



Институт за земљиште
Београд

ИНОВАТИВНЕ МЕТОДЕ ОРГАНСКЕ ПРОИЗВОДЊЕ ЗА ВЕЋУ КЛИМАТСКУ НЕУТРАЛНОСТ ПОЉОПРИВРЕДЕ

МОНОГРАФИЈА

Владан Угреновић, уредник



Београд 2022.

ИНСТИТУТ ЗА ЗЕМЉИШТЕ, БЕОГРАД

ИНОВАТИВНЕ МЕТОДЕ ОРГАНСКЕ
ПРОИЗВОДЊЕ ЗА ВЕЋУ КЛИМАТСКУ
НЕУТРАЛНОСТ ПОЉОПРИВРЕДЕ

- Монографија -

Уредник
Др Владан Угреновић

Београд, 2022.

ИНОВАТИВНЕ МЕТОДЕ ОРГАНСКЕ ПРОИЗВОДЊЕ
ЗА ВЕЋУ КЛИМАТСКУ НЕУТРАЛНОСТ ПОЉОПРИВРЕДЕ

Издавач

Институт за земљиште
Теодора Драјзера 7, 11000 Београд, Република Србија

За издавача

Др Биљана Сикирић, в.д. директора

Уредник

Др Владан Угреновић

Рецензенти

Проф. др Гордана Дражић, ред. проф. Универзитет Сингидунум

Др Ана Марјановић Јеромела, научни саветник,
Институт за ратарство и повртарство, Нови сад

Др Јордана Нинков, научни саветник,
Институт за ратарство и повртарство, Нови Сад

Лектор

Маја Угреновић

Технички уредник и дизајн

Вера Јараковић

Штампа

АРТИЈА

Тираж

300 примерака

ISBN-978-86-911273-7-4

ПРЕДГОВОР

Климатске промене услед човекових активности, првенствено повећавањем концентрације гасова са ефектом стаклене баште у атмосфери, данас се недвосмислено могу детектовати и квантификовати кроз измерене промене у многим елементима климатског система. Последице ових промена су потенцијално толико далекосежне и озбиљне да свака земља мора допринети напорима да се клима наше планете стабилизује.

Пољопривреда више од осталих привредних делатности трпи од климатских промена, али она исто тако и доприноси климатским променама, испуштањем гасова са ефектом стаклене баште. Данашња конвенционална пољопривреда обележена је као неодржив систем производње хране, неадаптиран на климатске промене. Са друге стране органска производња се као целовит систем управљања производњом хране, базира на еколошкој пракси, високом степену биодиверзитета и очувању природних ресурса. Нарочито се истиче рационално коришћење: земљишта, вода и органске материје, применом поступака који за њих нису штетни. Тако органска биљна производња треба да допринесе одржавању и повећању природне плодности земљишта, као и спречавању његове ерозије. У том смислу искуства и методе органске производње су драгоцене, јер могу да олакшају ублажавање штетног утицаја пољопривреде на климатске промене генерално, као и на њено адаптирање на нове климатске услове.

Публикација која је пред вама резултат је пројекта „Развој иновативних метода органске ратарске производње у циљу веће климатске неутралности пољопривреде“, финансираног од стране Министарства пољопривреде шумарства и водопривреде Републике Србије. Настала је заједничким радом аутора, сарадника Института за земљиште из Београда, Националне асоцијације за развој органске производње „Србија органика“ и Института за економику пољопривреде из Београда.

Монографију смо наменили вама, ширем кругу научне и стручне јавности: истраживачима, докторантима, студентима, пољопривредним саветодавцима, произвођачима, еколозима, као и заинтерсованом грађанству. У том смислу захваљујемо се свима вама, који ћете у овој публикацији можда пронаћи неке одговоре на питања о климатским променама и одрживој пољопривредној производњи хране.

У Београду,
Јуна 2022. године

УРЕДНИК
Др Владан Угреновић

*Штампање ове монографије у целости је финансирано
од стране Министарства пољопривреде, шумарства
и водопривреде Републике Србије*

САДРЖАЈ

ПРЕДГОВОР	3
КЛИМА И ПОЉОПРИВРЕДА Снежана Ољача, Ивана Симић	7
ПОЉОПРИВРЕДА У ПРОМЕНЉИВОЈ КЛИМИ И ЊЕНА УЛОГА У СЕКВЕСТРАЦИЈИ УГЉЕНИКА Елмира Саљников, Владан Угреновић	31
АГРОШУМАРСТВО И ЊЕГОВА УЛОГА У ДОСТИЗАЊУ КЛИМАТСКЕ НЕУТРАЛНОСТИ ПОЉОПРИВРЕДЕ Тара Грујић, Радмила Пивић	53
МЕТОД БРЗОГ КОМПОСТИРАЊА Владимир Филиповић, Никола Коковић	75
КАРБОНСКИ КРЕДИТИ: <i>SAP AND TRADE</i> СИСТЕМ И КАРБОНСКИ КРЕДИТИ У ПОЉОПРИВРЕДИ Јонел Субић, Марко Јелочник	95

МЕТОД БРЗОГ КОМПСТИРАЊА

Владимир Филиповић¹, Никола Коковић²

Сажетак

Једна од могућих метода која доприноси већој климатској неутралности ратарске производње јесте и компостирање биљног отпада насталог у производњи и преради различитих врста биља. Досадашњи (класични) метод компостирања је дуготрајан и као такав може бити потенцијалан „извор“ гасова са ефектом стаклене баште у атмосфери (GHG). Из тог разлога, у раду се разматрају могућности ефикаснијег компостирања, којим би се у што краћем временском периоду и под дејством одговарајућих микроорганизама, а у присуству довољне количине кисеоника и влаге, произвео квалитетан компост.

На овај начин се може у току производне године добити више компоста у краћим турнусима и на начин на који се боље штити животна средина. Примењен метод брзог или топлог компостирања се у појединим државама (углавном високоразвијеним) већ увелико користи у контролисаној производњи каква је органска производња. На тај начин би се у одређеној мери смањила емисија CO₂, CH₄ и других штетних гасова у атмосферу, .

Кључне речи: брзи метод, биљни отпад, компостирање, компост, ефекат стаклене баште (GHG), органска производња.

¹ Др Владимир Филиповић, виши научни сарадник, Институт за проучавање лековитог биља „Др Јосиф Панчић“, Тадеуша Кошћушка 1, 11000 Београд, Србија, e-mail: vfilipovic@mocbilja.rs

² Мр Никола Коковић, стручни саветник, Институт за земљиште, Теодора Драјзера 7, 11000 Београд, Србија, e-mail: nkokovicml@yahoo.com

Увод

Компостирање је једна од биоагротехничких метода која може утицати на већу климатску неутралност пољопривреде и на смањење GHG, а део је пројекта „Развој иновативних метода органске ратарске производње у циљу веће климатске неутралности пољопривреде“. Треба истаћи да је овај пројекат преко Програма за унапређење система креирања и преноса знања кроз развој техничко-технолошких, примењених, развојних и иновативних пројеката у пољопривреди и руралном развоју у 2021. години, финансиран од стране Министарства пољопривреде, шумарства и водопривреде Републике Србије.

