



Производња и коришћење биомасе из отпада као дио одрживог ланца снабдијевања храном

Радослав Грујић, Ђорђе Окановић, Милутин Ристић

Сажетак: Организација ланца снабдијевања храном утиче на исхрану становништва на планети Земљи, због чега је развој и одрживост ланца снабдијевања храном императив у садашњем, али и у будућем времену. Садашње поимање ланца снабдијевања храном укључује различите аспекте производње, прераде, дистрибуције, продаје и коришћења од стране потрошача и рјешавање питања везаних за крај животног вијека производа. Производња хране значајно утиче на околину. Пољопривредна производња одговорна је за настајање гасова стаклене баште. Највећи удио у њиховој производњи има сектор сточарства, укључујући и сектор производње млијека и меса. Кључни елементи дугорочног економског плана и заштите животне средине јесу одржива пољопривреда и прехранбена индустрија. У једном броју развијених земаља усвојене су стратегије одрживог развоја, а у склопу тога и одрживог развоја сектора производње и прераде хране. Нека од рјешења датих у поменутим стратегијама могу послужити као основа за дискусију на ову тему у Републици Српској.

Цитирање: Грујић Р, Окановић Ђ, Ристић М (2023) Производња и коришћење биомасе из отпада као дио одрживог ланца снабдијевања храном. У: Тркуља В, Говедар З, Пржуљ Н (уредници) Управљање ресурсима у производњи и преради биомасе. Академија наука и умјетности Републике Српске, Бања Лука, Монографија LII:297–365

Cite as: Grujić R, Okanović Đ, Ristić M (2023) Production and use of biomass from waste as part of a sustainable food supply. In: Trkulja V, Govedar Z, Pržulj N (eds) Resource management in biomass production and processing. Academy of Sciences and Arts of the Republic of Srpska, Banja Luka, Monograph LII:297–365

Број становника на Земљи у сталном је порасту, што утиче на повећање коришћења природних ресурса, са једне стране, и стварања отпада и угрожавања околине, са друге стране. Према прогнози FAO, у наредним деценијама број становника на Земљи ће се повећати на 10 милијарди, што ће од свих учесника у ланцу снабдијевања захтијевати повећање производње хране.

То повећање довешће и до раста количине отпада који настаје у ланцу снабдијевања храном. У суштини, у отпад спадају све материје које треба одложити на подесан начин или их треба прерадити на одговарајући начин, да не загађују околину. Појам „отпад из прехранбене индустрије“ обухвата све супстанце које представљају остатак или неупотријебљени вишак материјала у току производног процеса. Највећи дио отпада из овог сектора представља дијелове основних сировина које су остале након издвајања основног производа. С обзиром на то да ове супстанце не представљају основни производ, познате су као „споредни производи“ или „нупроизводи“. Оне се могу прерадити и поново употребити. Неуклоњени споредни производи из пољопривреде и прехранбене индустрије представљају опасност и, као и други загађивачи животне средине, могу угрозити здравље људи и животиња. Интересовање за искоришћавање споредних производа из ланца снабдијевања храном у сталном је порасту. Траже се могућности за њихову безбједну прераду и начини да се они претворе у сировине чијом би се рециклажом у нове производе смањила количина отпада, односно очистићење околине, а истовремено добили нови употребљиви производи.

Велика количина отпада, укључујући споредне производе (нупроизводе), настаје током производње и прераде меса. Уколико се отпаци животињског поријекла не прераде (рециклирају), они представљају изгубљену сировину за производњу протеинско-енергетских хранива, техничке масти за хемијску индустрију или висококалоричног горива. Најијеласходнији пут за нешкодљиво уклањање нејестивих нупроизвода из индустрије меса, као и угинулих животиња, свакако је њихово сакупљање и искоришћавање, у зависности од врсте и структуре сировина и њихове категоризације, техничким прерађивањем примјеном савремене технологије.

Кључне ријечи: Ланац снабдијевања храном, отпад, споредни производи, нупроизводи животињског поријекла, сакупљање, искоришћење, техничка прерада

7.1. Увод

Посљедњих година, креатори политике, истраживачи, предузећа и организације цивилног друштва у центар свог занимања уврстили су проблеме везане за расипање хране, при чему под појмом „расипање хране“ (*food wastage*) подразумеивају отпад од хране (*food waste*) и губитке хране (*food loss*) (Tielens and Candel 2014; Hue and Liu 2019). Дуж ланца снабдијевања, почевши од фарми, преко прераде и производње, до тржишта, угоститељства и домаћинства, долази до расипања хране у одређеном облику. Организација за храну и пољопривреду Уједињених нација (FAO) процјењује да је у 2009. години 32% од укупне количине произведене хране у свијету изгубљено или је завршило као отпад. Ако се ове количине изразе у енергији потребне хране у исхрани људи, глобални губитак и отпад хране чине приближно 24% од произведене хране, због чега би до 2030. године губитке хране требало смањити за 50% (United Nations 2021). Најновије истраживање FAO из 2019. године указује да је 13,8% хране произведене 2016. године било изгубљено током ланца снабдијевања, укључујући фазу малопродаје и коришћење хране у домаћинствима. Узимајући у обзир све већи број неухрањених људи у свијету и исцрпљивање природних ресурса, системи управљања отпадом од хране уврштени су међу циљеве усвојене у *Агенди 2030* (Desproudi et al. 2021).

У свим фазама ланца снабдијевања настаје одређена количина отпада (Carrero-Martínez et al. 2019; Chauhan et al. 2021). Отпад у процесима производње хране обухвата дијелове употријебљених сировина и других супстанци коришћених у току рада, супстанце настале током одржавања, чишћења и дезинфекције и друге материје. Ипак, највећи дио насталог отпада сачињавају храна или дијелови хране.

Растуће количине отпада од хране на глобалном нивоу изазивају све већу забринутост и позивају на одлучне мјере за ублажавање њихових неповољних еколошких и социјално-економских посљедица. Тренутно се у свијету највише користе технике термохемијске трансформације (спаљивање, сагоријевање, пиролиза, гасификација и хидротермална карбонизација) отпада од хране (Rani et al. 2020).

Појмови „губитак хране и отпад“ односе се на јестиве дијелове биљака и животиња који су произведени или убрани у сврху исхране људи, али које људи ипак не конзумирају. Конкретно, „губитак хране“ обухвата сву количину хране која је просута или покварена због смањења квалитета до којег је дошло усљед повреда животиња или увенућа биљака или је квалитет хране био угрожен на други начин прије него што је производ испоручен потрошачима.

Губитак хране представља нежељене промјене хране које настају усљед лошег поступања у току пољопривредне производње или као резултат техничких ограничења у току складиштења, прераде, паковања или продаје. „Отпад хране“ односи се на храну која је доброг квалитета и погодна за људску употребу, али која се не конзумира, већ се баца прије или након кварења. Отпад од хране резултат је немара или свјесне одлуке да се храна баца (Lipinski et al. 2013; FAO 2014). Више детаља у вези са дефиницијом отпада од хране и губитака хране дат је на Схеми 7.1. (Chauhan et al. 2021).



Схема 7.1. Параметри за дефинисање појмова „отпад од хране“ и „губици хране“ (Chauhan et al. 2021)

Scheme 7.1. Parameters for defining the terms food waste and food losses (Chauhan et al. 2021)

Губитак и отпад од хране могу настати у свакој фази ланца снабдијевања храном (Chauhan et al. 2021). Lipinski et al. (2013) наводе неке примјере отпада од хране у различитим фазама:

- *производња или жетва*: зрна која су расута због коришћења лоше опреме за жетву, бачена риба, воће које није убрано или је одбачено јер не испуњава стандарде квалитета или је неекономично за бербу;
- *руковање и складиштење*: храна која је уништена од стране штеточина, гљивица или је угрожена због болести радника који рукују њом;
- *прерада и паковање*: просуто млијеко, оштећене рибе и воће неприкладно за прераду. Прерађена храна може се изгубити или бацити због неефикасног процеса прераде у фабрици;

- **дистрибуција и маркетинг:** јестива храна се одбацује јер није у складу са естетским стандардима квалитета или није продата прије истека рока употребе;
- **конзумирање:** храна која је купљена од стране потрошача, ресторана и угоститељства, али није поједена.

Губитак хране и отпад узрокују много негативних економских и еколошких посљедица. Они представљају изгубљену инвестицију која може утицати на смањење прихода произвођача и повећање трошкова за потрошаче. Губитак хране и отпад носе различите утицаје на околину, укључујући непотребну емисију гасова стаклене баште и неефикасно коришћење воде и земљишта.

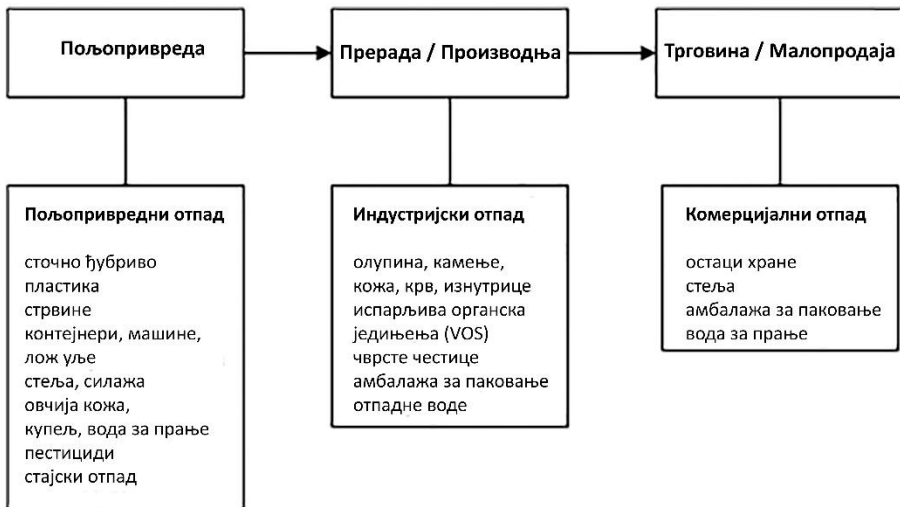


Схема 7.2. Примјери отпада насталог у различитим фазама процеса снабдијевања храном (Cybulska 2000)

Scheme 7.2. Examples of waste generated at different stages of the food supply process (Cybulska 2000)

У сваком кораку производње, прераде, дистрибуције и употребе хране настаје одређена количина споредних производа (нупроизвода), који се дјелимично могу сматрати отпадом (Схема 7.2), јер у датом облику нису потребни и немају тржишну вриједност за произвођача и прехранбену индустрију (Грујић 2003). Споредне производе из ланца снабдијевања храном углавном чине материје органског поријекла. Вишкови ових материја, уколико се њима не управља на одговарајући начин, представљају онечишћење животне средине. Међутим, општи је интерес да се споредни

производи прераде у нове производе, који су намијењени за исхрану људи, исхрану стоке, те производњу корисних хемикалија. Дио споредних производа који након претходних поступака остане неупотријебљен, заједно са отпадом од хране, може се прикључити биомаси из других извора и употријебити у производњи енергије, биодизела, биогаса, биоетанола и других производа који имају употребну вриједност, или се може, заједно са другим врстама отпада, одложити на депонију.

Отпад од хране треба посматрати као ресурс који има велики енергетски, хемијски и материјални потенцијал. Могућност његовог третмана и рециклирања у производе са додатом вриједношћу зависи од доступности, ефикасности система сакупљања, хемијског састава и могућности примјене различитих технологија обраде (Kaur et al. 2021). Међу класичне технологије управљања отпадом од хране спадају анаеробна дигестија, компостирање и коришћење као сировине у изради хране за животиње. Примјеном различитих биолошких, термичких и хемијских трансформација, из остатака хране могу се добити многи иновативни производи високе вриједности (хемикалије на платформи, биоматеријали, биогорива, биоуље итд.).

Врста, количина и карактеристике отпада од хране јесу важни фактори које треба узети у обзир приликом планирања ефикасне и интегрисане шеме управљања отпадом од хране. Сакупљање је пресудан корак за одрживо управљање отпадом од хране, који је понекад потцијењен у односу на поступке опоравка. Ефикасно раздвајање извора отпада олакшава прикупљање, транспорт и обраду отпада (Panaretou et al. 2021). Доступна је различита опрема за сакупљање, привремено складиштење и транспорт отпада од хране.

У овом поглављу монографије *Управљање ресурсима у производњи и преради биомасе* дат је приказ токова настанка отпада у ланцу снабдијевања храном, са посебним освртом на споредне производе и губитке хране. Због боље прегледности, прво ће бити приказане отпадне материје из индустрије прераде намирница животињског поријекла, затим отпада из индустрије намирница биљног поријекла, и на крају отпад и губици хране током припреме, конзумирања и након истека животног вијека хране. Након тога, биће дато неколико примјера настајања и прикупљања отпада, те његовог коришћења као биомасе у изради индустријских производа, биодизела, енергије итд. С обзиром на обимност материје, аутори су одлучили да детаље настајања и коришћења споредних производа прикажу само на примјеру клаоничне индустрије и индустрије прераде меса.

Током писања овог поглавља аутори су користили податке из монографије *Одрживе технологије у прехранбеној индустрији* (Grujić i Jašić 2013), која

је дио едиције о одрживом развоју настале у оквиру пројекта Tempus 158989-Tempus-1-2009-1-BE-Tempus-JPHES Creation of university-enterprise cooperation networks for education on sustainable technologies. Рјешавање отпада насталог дуж ланца снабдијевања храном, укључујући споредне производе (нупроизводе), питање је којим се бави велики број истраживача у свијету. У наставку ће бити приказани неки приједлози за управљање отпадом и валоризацију рјешења кроз израду нових производа који имају додатну вриједност. У том смислу, аутори препоручују да читаоци детаљнија образложења потраже у публикацијама објављеним посљедњих година у свијету, а које су наведене у попису литературе на крају поглавља.

7.2. Настајање отпада у ланцу снабдијевања храном

Отпад у ланцу снабдијевања храном обухвата јестиве и нејестиве материје које се јављају на сваком кораку ланца снабдијевања (Грујић 2011). Најчешћи примјери путева настанка отпада и њихов утицај на околину приказани су на Схеми 7.3.

Свакодневно настаје велика количина отпада од хране. Приближно једна трећина хране произведене и намијењене за исхрану људи губи се или расипа. Глобални губици и отпад у великој мјери зависе од врсте хране. Највећи проценат отпада добија се прерадом воћа и поврћа (45%), затим прерадом рибе и морских плодова (35%), уљарица, меса и млијечних производа (20%), респективно (FAO 2012). У земљама у развоју отпад од хране након бербе и током прераде достиже око 40%, док у индустријским земљама највећи дио чини отпад настао током употребе у домаћинствима (више од 40%). У Европи се годишње генерише око 88 милиона тона отпада од хране. Највећи дио од тога (око 53%) настаје током припреме и потрошње хране код куће (Unger and Razza 2018). Да би се постигао циљ Уједињених нација о одрживом развоју до 2030. године, настајање отпада од хране сваке године треба смањити за најмање 31 милион тона. У стратегији циркуларне економије Европске уније (European Commission 2015) важност је дата адекватном коришћењу отпада од хране. У истом документу, наглашава се значај тржишта секундарних сировина. Сваки приступ који се бави рјешавањем питања везаних за отпад од хране мора бити прилагођен одрживом развоју. То наглашава важност споредних производа насталих у пољопривредној производњи и прехранбеној индустрији као сировина за израду нових производа намијењених за исхрану људи, исхрану стоке или израду хемикалија и енергије.

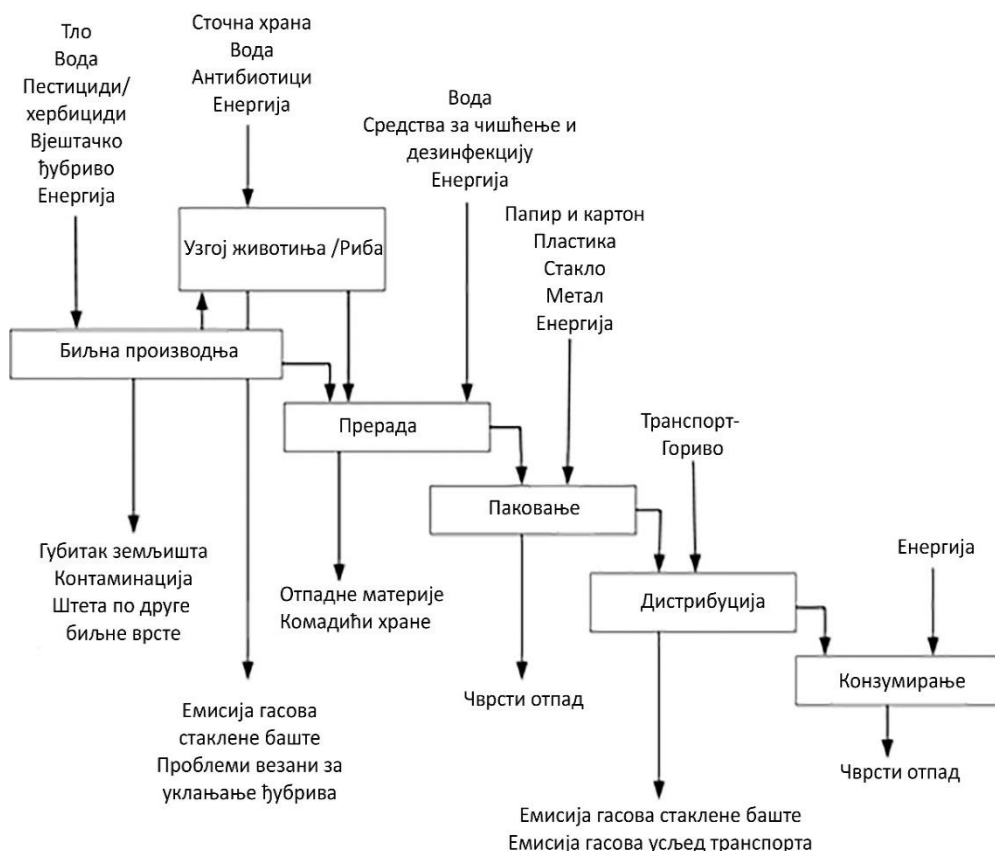


Схема 7.3. Настајање отпада током ланца снабдијевања храном (Grujić 2011)
Scheme 7.3. Waste generation during the food supply chain (Grujić 2011)

На количину насталог отпада у некој од фаза у ланцу снабдијевања утиче више фактора (на примјер, држава или регион). Carrero-Martínez et al. (2019) наводе податак да је укупна количина губитка хране и отпада у Великој Британији и Танзанији приближно иста, међутим, када су анализирани настале количине отпада по фазама у ланцу снабдијевања, утврђено је да у овим државама различити кораци имају доминантну улогу за настајање отпада од хране. Тако, у Танзанији највећи утицај има фаза производње, док у Великој Британији доминира фаза употребе хране у домаћинствима.

Током анализе ланца снабдијевања храном, Scherhauser et al. (2018) посматрали су факторе који могу бити повезани са отпадом од хране и начин управљања тим отпадом. Аутори су дошли до закључка да на сваки килограм производа „плод јабука“, који треба испоручити потрошачима, дуж ланца

снабдијевања долази до губитка 0,28 кг јестивих и нејестивих дијелова плода. То значи, да би потрошачима била обезбијеђена количина од 1 кг јабука, потребно је произвести 1,28 кг (Схема 7.4). Утицаји на околину, који се доводе у везу са 0,28 кг отпада од хране, настају током производње, прераде, малопродаје и дистрибуције, потрошачких активности (на примјер, кување, складиштење), као и одлагања хране (на примјер, компостирање, спаљивање отпада).

