodríguez AI, López-Bote CJ, Rey AI (2017) Meat quality, free fatty acid concentration, and oxidative stability of pork from animals fed diets containing different sources of selenium. *Food Science and Technology International* 23 (8): 716–728
- Che Y, Yang X, Loser S and Zang L (2008) Expedient vapor probing of organic amines using fluorescent nanofibers fabricated from an N-type organic semi-conductor. *Nano Letters* 8(8): 2219–2223
- Chen Q, Anders S and An H (2013) Measuring consumer resistance to a new food technology: A choice experiment in meat packaging. *Food Quality and Preference* 28: 419–428
- Christy AA, Lian MI and Francis GW (2011) Pyrolytic formation of polyaromatic hydrocarbons from steroid hormones. *Food Chemistry* 124: 1466–1472
- Cullere M and Zotte DA (2018) Rabbit meat production and consumption: State of knowledge and future perspectives. *Meat Science* 143: 137–146
- de Barcellos DM, Kügler OJ, Grunert GK, Wezemaal VL, Pérez-Cueto JAF, Ueland Ø and Verbeke W (2010) European consumers' acceptance of beef processing technologies: A focus group study. *Innovative Food Science and Emerging Technologies* 11: 721–732
- de Ciriano MG-Í, Larequi E, Rehecho S, Calvo MI, Cavero RY, Navarro-Blasco Í, Astiasarán I, Ansorena D (2010) Selenium, iodine, w-3 PUFA and natural antioxidant from *Melissa officinalis* L.: A combination of components from healthier dry fermented sausages formulation. *Meat Science* 85(2): 274–279

- de Oliveira FM, Cipriano TM, da Cruz AG, Santos BA, Pollonio MA and Campagnol PC (2015) Properties of bologna-type sausages with pork back-fat replaced with pork skin and amorphous cellulose. *Meat Science* 104: 44–51
- Dehghani S, Hosseini VS and Regenstien MJ (2018) Edible films and coatings in seafood preservation: A review. *Food Chemistry* 240: 505–513
- Demeyer D, Honikel K and de Smet S (2008) The World Cancer Research Fund report 2007: A challenge for the meat processing industry. *Meat Science* 80: 953–959
- Desmond E (2006) Reducing salt: A challenge for the meat industry. *Meat Science* 74: 188–196
- Desmond E and Troy D (2004) Nutrient claims on packaging. In: Jensen WK, Devine C and Dikeman M (eds) *Encyclopaedia of Meat Science*, vol. 2. Elsevier Academic Press, Oxford, pp. 903–910
- Devatkal S, Mendiratta SK and Kondaiah N (2004) Quality characteristics of loaves from buffalo meat, liver and vegetables. *Meat Science* 67: 377–383
- Dick A, Bhandari B and Prakas S (2019) 3D printing of meat. *Meat Science* 153: 35–44
- Dimitrijevic M, Karabasil N, Boskovic M, Teodorovic V, Vasilev D, Djordjevic V, Kilbarda N and Cobanovic N (2015) Safety aspects of nanotechnology applications in food packaging. *Procedia Food Science* 5: 57–60
- Dini C, Islan GA, de Urraza PJ and Castro GR (2012) Novel biopolymer matrices for microencapsulation of phages: Enhanced protection against acidity and protease activity. *Macromolecular Bioscience* 12(9): 1200–1208
- Djinovic J, Popovic A and Jira W (2008) Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in different types of smoked meat products from Serbia. *Meat Science* 80: 449–456
- Dominguez-Rodrigo M, Pickering TR, Diez-Martin F, Mabulla A, Musiba C, Trancho G, Baquedano E, Bunn HT, Barboni D, Santonja M, Uribelarrea D, Ashley GM, Martinez-Avila Mdel S, Barba R, Gidn, A, Yravedra J and Arriaza C (2012) Earliest porotic hyperostosis on a 1.5-million-year-old hominin, Olduvai Gorge, Tanzania. *PLoS One* 7: e46414
- Domínguez R, Barba JF, Gómez B, Putnik P, Bursać Kovačević D, Pateiro M, Santos ME and Lorenzo MJ (2018) Active packaging films with natural antioxidants to be used in meat industry: A review. *Food Research International* 113: 93–100
- EFSA (European Food Safety Authority) (2008) Scientific Opinion of the Panel on Contaminants in the Food Chain on a request from the European Commission on Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Food. *EFSA Journal* 724: 1-114
- EZ (2006) UREDBA KOMISIJE (EZ) br. 1881/2006 od 19. prosinca 2006. o utvrđivanju najvećih dopuštenih količina određenih kontaminanata u hranu, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/PDF/?uri=CELEX:32006R1881&from=hr> dostupno 10.06.2019.
- Fang Z, Zhao Y, Warner DR and Johnson KS (2017) Active and intelligent packaging in meat industry. *Trends in Food Science & Technology* 61: 60-71
- FAO (2011) *World Livestock 2011. Livestock in food security*. FAO publications
- FAOSTAT (2019) <http://www.fao.org/statistics/en> dostupno: 10.06.2019

