



**ВОДИЧ ЗА  
НАСТАВНИЦИ И  
ОБУЧУВАЧИ  
ВЕРМИКОПОСТИРАЊЕ**

**2024**



# ВОДИЧ ЗА НАСТАВНИЦИ И ОБУЧУВАЧИ

## ВЕРМИКОПОСТИРАЊЕ

Име на проектот: Вермикомпостинг: Иднината на одржливото земјоделство и управување со органскиот отпад во Европа

Акроним на проектот: PowerWorms

Број на проектот: 2021-1-TR01-KA220-VET-000030021

Овој документ е составен дел од проектот Powerworms.

*Поддршката на Европската комисија за изработката на оваа публикација не претставува одобрување на содржината, која ги одразува само гледиштата на авторите и Комисијата не може да биде одговорна за каква било употреба на информациите содржани во неа.*

## Автори

Име и презиме	Организација	Земја
Abdullah Erdoğan	Apricot Research Institute	Турција
Aikaterini Sotiropoulou	INNOPOLIS	Грција
Александра Николова	ФАЦЕ	С. Македонија
Asuman Yanardağ, PhD	Malatya Turgut Özal University	Турција
Athanasios Krikis	INNOTOMIA	Грција
Chemi Jose Pena	WWOOF	Шпанија
Duygu Özelçi, PhD	Apricot Research Institute	Турција
Ekrem Akbulut, PhD	Malatya Turgut Özal University	Турција
Enez Demirci, MSc	NaturaInnova Co.	Турција
Fatih Demirci	NaturaInnova Co.	Турција
Gülçin Beker Akbulut, PhD	Malatya Turgut Özal University	Турција
Љупчо Тошев	ФАЦЕ	С. Македонија
İbrahim Yanardağ, PhD	Malatya Turgut Özal University	Турција
Mehmet Altunbaş	ILA	Холандија
Nikolaos Krikis	INNOTOMIA	Грција
Sefer Demirci	ILA	Холандија
Sofia Pena Silva	WWOOF	Шпанија

## СОДРЖИНА

Курс за вермикомпостирање: Резултати од учењето	1
Вовед во вермикомпостирање	2
1. Основи на вермикомпостирање: термини и техники	4
2. Видови и методи на вермикомпостирање	13
3. Материјали за вермикомпост: супстрати, легла и дождовни црви	21
4. Управување со процесот на вермикомпостирање	30
5. Методи на берба и користење	37
6. Улогата на вермикомпостот кај штетниците и болестите	42
7. Инфраструктура и ефикасно управување со времето	47
8. Воспоставување ефикасен систем за собирање органски отпад	51
9. Економски придобивки и бенефиции	57
10. Решенија од информатичката и комуникациска технологија	64
11. Практична имплементација на мали фарми	66
12. Информации поврзани со пазарот	69
13. Зајакнување на соработката со образовните институции	74
14. Развивање инвестициски планови за вермикомпостирање	75
15. Разбирање на политиките и иницијативите кои го поддржуваат вермикомпостирањето	79
15.1. Турција	80
15.2. Регулативи за компостирање во САД и Европа	83
15.3. Грција	89
15.4. Холандија	93
15.5. Северна Македонија	95
15.6. Шпанија	97
16. Исхрана на растенијата	99

## Листа на табели

1.	Општо резиме на сериско вермикомпостирање, реактори за храна со континуиран супстрат и/или дождовни црви и системи со композитни рамки за континуирано хранење на подлогата	15
2.	Список на некои од најчесто користените материјали за постелка од дождовни црви	25
3.	Хемиски својства на вермикомпостот	41
4.	Растителни болести и штетници потиснати со употреба на вермикомпост	44
5.	Растителни болести и штетници потиснати со употреба на чај од вермикомпост	46
6.	Ефект на вермикомпостот врз физичко-хемиските својства на почвата на различни култури	61
7.	Споредба помеѓу ефектот на вермикомпостот и конвенционалниот компост врз различната содржина на хранливи материи во производството на <i>Amaranthus viridis</i>	61
8.	Инвестициски буџет за мал капацитет за вермикомпостирање	77
9.	Машини и опрема потребни за производство на компост од црви во систем со континуиран проток	77
10.	Инвестициски трошок	78
11.	Споредба на граничните вредности на тешки метали во почвата	81
12.	Спецификации за цврст и течен вермикомпост	82
13.	Компост организации во Европа и Америка	85
14.	Ограничувања за тешки метали во европските земји и Америка, mg/kg	86
15.	Време на одржување на потребната температура на хигиенски компост што треба да се користи при биолошки процес во некои европски земји и Америка	86
16.	Гранични вредности на состојките за компост - стандард на ЕУ	87
17.	Австрија - Ö-NORM 2200 стандардни граници на компост	88

## Листа на слики

1.	pH скала	5
2.	Вермикомпост - двојни мали легла	16
3.	Вермикомпост – големо легло	17
4.	Методи за вермикомпостирање	18
5.	Апликација на методот Корпа	20
6.	Класификација на дождовни црви	26
7.	Дождовни црви	27
8.	Основни чекори во управувањето со производството на вермикомпост	31
9.	Начини за управување со цврст отпад	53
10.	Центар за собирање отпад во градот Бурнаби	55
11.	Примени на улични размери во собирањето органски отпад	56
12.	Собирање органски отпад и логистика за компостирање во градски размери	56
13.	Реактори за компост од различни размери (дом, улица, центар за собирање отпад)	56

# ВЕРМИКОМПОСТИРАЊЕ

## Што ќе научите

Ќе научите како да произведувате и користите вермикомпост за да ги добиете хранливите материи потребни за земјоделските производи. Водичот е подготвен да придонесе за развој на вашите технички знаења и вештини за вермикомпостирање.

## Клучни достигнувања

- Го објаснува вермикомпостирањето и неговото значење за одржлива животна средина.
- Ги објаснува термините и терминологијата поврзани со производството на вермикомпост.
- Ги споредува методите на производство на вермикомпост.
- Ги класифицира споредбено предностите и недостатоците на методите за производство на вермикомпост.
- Ја објаснува улогата на дождовните црви во производството на вермикомпост.
- Ја објаснува важноста на типот на подлогата за виталните функции на дождовните црви.
- Го анализира придонесот на типот на подлогата во составот на финалниот производ, вермикомпост.
- Ги илустрира клучните параметри во дизајнот на животната средина (легла) на дождовните црви.
- Ги планира основните процеси на производство на вермикомпост.
- Ги класифицира абиотските и биотските параметри кои влијаат на производството на вермикомпост.
- Објаснува како да се збира вермикомпостот.
- Ја објаснува важноста на вермикомпостот за растенијата и почвата.
- Ги објаснува економските придобивки од вермикомпостирањето.
- Ги дизајнира барањата за капацитетот за производство на вермикомпост.
- Ја објаснува моменталната состојба на пазарот во производството на вермикомпост како комерцијална дејност.
- Ги споредува законските прописи и стимулации за производство на вермикомпост во различни земји.
- Ги објаснува функциите, предностите и недостатоците на хранливите состојки на растенијата.

## Водичот вклучува;

- Вкупно 15 видео лекции,
- Вкупно 16 лекции,
- Едукативни материјали што може да се преземат,
- Сертификат

## ВОВЕД ВО ВЕРМИКОПОСТИРАЊЕ

Зголемената урбанизација, индустријализацијата и економскиот раст доведуваат до производство на големи количини цврст отпад ширум светот. Управувањето со овој цврст отпад стана еколошки и технички проблем. Одржливите практики за управување со цврст отпад се неопходни за одржување на животната средина здрава и чиста [1]. Ситуацијата со создавање цврст отпад се влошува речиси насекаде во светот. Студиите покажуваат дека до 2025 година, 1,8 милиони тони цврст отпад дневно ќе се генерираат само во регионот на Азија Пацифик [2]. Според различни студии, во земјите во развој се создава просечно 0,77 кг цврст отпад по лице дневно. Се проценува дека производството на цврст отпад во светот ќе се зголеми на 3 милијарди тони до 2025 година [3, 4].

Недостигот на соодветна технологија за економско рециклирање на цврстиот отпад во земјите во развој резултираше со големи количества цврст отпад што претставуваат значителни технички, економски и еколошки проблеми. Иако постојат многу стратегии за управување со цврстиот отпад, вклучувајќи минимизирање на отпадот, рециклирање на изворот, отпад до енергија, согорување и компостирање, познато е дека некои од овие методи за третман и отстранување може да предизвикаат сериозни еколошки проблеми. Постојат бројни научни студии кои покажуваат дека отпадот одложен на депонии или отворени депонии предизвикува контаминација на подземните води поради истекување на органски и неоргански соединенија во отпадот [5-7]. Процесите на депонирање и согорување не се претпочитаат многу со оглед на нивните негативни влијанија врз животната средина и малиот економски придонес. Отпадната тиња од пречистителните станици што се користат како ѓубриво може да предизвика токсичност на почвата, растенијата и почвените микроорганизми кога се нанесува директно на земјоделските површини поради високата содржина на азот (N) и фосфор (P).

Имајќи ги предвид сите овие неповолни услови, вермикомпостирањето, кое овозможува претворање на цврстиот отпад во ѓубриво богато со органско, се издвојува како еколошки здрава и применлива технологија. Вермикомпостирањето е технологија за управување со отпад која вклучува распаѓање на органските компоненти на цврстиот отпад на еколошки начин до ниво каде што тие можат лесно да се складираат, обработуваат и примени на земјоделските полиња без никакво негативно влијание [1, 5, 8]. Вермикомпостирањето е производ на колективната работа на микроорганизмите и дождовните црви под еколошки контролирани услови. Накратко, тоа е биотехнолошки процес во кој органскиот отпад се претвора во вермикомпост богат со хранливи материи со помош на дождовни црви. Микроорганизмите присутни во системот се одговорни за биохемиското разложување на



органиката материја, додека дождовните црви се вклучени во подобрувањето на подлогата, а исто така и во менувањето на биолошката активност. Ова е многу евтина технологија за третман на органски отпад со помош на дождовни црви.

Компостирањето е едно од изводливите средства за претворање на биоразградливиот цврст отпад во корисни органски измени на почвата за поддршка на еколошкиот систем за земјоделско производство. Многу корисни организми и микроорганизми дејствуваат како хемиски разградувач во процесот на формирање на стабилни органски крајни производи (компост) за време на компостирањето. Меѓу нив, разградувачите како дождовните црви играат значајна улога во стимулирањето на процесот на компостирање, ја зголемуваат хранливата вредност додека го прицврстуваат процесот на стабилно органско формирање на краен производ. Овој процес на вклучување на дождовните црви во подготовката на збогатен компост се нарекува вермикомпостирање. Тоа е еден од наједноставните методи за рециклирање на земјоделскиот отпад и за производство на квалитетен компост. Дождовниот црв физички делува како аератор, дробилка и мешалка, хемиски деградатор и биолошки стимулатор во процесот на распаѓање. Дождовните црви консумираат биомаса (органиска материја во распаѓање) и ја излучуваат во сварена форма наречена глисти или губриво од црви. Ливчињата со црви популарно се нарекуваат црно злато. Тие се богати со есенцијални растителни хранливи материји, супстанции кои го поттикнуваат растот на растенијата, корисна микрофлора на почвата и имаат својства да ги инхибираат патогените микроби. Како резултат на тоа, органските крајни производи произведени со употреба на дождовни црви, односно вермикомпост, исто така ги наследуваат повеќето корисни својства (за здравјето на почвата и продуктивноста на земјоделските култури) на црното злато. Вермикомпостот делува како органски додаток на почвата - го подобрува тридимензионалното здравје на почвата (физички, хемиски и биолошки својства). При примена на вермикомпост, тој го подобрува квалитетот на почвата со подобрување на нејзините физичко-хемиски и биолошки својства. Подземните јами на дождовниот црв ги модифицираат хидротермалните и аерационите режими на почвата со тоа што ја прават почвата попорозна на тој начин, овозможувајќи слободно движење на воздухот, инфилтрација на вода во подлабоките слоеви на почвата за подобро полнење на влагата од профилот и процеси на апсорпција на водата од коренот. Вермикомпостот станува популарен како една од главните компоненти на системот за органско земјоделство поради неговата висока хранлива вредност, како и важна органска измена на почвата [9].

# ЛЕКЦИЈА 1

## 1. ОСНОВИ НА ВЕРМИКОМПОСТИРАЊЕ: ТЕРМИНИ И ТЕХНИКИ

### Резултати од учењето

- Учесниците ги знаат термините и изразите кои вообичаено се користат во производството на вермикомпост.
- Учесниците го објаснуваат терминот на компост.
- Учесниците ги препознаваат типовите на дождовни црви кои најчесто се користат во производството на вермикомпост.
- Учесниците го објаснуваат терминот на легло.
- Учесниците ги поврзуваат условите за легла, куп, корпа и јама со производство на вермикомпост.
- Учесниците ги објаснуваат поимите анаеробни и аеробни.
- Учесниците ја знаат функцијата на корпата Бокаши.
- Учесниците ја објаснуваат важноста на  $\text{CaCO}_3$  за производство на вермикомпост.
- Учесниците знаат клителум, сегмент и кожурец.
- Учесниците ја објаснуваат разликата помеѓу компостот и вермикомпостот.
- Учесниците го објаснуваат поимот микроорганизми.
- Учесниците ја објаснуваат функцијата на протеинот како супстрат во производството на вермикомпост.
- Учесниците го објаснуваат терминот вермикаст, чај од црви, исцедоци од црви.

### Инструкции за обучувачот

Обучувачот им ги објаснува на учесниците термините кои вообичаено се користат во вермикомпостирањето со помош на Дополнителен материјал 1 (SM-1). Презентацијата е дизајнирана така за да ја прикаже прво сликата на производството на вермикомпост, а потоа терминот поврзан со сликата.

- Обучувачот ја отвора презентацијата.
- Обучувачот прво ја покажува сликата која е на ред.
- Обучувачот бара од слушателите да дадат свое мислење за сликата што ја гледаат.
- Обучувачот очекува од учесниците да ја објаснат сликата.
- Обучувачот им го покажува терминот на сликата и го објаснува поимот.
- Обучувачот ја повторува оваа вежба за сите термини.
- Обучувачот повторно се навраќа на презентацијата на првата слика и чека специјализантите да ја направат точната идентификација.

**Основни потреби:** Компјутер, проектор

## 1. ОСНОВИ НА ВЕРМИКОПОСТИРАЊЕ: ТЕРМИНИ И ТЕХНИКИ

**Киселина:** Течност која има кисел вкус и донекаде остар мирис. Киселините помагаат во растворање на камењата и разградување на храната. Тоа е нормален производ на распаѓање. Црвените црви најдобро се чувствуваат во малку кисела почва (pH помала од 7). Под pH 5 може да биде токсичен. Додавањето на прашкасти лушпи од јајца и/или вар помага да се неутрализираат киселините во корпата за црви (Слика 1).



Слика 1. pH скала [10]

**Агрегација:** кластерирање, кога честичките од почвата формираат гранули кои помагаат во аерација и/или пенетрација на вода.

**Аерација:** Изложеност на воздух што овозможува размена на гасови.

**Аеробик:** се однесува на присуството на слободен кислород. Организми кои користат кислород за извршување на животните функции.

**Воздух:** Мешавина на атмосферски гасови, вклучувајќи азот, кислород, јаглерод диоксид и други гасови во помали количини.

**Албумин:** протеин во кожурците што служи како извор на храна за ембрионските црви. Се наоѓа во белките од јајца.

**Анаеробни:** кои се однесуваат на отсуство на слободен кислород. Организми кои можат да растат без присуство на кислород.

**Животно:** живо суштество способно да ја почувствува својата околина и да се движи. Животните живеат јадејќи ги телата на други организми, без разлика дали се растителни или животински.

**Анелиди:** Термин за припадник на видот Phylum Annelida, прстенести црви.

**Антериор:** Кон предниот дел.

**Акватичен:** Живее во или на вода.

**Арктички:** Се однесува на регионот околу Северниот пол.

**Бактерии:** Множина за бактерија, едноклеточен организам кој може да се види само со микроскоп. Бактериите може да бидат во форма на сфери, прачки или спирално завиткани. Некои бактерии предизвикуваат распаѓање; други може да предизвикаат болести. Повеќето бактерии се корисни бидејќи помагаат во рециклирање на хранливите материи.

**Бариера:** Географска зона како што е океан, пустина или глечер кој би го спречил миграцијата на дождовниот црв. Барриерата може да биде различна за други видови животни.

**Постелка:** Средина што задржува влага и обезбедува соодветна околина за црвите. Постелката за црви обично е базирана на целулоза, како што се весници, брановидни картони, листов компост или компост.

**Биоразградливо:** Способно да се разгради на посложени делови од живите организми.

**Биолог:** Научник кој ги проучува живите суштества.

**Биолошка контрола:** Управување со штетници во разумни граници преку поттикнување на природните односи предатор/плен и избегнување на употреба на токсични хемикалии.

**Крв:** Течна средина која циркулира во телата на многу животни. Крвта носи храна и кислород до ткивата и ги носи отпадните продукти, вклучувајќи го и јаглеродниот диоксид, подалеку од ткивата. Дождовните црви и луѓето имаат црвена крв базирана на хемоглобин за транспорт на кислород.

**Дишење:** Извршување активности за овозможување размена на гасови. Луѓето и копнените 'рбетници го прават ова со проширување на кавитетот на белите дробови за да вдишат воздух и со намалување за да го испуштат. Црвите ја извршуваат размената на гасови преку нивната влажна кожа, но всушност не дишат.

**Размножувачи:** Полово зрели црви идентификувани по клителум.

**Четинки:** Мали крути структури (прстени) на повеќето сегменти на дождовните црви кои служат како кочници за време на движење. Познати како setae, нивните шеми се главна разликувачка карактеристика на дождовните црви.