Да је компостирање једна од актуелних метода којом се минимализује ефекат стаклене баште, потврђује већи број научних радова и студија. Компостирање може утицати на негативан тренд глобалних климатских промена тј. директним путем преко секвестрације угљеника и индиректним путем кроз побољшање квалитета и здравља земљишта (Brown and Subler, 2007). Према једној од дефиниција компостирање је биохемијски процес приликом кога уз помоћ аеробних микроорганизама у одређеном временском периоду долази до разградње органске материје. У току поменуте разградње добијају се компост, топлота, вода и CO_2 . Један од највећих бенефита компостирања је избегавање производње метана (CH_4), а угљен-диоксид (CO_2) ослобођен током

компостирања се сматра биогеним, а не антропогеним, па се углавном не узима у обзир у прорачунима гасова стаклене баште (GHG). Уколико компост, примењујемо као оплемењивач земљишта, овом мером бисмо могли надокнадити приближно 16% нето емитованог CO_2 у атмосферу (Ho et al., 2015). Добре праксе компостирања које балансирају однос C:N и обезбеђују адекватну аерацију и влагу ће минимализовати емисије GHG (Santos et al., 2021). С друге стране имајући у виду, да се широм света, дневно по особи у просеку створи око 0,74 kg отпада, тј. у широком распону од 0,11 до 4,54 kg, од којег државе са високим дохотком стварају релативно мање зеленог (биљног) отпада (око 32%), а државе са средњим и ниским приходима стварају 57% зеленог отпада, који је као такав погодан за компостирање. Уз одговарајућу едукацију и пропаганду, компостирање би, као мера управљања зеленим биљним отпадом, могла вишеструко користити различитим државама, нарочито оним државама са средњим и ниским приходима, у којима се рециклира само 20% ове врсте отпада (IBRD, 2022).

Горенаведени подаци, додатно се могу поткрепити и чињеницом да је индустријска пољопривреда један од кључних покретача генерисања гасова са ефектом стаклене баште (GHG). Према домаћем Закону о климатским променама под GHG подразумева се емисија следећих једињења: метан (CH_4), угљендиоксид (CO_2), азотсубоксид (N_2O), флуороугљоводоници (HFCs), сумпор

хексафлуорид (SF_6), перфлуороугљеници (PFCs) и азот трифлуорид (NF_3). Синтетичка ђубрива, пестициди, употреба тешке механизације, гајење биљака у монокултури, промена намене земљишта, крчење шума, неадекватно складиштење отпада и загађења настала транспортом су само део система производње хране који генерише значајне емисије наведених једињења, али и значајно доприноси глобалним климатским променама. Индустијска, односно, интезивна пољопривреда, почев од конвенционалог гајења животиња, до монокултуре кукуруза и соје које се ђубре синтетичким ђубривима, а које су још поврх свега генетски модификоване, са великом толеранцијом великих количина (тоталних) хербицида, чиме не само да доприносе значајним количинама GHG, већ се такав приступ одражава и на промену, односно губитак биодиверзитета, али и неједнак и нездрав глобални систем исхране. Ипак, постоје помаци на том пољу: 2019. године Европска унија је усвојила „Европски зелени план“. Овај план садржи идеје, смернице и циљеве политике које ће у наредном периоду, бити основа трансформације ЕУ у једну модерну, ресурсно ефикасну и конкурентну, циркуларну економију (ЕС, 2022). У Плану је дефинисано да ЕУ 2050. године буде климатски неутрална тј. да до поменуте године не постоји нето емисија гасова са GHG ефектом односно ефектом стаклене баште. За постизање наведеног циља Европска комисија је усвојила Закон о клими, а у циљу једноставније имплементације смерница прописаних

Зеленим планом. На овај начин ће како све земље чланице, тако и остале, имати правно обавезујући норматив за непостојање нето емисије гасова са ефектом стаклене баште. С тим у вези и Република Србија је у марту 2021. године усвојила Закон о климатским променама („Сл. гласник РС“, бр. 26/2021 од 23.3.2021. године), чиме је испуњена обавеза према Оквирној конвенцији УН о промени климе и Париског споразума, као и усклађивање националног законодавства са прописима Европске уније.

Основу „Европског зеленог плана“ чине две стратегије. Прва, стратегија „Од њиве до трпезе - за праведан, здрав и еколошки прихватљив прехранбени систем“ COM 381 (2020) (ЕС, 2020a) и друга „За биоразноликост до 2030. године са циљем враћања природе у наш живот“ COM 380 (2020) (ЕС, 2020b). Ове две стратегије се међусобно допуњују и удружују природу, пољопривреднике, предузећа и потрошаче у потрази за конкурентно одрживом будућношћу. Обе стратегије било директно, било индиректно могу утицати на смањење емисије гасова са ефектом стаклене баште и фокусирају се на климатску неутралност. Стратегијом „Од њиве до трпезе“ од примарних произвођача – пољопривредника, рибара и произвођача у аквакултури се тражи брз прелазак на одрживе методе производње. У првом реду, нарочито се од пољопривредника потенцира усвајање новог зеленог пословног модела – секвестрација угљеника. Затим, Стратегијом се предлаже примена кружне биоекономије,

посебно наглашавајући бенефите од енергије из обновљивих извора, попут биогаса из стајског ђубрива, отпадних вода, канализације или комуналног отпада, или, пак, енергије из сунчеве светлости, постављањем соларних плоча на шталама и другим пољопривредним зградама (Stojanović, 2021). Такође, Европска комисија ће у оквиру програма и иницијатива који се ослањају на Стратегију, а тичу се чисте енергије предузети мере за што хитније увођење на тржиште тих и осталих погодних решења за одрживу енергетску ефикасност у сектору производње хране под условом да се таква улагања спроводе на уравнотежен начин и без ризика по сигурност хране или биолошке разноликости (биодиверзитета). У циљу смањивања појединих минералних хранива до 2030. године за најмање 20%, Комисија ЕУ ће у наредном периоду у сарадњи са државама чланицама припремити и усвојити акциони план за интегрално управљање хранљивим материјама, нарочито у подручјима интензивног сточарства, те третмана органског отпада у органска ђубрива и оплемењиваче земљишта и слично, чиме се ствара простор за све веће учешће органских ђубрива какав је компост (ЕС, 2020а).