- Farhadian A, Jinap S, Hanifah HN, Zaidul I (2011) Effects of meat preheating and wrapping on the levels of polycyclic aromatic hydrocarbons in charcoal-grilled meat. *Food Chemistry* 124: 141–146
- Farkas J (2006) Irradiation for better foods. *Trends in Food Science & Technology* 17: 148–152
- Fasano E, Yebra-Pimentel I, Martínez-Carballo E and Simal-Gandara J (2016) Profiling, distribution and levels of carcinogenic polycyclic aromatic hydrocarbons in traditional smoked plant and animal foods. *Food Control* 59: 581–90
- Fernández-López J, Fernández-Ginés JM, Aleson-Carbonell L, Sendra E, Sayas-Barberá E and Pérez-Alvarez JA (2004) Application of functional citrus by-products to meat products. *Trends in Food Science & Technology* 15: 176–185
- Gammariello D, Incoronato AL, Conte A and Del Nobile MA (2014) Use of sodium lactate and modified atmosphere packaging for extending the shelf life of ready-to-cook fresh meal. *Packaging Technology and Science* 28: 101–112
- Garavand F, Rouhi M, Razavi HS, Cacciotti I and Mohammadi R (2018) Improving the integrity of natural biopolymer films used in food packaging by crosslinking approach: A review. *International Journal of Biological Macromolecules* 104: 687–707
- Glória MBA, Barbour JF and Scanlan RA (1997) Volatile nitrosamines in fried bacon. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 45: 1816–1818
- Gojković V, Marjanović –Balaban Ž, Vukić M, Vujadinović D, Bodiroga B, Ivanović M and Grujić R (2017) Determination of gluten content in food products declared as gluten and gluten "free". In: *Proceedings of V International Congress "Engineering, Environment and Materials in Processing Industry"* 359 -372
- Gojković V, Marjanović-Balaban Ž, Vukić M, Grujić R and Novaković B (2015) Allergens management system in the food production. *Journal of Hygienic Engineering and Design* 12: 76-84
- Goldberg T, Cai W, Peppas M, Dardaine V, Suresh B, Uribarri BJ, Vlassara H (2004) Advanced glycoxidation end products in commonly consumed foods. *Journal of the American Dietetic Association* 104(8): 1287–1291
- Grujić R (2015) Alergeni u hrani - prisustvo, rizici i upravljanje u prehrambenoj industriji". In: *Proceedings iv international congress „engineering, environment and materials in processing industry* 17-30
- Grujić R (2010) Meat in Human Nutrition Quality of life 1(1): 16-27
- Grujić R, Vukic M and Gojkovic V (2017a) Application of biopolymers in the food industry. In: Pellicer E, Nikolić D, Sort J, Baro M, Zivic F, Grujovic N, Grujić R and Pelemis S (eds) *Advances in applications of industrial biomaterials*. Springer, Gham, Switzerland 103-120
- Grujic R, Vujadinovic D and Savanovic D (2017b) Biopolymers as food packaging materials. In: Pellicer E, Nikolić D, Sort J, Baro M, Zivic F, Grujovic N, Grujić R and Pelemis S (eds) *Advances in applications of industrial biomaterials*. Springer, Gham, Switzerland, 139-160
- Grujić R, Tadić G, Vujadinović D i Vukić M (2017c) *Osnove prehrambenih tehnologija*. Univerzitet u Istočnom Sarajevu, Tehnološki fakultet, Zvornik