**Јаглероден диоксид:** Гас кој се произведува од живите организми додека го користат храната за да обезбедат енергија. Исто така се произведува при согорувањето на фосилни горива.

**Исцедоци:** Видете измет од црви.

**Чај од исцедок:** Раствор кој содржи хранливи материи што се раствораат во вода во присуство на измет од црви.

**Целулоза:** Инертно соединение кое содржи јаглерод, водород и кислород; компонент на постелката за црвите. Целулозата се наоѓа во дрво, памук, коноп и влакна од хартија.

**Класифицирање:** Да се организираат материјали, организми или информации врз основа на дефиниран сет карактеристики.

**Клима:** Преовладувачки или просечни временски услови на некое место во текот на повеќе години.

**Клителум:** Подуен регион кој содржи жлезди клетки што лачат материјали за кокони. Понекогаш се нарекува појас или лента и е присутен кај полово зрели црви.

**Кокон:** Структура формирана од клителумот која ги штити ембрионалните црви додека не се изведат.

**Ладнокрвен:** Има крв која варира по температура и се приближува до температурата на околниот воздух, копно или вода. Рибите, влекачите и црвите се ладнокрвни животни.

**Компост:** Биолошко намалување на органскиот отпад до хумус. Се користи за да се однесува и на процесот и на крајниот производ. Лисјата, ѓубривото и остатоците од градината се компостираат (глагол) за да се добие компост (именка), кој ја подобрува текстурата и плодноста на почвата кога се користи во градини.

**Потрошувач:** Организам кој се храни со други растенија или животни.

**Контракција:** Акција на мускулот кога се собира или станува пократок.

**Култура:** Да се одгледуваат организми под дефинирани услови. Исто така, производот на таквата активност, како бактериска култура. Вермикултурата е одгледување на црви во култура.

**Циста:** Кеса, обично сферична, која го опкружува животното во заспана состојба.

**ДДТ:** Токсичен пестицид кој се покажал дека се акумулира во ланецот на исхрана и предизвикува смрт на животни кои биле само индиректно изложени.

**Декомпозира:** Да се распадне, изгние; да се разложи на помали честички.

**Декомпозитор:** Организам кој ги разградува клетките на мртви растенија и животни во поедноставни супстанции.

**Декомпозиција:** Процес на разградување на сложени материјали во поедноставни супстанции. Крајните продукти на биолошката декомпозиција се јаглероден диоксид и вода.

**Систем за варење:** Долга цевка во која храната се разградува во форми кои животното може да ги искористи. Почнува од устата и завршува на анусот.

**Дисекција:** Да се отвори со сечење за да се испитаат и идентификуваат внатрешните структури.

**Растворање:** Да влезе во раствор.

**Дорзал:** црв. Горната обвивка на дождовниот

**Дождовен црв:** Сегментиран црв од групата анелиди, кој опфаќа околу 3500 видови.

Повеќето дождовни црви се терестријални, што значи дека живеат во земјата.

Дождовните црви имаат четинки, познати како сетеи, кои им помагаат да копаат во почвата. Тие помагаат да се аерира и обогати почвата.

**Екологија:** Наука за меѓусебните односи помеѓу живите суштества и нивната околина.

**Јајце:** Женска полова клетка која е способна да се развие во организам кога ќе биде оплодена од сперма.

**Јајцева обвивка:** Видете кокон.

***Eisenia fetida*:** Научно име за една од неколкуте видови на црв што се користи за вермикомпостирање (калифорниски црви). Боите варираат од виолетова, црвена, темно црвена до кафеаво-црвена, често со наизменични жолти прстени помеѓу сегментите. Се наоѓа во ѓубриво, компостни купови и распаѓачка вегетација каде што нивото на влага е високо. Често се одгледува на фарми за дождовни црви.

**Животна средина:** Околина, хабитат.

**Излачување:** Да се одвои и да се испушти отпад.

**Експеримент:** Спроведување на истражување преку манипулирање со променливи за да се одговорот специфични прашања, изразени како хипотези.

**Фецес:** Отпад испуштен од цревата преку анусот. Ѓубриво. Измет од црви.

**Ѓубрење:** Да се обезбедат хранливи материи за растенијата или да се оплоди јајце клетка.

**Ланец на исхрана:** Секвенца дефинирана според тоа кој кого јаде, почнувајќи со производител (зелено растение).

**Мрежа на исхрана:** Секвенца дефинирана според тоа кој кого јаде, почнувајќи со производители и преминувајќи низ различни нивоа на потрошувачи, вклучувајќи декомпозитори и предатори. Многу организми може да бидат на повеќе од едно ниво на потрошувачи, зависно од тоа дали јадат растение, микроорганизам што консумирал растение, или животно што го изело микроорганизмот кој го јадел растението. Мрежата на исхрана опишува покомплексни врски и односи од ланецот на исхрана.

**Габи:** Група на организми кои се размножуваат со спори. Во оваа група спаѓаат печурки, плескавици, мувли и мугри.

**Габа:** Множина на габа е габи.

**Род:** Категорија на класификација која ги групира организмите со слични карактеристики. Овие се попошироки од карактеристиките на видовите.

**Срце:** Мускулно задебелување во крвните садови чии вентили го контролираат правецот на проток на крвта. Дождовните црви имаат неколку (обично 5 пара) од овие крвни садови кои ги поврзуваат дорзалните и вентралните крвни садови.

**Тежок метал:** Густ метал, како што се кадмиум, олово, бакар и цинк, кој може да биде токсичен во мали концентрации. Треба да се избегнува натрупување на тешки метали во градинската почва.

**Хемоглобин:** Соединение што содржи железо во крвта и е одговорно за нејзиниот капацитет за носење на кислород.

**Хумус:** Комплексен, многу стабилен материјал кој се формира при распаѓање на органска материја.

**Имиграција:** Да се пресели во регион.

**Иницирање:** Да се обезбеди почетен сет организми за нова култура.

**Ларва:** Рана форма на било кое животно кое се менува структурно пред да стане возрасно. Гасеницата е ларва на инсект кој станува молец или пеперутка како возрасен.

**Испирање:** Да се пропушти вода низ медиум, предизвикувајќи растворливи материјали да се растопат и да се исцедат.

**Листен распад:** Лисја во напредна фаза на распаѓање.

**Калциумов оксид:** Соединение на калциум кое помага во намалување на киселоста во кутиите за црви. Користете калциум карбонат, мелен варовник, луспи од јајца или школки од остриги. Избегнувајте каустична, гасена и хидрирана вар.

**Отпад (листов):** Органски материјал на шумското тло кој содржи лисја, гранчиња, распаднати растенија и поврзани организми.

**Lumbricidae:** Име на семејството на кое му припаѓаат неколку видови на црвени дождовни црви и ноќници.

**Lumbricus rubellus:** Научно име за вид на црвен дождовен црв. Боја е црвено-кафеава или црвено-виолетова, иридесцентна дорзално и бледо жолта вентрално. Се наоѓа во различни живеалишта, вклучувајќи под отпад, на бреговите на реки, под трупци, во дрвен тресет, на места богати со хумус и под измет на пасишта. Се одгледува во култура од страна на одгледувачи на црви.

**Lumbricus terrestris:** Научно име за голем црв што живее во тунели. Исто така познат како ноќник, канадски ноќник или дождовен црв.

**Макроорганизам:** Организам доволно голем за да се види со голо око.

**Мембрана:** Ткивна бариера способна да спречи влез на одредени супстанции и да дозволи влез на други.

**Микроорганизам:** Организам кој бара зголемување за да се набљудува.

**Микроскоп за дисекција:** Инструмент кој дозволува зголемување на организми кои се премали за да се гледаат јасно со голо око, но премногу големи за светлосен микроскоп.

**Минерал:** Природно настаната супстанција која се наоѓа во земјата и која не е ниту животно ниту растение. Минералите имаат различни својства како боја, тврдост или текстура.

**Минерална почва:** Почва која главно содржи минерален материјал и има малку органски материјал. Нејзината густина е поголема од органската почва.

**Мувла:** Каdifеста или влакнеста раст на површината на органска материја, предизвикана од габи, особено во присуство на влага или распаѓање.

**Молекула:** Најмала честичка на елемент или соединение која може да постои самостојно. Два атоми на кислород прават молекула на кислород. Два атоми на кислород и еден атом на јаглерод прават молекула на јаглероден диоксид.

**Слуз:** Водена секреција, често густа и лизгава, произведена од жлезди клетки. Една од функциите е да ги одржува мембраните влажни.



**Нематоди:** Мали (обично микроскопски) округли црви со слободни и паразитски форми. Не сите нематоди се штетници.

**Азот:** Безмирисен, безбоен, безвкусен гас кој сочинува скоро четири петтини од атмосферата на Земјата. Кога ќе се комбинира со кислород преку дејството на нитроген-фиксирачките бактерии, може да се инкорпорира во живо ткиво како главен дел од протеинот.

**Ноктурнален:** Она што се појавува ноќе.

**Негување:** Да се поттикне или одржува растот.

**Олигохети:** Име на класата на анелиди на која и припаѓаат дождовните црви, карактеризирани со поседување *setae*.

**Оптимално:** Најповолни услови, како за раст така и за репродукција.

**Органско:** Поврзано со или добиено од живи организми.

**Органска материја:** Материјал кој потекнува од нешто што некогаш било живо.

**Организам:** Секое поединечно живо суштество.

**Кислород:** Гасовит елемент во атмосферата на земјата кој е неопходен за животот каков што го знаеме.

**Штетник:** Организам кој некој сака да го отстрани.

**Пестицид:** Хемикалија, синтетичка или природна, која убива штетници.

**pH:** Израз за степенот на киселост и алкалност базиран на концентрацијата на водородни јони. pH скалата се движи од 0 до 14, со pH од 7 како неутрална вредност, под 7 е кисело, над 7 е алкално.

**Задно:** Кон задниот дел, назад или кон опашката.

**Протеин:** Комплексна молекула која содржи јаглерод, водород, кислород и азот, главен составен дел на месото. Црвите се околу 60% протеин.

**Протозоа:** Множина на протозоан, едноклеточен организам кој припаѓа на животинското царство. Повеќето протозои живеат во вода и може да се видат само со микроскоп. Некои се движат со мали влакненца наречени цилии, други со камшичен опаш наречен флагелум, а некои со лажни нозе наречени псевдоподи како што имаат амебите.

**Црвени црви:** Заедничко име за *Eisenia fetida* и *Lumbricus rubellus*. *Eisenia fetida* е чест црв што се користи за вермикомпостирање, иако во некои делови од Северна Америка, *Lumbricus rubellus* е почест.

**Дишење:** Размена на кислород и јаглерод диоксид за одржување на телесните процеси.

**Секреција:** Ослободување на супстанца која исполнува некоја функција во организмот.

**Сегменти:** Бројни делови во облик на диск на телото на дождовниот црв, разграничени предно и задно со мембрани. Луѓето ги идентификуваат видовите на дождовни црви преку броење на бројот на сегменти пред позицијата на структури како што се клителумот, јајниците или тестисите. Сегментацијата е карактеристика на сите анелиди.

**Вид:** Основна категорија на биолошка класификација, карактеризирана со поединци кои можат да се размножуваат меѓусебно.

**Скокачки инсект:** Мал, примитивен инсект со свиткана проекција на неговиот стомак што му овозможува да скока. Често се наоѓа во контејнерите за црви.

**Стрес:** Создавање на услови кои предизвикуваат непријатност кај организмот.

**Подпочва:** Минерална почва која се наоѓа под почвата што содржи хумус.

**Вентрал:** Термин за долната површина на дождовниот црв.

**Вермикомпост:** Мешавина од делумно распаднат органски отпад, подлога, фекалии од црви, кокони, црви и поврзани организми. Како глагол, значи да се изврши компостирање со црви.

**Вермикултура:** Одгледување на дождовни црви под контролирани услови.

**Вибрации:** Брзо, ритмично движење напред и назад. Дождовните црви се чувствителни на вибрации.

**Постелка за црви:** Средина, обично базирана на целулоза, во која се одгледуваат црви, како иситнети картонски кутии, весници или распаднати лисја.

**Контејнер за црви:** Сад дизајниран да го прифати вермикомпостинг системот.

**Фекалии од црви:** Неварен материјал, почва и бактерии кои се исфрлаат преку анусот. Ѓубриво од црви.

## 2. ВИДОВИ И МЕТОДИ НА ВЕРМИКОМПОСТИРАЊЕ

### Цели на учење

- Обучениот знае типови/алтернативи на методите зависни од обемот за производство на вермикомпост.
- Обучениот ги објаснува условите за batch/static систем (**системи на статични серии**).
- Обучениот ги објаснува условите за **систем со континуиран проток**.
- Обучениот ги знае предностите и недостатоците на **batch/static** системот и системот со континуиран проток.
- Обучениот ја анализира супериорноста на **batch/static** системот и системот со континуиран проток еден над друг.
- Обучениот ги прилагодува барањата за примена на методот на легло/куп.
- Обучениот ги прилагодува барањата за примена на методот на ров.
- Обучениот ги прилагодува барањата за примена на методот со канти.
- Обучениот ја анализира супериорноста на методите на легло, ров и канти еден над друг.
- Обучениот ги анализира методите на примена во однос на времето на производство.
- Обучениот го дизајнира процесот на производство на вермикомпост кој е соодветен за физичките услови, климатските својства и трошоците.

### Упатства за обучувачот

- Обучувачот пренесува технички информации за типовите и методите на производство на вермикомпост на обучените со наставен пристап преку презентација (техника на нарација).
- Обучувачот ги објаснува типовите на вермикомпост, имено **batch** систем и систем со континуиран проток, користејќи соодветни визуелни материјали.
- Обучувачот ги објаснува методите за производство на вермикомпост, имено методите на насип, ров и канти, користејќи соодветни визуелни материјали.

**Основни потреби:** Компјутер, проектор.

## **2. ВИДОВИ И МЕТОДИ НА ВЕРМИКОМПОСТИРАЊЕ**

### **2.1. Типови**

Типот на систем што ќе се користи во производството на вермикомпост се класифицира под две главни категории, зависно од тоа дали производството е на голем или мал обем, одгледување црви за продажба на вермикомпост, времето за жетва на ѓубривото, достапноста на материјали што ќе се користат како подлога, работната сила и потребите, како и од еколошките услови. Овие системи се batch/static системи (или системи на статични серии) и системи со континуиран проток (Табела 1).

#### **2.1.1. Batch-Static System - Систем на статична серија**

Batch системот следи процедура на примена каде сè (црви, храна и ѓубриво) се додава во садот/насипот одеднаш. Системот се покрива и се остава на мирување 30 дена. По истекот на тие денови, можете да ги соберете црвите, течниот ѓубриво (ако е водоотпорен) и вермикомпостот. Овој систем обезбедува ниски трошоци за материјали и оптимизација на просторот, бидејќи насипите може да се складираат вертикално ако се во кутии. Batch системот може да биде неповолен бидејќи е трудоинтензивен. Сите насипи треба да се менуваат секој месец, вклучително и собирањето на црвите од системот во друг насип. Системот обично се користи за добивање на течен ѓубриво во водоотпорни кутии (IBC контејнери) и за размножување на црвите. Меѓутоа, може да се произведе и малку вермикомпост [11].

#### **2.1.2. Системи со континуиран проток**

Системите со континуиран проток се еден од системите кои се користат за обработка на биомасен отпад за производство на вермикомпост. Системите со континуиран проток се карактеризираат со динамични оперативни услови. Тие резултираат со истовремен прилив на свеж отпад во реакторот и одлив на обработен отпад и вермикомпост од реакторот. Може да се дизајнираат со метален или пластичен материјал. Постојат два главни типа: реактори со континуирано додавање на подлога и реактори со континуирано додавање на црви и подлога.

Во системот со континуиран проток, храната постојано се додава на насипот, а црвите постојано се активни и се движат кон новата додадена храна. Ова може да бидат насипи на отворен воздух или подигнати легла на столбови, кои обезбедуваат воздух одозгора, а се нарекуваат „дно“ бидејќи жетвата се одвива од долниот дел. Суровината се додава од

„решетката“ на врвот по два месеца. Континуираниот процес овозможува континуирано жетвење. Трошоците за инвестиција генерално се повисоки отколку кај другите системи. Исто така, бидејќи храната и жетвата се континуирани, потребни се повеќе ресурси (храна) и работна сила.

**Табела 1.** Општ преглед на batch вермикомпостирање, реактори за континуирано додавање на подлога и/или црви и системи за композитна рамка за континуирано додавање на подлога [11].