Ипак, ситуација са одлагањем и рециклирањем како укупног, тако и биљног отпада у свету, али и у Србији и даље је неповољна и као таква алармира све субјекте друштва да ово, по много чему значајно питање, покушају на одређени начин да реше. Један од на-

чина на који би се задовољили различити критеријуми одрживости јесте тзв. брзи метод компостирања биљног отпада. Овај метод је почетком осамдесетих година прошлога века у праксу увео професор Robert D. Raabe са Калифорнијског универзитета у Берклију (САД). Поред поменутог често су за ову методу присутни и називи: Берклијев метод, брзо компостирање или вруће компостирање (Atchley, 2013).

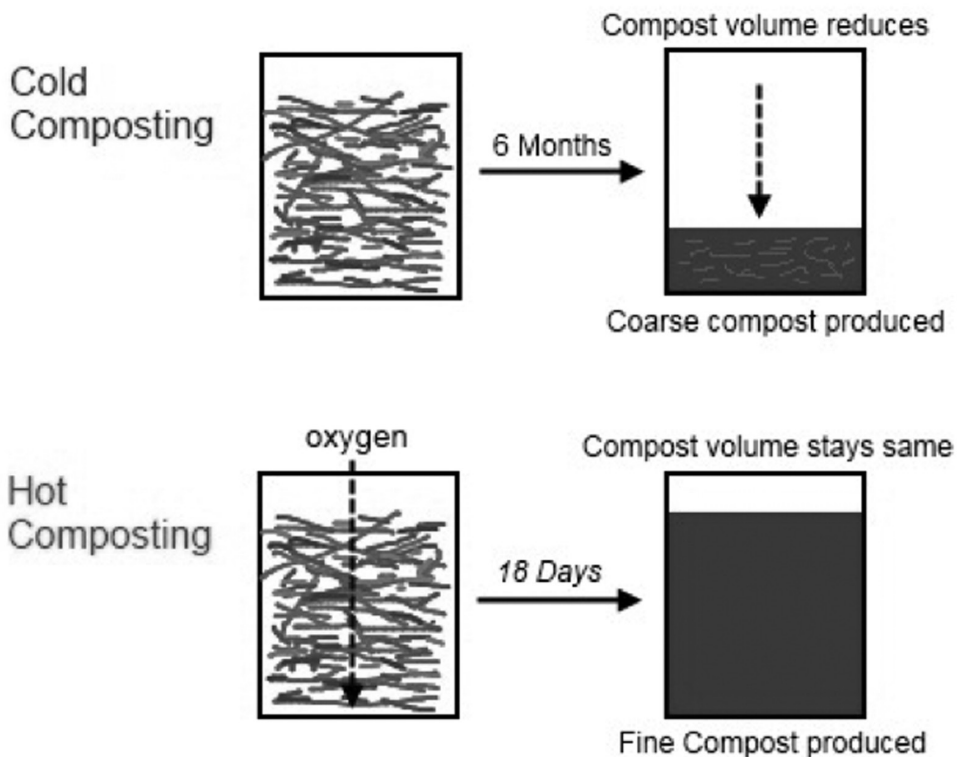
Ипак, треба рећи да поред методе брзог компостирања, постоји још неколико метода компостирања које се најчешће разликују по томе да ли се воде као топла или хладна метода, потом по времену компостирања, величини компостне гомиле, односу C:N и др. Поменућемо само неке од њих: *Indore method* (хладна метода = х.м.), *California method* (топла метода = т.м.), *Biodynamic composting* (т.м. и х.м.), *City people's method* (т.м.), *Compost tumblers* (т.м.), *Raised bins* (т.м. и х.м.), *Ogden's step-by-step composting* (т.м.), *Pit composting* (х.м.) и велики број осталих метода компостирања, које овога пута нећемо наводити. У наредном делу рада приказаћемо две најзаступљеније методе компостирања и то: класични метод компостирања и брзи метод компостирања, или Берклијеву методу.

Класично или хладно компостирање је уобичајен метод за компостирање биљног отпада. Отпад се постепено додаје у компостиште или у компостер (начињен углавном од пластике – није за препоруку – неповољни услови!). Ако је мања маса отпада, маса се меша

ручно вилом, уколико су пак веће компостне масе, маса се меша утоварном тракторском кашиком која поред мешања служи и за уношење (утовар) и изношење (истовар) произведеног компоста или компостног аератора (посебан тракторски прикључак у облику сврдла) сваких неколико недеља. Код овог метода компостирања, процес разлагања (минерализације) траје од 6 до 12 (24) месеци.

Брзо или вруће компостирање је много бржи процес, а „зрео“ компост

се добија у просеку од 14 до 21 дан, по већини извора за 18 дана. Сав отпад се додаје по заснивању компостне гомиле (масе) и као резултат тога долази до много бржег „рада“ микроорганизама који разграђују (минерализују) органску материју у гомили. Такав приступ чини гомилу врућом (топлом), одакле и долази назив „вруће компостирање“. Тако високе температуре (око 70 °С) утичу на стерилизацију компостне масе, тако да се на тај начин у великој мери смањује негативан утицај присуства клијавог семена корова, патогена и штеточина.



Слика 1. Приказ хладног (класичног) метода компостирања и топлог (брзог) метода компостирања (извор: Atchley, 2013)

Што се тиче запремине компоста код брзог компостирања она остаје иста, док код класичног компостирања, она на крају компостирања буде само 30% од првобитне запремине. Код брзог метода компостирања, у току тих 18 дана потребно је уложити више рада, ипак заузврат излазни производ – компост својим квалитетом задовољава све потребне техничке и тржишне захтеве (Слика 1).

Било да се компостирање врши на први и други начин на крају те контролисане биооксидативне разградње различитих смеша саста-вљених у првом реду од различитих биљних остатака, у неким случајевима помешаних са органским ђубривима и/или живо-тињским остацима, добија се компост, органско ђубриво и побољшивач земљишта. У процесу компостирања најчешће се користе биљни и животињски отпад пореклом из баште, врта, кухиње, ређе из индустрије, као што су остаци воћа, поврћа, стабљике, лишће, слама, покошена трава, гранчице, пепео, делови хране и др. Од наведеног отпада, лишће и зелени делови биљке су “богатији” минералним материјама него задрвенели делови. Повољан однос C:N треба бити 25:1, у случају да није тако, добија се неупотребљива маса која може бити тамножуте (више C) до зеленксте (већи удео N) боје. Приликом компостирања треба пазити да се у компостиште „не унесу“ болесне биљке, ризомски корови и други индустријски отпад из домаћинства. Такође, треба водити рачуна да се у компостиште

не лагерују корови који имају семе и/или они који имају патогене јер и једни и други могу поднети веома високе температуре у току биолошке разградње. Што се тиче квалитета односно садржаја активних материја зрео компост је по хемијском саставу сличан стајњаку, т.ј. садржи 0,3-0,5% азота, 0,2% фосфора, 0,2-0,3% калијума и око 0,6% калцијума.

