

# Лекција 3

## Материјали за вермикомпост

### Субстрати, легла и дождовни црви

#### Резултати од учење

- Учесникот ги познава подлогите кои најчесто се користат во производството на вермикомпост.
- Учесникот ги објаснува подлогите кои ја зголемуваат или намалуваат ефикасноста во производството на вермикомпост.
- Учесникот ги објаснува материјалите што треба да се користат за да се балансира рН вредноста на средината во производството на вермикомпост.
- Учесникот ги познава физичките параметри (големина, температура, влажност и др.) кои подлогите треба да ги имаат за да дождовните црви работат ефикасно.
- Учесникот го објаснува терминот „легло“.
- Учесникот ги познава подлогите кои не треба да бидат присутни во производната средина.
- Учесникот ги познава материјалите кои најчесто се користат за легло и нивните својства.
- Учесникот ги познава видовите дождовни црви кои се користат во производството на вермикомпост.

- Учесникот ги споредува физиолошките карактеристики на видовите дождовни црви што се користат во производството на вермикомпост и карактеристиките на нивната животна средина.
- Учесникот ги одредува соодветните материјали за легло, дождовни црви и подлоги за производство на вермикомпост, земајќи ги предвид карактеристиките на околината

## Инструкции за обучувачот

- Инструкторот споделува теоретско знаење преку презентација.
- Обучувачот им ги покажува на учесниците материјалите донесени на часот и ги прашува дали се соодветни за производство на вермикомпост.
- Обучувачот ги замолува учесниците да означат материјали кои се погодни за вермикомпостирање користејќи го SM-2.
- Обучувачот ги замолува учесниците да ги стават потребните компоненти за производство на вермикомпост во кофата во соодветен редослед.

**Основни потреби:** Бокаши кофа, млечни производи, лисја, растителен отпад, месо, картон, хартиен отпад, луспи од јајца, говедски измет, пластична кеса, талог од кафе, цитрусни отпадоци, струготини, кора од меко дрво, стебла од пченка, проектор, компјутер, ракавици за еднократна употреба, хартиена проверка (SM-2)

## 3. Материјали за вермикомпост субстрати, легла и дождовни црви

### 3.1. Субстрати

Субстрат за вермикомпостирање може да се направи од различни материјали. Органскиот отпад е важен субстрат за вермикомпостирање, не само за контрола на отпадот, туку и за производство на алтернативно ѓубриво за плодноста на почвата и растот на растенијата. Отпадот го разградуваат црвите преку исхрана, фрагментација, проветрување, превртување и распрскување, како и преку ензимска дигестија од страна на поврзаните микроорганизми. Според проценките, Индија има капацитет да произведе 4,3 милиони тони компост годишно. Цврстиот отпад од општините претставува проблем, но цврстиот општински отпад, кој содржи барем 35%–40% органски материјал, може да се користи за вермикомпостирање. Градскиот отпад, земјоделскиот отпад, индустрискиот органски отпад, говедскиот и друг добиточен измет, кујнскиот отпад, кокосовите влакна, тревата, оризовата слама, храната, животинскиот отпад, отпадната вода, почвата итн. се главниот субстрат за вермикомпостирање.

Жолтата метла (*Cytisus scorpius*), инвазивна билка со потекло од Медитеранскиот басен, е симбиотичен растителен фиксирач на азот и има високи нивоа на фосфор, калциум и калиум, кои можат да се користат како субстрат за вермикомпостирање. Таа исто така има висока содржина на полифеноли, што ја прави фитотоксична. Процесот на вермикомпостирање значително ја намалува фитотоксичноста, овозможувајќи употреба на оваа инвазивна билка како ѓубриво. Многу болести на растенијата се домаќини на *Ageratum conyzoides*, а *Lantana camara* е плевелна билка која содржи токсични фитохемикалии штетни за пасишните животни. Овие плевелни билки исто така се користат за вермикомпостирање, што ја намалува појавата на болести на растенијата и токсичноста на растенијата.