	Ветрово вермикомпостирање или традиционално вермикомпостирање	Вермикомпостирање со континуирано додавање на подлога и црви	Систем со композитна рамка за континуирано додавање на подлога
<b>Предности</b>	Третира голема количина отпад	Истотака третира голема количина отпад	Третира голема количина отпад, но во конзистентно мали количини.
	–	Потребна е мала површина на земјиште кога се компостира во контејнер.	Потребна е многу мала површина на земјиште за негово функционирање.
	–	–	Неговото време на третирање на подлогата е кратко.
	–	Може да не биде под влијание на студот ако се изведува во дрвен контејнер.	Студеното време не влијае на системот бидејќи може да се инсталира внатре.
	Има ниски капитални потреби.	Потребен е низок капитал.	Трошоците за инсталација се релативно ниски.
	–	–	Вермокомпостот лесно се збира бидејќи црвите мигрираат од зрелиот вермокомпост во свежо додадената подлога во горниот оддел.
	–	–	Оперативните услови лесно можат да се одржуваат преку механичка аерација, наводнување за одржување на влажноста и регулирање на температурата.
<b>Недостатоци</b>	Потребна е голема површина на земјиште.	Може да е потребна голема површина на земјиште ако се користи методот на ветриште.	–
	Неговото функционирање е трудоинтензивно.	Неговото функционирање е исто така трудоинтензивно.	–
	Обработката на отпад е бавна.	Обработката на отпад е релативно бавна, но побрза од ветришното вермикомпостирање без редовно додавање на црви.	–
	Еколошките услови како студот го забавуваат процесот на третирање и го забрзуваат времето.	Студеното време исто така влијае на ефикасноста на процесот ако верми реакторот е направен од материјал кој не е дрвен контејнер.	–
	Има тенденција за губење на хранливи материи преку измивање.	Губењето на хранливи материи е неизбежно.	–
	Бербата на вермокомпостот е тешка бидејќи бара одделување на црвите.	Одделувањето на црвите го прави овој процес мачен.	–
	Може да развие анаеробиоза ако се покрие со пластични фолии	–	–
	Одржувањето на постојана оперативна состојба е тешко.	Тука е тешко исто така да се одржи униформна оперативна состојба.	–

## 2.2. Методи

Вермикомпостирањето може да се прави на неколку начини (систем со буриња, систем со рачки од зеленчук, база на дрво), но методите на легло, јама и контејнер се најпопуларни, од кои трите се главни методи. Првиот од нив е методот на легло. Во овој метод, органскиот материјал се

распоредува во форма на легло. Вториот метод е методот на јама. Како што сугерира името, се прават јами од цемент за собирање на органскиот материјал. Овој метод е помалку вообичаен бидејќи органскиот материјал не може да добие доволно воздух и водата може да се акумулира. Најчестиот метод за компостирање на мал обем е методот на компостирање во контејнери. Контејнерот може да биде изграден од неколку материјали, како што се дрвени/пластични/рециклирани контејнери како што се када и буриња. Овие методи се објаснети во детали подолу.

### 2.2.1. Метод на легло (Куп/Легло)

Компостирањето се изведува со конструирање на легло од органска смеса со димензии 2 x 0,6 x 0,6 м (~6 x 2 x 2 стапки) на природен или гол земја (Слика 2 и 3). Оваа техника е едноставна за одржување и користење.



Слика 2. Дупли мали легла за вермикомпост [13]

Методот на компостирање со легло за вермикомпост е метод на компостирање применет во отворени простори за разградување на органски отпад со користење на компостни црви (како *Eisenia fetida* или *Eisenia andrei*). Методот има некои предности и недостатоци:

#### Предности:

- **Природно компостирање:** Вермикомпост леглото направено во земјата се користи како природен дел од градинарската почва и извршува природен процес на компостирање. Ова овозможува добивање на природен и еколошки безбеден ѓубриво за вашите растенија.
- **Достапна цена:** Методот на вермикомпост легло е поекономичен од другите методи на компостирање. Не се потребни посебни уреди или затворени системи, а се користат природни материјали.

- **Лесна применливост:** Вермикомпост леглото направено на земја е практичен метод на компостирање и може лесно да се примени од сите. Не се потребни посебни вештини или знаење.
- **Употреба на органски отпад:** Органскиот отпад што се разградува во леглото станува вредно вермикомпост ѓубриво и ја зголемува продуктивноста на вашата градина.
- **Природни црви:** Во вермикомпост леглото направено во земјата, црвите живеат во својата природна средина и природно го разградуваат органскиот отпад. Природните видови на црви се преферирани во овој метод.



Слика 3. Големи легла за вермикомпост [14]

#### Недостатоци:

- **Зависност од времето:** Вермикомпост леглото на отворено може да биде под влијание на временските услови. Прекумерните врнежи или екстремната жега можат да влијаат на ефикасното работење на црвите.
- **Ризик од контаминација:** Леглата направени во земјата можат да бидат привлечни за диви животни и штетници, што може да ги загрози црвите или компостот.
- **Потреба од адекватен простор:** Вермикомпост леглото бара доволно простор за разградување на соодветната количина органски отпад. Може да биде тешко да се реализира во мали градини или ограничени простори.
- **Време на разградување:** Во споредба со некои други методи на компостирање, методот на вермикомпост легло може да го изврши процесот на разградување побавно. Може да помине време за целосно созревање и за вермикомпостот да стане готов.

Како резултат, методот на вермикомпост легло е природна и еколошки пријателска опција за компостирање. Тој овозможува природна разградување на органскиот отпад на отворено и ви овозможува да добиете вреден ѓубриво за вашите растенија. Сепак, некои недостатоци мора да се земат во предвид, како зависност од временските услови и ризикот од контаминација. При

изборот на метод за компостирање, важно е да се разгледа вашиот простор, вашите потреби и вашите можности.

### 2.2.2. Метод на јама

Оваа техника е едноставна за одржување и користење. Компостирањето се врши во јами со димензии 1.5 x 1.5 x 1 м (~5x5x3 стапки) и изработени од цемент. Слама, трева или друг локално достапен материјал се користат за покривање на структурата. За најдобро компостирање во јама, длабочината на јамата треба да биде најмалку 12 инчи (30 см), а врвот на јамата треба да биде покриен со најмалку 8 инчи (20 см) земја по додавањето на органските материјали (Сл. 4а и 4б).



Слика 4. Методи на вермикомпостирање. а) Примена на метод на јама [15], б) Метод на јама - пример[16]

Методот на компостирање во јама е разлагање на органски отпад во јамата со користење на црвени компостни земјоделски црви (видови како што се *Eisenia fetida* или *Eisenia andrei*). Предностите и недостатоците на оваа метода се наведени подолу:

#### Предности:

- **Природно компостирање:** Компостирањето во јама поттикнува природен процес на компостирање. Црвите природно разлагаат органски отпад и создаваат вреден компост од црви.
- **Мала потреба за простор:** Методот на компостирање во јама бара помалку простор отколку другите методи на компостирање. Може да се применува во мали градини или ограничени простори.
- **Ниски трошоци:** Методот на јама е економски ефективна опција за компостирање. Не бара специјална опрема или затворени системи, доволно е само да се ископа јама.
- **Природни црви:** Природни видови на земјоделски црви се користат во методот на компостирање во јама. Земјоделските црви живеат во природна средина и разлагаат органски отпад, обезбедувајќи вредни хранливи материи за почвата.
- **Лесна примена:** Компостирањето во јама е практичен и лесен метод за компостирање. Не бара специјално знаење или вештини.



## Недостатоци:

- **Ризик од контаминација:** Методот на јама може да доведе до привлекување на диви животни и штетници кон компостот, што ја загрозува безбедноста на земјоделските црви.
- **Зависност од условите на животната средина:** Прекумерните врнежи или промени во температурата можат да влијаат на ефикасноста на земјоделските црви и на процесот на разлагање во јамата.
- **Ограничена капацитет на легло за црви:** Капацитетот на леглото за црви во јамата може да биде ограничен. Може да биде неопходно да се направи повеќе од една јама за да се разложат големи количини органски отпад.
- **Бавен процес на разлагање:** Методот на јама може да има побавен процес на разлагање од некои други методи на компостирање.

Како резултат, методот на јама за вермикомпостирање е практична и економски исплатлива опција за компостирање за мали градини или ограничени простори. Тој обезбедува природно разлагање на органскиот отпад со користење на природни земјоделски црви и ви дозволува да добиете вреден ѓубриво за вашите растенија. Сепак, треба да се земат предвид некои недостатоци, како што се ризикот од контаминација и зависноста од условите на животната средина. Кога ја избирате методата за компостирање, треба да одберете најсоодветната опција според потребите на вашата градина и вашиот достапен простор.

### 2.2.3. Метод на контејнер

Најчестата метода за мали размери на компостирање е методот на компостирање во контејнер (Слика 5). Методот на контејнер е подготвен за употреба во мали размери, како што се компостирање дома, во кујна или гаража и слично. Контејнерот може да биде направен од различни материјали, но дрвените и пластичните се популарни. Пластичните контејнери, поради својата леснотија, се повеќе се употребуваат за домашно компостирање. Контејнерот за вермикомпост може да биде во различни големини и форми, но неговата висина мора да биде поголема од 30 см. Контејнери со висина од 30-50 см, а не многу поголеми од тоа, се совршени. Изработката на дренажни дупки на дното, страните и капакот на контејнерот е многу корисно за аерација и дренажа. Околу 10 дупки со дијаметар од 1-1.5 см се добар избор. Пред да се хранат црвите со отпадоци, потребно е да се подготви легло за црвите. Висината на леглото од 20-25 см е соодветна. Тоа може да биде мешавина од исецкана хартија, готов компост, старо кравјо или коњско ѓубре измешано со некоја почва.(17)

## Предности:

- **Мала потреба за простор:** Методот на компостирање во контејнер бара помалку простор од другите методи на компостирање.
- **Ниска цена:** Методот на контејнер е економичен избор за компостирање. Не бара специјална опрема или системи.
- **Лесна примена:** Контејнерот за вермикомпост е практичен и лесен за употреба метод на компостирање. Не бара посебно знаење или вештини.
- **Продуктивност:** Системот со контејнери овозможува повеќе проток на воздух. Тоа промовира продуктивен екосистем.



Слика 5. Метод на контејнер [18]

#### Недостатоци:

- **Ограничена капацитет на леглото за црви:** Капацитетот на леглото за црви во контејнерот може да биде ограничен. Не е соодветен за компостирање на големи количини органски отпад.
- **Лоша миризба:** Исцедокот (дополнителна влага) излегува од долните дупки во контејнерот и е непријатно за исфрлување. Ако се остави да седи подолго време, станува анаеробен и испушта непријатен мирис.
- **Често хранење:** Поради тоа што просторот е мал и ограничен, црвите бараат помали количини и често хранење.

### 3. МАТЕРИЈАЛИ ЗА ВЕРМИКОМПОСТ

#### СУБСТРАТИ, ЛЕГЛА И ДОЖДОВНИ ЦРВИ

##### Резултати од учењето

- 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 *P. 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 третираат 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 јаглексихидрати. 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

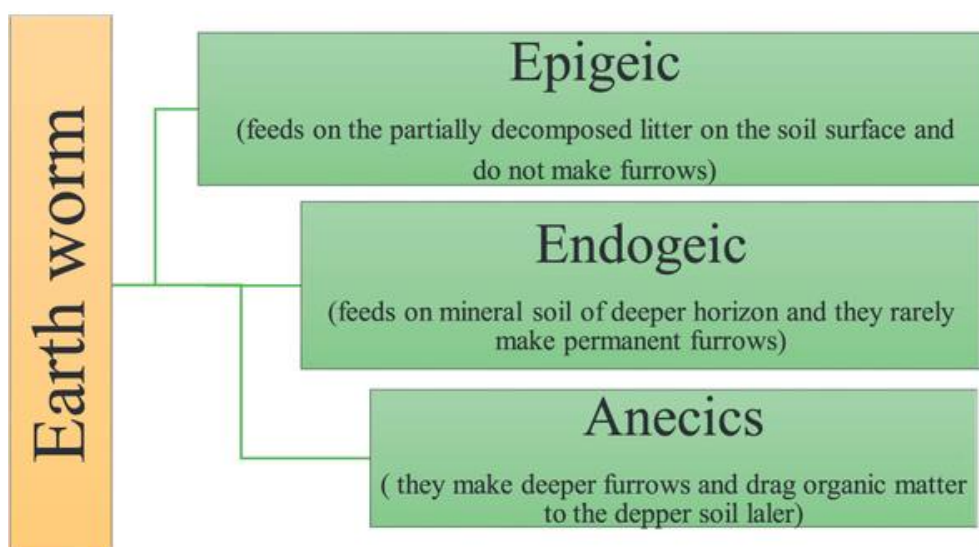
**Ниска содржина на протеини и/или азот/висок јаглерод:** Дождовните црви ја конзумираат својата постелка додека се распаѓа и многу е важно овој процес да биде бавен. Високите нивоа на протеини/азот може да резултираат со брзо разградување на постелката и нејзино загревање, создавајќи непријатни или 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. Црви

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).



**Figure 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 С 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. Взаимодејството 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 (биодеградиција), 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 консумира 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, перистомиум, 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].

# ЛЕКЦИЈА 4

## 4. УПРАВУВАЊЕ СО ПРОЦЕС НА ВЕРМИКОМПОСТИРАЊЕ

### Резултати од учење

- Обучениот ги знае петте основни фази на производство на вермикомпост.
- Обучениот објаснува чекор по чекор процесот на производство на вермикомпост.
- Обучениот ги знае материјалите кои не треба да бидат присутни во производната средина.
- Обучениот ги знае предусловите за додавање на животински измет во производната средина.
- Обучениот ги знае абиотичките фактори кои треба да се следат при производството на вермикомпост.
- Обучениот го знае оптималниот опсег на влажност за производната средина.
- Обучениот ги објаснува процесите потребни за одржување на влажноста на производната средина во оптимални вредности.
- Обучениот го знае температурниот опсег кој треба да го има производната средина.
- Обучениот ја објаснува врската помеѓу температурата и влажноста во процесот на производство.
- Обучениот ја објаснува функционалната потреба за проветрување на купот за време на производниот процес.
- Обучениот го знае оптималниот опсег на рН вредности за производната средина.
- Обучениот ја објаснува врската помеѓу рН вредноста на вермикомпостот и физиолошките процеси на растението.
- Обучениот ги знае материјалите за регулирање на рН.
- Обучениот ги оценува ефектите на соодносот С врз процесот на вермикомпостирање.
- Обучениот ја објаснува физиолошката важност на фосфорот, солта и амониумот за Дождовните црви и растенијата.

### Инструкции за обучувачот

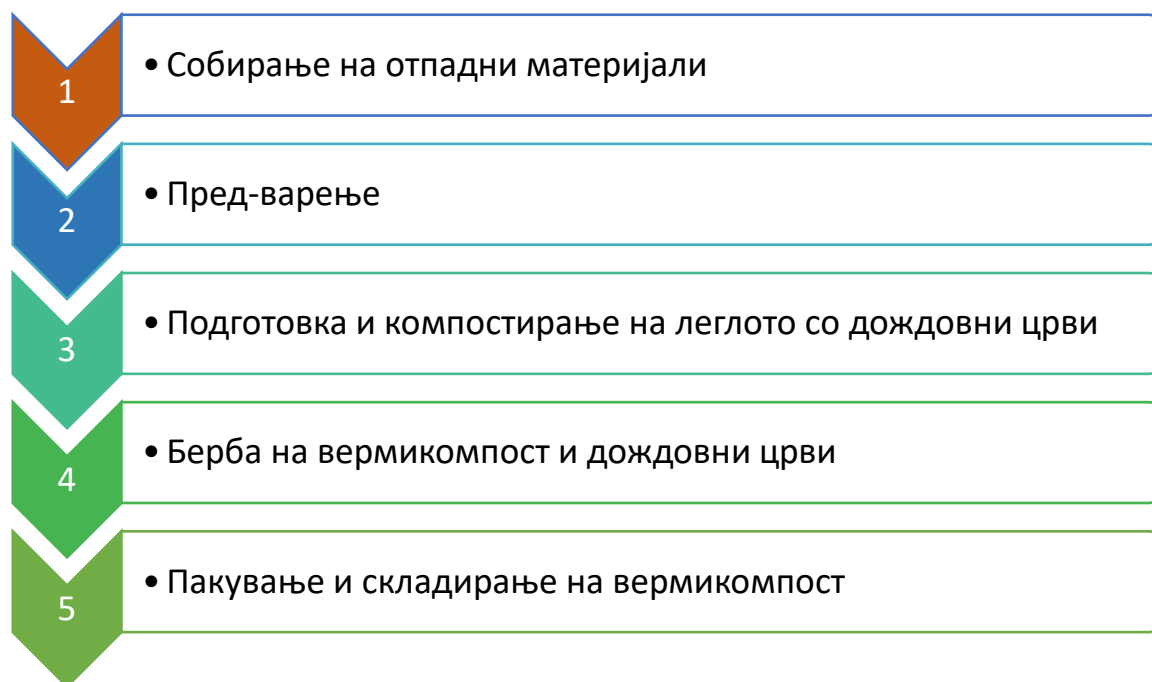
- Инструкторот споделува теоретски знаења преку презентација.

- Обучувачот ја претставува опремата што ќе се користи за мерење на абиотичките параметри кои треба да се следат за време на процесот на производство на вермикомпост.

**Основни потреби:** Проектор, компјутер, термометар, мерач на влажност, бокаши сад.

## 4. УПРАВУВАЊЕ СО ПРОЦЕС НА ВЕРМИКОМПОСТИРАЊЕ

Методот на производство на вермикомпост е сложен процес во кој влијаат многу физички, хемиски и биолошки фактори. Многу фактори, како што се локацијата, температурата, влажноста, рН вредноста, составот, разновидноста и количината на микробните елементи, како и видот и количината на Дождовните црви, влијаат врз процесот на производство на вермикомпост. Успехот на процесот на производство на вермикомпост бара производство на ѓубриво со физички, хемиски и биолошки состав кој е соодветен за побарувањата на пазарот. За производство на вермикомпост со овие одредени својства, важно е да се одржуваат сите параметри кои може да влијаат на процесот под контрола. Производството на вермикомпост подразбира управување со пет основни фази (Слика 8).



**Слика 8.** Основни чекори во управувањето со производството на вермикомпост

**Собирање на отпаден материјал:** Собраниот отпаден материјал треба да се оддели од стакло, пластика, керамика и некои животински отпадоци (млечни отпадоци, масти, месо, итн.), да се намали по големина и да се складира на соодветно место.

**Пред-варење:** Пред-варењето на органскиот отпад треба да се направи најмалку 20-25 дена со натрупување на материјалот заедно со каша од гној од говеда и редовно наводнување. Овој процес делумно го вари материјалот и го подготвува за консумирање од страна на црвите. Треба

да се избегне додавање на поголеми количини на киселински материјали како отпад од цитрус. Секој органски отпад – гној од говеда, остатоци од растенија, отпадоци од фарми, отпадоци од пазари на зеленчук и отпадоци од овошје, може да се користи како суровина за компостирање. Треба да се избегнува употребата на влажен гној за производство на вермикомпост. Потребно е да се користи најмалку 20-25 дена стар гној за да се избегне генерирање на вишок топлина.