Пре него га употребимо компост је потребно дезинфиковати, ова мера се најчешће обавља воденом стерилизацијом тј. стерилизацијом паром. Примена компоста је вишеструка, најчешће се користи као сировина за производњу супстрата у расадничарству, цвећарству, повртарству, гљиварству и сл. За ђубрење се употребљава непо-средно пре сетве или садње, у количинама 3 – 6 kg m⁻², са дејством од три до пет година. Када га примењујемо компост не треба уносити дубоко у земљиште, већ то обавити да он буде при површни (идеално до 5 cm дубине). Количине компоста које се примењују зависе од гајене врсте, рока сетве/садње, типа производње и др. На пример, веће количине компоста се код поврћа примењују за тзв. главне врсте као што су: парадајз, кромпир, паприка, бостан, краставац и др., док се за остале повртарске врсте примењују мање количине овог органског ђубрива. Компост се због својих позитивних особина највише користи за производњу супстратних смеша, потом за побољшање особина сетвеног слоја, затим за пикирање расада, али и у самој сетви као „покривни слој“ семена (Filipović, 2012). Компостирање се препоручује у

органској пољопривреди као менаџмент алат за збрињавање насталог отпада, али и за контролу семена корова, штеточина и болести (Simić i sar., 2017).

Класични компост

Ток процеса компостирања код производње класичног компоста се у компостној гомили врши на месту које је заштићено од ветра и јаког сунца са приступачним прилазом у различитим метеоролошким условима.

Приликом изградње компостишта не треба користити бетонске и/или камене плоче које спречавају „рад“ микро-организмима, глистама и другим корисним организмима који врше разградњу лагерованог отпада. Поред за ту намену специјално изграђених објеката (компостишта), компостирање се може вршити формирањем гомила отпада на отвореном.

Димензије компостне гомиле су различите, што у првом реду зависи од количине компостног материјала (отпада) и намене добијеног компоста. За мање количине отпада, димензије компостишта су најчешће 2,0 m ширине и 1,5 m висине. Површински слој земље се уклони (од 5 до 10 cm) и због обављања дренаже тај слој се напуни стабљикама или гранчицама, ради што боље дренаже. Уколико је могуће компостирање на отвореном треба као такво избегавати, пре свега због присуства различитих врста патогена које у великој мери могу смањити квалитет добијеног компоста, али и због неконтролисаних услова

спољашње средине, пре свега високих температура. Поред компостирања на отвореном компостирање коришћењем посебно дизајниране конструкције тј. компостишта које може бити различите величине, правоугаоног, квадратног или округластог облика и изграђено од различитих врста материјала (дрво, лим и жица). Један од предлога могућег изгледа компостишта јесте компостиште које је изграђено на локацији производних и прерађивачких јединица Института за проучавање лековитог биља „Др Јосиф Панчић“ у Панчеву. Компостиште је изграђено од дрвених летви и импрегнираних багремових стубова, капацитета пројектованог за годишње складиштење биљног отпада насталог у Институту (Filipovic et al., 2013). Пожељно је да приликом изградње компостишта, компостиште има отворе како би аеробни микроорганизми могли да дишу, односно да се несметано обавља процес разградње лагерованог отпада, у супротном врло брзо долази до пропадања масе и труљења. За једно просечно двориште или башту, димензије компостишта су реда величина од 2 m x 2 m x 2 m. Како би се убрзао процес компостирања, пожељно је да се у свеж тек нанет отпад дода и одређена количина зрелог компоста који ће „иницирати“ бржу разградњу органске материје. Такође, приликом уношења отпада у компостиште поред горепоменутих препорука, треба бити обазрив са уношењем „споро – разградљивог“ отпада, као што су: лишће ораха, тополе, брезе, платана, иглице четинара и др. (Oljaca et al., 2020).

Пре него се отпочне са процесом компостирања пожељно је крупан отпад уситнити на величину не већу од 5,0 cm а ради брже разградње и сазревања. Након тога, уситњена маса се припреми на следећи начин: уколико је маса сувља потребно ју је залити или обратно, уколико је маса влажнија, потребно је засушити неким од доступних отпада. У току процеса разградње, услед биохемијских процеса, у средини масе температура може достићи 70 °C и више степени, што зависи од врсте унетог отпада, учесталости мешања и заливања, спољашње температуре и сл. У просеку за просечну компостну гомилу, овако високе температуре укупно трају од 2,0 до 4,5 месеца. По истеку тог периода масу је потребно промешати и поново покрити, а у циљу „обнављања“ активности рада микроорганизама. У том периоду од микроорганизама најактивније су гљиве, бактерије и *col-embole*, да би касније након „хлађења“ на температури од око 25 °C њихову „улогу“ преузеле кишне глисте и инсекти. У одређеним случајевима крај разградње може бити након пола године, ипак како је потврђено у истраживањима и пракси, најквалитетнији компост се добија након годину дана односно у моменту када маса потпуно „сазри“.

Препоручене мере неге приликом компостирања су: мешање, заливање (орошавање), прихрана и заштита компостним чајевима, контролисање здравственог стања и чување у току компостирања. Једна од две најзначајније мере неге у процесу компостирања

је мешање. То се чини пре свега због уједначеније разградње целокупне масе у компостишту. Мешање се обавља више пута у току компостирања, што зависи од унете врсте отпада, момента компостирања, временских услова који владају у току процеса компостирања и др. Мешање је значајно због „проветравања“ унете масе и обезбеђења довољно ваздуха (кисеоника) за нормалан рад микроорганизама. Целокупна маса се у процесу компостирања редовно преврће и меша. Мешање се изводи машински и/или ручно (лопатама, вилама, кукастим шипкама и сличним оруђима). Број и интензитет мешања зависе од отпада који се компостира, временских услова при којим се врши компостирање и сличног. Обично се меша 3 до 4 пута у току целокупног процеса компостирања. За мешање постоје специјалне машине чији учинак може да буде и до 100 m³ на сат. У пракси се често користе и стандарне машине за поступак са чврстим стајњаком, свакако трактор са предњим утоваривачем или краном. Приликом сваког мешања температура масе ће се смањити а након неког времена поново повећати, јер се поново активирају биохемијски процеси разградње. Друга најзначајнија мера неге при компостирању је заливање. Заливање (орошавање) се изводи у моменту када се засуши компостна маса. Ако није превише хидратисана (сува) маса, могуће ју је поправити додавањем неког свежег органског ђубрива као што су: стајњак, глистењак и сл. Заливањем се обезбеђује вода за несметан рад микроорганизмима који у исушеној

компостној маси не могу дуго опстати. Повремено треба проверити здравствено стање компостне масе, које се најчешће може погоршати услед велике влажности, која ствара анаеробне услове и погодује развоју патогених гљива. Уколико је то случај додаје се камено брашно и неки структурни материјал који својим квалитативним својствима неутралишу неугодне мирисе изазване великом влажношћу и присуством патогена.