- Grujić R, Vujadinović D, Vukić M, Marjanović-Balaban Ž, Kipić R i Domuz L (2015) The temperature influence on gelling properties of plant fibres. In: Proceedings of 11th Symposium „Novel Technologies and Economic Development“ 89-101
- Grujić R, Vučić G, Grujić S, Vukić M. i Odžaković B. (2014) Uticaj biljnih vlakana na teksturu i senzorna svojstva funkcionalnih barenih kobasica. *Savremene tehnologije* 3 (1): 5-10
- Grujić R i Jašić M (2013) Održive tehnologije u prehrambenoj industriji. Tehnološki fakultet Univerziteta u Novom Sadu 1-240
- Grujić R, Pejović B, Vujadinović D, Došić A and Mičić V (2012a) Modeling of traceability systems in meat industry. *Technologica Acta* 5(1): 19-29
- Grujić R, Grujić S i Vujadinović D (2012b) Funkcionalni proizvodi od mesa. *Hrana u zdravlju i bolesti* 1 (1): 44-54
- Grujić R, Sando D, Vujadinović D, Novaković B i Živanović M (2011) Sterilisani proizvodi od mesa puža pakovani u staklenoj ambalaži. II International Congress „Engineering, Ecology and Materials in Processing Industry“, Zbornik radova 643-654
- Grujić S i Grujić R (2011) Razvoj novih proizvoda. Tehnološki fakultet Univerziteta u Istočnom Sarajevu, Zvornik
- Grujić R and Grujić S (2010a) Meat consumption – advantages and disadvantages, Prva Naucno-stručna konferencija “Rizici i eko-bezbjednost u postmodernom ambijentu – Eko-DUNP 2010” 33-40
- Grujić S, Grujić R i Kovačić K (2010b) Effect of modified atmosphere packaging on quality and safety of fresh meat". *Quality of life*,1 (2-4): 121 -133
- Grujić R, Radovanović R, Tadić D, Mitrović M i Damjanović P (2010c) Efekti primjene integrisanog sistema upravljanja bezbjednošću i kvalitetom u procesima proizvodnje mesa. *Kvalitet & Izvrsnost* 2010 (3-4): 29-3
- Grujić S, Grujić R Savanović D i Odžaković B (2009a) Uticaj odabranih aditiva na poboljšanje kvaliteta i stabilnosti boje fino usitnjenih barenih kobasica od pilećeg mesa. *Tehnologija mesa* 50 (3-4): 232 -237
- Grujić R, Grujić S, Savanović D, Odžaković B i Rađenović N (2009b) Uticaj prehrambenih aditiva na formiranje i stabilnost boje barenih kobasica. Zbornik radova VIII Simpozijum „Savremene tehnologije i privredni razvoj“ 28-35
- Grujić R, Petrović L. i Mulalić, N. (1990a) Uticaj dodatka proteinskih preparata soje i pivskog kvasca na promjenu boje polutrajnih kobasica. *Tehnologija mesa* 31 (6): 208 -212
- Grujić R i Petrović L (1990b) Uticaj dodatka soje i pivskog kvasca na promjene reoloških svojstava polutrajnih kobasica. *Tehnologija mesa* 31 (5):172 -176
- Grujić R, Mulalić N i Petrović L (1988) Svojstva polutrajnih kobasica izrađenih uz dodatak proteinskih preparata soje i pivskog kvasca. *Poljoprivredni pregled* 20 (4-6): 117 -120
- Grujić R i Petrović L (1987) Ispitivanje uticaja dodataka proteinskih preparata soje i pivskog kvasca na stabilnost disperznih sistema mast – voda. *Glasnik hemičara i tehnologa BiH* 34: 125 -132
- Guild B, Tee HB and Lim L-T (2018) Nanotechnology-Based Packaging Materials for Fresh and Processed Meats. In: Toldrá F and Nolle MLL (eds) *Advanced*