И говедскиот и козјиот измет се користат за вермикомпостирање, но се проучувало со *R. excavatus* дека говедскиот измет обезбедува повеќе хранливи материи за субстратот за вермикомпостирање отколку козјиот.

Птичјиот отпад содржи разновидна мешавина на подлога што се користи за вермикомпостирање. Интензивното размножување предизвикува големо натрупување на мешавината за легла, пердуви, хранливи материјали и ѓубриво од фармите на кокошките, патките, мисирките, препелиците и други. Птичјиот отпад содржи висока количина на амонијак и органски соли, кои ги убиваат црвите, така што, пред да започне процесот на компостирање, е неопходно додавање свежо подготвен CaCO<sub>3</sub> за да се неутрализираат тие соединенија.

Овошјето е најотпадната хранлива ставка поради неефикасниот систем за постбербено управување. Приближно 2,7 метрички тони банани се фрлаат поради недостаток на ладилници. Стеблата од банана исто така значително придонесуваат за земјоделскиот отпад. Семето, кората, пулпата и лушпата од папаја содржат голема количина на органска материја како што се каротеноиди, диетални влакна, витамини, ензими, јаглехидрати, масла и полифеноли. Заедно со овие биолошки активни метаболити, се создава добар субстрат за вермикомпостирање, кој произведува квалитетно ѓубриво слично на тресет.

Дополнително, отпадот од земјоделски култури како карфиол, зелка и брокула, кој се собира по бербата, се користи како материјал за вермикомпостирање. Меѓутоа, овие материјали треба да доаѓаат од полиња кои не се третирани со инсектициди или пестициди.

Хартијата е разновиден отпад генериран од општинскиот цврст отпад и индустриите. Индија придонесува со околу 1,5% од вкупното глобално производство на хартија и картон. Поради недостигот на ефективен систем за собирање и управување со хартија, се јавува ризична ситуација. Хартијата генерално се прави од растенија и содржи значителна количина органска материја, што ја прави одличен материјал за компостирање.

Оризовата слама и мико-сламата, која е остаток по одгледување на печурки, се оставаат како отпад, но се полни со хранливи материи. Така, тие можат да бидат погоден подлоген материјал за вермикомпостирање. Пепелот од оризови лушпи, кокосови влакна, отпад од чај и памучни топчиња исто така се користат како подлога за вермикомпостирање [19].

Меѓутоа, субстратите (хранливите материи) кои најчесто се користат во вермикомпостирање се:

Кујнски отпад: Кујнски отпад, како што се лушпи од зеленчук и овошје, остатоци од зеленчук, талог од кафе и кесички од чај, се соодветни материјали за компост.

Отпад од градина: Отпад од градина, како исечена трева, остатоци од кастрење, лисја, стебла од растенија и остатоци од цвеќиња, исто така, може да се користат за компостирање.

Лисја: Лисјата собрани од градината во есен се вреден материјал за компост.

Дрвени отпадоци: Трски од дрво, остатоци од дрво и дрвени пелети исто така можат да се користат за компост.

Хартија и картон: Особено рециклирачки материјали од хартија и картон можат да бидат соодветни за компостирање. Меѓутоа, треба да се избегнува употребата на обоена и сјајна хартија.

Животински измет: Одреден животински измет, особено измет од тревопасни животни како коњи, кокошки и крави, може да се користи за компостирање. Меѓутоа, неефективен животински измет како изметот од кучиња и мачки не треба да се користи во компостирањето.

Отпад од храна: Отпад од храна и растителен отпад се органски материјали кои можат да се користат во компостирање.

Талог од кафе: Употребениот талог од кафе е вреден материјал за компост поради содржината на азот.

Лушпи од јајца: Лушпите од јајца се соодветен материјал за компост поради нивната содржина на калциум.