**Подготовка на легло за црви и компостирање:** Леглото за црви подготвено за вермикомпостирање мора да ги обезбеди петте основни работи за да се добие квалитетен вермикомпост за кратко време. Производството на вермикомпост може да се изврши на кое било место со сенка, висока влажност и ладовина. Напуштена штала за добиток, штала за живина или неискористени згради исто така може да се користат. Ако се произведува на отворен простор, треба да се обезбеди вештачка сенка. Натрупаниот отпад за производство на вермикомпост треба да се покрие со влажни вреќи.

Петте основни потреби се наведени подолу:

- Погодна животна средина, наречена легло
- Извор на храна
- Доволна влажност
- Доволна вентилација
- Заштита од екстремни температури

**Берба на вермикомпост и црви:** Вермикомпостот е подготвен за 75-90 дена и на крајот материјалот станува црн, грануларен, лесен, умерено растресит, кршлив и богат со хумус. Наводнувањето треба да се избегнува 2-3 дена пред празнењето на леглата за да се олесни разделувањето на црвите од компостот. Постојат неколку различни методи за жетва на вермикомпост. Овие се: предизвикување на миграција на црвите, пресекување или сито, пирамидална купола и рачно собирање.

**Пакување и складирање на вермикомпост:** Собраниот вермикомпост треба да се складира на темно и ладно место бидејќи сончевата светлина може да предизвика губење на влажноста и хранливите материи. Покрај тоа, собраниот вермикомпост материјал треба да се складира на отворено наместо во вреќи. Пакувањето треба да се направи во моментот на продажба, а секогаш е препорачливо да се користат ламинирани вреќи. За време на складирањето на компостот на отворено, треба периодично да се прска вода за да се одржува нивото на влажност и корисната микробна популација. Вермикомпостот може да се складира подолг период од една година без губење на квалитетот ако неговата влажност е одржана на 40% [20].

Процесот на производство на вермикомпост може да се следи чекор по чекор на следниот начин:

- Избор на соодветен вид на црви.

- Избор на локација на единицата за вермикомпостирање на ладно и сеновито место.
- Органски отпад со гној од говеда и ситно исечени суви лисја се мешаат во однос 3:1.
- Се формира куп од компост и се остава да се распадне 15-20 дена.
- Легло за вермикултура од 3 см се подготвува со ставање пилевина или лисја или лушпи или отпад од кокосови влакна или отпад од шеќерна трска на дното на местото за апликација.
- Се нанесува слој од ситен песок (3 см) врз леглото, а потоа слој од градинарска почва (3 см).
- Сите слоеви треба да се навлажнат со вода.
- Делумно разложените материјали добиени од првиот чекор се нанесуваат врз леглото.
- Треба да се испрска вода за да се одржи влажноста до 50%.
- Возрасни црви се пуштаат на горниот слој од леглото.
- Леглата треба да се одржуваат влажни со прскање на вода (дневно) и покривање со вреќи или полиетилен.
- Црвите треба да останат непречени за нивно размножување.
- Леглото треба да се преврти еднаш по 30 дена за одржување на аерацијата и правилно аеробно распаѓање.
- Целосно подготвениот вермикомпост е темно кафеав со гранули, што личи на сув СТС (ситно сечен) чај.
- Вермикомпостот е целосно подготвен за 75-90 дена.
- Кога суровиот материјал е целосно разложен, станува црн и грануларен.
- Потоа се просејува и се одделува од секоја контаминација пред употреба во земјоделски полиња.

## 4.1. Одржување на вермикомпостот

Процесот на производство на вермикомпост бара следење и контрола на многу абиотски и биотски параметри. Најважните абиотски фактори кои влијаат на процесот на вермикомпостирање вклучуваат влажност, рН, температура, аерација, рН вредност, сооднос јаглерод:азот (С), содржина на амонијак и сол.

**4.1.1. Влажност:** Постои силна врска помеѓу содржината на влага во органските отпадоци и стапката на раст на црвите. Во компаративна студија за процесот на вермикомпостирање и растот на црвите при различни температури и опсези на влажност, се покажало дека 65–75% е најпогоден опсег на влажност на сите температурни опсези за вермикомпостирање [38].

Леглото што се користи за вермикомпостирање мора да може да задржи доволно влага, бидејќи црвите дишат преку кожата, а содржината на влага помала од 45% може да биде фатална за нив. Иако епигеичните видови, *E. fetida* и *E. andrei* можат да преживеат во опсег на влажност помеѓу 50% и 90%, тие растат побрзо помеѓу 80% и 90%. Бактериите, исто така, играат клучна

улога во вермикомпостирањето, а нивната активност опаѓа при влажност под 40% и речиси престанува при влажност под 10% [20, 39].

Процесот на производство на вермикомпост секогаш е подобро да се одржува влажна средина, но без да се натопува, бидејќи ова го намалува количеството на достапен кислород.

Превртувањето на подлогата може да помогне во потребната аерација и распределба на секоја акумулирана течност. Највлажно треба да биде на површината, за да се одржи најголем дел од активноста таму. Треба да се внимава на амбиенталната температура, особено во топлите периоди, за да се спречи сушење на црвите. Навлажнети крпи или слоеви картон или хартија може да се користат за покривање на вермикомпостот ако околината се суши брзо.

Искуството и набљудувањето ќе ни покажат дали влажноста е соодветна. Кожата на црвите треба да има влажен/свеж изглед. Меѓутоа, стапен хигрометар може да биде корисен за мерење на влажноста, особено за почетниците. Ако немате хигрометар, можете да земете малку компост во раката и при силно стискање, треба да капнат 2-3 капки од тупаницата. Ако има многу повеќе, влажноста е претерана и се препорачува додавање ситно исецкан картон или хартија, мешајќи ги со компостот. Ако, пак, не излезе ништо, вермикомпостот е премногу сув и препорачливо е да се додаде вода.

Наводнувањето на црвите треба да се прави со нехлорирана вода (не од чешма), по можност со прскање. Ова може да се направи рачно или преку микроспрејови во поголеми инсталации.

Наводнување со капење е друга опција, но тоа може да предизвика стрес кај црвите. Ако треба рачно да додавате вода, правете го тоа многу внимателно.

Фреквенцијата на наводнување нема секогаш да биде иста и ќе зависи од амбиенталната температура, внатрешноста на купот, текстурата на компостот, итн. Така, може да биде на неколку дена или недели, или толку кратко како неколку часа во екстремни температури. Доста периодичното набљудување е важно.

Наводнувањето е поврзано со температурата, па ова исто така може да се контролира малку преку наводнување/прскање. Купот не треба да се одржува под 10 степени, ако е можно, ниту над околу 25 или 30 за повеќето видови. Ако ги надминеме овие вредности, надолу или нагоре, ризикуваме црвите да угинат.

**4.1.2. Температура:** Активноста, метаболизмот, растот, дишењето и репродукцијата на црвите се значително под влијание на температурата. Температурата за стабилен развој на популацијата на црви не треба да надминува 25°C. Иако коконите на *E. fetida* преживуваат долги периоди на длабоко замрзнување и остануваат одржливи, тие не се размножуваат и не конзумираат доволно храна на едноцифрени температури. Општо се смета дека температурите треба да се одржуваат на околу 15°C за ефикасност на вермикомпостирањето и 20°C за ефективни репродуктивни операции на вермикултурата. Температури над 35°C ќе ги натераат црвите да го напуштат местото, а ако не можат да го напуштат, брзо ќе угинат. Активноста на



бактериите, исто така, значително зависи од температурата, бидејќи се удвојува со секое зголемување на температурата од 10°C и е доста активна на околу 15-30°C.

**4.1.3. Аерација:** Црвите дишат кислород и не можат да преживеат во анаеробни услови. Тие најдобро функционираат кога компостниот материјал е порозен и добро аериран. Црвите исто така сами си помагаат со аерација на нивното легло преку нивното движење низ него. *E. fetida* е позната по тоа што мигрира во голем број од подлога заситена со вода и лишена од кислород, или во која се акумулирале јаглерод диоксид или водород сулфид.

**4.1.4. pH вредност:** pH вредноста е исто така еден од важните фактори што влијаат на процесот на вермикомпостирање. Епигеичните црви можат да преживеат во pH опсег од 5 до 9. pH вредноста на леглата со текот на времето обично се намалува. Ако изворот на храна/леглото е алкално, тогаш pH на леглото се намалува до неутрално или малку алкално, а ако изворот на храна е кисел, тогаш pH вредноста на леглата може значително да падне под 7. pH може да се зголеми со додавање на калциум карбонат или да се намали со додавање тресет. Иако микроорганизмите активни во вермикомпостирањето можат да ја задржат својата активност и при пониски pH вредности, околу 4, сепак, препорачаниот опсег на pH за компост е околу 6,5-7,5.

pH вредноста на вермикомпостот игра многу важна улога во растот на растенијата. Кога pH вредноста на вермикомпостот е во оптималниот опсег (обично околу неутрална), таа обезбедува идеална средина за достапност на хранливи материи и микробна активност во почвата. Ова го зголемува внесувањето на хранливи материи од страна на растенијата и го поддржува здравиот развој на коренот. Со одржување на соодветен pH, можеме да го ослободиме целиот потенцијал за раст на растенијата.

pH вредноста на вермикомпостот значително влијае на достапноста на хранливите материи во почвата. Различни хранливи материи имаат различна растворливост на различни pH вредности. Кога pH вредноста на вермикомпостот е избалансирана, тоа обезбедува есенцијалните хранливи материи како азот, фосфор и калиум да бидат лесно достапни за растенијата. Меѓутоа, ако pH вредноста е премногу кисела или премногу алкална, некои хранливи материи можат да станат помалку достапни или дури и „заклучени“ во почвата, што доведува до недостатоци на хранливи материи кај растенијата. Затоа, одржувањето на оптимален pH преку употребата на вермикомпост е од суштинско значење за максимизирање на достапноста на хранливи материи и поддршка на здравјето на растенијата.

**4.1.5. Содржина на амонијак и соли:** Црвите не можат да преживеат во органски отпадоци кои содржат високи нивоа на амонијак. Црвите се исто така многу чувствителни на солите и претпочитаат содржина на сол помала од 0,5%. Меѓутоа, многу видови на ѓубриво имаат високи содржини на сол, и ако тие се користат како легло, треба да се исцедат прво за да се

намали содржината на солта, со тоа што водата ќе протекнува низ материјалот за одреден период.

**4.1.6. Сооднос јаглерод:азот (C):** Главниот ефект на соодносот C во вермикомпостот е врз активноста на бактериите. Високиот сооднос C ја намалува активноста на бактериите поради недостаток на азот, кој е неопходен за бактериите и учествува во протеините, аминокиселините и други структурални супстанции на бактериите. Од друга страна, нискиот сооднос C ќе доведе до загуба на азот во форма на NH<sub>3</sub> во атмосферата. Црвите, исто така, не поднесуваат висока концентрација на амонијак и ќе избегнат такви услови. Процесот на вермикомпостирање ќе напредува соодветно ако започне со сооднос C околу 25-30 и ќе се намалува за време на процесот. Јаглеродот се намалува бидејќи хетеротрофните бактерии користат органски материјал како извор на електрон, а јаглеродот се оксидира во CO<sub>2</sub> и се ослободува во атмосферата. Меѓутоа, употребата на азот од бактериите е многу помала од јаглеродот, а некои видови бактерии можат да го стабилизираат атмосферскиот азот во компостот, како *Rhizobium*. Исто така, автотрофните бактерии користат амонијак како извор на електрон и го претвораат во нитрити и нитрати, кои остануваат во компостот освен ако не се случи аноксична состојба. Во таква состојба, нитратите и нитритите се редуцираат и азотот се ослободува во атмосферата како N<sub>2</sub> [23, 40].

**4.1.7. Фосфор:** Фосфорот е есенцијален хранлив елемент за раст на растенијата и се користи за формирање на протеини, метаболизам, фотосинтеза, ртење на семе и формирање на цветови и плодови. Меѓутоа, фосфорот во почвата е во минерална форма и достапен за растенијата, но потенцијалната активност на црвите и микроорганизмите што го раствораат фосфорот ја зголемуваат неговата достапност за растенијата [41, 42].

Зголемувањето на вкупниот фосфор за време на вермикомпостирањето се смета дека е резултат на минерализацијата и мобилизацијата на фосфорот поради бактериите и фекалната активност на црвите. Како што органската материја минува низ цревата на црвите, некој дел од фосфорот се претвора во покорисна форма благодарение на ензимот фосфатаза, а понатамошното ослободување се смета дека е резултат на микроорганизми кои го раствораат фосфорот присутен во изметот. Познато е дека активноста на црвите го забрзува претворањето на органскиот фосфор во форма достапна за растенијата. Постојат бројни научни студии кои покажуваат дека обработката на различни отпадни материјали со вермикомпост доведува до зголемување на лесно достапниот фосфор за 12–21% [43].

## ЛЕКЦИЈА 5

### 5. МЕТОДИ НА БЕРБА И КОРИСТЕЊЕ

#### Цели на учење

- Обучувачот објаснува методи на жетва на вермикомпост.
- Обучувачот објаснува соодветен метод на жетва за мали производствени методи.
- Обучувачот го знае влијанието на сончевата светлина и температурата во процесот на жетва.
- Обучувачот го објаснува влијанието на хранливите материи додадени во производствената средина врз процесот на жетва.
- Обучувачот ги знае физичките својства што треба да ги има вермикастот.
- Обучувачот ги знае хемиските својства што треба да ги има вермикомпостот.
- Обучувачот ги знае биолошките својства што треба да ги има вермикомпостот.
- Обучувачот ја објаснува улогата на глиставците во отстранувањето на тешките метали.
- Обучувачот ги знае условите за чување и складирање на вермикомпостот пред употреба.

#### Инструкции за обучувачот

- Обучувачот споделува теоретско знаење преку презентација.
- Обучувачот им го покажува на учесниците SM-3, кој визуализира производство на вермикомпост од типот на јама, и ги прашува да го објаснат соодветниот метод на жетва.
- Обучувачот им го покажува на учесниците SM-4, кој визуализира производство на вермикомпост од типот на куп, и ги прашува да го објаснат соодветниот метод на жетва.

Основни потреби: Проектор, компјутер.

## **5. МЕТОДИ НА БЕРБА И КОРИСТЕЊЕ**

Вермокомпостот е подготвен за 75-90 дена и резултирачкиот материјал станува црн, зрнест, лесен, умерено лабав, расиплив и богат со хумус. Заливањето треба да се избегнува два до три дена пред празнење на леглата за да се олесни одвојувањето на црвите од компостот. Генералните постапки за берба на вермокомпостот се опишани подолу. Секоја метода може да се усвои според преференција. Дополнително, две или повеќе методи можат да се применат на истата купчина. Со исклучок на првата метода, останатите се наменети за берба во серија.

### **5.1. Рачно собирање на вермокомпост**

Оваа метода се применува кога се посакува да се соберат мали количества вермикаст само неколку дена по пополнувањето на купчето компост со компост црви. Во овој случај, само горниот слој е покриен со тенок слој вермикаст, а остатокот од купчето не е целосно разложен. Вермекастот на купчето се собира рачно/со лопата и се пренесува директно во сад. Оваа метода се препорачува ако е потребно органско подобрување на почвата за подготовка на плоден потсмешен микс. Со текот на времето, како што се собира вермокомпост на дното на купчето, тој исто така се собира рачно.

### **5.2. Берба на вермокомпост со пирамидални купови**

Вермокомпостот прво се собира за да се формира пирамидален куп во компостниот енклав, под услов купот да биде изложен на светло, или се пренесува на пластична навлака или вреќа на рамна површина на друго место под отвореното сонце. Оваа метода на собирање вермокомпост го искористува чувствителноста на црвите на светло, бидејќи црвите ќе се движат подлабоко во пирамидата. Вермокомпостот на дното, страната и горната површина на купот потоа се собира рачно или со лопата. По првиот циклус на собирање вермокомпост, се поминува неколку минути за да се овозможи

доволно време за црвите да одат подлабоко и започнува нов циклус. Оригиналниот куп се дели на неколку помали купови за побрза берба на вермокомпостот.

### **5.3. Ситнење или просејување на вермокомпост**

Методата на берба на вермокомпостот се извршува рачно со уред наречен сито, кое се состои од жичена мрежа набиена на дрво. Мала количина од купчето вермокомпост се пренесува на рамна површина и се пренесува на ситото и се тресе така што финиот вермокомпост паѓа на земја. Сите неразложени супстрати и црви се задржуваат во ситото и црвите се одделуваат рачно.

### **5.4. Берба на вермокомпост преку поттикнување на миграција на Дождовни црви**

Методата на вермокомпостирање се базира на способноста на црвите да детектираат извори на храна. Црвите имаат навика да ја напуштаат исцрпените купчиња храна и да се движат кон посвежи и повкусни извори. Иако има многу модификации на оваа техника, основниот принцип останува ист, со цел да се обезбеди свежа или повкусна храна која ќе им овозможи на црвите да мигрираат од исцрпените купчиња кон новиот извор на храна.

### **5.5. Складирање и пакување на вермокомпост**

Прибраниот вермокомпост треба да се складира на темно и ладно место, бидејќи сончевата светлина ќе доведе до губење на влажноста и хранливите состојки. Исто така, прибраниот вермокомпост треба да се складира на отворено, а не да се пакува во вреќи. Пакувањето треба да се изврши во моментот на продажба и секогаш се препорачува ламинирана вреќа. За време на надворешното складирање на компостот, треба периодично да се прска со вода за одржување на нивото на влажност и корисната микробна популација. Ако влажноста на вермокомпостот се одржува на 40%, може да се чува до една година без компромитирање на квалитетот.