- Technologies for Meat Processing, second edition. CRC Press Taylor & Francis Group, Boca Raton 647-687
- He X and Hwang H-M (2016) Nanotechnology in food science: Functionality, applicability, and safety assessment. *Journal of food and drug analysis* 24: 671-681
- Holman WBB, Kerry PJ and Hopkins LD (2018) Meat packaging solutions to current industry challenges: A review. *Meat Science* 144: 159–168
- Huebner-Keese B, Guo J, Adden R, Devon M, Knarr M and Huettermann C (2016) Enable fat reduced deep fried food and meat products by cellulose ethers. In: Williams PA and Phillips G (eds) *Gums and Stabilisers for the Food Industry 18: Hydrocolloid Functionality for Affordable and Sustainable Global Food Solutions*. UK: Royal Society of Chemistry, 313–320
- Inguglia ES, Zhang Z, Tiwari BK, Kerry JP and Burgess CM (2017) Salt reduction strategies in processed meat products—A review. *Trends in Food Science and Technology* 59: 70–78
- Jackson AL, Sullivan GA, Charlwit K, Sebranek JG and Dickson JS (2011) Survival and growth of *Clostridium perfringens* in commercial no-nitrate-or-nitrite-added (natural and organic) frankfurters, hams, and bacon. *Journal of Food Protection* 74: 410–416
- Jayasena DD and Jo C (2013) Essential oils as potential antimicrobial agents in meat and meat products: A review. *Trends in Food Science and Technology* 34(2): 96–108
- Jiang J and Xiong YL (2016) Natural antioxidants as food and feed additives to promote health benefits and quality of meat products: A review. *Meat Science* 120: 107–117
- Jiménez-Colmenero F, Reig M and Toldrá F (2018) New Approaches for the Development of Functional Meat Products. In: Toldrá F and Nollet MLL (eds) *Advanced Technologies for Meat Processing, 2nd edition*. CRC Press Taylor & Francis Group, Boca Raton 404-432
- Jiménez-Colmenero F and Delgado-Pando G (2013) Fibre-enriched meat products. In: *Fibre-Rich and Wholegrain Foods* (editors: Delcour and Poutanen K). Woodhead Publishing, Oxford 329–347
- Jiménez-Colmenero F, Herrero A, Cofrades S and Ruiz-Capillas C (2012) Meat and functional foods. In: Hui YH (ed) *Handbook of Meat and Meat Processing, 2nd edition*. Taylor & Francis Group, CRC Press, Boca Raton, FL 225–248
- Jimenez-Colmenero F (2007) Meat based functional foods. In: *Handbook of Food Products Manufacturing* (editors: Hui YH, Chandan RC, Clark S et al.). Hoboken, NJ: John Wiley & Son 989–1015
- Jimenez-Colmenero F, Ayo MJ and Carballo J (2005) Physicochemical properties of low sodium frankfurter with added walnut: Effect of transglutaminase combined with caseinate, KCl and dietary fibre as salt replacers. *Meat Science* 69: 781–788
- Jimenez-Colmenero F, Carballo J and Cofrades S (2001) Healthier meat and meat products: Their role as functional foods. *Meat Science* 59: 5–13

- Jin S-K, Choi JS, Yang H-S, Park T-S 2nd edition Yim D-G (2018) Natural curing agents as nitrite alternatives and their effects on the physicochemical, microbiological properties and sensory evaluation of sausages during storage. *Meat Science* 146: 34–40
- Jira W and Ziegenhals K (2007) Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) in geräucherten Fleischerzeugnissen. *Tehnologija mesa* 48 (1-2): 76-82
- Khaneghah AM, Hashemi SMB and Limbo S (2018) Antimicrobial agents and packaging systems in antimicrobial active food packaging: An overview of approaches and interactions. *Food and Bioproducts Processing* 111: 1–19
- Lavieri NA, Sebranek JG, Cordray JC, Dickson JS, Horsch AM, Jung S, Manu DK, Brehm-Stecher BF and Mendonça AF (2014) Effects of different nitrite concentrations from a vegetable source with and without high hydrostatic pressure on the recovery of *Listeria monocytogenes* on ready-to-eat restructured ham. *Journal of Food Protection* 77(5): 781–787
- Ledesma E, Rendueles M and Díaz M (2016) Contamination of meat products during smoking by polycyclic aromatic hydrocarbons: Processes and prevention. *Food Control* 60: 64–87
- Ledesma E, Rendueles M and Díaz M (2014) Benzo(a)pyrene penetration on a smoked meat product during smoking time. *Food Additives and Contaminants Part A* 1: 1688–1698
- Lerasle M, Federighi M, Simonin H, Anthoine V, Rezé S, Chéret R, Guillou S (2014) Combined use of modified atmosphere packaging and high pressure to extend the shelf-life of raw poultry sausage. *Innovative Food Science and Emerging Technologies* 23: 54–60
- Lilic S, Karan D, Jovanovic J, Babic J, Borovic B, Stefanovic S and Raseta M (2017) Possibility of partial replacement of sodium chloride with potassium chloride and ammonium chloride in production of meatballs in tomato sauce. *Meat Technology* 58 (1): 47–51
- Lim L-T (2014) Application of nano- and microencapsulated materials to food packaging. In: Kwak H-S (editor) *Nano- and Microencapsulation for Foods*. Wiley, Oxford 301–323
- Liu C, Ho C and Wang J (2018) The development of 3D food printer for printing fibrous meat materials. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 284(1): 012019
- López-López I, Bastida S, Ruiz-Capillas C, Bravo L, Larrea MT, Sánchez-Muniz F, Cofrades S, Jiménez-Colmenero F (2009) Composition and antioxidant capacity of low-salt meat emulsion model systems containing edible sea-weeds. *Meat Science* 83(3): 492–498
- Luechinger N, Loher S, Athanassiou EK, Grass RN and Stark WJ (2007) Highly sensitive optical detection of humidity on polymer/metal nanoparticle hybrid films. *Langmuir* 23(6): 3473–3477
- Lurueña-Martinez MA, Vivar-Quintana AM and Revilla I (2004) Effect of locust bean/xanthan gum addition and replacement of pork fat with olive oil on the quality characteristics of low-fat frankfurters. *Meat Science* 68: 383–389