Исечена трева: Исечената трева може да се користи како зелен материјал, а со својот азотен состав ја забрзува разградувањето на компостот.

Дополнително, кесички од чај, остатоци и лушпи од лешник, собни растенија, стебла и слама, остатоци од зрна, парчиња памук и волна, дрвен пепел, отпад од обработка на ф'стаци, отпад од производство на маслиново масло (освен црната вода), отпад од преработка на чај, отпад од фабрики за овошни сокови, глави и лисја од шеќерна репка итн., можат да се користат.

Меѓутоа, треба да се напомене дека за компостирање не треба да се користат животински отпадоци како остатоци од месо или риба, млеко и млечни производи. Исто така, обоено или третирано дрво, отпад кој содржи хемикалии и материјали од болни растенија не треба да се користат за компостирање. За здрав и квалитетен компост треба да се користи избалансиран однос на јаглерод и азот, како и разновидност на органски материјали.

Воопшто, компостот содржи отпад од храна и растенија, рециклиран органски материјал и ѓубрива. Смесата од компост исто така е богата со растителни хранливи материи и корисни организми како бактерии, протозои, нематоди и габи. Компостирањето е ефикасен и еколошки корисен метод за намалување на зависноста од комерцијални хемиски ѓубрива. Тоа е важен метод за зголемување на плодноста на почвата во пејзажни уредувања, урбано земјоделство, градини, хортикултура и органско земјоделство.

### 3.2. Легла

Постелата претставува соодветна животна средина за црвите. Постелата за глисти треба да задржува влага, да остане лабава и да не содржи многу протеини или органски азотни соединенија што брзо се распаѓаат (Табела 2). Овие соединенија брзо се распаѓаат и ослободуваат амонијак, што може привремено да ја зголеми рН вредноста на постелата на 8 или повеќе, што не е добро за црвите. Постелата ќе се загрее во лежиштата ако не е веќе значително разложена или ако содржи прекумерни количини на лесно распадливи јагленхидрати. Овие услови може да предизвикаат умирање на црвите. Важно е сите материјали за постелата да бидат целосно разложени или компостирани пред употреба. Влажната постела треба да се постави во лежиштата на длабочина од 15 см. По додавањето на црвите, горните 10 см од постелата треба да се одржуваат влажни, но не премногу влажни.

Постелата е материјал што им обезбедува на црвите релативно стабилно живеалиште со следниве карактеристики:

Висока апсорпција: Црвите дишат преку кожата, па затоа постелата мора добро да ја апсорбира и задржува водата. Црвите умираат ако нивната кожа се исуши.

Добар капацитет за структура: Црвите дишат аеробно, а различните материјали за постела влијаат на вкупната порозност на постелата, вклучително и големината и обликот на честичките, текстурата и цврстината на нејзината структура. Ако постелата е премногу густа или се збијува премногу, тогаш протокот на воздух се намалува или целосно се елиминира. Овој ефект се нарекува капацитет за структура на материјалот.

Табела 2. Листа на некои од вообичаените материјали за легло за црви [20]			
Материјал за легло	Апсорпција	Потенцијал за зголемување	C:N Ratio
Коњско ѓубриво	Средно-добро	Добро	22–56
Тресет мов	Добро	Средно	58

Силажа од пченка	Средно-добро	Средно	38–43
Сено–генерално	Слабо	Средно	15–32
Слама–генерално	Слабо	Средно-добро	48–150
Слама-овес	Слабо	Средно	48–98
Слама-пченица	Слабо	Средно-добро	100–150
Хартија од комунален отпад	Средно-добро	Средно	127–178
Весници	Добро	Средно	170
Кора-тврдо дрво	Слабо	Добро	116–436
Кора-меко дрво	Слабо	Добро	131–1285
Брановидни картони	Добро	Средно	563
Струготини од дрво - чипирани	Слабо	Добро	170
Тиња од хартиени влакна	Средно-добро	Средно	250
Тиња од фабрика за хартија	Добро	Средно	54
Пилевина	Слабо-средно	Слабо-средно	142–750
Гранки од грмушки	Слабо	Добро	53
Чипови од тврдо дрво, струготини	Слабо	Добро	451–819
Чипови од меко дрво, струготини	Слабо	Добро	212–1313
Лисја (суви, лабави)	Слабо-средно	Слабо-средно	40–80
Стебленца од пченка	Слабо	Добро	60–73
Кочани од пченка	Слабо-средно	Добро	56–123