Прихрана и заштита компостним чајевима, има за примарни циљ подизање нивоа азота у компостној маси, али и спречавање појаве појединих патогених врста гљива. Песак и камено брашно је потребно додавати због побољшања физичко-механичких карактеристика компоста. Често се ради повећања садржаја азота у компостној маси, додаје и неки од доступних згорелих стајњака. У последње време се често користе и приправци на бази лековитог биља, пре свега на бази коприве (*Urtica dioica* L.), гавеза (*Symphytum officinale* Wallwort), маслачка (*Taraxacum officinalis* Weber), белог лука (*Allium sativum* L.), раставића (*Equisetum arvense* L.), хајдучке траве (*Achillea millefolium* L.), невена (*Calendula officinalis* L.) и сл. Ови приправци се могу направити од већег броја биљака, али у пракси се најчешће користе монокомпонентни. У иностранству, а све више и код нас, се за ту намену могу купити као готови комерцијални производи најчешће преко интернета, потом у различитим маркетима мешане робе, као и у специјализованим радњама за органску производњу или

у пољопривредним апотекама. Да компостна маса при класичном методу компостирања не би била изложена великој инсолацији (осунчаности), падавинама и јаком ветру потребно је на врх исте нанети слој баштенске или ливадске земље или неки од доступних материјала (сено, слама и др.). Такође је пожељно на само компостиште посејати (посадити) неку од широколисних биљних врста (бундеве, тикве и сл.) а око компостишта неке од високорастућих биљних врста (сунцокрет, чичока, морач, кукуруз и др.). Ако је процес компостирања започет у јесен, да би се „задржала“ топлота и влага пожељно је компостну гомилу покрити слојем сламе, коју треба обазриво навлажити. На тај начин микроорганизми и њихово присуство и рад се „конзервирају“, чиме се спречава њихово напуштање компостне гомиле.

Изгледом технолошки зрео компост настао класичном методом компостирања, веома подсећа на добро згорели стајњак и/или на шумско земљиште листопадних шума, то пре свега због своје мрвичасте структуре, тамно – смеђе боје, уједначене масе и пријатног мириса на земљу. Карактеристике квалитетног класичног „хладног“ компоста су: технолошка зрелост, задовољавајући садржај органске материје, одсуство семена корова и патогених организама, чистоћа, рН вредност (од 6,0 до 7,8), величина честица (<1,3 cm), тамна боја, пријатан мирис земље и садржај влаге мањи од 50%, одсуство тешких метала и осталих токсичних материја.

Зрели компост углавном садржи различите врсте микроорганизама и бескичмењака, њихових скелета и осталих продуката разлагања, као и одређени део органских материја коју нису могле да се разграде. Према нашем искуству, по завршетку компостирања компостна гомила се смањи за трећину. У том моменту идеални однос угљеника и азота (C:N) треба буде око 8(10):1.

Према подацима Вергара и Силвер (2019) уколико се стајњаку дода само 9% зеленог отпада дневна емисија CO_2 се дешава рано, већина емисија CO_2 , са скоро 50% емитованог CO_2 , у прве три недеље компостирања ($19 \pm 3,7 \text{ g CO}_2 \text{ kg}^{-1}$ влажне сировине) слично као и када је у питању емитовање CH_4 . Укупна директна емисија гасова стаклене баште из оваквог компостирања износи око $57 \text{ g CO}_2 \text{ e kg}^{-1}$ ($75\text{--}150 \text{ g CO}_2 \text{ e kg}^{-1}$ укључујући биогени CO_2). Директне емисије су током компостирања, један важан и најнеизвеснији елемент емисије гасова стаклене баште. Друга два главна тока угљеника обухватају емисије које би се јавиле под „уобичајеним“ управљањем биљним отпадом и секвестрацију угљеника након примене компоста у земљиште. Нето емисије током животног циклуса од компостирања стајњака и зеленог отпада и примену компоста на травњаке су негативне ($-690 \text{ g CO}_2 \text{ e kg}^{-1}$ искључујући биогени CO_2 ; између -590 и $-670 \text{ g CO}_2 \text{ e kg}^{-1}$ укључујући директно измерене вредности биогеног CO_2) што значи да се емисије избегавају на нето основи (Vergara, Silver, 2019). Једноставно речено, нето нула се односи на равнотежу

између количине произведеног гаса стаклене баште и количине уклоњене из атмосфере. Нето нулу достижемо када износ који додамо није већи од износа који смо одузели. Ипак, узимајући у обзир процењене емисије гасова стаклене баште, највећи утицај у процесу класичног компостирања, на укупну вредност емисије угљеника од $67 \text{ kg CO}_2 \text{ eq t}^{-1}$, има биљни отпад (87,4%), затим следе влага и мешање компостне масе (Diasono et al., 2019). По садржају активних материја компост добијен класичним компостирањем најсличнији је стајњаку, најчешће је односа N:P:K:Ca=0,6-0,8%:0,2-0,5%:0,4-1,3%:1,5-6,0% који се у зависности мења од врсте биљног отпада. Примера ради, како би испоштовали одредбе Закона о управљању отпадом („Сл. гласник РС”, бр. 36 од 15. маја 2009, 88 од 23. новембра 2010, 14 од 22. фебруара 2016, 95 од 8. децембра 2018 - др. Закон), а према смерницама из Елабората о квалитету компоста (дел. бр. 152 од 12.05.2015. године) и Плана управљања биолошким отпадом (дел. бр. 127 од 15.04.2015. године) који је донео и примењује Институт за проучавање лековитог биља „Др Јосиф Панчић“ из Београда биљни отпад који је настао у процесу производње и прераде лековитог биља између осталих параметара карактерише рН вредност од око 7,6, садржај укупног азота од око 2,3% и приступачног фосфора и калијума од око $500 \text{ mg}/100\text{g}$ биљног отпада.

Брзи (топли) метод компостирања

У односу на стару класичну методу компостирања, где процес компостирања траје минимално шест месеци, а оптимално годину дана, код „брзе (топле) методе компостирања“ или „Берклијеве методе“, компост се добија након 2 до 3 недеље. У највећем броју доступних извора, устаљен је термин „18-Day Fast Compost“ или „осамнаестодневни брзи компост“. Додатни напор оператера који врши компостирање јесте више уложеног људског рада у краћем временском периоду, што је укупно узевши далеко мање уложеног људског рада у поређењу са уложеним радом у процесу старог (класичног) компостирања.