- Maiga E, Babar Z, Janning J, Lapegna P, Tawk ST, Roberts W, Anid D, Ngeuamboupha J and Gaylard C (2015) The big question: satisfying needs: how will your country satisfy its food needs in the future? *World Policy Journal* 32: 3–8
- Mann JN (2018) A brief history of meat in the human diet and current health implications. *Meat Science* 144: 169–179
- Marjanović-Balaban Ž, Grujić R, Pećanac B and Jelić D (2014) Methods of determination of the presence of allergens in foods. *Quality of life* 5 (3-4): 93-97
- Maw SJ, Fowler VR, Hamilton M and Petchey AM (2003) Physical characteristics of pig fat and their relation to fatty acid composition. *Meat Science* 63(2): 185–190
- McMillin WK (2017) Advancements in meat packaging. *Meat Science* 132: 153–162
- Md Sin ND, Mamat MH, Malek MF and Rusop M (2013) Fabrication of nanocubic ZnO/SnO₂ film-based humidity sensor with high sensitivity by ultrasonic-assisted solution growth method at different Zn:Sn precursor ratios. *Applied Nanoscience*, 4(7): 829–838
- Mills A, Grosshans P and Hazafy D (2010) A novel reversible relative-humidity indicator ink based on methylene blue and urea. *Analyst* 135(1): 33–35
- Mills A (2005) Oxygen indicators in food packaging. *Chemical Society Reviews* 32(12): 1003–1011
- Muguerza E, Fista G, Ansorena D, Astiasaran I and Bloukas JG (2002) Effect of fat level and partial replacement of pork backfat with olive oil on processing and quality characteristics of fermented sausages. *Meat Science* 61(4): 397–404
- Myers K, Montoya D, Cannon J, Dickson JS and Sebranek JG (2013) The effect of high hydrostatic pressure, sodium nitrite and salt concentration on the growth of *Listeria monocytogenes* on RTE ham and turkey. *Meat Science* 93(2): 263–268
- Nakatani N (1997) Antioxidants from spices and herbs. In: Shahidi F (ed) *Natural Antioxidants: Chemistry, Health Effects, and Applications*. AOCS Press, Champaign, IL 64–75
- Navas-Carretero S, Pérez-Granados AM, Sarriá B and Vaquero MP (2009) Iron absorption from meat pâté fortified with ferric pyrophosphate in iron-deficient women. *Nutrition* 25: 20–24
- Navikaite-Snipaitiene V, Ivanauskas L, Jakstas V, Rüegg N, Rutkaite R, Wolfram E and Yildirim S (2018) Development of antioxidant food packaging materials containing eugenol for extending display life of fresh beef. *Meat Science* 145: 9–15
- Nissen LR, Byrne DV, Bertelsen G and Skibsted LH (2004) The antioxidative activity of plant extracts in cooked pork patties as evaluated by descriptive sensory profiling and chemical analysis. *Meat Science* 68: 485–495
- Novakofski J, Park S, Bechtel PJ and McKeith FK (1989) Composition of cooked pork chops: Effect of removing subcutaneous fat before cooking. *Journal of Food Science* 54(1): 15–17
- Nowak V, Persijn D, Rittenschober D and Charrondiere UR (2014) Review of food composition data for edible insects. *Food Chemistry* 293: 39–46
- Pennington JAT (2002) Food composition databases for bioactive food components. *Journal of Food Composition and Analysis* 15: 419–434