### **5.6. Употреба**

Вермокомпостот добиен на крајот од процесот на производство на вермокомпост мора да има некои физички, хемиски и биолошки својства за да се користи како инпут за одржливи земјоделски активности.

#### **5.6.1. Физички својства**

Добриот вермокомпост е секогаш нетоксичен, добро разложен, еколошки компатибилен и пријателски настроен кон животната средина.

Сите видови на зелени отпадоци, т.е. општински отпад, земјоделски отпад, канализационен мувла, индустриски отпад и човечка екскремент може да се користат за конверзија од страна на црвите.

Кога се врши правилно превртување на почвата, што е карактеристично за аеробно разложување, ќе произведе нормален мирис по подготовката. Во случај на неправилна вентилација, може да настане лош мирис.

Крајниот резултат на вермокомпостирање се состои од фина структура на честичките и зрната форма.

Вермокомпостот игра улога на „поправувач на почвата“ подобрувајќи ја порозноста на почвата, дренажата и капацитетот за задржување на вода.

### **5.6.2. Хемиски својства**

Вермокомпостот е богат во речиси сите основни макро и микро хранливи материи.

Различни експерименти укажуваат дека просечната хранлива содржина на вермокомпост е повисока од онаа на другите конвенционални компости произведени со други процедури.

Меѓу сите секундарни хранливи материи, содржината на калциум во вермокомпостот е повисока од во другите компости.

За разлика од другите конвенционални компости, вермокомпостот содржи слуз од црвите, што го олеснува спречувањето на губењето на хранливите материи.

Како резултат на трансформацијата на црвите, откриено е дека тешките метали присутни во добиточниот материјал се намалува поради нивната акумулација во ткивата на црвите. Во зависност од користената храна, стапката на отстранување на тешки метали зависи од техниките на вермикомпостирање. Оваа карактеристика го прави вермикомпостот помалку загадувачки од другите компости. Така, станува еколошки поодржлив.

Има некои разлики помеѓу обичното шталско ѓубриво и вермокомпостот во однос на хемиските својства. Вермокомпостот има повисок опсег на макро- и микро хранливи материи, како и статус на органски јаглен во почвата, како што може да се види од Табела 3.

### 5.6.3. Биолошки својства

Нуспроизвод од разградувањето на почвата се разни микроорганизми, односно бактерии, габи и актиномицети. Овие микроорганизми секретираат различни ензими и фитохормони кои помагаат во подобрувањето на растот на растенијата. Така, вермокомпостот го олеснува и микробиолошкото и ензимското дејство.

Микробната популација на бактерии за фиксација на азот и други симбиотски бактерии се очекува да биде во добар опсег во вермокомпостот.

Исто така, вермокомпостот поддржува голем број на пропагули на васкуларно-арбускуларна микориза (ВАМ). Овие пропагули преживуваат до 11 месеци по пролевањето и помагаат во зголемувањето на микробиолошката активност за производство на азот и фосфор во форма која растението лесно може да ја искористи.

Кога се применува вермокомпост во почвата; треба да се користат помеѓу 120 и 150 грама цврст вермокомпост за секој квадратен метар на површина на апликација на земјоделските површини или почви. Апликацијата треба да се повтори два пати годишно за да се гарантираат успешни резултати. Вермокомпостот треба да се измеша со почвата во областа на апликација. Нанесениот вермокомпост на површината може да го отежне процесот растенијата да земат корисни хранливи материи од почвата. Заради оваа причина, потребно е да се измеша почвата и вермокомпостот за да се формира хомогена структура. За тоа, користете лопата, копач или мотика за да ја ископате почвата во областа на апликација, измешајте го вермокомпостот и ископаната почва, и повторно наполнете ја јамата со хомогена смеса (почва и вермокомпост).

**Table 3.** Хемиски својства на вермикомпост

Својства	Компост	Вермикомпост
pH	7.16	7.72
ЕС (dSm <sup>-1</sup> )	3.65	6.88
ОС	20.5	17.3
Вкупен N (%)	2.42	3.5
Вкупен P (%)	0.88	0.71
Вкупен K (mg.kg <sup>-1</sup> )	653.5	950.5
Вкупен Ca (%)	2.9	3.5
Вкупен Mg (%)	1.5	2.8
Вкупно Fe (mg.kg <sup>-1</sup> )	4467	6045

Вкупен Zn (mg.kg <sup>-1</sup> )	115.5	189.5
Вкупен Cu (mg.kg <sup>-1</sup> )	59	38
Вкупен Mn (mg.kg <sup>-1</sup> )	221.45	344.15
C:N	8.47	5.51

## ЛЕКЦИЈА 6

### 6. УЛОГАТА НА ВЕРМИКОМПОСТОТ ВО ЗАШТИТА ОД ШТЕТНИЦИ И БОЛЕСТИ

#### Резултати од учењето

- Слушателот знае за кои растителни болести е корисен вермикомпостот.
- Слушателот знае дека вермикомпостот ги потиснува паразитските организми во почвата кои предизвикуваат болести кај растенијата.
- Слушателот знае дека употребата на вермикомпост го потиснува развојот на габи.
- Слушателот објаснува дека употребата на вермикомпост го намалува користењето на хемикалии во борбата против растителните штетници.

#### Инструкции за обучувачот

- Обучувачот споделува теоретски знаења преку презентација.
- Обучувачот го предава SM-5 (табела: врска помеѓу болест/штетник и култура) на слушателот. Го замолува да ги пополни празните делови во табелата. За време на оваа активност, треба да се поттикне меѓусебната интеракција помеѓу слушателите.

**Основни барања:** Проектор, компјутер.



## 6. УЛОГАТА НА ВЕРМИКОМПОСТОТ ВО ЗАШТИТА ОД ШТЕТНИЦИ И БОЛЕСТИ

Вермикомпостот е познат по својата корисност во третирањето на различни растителни болести (Табела 4). Многу растителни болести предизвикани од патогени што ги напаѓаат корените и лисјата, како и штетници, биле успешно сузбиени со производи од вермикомпост, кои докажале дека се ефикасни како органски ѓубрива и биолошки средства за контрола. Прекумерната и повторена употреба на хемиски пестициди во конвенционалното земјоделство резултираше во појава на „биолошка отпорност“ кај болестите и штетниците на растенијата. Како резултат на тоа, значително повисоки дози на пестициди сега се потребни за да се инхибира растот на растенијата со висок принос, кои се поранливи на штетници и болести [44]. Употребата на вермикомпост покажа дека ги потиснува факторите кои предизвикуваат болести кај многу култури, како на пример кај наут и домати. Бројни студии докажаа дека употребата на вермикомпост како замена за хемиски препарати дава успешни резултати во борбата против растителните болести.

Црвите имаат стимулативен ефект врз микробната активност во почвата, што доведува до поголемо сузбивање на растителните болести во споредба со аеробниот компост. Постојат многу истражувања за ефектот на органските материи во сузбивањето на нематоди кои се паразити на растенијата, со задоволителни нивоа на намалување на нивната инфестација. Иако има малку објавени студии за ефектот на цврстиот вермикомпост во намалувањето на бројот и нападите од паразитски нематоди во споредба со органските материи и термофилните компости, сепак, истражувањата покажуваат дека примената на цврст вермикомпост во количини од 2 до 8 кг на хектар за домати, пиперки, јагоди и грозје успешно ги сузбива растителните паразитски нематоди [45].

Покрај користењето на компост или биоконтролни агенси одделно, предложено е збогатување на компостот со биоконтролни агенси за да се зголеми процесот на колонизација на биолошките агенси во компостите. Бројни истражувања покажуваат дека компостите и

биообогатените компости значително го намалуваат бројот на патогени и ги штитат културите од патогени во почвата кога се користат како додаток на почвата [46, 47]. Антагонистичкиот ефект на вермикомпост и вермикомпост збогатен со *Trichoderma harzianum*, *Bacillus subtilis* и *Pseudomonas fluorescens* бил истражуван против *Fusarium oxysporum* и било покажано дека биообогатувањето не само што го поттикнало растот на растенијата, туку и значително ја намалило болеста од венеење. Овие микробни соеви имаат потенцијал да лачат антифунгални метаболити, хидролитички ензими и антители. Научна студија за управувањето со венеењето на домати преизвикано од *Fusarium* со биообогатен вермикомпост покажа дека примената на вермикомпост, самостојно или после збогатување со микроорганизми како *Trichoderma harzianum*, *Pseudomonas fluorescens* и *Bacillus subtilis*, значително го подобрува растот и нутритивниот статус на домати. Покрај тоа, стапката на болеста беше пониска кај растенијата третирано со биообогатен вермикомпост, особено со *Trichoderma harzianum*, во споредба со контролните растенија [48].

**Табела 4.** Растителни болести и штетници потиснати со употреба на вермикомпост [49]

Бр.	Болест/штетник	Култура
1	Јасид ( <i>Empoasca verri</i> ), Лисна вошка ( <i>Aphis craccivora</i> )	Јасид ( <i>Empoasca verri</i> ), Лисна вошка ( <i>Aphis craccivora</i> )
2	Полегнување на растенијата и трулеж на коренот	Краставици и Репка
3	Полегнување на растенијата	Домати
4	Полегнување на растенијата	<i>Impatiens walleriana</i> цвеќе Импатија
5	<i>Tetranychus urticae</i> , <i>Pseudococcus</i> sp. <i>Myzus persicae</i>	Грав, Модар патлиџан, Домат, Краставица и Зелка
6	Трулеж на коренот	Леблебија
7	<i>Fusarium wilt</i> (венеење)	Леблебија
8	<i>Helicoverpa zea</i> and <i>Pieris rapae</i>	Зелка
9	<i>Meloidogyne incognita</i>	Модар патлиџан
10	Ушник ( <i>Helicoverpa zea</i> )	Пченка
11	Лисна вошка ( <i>Lipaphis erysimi</i> )	Синап
12	<i>Fusarium wilt</i> (венеење)	Домат
13	Полегнување на растенијата	Краставица
14	<i>Polyphagotarsonemus latus</i>	Чили
15	Касна пламењача	Компир
16	<i>Fusarium wilt</i> (венеење)	Краставица

Вермикомпостот исто така може да управува со артроподни штетници како што се гасениците: на пример, гасеници на домотот (*Manduca quinquemaculata*), гасеници на белата зелка (*Pieris rapae*) и краставични буби, вклучувајќи ги и артроподите кои цицаат сокови како што се лисните вошки, пајаковите грини и брашнестите буби. Познато е дека вермикомпостите добиени од отпадоци од храна значително ги контролираат нападите на брашнестите буби кај краставици и домати, нападите на две-петни пајакови грини (*Tetranychus urticae*) кај боранија и јајца, како и нападите на лисни вошки (*Myzus persicae*) кај зелка, дури и во мали количества [50]. Вермикомпостот, исто така, има позитивен ефект врз појавата и бројот на растителни нематоди. Извештаите покажуваат дека примената на вермикомпостот со стапка од еден килограм по квадратен метар значително ја намалила појавата на нематодата *Meloidogyne incognita* кај тутунот [51].

## 6.1. Чај од вермикомпост во управување со штетници и болести

Во земјоделството, употребата на чај од вермикомпост се зголемува поради неговиот потенцијал за управување со разновидни болести кои се пренесуваат преку воздухот и почвата (Табела 5). Имајќи го ова предвид, течните екстракти од компости се гледаат како алтернативни опции за употреба наместо конвенционалните хемиски фунгициди и пестициди, како одговор на зголемената потреба за земјоделие и заштита на храната со цел одржлива животна средина. Ефикасноста на чајот од компост може да биде различна во зависност од типот на компост, изворите и методите на подготовка. Меѓутоа, документирано е дека најдобрите резултати се постигнуваат со примена на аериран чај наместо неаериран. Ова е најверојатно затоа што растворениот кислород ја поттикнува микробната разновидност и активност. Во последните 10 години, примената на чај од вермикомпост како биоконтролен агенс значително се зголеми. Растот на мицелијалот на *Botrytis cinerea*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Rhizoctonia solani*, *Corticium rolfsii* и *Fusarium oxysporum* бил значително инхибиран од течните екстракти од вермикомпости. Ова го покажува големиот потенцијал за користење на вермикомпост како соодветна техника за контрола на растителните болести. Препорачливо е земјоделците да ги аплицираат овие течни раствори директно на лисјата како едноставен, евтин и еколошки метод за заштита на растенијата со висок потенцијал за принос. Во студија која го истражувала потенцијалот на чај од вермикаст за превенција на болести предизвикани од *Phytophthora infestans* кај три сорти домати, се откри дека чајот од вермикаст ја намалил подложноста на лисјата, стеблата и плодовите на домати на болестите предизвикани од *Phytophthora infestans* [49].

Чаевите од вермикомпост имаат значителен потенцијал да ги убијат или потиснат штетниците. Се известува дека натопувањето со чај од вермикаст ги потиснува штетите предизвикани од пајакови грини. Со примена на чај од вермикомпост, растворливите фенолни соединенија ги достигнуваат растенијата и ги прават растителните ткива непријатни за јадење, нарушувајќи ја преживувачката и репродуктивната стапка на штетниците [50]. Исто така, е познато дека дождовниците земаат почвени материи, голтаат хумински киселини преку нивните црева и на крај излучуваат полихлорирани и мономерни феноли во конечниот вермикаст. Големите микробни заедници и нивните активности во чајот од вермикомпост доведуваат до ослободување на хранливи материи на бавен, но избалансиран начин, што ги намалува азотните влезови, го подобрува фенолниот состав на растенијата и резултира со поголема отпорност на растенијата кон штетници [52].

**Табела 5.** Растителни болести и штетници потиснати со употреба на чај од вермикомпост [49]

Бр.	Болест/штетник	Култура
1	Пепелница	Грашок и Балзамико
2	Касна пламењача	Домати
3	Трулеж на коренот	Ориз
4	<i>Acalymma vittatum, Manduca sexta</i>	Краставица и домаг
5	<i>Fusarium wilt</i>	Модар патлиџан
6	<i>Reniform nematode</i>	Тиквички
7	<i>Sclerotium cepivorum</i>	Кромид
8	<i>Meloidogyne incognita</i>	Тиквички и краставици
9	<i>Meloidogyne incognita and Rotylenchulus reniformis</i>	Краставица
9	<i>Meloidogyne incognita</i>	Банани
10	<i>Meloidogyne incognita</i>	Домати

## ЛЕКЦИЈА 7

### 7. ИНФРАСТРУКТУРА И ЕФИКАСНО УПРАВУВАЊЕ СО ВРЕМЕТО

#### Резултати од учењето:

- Учесникот објаснува зошто механизацијата е важна за производството на вермикомпост.
- Учесникот објаснува како големината на честичките од супстратот влијае на приносот на вермикомпостот.
- Учесникот ги познава машините и опремата што се користат за намалување на големината на честичките на супстратот.
- Учесникот објаснува зошто е неопходно да се мешаат органските отпадоци во соодветни пропорции и доволна разновидност за да се произведе квалитетен вермикомпост.
- Учесникот ги познава соодветните алатки и опрема за успешно управување со наслагите (купот).
- Учесникот ги објаснува потребите за контрола на температурата, влажноста и рН во купот.
- Учесникот ги објаснува последиците од анаеробни и аеробни услови.
- Учесникот ја објаснува функционалната улога на процесот на сеење.
- Учесникот ја познава опремата што се користи при сеењето.
- Учесникот ги објаснува потребите за пакување на вермикомпостот.
- Учесникот го знае процентот на влага кој вермикомпостот треба да го има во пакувањето.
- Учесникот ја знае приближната цена на опремата за пакување на вермикомпост.
- Учесникот ги познава алатките што треба да се користат во процесот на пакување.

## **Инструкции за обучувачот:**

- Обучувачот споделува теоретско знаење преку презентација.

**Основни барања:** Проектор, компјутер.

## **7. ИНФРАСТРУКТУРА И ЕФИКАСНО УПРАВУВАЊЕ СО ВРЕМЕТО**

Процесите на производство на вермикомпост и компост бараат одредено ниво на механизација за ефикасно управување со времето и трошоците. Подолу се наведени дел од опремата што може да се користи во основните процеси за да се обезбеди производство на висококвалитетен компост со помалку труд и време.

### **7.1. Мелење, дробење и намалување на големината на честичките**

Повеќето материјали што се користат за фармски компост не треба да се мелат или дробат. Весници, картон и други градинарски отпадоци се мелат и дробат, исто како и кората од дрва и други големи објекти кои треба да се намалат пред компостирањето. Благодарение на дробењето, материјали како весници може да се исецкаат и да се користат како основен материјал пред компостирањето. Меѓутоа, мелењето и дробењето може да предизвикаат бучава и проблеми со правот. Опрема што може да се користи во овој процес вклучува дробилници за хартија, големи градинарски дробилници, косилки и машини за сечење слама. Некои механизми за намалување на големината можат да се користат со помошна опрема како што се балирки, сепаратори за прав, транспортери и сита. Реалниот капацитет зависи од материјалите што се користат, стапката на полнење и други услови. Цената варира во зависност од потребата за моќ и опремата што се користи. Доколку дробилник или машина за мелење е потребна само неколку недели годишно, поисплатливо е да се изнајми оваа опрема. Примарни видови на опрема за дробење/мелење што се користат во компостирање се: површински дробилници, секачи со чекани, ровови и дробилници за дрвја .