Да би се „брзи метод компостирања“ спровео на најквалитетнији начин требало би се придржавати следећих правила:

Прво, величина биљног отпада, који се користи у овом методу, треба да је величине од 1,0 cm до 4,0 cm. Ово је значајно, пре свега из разлога директног утицаја на брже разлагање коришћене биомасе и брже покретање процеса њеног разлагања (минерализације). „Мекши“ биљни отпад се може уситнити на крупније комаде, док „сувљи“ и „дрвенастији“ отпад треба што више уситнити, ако постоји могућност и самлети, како би се што брже компостирао. За ову сврху најчешће се користе машине за сецкање (резање) дувана, лековитог и ароматичног биља које покреће електромоторни погон.

Њихова дебљина резања (уситњавања) је у интервалу од 0,01 до 1,0 mm. Машине за сецкање су различитих капацитета рада и зависе од присутних количина биљног отпада које су планиране за третман компостирања.

Друго, однос угљеника и азота, очекивани однос C:N у биљном отпаду треба бити 25(30):1. Како је наведено, у случају да није тако, добија се неупотребљива маса која може бити тамножуте (више C) до зеленксте (већи удео N) боје. У литературним изворима, најчешће се подела врши на „браон“ и „зелену“ фракцију биљног отпада, односно фракцију богату угљеником и фракцију богату азотом. У браон фракцију (богата угљеником) најчешће спадају: пиљевина, гранчице и гране добијене резидбом, осушена трава, осушено лишће, слама и слично. Зелену фракцију (богата азотом) најчешће чине: свежа покошена трава, свеже лишће, старо цвеће, коров, остаци воћа и поврћа и слично. Приликом формирања компостне гомиле адекватан однос се не може лако измерити, искуство је показало да мешање једнаких количина браон и зеленог биљног отпада даје приближно очекивани однос угљеника и азота (C/N) од 25(30):1.

Треће, влага у компостној гомили. У циљу да се брзо компостирање одвија на најквалитетнији начин потребно је да влага у компостној маси буде око 50%. Као и код класичног, тако и код брзог метода компостирања се примењује „брзи тест за оцену зрелости компоста“

на начин, да уколико масу коју стиснемо у шаџи, почне да капље вода значи да је маса влажнија од жељене, ако се маса распада значи да је маса сувља од жељене, а ако маса задржи облик добијен стиском и не „шушка“ значи да је влага око 50 – 60%.

Четврто, топлота, која је веома важна за метод брзог компостирања, настаје дисањем микроорганизама док разграђују биљни отпад. Један од начина у брзом методу компостирања је да се сачува топлота и акумулише потребна количина топлоте, јесте да компостиште има најмање могуће дозвољене димензије од око 90 x 90 x 90 cm. Ако је компостиште мање од ових димензија, метода брзог компостирања се неће десити. Унутар самог метода, постоје мишљења да се сам процес брзог компостирања одвија у кантама, због бољег „задржавања“ топлоте него у компостиштима. Поред тога, употребом канти сама метода је много практичнија и доступнија већем броју корисника. Ипак, неретко се дешава да се употребом канти за ову намену, врло често се аеробни услови замене анаеробним, где је присуство кисеоника сведено на минимум односно бележе се изузетно ниске концентрације кисеоника т.ј. у великом броју случајева и његовим потпуним одсуством. Код употреба канти, температура се брже повећава и микроорганизми брже разграђују третирани биљни отпад (просек температуре је око 70 °C), при чему се мора веома водити рачуна о присуству кисеоника и влажности масе. Већина произвођача компоста методом

брзог компостирања искуствено зна, колика је температура у унутрашњости гомиле, ипак пожељно је да се за потребе контроле температуре користи неки од убудних термометара.

Пето, мешање компостне гомиле. Ову меру неге спроводити у моменту уколико за њу постоји потреба. Уколико би се она често изводила, компостна маса би се хладила и процес разградње би трајао дуже од очекиваног. Ако температура компостне масе пређе предвиђених 70°C, масу обавезно промешати. Поред смањења температуре, мешањем се уноси кисеоник и мало смањује влажност (уколико је повишена!). Масу треба мешати тако да отпад који је био у средини дође споља, а онај споља у средину. На овај начин се брзо уједначи температура и процес разлагања биљног отпада се у компостној гомили наставља. Уколико се процес брзог компостирања одвија у кантама, пожељно је да се имају две канте тако да се маса може мешати и пребацивати из једне у другу. Уколико су канте пуне и само мешање отпада је проблематичније, касније како одмиче компостирање, компостна маса постаје мања и зато што канта више није пуна, нешто топлоте ће се изгубити на врху. Ово се може спречити коришћењем комада полиетиленске фолије, која је нешто већа са горње површине канте. Након што се компост окрене, постављена фолија директно на врху компоста је увучена око ивица. Ако се отпад у гомили окреће (меша) сваки дан, за то ће бити потребно 2 недеље или мало дуже. Ако се окреће сваки други дан, биће потребно око 3

недеље. Што је дужи интервал између окретања биће више времена потребно за компостирање.

Од шестог до осмог правила, дате су смернице да **се у компостну масу** након формирања ништа **не додаје** (шесто и седмо правило, осим ако је потребно додатно регулисати однос C:N који је описан у деветом правилу). Уколико се припрема и формирање компостне гомиле у компостишту ураде исправно, гомила ће се загрејати до високе температуре у року од 24 до 48 сати (осмо правило). Уколико то није адекватно урађено, ако је гомила превише влажна или пак нема довољно азота (недостатак зеленог отпада), треба додати сув и зелен отпад како би се успоставили услови за успешно брзо компостирање (или раширити масу да се просуши). Уколико је маса превише сува, маса се орошава до тражене влажности.

Девето, ако је однос C:N мањи од 30:1 органска материја ће се врло брзо разградити, али нажалост **ће се изгубити** и одређена **количина азота**. Најчешће се азот, губи у виду амонијака и препознаје се по карактеристичном мирису на амонијак. Губитак се може смањити уносом пиљевине, која је веома богата угљеником и која има мало азота (висок однос C:N) и стога неутралише непријатан мирис амонијака.

Десето правило, биљни отпад који не треба додавати у масу за компостирање: земља, пепео и измет од месоједа (пси, мачке и др.).

Једанасто правило, брзо разлагање биљног отпада може се открити помоћу непријатног мириса и појаве плесни, који су настали као последица повећане температуре (ово је најчешће видљиво у облику водене паре!).

У наредном тексту, гледано по данима, приказане су фазе које су у претходном делу биле описане:

Први дан – Формирање компостне гомиле, која се остави да стоји **4 дана**.