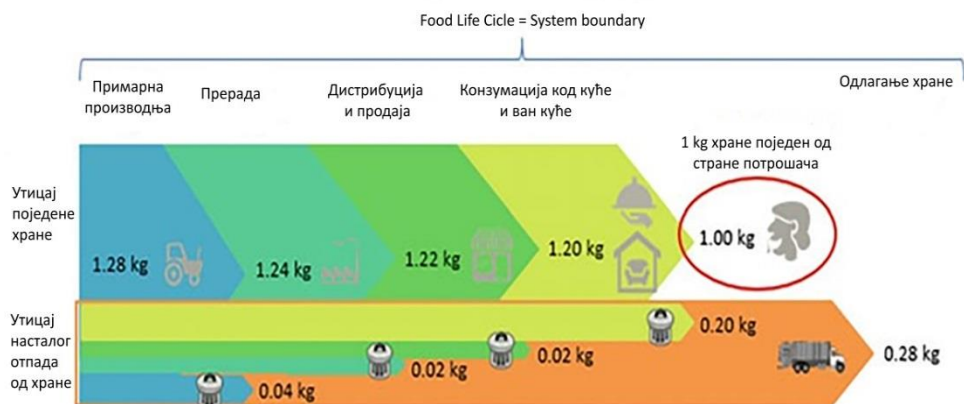


Схема 7.4. Количина отпада настала дуж ланца снабдијевања плодовима јабука (Scherhauser et al. 2018)

Scheme 7.4. Amount of waste generated along the apple fruit supply chain (Scherhauser et al. 2018)

Таб. 7.1. Врсте отпада у производњи и преради меса (Грујић и Андрејаš 2013)

Изрази	Јединица оптерећења	Индустријски утицај
Чврсти органски отпад	кг / глава говеда	58
Нуспроизводи за спаљивање	кг / глава говеда	110
Чврсти органски отпад	кг / глава свиња	2,2
Нуспроизводи за спаљивање	кг / глава свиња	20,8
Сакупљена крв	л / глава говеда	10–20
Сакупљена крв	л / глава свиња	2–4

У примарној пољопривредној производњи настаје највећи дио отпадних материја (око 21% укупног отпада у ланцу снабдијевања храном). У току индустријске прераде настаје знатно мања количина (око 7% укупног отпада у ланцу снабдијевања). У прерађивачком сектору углавном настаје чврсти отпад, загађивачи воде и ваздуха (прашина, испарљиве органске и мирисне материје) (Таб. 7.1). Највећи дио отпада у пољопривреди и

прехранбеној индустрији односи се на споредне производе (нупроизводе), о којима ће се касније дати детаљнија анализа.

7.2.1. Отпад из пољопривредне производње

Дио отпадних материјала у пољопривредној производњи представља велику опасност по људе, животиње и биљке. Због тога се захтијева предузимање ефикасних мјера контроле њиховог складиштења и одлагања у циљу испуњења захтјева из прописа о заштити животне средине. Ипак, највећи дио отпада у пољопривреди јесте органског поријекла (укључујући споредне производе) и може се искористити на различите начине.

Највећа количина чврстог отпада у сточарској производњи отпада на ђубриво. Једна крава дневно даје 35–57 литара, једна овца 4 литра, а 1.000 кока носиља 115 литара ђубрива. Мјере за одлагања ђубрива укључују аеробну и анаеробну дигестију, распростирање на земљишту и спаљивање. Трупови угинулих животиња могу се одложити закопавањем или спаљивањем. Захтијева се поштовање санитарно-еколошких мјера приликом уклањања отпада животињског поријекла. Ако постоји сумња да је животиња била болесна, труп се не смије закопати, већ треба примијенити друге методе.

Током биљне производње генерише се велика количина отпада у виду биљних остатака, односно споредних производа (слама, остаци уљане репице, пасуља и грашка, остаци од воћа, дрвени отпад из воћњака, дрво које се користи за градњу и одржавање итд.). Ова врста отпада најчешће се уклања безбједним спаљивањем, а у посљедње вријеме све веће количине користе се у производњи топлотне енергије и као сировине у биопроцесима за израду корисних производа (Grujić i sar. 2013). Чврсти отпад у пољопривреди могу чинити дијелови машина, гуме, контејнери и гајбице, те различите врсте смећа. Пластични материјали могу се користити на различите начине. Пожељно је да се током производње смањи употреба овог материјала или да се он рециклира. Рециклажа се може обавити на самим газдинствима или у специјалним објектима за рециклирање.

Од течног отпада насталог у пољопривреди треба поменути остатке горива и мазива, ефлуент из силаже, воду од купања животиња, осоку, пестициде и отпадне воде. Главне врсте отпада у гасовитом стању су метан, амонијак, лебдеће честице и мирисне материје. Највећи приговори у вези с питањем заштите околине односе се на непријатни мирис са свињогојских фарми и

фарми за тов бројлера, те непријатне мирисе због неправилног одлагања осоке и течног ђубрива. На крају, треба поменути велику количину гасова (амонијак, метан, угљен-диоксид) који се генеришу у пољопривредној производњи.

Као што се види, у пољопривредној производњи генерише се више врста отпадних материја, које угрожавају околину. Споредни производи, одложени у околину на неадекватан начин, такође представљају онечишћење. Међутим, примјеном одговарајућих технолошких поступака, они се могу рециклирати и поново употријебити као сировина за производњу биогаса, биодизела, енергије итд.

7.2.2. Прехрамбена индустрија

Прехрамбена индустрија заузима важно мјесто у привреди сваке државе. Важност ове гране индустрије огледа се у преради сировина из пољопривредне производње, подизању вриједности производа кроз додатну вриједност и запошљавању великог броја људи. Међутим, већина процеса током прераде хране може имати утицај на животну средину, прије свега кроз трошење ресурса и стварање велике количине отпада.

Током производње, у прехрамбеној индустрији настају отпад (*wastes*) и/или споредни производи – нуспроизводи (*by-products*). Овако генерисани производи могу представљати еколошке и стварати економске проблеме, смањујући профитабилност прехрамбене индустрије. Међутим, унутар овог проблема постоји рјешење, јер су ови нуспроизводи богати биомолекулима важним за прехрамбену и непрехрамбену (нпр. фармацеутску, козметичку) индустрију и могу имати велику вриједност за агро-прехрамбену индустрију у цјелини (Mullen et al. 2015). Највећи дио насталог отпада је органског поријекла (на примјер, споредни производи) и примјеном савремених технологија може се рециклирати. Национално законодавство, међународни регулаторни оквири и прописи, који се односе на управљање отпадом, указују на потребу превенције/минимизирање и валоризацију нуспроизвода, јер то су кључни дијелови стратегије за ефикасан систем управљања и одрживост прехрамбене индустрије, и побољшање безбједности хране (Ottles et al. 2015).

Прехрамбена индустрија континуирано расте и пружа широку палету производа који треба да задовоље потребе потрошача. У основне гране прехрамбене индустрије убрајају се индустрија прераде меса, перади, рибе и морских плодова, индустрије за прераду воћа и поврћа, мљекаре и млинско-пекарска индустрија. Велика количина споредних производа из

прехранбене индустрије свакодневно се баца и непрописно одлаже, што може угрозити околину.

Одређене врсте насталих материја могу се третирати и као отпад и као споредни производи. Као једна од таквих материја, у литератури се наводи сурутка (сирутка), која настаје у производњи сира. Неки произвођачи сурутку користе у даљој преради, за производњу цијелог низа вриједних производа (Mollea et al. 2013; Јовановић и Вучић 2020), док други произвођачи сурутку испуштају у околину и повећавају њено загађење. Као највеће произвођаче отпадних материја у прехранбеној индустрији, Dieu (2009) наводи мљекарску индустрију, кондиторску индустрију (производња шећера и какаоа), индустрију врења и дестилерије, те прераду меса.

Таб. 7.2. Примјери отпадних материја у прехранбеној индустрији (Cybulska 2000)
Tab. 7.2. Examples of waste materials in the food industry (Cybulska 2000)

Споредни производ или нуспроизвод	Количина	Могућност прераде
Сурутка у производњи сира	15 милиона тона	Може се прерадити у нове производе за исхрану људи и животиња
Меласа у производњи шећера		
Отпадне воде из пиваре	3–5 м ³ /т пива	
Чврсти отпад из пиваре (коровске биљке, сјеме, клице, хмељ, квасац, стакло од поломљених боца итд.)		
Отпадне воде из индустрије прераде меса (садрже крв, комадиће меса, масног ткива, екстракт меса, садржај цријева и желуца, слама – постељица, ђубре, длаке, прашина, контаминирана вода из фаза шурења и саламурења, састојци саламуре, конзерванси, алкални детерџенти итд.)		

Отпадне материје које су настале у прехранбеној индустрији садрже вриједне састојке. Међутим, оне се врло често не користе или се не користе на најбољи начин. Неки од разлога који доводе до тога могу бити сљедећи (Grujić i Andrejaš 2013):

- у предузећима нема довољно знања о методама за издвајање вриједних састојака из отпадних материја;

- економска добит од коришћења тих састојака је веома мала;
- не постоје заинтересовани купци за куповину нових производа;
- недостају прописи и иницијативе за поновно издвајање и рециклажу производа;
- мали трошкови за одлагање отпада и
- мале казне за предузећа која производе отпад.

У Таб. 7.2. наведени су примјери отпадних материја које настају у великим количинама у прехранбеној индустрији. Отпадне материје могу бити у чврстом, течном и гасовитом стању. Најчешће врсте чврстог отпада из прехранбене индустрије наведене су у Таб. 7.3.

Таб. 7.3. Чврсти отпад из процеса прераде у прехранбеној индустрији (WHO 1993)

Tab. 7.3. Solid wastes from food processing industry (WHO 1993)

Технолошки процес	Јединица мјере (JM)	Количина чврстог отпада (кг/JM)	Састав отпада
Клаонице	тона живе ваге	35	Крв, нејестиве изнутрице, длаке
Клаонице перади	1.000 птица	35	Перје, нејестиви дијелови
Пакерај	тона производа	300	Кости, нејестиви дијелови меса
Прерада рибе	тона производа	280	Нејестиви дијелови рибе
Конзервисање јабука	тона производа	280	Сјемена ложа, сјеменке, љуска
Конзервисање кукуруза	тона производа	660	
Конзервисање маслина	тона производа	140	
Конзервисање крушака	тона производа	290	
Конзервисање кромпира	тона производа	330	
Конзервисање парадајза	тона производа	80	
Производња скроба	тона производа	N/A*	Комадићи кукуруза
Алкохолна дестилација	тона производа	300	Ком, опрема, конзерве

* Подаци нису доступни.

Из чврстог отпада могу се издвојити састојци који имају велику примјену у индустрији:

- аминокиселине, органске киселине, протеини, калијум, фосфати итд. (технологија примијењена за издвајање: јонска измјена);
- протеини из сурутке и друге макромолекуле (технологија примијењена за издвајање: ултрафилтрација);
- велике молекуле (на примјер, протеини из меса) (технологија примијењена за издвајање: флокулација/преципитација);
- протеини крви у праху (технологија примијењена за издвајање: *spray* сушење);
- цитрус производи (технологија примијењена за издвајање: реверзна осмоса).

Разлози који захтијевају примјену поступака управљања отпадом из прехранбене индустрије могу бити сљедећи: смањење количине отпада, обнова ресурса и њихово поновно коришћење, третирање и уклањање отпада. Правилно управљање отпадом даје корист која је много већа од оне која се односи само на спречавање угрожавања околине. Из вида се не смију изгубити бенефити од смањења трошкова и обнове ресурса.

За смањење количине отпада користе се: рециклажа, дорада производа, поновна употреба и друге методе. Слиједи неколико примјера поновне употребе споредних производа и отпада у прехранбеној индустрији (Dieu 2009):

- меласа је споредни производ у процесу производње шећера, који се, осим у производњи сточне хране, може употријебити на више начина;
- отпадне материје из прераде воћа и поврћа су биоразградиве, због чега се могу користити за компостирање или у производњи биогаса;
- различите отпадне материје из производње кафе користе се као ђубриво, састојци у производњи сточне хране, носачи за инсектициде и хербициде, подлога за гајење гљива, гориво итд. Од остатака из прераде кафе може се добити гориво чија је енергетска вриједност већа од вриједности других врста биогорива. Процесу спаљивања могу се подврћи честице кафе са влажношћу од 50%, мада се најчешће честице кафе прво осуше (садржај воде око 30%), а након тога се спаљују;
- целулозни материјали настају као отпад у различитим гранама прехранбене индустрије. Ови материјали се ферментацијом могу превести у шећере, а шећери се касније могу употријебити као сировине у производњи етанола, органских киселина, специјалних врста уља итд. Током анаеробне ферментације отпадних материја из прехранбене индустрије настају готови производи, који се могу

- употријebити на различите начине: метан као висококвалитетно гориво за производњу енергије, специјалне хемикалије – естери и састојци хране – органске киселине;
- биодизел може се добити из различитих биоматеријала који садрже скроб, шећере или липиде. Биогориво (биодизел) из споредних производа прехранбене индустрије мањи је загађивач околине од дизела из нафте. Одређене количине кукуруза и уљане репице користе се за производњу биоетанола, мада се њиховом прерадом може добити и бутанол, односно биогориво);
 - више од половине отпадних вода из прехранбене индустрије, након обраде на одговарајући начин, може се поново употребити.

С обзиром на мјесто настајања, отпадне материје дијеле се на отпад из индустрије прераде намирница анималног поријекла и отпад из индустрије прераде намирница биљног поријекла. Значајне количине чврстог, течног или гасовитог отпада настају у процесима биоферментације и у дестилеријама. На крају, у обзир треба узети вишкове индустријских производа, који се из различитих разлога бацају током припреме и употребе у домаћинствима.

7.2.2.1. Споредни производи животињског поријекла

Клаонице и индустрија прераде меса. Отпадне материје из ове гране прехранбене индустрије спадају у једну од сљедећих група: органски споредни производи (нупроизводи), опасне материје, материје са специфичним ризиком, отпадне воде, гасови и мирисне материје. Ђубриво које настаје током боравка и одмарања животиња у оборима, крв и вода коришћена за прање трупова и производа од меса убрајају се у органски отпад настао у клаоници. У ову групу сврстани су отпаци и дијелови сировина који су настали током расијецања трупова и прераде меса, а нису за људску употребу (Грујић и сар. 2013).

На Схеми 7.5. приказан је дијаграм тока у фабрици за прераду меса. Осим основних производа (месо и животињске масти), током клања животиња, обраде трупова и прераде меса у готове производе, настају споредни производи клања и чврсти отпад који нема велику економску корист за власника фабрике (Схема 7.6). Као резултат прања трупова, уклањања смећа и чишћења опреме и просторија, настају велике количине отпадних вода. Уколико се споредни производи и друге врсте отпада одложе у природи, могу изазвати озбиљне посљедице по животну средину, због чега се заговара да се то не чини, већ да се оне искористе за израду других производа, а преостале количине да се употребе као биомаса.

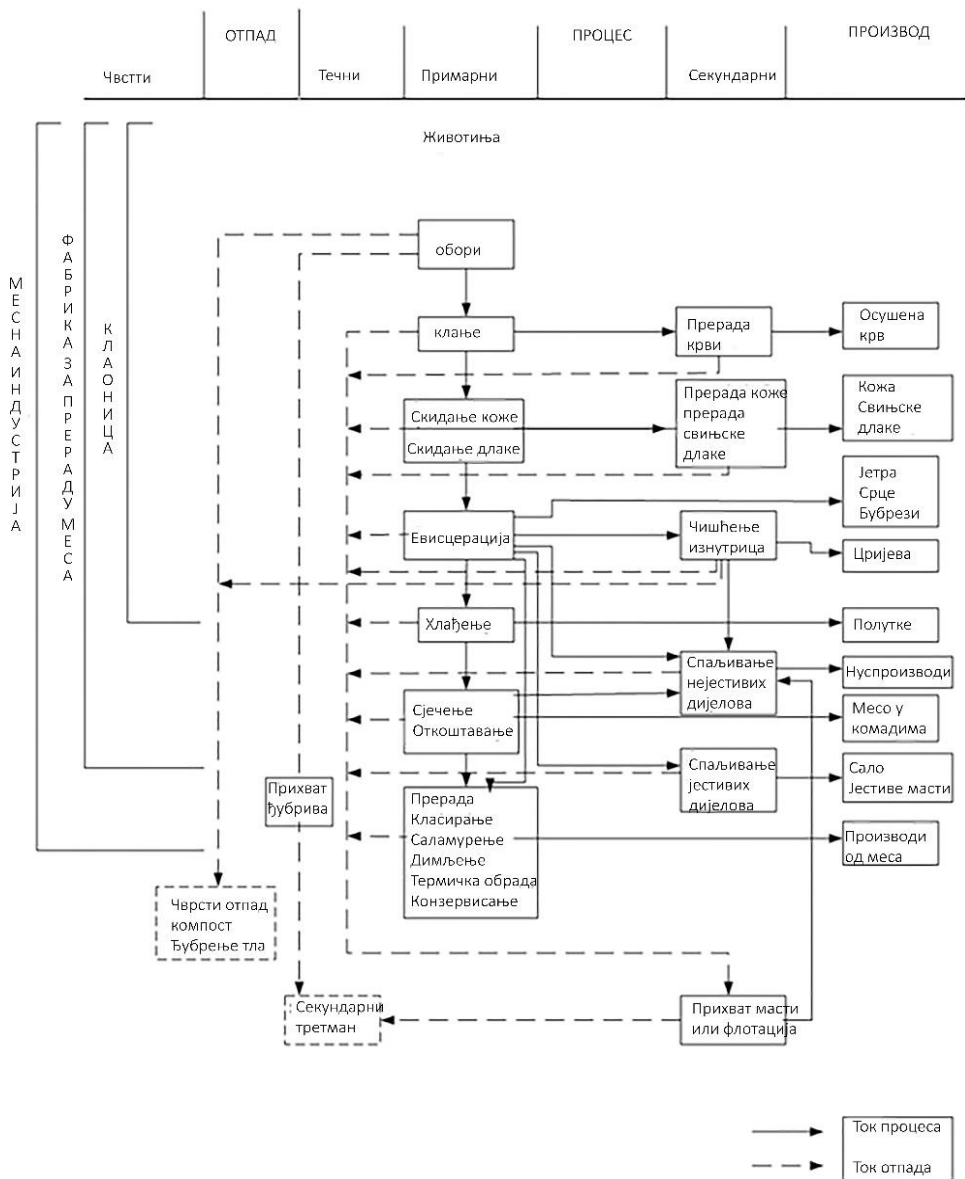


Схема 7.5. Дијаграм тока на линијама клања говеда и свиња, и мјеста настанка неких врста споредних производа у клаоници (адаптирано према Banks and Wang 2006)

Scheme 7.5. Flow chart on cattle and pig slaughter lines, and places of origin of some types of by-products in the slaughterhouse (adapted from Banks and Wang 2006)

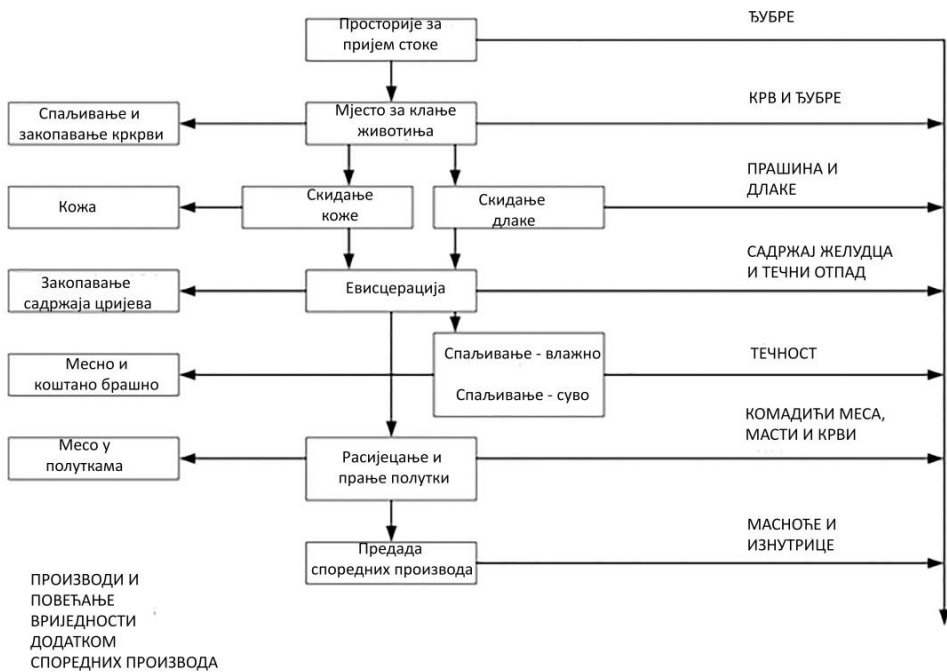


Схема 7.6. Упрошћени приказ производног процеса у месној индустрији и мјеста настајања отпада (адаптирано према Banks and Wang 2006)
 Scheme 7.6. Simplified overview of the production process in the meat industry and waste generation sites (adapted from Banks and Wang 2006)

Детаљан приказ настајања споредних производа у преради меса и могућности за њихово поновно коришћење наведени су у потпоглављу 7.5. овог поглавља.

Клање животиња и прерада меса генеришу огромне количине јестивих и нејестивих остатака који имају потенцијал за коришћење у изради прехранбених и непрехранбених индустријских производа. Због тога су примјена стратегије планирања и управљања, као и побољшање одрживе валоризације нуспроизвода постали кључни задаци месне индустрије. Клаонице и индустрија прераде меса улажу велике напоре да готово све јестиве и нејестиве нуспроизоде претворе у нешто што се може продати (Okanović et al. 2010a; Grujić i sar. 1991; Grujić i sar. 1989; Šolaja i sar. 1989). Baldi et al. (2021) дали су преглед дефиниција, регулаторног оквира и обима остатака који настају у месној индустрији и увид у тренутне и иновативне стратегије усмјерене на валоризацију споредних производа, са посебним освртом на могућност коришћења протеинске фракције која се добија из нуспроизвода од меса.