### **7.2. Мешање и дозирање**

Најпотребниот чекор во процесот на компостирање е мешањето на супстанциите во соодветни пропорции и формирањето на купови во затворен реактор. Во повеќето методи со затворен реактор, мешањето се прави во рамките на системот. Супстанциите

се товараат во силос или хопер со транспортери, шнекови и/или натоварувачи. Во методите со насипи и аерирани купови, мешањето и формирањето купови се одвиваат во посебни чекори. Првичното мешање е особено важно во статичките аерирани купови. Откако ќе се изврши мешањето, квалитетот на оваа смеса се задржува во текот на целиот процес на компостирање. Во методот со насипи, во првиот чекор на мешање, суровините се пропорционираат и се мешаат додека не достигнат одредена густина. Со понатамошно мешање, супстанцијата се меша целосно. Мешањето и формирањето купови може да се направи на различни начини во зависност од методот на компостирање, достапната опрема и методот на обработка на ѓубриво на фармата. За мешање на материјалите и создавање на купови, обично се користат натоварувачи, растурачи на ѓубриво и друга опрема. Сепак, мешањето и формирањето купови бара повеќе труд отколку другите операции на компостирање.

### **7.3. Зреење, складирање и обработка**

Анаеробните услови може да се појават поради вишок влага или вода што се собира на дното на купот. Во зрелиот компост не се генерира доволно топлина за испарување на влагата. Површинската вода во зоната на зреење се одведува така што се насочува подалеку од куповите. Висината на купот треба да биде паралелна со основата. Најефективен начин за спречување на влажни или анаеробни услови е да се меша купот и да се расфрли компостот на отворено поле. Ова овозможува кислородот да навлезе во купот и да помогне во аеробната декомпозиција или испарувањето на анаеробните соединенија. По аерирањето неколку дена, компостот повторно се натрупува и повторно се загрева за кратко време. Потребни се неколку дена до неколку недели рН да се врати на нормално ниво. Користењето и продажбата на компост обично се сезонски активности. Висината на куповите за складирање не треба да надминува 3,6 м, бидејќи поголеми купови имаат ризик од влошување на компостот и самозапалување .

### **7.4. Сеење**

Сеењето се користи за одвојување на материјали со различни големини и форми. Со сеење се:

- Отстрануваат непожелните материјали како камења, метал, шишиња и отпадоци,
- Одвојуваат компостирани материјали од оние што не се компостирани,

- Одвојуваат остатоци и непреработени материјали и ги подготвуваат за продажба или употреба,
- Опоравуваат и повторно користат агенти за зголемување на волуменот во компостот.

Клучни карактеристики при избор на сито се: големината на отворот, капацитетот, ефикасноста, трошоците и отпорноста на запущување. За компостирање се препорачува сито со отвори од 0,60 - 1,30 см, во зависност од материјалите и крајната употреба на компостот. Иако малите отвори обезбедуваат подобра сепарација, тие ја намалуваат капацитетот на ситото и предизвикуваат затнување. Ефикасноста на ситото се одредува според неговата способност да ги одвои честичките во посакуваната распределба. Ако големината на честичките што поминуваат низ ситото е поголема од посакуваната или ако честичките планирани да поминат низ ситото останат во ситото, ефикасноста се намалува. Ефикасноста и капацитетот зависат од материјалот што се внесува, како и од отворите на ситото. Ситото работи подобро со средства за сушење. Општо земено, се претпочита да се сее материјалот по созревање и сушење. За да се просее компостот без затнување и насобирање на материјалот, содржината на влага мора да биде помала од 50% или 45%. Во пракса, максималната содржина на влага зависи од специфичниот отвор на ситото. Постојат и сита кои можат да дробат и мешаат. Таквите сита користат абразивни ленти или чекани за разградување на остатоците од материјалот пред сеење. Постојат различни видови сита. Тоа се т.н. ротационо барабанско сито, вибрирачко сито, потресувачко сито, флексибилно лентово сито, диск сито, спирални и коритни сита, ротациони сита итн. [53].

## **7.5. Пакување**

Пакуваниот компост е поскап од оној што се продава отворено. Пакувањето може да го зголеми бројот на купувачи. За мали волумени, не е потребна специјална опрема, иако може да се користи лопата за пакување, а за побрза работа пакет-врзувачи. Во операции со големи волумени се користат вентили за мерење, пакувачи и транспортери.

Машините за пакување се значителен трошок, со вкупна цена од околу педесет илјади евра, исклучувајќи ја работната сила и складирањето на производот.



## ЛЕКЦИЈА 8

### 8. ВОСПОСТАВУВАЊЕ ЕФИКАСЕН СИСТЕМ ЗА СОБИРАЊЕ НА ОРГАНСКИ ОТПАД

#### Резултати од учење

- Обучениот ја знае просечната дневна количина на цврст отпад по лице.
- Обучениот знае колку од произведениот цврст отпад е од органско потекло.
- Обучениот ги објаснува формите на цврст отпад.
- Обучениот ја знае хиерархијата за управување со отпад.
- Обучениот ги објаснува предностите на националната стратегија за управување со цврст отпад.
- Обучениот ги објаснува недостатоците на националната стратегија за управување со цврст отпад.
- Обучениот ги објаснува предностите на локалната стратегија за управување со цврст отпад.
- Обучениот ги објаснува предностите на националната стратегија за управување со цврст отпад.
- Обучениот ги објаснува недостатоците на локалната стратегија за управување со цврст отпад.
- Обучениот ги облагородува предностите на националната стратегија за управување со цврст отпад.
- Обучениот ја прилагодува стратегијата за управување соодветна на потенцијалот за цврст отпад.

#### Инструкции за обучувачот

- Обучувачот споделува теоретско знаење преку презентации.

**Основни потреби :** Проектор, компјутер.

## 8. ВОСПОСТАВУВАЊЕ ЕФИКАСЕН СИСТЕМ ЗА СОБИРАЊЕ НА ОРГАНСКИ ОТПАД

Во урбаните средини се произведуваат огромни количини цврст отпад. Просечното производство на цврст отпад е 0,6 кг по лице дневно. Составот на цврстиот отпад од градовите во земјите со низок и среден приход покажува дека лесно биоразградливите фракции се движат од 44 проценти до 87 проценти по тежина. Нивоата на урбанизација и модернизација имаат големо влијание врз производството и составот на комуналниот отпад; Сепак, некои општи трендови, како што се високата содржина на органски материи (50-90 проценти), нудат можност за употреба преку процесите на компостирање. Текот на отпадот не е хомогена маса, туку комбинација од различни материјали (органски материјал, пластика, метал, текстил итн.) со кои може да се постапува на различни начини за максимално обновување. Фракцијата на органски отпад останува најголемата фракција што се обновува [54]. Вообичаени форми на цврст отпад;

**Цврст отпад:** отпад од домашен и пазарен отпад, отпад од храна, вклучувајќи лушпи од зеленчук и овошје, пепел од јаглен. Ова го вклучува и отпадот од институциите и трговските центри.

**Градинарски и земјоделски отпад:** градинарски отпадоци, ѓубре од лисја, косена трева, кастрење дрвја, плевел, животински измет, остатоци од култури, отпад од јавни паркови итн. Ѓубриво од: живина, свињи, крави.

**Агро-индустриски отпад:** отпад создаден од кланици, пиварници, преработувачки и агро-индустриски

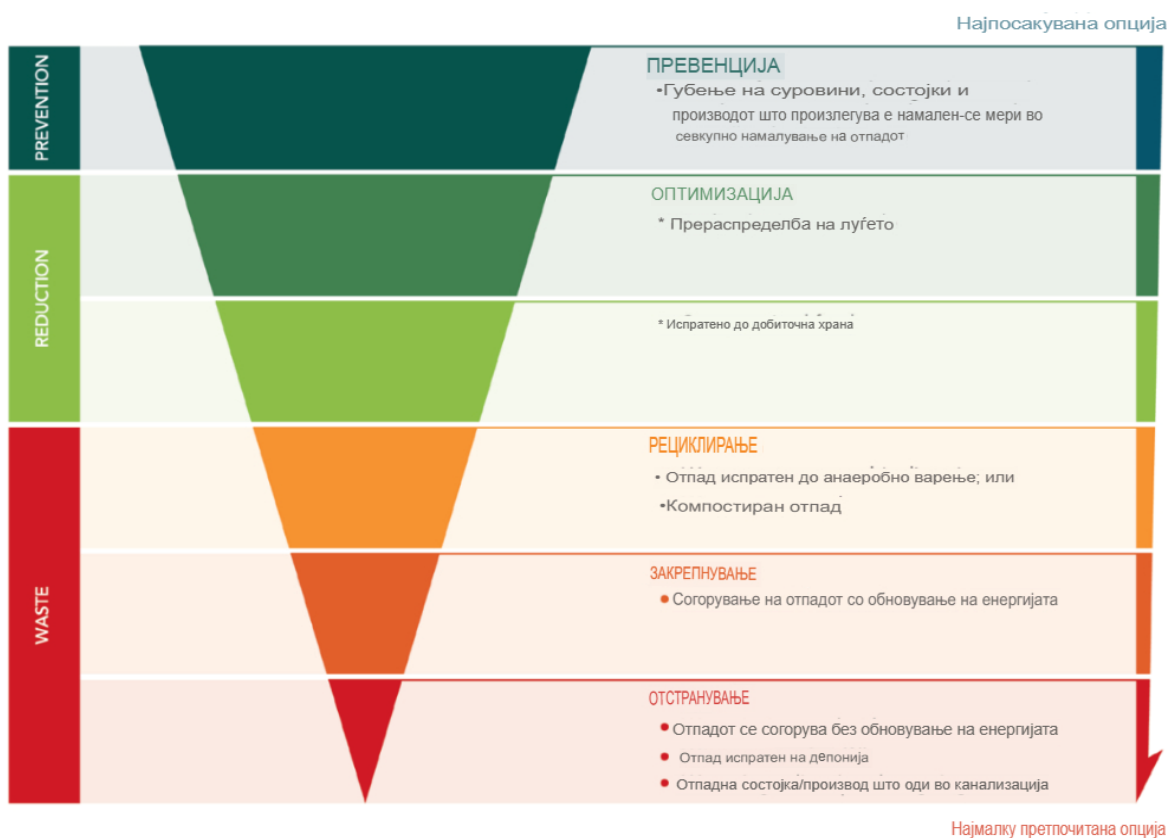
**Тиња и био-цврст отпад:** човечки фекални материи од септички јами и пречистителни станици.

Постојат многу пристапи за управување со отпадот (Слика 9). Цврстиот отпад генерално се управува преку депонирање, согорување и рециклирање или повторна употреба. Но, во земјите во развој, правилно дизајнираните депонии се невообичаени и цената на модерното согорување е недостапна. Затоа, најчестиот метод за депонирање на отпадот е некоја форма на депонија, која вклучува варијанти како што се неконтролирано фрлање во недефинирани области, собирање и депонирање на неуправувани отворени депонии и собирање/отфрлање на контролирани депонии. Вообичаено е да се најдат собирачи на ѓубре кои одаат од врата до врата или ги обложуваат кантите за отпад во заедницата за да

собираат суви рециклирачки материји. Сепак, овие собирачи се повеќе заинтересирани за неоргански материјали за рециклирање како пластика и стакло, но не и за органски отпад. Агендата 21, усвоена во Рио во 1992 година, наведува дека еколошки здравото управување со отпадот треба да вклучува побезбедно отстранување или обновување на отпадот и промени кон поодржлив модел кој воведува интегрирани концепти за управување со животниот циклус. Тој воведува фазен пристап кон управувањето со отпадот според приоритетот на животната средина [54].

Општиот принцип на хиерархија за управување со отпад (Слика 9) се состои од следните чекори:

- Минимизирање на отпадот;
- Максимизирање на ре-употреба и рециклирање на еколошки чувствителниот отпад;
- Промовирање на отстранување и третман на еколошки отпад;
- Проширување на опсегот на комуналните служби.



Слика 9. Пристапи за управување со цврст отпад [55]

По усвојувањето на Агендата во Рио, повеќето земји генерално ја прифатија оваа хиерархија како стратегија кон еколошки здрав систем за управување со отпад. Во текот на последната деценија, концептот за интегрирано управување со отпад (ИУО) еволуираше и полека станува прифатен од носителите на одлуки. (ИУО) се заснова на

низа пристапи за управување со отпад, вклучувајќи ги сите аспекти на управувањето со отпадот од производство до депонирање и сите фази помеѓу нив, каде техничките, културните, социјалните, економските и еколошките фактори се земаат предвид како што е соодветно. Обновувањето на ресурсите е критично и е дел од оваа стратегија [54, 56]. Тековните практики за рециклирање на урбан органски отпад вклучуваат:

- Употреба на свеж отпад од пазарите за зеленчук, ресторани и хотели и прехранбени индустрии како добиточна храна за урбаниот добиток,
- Директна примена на цврст отпад до и од почвата,
- Минирање на стари складишни површини за отпад да се користат како ѓубриво во земјоделските површини,
- Примена на животинско ѓубриво како што се ѓубриво од живина/свињи и кравјо ѓубриво;
- Директна примена на човечки измет или биолошки цврсти материи на почвата,
- Организирано компостирање на цврст отпад или компостирање на цврст отпад заедно со животинско ѓубриво или човечки измет.

Без разлика кој метод ќе се користи, процесот на микробно распаѓање ослободува корисни хранливи материи во органскиот отпад за подобрување на почвата и раст на растенијата. Компостирањето е процес на разградување или разградување на органски отпадни материи (од микроорганизми како бактерии, едноклеточни организми, габи и безрбетници) во вреден ресурс наречен компост. Компостирањето се врши во урбани средини во различни размери (големи, средни, мали) од различни луѓе (општини, невладини организации, заедници, поединци) и за различни намени (градинарство, уредување, земјоделство). Во 1970-тите, големо централизирано оплодување дојде до израз, особено во светот. Сепак, ова се покажа како неуспешно. Собирањето и транспортирањето на органскиот отпад до локациите со централно управување е скапо, одзема време и енергетско; овие процеси се исто така зависни од влезовите на фосилни горива, кои често се во голема мера субвенционирани за да се обезбеди одржување на влезните горива, со што се зголемува економската неефикасност на макро ниво. Онаму каде што финансирањето доаѓа од донаторски агенции, условите што го придружуваат таквото финансирање честопати делуваат како пречка за добрата практика. Во земјите во развој, технолошкото знаење за финансиска анализа, инженерски дизајн на постројки за компост и моделирање на распоред на транспорт е многу ограничено. Дополнително, технолошките трансфери на процесите и опремата за компостирање од развиените земји честопати беа направени во минатото без да се земат предвид локалните ограничувања, а пренесените технологии честопати не беа применливи во земјата примач. Дополнително, сеопфатно планираните станици за компостирање врз основа на анализа на понудата и побарувачката не се вообичаени. Всушност, службите за управување со отпад во многу земји во развој го немаат „люксузот“ да планираат рециклирање; Наместо тоа, тие ги фокусираат своите ограничени ресурси на приоритетните потреби како што се „собирање отпад“ и „безбедно отстранување“, со кои се трошат големи делови од општинските буџети во земјите со ниски приходи, бидејќи нивното враќање на трошоците е ниско. Иронијата е што трошоците за отстранување на отпадот може да се намалат преку компостирање доколку добро се планираат. Но, она што изгледа како логична ситуација со вин-вин за градските служби и земјоделците ретко е реалност во земјите во развој. Ова се должи на различни фактори како што се недостиг на опрема со

пристапна цена, недостаток на технички персонал, чести механички дефекти и финансиски ограничувања. Во 1990-тите, се развија мали и средни, децентрализирани иницијативи засновани на компостирање. Сепак, преминот од централизиран кон децентрализиран пристап на компостирање често дополнително се комплицира поради недостатокот на меѓусекторско планирање (отпад/планирање/земјоделство) во управувањето со отпадот. Неуспехот на малите децентрализирани пристапи да добијат сеопфатна државна поддршка на национално ниво го ограничи успехот на студиите спроведени во оваа рамка.

Подобрите опции за компостирање се оние кои се децентрализирани и користат органски отпад што е можно поблиску до изворот. Децентрализирано на лице место (за комерцијален органски отпад) и на лице место (за домашен органски отпад) се претпочитаните нивоа на интервенција, при што секоја интервенција бара соодветна технологија на соодветен обем. Во суштина, примарната функција е за добивање на хранливи материи. Рециклирање на органска материја од отпад во почвата на најефикасен и најефективен начин; оттука и приоритизирањето на пристапите за компостирање во двор (дома) и децентрализиран (заедница). Централизираните општински пристапи немаат добар учинок и потенцијалните придобивки од поголемите стопанства не се реализирани поради оперативните и маркетиншките ограничувања.

Како резултат на тоа, неопходноста од имплементација на стратегии за управување со отпад од мал и регионален размер, со ограничен капацитет се издвојува како основа за воспоставување ефективни системи за управување со отпад. Собирањето и рециклирањето на органскиот отпад од секоја фарма сама или преку кластер (мрежа) на одреден број фарми кои се здружуваат би бил правилен и податлив пристап. Во урбаните средини, формирањето на мали собирни центри (во секоја улица или населба) од страна на општините за селекција на органскиот отпад на изворот може да биде изводливо решение (слика 10 и 11).



Слика 10. Центар за собирање отпад во градот Бурнаби [57]



**Слика 11.** Собирање на органски отпад со примена на улични поставки [58]

Со употреба на мини-компост реактори што ќе бидат воспоставени во овие собирни центри, отпадот може да се трансформира во ѓубриво потребно за уредување на тој регион. Или, преносот на цврстиот отпад, кој се намалува во обем на крајот на процесот на компостирање, до земјоделските компании создава помал финансиски товар (слика 12 и 13).