Мешање различитих врста биљног отпада се врши на тај начин што се наизменично слажу танки слојеви „зеленог“ и „браон“ отпада. Гомила се навлажи тако да задовољава тражену влажност од 60%. Кад се постави, гомила се остави да „мирује“ **4 дана** (први и наредна три дана).

Савет: Активатор компоста као што је гавез, коприва или хајдучка трава, животињски или рибљи материјал, стари („зрели“) компост, може се ставити у средину компостне гомиле како би се поспешео процес компостирања.

Пети дан – Мешање гомиле компоста, потом се остави да одстоји **један дан**.

Мешање компостне гомиле, се врши од споља ка унутра, односно од унутра ка споља. Приликом мешања компостне гомиле, помера се спољашњи део гомиле на место поред ње и наставља да се меша отпад помера материјал са спољашње стране на нову гомилу. Када је окретање

Табела 1. Различите врсте показатеља двају метода компостирања

Показатељи	Класични или хладни метод	Брзи или топли метод
Укупно произведена количина компоста по производној јединици (компостишту)	Производи се мање компоста.	Производи се више компоста.
Време компостирања	Од 6 месеци до 2 године.	Од 14 до 21 дан, најчешће 18 дана.
Формирање компостне гомиле	У више наврата.	Одједном.
Контрола влаге и односа C/N	Ниска контрола.	Висока контрола.
Емисија гасова	Уједначенија емисија гасова (CO ₂ и CH ₄) од почетка до краја процеса компостирања.	У последњој трећини процеса компостирања, смањује се емисија гасова у атмосферу (нпр. смањује се концентрација CO ₂ и CH ₄).
Чување азота	Чува више азота.	Чува мање азота.
Коришћење угљеника и азота	Приликом разлагања биљног отпада микроорганизми користе угљеник за енергију и азот за синтезу протеина.	Приликом разлагања биљног отпада микроорганизми користе угљеник за енергију и азот за синтезу протеина.
Биљне болести	Због одабране технологије компостирања, не успева да уништи значајан део патогена.	Оваквим компостирањем се уништава више значајних врста биљних патогена.
Штеточине	Један део штеточина не преживи.	Већина штеточина због високих температура не преживи.
Клијавост семена корова и осталих биљака	Због одабране технологије компостирања, тј. нижих температура већи проценат семена корова „преживи“.	У највећем броју случајева потпуно се „одузима“ клијавост семена корова.
Простор за компостирање (компостиште)	Спорије ослобађање простора где се вршило компостирање.	Брже ослобађање простора где се вршило компостирање = ефикасно се користи простор!
Губитак хранљивих материја	Мањи губитак хранљивих материја.	Значајно се смањује испирање (губитак) појединих хранљивих материја.
Величина улагања	Већа улагања, како људске радне снаге, тако и машина које се користе за утовар/ истовар и мешање масе, али и трошкова насталих заливањем масе и додавањем новог отпада на компостну гомилу.	Мања улагања, како људске радне снаге, тако и за опрему која се користи за мешање масе, али и трошкова насталих заливањем масе.

завршено, сав материјал који је био унутар гомиле биће напољу и обрнуто.

Да би се контролисала влага и да иста остане константна, користи се „брзи тест за оцену зрелости компоста“ на начин описан у трећем правилу „брзог метода компостирања“. Након тога, наредног дана се остави гомила компоста да одстоји и не окреће се.

Савет: Ако се гомила компоста превише навлажи, она се рашири или се отвори рупа ширине око 7-10 cm помоћу дршке виле или се ставе штапићи испод за дренажу.

Седми и девети дан – Мерење температуре, мешање компоста, потом се остави да одстоји један дан.

Измери се температура у језгру компостне гомиле. Компостна гомила би требало да достигне максималну температуру између седмог и деветог дана. Једноставна смерница, ако човек може да стави руку у компост до лакта, онда он није на 50°C и није довољно врућ. За ову сврху најбоље је користити термометар за компост или термометар за колаче. Процес врућег компостирања треба да достигне оптималну температуру од 55-65°C. Уколико су температуре веће од 65°C, често се на гомили уочава бела „бућ“ или плесан, коју стварају анаеробне термофилне бактерије, која се често погрешно назива „ватрена мрља“. Ова бактерија се појављује када се компост превише загреје, преко 65°C и у условима у којима нема довољно кисеоника, а нестају када температура

падне и аеробне бактерије за компост поново преузму своју функцију. Како је поменуто, температура достиже врхунац од седмог до деветог дана и постепено се хлади до осамнаестог дана. У овом периоду гомила се меша и седмог и деветог дана, да би се осмог и десетог дана будући компост оставио да мирује.

Савет: Ако гомила компоста почне брзо да се смањује, то значи да у компосту има превише азота. Такође, уколико је температура гомиле ниска, потребно је додати мало ђубрива (једна шака крвног или коштаног брашна) коју је потребно умешати у гомилу. Супротно горепоменутом, ако се гомила превише загреје, смрди и смањи масу, то значи да има превише азота, тада је потребно додати шаку пиљевине.

Једанаести, тринаести, петнаести и седамнаести дан – Мешање компоста, и потом наредног дана „мировање“ компостне гомиле.

Процес неге компостне гомиле се наставља, на начин што се сваког другог дана меша компостна гомила (11, 13, 15. и поново 17. дана). Након мешања будући компост се остави да један дан „мирује“.

Осамнаести (последњи) дан брзог компостирања – Готов „зreo“ компост, спреман за коришћење. Готов компост ће бити топао, тамно браон и добро мирише. У том моменту у гомили би требало да се налазе кишне глисте јер је то један од знакова да је он зreo, тј. технолошки спреман за употребу.

Класични vs. брзи метод компостирања

У Табели 1 приказане су различите врсте показатеља који се односе на два посматрана начина компостирања и наводе се аргументи за и против коришћења односно некоришћења једног или другог метода компостирања. Како се из Табеле 1 примећује и један и други метод компостирања имају своје предности и недостатке. Ипак, укупно гледано већи број предности употребе једног од ова два метода компостирања је на страни брзог метода компостирања и као такав се намеће као препорука у даљем третману пре свега биљног, али и осталог органског отпада. Наиме, према Kanhai et al. (2021) уколико се биљни отпад компостира и то према неком од топлих метода компостирања, када је у питању енергетска потрошња, тако и емисија CO_2 оне су веће код било које методе компостирања (503,99 kg) него код складиштења отпада на депонију (119,87 kg). Ипак компостирањем добијамо високовредно органско ђубриво, а лагровањем на депонију то остаје неискоришћени отпад. При брзом методу компостирања једанаестог дана компостирања емисија CO_2 расте и достиже свој максимум $22,5 \text{ mg } (\text{CO}_2) \text{ g}^{-1} \text{ dm dan}^{-1}$, док петнаестог дана она износи $12 \text{ mg } (\text{CO}_2) \text{ g}^{-1} \text{ dm dan}^{-1}$ и касније до краја компостирања она опада (Precioso De Oliveira et al, 2022).