Индустрија прераде млијека. У току производње и прераде млијека настају велике количине различитих отпадних материјала. Врста и количина отпада зависе од примијењеног технолошког поступка. На овом мјесту биће приказани технолошки процес производње топлотно обрађеног млијека (Схема 7.7) и процес производње ферментисаних производа од млијека (Схема 7.8. и Таб. 7.4) и њихов утицај на околину.

Таб. 7.4. Утицај неких фаза у процесу производње јогурта на околину (RAC/CP 2002)

Tab. 7.4. Impact of some stages in the yogurt production process on the environment (RAC/CP 2002)

Основна операција	Утицај	Рангирање
Паковање	Отпад од амбалаже	Примарни
	Потрошња електричне енергије	Секундарни
	Губици због поврата производа	Секундарни
Инкувација	Потрошња топлоте	Секундарни
Хлађење	Потрошња електричне енергије	Примарни
	Потрошња воде за хлађење	Секундарни
Складиштење на температури хлађења	Губици због поврата производа	Примарни
	Потрошња електричне енергије	Секундарни
Чишћење опреме и инсталација	Потрошња топлоте	Примарни
	Потрошња воде	Примарни
	Одлагање отпадних вода (количина отпада и загађивача)	Примарни
	Потрошња хемикалија	Примарни
	Стварање отпада (амбалажа средства за чишћење)	Секундарни
	Потрошња електричне енергије	Секундарни

У производњи сира и маслаца настаје велики број споредних производа (сурутка и млаћеница), који су погодни за додатну обраду и израду вриједних производа.

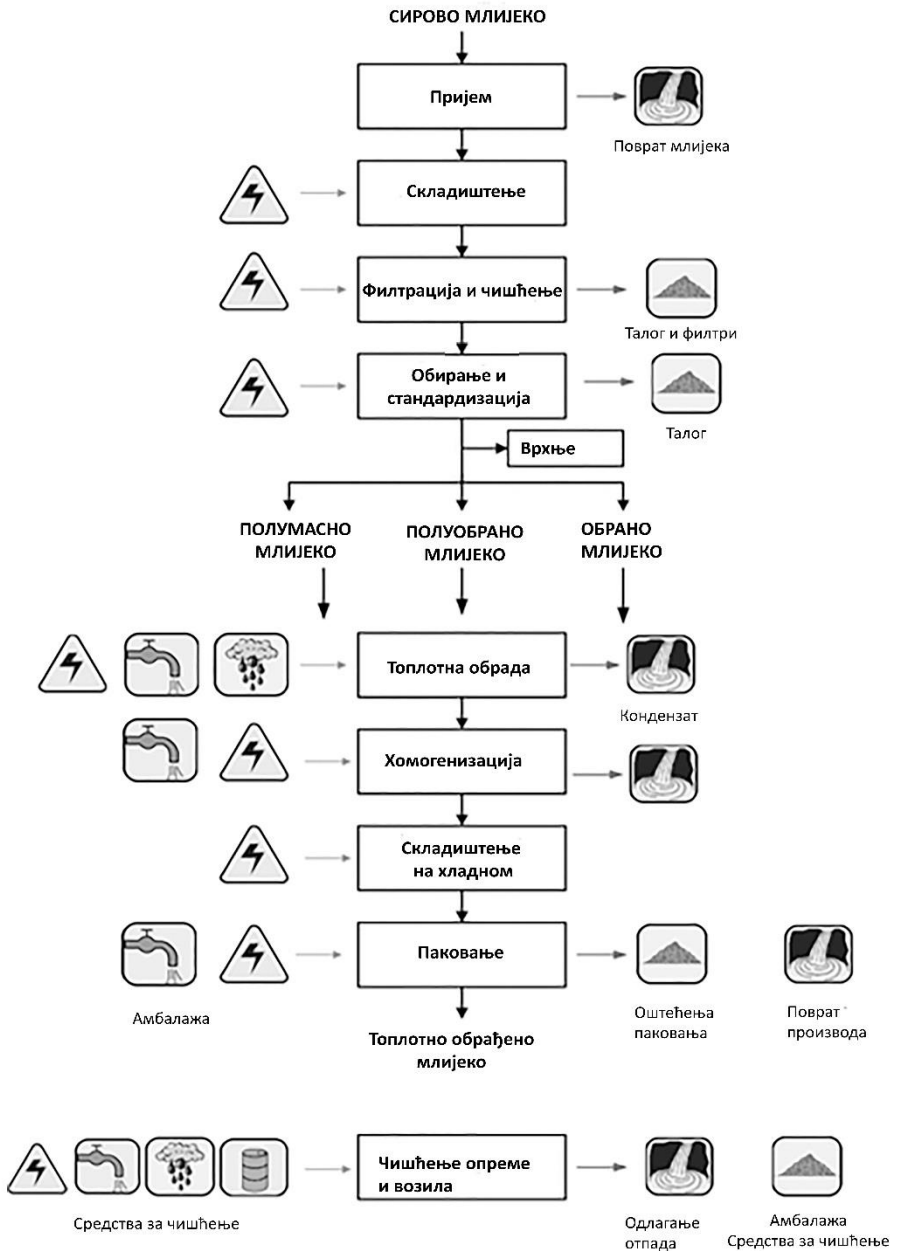


Схема 7.7. Дијаграм тока процеса производње топлотно обрађеног млијека и мјеста настајања отпада (RAC/CP 2002)

Scheme 7.7. Flowchart of heat-treated milk production process and waste generation site (RAC/CP 2002)

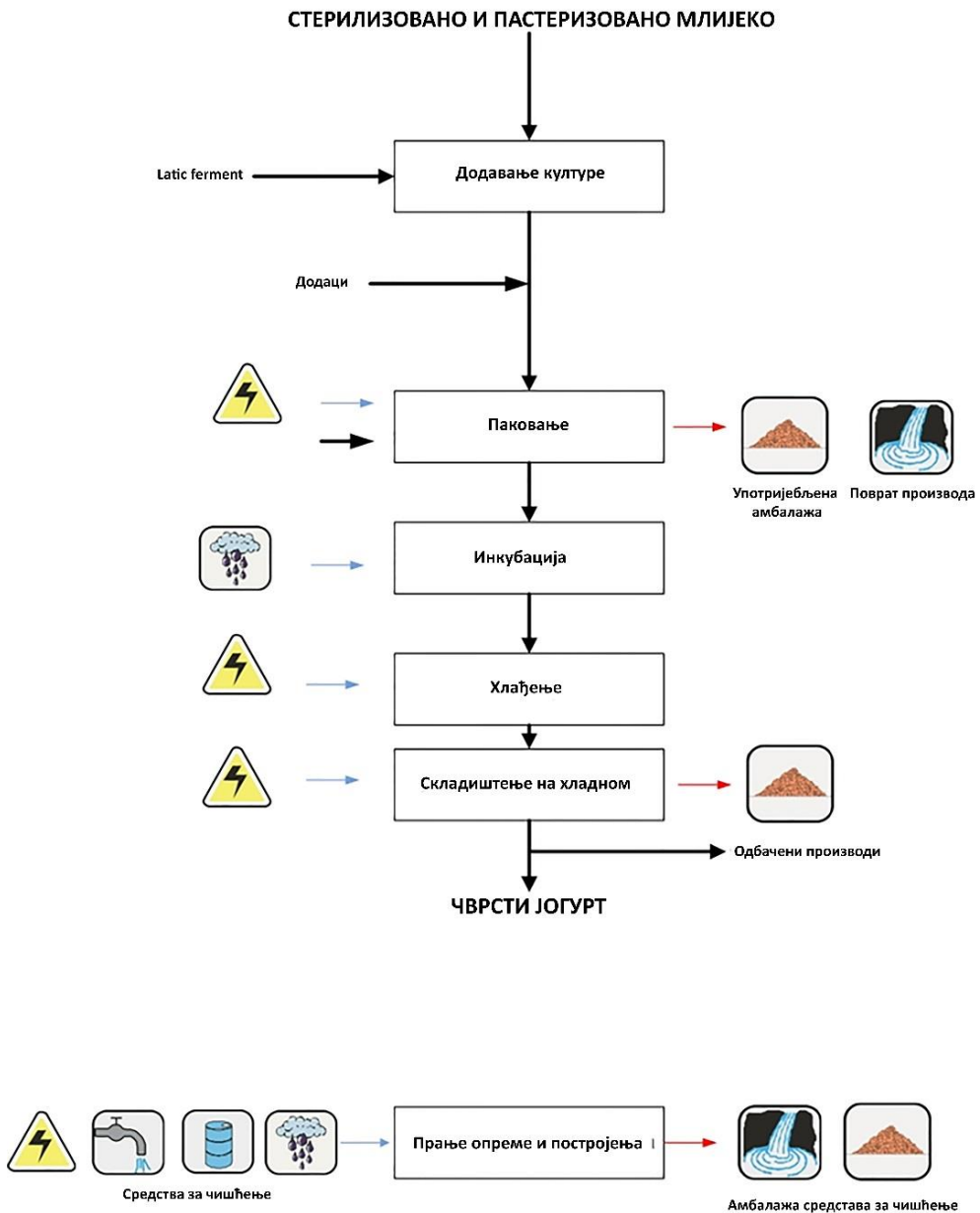


Схема 7.8. Дијаграм тока процеса производње јогурта и мјеста настајања отпада (RAC/CP 2002)

Scheme 7.8. Yogurt production process flow diagram and waste generation site (RAC/CP 2002)

7.2.2.2. Прерада сировина биљног поријекла

Споредни производи (нупроизводи) биљног поријекла обухватају широк спектар секундарних остатака који настају индустријском прерадом биљака и представљају сировине у изради комерцијално вриједних производа (Méridas et al. 2012). Ови производи добијају се из агроиндустријских процеса као што су: дестилерије и производња биогорива, прерада сјеменки уљарица, прерада воћа и поврћа, производња шећера, прерада кромпира и обрада биљака, зачина и дрвећа (Salami et al. 2019). Ови нупроизводи сматрају се безбједним и широко су прихваћени као храна за животиње.

Највећи дио нупроизвода биљног поријекла ипак завршава на депонији или се спаљује. У најбољем случају, нупроизводи се користе за израду сточне хране или за екстракцију пектина (углавном споредни производи прераде цитруса и јабука) (Mateos-Aparicio et al. 2021).

Индустрија прераде воћа и поврћа. Прерада воћа и поврћа специфична је по примјени различитих технолошких операција, чији број и редослијед зависе од производа који се израђује. С обзиром на велики број производа од воћа и поврћа, потребно је анализирати количину отпада који настаје током израде једног производа, а онда њиховим сабирањем добити укупну количину отпадних материја које се генеришу у фабрици. Чврсти отпад настаје у већини фаза прераде воћа и поврћа (прање сировина, калибрисање сировина, љуштење, сјечење и друге). Количина насталог чврстог отпада зависи од врсте сировине која се прерађује и врсте производа који се израђује (Таб. 7.5).

Таб. 7.5. Количина чврстог отпада насталог током процеса прераде воћа и поврћа (RAC/CP 2001)

Tab. 7.5. Amount of solid waste generated during the fruit and vegetable processing process (RAC/CP 2001)

Производ	% отпада	Производ	% отпада
Аспарагус	45	Бибер	56
Парадајз	25	Артичока	67
Зелени пасуљ	12	Грашак	5
Кромпир	10	Гљиве	43
Празилук	38	Мрква	30
Бресква	33	Шљива	17
Пасуљ	15	Диња	31
Бундева	35	Вишња	20

Млинско-пекарска индустрија. Током производње и прераде житарица настаје велики број различитих споредних производа (нупроизвода), који су најчешће слабо или никако искоришћени, што доводи до угрожавања околине. Главни нупроизводи из ове гране индустрије јесу слама, љуске и мекиње. Alexandri et al. (2020) анализирали су могућности бољег коришћења нупроизвода насталих током производње риже. Међу производима од риже посебно мјесто заузимају рижине мекиње. Због високог садржаја уља, оне се примјењују у прехранбеној индустрији и козметици. Потражња за уљем од рижиних мекиња утиче на настанак одмашћених пиринчаних мекиња, главног нупроизвода у процесу екстракције уља. Према ауторима, овај споредни производ може се користити као додатак храни или се биоконверзијом може превести у производе са додатом вриједношћу и хемикалије (биодизел, биоетанол, млијечна киселина, биобутанол, олигосахариди и друго).

Производња хљеба и пецива. Од извора загађења у производњи хљеба и пецива треба поменути: чврсти отпад, који сачињавају тијесто заостало у машинама за замјес, расуто брашно, те картон, папир и пластична амбалажа, лебдеће честице и прашина; и отпадне воде, које потичу од прања и дезинфекције машина и површина. С обзиром на састав, највећи дио отпада може се употријебити у изради сточне хране или заједно са другим остацима и нупроизводима из млинске индустрије као биомаса.

7.2.3. Конзумирање хране

Смањење расипања хране на нивоу потрошача важно је колико и смањење отпада на нивоу индустријске производње (Scherhauser et al. 2018). Спречавањем расипања хране на нивоу потрошача може се уштедети око 26 милиона тона хране. У овој тежњи владе многих земаља у свијету обезбиједиле су законска рјешења за прерасподјелу хране између богатих, који имају вишкове, и сиромашних, којима храна недостаје (Unger and Razza 2018).

На отпад хране на нивоу потрошње утичу мотивација купаца за куповином, системи трговине, те различити фактори везани за окружење. Велики дио отпада од хране може се избјећи ако се смањи расипање хране у облику такозване неоптималне хране. Неоптимална храна је храна коју потрошачи доживљавају као мање вриједну од остале робе исте врсте (Aschemann-Witzel et al. 2019). Ово се посебно односи на храну која се приближава истеку рока употребе, храну чији изглед одступа од очекиваног или храну са оштећеном амбалажом. Потрошач може оцијенити неоптималност на мјесту куповине у продавници или на мјесту потрошње код куће. Понашање потрошача према

неоптималној храни утиче на рад супермаркета и ланца снабдијевања узводно, што утиче на повећање губитака хране (енгл. *food loss*). Други учесници у ланцу снабдијевања такође имају важну улогу и своју одговорност за испуњење очекивања и перцепције потрошача, односно количину отпада од хране који настаје на линији између потрошача и малопродаје (Aschemann-Witzel et al. 2019).

7.3. Примјери коришћења споредних производа из прехранбене индустрије

Свјетска популација брзо расте, што значи да утицај на животну средину у производњи хране треба смањити и да храну треба сматрати нечим драгоцјеним, а не предметом расипања. Штавише, хитан изазов са којим се суочава планета Земља јесте конкуренција између хране произведене за људе и хране за животиње. Постоје различита рјешења, на примјер, да се храна за животиње производи од биљака специјално узгајаних за то, коришћење нуспроизвода биљног поријекла и остатака искоришћених прехранбених производа, који представљају споредне производе (нуспроизводе) пољопривредне производње и прерађивачке индустрије, или да се у ту сврху употребе губици хране који се генеришу у ланцу производње хране за људску употребу (Pinotti et al. 2020).

Дуж цијелог ланца снабдијевања храном генеришу се споредни производи или нуспроизводи, тако да се велика количина прехранбених материјала неконтролисано баца и може угрозити околину. Под нуспроизводима прераде хране углавном се подразумијевају остаци који су одбачени након издвајања дијела пожељног за даљу прераду или директну конзумацију као храна. Остаци од прераде хране чине 30%–60% производа који се користи за исхрану људи и исхрану животиња (Ezejiogor et al. 2014). Већина нуспроизвода садржи органске састојке, као што су протеини, угљени хидрати и липиди, који представљају потенцијалне изворе супстанци са додатом вриједношћу, које се могу екстраховати и користити као полазни материјал за израду различитих производа. У прехранбеној индустрији издвајају се бројне врсте нуспроизвода (Таб. 7.6).

Тренутни тренд у свијету јесте рециклирање и поновно коришћење споредних производа из прехранбене индустрије за израду корисних материјала. Са друге стране, рециклирање споредних производа представља средство за постизање циљева одрживог развоја. Отуда су уложени значајни напори у валоризацију нуспроизвода прераде хране како

би се смањила њихова количина, смањило загађење животне средине и повећала одрживост ових нуспроизвода (Rawdkuen and Kaewprachu 2020).

Таб. 7.6. Нуспроизводи из различитих грана прехранбене индустрије (Ezejiоfor et al. 2014)

Tab. 7.6. By-products from different branches of the food industry (Ezejiоfor et al. 2014)

Грана прехранбене индустрије	Споредни производи
Прерада меса и перади	Кожа, кости, крв, главе, масно ткиво, изнутрице
Прерада рибе и морских плодова	Кожа, изнутрице, кичма, главе, крв, шкољке
Прерада млијека	Сурутка, лактоза
Прерада воћа и поврћа	Љуске, пулпа, сјеменке

Велика количина споредних производа (нуспроизвода) настаје у различитим фазама индустријске прераде меса и перади. Током клања и обраде крупних животиња, највећи дио нуспроизвода отпада на: кожу (6%–10% живе масе), кости (15%–20% живе масе), крв (3%–9% живе масе), масноће (3%–4% живе масе), главе (6%–8% живе масе) и изнутрице (10%–15% живе масе), док нуспроизводи из клаоница перади обухватају кости (8%–10% живе масе), крв (3%–5% живе масе), перје (5%–7% живе масе), јетру и срце (4%–6% живе масе) и унутрашње органе (18%–20% живе масе) (Rathinaraj and Sachindra 2013).

Добијене кости, кожа и перје перади садрже протеине који се могу екстраховати у облику колагена и желатина. Желатин се добија разградњом колагена, који се налази у кожи, костима и везивном ткиву. Желатин од коже и костију перади представља алтернативни извор за халал и кошер тржиште. Наведени нуспроизводи имају примјену у прехранбеној индустрији, а често се користе као сировина за израду амбалаже. Перје је нуспроизвод из индустријске прераде перади који је богат протеинима (91%), липидима (1%) и водом (8%) (Song et al. 2014). Перје се углавном одлаже без претходне обраде, што узрокује еколошке проблеме. Перје је богат и јефтин извор кератина, и може се користити као сировина за израду јестивих амбалажних материјала (Rawdkuen and Kaewprachu 2020).

Током прераде млијека и производње различитих производа настаје огромна количина споредних производа. Ови нуспроизводи садрже липиде, протеине, витамине и друге есенцијалне састојке. Њиховим коришћењем значајно се може повећати профитабилност сектора производње и прераде млијека. Сурутка, која је главни нуспроизвод млијечне индустрије, садржи велике

количине протеина који се могу превести у различите производе (протеини сурутке, концентрати протеина сурутке и изолат протеина сурутке). Протеини сурутке имају потенцијал за употребу у производњи амбалаже и прехранбеној индустрији (Rawdkuen and Benjakul 2008).

Током прераде воћа и поврћа настаје велика количина коре, пулпе и сјеменки, које се одлажу у околини. На њих отпада приближно 30%–50% укупне масе воћа и поврћа, што може утицати на загађење животне средине и здравље људи, због емисије метана и биоразградљивости (Ezejiogor et al. 2014). Ови нуспроизводи обично се користе као храна за животиње. Међутим, с обзиром на то да садрже значајну количину органских састојака (полисахариди, протеини, липиди и друга алифатична и ароматична једињења), они се могу и даље користити или се из њих могу екстраховати супстанце велике вриједности (Rawdkuen and Kaewprachu 2020).

Споредни производи добијени у прехранбеној индустрији, било појединачно било у смјешама, све више се користе за производњу биоразградљивих фолија које се употребљавају као амбалажа за паметно паковање прехранбених производа (Rawdkuen and Kaewprachu 2020).

Обновљиви извори постали су камен темељац концепта кружне биономије. Биомаса представља велики потенцијал за производњу горива и хемикалија. У том контексту, отпад и споредни производи из прехранбене индустрије не смију се посматрати као „смеће“ (некорисни отпад), већ као важан ресурс за даљу прераду (Alexandri et al. 2020).

Проблеми околине који настају услед масовног стварања остатака привукли су значајну пажњу. Стога се од власти очекује да усвоје ефикасне политике управљања отпадом из ланца снабдијевања храном и да се он поново употреби прије него што се баци у околину. Неке конкретне тешкоће повезане су са третманом остатака из пољопривредно-прехранбене индустрије, а класична техничка рјешења не могу дати добре резултате (Cuadros et al. 2011). Класична постројења за прераду отпада стварају велике трошкове и користе огромне количине енергије (топлота и електрична енергија) и воде.

Нека од савремених рјешења (на примјер, анаеробна дигестија) подразумијевају коришћење нејестивих споредних производа и отпада из ланца снабдијевања храном као сировине за производњу биогаза и енергије. Употреба отпадака из сточарске и пољопривредне производње потенцијално представља чисте изворе за производњу биоенергије. Биоенергија је обновљива енергија генерисана из биомасе (Vijarchiyan et al. 2020). Биомаса се може трансформисати у биогаз коришћењем анаеробне ферментације.