- Pintado T, Herrero AM, Jiménez-Colmenero F and Ruiz-Capillas C (2016) Strategies for incorporation of chia (*Salvia Hispanica* L.) in frankfurters as a health-promoting ingredient. *Meat Science* 114: 75–84
- Pöhlmann M, Hitzel A, Schwägele F, Speer K and Jira W (2013) Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH) and phenolic substances in smoked Frankfurter-type sausages depending on type of casing and fat content. *Food Control* 31: 136–144
- Pollonio MAR (2018) Fat Reduction in Processed Meats. In: Toldrá F and Nollet MLL (eds) *Advanced Technologies for Meat Processing*, second edition. CRC Press Taylor & Francis Group, Boca Raton 462-498
- Post MJ and Hocquette J-F (2017) New Sources of Animal Proteins: Cultured Meat, In: Purslow PP (ed) *New Aspects of Meat Quality*. Woodhead Publishing is an imprint of Elsevier, Duxford/Cambridge 425-441
- Rama R, Chiu N, Da Silva MC, Hewson L, Hort J and Fisk ID (2013) Impact of salt crystal size on in-mouth delivery of sodium and saltiness perception from snack foods. *Journal of Texture Studies* 44: 338–345
- Ramachandriah K, Han Gu S and Bok Chin K (2015) Nanotechnology in meat processing and packaging: Potential applications—A review. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences* 28(2): 290–302
- Rhim JW, Park H-M and Ha C-S (2013) Bio-nanocomposites for food packaging applications. *Progress in Polymer Science* 38: 1629–1652
- Robertson GL (2013) *Food Packaging: Principles and Practices*, 3rd edition. CRC Press/Taylor and Francis, Boca Raton, FL
- Rodríguez-Carpena JG, Morcuende D and Estévez M (2012) Avocado, sunflower and olive oils as replacers of pork back-fat in burger patties: Effect on lipid composition, oxidative stability and quality traits. *Meat Science* 90(1): 106–115
- Rossi LG, Fiorentini G, Jose Neto A, Vieira BR, Malheiros EB, Borghi TH, Berchielli TT (2016) Impact of ground soybean and starch levels on the quality of meat from feedlot young Nellore bulls. *Meat Science* 122: 1–6
- Rubio B, Martínez B, García-Cachán MD, Rovira J and Jaime I (2008) Effect of the packaging method and the storage time on lipid oxidation and colour stability on dry fermented sausage salchichón manufactured with raw material with a high level of mono and polyunsaturated fatty acids. *Meat Science* 80: 1182–1187
- Ruiz-Capillas C and Jiménez Colmenero F (2004) Biogenic amines in meat and meat products. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 44: 489–499
- Sánchez-Escalante A, Djenane D, Torrescano G, Beltrán JA and Roncalés P (2001) The effects of ascorbic acid, taurine, carnosine and rosemary powder on colour and lipid stability of beef patties packaged in modified atmosphere. *Meat Science* 58: 421–429
- Sando D, Grujić R and Vujadinović D (2013a) Sensory attributes of snail's meat prepared in different ways. *Quality of life* 4 (3-4): 62-68
- Sando D, Marjanović-Balaban Ž, Grujić R, Bašić M. i Gilić Z. (2013b) Uticaj uslova proizvodnje na mikrobiološku ispravnost mesa puža. X simpozijuma "Savremene tehnologije i privredni razvoj", Leskovac. *Zbornik radova*: 36-43

- Sando D, Grujić R, Bašić M, Lisichkov K and Vujadinović D (2012) Quality indicators of snail meat grown in different conditions. *Quality of life* 3 (3-4): 55-64
- Savanović D, Grujić S, Grujić R and Savanović, J. (2014a). Effect of antioxidants on the colour stability of fermented sausage "sucuk" type. *Quality of Life* 5 (1-2): 19-32
- Savanović D, Grujić S, Grujić R and Savanović J (2014b) Effect of rosemary extract and green tea extract on colour stability and quality of fermented sausage. *Electronic journal of Polish agricultural universities - Food Science and Technology* 17 (1): #04, <http://www.ejpau.media.pl/volume17/issue1/abs-04.html>
- Schumann B and Schmid, M. (2018). Packaging concepts for fresh and processed meat – Recent progresses. *Innovative Food Science and Emerging Technologies* 47: 88–100
- Sebranek GJ and Houser AT (2018) Modified Atmosphere Packaging. In: Toldrá F and Nollet MLL (eds) *Advanced Technologies for Meat Processing*, second edition. CRC Press Taylor & Francis Group, Boca Raton 616-645
- Sebranek JG, Jackson-Davis AL, Myers KL and Lavieri NA (2012) Beyond celery and starter culture: Advances in natural/organic curing processes in the United States. *Meat Science* 92(3): 267–273
- Serrano A, Cofrades S, Ruiz-Capillas C, Olmedilla-Alonso B, Herrero-Barbudo and Jiménez-Colmenero F (2005) Nutritional profile of restructured beef steak with added walnuts. *Meat Science* 70: 647–654
- Shahid IF and Pegg BR (2018) Processing of Nitrite-Free Cured Meats. In: Toldrá F and Nollet MLL (eds) *Advanced Technologies for Meat Processing*, second edition . CRC Press Taylor & Francis Group, Boca Raton 513-532
- Siegrist M, Stampfli N, Kastenholz H and Keller C (2008) Perceived risks and perceived benefits of different nanotechnology foods and nanotechnology food packaging. *Appetite* 51(2): 283–290
- Siegrist M, Cousin ME, Kastenholz H and Wiek A (2007) Public acceptance of nanotechnology foods and food packaging: The influence of affect and trust. *Appetite* 49(2): 459–466
- Singla S, Harjai K, Raza K, Wadhwa S, Katara OP and Chhibber S (2016) Phospholipid vesicles encapsulated bacteriophage: A novel approach to enhance phage biodistribution. *Journal of Virological Methods* 236: 68–76
- Skláršová B, Šimon P, Kolek E, Šimko P and Bednáriková (2012) Non-isothermal kinetics of benzo[a]pyrene photooxidation in glyceryl trioctanoate. *Polycyclic Aromatic Compounds* 32: 580–588
- Sorapukdee S, Kongtasorn C, Benjakul S and Visessanguan W (2013) Influences of muscle composition and structure of pork from different breeds on stability and textural properties of cooked meat emulsion. *Food Chemistry* 138(2–3): 1892–1901
- Sukumaran AJ, Nannapaneni R, Kiess A and Sharma CS (2016) Reduction of Salmonella on chicken breast fillets stored under aerobic or modified atmosphere packaging by the application of lytic bacteriophage preparation Salmo-Fresh™. *Poultry Science* 95: 668–675