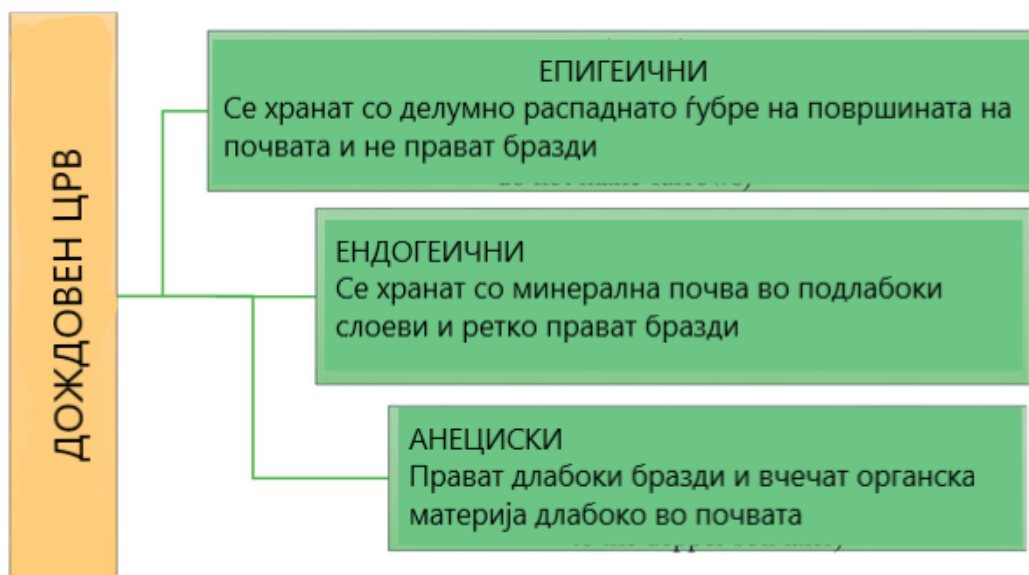
**Ниска содржина на протеини и/или азот/висок јаглерод:** Дождовните црви ја конзумираат својата постелка додека се распаѓа и многу е важно овој процес да биде бавен. Високите нивоа на протеини/азот може да резултираат со брзо разградување на постелката и нејзино загревање, создавајќи непријатни или фатални услови. Потребна е висока содржина на јаглерод бидејќи дождовните црви и микробите во мешавините од добиточна храна го активираат микробното дишење и разградувањето на органскиот

отпад, а со тоа се зголемува загубата на органски јаглерод за време на процесот на вермикомпостирање [22]. Различни материјали за постелка според апсорпцијата, потенцијалот на волумен и C:N се наведени во Табела 2.

**Легло за вермикултура:** Леглото за вермикултура може да се подготви со ставање на првиот слој пилевина, весник, слама, отпад од кокосов орех, ѓубре од шеќерна трска итн. на дното на кадата/контејнерот. Весникот е еден од материјалите за постелка со висока апсорпција, додека за струготини нивото на апсорпција е слабо до средно. Вториот слој од навлажнет ситен песок со дебелина од 3 cm треба да се нанесе над леглото за култура, а потоа слој од градинарска почва (3 cm). Подот на единицата треба да се набие за да се спречи миграцијата на дождовните црви во почвата.