**Слика 12.** Собирање органски отпад и логистика за компостирање во градски средини [59]



**Слика 13.** Реактори за компост за различни средини (дом, улица, центар за собирање отпад) [60]

## 9. ЕКОНОМСКИ БЕНЕФИЦИИ И ПРИДОБИВКИ

### Резултати од учење

- Обучениот го објаснува подобрувањето на физичко-хемиските својства на почвата предизвикано од производството на вермикомпост.
- Обучениот ги објаснува позитивните ефекти на вермикомпостот врз плодноста на почвата и развојот на растенијата.
- Обучениот го објаснува подобрувањето на биолошките својства на почвата предизвикано од производството на вермикомпост.
- Обучениот ги знае економските придобивки од производството на вермикомпост.
- Обучениот ги оценува економските придобивки од рециклирањето на отпадот..

### Инструкции за обучувачот

- Обучувачот споделува теоретско знаење преку презентации.

**Основни потреби:** Проектор, компјутер.

## 9. ЕКОНОМСКИ БЕНЕФИЦИИ И ПРИДОБИВКИ

### 9.1. Економски бенефиции

Вермикомпостирањето има предности на различни нивоа. Уште од древниот Египет познати се придобивките од примената на исцедокот од црви, или вермикомпост, за зголемување на плодноста на обработливото земјиште. Повеќекратни студии покажуваат дека исцедокот од црвите (вермикомпостот) има многу корисни својства:

- Го подобрува составот на почвата, правејќи ја посунѓереста, агрегирана и аерирана, а покрај тоа што ја прави пропустлива за вода, притоа помага и за нејзино задржување. Исто така, хемиски, вермикомпостот помага да се регулира, до одреден степен, оптималната рН вредност за растенијата. Биолошки, бактериското изобилство и разновидноста на почвата збогатена со хумус се лесно проверливи. Зголемувањето на плодноста на почвата дополнета со вермикомпост е евидентно, со практично нула несакани ефекти.
- Се покажало дека компонентите на зрелиот вермикомпост го помагаат растот на растенијата и нивното производство. Киселините, ензимите и хормоните присутни во исцедокот на црви се од голема помош за развојот на културите, од ртење до нивната возрасна фаза. Растенијата се хранат со исцедокот од црви кои прават растенијата да растат поенергично, да бидат продуктивни и отпорни на штетници и лоши временски услови.
- Не постои хемиско ѓубриво кое се споредува со ефектот што го дава вермикомпостот, кој е целосно природен производ и кој го намалува штетното влијание врз здравјето. Вермикомпостирањето дури помага во елиминацијата или деградацијата на хемикалиите, токсините или контаминацијата што постои во отпадот со кој се хранат црвите.

Од друга страна, вермикомпостирањето е активност што подразбира други индиректни или помалку очигледни придобивки:

- Образовниот потенцијал за деца, млади и возрасни е познат и се применува со децении во образовните системи. Вермикомпостирањето е многу погоден експеримент кој промовира безброј вредности како што се грижата за кревките, но основни живи суштества, биолошките научни аспекти што ги носи со себе, одржувањето на екосистемот, анализата на неговите резултати.
- Управувањето со отпадот има значително социјално влијание. Компостирањето и вермикомпостирањето се многу добредојдени решенија за некои од проблемите на современите општества како што е управувањето со одреден органски отпад. Честопати вишокот на органско „ѓубре“ на индивидуално или семејно ниво, па се до комунално ниво, во компании, училишта, болници и многу други средини,



може да се поправи со системи за компостирање. Потребните инвестиции и одржување се минимални, особено кога се потврдува неговата ниска цена и одржување и високиот принос од аспект на исхрана, подобрување на здравјето и рамнотежа на животната средина.

- Вреди да се спомене нивото на свест што компостирањето во сите негови облици го воведува во нашите општества кои се сè понезаситни конsumerистички и исклучени од околината. Посебно е интересно што и наједноставните суштества, од бактерии до црви, ни даваат лекции за рециклирање и ни помагаат повторно да се поврземе со природата што не одржува. Црвите нè научија да го претвораме отпадот во ресурс и тие се врската со нашето потекло и одржување, што не смееме да го заборавиме.

### **9.1.1. Улогата на вермикомпостот врз плодноста на почвата**

Главната улога на компостот од дождовни црви е промената на физичките, хемиските и биолошките својства на почвата со активностите на дождовните црви и затоа се нарекуваат управители на почвата. Значително ја подобрува структурата, текстурата, аерацијата на почвата и ја спречува ерозијата на почвата. Со зголемување на површината на макропорите помеѓу 50 и 500  $\mu\text{m}$ , тоа предизвикува подобрување на односот воздух-вода во почвата и на тој начин позитивно влијае на растот на растенијата. Исто така, позитивно влијае на рН вредноста на почвата, на микробната популација и на ензимските активности на почвата. Покрај тоа, вермикомпостот е богат извор на хранливи материи како што се нитрати, фосфати и разменлив калциум и растворлив калиум. Покрај додавањето на минералоски хранливи материи, вермикомпостот е богат и со корисна микрофлора како што се N-фиксатори, P-растворувачи, микрофлора што се разложува од целулоза итн. Служта што се лачи од дигестивниот тракт на дождовниот црв произведува одредени антибиотици и биохемикалии слични на хормони, а со тоа го забрзува растот на растенијата и го зголемува распаѓањето на органската материја во почвата. Забележано е дека вермикомпостот има поволен ефект врз параметрите на растот и приносот на различни култури како што се оризот, шеќерната трска, модриот патлиџан, домотот и бамјата. Така, вермикомпостот делува како балсам на почвата и како ѓубриво со бавно ослободување, што на крајот ја подобрува структурата на почвата, плодноста на почвата, растот на растенијата и ги потиснува болестите предизвикани од растителните патогените кои се пренесуваат преку почвата, зголемувајќи ги приносите на земјоделските култури. [20, 61–63].

### **9.1.2. Улогата на вермикомпостот врз физичко-хемиските својства на почвата**

Вермикомпостот ги подобрува физичко-хемиските карактеристики на почвата, како што се структурата на почвата, капацитетот за задржување вода во почвата, отпорноста на пенетрација, волуменската маса, органскиот јаглерод во почвата, агрегацијата, содржината на хранливи материи итн. густината на почвата и ја зголемува способноста за задржување вода на почвата [64]. Откриено е дека кога вермикомпостот бил додаден во почвата, средната волуменска густина и средната вкупна порозност биле најмали. Воздушната пропустливост се зголемува, драстично се намалува отпорот на пенетрација,

се подобрува стабилноста на влажниот агрегат и се намалува волуменската густина. Зголемената популација и активност на микробите доведоа до развој на агрегати и зголемена порозност на почвата, што резултираше со намалена густина на честички и волумен. Физичко-хемиските карактеристики како рН, електричната спроводливост (ЕС), порозноста, содржината на влага, капацитетот за задржување вода и хемиските својства како азот, фосфор, калиум, калциум и магнезиум беа значително подобри во почвата третирана со вермикомпост, додека соодветните физичко-хемиските вредности во контролната почва беа минимални во културата на оризот [65]. Вермикомпостот навистина има значителна концентрација на вкупен и биорасположив азот, фосфор, калиум (NPK) и микронутриенти, како и микробиолошка и ензимска активност и регулатори за раст. Се чини дека полисахаридите ги има во изобилство во вермикомпостот. Полисахаридот делува како цементиращка состојка во почвата, предизвикувајќи стабилност на агрегатот, што помага да се воспостави и одржува структурата на почвата, подобрена аерација, задржување на водата, одводнување и аеробни услови. Зачувувањето на структурата на почвата е од суштинско значење за издолжување на коренот и за примање на хранливи материи. Секрецијата на слуз и микроорганизмите од цревата на дождовниот црв ја подобруваат стабилноста на агрегатот на почвата. Абсорбирачката органска материја во вермикомпостите го зголемува капацитетот за задржување на водата на почвата со задржување само на количеството вода потребна од корените на растенијата [66, 67]. Утврдено е дека вермикомпостите имаат поголем капацитет за размена на базите и поголем пораст на потенцијалот за оксидација [68]. Соодносот на јаглерод и азот во вермикомпостот е обично помал, што покажува дека тој е посоодветен за употреба како дополнување на почвата. Со менување на физичко-хемиските параметри на почвата, вермикомпостот може да ја ограничи загубата на хранливи материи преку истекување [69]. Вермикомпостот изобилува со хумусна киселина и биолошки активни соединенија како регулаторите за раст на растенијата. Докажано е дека хумусната киселина го подобрува собирањето на хранливи материи во ситуации кога хранливите материи се дефицитарни или кога се обезбедуваат дополнително. Хумусните киселини може да имаат ефект сличен на хормоните врз растот и продуктивноста на растенијата како резултат на нивното учество во клеточното дишење, фотосинтезата, оксидативната фосфорилација, биогенезата и различни други ензимски функции [24, 70].

**Табела 6.** Ефектот на вермикомпостот врз физичко-хемиските својства на почвата кај различни култури [24]

Култури	Третман	pH	EC (dSm <sup>-1</sup> )	BD (g.cm <sup>-3</sup> )	Порозност (%)
Ориз	Контрола	7.4 ± 2.01	2.0 ± 1.0	—	39 ± 2.0
	Вермикомпост	7.1 ± 0.01	1.01 ± 1.0	—	41 ± 1.0
	Верми-миење	7.2 ± 1.02	2.0 ± 1.1	—	40 ± 1.1
	Вермикомпост+верми-миење	7.0 ± 0.03	0.02 ± 0.01	—	44 ± 1.0
Пченица	Примерок од почва	8.56	25.82	1.52	25.38
	Вермикомпост/ 5 g.kg <sup>-1</sup> почва	7-6	4.65	1.42	26.85

**Табела 7.** Споредба помеѓу ефектот на вермикомпостот и конвенционалниот компост врз различната содржина на хранливи материи во производството на *Amaranthus viridis* [71]

Параметри	Компост (g.m <sup>-2</sup> )			
	Вермикомпост		Конвенционален компост	
	100	150	100	150
Азот (%)	0.61	0.72	0.54	0.62
Фосфор (%)	0.0057	0.0077	0.0039	0.0047
Калиум (%)	11.11	11.17	10.41	10.48
Калциум (%)	1.443	1.683	0.561	0.641

### 9.1.3. Ефектот на вермикомпостот врз биолошките својства на почвата

Биолошките својства на почвата може да се подобрат со примена на вермикомпост. Неодамнешните студии покажаа дека со примена на вермикомпост значително се подобруваат биолошките карактеристики на почвата т.е. органскиот јаглерод во почвата, како и почвената микробна биомаса, ензимската активност, популацијата на различни корисни микроорганизми, хормоните и сл. Активноста на ензимот дехидрогеназа, кој вообичаено се користи за квантифицирање на респираторната активност на микробните заедници, се покажа дека е повисока кај вермикомпостот отколку во конвенционалниот компост. Примената на вермикомпост го подобрува статусот на азот на почвата со воведување на корисниот микроорганизам во ризосферата на растението што на крајот ја подобрува активноста на нитрогеназата, ензимот одговорен за фиксација на азот во почвата [24, 72, 73].

#### **9.1.4. Ефектот на вермикомпостот врз растот и развојот на растенијата**

Вермикомпостот го промовира растот и развојот на различни растителни видови, особено различни градинарски култури, како што се блага пченка, домати, јагоди [74], житни култури, ориз [65], пченица, соргум [69], овошни култури папаја [75] и ананас [76]. Со примена на вермикомпост, забележани се значително повисоки показатели за раст и принос, како што се дијаметарот на стеблото, висината на растението, комерцијалниот принос по растение, просечниот број на листови и вкупната биомаса на доматното растение. Зголемувањето на растот и развојот на растенијата се должи на подобрувачкото дејство на вермикомпостот врз физичките, хемиските и биолошките својства на почвата, што на крајот ја подобрува целокупната плодност на почвата и го поттикнува растот и развојот на растенијата. Докажано е дека вермикомпостот ја зголемува сувата тежина на растенијата и апсорпцијата на азот, делувајќи како природно достапен, бавно ослободувачки извор на растителни хранливи материи [24].

#### **9.2. Економски придобивки**

Вермикомпостирањето нуди неколку економски придобивки. Прво, тоа е ефикасен и исплатлив метод за претворање на органскиот отпад во вреден компост, кој може да се користи како ѓубриво богато со хранливи материи за одгледување на култури [77]. Ова ја намалува зависноста од хемиските ѓубрива, кои можат да бидат скапи. Дополнително, побарувачката за вермикомпост брзо се зголемува, создавајќи потенцијален пазар за негова комерцијализација [78]. Ова претставува можност за земјоделците и малите претприемачи да остваруваат приходи преку производство и продажба на вермикомпост. Понатаму, вермикомпостирањето има потенцијал да ги намали трошоците поврзани со отстранување на отпадот од храна, како што е покажано со финансиската анализа. Со користење на вермикомпостирање, трошоците за третман на отпадот можат значително да се намалат, правејќи го тоа економски исплатлива опција. Во целина, вермикомпостирањето нуди економски придобивки преку производство и продажба на вермикомпост, како и заштеда на трошоци во управувањето со отпадот [79].

Економските придобивки од вермикомпостирањето вклучуваат потенцијално намалување на трошоците поврзани со отстранувањето на отпад од храна од 57 до 18 долари по тон. Во денешниот свет, каде вкупната количина на глобален отпад изнесува 20 милијарди метрички тони, а комуналниот цврст отпад е 2,7 милијарди метрички тони, трансформацијата на отпадот во економска вредност е исто така важна од аспект на

циркуларната економија [80]. Имајќи предвид дека 70% од создадениот комунален цврст отпад е од органско потекло [81], придонесот од преработката на овие отпади со еколошки пристапи, како вермикомпостирање, за светската економија изнесува приближно 73,7 милијарди долари. Количината на цврст отпад од мали фарми често може да варира во зависност од големината на фармата, видот на производството и методите на обработка. Без оглед на големината и обемот, рециклирањето на органските отпади преку вермикомпостирање ќе ги намали трошоците за управување со цврст отпад на малите земјоделски претпријатија за најмалку 70%.

Позитивниот ефект на вермикомпостот врз растот и развојот на растенијата и неговиот заштитен ефект против растителни болести и штетници го прават моќно ѓубриво и успешна компонента за заштита на растенијата. Имајќи предвид дека просечните годишни трошоци за ѓубрива и средства за заштита на растенијата за мали земјоделски претпријатија/фармери изнесуваат 22.175 и 15.915 долари [82], јасно е дека покрај намалувањето на трошоците за отпад од 70%, што го овозможува вермикомпостот, намалување на трошоците за околу 38.000 долари ќе биде значителна придобивка за малите земјоделски претпријатија/фармери.

## 10. РЕШЕНИЈА ЗА ИНФОРМАТИЧКА И КОМУНИКАЦИСКА ТЕХНОЛОГИЈА

### Резултати од учење

- Обучениот ги познава алатките за самостојно учење за производство на вермикомпост.
- Обучениот знае како да пристапи до WWOOF платформата за онлајн обука за вермикомпост.
- Обучениот знае како да пристапи до ILA платформата за онлајн обука за вермикомпост.
- Обучениот знае како да пристапи до MTU платформата за онлајн обука за вермикомпост.
- Обучениот оценува во кои процеси на производство на вермикомпост може да се користи технологијата на Интернет на Нештата (IoT).

### Инструкции за обучувачот

- Обучувачот споделува теоретско знаење преку презентација.
- Обучувачот го демонстрира процесот на регистрација и најава на WWOOF онлајн платформата за обука за вермикомпост.
- Обучувачот го демонстрира процесот на регистрација и најава на ILA онлајн платформата за обука за вермикомпост.
- Обучувачот го демонстрира процесот на регистрација и најава на MTU онлајн платформата за обука за вермикомпост.
- Обучувачот го покажува видеото SM6 (Систем за мониторинг на вермикомпост) на учесниците. По видеото, обучувачот поставува прашање: „Кои дигитални решенија може да се развијат во другите фази на процесот на производство на вермикомпост?“
- Обучувачот ги насочува учесниците во воведувањето и користењето на мобилната апликација Powerworms.

**Основни потреби:** Проектор, компјутер, интернет конекција.

## 10. РЕШЕНИЈА ЗА ИНФОРМАТИЧКА И КОМУНИКАЦИСКА ТЕХНОЛОГИЈА

Опсегот на дигитални решенија посветени исклучиво на вермикомпостирање е ограничен. Сепак, постојат одредени развои во областа на онлајн едукативни курсеви и истражувачки трудови кои се осврнуваат на поврзани аспекти, особено во доменот на автоматско следење и корекција преку технологијата Интернет на нештата (IoT). Во последниве години, се појавија онлајн едукативни курсеви и мобилни апликации кои ги обработуваат сложеностите на вермикомпостирањето [83, 84]. Овие курсеви можат да покријат теми кои варираат од основи на поставување систем за вермикомпостирање до понапредни техники за оптимизација на квалитетот на компостот и активноста на црвите. Овие образовни платформи можат да понудат видео туторијали, упатства или интерактивни модули, обезбедувајќи им на ентузијастите и практичарите сеопфатни увиди во ефикасни практики за вермикомпостирање. Дополнително, академски истражувања и објавени трудови ја истражуваат интеграцијата на IoT во управување со отпадот и компостирање. Овие студии дискутираат концепти и прототипови за автоматски системи за следење и корекција кои користат IoT сензори за следење на клучни параметри во компостирањето, како што се температура, влажност, pH вредности и кислород. Овие трудови може да предложат методологии или експериментални поставки за искористување на IoT за автоматска оптимизација на условите за компостирање [85–89]. Недостигот од специфични дигитални решенија целосно посветени на вермикомпостирањето може да се припише на неколку фактори. Прво, полето на вермикомпостирање, иако добива внимание поради неговите еколошки придобивки, можеби сè уште нема доволен комерцијален интерес за развој на самостојни дигитални решенија. Разновидноста на методите за вермикомпостирање, кои варираат во зависност од локацијата, достапните ресурси и специфичните потреби, може да претставува предизвик за создавање универзално применливо дигитално решение. Покрај тоа, комплексноста на процесите на вермикомпостирање и широкиот опсег на променливи, вклучувајќи ги условите на животната средина, видот на црвите и отпадните материјали, може да го одврати развојот на посебни дигитални алатки. Развивањето сеопфатно и ефективно дигитално решение кое ги адресира овие сложености може да бара значително истражување, ресурси и експертиза. Во суштина, иако можеби не постојат широко распространети дигитални решенија исклучиво посветени на вермикомпостирање, постоењето на едукативни курсеви и истражувачки трудови кои ја истражуваат примената на IoT во компостирањето покажуваат зголемен интерес и потенцијал за технолошки напредок во оваа област. Овие ресурси поставуваат темели за идни иновации и развој на специјализирани дигитални решенија прилагодени на практиките на вермикомпостирање.