Нуспроизводи из прехранбене индустрије и намирнице произведене за људску употребу, али које више нису погодне за људску исхрану, упркос високом садржају нутритивних састојака (Luciano et al. 2020), могу се рециклирати као храна за животиње (Pinotti et al. 2020). Аутори дају примјер коришћења биомасе добијене прерадом поврћа, свјеже лиснате салате, као потенцијалне хране за преживаре. Традиција коришћења споредних производа (нуспроизвода) из пољопривреде и прехранбене индустрије у производњи сточне хране веома је дуга. Међутим, сада су доступне иновативне опције и боља рјешења за њено коришћење. Усвајање принципа кружне економије гарантује даљи напредак за прехранбени ланац.

Нуспроизводи садрже биомолекуле, које су важне за прехранбену и непрехранбену (на примјер, фармацеутску, козметичку) индустрију. Álvarez et al. (2021) дали су преглед неких биомолекула са високом додатом вриједношћу, а идентификоване су у различитим нуспроизводима из прехранбене индустрије (прерада житарица, кромпира, махунарки, уљарица, воћа, поврћа, меса, рибе и млијека). Након издвајања, ова једињења могу се користити у производњи хране, фармацеутских производа и у другим гранама индустрије. Нуспроизводи биљног поријекла представљају важан извор биоактивних једињења, гдје посебно треба поменути фитохемикалије и дијетална влакна (Mateos-Aparicio et al. 2021).

Pinto et al. (2021) направили су преглед истраживања о споредним производима од хране, посебно о нуспроизводима од воћа и поврћа, и идентификовали присутне фитохемикалије. Присутна биоактивна једињења спадају у полифеноле, масне киселине, минерале и витамине. Paulsen et al. (2021) описали су улогу полифенола и других антиоксиданата из нуспроизвода који се користе као додаци храни за обогаћивање нових намирницама. Аутори наглашавају могућност екстракције биоактивних једињења из нуспроизвода из процеса прераде воћа и поврћа и могућност њиховог коришћења код израде нових козметичких производа, прехранбених производа, нутрацеутских или дијететских суплемената итд. Њиховим коришћењем повећава се економска добит, побољшава се одрживост пољопривредно-прехранбених система и стварају се нови производи високе вриједности (Paulsen et al. 2021).

Мљекарство је важна грана прехранбене индустрије, где се у изради индустријских производа користе различите врсте састојака и адитива. За добијање неких од ових састојака могу се употријебити нуспроизводи из пољопривредне производње и других грана прехранбене индустрије. Nazir et al. (2021) детаљно су анализирали потенцијалне могућности примјене нуспроизвода прераде хране у индустрији прераде млијека.

7.4. Управљање отпадом, одрживост и валоризација рјешења

Током производње хране настаје велики број споредних производа (нуспроизвода) и различите врсте отпадног материјала. Настали нуспроизводи могу створити еколошке и економске проблеме, смањујући профитабилност прехрамбене индустрије. Међутим, унутар овог проблема налази се и рјешење.

Стварање гасова са ефектом стаклене баште и опасних процједних вода, те потреба за великом потрошњом енергије указују на већу потребу за иновативнијим стратегијама за третман отпада од хране (Uisan et al. 2021). Најпожељнији облици управљања отпадом у ланцу снабдијевања храном, укључујући споредне производе из пољопривредне производње и прехрамбене индустрије, јесу превентивне активности на спречавању настанка отпада и употреба јестивих дијелова отпада у изради других производа намијењених исхрани људи. Отпад од хране може се користити у индустрији као супстрат за производњу биогорива и производа са додатом вриједношћу. Један од облика коришћења отпада од хране јесте прикупљање храњивих састојака и њихово компостирање. На крају, када се исцрпе друге могућности за рјешавање отпада, на располагању остају спаљивање и одлагање отпада од хране на депоније, што се сматра најмање пожељном праксом. Kavitha et al. (2020) анализирали су истраживања која се односе на могућност коришћења отпада од хране за производњу биоенергије или производа са додатом вриједношћу. Детаљна анализа управљања отпадом из ланца снабдијевања храном обухвата преглед врста отпада од хране, губитке хране, изворе отпада, производњу и стратегију валоризације.

Глобално суочавање са губитком хране и отпадом пресудно је како за побољшање расположивости хране, тако и за ублажавање загађења животне средине. Иако постоје бројна истраживања које се баве искоришћењем отпада и споредних производа у ланцу снабдијевања храном, безбједности хране, јавног здравља и економије, мали број истраживања односи се на спречавање настанка отпада, односно на врх хијерархије рјешавања отпада (Omolayo et al. 2021).

Отпад од хране представља смјешу различитих састојака макромолекуларне и микромолекуларне структуре. Осим према структури, састојци се међусобно разликују према физичко-хемијским својствима. То омогућава да се у различитим процесима производње проведе постепено одвајање циљних и нециљних једињења.

7.4.1. Технологије издвајања и пречишћавања

За издвајање и чишћење састојака из нуспроизвода прехранбене индустрије примјењује се велики број, како класичних тако и савремених метода. У пракси се комбинују биохемијски, хемијски и термички/физички поступци (Xu et al. 2021). Bhattacharjee et al. (2015) наводе различите технологије (таложење помоћу алкохола, ултрафилтрација, изоелектрична солубилизација/таложење и екструзија), које се могу примијенити у ову сврху. Традиционалне технологије екстракције, попут екстракције растварачима и дестилације воденом паром, већ дужи вријеме се користе за опоравак природних екстраката из биљних и животињских извора. Касније су развијене друге ефикасније и еколошки прихватљивије методе, попут екстракције уз помоћ ензима, ултразвука и микроталаса, као и екстракција помоћу наткритичних течности (Prado et al. 2015).

Неколико нових технологија је проучавано, развијено и/или прилагођено у процесима сушења, стерилизације, инактивације ензима и преноса масе. Misra et al. (2015) и Misra et al. (2021) сматрају да значајан потенцијал за опоравак нуспроизвода из производње хране имају електро-осмотско сушење, радиофреквенцијско сушење, технологија хладне плазме и обрада под високим притиском. У посљедње вријеме, за опоравак специјалних хемикалија и нутрацеутских једињења из споредних производа прехранбене индустрије развијене су бројне неконвенционалне технике екстракције (на примјер, импулсна електрична поља, ултразвук, екстракција уз помоћ микроталаса, екстракција супкритичне и наткритичне течности) (Devi et al. 2020).

Захтјеви за издвајање и пречишћавање циљних једињења (биомолекула) постају комплекснији. Поступци за издвајање ових једињења морају бити еколошки прихватљивији и економичнији, а као резултат треба да дају чисте крајње производе. Све више се користе магнети за одвајање, водени двофазни системи и мембранска хроматографија са измјеном јона. Техника екстракције заснована на микроталасима у комбинацији са притиском омогућава да се ефикасно одвоје макромолекуле из нуспроизвода хране (Prasad et al. 2021). За раздвајање протеина комбиновано су коришћени кристализација и ултразвук (Prasad et al. 2015).

Развијају се различити поступци за издвајање растворљивих влакана из нуспроизвода биљног поријекла. Све већи значај придаје се хемијским поступцима, поступцима ензимског третмана сировина и физичким методама. Примјена високог хидростатичког притиска показала је значајан

утицај на процес растварања влакана у нуспроизводима, као што је комина од јабука (Mateos-Aparicio et al. 2021).

Фенолна једињења могу се лако издвојити из биљног отпада, међутим, кроз истраживања треба дизајнирати одрживе и за прехранбену индустрију изводљиве поступке. Зелене технологије (на примјер, екстракција помоћу наткритичних течности) примјењиве су код издвајања фитохемикалија из великог броја нуспроизвода добијених прерадом сировина биљног поријекла (на примјер, комина од грожђа, коре од кромпира и лишће брокуле) (Mateos-Aparicio et al. 2021). Ови аутори дали су преглед различитих поступака за издвајање и валоризацију нуспроизвода биљног поријекла. Како наводе, неки поступци су врло перспективни, други су занимљиви, али мало одрживи и неекономични у индустријским условима. Да би се дошло до одрживих приједлога, истраживања и индустрија треба да раде заједно и да примијене принципе кружне економије (Mateos-Aparicio et al. 2021).

Присуство угљеника, азота и фосфата чини отпад драгоцјеном сировином за конверзије на биолошкој основи. Поред производње биоенергије, отпад од хране преводи се у производе високе комерцијалне вриједности, као што су биополимери, fine хемикалије, ензими и тензиди.

7.4.2. Производња енергије из биомасе од отпада и нуспроизвода из ланца снабдијевања храном

Методe превођења отпада од хране у енергију обухватају више технолошких поступака, који се заснивају на принципима анаеробне дигестије, ферментације, трансестерификације, биоелектрохемијских система, гасификације и пиролизе (Trabold and Babbitt 2018).

Компостирање је једна од најбољих класичних метода која се користи за управљање отпадом из хране (Selvam et al. 2021). Генерално, поступак компостирања прихваћен је као најбоља техника за рециклажу органског отпада. На крају овог процеса, органски отпад се у потпуности разграђује и претвара у природни стајњак. Високо је обогаћен садржајем хранљивих састојака, који се могу користити као замјена за вјештачко ђубриво и побољшање плодности тла. Поред тога, компост има већу тржишну вриједност због своје високе биоразградивости у поређењу са хемијским ђубривима (Gopikumar et al. 2020).

Отпад од хране може се **конвенционално спаљивати** ради производње топлоте и енергије (Сл. 7.1). Ове конвенционалне технике користе природне

ресурсе и негативно утичу на околину, узрокујући загађење ваздуха и губитак хемијске вриједности отпада од хране. Имајући ово на уму, претварање отпада у биоенергију кориштењем зелених технологија, као што су анаеробна дигестија и тамна ферментација, представља прихватљив и одржив начин руковања отпадом од хране. Usman et al. (2020) наводе различите зелене технологије доступне за производњу биоенергије из отпада од хране, као и изазове повезане са комерцијализацијом технологија.



Сл. 7.1. Прикупљање споредних производа из пољопривредне производње важна је фаза у коришћењу биомасе (Фото Грујић Р)

Fig. 7.1. The collection of by-products from agricultural production is an important stage in the use of biomass (Photo Grujić R)

Све веће цијене нафтних деривата и њихов негативан утицај на животну средину захтијевају јефтине еколошко гориво као алтернативни извор. Биоалкохоли (биоетанол и биобутанол) имају капацитет да замијене конвенционална нафтна горива. Они се могу добити из различитих органских отпадних биомаса (на примјер, лигноцелулозна биомаса, биљни материјали, скробна биомаса и отпад од хране). Због високог садржаја мономерних шећера, отпад од хране погодан је као сировина за ацетон-бутанол-етанол ферментацију.

Отпад и споредни производи из пољопривредне производње све више се користе у производњи биогаса (Сл. 7.2). Биодизел добија све већу пажњу захваљујући стварању алтернативних, нетоксичних и обновљивих извора течног горива (Kumar et al. 2020). Штавише, у поређењу са минералним горивима, биодизел има предност због високе ефикасности сагоријевања, ниског садржаја ароматских једињења, ниског садржаја сумпора и високе биоразградивости. Отпад од хране је органски отпад који се користи као сировина за биорафинацију и производњу корисних производа (фине

хемикалије и гориво). Отпад настао из хране добра је сировина за производњу биогорива јер садржи липиде, угљене хидрате, протеине и друге хранљиве материје. Процес добијања биодизела валоризацијом отпада од хране сложен је и обухвата више фаза: претходна обрада и припрема отпада, трансестерификација, поступак имобилизације липаза, ферментација у биореакторима (Kumar et al. 2020).

Рециклажа и поновна употреба отпадних материјала, посебно отпада од хране, могу значајно допринијети рјешавању глобалног недостатка сировина. Концепт биорафинерије могао би бити стварност путем које би се напуштени отпад од хране могао спасити са депонија и претворити у биоматеријал, укључујући биохемикалије и биогорива (Meena et al. 2020). Сматра се да биорафинерија заснована на отпаду од хране представља идеалан концепт и њему се посљедњих година посвећује значајна пажња.



Сл. 7.2. Производња биогаса из отпада насталог у ланцу снабдијевања храном (Фото Грујић Р)

Fig. 7.2. Biogas production from waste generated in the food supply chain (Photo Grujić R)

Интегрисани поступак биорафинације отпада од хране, уз ефикасан опоравак биоенергије и биоматеријала, омогућава израду производа бољег квалитета. Интеграцијом различитих биопроцеса побољшава се ефикасност процеса, генерише спектар нуспроизвода, побољшава утицај на животну средину и ствара синергија између различитих индустријских сектора са брзим стварањем прихода (Ginni et al. 2020).

7.4.3. Производња финих хемикалија из биомасе од отпада и нуспроизвода из ланца снабдијевања храном

Отпад од хране сматра се најбољом сировином за производњу хемикалија на платформи, јер ове врсте отпада садрже угљене хидрате, протеине и липиде који се лако могу подвргнути процесима ферментације. Могућност претварања бескорисног отпада од хране у корисне хемикалије све више прераста у стварност. Merrylin et al. (2020а,б) дали су преглед великог броја истраживања о производњи корисних хемикалија из отпада од хране. Хемикалије на платформи јесу молекули са више функционалних група, на бази којих молекули могу да учествују у синтези широког спектра других молекула. Хемикалије на платформи на биолошкој основи (млијечна киселина, масне киселине, јантарна киселина, лимунска киселина, винска киселина, 1,3-пропандиол, 3-хидроксипропионске киселине и 2,3-бутандиол) имају капацитет да замијене петрохемикалије (Merrylin et al. 2020б).

Прехрамбени отпад може се користити као сировина за стварање различитих финих биохемикалија, као што су ароматична једињења, пигменти, есенцијална уља, антибиотици и биомазива. Производња финих хемикалија, које потичу од отпада од хране, представља еколошки приступ, јер утиче на смањење стварања отпада и максимално искоришћење ресурса. Ове fine хемикалије имају високу индустријску вриједност и већу корист. Sharmila et al. (2020) дају преглед финих биохемикалија које се могу произвести из различитих врста отпада од хране, те промоцију одрживог управљања и потенцијално употребљивих роба.

Нуспроизводи садржани у отпаду од хране садрже састојке са високом биоактивношћу, који се користе као нутрацевтички и функционални састојци хране. Нека од функционалних једињења добијених из различитих нуспроизвода од хране јесу биопептиди, каротеноиди, дијететска влакна и фенолна једињења (Jovanović et al. 2021). Она се користе као антиоксиданси, антимикуробна средства, ароме, боје и адитиви за побољшање текстуре у прехранбеној и фармацеутској индустрији (Devi et al. 2020). Merrylin et al. (2020а) говоре о претварању отпада од хране у биопроизводе са додатом вриједношћу (биополимери, полисахариди, пекарски квасац и протеини).

Flamminii et al. (2021) представили су модерни начин коришћења фенолних једињења добијених из нуспроизвода током мљевања плодова маслине у производњи уља. У анализи хемијског састава, биоактивног профила и метода опоравка, аутори су обухватили три главна тока отпада (лишће, отпадне воде из млина и комину). Аутори заговарају стратегију капсулације како би се пружило иновативно знање у вези са стабилизацијом екстракта

полифенола који се добија у нуспроизводима током прераде маслина (Flamminii et al. 2021).

Нуспроизводи из производње вина, посебно кожице грожђа и сјеменке, представљају богат извор слободних и са влакнима везаних биоактивних фенола. Lavelli et al. (2021) описали су поступак уградње ових једињења у функционалну храну. У складу са овим приступом, аутори су акценат усмјерили на: (1) спречавање интеракције активних молекула из грожђа са компонентама хране, што може довести до смањене биоактивности; (2) постизање контролисаног ослобађања у дигестивном тракту; (3) заштиту од топлоте, кисеоника и излагања свјетлости током прераде и складиштења хране које може довести до деградације; и (4) прикривање негативног утицаја који могу имати на сензорна својства хране (Lavelli et al. 2021).

7.4.4. Економски аспект коришћења биомасе од отпада и нуспроизвода из ланца снабдијевања храном

На брзину индустријализације процеса опоравка нуспроизвода од хране утичу границе повећања производње, безбједност производа и укупни трошкови. Побољшање ефикасности процеса посматра се у смислу минимизирања трошкова кроз смањење броја корака обраде и ограничавање укупне потрошње енергије. Galanakis (2015) и Galanakis et al. (2015) наводе анализу трошкова конвенционалних и нових технологија коришћених за издвајање биолошки активних молекула у производњи прехрамбених адитива.

Раније је наведено да је отпад од хране потенцијални ресурс за производњу биогорива и хемикалија са додатом вриједношћу. Међутим, да ли ће отпад од хране употријебити у производњи енергије или хемикалија са додатом вриједношћу или обоје, инвеститори ће одлучити на основу информација о економичности процеса и утицаја процеса на одрживост околине. Техно-економска анализа јесте одлучујући фактор код избора процеса и производа у које ће отпад бити прерађен. Еколошка одрживост процеса у производњи и преради хране зависи од количине створеног технолошког отпада, те је стално присутна тежња за њеним минимизирањем. У вези са производњом енергије и екстракцијом хемикалијама са додатком вриједности из хране, Rana et al. (2020) пратили су различите путеве валоризације отпада од хране и дали њихову техно-економску анализу, анализу техничких изазова, те фактора повезаних са комерцијалним проширењем и развојем конкурентних биорафинерија.

Укупне производне трошкове процеса, а тиме и тржишну вриједност, одређују природа сировина и пут валоризације (Meena et al. 2020). Код производње еколошки одрживих производа са додатом вриједношћу, валоризација отпада од хране представља економски прихватљиву методу. Како би се постигла добра тржишна вриједност, потребно је уложити напор да се производи комерцијализују у пословном сектору. Међутим, власници предузећа суочени су са великим еколошким изазовима, који утичу на остварену добит и подстичу формирање нових пословних модела и маркетиншких концепата у производњи и дистрибуцији биолошких производа (Eswari et al. 2020). Изгледе из стратегије, које промовишу иновације и инвестиције у области биолошких рафинерија еколошког отпада, потребно је претворити у могућности. Даље, треба направити преглед продаје обновљених производа на биолошкој бази добијених из отпада у руралном и урбаном сектору, укључујући економска питања за нови маркетиншки приступ. Стратегије дистрибуције и комуникације у продаји биорафинеријских производа главне су тактике у маркетиншком концепту.

Током посљедње двије деценије, концепт валоризације нуспроизвода њиховим превођењем у материјале и горива на биобазу добио је велику пажњу. То се поклапа са циљем стварања одрживе економије. Ushani et al. (2020) приказали су различите методе за валоризацију отпада од хране, при чему су дали опис поступака коришћења ензима, различитих биореактора и утицај ових поступака на одрживост производње хране. Eswari et al. (2020) описали су различите пословне моделе са вриједностима принципа пословања за предвиђање ефикасности напретка у погледу новчаних токова и инвестиција у биорафинерије које прерађују отпад од хране.

Duta et al. (2021) представили су различите варијанте валоризације јестивих споредних производа насталих током прераде житарица (мекиње, клице) и воћа и поврћа (парадајз, грожђе, лук, шаргарепа, јабуке, тропско воће, кромпир). Sharmila et al. (2020) дали су приказ економских разматрања и перспектива у вези са комерцијалном производњом финих хемикалија из отпада од хране. Коришћење отпада и нуспроизвода је начин на који компанија може побољшати ефикасност у производњи, повећати профит и испунити захтјеве прописа за заштиту животне средине (Grujić et al. 2012).

7.4.5. Циркуларна економија и искоришћење отпада и споредних производа

Циркуларна економија базирана је на коришћењу регионалних материјалних и енергетских ресурса. Иновативне технологије омогућавају

боље искоришћење домаћих сировина и отпадних токова. На овај начин више активности се може проводити у једној компанији: сакупљање отпада, транспорт и прерада отпада у енергете или сировине за друге индустрије. Циркуларна економија препознаје отпад и споредне производе као важне сировине. Материјални и енергетски токови се оптимизују, што води ка њиховом оптималном коришћењу и минималној потрошњи енергије. Циркуларна економија има позитиван утицај на очување животне средине, води ка ублажавању климатских промјена, минимизира проблем складиштења отпада, смањује притисак на необновљиве изворе енергије и смањује енергетску и сировинску зависност (Gilev Blaževska i sar. 2013). Принципи кружне економије примјењиви су на различите начине у повећању искоришћења отпада и споредних производа у ланцу снабдијевања храном (Схема 7.9).