### 3.3. Дождовен црв

Дождовниот црв е еден од главните видови и клучен компонент на тропските и субтропските екосистеми. Тој помага во агрегирањето на почвата, рециклирањето на хранливи материи, разложувањето на листовите и др. Дождовниот црв го подобрува почвеното опкружување со производството на измет, пелети и галерии. Секрецијата на слуз од цревата на Дождовниот црв го подобрува микробниот активитет. Дождовните црви се копнени безвременски животни, составени од повеќе од 3200 видови, групирани во три категории според нивното однесување во природната средина: анецични, ендегеични и епигеични [21, 23] (Слика 6).



Слика 6. Класификација на црвите [24]



Епигеичните видови се корисни за управување со биосолидни отпадоци, бидејќи овие црви можат значително да го забрзаат процесот на компостирање и да произведат подобар вермикомпост во споредба со оние подготвени преку традиционалните методи [25].

Два тропски видови, африканскиот ноќен црв, *Eudrilus eugeniae* (Кинберг) (Слика 7а) и ориенталниот земјен црв, *Perionyx excavatus* (Перие) и два умерени, црвениот земјен црв, *Eisenia andrei* (Буш), тигрестиот земјен црв, *Eisenia fetida* (Савини) (Слика 7б), и *Lumbricus rubellus*, се широко користени во вермикомпостирањето [26, 27].

Повеќето објекти за вермикомпостирање и студии користат црвите: *E. andrei* и *E. fetida* поради нивниот висок степен на потрошувачка, варење и асимилација на органски материи, толеранција на широк спектар на еколошки фактори, краткиот животен циклус, високиот репродуктивен степен, издржливоста и отпорноста за време на процесот [28]. *Eisenia fetida* се користи низ целиот свет за оваа цел бидејќи е присутна во сите средини, може да толерира широк спектар на температури и може да живее во отпадоци со добра влажност [29, 30]. *Eudrilus eugeniae* и *Perionyx excavatus* се други вообичаени користени црви. *Eudrilus eugeniae* е голем по големина, брзо расте, но има слаба толеранција на температура, па затоа може да се користи соодветно во области со помалку флукуации на температурата (тропски области).



Слика 7. Црви, а) *Eudrilus eugeniae*, б) *Eisenia fetida*

Дождовните црви најдобро растат на лесно метаболизирана органска материја и неасимилирани јаглехидрати, кои исто така ја поддржуваат нивната репродукција. Постои

позитивна корелација помеѓу содржината на волатилни чврсти супстанции во отпадот и растот и репродукцијата. Растот на Дождовните црви се забавува кога соодносот C и температурата се високи. Добивката на биомаса во *E. fetida* е утврдена како зависна од густината на популацијата и типот на храна за време на вермикомпостирањето [31, 32]. Научните студии откриле дека еден земјен црв може да добива биомаса со повисока стапка од оние одгледувани во групи. Некои студии известија за намалување на биомасата на црвите во некои случаи, во црви кои постојано се снабдуваат со храна [33, 34]. Така, физико-хемиските или хранливите својства на отпадот можат да бидат поврзани со температурата, рН и влажноста, како и со растот на Дождовниот црв. Взаемодејството помеѓу пријатноста на овие физико-хемиски органски отпадоци и хранливата моќ на Дождовниот црв е директно поврзано со интеракцијата на овие параметри и соодветно влијае на растот и репродукцијата на Дождовниот црв.

Дождовните црви го промовираат растот на "корисни аеробни бактерии за разложување" во органските отпадни материјали и исто така делуваат како мелачи, дробители, хемиски разградители и биолошки стимулатори на отпадните материјали [35]. Дождовниот црв е дом за милиони микроорганизми за разложување (биодеградација), хидролитички ензими и хормони, кои помагаат во брзото разложување на комплексната органска материја во вермикомпост во релативно краток период од еден до два месеца, во споредба со традиционалниот метод на компостирање, кој трае околу пет месеци. Механизмот на вермикомпостирање од страна на Дождовните црви се случува во следниве чекори: Органската материја која ја конзумира црвот се омекнува со плунка во устата на црвот. Храната во хранопроводникот дополнително се омекнува и неутрализира со калциум, а физичкото разградување во мускулниот стомак резултира со честички  $< 2 \mu$  во големина, со што се обезбедува зголемена површина за микробно процесирање. Конечно, овој смелен материјал е изложен на различни ензими што се секретирани во луменот од стомакот и малиот црево, како што се протеаза, амилаза, липаза, целулаза и хитиназа [20, 35, 36].