- Summo C, Pasqualone A, Paradiso VM, Centomani I, Centoducati G and Caponio F (2016) Lipid degradation and sensory characteristics of ripened sausages packed in modified atmosphere at different carbon dioxide concentrations. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 96: 262–270
- Sun J, Zhou W, Yan L, Huang D and Lin L (2018) Extrusion-based food printing for digitalized food design and nutrition control. *Journal of Food Engineering* 220: 1–11
- Sun J, Zhou W, Huang D, Fuh JYH and Hong GS (2015) An overview of 3D printing technologies for food fabrication. *Food and Bioprocess Technology* 8(8): 1605–1615
- Šimko P (2018) Reduction of Contaminant Content in Processed Meats. In: Toldrá F and Nollet MLL (eds) *Advanced Technologies for Meat Processing*, second edition. CRC Press Taylor & Francis Group, Boca Raton 320-350
- Šimko P (2011) Heat and processing generated contaminants in processed meats. In: Kerry JP and Kerry JF (eds) *Processed Meats: Improving Safety, Nutrition and Quality*. Woodhead Publishing, Cambridge 478–507
- Škaljac S, Petrović LJ, Tasić T, Ikonjić P, Jakanović M, Tomović V, Džinić N, Šojić B, Tjapkin A, Škrbić B (2014) Influence of smoking in traditional and industrial conditions on polycyclic aromatic hydrocarbons content in dry fermented sausages (Petrovska klobása) from Serbia. *Food Control* 40: 12–18
- Tang Z, Huang X, Baxi S, Chambers JR, Sabour PM and Wang Q (2013) Whey protein improves survival and release characteristics of bacteriophage phi O1 encapsulated in alginate microspheres. *Food Research International* 52(2): 460–466
- Toldrá F, Barat MJ (2018) Salt Reduction in Processed Meats. In: Toldrá F and Nollet MLL (eds) *Advanced Technologies for Meat Processing*, second edition. CRC Press Taylor & Francis Group, Boca Raton 443-455
- Toldrá F and Barat JM (2012) Strategies for salt reduction in foods. *Recent Patents in Food, Nutrition and Agriculture* 4: 19–25
- Toldrá F and Reig M (2011) Innovations for healthier processed meats. *Trends in Food Science & Technology* 22: 517–522
- Townsend WE and Olson DG (1987) Cured meats and cured meat products processing. In: Price JF and Schweigert BS (eds) *The Science of Meat and Meat Products*, 3rd edition. Food & Nutrition Press, Trumbull 431–456
- Turp GY (2016) Effects of four different cooking methods on some quality characteristics of low fat Inegol meatball enriched with flaxseed flour. *Meat Science* 121: 40–46
- Turubatovic L and Milatovic-Stevanovic M (2001) Bioactive components—New aspects of applying supplements in the meat industry. *Tehnologija Mesa* 42(5–6): 377–397
- USDA (2017) Food National Database. Nutritional composition of foods. Available at <http://www.ndb.nal.usda.gov/ndb/nutrients>, dostupno 25.06.2019
- Valentão P, Fernandes E, Carvalho F, Andrade PB, Seabra RM and Bastos ML (2002) Antioxidative properties of cardoon (*Cynara cardunculus* L.) infusion against