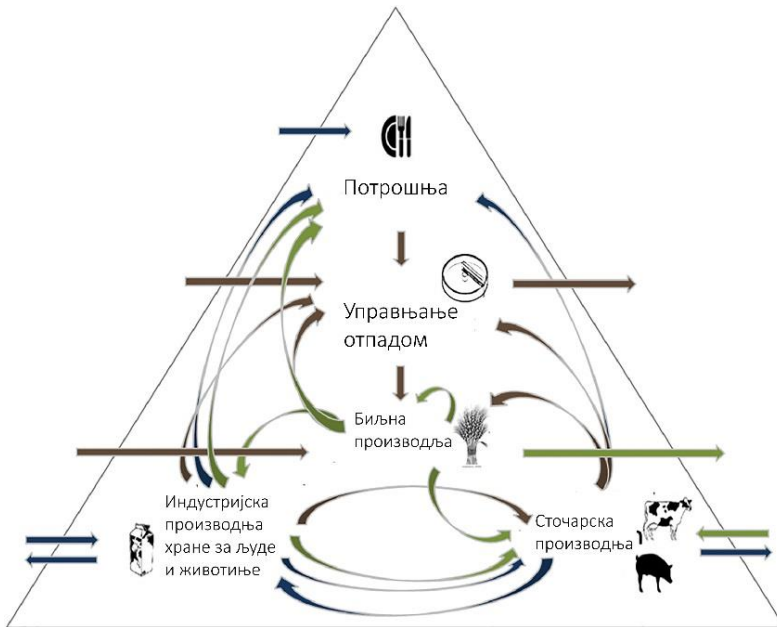


Схема 7.9. Кружна економија у повећању искоришћења отпада и споредних производа у ланцу снабдијевања храном (Van Zanten et al. 2018; Van der Wiel et al. 2020)

Scheme 7.9. Circular economy in increasing the utilization of waste and by-products in the food supply chain (Van Zanten et al. 2018; Van der Wiel et al. 2020)

Спаљивање и одлагање на депонијама (линеарни модел управљања отпадом и губицима хране) утичу на линеарни пут коришћења хранљивих

састојака, што ће дугорочно угрозити расположивост хране и еколошку одрживост (Схема 7.10). Као ефикасна стратегија за смањење и рециклирање отпада и губитака хране предложен је модел кружне економије (Wang and Yuan 2021).

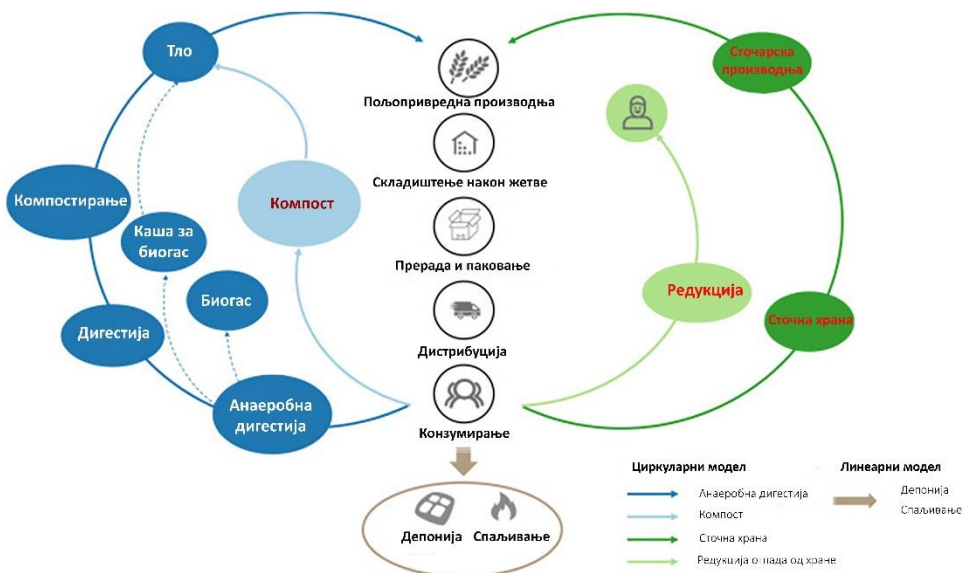


Схема 7.10. Линеарни и кружни модел у управљању отпадом из ланца снабдијевања храном (Wang and Yuan 2021)

Scheme 7.10. Linear and circular model in food supply chain waste management (Wang and Yuan 2021)

Животиње имају важну улогу у претварању биомасе коју људи не могу или не желе да једу у вриједне производе (месо, млијеко и јаја), те стајњака, који се може искористити на различите начине (Схема 7.11). Биомаса коју људи не могу или не желе да једу састоји се од биомасе из траве и споредних производа. Споредни производи укључују остатке заостале након жетве усјева, нуспроизводе који су настали током индустријске прераде биљних извора, као и губитке и отпад у ланцу снабдијевања храном. Претварањем овог отпада, стока рециклира хранљиве материје и враћа их поново у ланац исхране. Преживари могу траву претварити у производе (млеко, месо и стајско ђубриво). На овај начин производња и потрошња хране животињског поријекла добијају важност за постизање циљева одрживог развоја (Van Zanten et al. 2018).

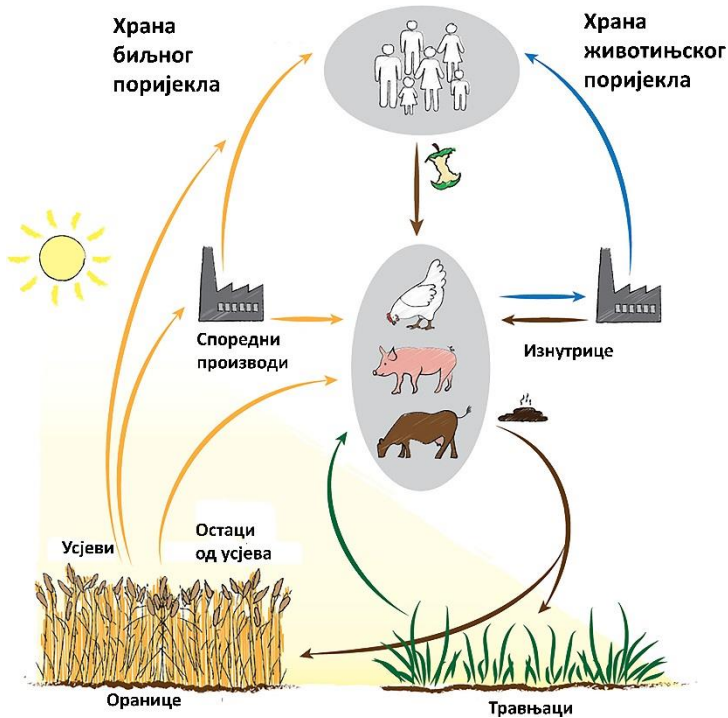


Схема 7.11. Улога стоке у претварању биомасе у вриједне производе (месо, млијеко, јаја) и стајско ђубриво (Van Zanten et al. 2018)
Scheme 7.11. The role of livestock in converting biomass into valuable products (meat, milk, eggs) and manure (Van Zanten et al. 2018)

7.5. Прерада остатака индустрије меса

У свијету су присутне двије супротстављене тенденције: прво, све већа потрошња протеинске хране чија је производња усмјерена на сточарство, односно на производњу већег броја животиња, и друго, захтјеви за ефикаснијим управљањем економским ресурсима, који такву производњу прате. Управљање пољопривредним ресурсима пресудно је за опстанак човјечанства, односно економски, културни и социјални развој друштва (Окановић и сар. 2008б; Окановић и Ристић 2020).

Велики обим производње, који је концентрисан у на овај начин дефинисаном ланцу масовне производње хране, условљава да су постојећи пропусти уједно и извор великих губитака у сегментима гдје се појављују

слабе карике у ланцу производње, прераде и пласмана, али истовремено и потенцијалне тачке значајних унапређења и доприноса националној економији и конкурентности ове групе производа на свјетском тржишту (Rowe et al. 2009).

Уз настојање да се произведу што веће количине материјалних добара, која треба да задовоље потребе човјека за што вишим животним стандардом и створе оптимални услови за одржавање здравственог стања, савремена техничка цивилизација ствара и велике количине отпадних материја, које негативно утичу на животну средину, деградирајући је до те мјере да она постаје штетна по здравље људи и животиња (Ristić i sar. 2000).

Да бисмо представили комплексност овог проблема, у раду смо описали савремене погледе и његова могућа рјешења.

7.5.1. Значај нешкодљивог уклањања нуспроизвода животињског поријекла

Неопходност рјешења нешкодљивог уклањања споредних производа животињског поријекла, са искориштењем, прерадом у производе за исхрану животиња и биоенергенте, расте са интензивирањем сточарске производње, повећањем капацитета индустријских клаоница, изградњом нових малих клаоница, погона за прераду меса и порастом државног и међународног промета животињским комерцијалним производима (Окановић et al. 2010б). Нешкодљиво уклањање животињских споредних производа може се сагледати са три кључна аспекта која морају да испуне технолошка рјешења уклањања овог материјала прерадом, и то:

- епидемиолошко-епизоотиолошког аспекта,
- аспекта заштите животне средине и
- економског аспекта.

С обзиром на то да се животињски производи (нејестиви споредни производи закраних животиња, угинуле животиње и други животињски отпаци из сточарске производње) морају третирати као потенцијални извори заразних обољења људи и животиња, њиховом санитарном уклањању придаје се изузетан значај.

Уз интензивирање производног процеса у сточарству и стварање све веће количине меса, јавља се и проблем угињавања животиња и гомилања клаоничних отпадака. Угинуле животиње и клаонични нејестиви споредни производи, као отпадне материје које настају у току производног процеса,

уколико се нешкодљиво не уклоне, могу да се јаве као озбиљна кочница у даљем унапређењу производње, у овом случају хране, и као такви, значајни су загађивачи животне средине (Ђukić и Okanović 2011).

Неадекватно управљање анималним отпадом представља огромну пријетњу по животну средину, угрожава природне ресурсе, водотокове, изворишта пијаће воде, земљиште и атмосферу. Анимални отпаци и нејестиви споредни производи у распадању загађују не само ваздух смрдљивим и отровним гасовима, него и земљиште, храну и воду (Okanović i sar. 2018).

Неправилна манипулација угинулим животињама и споредним производима са фарми и клаоница води, такође, загађивању земљишта, текућих и подземних вода, хране и разних предмета, што их чини неподесним или мање вриједним за употребу. Естетска неприхватљивост овако угрожене животне средине један је од проблема којима се све више посвећује простор и вријеме (Nježić i Okanović 2010).

Економска страна овог проблема подразумева сакупљање и нешкодљиво уклањање великих количина биолошког материјала, који изискује трошкове који оптерећују производну цијену добијених производа. Уколико се отпаци животињског поријекла не прераде (рециклирају), они представљају изгубљену сировину за производњу протеинско-енергетских хранива, техничке масти за хемијску индустрију, или висококалоричног горива (Okanović i sar. 2015).

Високовриједни протеини, које је могуће извући из појединих категорија нуспроизвода животињског поријекла, могу се употријебити за производњу хране за кућне љубимце или производњу хране за рибе, што свакако представља велики потенцијал (Tica et al. 2011).

По одредби Европске уније (Regulation (EC) No 1069/2009), прерадом здравствено одговарајућих нејестивих споредних производа закланих животиња (материјал категорије 3) могу се добити:

- протеинска, протеинско-минерална и енергетска хранива за исхрану животиња;
- техничка маст;
- перје за текстилну индустрију;
- кожа, рогови, папци, длаке;

а од угинулих животиња (материјал категорије 2):

- месно-коштано брашно као енергент;
- техничка маст као енергент или сировина за даљу прераду у хемијској индустрији или производњи биодизела; и
- биогаз, компост.

Уколико се правилно сагледају сви наведени аспекти, јасно је од коликог је значаја организовано рјешавање нешкодљивог уклањања клаоничних нејестивих споредних производа закраних и угинулих животиња техничком прерадом у циљу спречавања ширења заразних болести, успјешне заштите и санирања животне средине и рационалног кориштења ових отпадака (Окановић et al. 2009).

7.5.2. Скупљање и прерада нуспроизвода животињског поријекла у Републици Српској

Окановић и Ристић (2020) дали су преглед количина и анализу тренутне ситуације када је у питању сакупљање и прерада нуспроизвода из клаоница и месне индустрије у Републици Српској. Основна запажања из наведеног рада приказана су у овом поглављу. На основу својих истраживања, аутори (Окановић и Ристић 2020) сматрају да управљање нуспроизводима и отпадом животињског поријекла у Републици Српској није ријешено на адекватан начин и представља опасност, како по здравље људи, тако и по здравље животиња. Нуспроизводи и отпад животињског поријекла у Републици Српској сада се одлажу без претходног третмана на комуналне депоније, безусловна сточна гробља и на друге неодговарајуће локације, као што су дивље депоније, сметљишта и сл. Имајући у виду оптерећеност укупног екосистема загађењима, интензитет пољопривредне производње и мале капацитете за одлагање, ризик који настаје због неодговарајућег начина управљања отпадом животињског поријекла престаје да буде проблем само руралних средина, већ доминантно постаје и урбани проблем, нарочито на периферијама градова.

7.5.2.1. Количина нуспроизвода животињског поријекла

Окановић и Ристић (2020) наводе податке о укупном клању стоке у Републици Српској и потенцијалним количинама нејестивих нуспроизвода закраних животиња. Из Таб. 7.7. видимо да је највећи генератор нуспроизвода животињског поријекла клање живине, а најмање анималног отпада добијамо клањем оваца и прерадом рибе. Укупне количине су 14.610 т за годину дана, што дневно износи око 50 т.

Ако количини од 14.610 т (Таб. 7.7) додамо још и количину животињског отпада која настаје у промету робе (свјеже месо, изнутрице, сухомеснати

производи, кобасичарски производи, маст), као и количину животињских лешева која се може сакупити, треба, уколико не дође до драстичних промјена (Граф. 7.1) у производњи стоке и клаоничној индустрији, рачунати на сса 15.500 тона животињских споредних производа годишње, које треба нешкодљиво уклонити, односно сса 50 тона на дан.

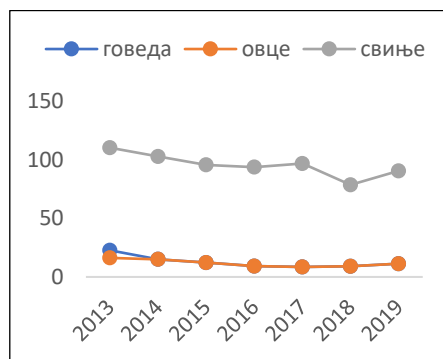
Таб. 7.7. Количине нуспроизвода клања животиња у Републици Српској (2017. година) (Окановић и Ристић 2020)

Tab. 7.7. Animal by-product quantities in Republika Srpska (2017. Year) (Окановић и Ристић 2020)

Врста животиња	Заклане животиње* (ком.)	Нуспроизводи** (кг/ком.)	Нуспроизводи (т)
Говеда	11.865	121,72	1.444
Свиње	90.381	17,40	1.572
Овце	11.225	7,13	80
Живина	11.735.317	0,92	10.797
Риба (т)	2.047	35%	716
Укупно (т)			14.610

* Републички завод за статистику Републике Српске

** Ristić i sar. 2011



Граф. 7.1. Клање стоке у Републици Српској у периоду 2013–2019. (000 комада) (Окановић и Ристић 2020)

Graph. 7.1. Slaughtered livestock in the Republic of Srpska in the period 2013–2019 (in 000) (Окановић и Ристић 2020)

7.5.3. Начин сакупљања и складиштење нуспроизвода животињског поријекла

Да би се нуспроизводи животињског поријекла санирали на адекватан начин, јавља се и потреба организованог сакупљања, складиштења и уклањања животињских споредних производа из сточарске производње и клаоничне индустрије путем техничког прерађивања у специјалним фабрикама, у којима се из ове сировине, у зависности од категорије (Regulation (EC) No 1069/2009), добијају високопротеинска хранива за исхрану животиња или сировине за производњу биогорива (биогаз, биодизел), уз потпуну заштиту животне средине (Okanović et al. 2011).



Схема 7.12. Организација санације животињских нуспроизвода (Okanović et al. 2011)

Scheme 7.12. Organizing of sanitation of animal origin by-product (Okanović et al. 2011)

Нуспроизводи и отпад животињског поријекла морају се идентификовати и обиљежити по категоријама – материјал 1, 2 или 3, на мјесту настајања, како би остали идентификовани и током њиховог сакупљања и транспорта (Regulation (EC) No 1069/2009).

Карактеристика Републике Српске јесте велики број малих сеоских газдинстава, разбацаних на ширем подручју. Зато је као рјешење погодан систем локалних међуобјеката за складиштење животињског отпада, праћен одговарајућом

мрежом за сакупљање нуспроизвода и отпада животињског поријекла и погонима за његово збрињавање (Схема 7.12). Поред нуспроизвода клања животиња и лешева угинулих животиња, значајно је збринути и отпатке од хране добијене у поступку припреме хране, искоришћено јестиво уље, остатке од хране из ресторана и кетеринга, животињски отпад који настаје у промету, угинуле домаће животиње, лешеве кућних љубимаца, ловачке трофеје итд. У таквом сабирном кругу, организовање сакупљања анималних отпадака врло је деликатан проблем, од чијег рјешења у великој мјери зависи успјешан рад погона који ће прерађивати овакву сировину.

7.5.4. Споредни производи животињског поријекла као сировина за израду биомасе

Циљ и методологија прераде нуспроизвода животињског поријекла прецизније су дефинисани у Закону о ветеринарству (Сл. гласник РС бр. 75/2017) и Закону о нуспроизводима животињског поријекла (Сл. гласник РС бр. 60/2013): „У циљу управљања ризицима по живот и здравље људи и животиња и животну средину, прерада нуспроизвода и добијених производа, у зависности од категорије материјала, врши се примјеном одговарајуће основне методе прераде, односно алтернативне методе прераде, у складу са овим законом.”

У зависности од врсте, категорије, количина, расположивих ресурса и инфраструктуре, а према садашњој регулативи Европске уније, нуспроизводе и животињске лешеве могуће је прерадити на неки од следећих начина:

- прерада у објектима за прераду нуспроизвода животињског поријекла,
- поступци прераде меких месних отпадака,
- поступци за прераду перја,
- поступци за прераду крви,
- поступци за прераду костију,
- компостирање,
- анаеробна разградња (производња биогаса);

или алтернативним методама прераде (члан 4):

- алкална хидролиза,
- хидролиза под високим притиском и високом температуром,
- процес биогас хидролизе под високим притиском,
- производња биодизела,

- производња масти животињског поријекла,
- термомеханичка производња биогорива и
- Брукс гасификација.

Избор начина условљен је проценом ситуације и могућношћу примјене одговарајућих техника збрињавања односно прераде. Предуслов за одређивање за неки од дозвољених начина нешкодљивог уклањања који одговара нашем подручју јесте увид у основне карактеристике појединих начина утилизације.

7.5.4.1. Технолошки поступци за прераду месних и коштаних сировина

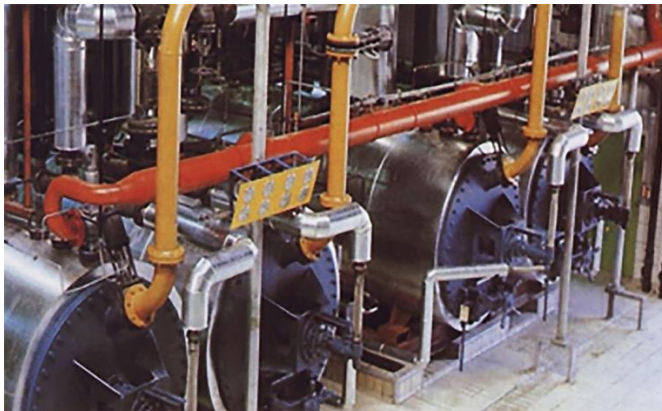
Под прерадом подразумијевамо топлотну обраду животињских споредних производа, при чему се добијају други производи. Технолошки процеси прераде пролазили су у току развоја кроз различите фазе и у свим фазама настојало се да се одређеним поступцима униште микроорганизми и други штетни агенси који се налазе у сировини, да се задрже или побољшају биолошке вриједности сировине и да се она прерадом доведе у стање подесно за употребу. Коришћени су разни поступци, од обичног кувања у једноставним уређајима, третирања сировине у аутоклавима под притиском и високим температурама, до обрађивања сировине разним хемијским средствима (Ristić et al. 2008).

Високовриједни протеини животињског поријекла имају високу биолошку вриједност, садрже све есенцијалне аминокиселине у односу који је најсличнији протеинима њиховог ткива. Максималним искоришћењем нуспроизвода који се добијају клањем живине пружа се могућност за обезбјеђење извора протеина потребних за исхрану кућних љубимаца, паса и мачака (Ristić 2008a).