### 3.3.1. Физиологија и услови за живот на дождовните црви

Телото на Дождовниот црв е речиси цилиндрично, но може да има крајна попречна површина со четириаголна, осмоаголна или трапезоидна форма, а кај некои видови може да биде и рамно. Должината на телото варира од 15 мм до 300 мм, а неговиот дијаметар варира од 1 до 10 мм. Надворешните бразди на телото на црвот, наречени жлебови, ја означуваат местоположбата на внатрешните завеси, септи. Овие завеси го делат телото на

серија слични делови кои се нарекуваат сомити или метамери. Надворешните секундарни бразди, наречени анули, често формираат три прстени. Секундарните бразди се виртуелна поделба и не постојат во внатрешната анатомија на телото. Првиот сегмент на телото, перистомииум, ја опкружува устата и на дорзалната површина има лобус кој се нарекува простомииум. Врската помеѓу устата и простомииумот кај Дождовниот црв варира во зависност од видот и се користи за нивна класификација. Дождовните црви се андрогини и имаат и машки и женски репродуктивен систем, кој е главно ограничен на предните делови на телото. Дождовните црви имаат едноставен дигестивен систем. Дождовните црви јадат речиси сè, како што се корења од растенија, лисја и семиња, микроскопски организми како што се протозои, ларви, ротатори, бактерии, габи и поголеми животни, особено говеда, измет. Храната се внесува заедно со почвата и поминува низ дигестивниот канал на Дождовниот црв. Дождовните црви постојано или полу-постојано положуваат јајца најчесто во текот на целата година. Јајцата на црвите се ставаат во кокон. Формата на коконот е различна во зависност од видот на црвот. Во влажни услови и на температура од 16 до 27 °C, за 14 до 20 дена се изведуваат мали црви. Природниот животен век на многу Дождовни црви е краток, но некои видови, ако се заштитени од природни опасности, живеат повеќе од 1,5 години. Активноста, метаболизмот, растот и репродукцијата на црвите се силно под влијание на температурата. Температурата и влажноста обично имаат обратен однос. Високите температури и сувата средина се поголеми ограничувања за црвите отколку ниските температури и водно заситените средини. Поставувањето на коконите и изведувањето од јајцата кај Дождовните црви исто така се под влијание на температурата. На пример, поставувањето кокони кај *Eisenia fetida* се зголемува линеарно со зголемување на температурата од 10 до 25°C, иако бројот на црви по кокон на 25°C е помал од оној на 20°C. Периодот на отварање на коконите исто така зависи од температурата. Растот на новите црви од јајцата до зрелост на 18°C се достигнува за 9,5 недели, а на 28°C само за 6,5 недели. Црвите се чувствителни на концентрацијата на водородни јони, која се изразува како pH. Според чувствителноста на pH, во некои текстови тие се поделени во три категории: отпорни на киселост на почвата, чувствителни на киселост на почвата и разновидни што можат да живеат во широк опсег на pH. Сепак, многу истражувачи изразиле дека повеќето видови на Дождовни црви претпочитаат да живеат во неутрална pH средина. *Eisenia fetida* претпочита да живее во почви со pH помеѓу 6,5 и 7,5. Улогата на органскиот јаглерод и неорганскиот азот за синтеза на клетки, раст и метаболизам е клучна кај сите организми. Правилниот сооднос на јаглерод кон азот е неопходен за оптимален раст на Дождовните црви [17, 37].