Могућност уштеде у времену и простору приликом примене брзе методе компостирања, потврђено је на примеру истраживања три врсте компостирања, где су упоређивани традиционални систем компостирања, вермикомпостирање и Берклијева или брза (топла) метода компостирања. Брза метода је потврдила не само технолошку одрживост, него и економску и еколошку оправданост (Else, Du Plessis, 2018).

Закључак

Како се из приложеног може видети, увођењем топлог (брзог) метода компостирања, осим економске користи, видљива је и еколошка корист која се огледа у производњи више компоста у краћем временском интервалу. Значајно за ову методу је и чињеница што се у последњој трећини оваквог начина компостирања смањује емисија CO_2 и других штетних гасова насталих минерализацијом употребљеног биљног отпада.

Према доступним информацијама и оствареним резултатима применом топле (брзе) методе компостирања и применом овако насталог компоста у пољопривреди и осталим гранама привреде, на третираним земљиштима оваквим компостом би у одређеној мери могао да се смањи утицај емисије два најпроблематичнија гаса стаклене баште – CO_2 и CH_4 .

Радује чињеница да све већи број сертификованих органских произвођача користи брзи метод компостирања односно Берклијев метод, при чему се у појединим случајевима производи

сертификовани органски компост и на тај начин биљни отпад се прерађује и враћа на фарму или пак пакује и продаје, чиме се поштују принципи циркуларне биоекономије и штити животна средина.

Литература

- Atchley, K. (2013). *Hot Composting with the Berkeley Method*. Kerr Center for Sustainable Agriculture. date retrieved: February 22, 2022, from: <http://www.kerrcenter.com>.
- Brown, A., Subler, S. (2007). Composting and greenhouse gas emissions: a producer's perspective. *Biocycle*, 37-41.
- Vergara, S. E., Silver, W. L. (2019). Greenhouse gas emissions from windrow composting of organic wastes: Patterns and emissions factors. *Environmental Research Letters*, 14(12): 124027.
- Diacono, M., Persiani, A., Testani, E., Montemurro, F., Ciaccia, C. (2019). Recycling agricultural wastes and by-products in organic farming: Biofertilizer production, yield performance and carbon footprint analysis. *Sustainability*, 11(14): 3824, 1-17.
- Else, M., Du Plessis, R. (2018). *The potential for composting in medium density urban households in South Africa*. Implementing the waste hierarchy - Assessing recycling potential of restaurant waste. Wastecon, 16-18 October, Johannesburg, South Africa, 1-14.
- EC, European Commission (2020a). A farm to fork strategy - for a fair, healthy and environmentally friendly food system: Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European economic and social committee and the committee of the regions. COM(2020), 381 final.
- EC, European Commission (2020b). EU Biodiversity Strategy for 2030: Bringing nature back into our lives: Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European economic and social committee and the committee of the regions. COM(2020), 380 final.
- EC, European Commission (2022). *A European Green Deal*. European Commission, date retrieved: February 26, 2022, from: https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/europeangreen-deal_en Accessed 22 Apr. 2021
- IBRD (2022). *Trends in Solid Waste Management*. The International Bank for Reconstruction and Development (IBRD), Washington, D.C., U.S.A, date retrieved: February 22, 2022, from: https://datatopics.worldbank.org/what-a-waste/trends_in_solid_waste_management.html.
- Kanhai, G., Fobil, J. N., Nartey, B. A., Spadaro, J. V., Mudu, P. (2021). Urban Municipal Solid Waste management: Modeling air pollution scenarios and health impacts in the case of Accra, Ghana. *Waste Management*, 123, 15-22.
- Mäder, L., Pfiffner, L., Niggli, U., Balzer, U., Balzer, F., Plochberger, A., Velimirov, A., Boltzmann, L., Besson, J. M. (1993). Effect of three farming systems (bio-dynamic, bio-organic, conventional) on yield and quality of beetroot (*Beta vulgaris* L. var. *Esculenta* L.) in a seven-year crop rotation. *Acta Horticulturae*, 339, 11-31.
- Oljaca, S., Ugrenovic, V., Filipovic, V., Ognjenovic, S., Bicikliski, O., Kolev, G., Jurjević, N., Kešelj, O. (2020). *Handbook on organic farming*. National Association for Organic Production Development "Serbia Organica", Serbia, Green Box Cultivation doo, North Macedonia, ProcertControl and Certification OKS, North Macedonia and NGO Eko-Zadar, Croatia.

Precioso De Oliveira, B. M., Leal, M. A., França De Oliveira, D., García, A. C. (2022). Chemical and spectroscopy characterization of a compost from food waste applying the hot composting Berkeley method. *International journal of recycling organic waste in agriculture*, 11(2): 153-164.

Santos, C., Fonseca, J., Coutinho, J., Trindade, H., Jensen, L. S. (2021). Chemical properties of agro-waste compost affect greenhouse gas emission from soils through changed C and N mineralisation. *Biology and Fertility of Soils*, 57(6): 781-792.

Simić, I., Filipović, V., Oljača, S., Ugrenović, V. (2017). *Uticao organske poljoprivrede na zaštitu životne sredine, biodiverzitet, očuvanje genetičkih resursa, klimatske promene i kvalitet zemljišta*. Nacionalno udruženje za razvoj organske proizvodnje "Serbia Organica", Beograd.

Stojanović, N. (2021). *Evropski zeleni dogovor i Strategija od „njive do trpeze“ za pravedan, zdrav i ekološki prihvatljiv prehrambeni sistem*. Zbornik radova IX Naučnog skupa „Izazovi pravnom sistemu“, Pravni fakultet Univerziteta u Istočnom Sarajevu, Istočno Sarajevo, 24.10.2021. Proceedings, 130-149.

Filipović, V. (2012). *Kompostiranje - od organskog otpada do korisne sirovine*. "Organic news" 19:6 - 7, ISSN 2217-9844 (Online).

Filipovic, V., Dimitrijevic, S., Markovic, T., Radanovic, D. (2013). *Construction of composter on production and processing unit of the institute for medicinal plant research "Dr Josif Pančić"*. XIII Congress of Serbian soil science society and first international "Soil – water – plant". Serbian Soil Science Society and Institute of Soil Science, Belgrade. Belgrade, 23-26 September. Proceedings, 373–382.

Ho, A., Reim, A., Kim, S., Meima-Franke, M., Termorshuizen, A., de Boer, W., van der Putten, W., Bodelier, P. (2015). Unexpected stimulation of soil methane uptake as emergent property of agricultural soils following bio-based residue application. *Global Change Biology*, 21(10): 3864-3879.