Ристић и сар. (2008b) испитивали су биолошку вриједност и хигијенску исправност нејестивог дијела дебелог цријева свиња, рутински очишћеног од садржаја, и цријева свиња потпуно очишћеног од садржаја, као сировину за производњу хране за животиње сходно одредбама ЕУ. Анализе су показале да испитани узорци цријева не садрже биогене аminer (хистамин, тирамин, термидин и стермин), пестициде (хексахлорциклохексан, линдан, алдрин, хептахлор и др.), као ни токсичне елементе (арсен, олово, жива, кадмијум, бакар) у количинама које би онемогућавале коришћење цријева као сировине за производњу хране за кућне љубимце и исхрану живине и риба, али доказана микрофлора захтијева брзу прераду сировине, одмах по добијању, уз примјену одређеног топлотног третмана.

7.5.4.2. Конвенционални шаржни суви поступак

Конвенционални шаржни суви поступак почиње уситњавањем сировине, што касније скраћује вријеме загријевања, олакшава транспорт материјала и уједначаје оптерећење у уређајима за кување. Уситњени материјал убацује се у деструктор (Сл. 7.3) до *сса* 60% од укупне запремине, гдје се врши кување, стерилизација и сушење сировине (*сса* 7% влаге) на температурама које не смију бити ниже од оних које препоручује Европска унија (133 °С). Режим прераде одређује се у зависности од структуре сировина, степена бактериолошког загађења и квалитета сировина.



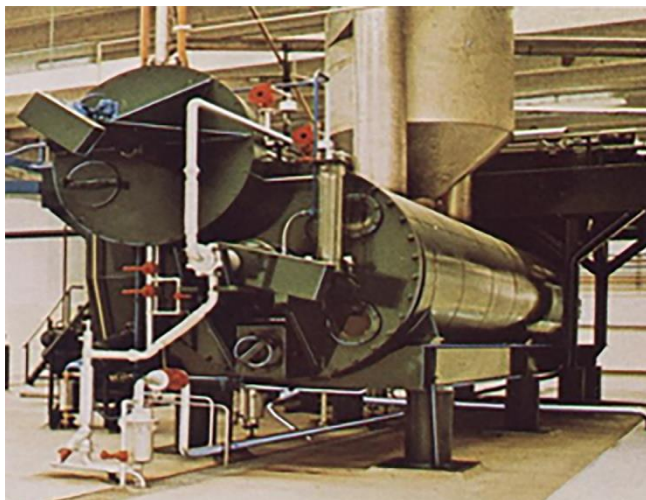
Сл. 7.3. Уређај за кување и стерилизацију сировине (Фото Ристић М 2021)
Fig. 7.3. Device for cooking and sterilization of raw materials (Photo Ristić M 2021)

Осушени материјал испушта се у прихватни суд испод деструктора, гдје се преко перфорираних плоча дио масти оциједи. Улога деструктора је да хомогенизује, дехидратише и стерилише приспјели материјал. Из прихватног суда се дјелимично одмашћен материјал пужним транспортером одводи у резервоар изнад пресе, гдје се загријава до постизања температуре од *сса* 90 °С, а затим се одводи у пресу на коначно одмашћивање. Из прихватног резервоара материјал се пужним транспортером континуално одводи у млин чекићар, гдје се уситњава у брашно, просијава на вибрационом сити и хомогенизује у уређају за хомогенизацију. Тако припремљено протеинско брашно увређава се и складишти.

Оцијеђена дехидрирана маст из резервоара за оцјеђивање и маст из пресе одводе се у уређај за декантирање масти. Чврсте материје из уређаја за декантирање одводе се у пресу, а пречишћена маст у складишни резервоар за маст. Маст се из резервоара дозира у бурад или цистерне.

7.5.4.3. Континуални суви поступак

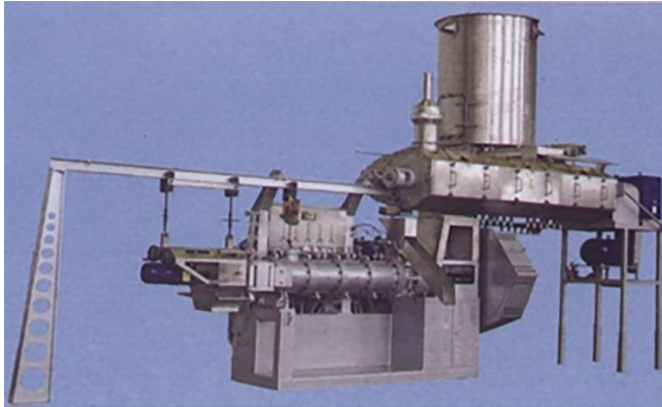
Технолошки поступак почиње уситњавањем сировине (Ristić i sar. 2000). Уситњени материјал се континуирано одводи у специјални деструктор (*equiscooker*). Задатак деструктора (Сл. 7.4) јесте да стерилише, дехидрише и хомогенизује приспјели материјал. Материјал који је унесен у деструктор загријава се до температуре 140 °С током 60 минута топлом машћу, која се налази у деструктору. На тој температури сировина се стерилише без притиска током 30 минута. У врелој масти вода из сировине испари и одлази на кондензовање. Контролни точак на крају деструктора хвата смјешу куваног материјала и масти и одводи је до оцјеђивача. Ту се маст циједи и одводи на пречишћавање, а суви материјал одлази у пресу, у којој се остатак масти истискује пресовањем. Пресовани материјал се хлади и уситњава у брашно (Ristić i sar. 20086).



Сл. 7.4. Уређај за континуални суви поступак (STORK-DUKE) (Фото Ристић М 2021)
Fig. 7.4. Device for continuous dry process (STORK-DUKE) (Photo Ristić M 2021)

7.5.4.4. Суво екструдирање

У новије вријеме, у области технологије нејестивих споредних производа закланих животиња, користи се процес базиран на принципу тзв. НТ-СТ (висока температура – кратко вријеме). Разрађен је метод за прераду нејестивих нуспроизвода коришћењем технологије екструдирања, која кува, стерилише, дехидрира и стабилизује сировину у висококвалитетне и високоварљиве састојке хране (Ristić et al. 1999).



Сл. 7.5. Екструдер (Фото Ристић М 2021)
Fig. 7.5. Extruder (Photo Ristić M 2021)

Материјал за екструдирање убацује се у цилиндар екструдера (Сл. 7.5) и помоћу транспортног пужа притиска се уз читав низ препрека. Усљед сила фрикције и притиска, унутар цилиндра долази до пораста температуре на 155 °С и кувања сировине током 30 секунди. Брзи пад притиска након изласка из екструдера омогућава испаравање воде из полазног материјала. Код екструдирања нејестивих споредних производа са већим садржајем влаге (сса 60%) и угинуле живине, обавезно се користе сојина сачма, кукуруз или пшеница, као средства за апсорпцију воде. Екструдирањем се добија производ који садржи сса 15% влаге. Уколико је потребно да се добије производ са мањом количном влаге, мора се повећати удио биљне компоненте или екструдирани производ додатно осушити на жељени садржај влаге.

7.5.5. Технолошки поступци за прераду перја

Хемијске карактеристике сировог перја указују на то да перје добијено клањем товних пилића представља повољну сировину за прераду у протеинско храниво за исхрану одређених врста животиња. Међутим, протеини сировог перја (кератини) слабо су сварљиви (око 19%), па чак и инертни у дигестивном тракту животиња. Побољшање сварљивости протеина перја постиже се хидролизом (алкална, ензимска, микробиолошка и хидротермичка). У пракси се најчешће примјењује хидротермичка прерада сировог перја. Примјена технолошког поступка прераде сировог перја, термохидролизе под притиском, допринијела је значајном смањењу садржаја цистина у протеинима брашна од перја у односу на садржај у протеинима сировог перја. Технолошким

поступком хидролизе перја добија се нутритивно вриједно храниво намијењено исхрани одређених врста животиња, а истовремено се рјешава и проблем заштите човјекове околине (Kormanjoš i sar. 2007).

7.5.5.1. Континуални поступак за прераду перја

Код овог система, влажно перје се хидролизује при притиску од 4 бара у времену од 15 минута. Након тога, хидролизат се суши и меље у брашно.



Сл. 7.6. Уређај за континуалну прераду перја (Фото Ристић М 2021)
Fig. 7.6. Equipage for continuous feather processing (Photo Ristić M 2021)

Уређај (Сл. 7.6) се састоји од резервоара за прихват влажног перја и дијела за фино уситњавање влажног перја (флуидизер). То је хоризонтална цилиндрична посуда са гријним плаштом и мјешалицом са великим бројем обртаја (приближно 200 о./мин.). Основни задатак овог уређаја је да уситни перје да се може испумпавати. То се постиже загријавањем влажног перја на 90–95 °С, уз стални рад мјешалице (Kormanjoš et al. 2013).

7.5.5.2. Ензимска хидролиза и екструдирање перја

Код методе хидролизе перја примјеном комбинованог дјеловања ензима и екструдирања, недостаци карактеристични за хидротермичку прераду перја су минимизирани (Harvey 1992). Губитак аминокиселина које садрже сумпор у поступку ензимске хидролизе перја нижи је него при хидротермичкој преради перја. Ензимска хидролиза подразумијева коришћење смјеше ензима коју сачињавају протеазе, липазе и амлазе.

Влажно перје, намочено у медијум са смјешом ензима, стоји неколико часова, током којих се дисулфидне везе раскидају, а протеини постају сварљиви. Технолошки процес је вишефазан. Влажно перје се прво пресује, како би се уклонио дио воде (сса 50% влаге у маси). Маса се меље, преноси у мјешалицу, додаје му се ензимски препарат и натријум-сулфид, па се маса мијеша 25 минута.

Ristić i sar. (2002) установили су да се овим процесом добија производ високог садржаја есенцијалних и полусенцијалних аминокиселина, добре *in vitro* сварљивости протеина (85,73%).

7.5.6. Технолошки поступци за прераду крви

Могућности искоришћавања крви добијене при клању стоке велике су и разноврсне. Међутим, у пракси се крв још увијек недовољно користи, јер убрзо послје клања показује слабу одрживост, а услови под којима се крв у пракси прикупља нису стерилни (Окановић i sar. 2008а). Због тога је од велике важности придржавање свих принципа савремене хигијене од момента искрварења па до добијања финалних производа. Крв која је намијењена за људску исхрану мора бити свјежа и потицати од здравих животиња, које су прије и послје искрварења прегледане од стране ветеринарско-санитарне инспекције, прикупљена и чувана у непријекорним хигијенским условима (Carretero and Parés 2000).

Baras et al. (2007) у своме раду наводе да се само мали дио крви сакупља и прерађује, а највећи дио завршава у канализацији, односно отпадним водама. На овај начин водотокови се физички онечишћавају, а крв представља хранљиву подлогу за микроорганизме, од којих су многе врсте патогене за човјека и животињски свијет. Биолошка потрошња кисеоника крви је око 100.000 мг/л. Загађење водотокова отпадном крвљу у 1989. години у СФР Југославији износило је око 57×10^9 т, што одговара загађењу које проузрокује милион становника.

Функционални и нутритивни састојци јесу протеини који се одликују великом способношћу везивања воде и емулгујућом способношћу. Такође, ови протеини имају повољан аминокиселински састав и велику хранљиво-биолошку вриједност (Ristić i sar. 2008). Крвна плазма је богат извор растворљивих протеина, који могу бити веома корисне ингредијенције приликом производње топлотно третираних производа од меса, због изванредних желирајућих способности (Jarmoluk and Pietrasik 2003).

Међутим, упркос ниској цијени и високом нутритивном и функционалном квалитету, крв се недовољно користи у прехрамбеној индустрији и због утицаја њене тамне боје на боју потенцијалних производа у које се додаје (Fontes et al. 2004).

Поменућемо само да се одговарајућим поступцима прикупљања крви и технолошком обрадом могу добити различити производи за хуману употребу, прије свега, производи који се користе као функционални додаци у изради производа од меса, а посебним поступцима прераде може се искористити као сировина за фармацеутску индустрију, или за употребу у изради функционалне хране (Matekalo-Sverak et al. 2007). Са друге стране, ако се индустријска крв сакупи и преради по одговарајућем технолошком поступку у фабрици за прераду осталих животињских нупроизвода на посебном постројењу, може се добити високопротеинско храниво за исхрану животиња, богато најчешће дефицитарним есенцијалним аминокиселинама, витаминима и минералним материјама, а нарочито гвожђем (Okanović et al. 2010a).

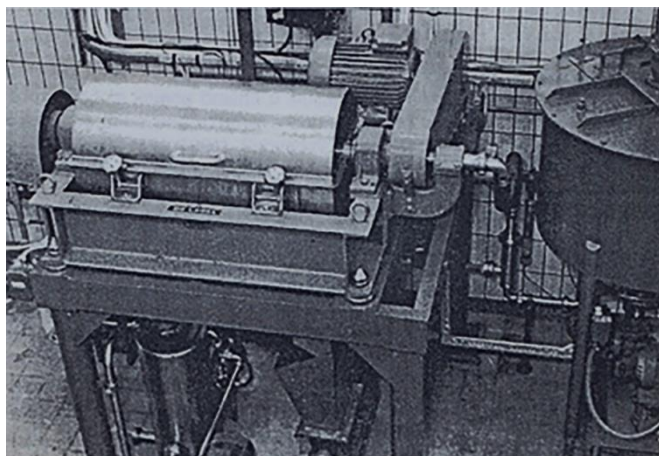
7.5.6.1. Сушење крви распршивањем

Технолошки поступак сушења крви распршивањем примјењује се у фабрикама за прераду анималних сировина које могу да обезбиједу велике количине крви. Сушење крви у стању високе дисперзности омогућава интензивно испаравање влаге, што доводи до знатног снижавања температуре честица које се суше. Због тога је денатурација протеина сведена на минимум, а тиме је обезбијеђен висок степен растворљивости осушеног материјала. Распршивање крви врши се помоћу дизни (пнеуматских или хидрауличних) или брзоходних дискова. У свакој сушници, прије самог процеса сушења, крв треба да се пропусти кроз сито, како би се отклониле евентуално присутне нечистоће. Ваздух који се убацује у сушницу загријава се у калориферима до температура 135–140 °С и треба обезбиједити притисак паре од 6–7 бара. Осушена крв пада на дно и стругачима се избацује у бункер.

7.5.6.2. Полукоњуални центрифугални поступак

Производња крвног брашна примјеном полукоњуалног центрифугалног поступка подразумијева сепарацију и сушење крви. Сирова крв доспјела у постројење пролази кроз филтер у сабирни резервоар. Из овог резервоара крв се црпи у коагулатор, у коме се загријава на 55 °С убризгавањем паре уз стални рад мјешалице, која омогућава да крвна маса буде хомогена и

погодна за пумпање. Количина паре у коагулатору регулише се аутоматским вентилом, што омогућава одржавање температуре коагулације на константном нивоу. Крвна маса се након стврдњавања одводи у центрифугални декантер (Сл. 7.7), у коме се из коагулисане крви издваја 75% воде.



Сл. 7.7. Центрифугални декантер за сепарацију крви (Фото Ристић М 2021)
Fig. 7.7. Centrifugal decanter for blood separation (Photo Ristić M 2021)

Остатак воде мора се уклонити евапорацијом. Сепарисана крвна маса испушта се кроз излазни отвор на доњем дијелу оцијеђивача. Вода се испушта кроз излазни отвор на другом крају и одлази у уређај за пречишћавање отпадних вода. Оцијеђена крв се пужним транспортером транспортује до сушаре за крв. У сушари се одвија стерилизација и сушење крви, како би се добило крвно брашно, чији садржај влаге износи 8%–10%. Врүд-ове паре, настале евапорацијом крви, из сушионика се, преко циклона (издвајача честица) и кондензатора, одводе у уређаје за пречишћавање. Процес стерилизације и сушења траје око два часа и под контролом је аутоматског система регулације. Осушена крв смјешта се у резервоар за пражњење и транспортним пужем хладњака даље транспортује до млина, у коме се меље до жељење гранулације, складишти у силосе за крвно брашно или се одмах пакује у одговарајућу амбалажу.

7.5.7. Технолошки поступци за прераду костију

У литератури постоји више саопштења о методама прераде костију у минерална хранива за исхрану стоке и коштане масти. Ове методе заснивају

се на примјени различитих температура и начина одмашћивања (Ristić i Kormanjoš 1989).

7.5.7.1. Прерада костију воденом екстракцијом

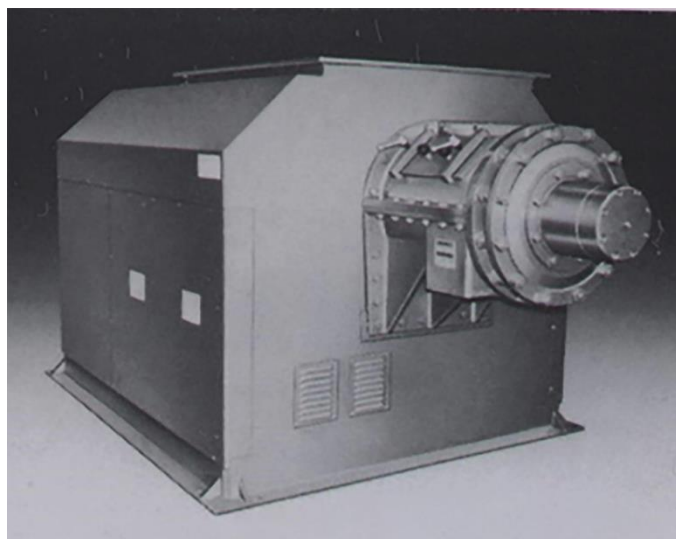
Кости, послје детекције у циљу уклањања металних предмета, уситњавају се у дробилици (7.19) до комада величине око 40 мм у пречнику. Уситњене кости одводе се у посуду за одстрањивање масти, у којој се током 30 минута обезмашћују у топлој води при температури од 95 °С. Дјелимично обезмашћене кости уситњавају се до комада величине око 15 мм и одводе у сушионик (Ristić i Kormanjoš 1989). Мјешавина воде, масти и чврстих материја из посуде за одстрањивање масти из костију загријава се на око 90 °С и одводи у центрифугални декантер ради одвајања чврстих материја (обезмашћени дијелови меса и кожура). Чврсте материје одводе се пужним транспортером у сушару, а течна фаза одводи се у сепаратор у циљу коначног одвајања масти, воде и финог талога. У сушари се маса суши до садржаја воде око 10%. Осушена маса стерилише се у стерилизатору, хлади, уситњава у коштану брашно и пакује. Ефекат одмашћивања код ове технологије је сса 60% у односу на количину масти у полазној сировини.

7.5.7.2. Обрада костију за производњу желатина

Главна сировина за добијање желатина који се употребљава у прехранбене сврхе јесу ткива која су богата колагеном, а потичу из индустрије меса (Ristić i sar. 1990). То су првенствено свјеже кости добијене откоштавањем меса намијењеног преради, свињске кожице и опкројци телећих и говеђих кожа, који се добијају при примарној обради коже одмах послје дерања. Уколико се наведене сировине не користе одмах послје добијања, оне се конзервишу до употребе, у циљу спречавања кварења. Најрационалнији начин конзервације костију намијењених за производњу желатина, према Фајвишевски и Зацерковни (1998), јесте њихова обрада и технолошка припрема за даљу прераду.

У том циљу, свјеже кости се уситњавају, одмашћују, суше, пакују и складиште до отпреме у специјализоване фабрике за израду желатина. Кости се дробилицом (Сл. 7.8) уситњавају у комаде величине око 40 мм и одмашћују у води температуре од 80 °С, поново уситњавају до величине око 15 мм и одмашћују механичким путем, уз додатак омекшане воде температуре од 86 °С. Топла мјешавина воде, масти и чврстих материја се

помоћу декантера и центрифуге раздваја на чврсту и течну фазу (вода и маст). Чврста материја одводи се у сушару и заједно са одмашћеним костима суши при температури од 80 до 85 °C. Осушена маса се помоћу сита раздваја на уситњене кости величине 3–6 и 6–12 мм и минерално-протеинску масу. Обрађене кости одводе се у прихватне резервоаре, а протеинско-минерална маса стерилише се прегријаном паром при температури од 125 °C у трајању од 20 минута, затим се хлади и уситњава у брашно (Ristić i sar. 1990).



Сл. 7.8. Дробилица за уситњавање костију (Фото Ристић М 2021)
Fig. 7.8. Crusher for crushing bones (Photo Ristić M 2021)

7.5.8. Компостирање

Окановић и Ристић (2020) приказали су принципе компостирања, као једног од чешћих поступака за прераду нуспроизвода из прехранбене индустрије, а који се може користити и за искоришћење нуспроизвода из клаоничне индустрије. У наставку је дат дио наведеног приказа. Нуспроизводи клања животиња, материјал категорије 3, могу се директно искористити, док материјал категорије 2 подлијеже одлагању и употреби након припремне обраде у одабраним објектима за техничку прераду (Сл. 7.9), гдје је стандардима одређена стерилизација под притиском од 3 бара, у трајању од 20 минута, на температури од 133 °C.