- superoxide radical, hydroxyl radical, and hypochlorous acid. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 50: 4989–4993
- van Huis A (2017) New Sources of Animal Proteins: Edible Insects. In: Purslow PP (ed) *New Aspects of Meat Quality*. Woodhead Publishing is an imprint of Elsevier, Duxford/Cambridge 443-461
- Verbeke W, Marcu A, Rutsaert P, Gaspar R, Seibt B, Fletcher D and Barnett J (2015) 'Would you eat cultured meat?' Consumers' reactions and attitude formation in Belgium, Portugal and the United Kingdom. *Meat Science* 102: 49–58
- Vitaglione P and Fogliano V (2004) Use of antioxidants to minimize the human health risk associated to mutagenic/carcinogenic heterocyclic amines in food. *Journal of Chromatography B* 8002: 189–199
- Vujadinović D, Vukić M, Gojković V and Grujić R (2017) *Staphylococcus Carnosus* as biogenerator of natural nitrites in model system of organic cooked sausages. In: *Proceedings of V International Congress "Engineering, Environment and Materials in Processing Industry"* 102-110
- Wang HH, Chen J, Bai J and Lai J (2018a) Meat packaging, preservation, and marketing implications: Consumer preferences in an emerging economy. *Meat Science* 145: 300–307
- Wang L, Zhang M, Bhandari B and Yang C (2018b) Investigation on fish surimi gel as promising food material for 3D printing. *Journal of Food Engineering* 220: 101–108
- Wang X, Wu H, Long Z, Sun Q, Liu J, Liu Y, Hai C (2016) Differential effect of Se on insulin resistance, regulation of adipogenesis and lipolysis. *Molecular and Cellular Biochemistry* 415: 89–102
- Weiss J, Gibis M, Schuh V and Salminen H (2010) Advances in ingredient and processing systems for meat and meat products. *Meat Science* 86: 196–213
- WHO (2014) *Global Status Report on Noncommunicable Diseases 2014*. <http://www.who.int/nmh/publications/ncd-status-report-2014/en/>, dostupno 25.06.2019
- Wilms M (2000) The developing of modern smokehouses—Ecological and economical aspects. *Fleischwirtschaft international* 80: 4–5
- Yılmaz I (2004) Effects of rye bran addition on fatty acid composition and quality characteristics of low-fat meatballs. *Meat Science* 67: 245–249
- Youssef MA and El-Sayed MS (2018) Bionanocomposites materials for food packaging applications: Concepts and future outlook. *Carbohydrate Polymers* 193: 19–27
- Zelinkova Z and Wenzl T (2015) The occurrence of 16 EPA PAHs in food—A review. *Polycyclic Aromatic Compounds* 35: 248–84
- Zhuang X, Han M, Kang Z-L, Wang K, Bai Y, Xu X-L, Zhou G-H (2016) Effects of the sugarcane dietary fiber and pre-emulsified sesame oil on low-fat meat batter physicochemical property, texture, and microstructure. *Meat Science* 113: 107–115

Directions for the development of the meat processing industry in Republika Srpska

Radoslav Grujić

Meat is a food that has been consumed by humans throughout the history of its existence. Meat and meat products consumption will continue to grow over the coming decades, which requires additional efforts to increase raw meat production and develop technological procedures to extend the shelf life of finished products. Several new sources of protein are being explored, which may be an alternative to conventional meat production systems: raw materials of plant origin, raw materials of microbial origin, algae, rabbits, insects, molluscs, seafood, etc. In the coming decades, science is expected to produce results that will allow the commercial production of artificial meat. Meat of all kinds of animals which have myoblast cells in the skeletal muscle can be artificially produced. In this way, pork and chicken are most likely to be produced, but fish meat production is also possible.

3D printing technology has been used so far to produce several types of nutritional materials. However, there is still insufficient research on the possibility of printing fibrillar meat products (for example, pork, chicken, turkey or fish meat while there are no data for printing beef). Further research is needed on the possibility of improving the rheological and physical properties of materials (raw materials) and optimizing the conditions for subsequent processing of printed products.

Consumers require meat products of high nutritional and sensory quality, which will in no way jeopardize their health. There are more functional meat products on the market and further development of this type of products is expected. Manufacturers will continue to take measures to improve microbiological food safety and the development of technological processes that will prevent the formation of toxic and harmful substances, and prevent contamination of products with environmental chemicals.

The application of new packaging materials (biopolymers and nanocomposites) and new meat and meat products packaging systems (active and smart packaging) will facilitate the implementation of plans for improving the safety of meat and meat products.

Key words: Meat processing industry, New technologies, Development