Послије стерилизације, материјал се уводи у процес добијања биогаса и компоста или у техничке сврхе. У процес компостирања или добијања биогаса могу се директно укључити различити нуспроизводи и отпад, као што су: стајњак, садржај дигестивног тракта, млијеко, стеља, јаја и технопатска угинућа која није потребно претходно третирати (Кошарчић и сар. 2008).



Сл. 7.9. Компостатор на фарми ћурака у Канади (Здрава Србија 2022)
Fig. 7.9. Kompostator on a farm turkeys in Canada (Zdrava Srbija 2022)

На свим фармама се компостира велики број угинулих животиња. Према Herbert and Lewis (2005), компостане за угинућа смјештене су на одређеним мјестима у кругу фарми. У боксове се уносе животињски отпаци и угинућа категорија 2 и 3 и распоређују слојевито, наизмјенично са лигноцелулозним материјалима у које се умијеша 3%–5% инокулата комерцијалних бактерија.

Током компостирања, односно разградње нуспроизвода и отпада, неопходно је пратити сљедеће параметре: влажност (40%–50%), температура (максимална 55 °С), појава агресивних мириса (додају се биљни дезодоранси) и аерација. Процес компостирања траје око 40 дана и после тога се мијеша са компостираном стељом и стајњаком, а дозријевање ове мјешавине, уз заштиту од испаравања, траје 20 дана (Кошарчић и сар. 2008).

7.5.9. Производња биогаса

Нешкодљиво уклањање животињских отпадака прерадом и производњом биогаса спада у алтернативне методе нешкодљивог уклањања за материјал категорија 2 и 3 (Окановић и Ристић 2020). Биогас је обновљив извор

енергије, који је погодан за производњу струје, топлотне енергије, гаса и течних горива. Биогаз се добија процесом ферментације (са присуством и без присуства кисеоника) обновљивих сировина (биљни остаци), органског отпада из прехрамбене индустрије и ђубрива. Проблем за веће искоришћење нуспроизвода и отпада животињског поријекла представљају високи трошкови производње током топлотне обраде сировина, односно потреба за израдом одговарајућег објекта за производњу биогаза са компликованим технолошким поступком биоферментације и производњом биогаза.

7.5.10. Предности прерада нуспроизвода клања животиња у објектима за прераду

Кафилерије представљају објекте за прераду нуспроизвода животињског поријекла. То су погони којима је за рентабилну производњу потребна већа количина сировине. Према Tica et al. (2011), за рентабилно пословање потребно је обезбиједити минимално 40–50 т нуспроизвода и отпада животињског поријекла, при чему је због смањења трошкова транспорта пожељно да се та количина обезбиједи у кругу удаљеном од погона *ска* 100 км. Са тренутним капацитетима за клање и производњом стоке разбацаном на широком подручју, нема економског оправдања за изградњу прерадних објеката.

Потпуно економско искоришћење нуспроизвода животињског поријекла, уз максималну оправданост са аспекта екологије, имали бисмо уколико би се на истом простору (инфраструктури) у посебним објектима за нешкодљиво уклањање прерадио у храну за животиње (месно-коштано брашно и маст) материјал категорије 3, у маст за хемијску индустрију и месно-коштано брашно као енергент материјал категорије 2, а материјал категорије 1 и месно-коштано брашно добијено од материјала категорије 2 спалили и нешкодљиво уклонили у котловима за сагоријевање.

Нешкодљивим уклањањем сировина категорија 1 и 2 прерадом у месно-коштано брашно и маст у одвојеним објектима са истом инфраструктуром, и спаљивањем месно-коштаног брашна и техничке масти произведених од сировине категорије 1 у котловима за сагоријевање са котларницом, постигло би се сљедеће:

- хигијенски сигурно уклањање на температурама прописаним од стране Европке уније;
- искоришћење месно-коштаног брашна као енергента уместо мазута и других горива;

- спаљивање (неутралисање) отпадних гасова из погона за прераду у котловима котларнице на високим температурама (850–1.200 °C);
- значајно снижење трошкова за куповину енергената (угаљ, гас, мазут) за потребе производње паре у фабрикама, значајно инвестиционо и експлоатационо појефтињење неутралисања отпадних гасова (користи се енергија ослобођена сагоријевањем месно-коштаног брашна и других производа, нпр. масти);
- значајно снижење трошкова транспорта и складиштења нуспроизвода животињског поријекла и трошкова нешкодљивог уклањања у односу на друге начине; и
- производи (месно-коштано брашно и маст) добијени прерадом материјала категорије 1 погодни су за коришћење као енергетско гориво, односно као гориво за директно спаљивање у посебно грађевински одвојеним објектима, у складу са законском регулативом.

7.6. Закључак

Валоризација отпада, укључујући споредне производе из ланца снабдијевања храном, представља концепт који нуди одрживост, а не одлагање отпада на депонијама или неконтролисано бацање у околини. У настојању да смање утицај на животну средину и количину насталог отпада, сви учесници у ланцу снабдијевања храном треба да се придржавају принципа одрживог развоја. У том контексту, пољопривредна производња треба да се усмјери на производњу нутритивно вриједних производа са што мањим коришћењем природних ресурса (прије свега, воде) и рециклажу отпада (укључујући споредне производе). Прехрамбена и сродне индустрије треба да дјелују у правцу смањења отпада, прераде отпада (укључујући споредне производе) у корисне производе, уз минимално коришћење воде и енергије. Споредни производи из овог сектора могу бити сировина за израду нових прехранбених производа за исхрану људи и сточне хране, те као дио биомасе ови споредни производи представљају сировину за израду биодизела, биогаса и других енергената, те великог броја финих хемикалија које се користе у прехранбеној, фармацеутској, козметичкој и хемијској индустрији. Коришћење нуспроизвода као биомасе има потпуно економско оправдање.

Успостављање одрживог система управљања споредним производима и отпадом из ланца снабдијевања храном предуслов је одрживог привредног раста и отварања иностраних тржишта за пољопривредне и индустријске прехранбене производе из Републике Српске.

Производњом протеинских и енергетских хранива од материјала категорије 3 за врсте животиња којима је дозвољена употреба у исхрани, обезбјеђује се рационалан развој интензивног сточарства и штити животна средина. Прерада техничке масти и отпадних уља као коришћење биомасе у производњи биогорива доприноси смањењу коришћења (увоза) нафте и смањењу емисије штетних гасова.

Са тренутним капацитетима за клање и производњом стоке разбацаном на широком подручју, нема економског оправдања за изградњу објеката за прераду нуспроизвода животињског поријекла и топлотну прераду у кафилеријама, и производњу протеинских, протеинско-минералних и енергетских хранива за исхрану животиња, те је и из тог разлога неопходно користити отпад и споредне производе из овог сектора као сировине за израду производа из биомасе.

Систематична истраживања, интегрисана са свим међузависностима и условљеностима, обезбјеђују да циљеви не буду реализовани кроз парцијалне помаке у технолошком развоју, већ кроз одржива рјешења која ће донијети дугорочан технолошки развој и просперитет Републике Српске.

Литература

- Álvarez C, Mullen AM, Pojić M, Dapčević Hadnađev T, Papageorgiou M (2021) Classification and target compounds. In: Galanakis MC (ed) *Food Waste Recovery – Processing Technologies, Industrial Techniques, and Applications*, Second Edition. Academic Press is an imprint of Elsevier 125 London Wall, London EC2Y 5AS, United Kingdom, pp 21–49
- Alexandri M, López-Gómez JP, Olszewska-Widdrat A, Venus J (2020) Valorising Agro-industrial Wastes within the Circular Bioeconomy Concept: the Case of Defatted Rice Bran with Emphasis on Bioconversion Strategies. *Fermentation* 6:42. doi:10.3390/fermentation6020042
- Aschemann-Witzel J, De Hooge EI, Almlí L Valérie (2019) Suboptimal food? Food waste at the consumer–retailer interface. In: Galanakis Charis MC (ed) *Saving Food: Production, Supply Chain, Food Waste and Food Consumption*. Academic Press is an imprint of Elsevier. 125 London Wall, London EC2Y 5AS, United Kingdom, pp 347–368
- Baldi G, Soglia F, Petracchi M (2021) Valorization of meat by-products. In: Galanakis MC (ed). *Food Waste Recovery – Processing Technologies, Industrial Techniques, and Applications*, Second Edition. Academic Press is an imprint of Elsevier 125 London Wall, London EC2Y 5AS, United Kingdom, pp 419–443

- Banks CJ, Wang Z (2006) Treatment of meat wastes. In: Wang K, Wang MH (eds) Handbook of industrial and hazardous wastes treatment. Marker and Dekker, pp 738–776
- Baras J, Turubatović L, Matekalo-Sverak V (2007) Cleaner production is the pathway to sustainable development. Tehnologija mesa 48:83–92
- Bijarchiyan M, Sahebi H, Mirzamohammadi S (2020) A sustainable biomass network design model for bioenergy production by anaerobic digestion technology: using agricultural residues and livestock manure. Energy, Sustainability and Society 10:19. doi.org/10.1186/s13705-020-00252-7
- Bhattacharjee C, Nath A, Cassano A, Tahergorabi R, Chakraborty S (2015) Conventional macro- and micromolecules separation. In: Galanakis MC (ed) Food Waste Recovery: Processing Technologies and Industrial Techniques. Academic Press is an imprint of Elsevier, London, United Kingdom, pp 105–126
- Van der Wiel BZ, Weijma J, Van Middelaar EC, Kleinke M, Buisman CJN, Wichern F (2020) Restoring nutrient circularity: A review of nutrient stock and flow analyses of local agro-food-waste systems. Resources, Conservation and Recycling 160:104901. doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.104901
- Van Zanten HHE, , Herrero M, Van Hal O, Rööös E, Muller A, Garnett T, Gerber JP, Schader C, De Boer JMI (2018) Defining a land boundary for sustainable livestock consumption. Global Change Biology 24(9):4185–4194
- Galanakis MC (2015) The universal recovery strategy. In: Galanakis MC (ed) Food Waste Recovery – Processing Technologies, Industrial Techniques, and Applications, Second Edition. Academic Press is an imprint of Elsevier, London, United Kingdom, pp 59–81
- Galanakis MC, Martinez-Saez N, Doloresdel Castillo M, Barba JF, Mitropoulou SV (2015) Patented and commercialized applications. In: Galanakis MC (ed) Food Waste Recovery – Processing Technologies, Industrial Techniques and Applications. Academic Press is an imprint of Elsevier, London, United Kingdom, pp 321–336
- Gilev Blaževska J, Finančevska E, Grujić R, Jašić M, Jokić A, Zavargo Z (2013) Koncept nulte emisije. U: Zavargo Z (urednik) Održive tehnologije, knjiga 1. Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet, str 31–54
- Ginni G, Adish Kumar S, Mohamed Usman TM, Pakonyi P, Rajesh Banu J (2020) Integrated biorefineries of food waste. In: Banu RJ, Kumar G, Gunasekaran M, Kavitha S (eds) Food Waste to Valuable Resources: Applications and Management. Academic Press is an imprint of Elsevier, London, United Kingdom, pp 275–298
- Gopikumar S, Tharanyalakshmi R, Kannah YR., Selvam A, Banu RJ (2020) Aerobic biodegradation of food wastes. In: Banu RJ, Kumar G, Gunasekaran M, Kavitha S (eds) Food Waste to Valuable Resources: Applications and Management. Academic Press is an imprint of Elsevier, London, United Kingdom, pp 235–250
- Grujić R (2003) Savremene tehnologije i bezbjednost namirnica. Hemijska Industrija 57(10):449–455

- Grujić R (2011) Održive tehnologije u prehrambenoj industriji. Savjetovanje Ekonomskog fakulteta u Brčkom, Zbornik radova, str 1–9
- Grujić R, Andreaš F (2013) Održive tehnologije u prehrambenoj industriji. U: Grujić R i Jašić M (urednici) Održive tehnologije u prehrambenoj industriji, knjiga 2. Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet, str 7–42
- Grujić R, Jašić M (2013) Održive tehnologije u prehrambenoj industriji, knjiga 2. Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet, str 1–240
- Grujić R, Jašić M, Grujić S, Savanović D, Savanović J (2012) Environmental and material flow cost accounting in sausage production. „2nd International Symposium on Environmental and Material Flow Management EMFM2012“, Zenica Jun 2012, str 65–70
- Grujić R, Mulalić N, Šolaja M (1991) Mogućnost i opravdanost korištenja mehanički otkoštenog mesa pilića u izradi proizvoda od usitnjenog mesa. *Hrana i ishrana* 32(2):83–85
- Grujić R, Odabašić A, Grujić S (2013) Zagađenja koja nastaju u prehrambenoj industriji. U: Grujić R, Jašić M (urednici) Održive tehnologije u prehrambenoj industriji, knjiga 2. Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet, str 82–120
- Grujić R, Šolaja M, Barašin L, Vukotić G, Šaula S (1989) Uticaj vremena otkoštavanja i trajanje skladištenja na hemijski sastav i održivost mehanički otkoštenog mesa pilića. *Tehnologija mesa* 30(6):209–213
- Devi PT, Kavitha S, Kannah YR, Rajkumar M, Banu JR (2020) Specialty chemicals and nutraceuticals production from food industry wastes. In: Banu RJ, Kumar G, Gunasekaran M, Kavitha S (eds) *Food Waste to Valuable Resources: Applications and Management*. Academic Press is an imprint of Elsevier, London, United Kingdom, pp 189–209
- Despoudi S, Bucatariu C, Otles S, Kartal C, Otles S, Despoudi S, Bucatariu C, Kartal C (2021) Food waste management, valorization, and sustainability in the food industry. In: Galanakis MC (ed) *Food Waste Recovery – Processing Technologies, Industrial Techniques, and Applications, Second Edition*. Academic Press is an imprint of Elsevier, London, United Kingdom, pp 3–19
- Dieu MTT (2009) Food Processing and Food Waste. In: Baldwin JC (ed) *Sustainability in the Food Industry*. Wiley-Blackwell, IFT Pres, Iowa, USA, str 23–60
- Duta ED, Catana M, Catana L, Lazar A-M, Burnete A-G, Culetu A, Belc N (2021) Applications in bakery products. In: Galanakis MC (ed) *Food Waste Recovery – Processing Technologies, Industrial Techniques, and Applications, Second Edition*. Academic Press is an imprint of Elsevier, London, United Kingdom, pp 399–417
- Đukić V, Okanović Đ (2011) Application of best available techniques in meat processing. *Food and Feed Research* 2:87–93
- Ezejiofor TIN, Enebaku UE, Ogueke C (2014) Waste to wealth-value recovery from agro-food processing wastes using biotechnology: A review. *British Biotechnology Journal* 4:418–481
- Eswari PA, Sharmila VG, Gunasekaran M, Banu JR (2020) New business and marketing concepts for cross-sector valorization of food waste. In: Banu RJ,

- Kumar G, Gunasekaran M, Kavitha S (eds) *Food Waste to Valuable Resources: Applications and Management*. Academic Press is an imprint of Elsevier, London, United Kingdom, pp 417–433
- European Commission (2015) *Closing the loop – An EU action plan for the circular economy*, Communication from the Commission to the European parliament, the Council, the European economic and social committee and the Committee of the regions. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52015DC0614>, Приступљено: 17.02.2022
- Zdrava Srbija (2022) Доступно на: zdravasrbija.com/lat/Zemlja/Povrtlarstvo/1468-Metode-kompostiranja.php, Приступљено: 18.02.2022
- Jarmoluk A, Pietrasik Z (2003) Response surface methodology study on the effects of blood plasma, microbial transglutaminase and j-carrageenan on pork batter gel properties. *Journal of Food Engineering* 60:327–334
- Јовановић С, Вучић Т (2020) Пратећи производи у индустрији млијека: карактеристике и савремени правци искоришћења. У: Грујић Р, Јањић В, Тркуља Р (уредници) *Перспективе развоја прехранбене индустрије*. Академија наука и умјетности Републике Српске, Бања Лука, Монографија 2:315–350
- Jovanović J, Jakovetić Tanasković S, Šekuljica N, Gazikalović I, Stefanović A, Grbavčić S, Luković N, Knežević-Jugović (2021) Extraction of phenolic compounds from agro-industrial wastes and evaluation of their antioxidative potential. *Journal of Hygienic Engineering and Design* 34:192–202
- Kavitha S, Kannah YR, Kumar G, Gunasekaran M, Banu JR (2020) Introduction: Sources and characterization of food waste and food industry wastes. In: Banu RJ, Kumar G, Gunasekaran M, Kavitha S (eds) *Food Waste to Valuable Resources: Applications and Management*. Academic Press is an imprint of Elsevier, London, United Kingdom, pp 1–13
- Kaur G, Lasaridi K, Wong J (2021) Sustainable Food Waste Management: An Introduction. In: Wong J, Kaur G, Taherzadeh M, Pandey A, Lasaridi K (eds) *Current Developments in Biotechnology and Bioengineering – Sustainable Food Waste Management: Resource Recovery and Treatment*. Elsevier, Amsterdam, Netherlands, pp 1–10
- Kormanjoš Š, Filipović S, Radović V, Okanović Đ, Nježić Z (2013) Influence of the applied pressure of processing upon bioactive components of diets made of feathers. *Hemijska industrija* 67(1):135–138
- Kormanjoš Š, Ristić M, Filipović S, Okanović Đ, Radović V (2007) Ispitivanje hemijskonutritivne vrednosti kaše od perja i njena upotrebna vrednost. *Žito-hleb* 34(5–6):147–151
- Košarčić S, Kovačević M, Plavša M (2008) Upravljanje animalnim otpadom – predlog praktičnog rešenja. *Arhiv veterinarske medicine* 2(1):3–9
- Kumar DM, Kavitha S, Banu JR (2020) Valorization of food waste for biodiesel production. In: Banu RJ, Kumar G, Gunasekaran M, Kavitha S (eds) *Food Waste*

- to Valuable Resources: Applications and Management. Academic Press is an imprint of Elsevier, London, United Kingdom, pp 75–96
- Lavelli V, Gallotti F, Pedrali D (2021) Application of compounds from grape processing by-products: Formulation of dietary fiber and encapsulated bioactive compounds. In: Galanakis MC (ed) Food Waste Recovery – Processing Technologies, Industrial Techniques, and Applications, Second Edition. Academic Press is an imprint of Elsevier, London, United Kingdom, pp 355–366
- Lipinski B, Hanson C, Lomax J, Kitinoja L, Waite R, Searchinger T (2013) Reducing Food Loss and Waste. Working Paper, Installment 2 of Creating a Sustainable Food Future. World Resources Institute, Washington, DC, USA, pp 1–40
- Luciano A, Tretola M, Ottoboni M, Baldi A, Cattaneo D, Pinotti L (2020) Potentials and Challenges of Former Food Products (Food Leftover) as Alternative Feed Ingredients. *Animals* 10:125
- Matekalo-Sverak V, Turubatović L, Babić J, Trbović D, Milićević D (2007) Utilization of powdered hemoglobin in formed meat products. Proceedings, 53rd ICoMST, Beijing, China, pp 431–432
- Mateos-Aparicio I (2021) Plant-based by-products. In: Galanakis MC (ed) Food Waste Recovery – Processing Technologies, Industrial Techniques, and Applications, Second Edition. Academic Press is an imprint of Elsevier, London, United Kingdom, pp 367–397
- Meena RAA, Ghosh A, Sathishkuma P, Jayabalan R (2020) Scaling up of food waste valorization market outlooks: key concerns. In: Banu RJ, Kumar G, Gunasekaran M, Kavitha S (eds) Food Waste to Valuable Resources: Applications and Management. Academic Press is an imprint of Elsevier, London, United Kingdom, pp 401–416
- Méridas OS, González-Coloma A, Sánchez-Vioque R (2012) Agricultural residues as a source of bioactive natural products. *Phytochemistry Reviews* 11:447–466
- Merrylin J, Preethi, Saratale DG, Banu JR (2020a) Production of biopolymers and feed protein from food wastes. In: Banu RJ, Kumar G, Gunasekaran M, Kavitha S (eds) Food Waste to Valuable Resources: Applications and Management. Academic Press is an imprint of Elsevier, London, United Kingdom, pp 143–162
- Merrylin J, Kannah RY, Banu JR, Yeom IT (2020b) Production of organic acids and enzymes/biocatalysts from food waste. In: Banu RJ, Kumar G, Gunasekaran M, Kavitha S (eds) Food Waste to Valuable Resources: Applications and Management. Academic Press is an imprint of Elsevier, London, United Kingdom, pp 119–141
- Misra NN, Cullen JP, Barba JF, Hii CL, Jaeger H, Schmidt J, Kovács A, Yoshida H (2015) Emerging macroscopic pretreatment. In: Galanakis MC (ed) Food Waste Recovery: Processing Technologies and Industrial Techniques. Academic Press is an imprint of Elsevier, London, United Kingdom, pp 195–225
- Misra NN, Cullen JP, Barba JF, Hii CL, Jaeger H, Schmidt J, Kovács A, Yoshida H (2021) Emerging macroscopic pretreatment. In: Galanakis MC (ed) Food Waste Recovery – Processing Technologies, Industrial Techniques, and Applications,

- Second Edition. Academic Press is an imprint of Elsevier, London, United Kingdom, pp 173–193
- Mollea C, Marmo L, Bosco F (2013) Valorisation of cheese whey, a by-product from the dairy industry. In: Muzzalupo I (ed) Food Industry. IntechOpen, pp 549–588. eBook (PDF) ISBN: 978-953-51-5345-0. doi.10.5772/55834
- Mullen AM, Álvarez C, Pojić M, Dapčević Hadnadev T, Papageorgiou M (2015) Classification and target compounds. In: Galanakis MC (ed) Food Waste Recovery – Processing Technologies, Industrial Techniques, and Applications, Second Edition. Academic Press is an imprint of Elsevier, London, United Kingdom, pp 25–57
- Nazir A, Maan AA, Shaikat NM (2021) Potential applications of food industrial by-products in the dairy industry. In: Galanakis MC (ed) Food Waste Recovery – Processing Technologies, Industrial Techniques, and Applications, Second Edition. Academic Press is an imprint of Elsevier, London, United Kingdom, pp 445–460
- Nježić Z, Okanović Đ (2010) Environmental protection in meat industry. Food and Feed Research 37(1):31–36
- Okanović Đ, Đukić V, Ristić M (2015) Economic importance of harmless removal of byproducts of animal origin and possible solutions. 5 th International Scientific Conference on Economic development and Standard of living “EDASOL 2015”, Panevropski univerzitet „Apeiron“, Fakultet poslovne ekonomije, Banja Luka. Book of abstracts, pp 54–57
- Okanović Đ, Mastilović J, Ristić M (2009) Sustainability of food production chain. Tehnologija mesa 50(1–2):140–147
- Окановић Ђ, Ристић М (2020) Споредни производи индустрије меса: настајање, прерада и употреба. У: Грујић Р, Јањић В, Тркуља Р (уредници) Перспективе развоја прехрамбене индустрије. Академија наука и умјетности Републике Српске, Бања Лука, Монографија 2:421–448
- Okanović Đ, Ristić M, Delić S, Lilić S (2008a). Ekonomska analiza opravdanosti investiranja u pogon za preradu krvi. Biotehnologija u stočarstvu (spec. issue), 24:635–641
- Okanović Đ, Ristić M, Delić S. (2008b) Sporedni proizvodi poljoprivrede i prehrambene industrije i kvalitet životne sredine. Kvalitet 18(9–10):65–68
- Okanović Đ, Tica N, Zekić V, Vukoje V, Milić D (2010a) Profitability of investment in plant for processing animal waste. Technics Technologies Education Management 5(2):296–300
- Okanović Đ, Ristić M, Kormonjaš Š, Nježić Z, Lilić S, Grujić R (2010b) Chemical and nutritional quality of slaughter pigs by-products. Quality of Life 1(1):55–60
- Okanović Đ, Ristić M, Nikolić-Stajković S (2011) Remediation of by-products from slaughtered animals in regard to new regulations. Tehnologija mesa 52(1):31–38
- Okanović Đ, Ristić M, Pelić M, Ljubojević Pelić D, Babić J, Vidaković S (2018) Značaj neškodljivog uklanjanja sporednih proizvoda životinjskog porekla u Srbiji. Ecologica 25(92):923–928

- Omolayo Y, Feingold JB, Neff AR, Romeiko XX (2021) Life cycle assessment of food loss and waste in the food supply chain. *Resources, Conservation and Recycling* 164:105119. doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.105119
- Otles S, Despoudi S, Bucatariu C, Kartal C (2015) Food waste management, valorization, and sustainability in the food industry. In: Galanakis MC (ed) *Food Waste Recovery – Processing Technologies, Industrial Techniques, and Applications*. Academic Press is an imprint of Elsevier, London, United Kingdom, pp 3–23
- Panaretou V, Tsouti Ch, Moustakas K, Malamis D, Mai S, Barampouti EM, Loizidou M (2021) Food Waste Generation and Collection. In: Wong J, Kaur G, Taherzadeh M, Pandey A, Lasaridi K (eds) *Current Developments in Biotechnology and Bioengineering – Sustainable Food Waste Management: Resource Recovery and Treatment*. Elsevier, Amsterdam, Netherlands, pp 43–105
- Paulsen E, Romero ME, Lema P, López MD, García-Viguera C, Moreno DA (2021) Foods and supplements. In: Galanakis MC (ed) *Food Waste Recovery – Processing Technologies, Industrial Techniques, and Applications, Second Edition*. Academic Press is an imprint of Elsevier, London, United Kingdom, pp 483–501
- Pinotti L, Manoni M, Fumagalli F, Rovere N, Luciano A, Ottoboni M, Ferrari L, Cheli F, Djuragic O (2020) Reduce, reuse, recycle for food waste: A second life for fresh-cut leafy salad crops in animal diets. *Animals* 10:1082. doi:10.3390/ani10061082
- Pinto D, De la Luz Cádiz-Gurrea M, Silva AM, Delerue-Matos C, Rodrigues F (2021) Cosmetics – food waste recovery. In: Galanakis MC (ed) *Food Waste Recovery – Processing Technologies, Industrial Techniques, and Applications, Second Edition*. Academic Press is an imprint of Elsevier, London, United Kingdom, pp 503–528
- Prado MJ, Vardanega R, Debien CNI, De Almeida Meireles MA, Gerschenson NL, Bogegowda Sowbhagya H, Chemat S (2015) In: Galanakis MC (ed) *Food Waste Recovery – Processing Technologies, Industrial Techniques, and Applications, Second Edition*. Academic Press is an imprint of Elsevier, London, United Kingdom, pp 127–148
- Prasad NK, Spigno G, Jauregi P, Misra NN, Cullen Jp (2015) Emerging macro- and micromolecules separation. In: Galanakis MC (ed) *Food Waste Recovery – Processing Technologies, Industrial Techniques, and Applications, Second Edition*. Academic Press is an imprint of Elsevier, London, United Kingdom, pp 227–248
- Prasad NK, Chin HB, Chien Wei O, Prasad NK, Spigno G, Jauregi P, Misra NN, Cullen PJ (2021) Emerging macro- and micromolecules separation. In: Galanakis MC (ed) *Food Waste Recovery – Processing Technologies, Industrial Techniques, and Applications, Second Edition*. Academic Press is an imprint of Elsevier 125 London Wall, London EC2Y 5AS, United Kingdom, pp 195–217
- Rana SM, Bhushan S, Kumar Prajapati S, Preethi, Kavitha S (2020) Techno-economic analysis and environmental aspects of food waste management. In: Banu RJ, Kumar G, Gunasekaran M, Kavitha S (eds) *Food Waste to Valuable Resources:*

- Applications and Management. Academic Press is an imprint of Elsevier, London, United Kingdom, pp 325–342
- Rani UR, Banu JR, Tsang CWD, Lay C-H (2020) Thermochemical conversion of food waste for bioenergy generation: In: Banu JR, Kumar G, Gunasekaran M, Kavitha S (eds) Food Waste to Valuable Resources: Applications and Management. Academic Press is an imprint of Elsevier, London, United Kingdom, pp 97–118
- Rathinaraj K, Sachindra NM (2013) Meat, poultry, and eggs. In: Chandrasekaran M (ed) Valorization of Food Processing by-Products. CRC Press, Boca Raton, FL, USA, pp 649–684
- RAC/CP (2001) Pollution Prevention in Food Canning Processes, UNICEP/MAP/RAC-CP/Ministry of Environment Spain/Government of Catalonia, CD-ROM, Report. Доступно на: <http://hdl.handle.net/20.500.11822/1361>, приступљено: 25.10.2021
- RAC/CP (2002) Prevention of pollution in the dairy industry, UNICEP/MAP/RAC-CP/Ministry of Environment Spain/Government of Catalonia, CD-ROM, Report. Доступно на: <http://hdl.handle.net/20.500.11822/1393>
- Rawdkuen S, Benjakul S (2008) Whey protein concentrate: Autolysis inhibition and effect on gel properties of surimi from some tropical fish. Food Chemistry 106:1077–1084
- Rawdkuen S, Kaewprachu P (2020) Valorization of Food Processing By-Products as Smart Food Packaging Materials and Its Application. In: Socaci AS, Fărcaș CA, Aussenac T, Laguerre J-C (eds) Food Preservation and Waste Exploitation. Intechopen, pp 1–28. eBook (PDF) ISBN: 978-1-78984-084-1
- Regulation (EC) No 1069/2009 of the European Parliament and of the Council of 21 October 2009 laying down health rules as regards animal by-products and derived products not intended for human consumption and repealing Regulation (EC) No 1774/2002 (Animal by-products Regulation) (2009) OJ L 300, 14.11.2009, pp 1–33, <http://data.europa.eu/eli/reg/2009/1069/oj>
- Ristić M, Kormanjoš Š (1989) Uticaj primenjenog procesa prerade kostiju na kvalitet mineralno-proteinskog hraniva i tehničke masti. Tehnologija mesa 4:143–150
- Ristić M, Kormanjoš Š, Petrović N (1990) Ispitivanje načina obrade i pripreme kostiju svinja za proizvodnju želatina. Tehnologija mesa 30(1):11–16
- Ristić M, Okanović Đ, Radusin T (2008) Contemporary approach to animal by-products disposal problems. Food Processing, Quality & Safety 35(2):81–92
- Ristić M, Okanović Đ, Matekalo-Sverak V, Kormanjoš Š (2008a) Ispitivanje mogućnosti korišćenja creva svinja za proizvodnju proteinskih hraniva. Tehnologija mesa 49(5–6):195–201
- Ristić M, Okanović Đ, Kormanjoš Š (2008a) Istraživanje kvaliteta proteinskog brašna proizvedenog od pratećih proizvoda zaklane živine. Tehnologija mesa 49(5–6): 202–208
- Ristić M, Okanović Đ, Sakač M (2011) Karakteristike životinjskih sporednih proizvoda i njihova namena, Monografija, Univerzitet u Novom Sadu, FINS, pp 193.

- Ristić M, Radenković B, Đorđević M (2000) Neškodljivo uklanjanje uginulih životinja i nejestivih sporendih proizvoda zaklanih životinja, Triton-Public, Beograd, str
- Ristić M, Radenković B, Filipović S, Sakač M, Radanov-Pelagić V, Đorđević M (1999) Protein meal obtained from small fish by extrusion. *Acta Veterinaria* 49(1):57–64
- Ristić M, Sakač M, Filipović S (2002) Proučavanje proizvodnje proteinskog hraniva od nejestivih sporednih proizvoda zaklane živine procesom peletiranja, I. Tehnologija proizvodnje proteinskog hraniva od hidrolizovanog perja i sojine sačme. *Tehnologija mesa* 43(1–2) 99–104
- Rowe L, Street R, Taylor G (2009) Identifying potential environmental impacts of largescale deployment of dedicated bioenergy crops in the UK. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 13(1):271–290
- Salami SA, Luciano G, O’Grady MN, Biondi L, Newbold CJ, Kerry JP, Priolo A (2019) Sustainability of feeding plant by-products: A review of the implications for ruminant meat production. *Animal Feed Science and Technology* 251:37–55
- Selvam A, Wang X, Wong J (2021) Food waste composting: Challenges and possible approaches. In: Wong J, Kaur G, Taherzadeh M, Pandey A, Lasaridi K (eds) *Current Developments in Biotechnology and Bioengineering – Sustainable Food Waste Management: Resource Recovery and Treatment*. Elsevier, Amsterdam, Netherlands, pp 137–162
- Сл. гласник РС (2013) Закон о нуспроизводима животињског поријекла. Сл. гласник РС, бр. 60/2013
- Сл. гласник РС (2017) Закон о ветеринарству у Републици Српској. Сл. гласник РС, бр. 75/2017
- Song NB, Lee JH, Al Mijan M, Song KB (2014) Development of a chicken feather protein film containing clove oil and its application in smoked salmon packaging. *LWT-Food Science and Technology* 57:453–460
- Sharmila GV, Kavitha S, Karthikeyan Obulisamy OP, Banu JR (2020) Production of fine chemicals from food wastes. In: Banu RJ, Kumar G, Gunasekaran M, Kavitha S (eds) *Food Waste to Valuable Resources: Applications and Management*. Academic Press is an imprint of Elsevier, London, United Kingdom, pp 163–188
- Scherhauser S, Moates G, Hartikainen H, Waldron K, Obersteiner G (2018) Environmental impacts of food waste in Europe. *Journal of Waste Management* 77:98–113
- Tielens J, Candel J (2014) Reducing food wastage, improving food security? Food & Business Knowledge Platform. *Bezuidenhoutseweg, The Hague, The Netherlands*, pp 1–37
- Tica N, Vukoje V, Okanović Đ, Zekić V, Milić D (2011) Economic analysis of possibilities for investments into the animal waste treatment in Serbia. *Technics Technologies Education Management-TTEM* 6(3):772–775
- Trabold AT, Babbitt WC (eds) (2018) *Sustainable food waste-to-energy systems*. Academic Press is an imprint of Elsevier, London, United Kingdom, pp 1–175
- Uisan K, Wong J, Kaur G (2021) Bioproducts from food waste. In: Wong J, Kaur G, Taherzadeh M, Pandey A, Lasaridi K (eds) *Current Developments in*

- Biotechnology and Bioengineering – Sustainable Food Waste Management: Resource Recovery and Treatment. Elsevier, Amsterdam, Netherlands, pp 279–304
- Unger N, Razza F (2018) Food waste management (sector) in a circular economy. In: Benetto E, Gericke K, Guiton M (eds) Designing Sustainable Technologies, Products and Policies. Springer International Publishing AG part of Springer Nature, Cham, Switzerland, pp 127–132
- United Nations (2021) United Nations sustainability development goals. Доступно на: <https://sdgs.un.org/goals>, Пристипљено: 03.05.2021
- Ushani U, Sumayya AR, Archana G, Banu JR, Dai J (2020) Enzymes/biocatalysts and bioreactors for valorization of food wastes. In: Banu RJ, Kumar G, Gunasekaran M, Kavitha S (eds) Food Waste to Valuable Resources: Applications and Management. Academic Press is an imprint of Elsevier, London, United Kingdom, pp 211–233
- Usman TTMM, Kavitha S, Banu JR, Kaliappan S (2020). Valorization of food waste for biogas, biohydrogen, and biohythane generation. Food Waste to Valuable Resources: Applications and Management. Academic Press is an imprint of Elsevier, London, United Kingdom, pp 15–38
- Фајвишевски МЛ, Зацерковни М (1998) Повишеније ефективности переработки и исползованија кости на мјасопереработки вајошчих предпритатијан Т4 сфера, Москва, стр 1–36
- FAO (2014) Definitional Framework of Food Loss. FAO, Rome, Italy, pp 1–18
- Flamminii F, Gonzalez-Ortega R, Di Mattia DC, Perito MA, Mastrocola D, Pittia P (2021) In: Galanakis MC (ed) Food Waste Recovery – Processing Technologies, Industrial Techniques, and Applications, Second Edition. Academic Press is an imprint of Elsevier, London, United Kingdom, pp 327–353
- Fontes PR, Gomide LAM, Ramos EM, Stringheta PC, Parreiras JFM (2004) Color evaluation of carbon monoxide treated porcine blood. Meat Science 68:507–513
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) (2012) Save food: Global initiative on food loss and waste reduction. Available from: <http://www.fao.org/save-food/resources/keyfindings/en/> [Accessed: 19 September 2018]
- Harvey J (1992) Changing waste protein from a waste disposal problem to a valuable feed protein source: A role for enzymes in processing offal, feathers and dead birds. Biotechnology in the Feed Industry. Alltech's 9th Annual Symposium, Alltech Technical Publications, Nicholasville, KY, USA, pp 109–119
- Herbert L, Lewis E (2005) Composting Animal Mortalities on the Farm. Maryland: University of Maryland, USA, pp 710–717
- Carrero-Martínez F, Kameyama E, Tarnapol Whitacre P, Rapporteurs (2019) Reducing Impacts of Food Loss and Waste: Proceedings of a Workshop (2019). The National Academies Press, Washington DC, USA. This PDF is available at share contributors suggested citation <http://nap.edu/25396>

- Carretero C, Parés D (2000) Improvement of the microbiological quality of blood plasma for human consumption purposes. *Recent Research Development in Agricultural and Food Chemistry* 4:203–216
- Cuadros F, López-Rodríguez F, Ruiz-Celma A, Rubiales F, González-González A (2011) Recycling, reuse and energetic valuation of meat industry wastes in Extremadura (Spain). *Resources, Conservation and Recycling* 55:393–399
- Chauhan C, Dhir A, Ul Akram M, Salo J (2021) Food loss and waste in food supply chains. A systematic literature review and framework development approach. *Journal of Cleaner Production* 295:126438.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126438>
- Cybulska G (2000) Waste management in the food industry – An overview, *Key Topics in Food Science and Technology*. CCFRA, Chipping Campden, Gloucestershire, UK, pp 1–101
- Šolaja M, Grujić R, Barašin L, Vukotić G, Šaula S (1989) Hemijski sastav i mikrobiološka ispravnost mehanički otkoštenog mesa pilića. *Naučna sveska* 11:67–74
- Wang Y, Yuan Z (2021) Enhancing food security and environmental sustainability: A critical review of food loss and waste management. *Resources, Environment and Sustainability*, 4:100023. doi.org/10.1016/j.resenv.2021.100023.
- WHO (1993) Assessment of Sources of Air, Water and Land Pollution, Part one: Rapid Inventory Techniques in Environmental Pollution. World Health Organization, Geneva, Switzerland, pp 1–230.
http://whqlibdoc.who.int/hq/1993/WHO_PEP_GETNET_93.1-B.pdf
- Xu S, Sun Y, Yanb B, Wong J (2021) Emerging technologies for the treatment of food waste. In: Abeliotis K, Addy M, Peiru Z (eds) *Current Developments in Biotechnology and Bioengineering – Sustainable Food Waste Management: Resource Recovery and Treatment*. 2021. Elsevier, Amsterdam, Netherlands, pp 345–376
- Xue L, Liu G (2019) Introduction to global food losses and food waste. In: Galanakis MC (ed) *Saving Food: Production, Supply Chain, Food Waste and Food Consumption*. Academic Press is an imprint of Elsevier, London, United Kingdom, pp 1–31

Production and use of biomass from waste as part of a sustainable food supply chain

Radoslav Grujić, Đorđe Okanović, Milutin Ristić

Summary

The world population is continuously growing and it affects increased usage of natural resources on one hand and creating waste and endangering natural environment on the other hand. According to FAO estimate in the following decades, the number of people on the earth is going to be increased to 10 billion, which requires increase in food production. The increase is going to lead to larger amount of waste, which is created in food supply chain.

The term “food industry waste “covers all substances that represent left overs or unused excessive materials during production process. In fact, all materials that are meant to be disposed of or process them in a suitable way so they do not pollute environment can be considered the waste. The most part of waste from this sector are remains of basic raw materials, which are remains after obtaining main product.

Taking into account these substances do not present the main product, they are known as by-products. They can be processed and reused. Non-disposed by-products from agriculture and food industry pose a threat and endanger the health of people and animals. The interest in using by-products from food supply chain is growing constantly. Experts are looking for additional opportunities for their safe processing, ways for turning them into raw materials, by whose recycling into new products, the amount of the waste would be minimized, and at the same time new, usable products would be introduced.

Large amounts of waste, including by-products is generated during production and processing of meat. If animal origin waste is not processed (recycled), it represent lost raw materials for production of protein energy food, technical grease for chemical industry or fuel with high calorific value. The most suitable way for harmless removal of non-edible by-products from meat industry as well as dead animals, is their collection and usage, depending on the structure and kind of raw materials and their categorization, technical processing and application of modern technologies.

Disposal of by-products and animal waste in Republika Srpska is not resolved in an appropriate manner and poses a danger to human health and the health of

animals. In order to achieve this, there is a need for organized collection, storing and disposal of animal by-products from slaughtering of animals by their technical processing in specialized plants. These plants allow us to produce high-quality animal feed or the raw material for biofuels production (biogas, biodiesel) with the complete protection of the environment.

Economic side of this problem implies collection and safe disposal of huge quantities of biological materials that produce costs, which have to be incorporated in prices of the products. If waste of animal origin is not processed (recycled), they represent lost raw material that was possible to incorporate in production of proteinaceous – energetic feed, technical fat for chemical industry or fuels with high calorific value.

The most suitability way for harmless removal of inedible by-products from the meat industry, as well as dead animals, is certainly their collection and use depending on the type and structure of raw materials and their categorization, by technical processing using modern equipment and technology.

Keywords: Food supply chain, waste, by-products, animal by-products, collection, utilization, technical processing