## 11. ПРАКТИЧНА ИМПЛЕМЕНТАЦИЈА НА МАЛИ ФАРМИ

### Резултати од учење

- Учесникот ги дефинира барањата за производство на вермикомпост во типови: легла со мали размери/или купови
- Учесникот го воспоставува производното опкружување со користење на компонентите по соодветен редослед за производство на вермикомпост во легло/или куп.
- Учесникот ги дефинира барањата за производство на вермикомпост во јама со мали размери.
- Учесникот го воспоставува производното опкружување со користење на компонентите по соодветен редослед за производство на вермикомпост во јама метод.

### Инструкции за обучувачот

- Обучувачот накратко ги сумира чекорите на процесот.
- За оваа апликација треба да се избере отворен простор. Како, на пример, градина за пракса.
- Големите парчиња се ситнат во помали парчиња користејќи градинарски ножици.
- Лушпите од јајцата се мелат.
- Луспи од јајца и талог од кафе се поставуваат помеѓу слоевите органски отпад.
- Обучувачот им објаснува на учесниците чекор по чекор што треба да направат и бара од нив да користат соодветен материјал за да го изградат производниот простор за вермикомпостирање.
- На крајот од денот, обучувачот ги замолува учесниците да ги запишат сите преземени активности.

**Основни потреби:** органски отпад (лисја, растителен отпад, струготини, трева, измет од добиток, итн.), луспи од јајца, талог од кафе, отпад од весници и картон, глисти (*Eisenia fetida*), три лопати, градинарски ножици, кофа, мелница.



## 11. ПРАКТИЧНА ИМПЛЕМЕНТАЦИЈА НА МАЛИ ФАРМИ

Во овој дел, методите за производство на вермикомпост на мали фарми, преку методите на легло и јама, се презентираат чекор по чекор.

### 11.1. Легло/Куп метод

Компостирањето се изведува на пука/кача под со изработка на легло (со димензии: 6 x 2 x 2 стапки) од органска смеса. Овој метод е лесен за одржување и примена.

Постапка:

- Процесот вклучува собирање на отпадоци, дробење, механичко одвојување на метал, стакло и керамика, и складирање на органски отпадоци.
- Пред-дигестија на органски отпад за дваесет дена со насипување или складирање на материјалот заедно со кашеста смеса од гној. Овој процес делумно го разградува материјалот и го прави погоден за консумирање од црвите.
- Подготовка на легло за црви. Потребна е бетонска подлога за поставување на отпадот за подготовка на вермикомпост. Растресита почва ќе им овозможи на црвите да влезат во почвата, а при наводнување, сите растворливи хранливи материи ќе отидат во почвата заедно со водата.
- Слој од 15-20 см ситно исечени суви листови/трева треба да се стави како основен материјал на дното на леглото.
- Треба да се направат леглои од делумно разложен материјал со димензии 6x2x2 стапки. Секој легло треба да содржи 1,5-2,0 квинтали суров материјал, а бројот на легла може да се зголеми според достапноста и потребите од суров материјал.
- Црвените дождовни црви (15-20 црви по килограм материјал од леглото) треба да се пуштат во горниот слој на леглото.
- Веднаш по пуштањето на црвите, треба да се прска вода со канта.
- Леглата треба да се одржуваат влажни со прскање вода (секојдневно) и покривање со јутени вреќи/или полиетиленски.
- Леглото треба да се преврти еднаш по 30 дена за да се одржи аерацијата и за правилно разложување.
- Компостот е подготвен за 75-90 дена.
- Тежината на готовиот производ е околу 75% од користениот суров материјал [9].

## 11.2. Јама метод

Компостирањето се врши во цементираны јами, дрвени кутии, пластичны кофи, силполенска кеса, корпы и сл., покриени со сламена трева или кој било друг локално достапен материјал.

Постапка:

- Јама со димензии 10x4x2 стапки, направена од цемент или вермибег, се одржува. Должината и ширината може да се променат според достапноста на материјалот, но не и длабочината, бидејќи активноста на црвите е ограничена на длабочина од 2 стапки.

1 слој: материјал за постелка од меки листови со длабочина од 1 стапка

2 слој: слој од 9 стапки од органски отпад, ситно исецкан материјал

3 слој: сушен гној од добиток и вода во еднаков сооднос, во длабочина од 2 стапки

Слојот се продолжува се додека не се наполни купот.

- Во јамата после 25 дена, се внесуваат 795-820 црви (15-20 црви по килограм материјал за лежиште) без да се наруши јамата.
- Се одржува соодветна влажност и температура со често наводнување, превртување и понатамошно редење.
- Производот на компостот е 75% (Ако вкупниот материјал сместен во јамата е 1000 кг, излезот ќе биде 750 кг).
- Наполнетиот материјал се наводнува и превртува во редовни интервали [9].

## 12. ПОДАТОЦИ ПОВРЗАНИ СО ПАЗАРОТ

### Резултати од учење

- Учесникот ги препознава водечките производители на вермикомпост.
- Учесникот ги знае земјите кои имаат влијание во производството на вермикомпост.
- Учесникот ги знае земјите кои користат големи количини на вермикомпост во земјоделското производство.
- Учесникот ја знае приближната големина на пазарот за вермикомпост.
- Учесникот ги знае потрошувачките групи за вермикомпост.
- Учесникот ги знае очекувањата и побарувањата на пазарот за вермикомпост.

### Инструкции за обучувачот

- Обучувачот споделува теоретско знаење преку презентации.

**Основни средства за настава:** Проектор, компјутер.

## 12. ПОДАТОЦИ ПОВРЗАНИ СО ПАЗАРОТ

Со глобалното зголемување на населението низ целиот свет, е потребно поголемо земјоделско производство за да се задоволат потребите за храна и исхрана. Од оваа причина, човештвото се обидува да најде поефикасни ресурси во согласност со побарувачката на постојано растечкото население, и како резултат на тоа, се развиени земјоделски системи во кои се користат ѓубрива за различни растенија. Ѓубривата генерално се дефинираат како хемиски соединенија што се применуваат за стимулирање на растот на растенијата и се супстанции што се применуваат на почвата или листовите. Ѓубривата се делат на две основни класи: природни (органски) и хемиски (неоргански) ѓубрива. Природните ѓубрива се природни соединенија произведени преку природни процеси; Хемиските ѓубрива се супстанции произведени како резултат на хемиски процеси на природни седименти, односно супстанции кои претрпеле хемиска трансформација.

Во последниве години постои интензивен интерес за вермикопостот и придобивките што ги нуди овој тип ѓубриво. Со зголемувањето на интересот, вермикопостот започна да се развива како индустрија. Вермикопостот може да се користи во сите области на земјоделството, во сите видови земјоделски активности кои користат органски или хемиски ѓубрива, како и за исхрана на градинарски, стакленички и собни растенија. Исто така, служи како регулатор на почвата поради својата висока аерација и големата способност за задржување на вода. Додека ги заштитува корените на растенијата од екстремни температури, го намалува развојот на плевелите и го намалува ризикот од ерозија. Поради аеробното варење, хранливите елементи што ги зема црвот во течна форма се дополнително разградени во неговиот дигестивен систем, и затоа се богати со елементи корисни за растението. Вермикопостот носи економски придобивки бидејќи ја поддржува одржливоста во растителното производство. Исто така, се користи интензивно за разградување и обработка на цврст органски отпад, што стана значителен еколошки проблем поради брзиот индустриски развој и растот на населението. Оваа техника е широко применувана во светот поради нејзината комерцијална и еколошка вредност. Бидејќи ѓубривото е еден од најважните влезни ресурси во земјоделството, секторот директно е под влијание на развојот во земјоделската област.

Вермикопостот привлекува внимание од многу производители, институции и организации ширум светот заинтересирани за одржливо и органско земјоделство, бидејќи припаѓа во групата на органски ѓубрива, природно се произведува и не остава остатоци во почвата. Во извештајот објавен од Меѓународната асоцијација за ѓубрива (IFA) за

среднорочниот тек на секторот, се наведува дека неусогласеноста помеѓу понудата и побарувачката во Латинска Америка и Источна Азија ќе доведе до ситуација на зависност од увоз на среден рок, и покрај намалувањето на побарувачката за ѓубрива како резултат на новите политики имплементирани од Кина. Се нагласува дека ова укажува на потенцијален раст. Се предвидува дека увозот од некои клучни потрошувачки земји во Југоисточна Азија (Индија, Индонезија и Малезија) и Африка има потенцијал за зголемување. Повеќето производители на вермикомпост се лоцирани во Индија и Југоисточна Азија. Делот на Индија во глобалната вредност на производството на вермикомпост изнесува 9.5%. Делот на новозеландската компанија MyNOKE, која е водечки производител во светот, на светскиот пазар во 2015 година беше 8.8%. Со проширувањето на пазарот на вермикомпост, продажбата на компанијата, која изнесувала 30 милиони долари во 2014 година, достигнала 38 милиони долари во 2018 година, што претставува зголемување од 24.89%.

Водечки компании за производство на вермикомпост во светот:

- MyNOKE (Нов Зеланд) произведува 150,000 тони вермикомпост со 1.2 билиони црви
- Nutri Soil (Австралија) произведува течен вермикомпост
- Davo's Worm Farms (Австралија)
- Worm Power (САД) Произведува течен органски вермикомпост. Нивните производи се сертифицирани од CDFA од Калифорниската органска програма за храна и земјоделство.
- Kahariam Farms (Филипини)
- Sri Gayathri Biotec (Индија)
- Dirt Dynasty (САД)
- AgriLife (Индија)
- Suman VermiCompost (Индија)

HS (The Harmonized Commodity Description and Coding Systems) шифра 31.01: „животински или растителни ѓубрива (без разлика дали се или не измешани заедно или хемиски обработени); Светскиот увоз на „ѓубрива добиени од хемиски третман или мешање на ѓубрива од растително или животинско потекло“ изнесува 920 милиони долари во 2020 година. САД, Франција, Холандија, Виетнам и Шпанија се на врвот на листата по светски увоз. Уделите на овие земји во увозот се 9,6%, 8,7%, 7%, 5,1% и 4,9%, соодветно. Светскиот извоз на животински или билни ѓубрива изнесува 928 милиони долари во 2020 година. Холандија, Белгија, Италија, Шпанија и Франција се на прво место во светскиот извоз. Уделите на овие земји во извозот се 20,8%, 15,6%, 14,7%, 5,6% и 4,7%, соодветно. Турција е 19-ти најголем извозник на животински или растителни ѓубрива во светот, со извоз од приближно 8 милиони долари во 2020 година.

Клучот за успехот на вермикомпостирање е маркетинг или програма за дистрибуција на производи за компост. За да се развијат долгорочни пазари, производите мора да бидат со постојано висок квалитет. Други суштински маркетинг фактори вклучуваат планирање, знаење за крајните корисници, следење на основните маркетинг принципи и надминување на можните регулаторни бариери и стигмата на производот. Карактеристиките на компостот што ги посакуваат крајните корисници варираат во зависност од намената, но повеќето корисници на компост ги бараат следните елементи (по редослед на важност):

- Квалитет (влага; мирис; големина на честички; стабилност; концентрација на хранливи материи; конзистентност на производот; и недостаток на семиња од плевел, фитотоксични соединенија и други загадувачи)
- Цена (треба да биде конкурентна со другите компости, иако високиот квалитет и перформанси може да оправдаат повисока цена)
- Изглед (униформна текстура, релативно сува, земјена боја)
- Информации (придобивки на производот, анализа на хранливи материи и рН вредност и стапки и процедури за примена)
- Сигурно снабдување

Како ќе се продава компостот зависи од количината, квалитетот, изгледот и сезонската достапност. Најчесто компостот се користи во пролет и почетокот на летото. Размислете дали ќе продавате компост на големо, во вреќи или и двете. Компостот во вреќи има поголем потенцијален пазар бидејќи вреќите може да се продаваат на малопродажните места. Компостот во вреќи може да се продава по повисока цена, што ги оправдува повисоките транспортни трошоци и на тој начин може да поддржи поголема пазарна површина. Продажбата компост на големо, обично останува на локално ниво поради високите транспортни трошоци. Најдобрите пазари за продажба на големо се локалните расадници, за уредување на јавни површини или на домашните градинари. Потенцијални крајни корисници за компост се:

- Одгледувачи (стаклена градина, контејнер, бусен, нива, во земјоделство)
- Менаџери на урбано-просторни површини (комерцијални имоти, спортски тревници, тревници на стамбени површини, гробишта)
- Државни институции (паркови, училишта/универзитети, патишта/автопати, спортски тревници)
- Компании кои вршат мелиорација (депонии, песок/чакал, рудници)
- Препродавачи (дилери/брокери на површинска почва, градинарски центри)

- Компании или институции вклучени во еколошки проекти (мочуришта, биофилтри, контрола на ерозија, санација на почвата, филтри за вода)
- Земјоделци (овошје, зеленчук, градинарски и органски култури)
- Сопственици на терени за голф и гробишта
- Градежни куќи и купувачи (градители на нови домови, реноватори, органски градинари, сопственици на куќи)

Брзо растечките пазари вклучуваат користење од страна на сопствениците на домови, прилагодено мешање на горен слој, еколошки апликации и земјоделски употреби. Постојат многу начини да се подобри маркетингот на вашиот производ од компост. Вработете персонал кој може да зборува за вашите производи и нивната употреба. Обидете се да продавате на пазари со висока профилираност за да привлечете внимание кон вашите производи. Засадете цветни и зеленчукови градини во вашиот објект за да го покажете компост на дело. Учествувајте на саеми во индустријата или поврзете се со локалните трговски здруженија. Промовирајте позитивна реакција на јавоста со организирање на обиколки низ вашиот објект и понудете практични активности за деца од основно училиште, како што е садењето на растенија со користење на компост. И на крај, контактирајте ги локалните радио и телевизиски емисии за градинарство за можноста за интервјуа. [90–92].

### 13. ЗАЈАКНУВАЊЕ НА СОРАБОТКАТА СО ОБРАЗОВНИТЕ ИНСТИТУЦИИ

Институционалната структура на земјоделскиот сектор е сложен социо-економски систем кој вклучува економски, организациски, правни, морални и етички елементи. Развојот на општеството во процесот на пазарна трансформација доведува до промена на улогата и значењето на одделните земјоделски институции. Низ светот, постои земјоделска структура во која доминираат мали семејни претпријатија засновани на приватна сопственост. Со текот на времето, бројот на претпријатијата исто така се зголеми со проширувањето на обработуваните површини. Активностите на фармите спроведени со традиционални перспективи и учења се најголемата пречка за одржливоста на малите земјоделски претпријатија. Климатските промени, намалувањето на земјиштето за наводнување, намалувањето на водните ресурси, несоодветната плодород и несвесната употреба на хемикалии ги загрозуваат одржливите земјоделски активности. Тоа што земјоделското производство се врши свесно од луѓе со одредено образование, без разлика на обемот, без разлика дали е мал или голем, ќе ја зголеми продуктивноста во земјоделското производство и ќе се спречат загубите на производи предизвикани од практиките на неинформирани луѓе. Важно е да се воспостави соработка помеѓу организациите кои вршат едукативни и тренинг активности во областа на земјоделското производство и луѓето/институциите кои вршат земјоделски активности.

Средните училишта, стручните училишта, земјоделските факултети, катедрите за почвени науки, одделенијата за инженерство на животната средина, здруженијата и фондациите кои имаат за цел да шират добри практики во областа на земјоделското производство можат да играат улога во ширењето на точните технички информации во областа на производството на вермикомпост, кои е важен пристап од аспект на одржливост во земјоделското производство. Курсевите за краткорочни вештини и градење компетенции во Центрите за континуирано образование, Центрите за образование на возрасни и Центрите за доживотно учење ќе промовираат ширење на добри практики во земјоделското производство и производството и употребата на вермикомпост.



## 14. РАЗВИВАЊЕ ИНВЕСТИЦИСКИ ПЛАНОВИ ЗА ВЕРМИКОМПОСТИРАЊЕ

### Резултати од учење

- Обучениот ги знае променливите што ја дефинираат скалата за капацитетот за производство на вермикомпост.
- Учесникот ја знае техничката опрема потребна за капацитетот за производство на вермикомпост.
- Учесникот ја прилагодува опремата потребна за вермикомпостирање во зависност од достапните варијабли.

### Инструкции за обучувачот:

- Обучувачот споделува теоретско знаење преку презентација.
- Обучувачот бара од слушателите да ја наведат инфраструктурата и опремата потребна за производство на 2 тони вермикомпост.
- Обучувачот бара од слушателите да ја наведат инфраструктурата и опремата потребна за производство на 360 тони/годишно вермикомпост.

**Основни потреби:** Проектор, компјутер.

## **14. РАЗВИВАЊЕ ИНВЕСТИЦИСКИ ПЛАНОВИ ЗА ВЕРМИКОПОСТИРАЊЕ**

При одредување на обемот на инвестиции за производство на вермикомпост, треба да се земат во предвид повеќе варијабли, без разлика дали се работи за комерцијални или лични потреби на фармата:

- Количина на пристапен влезен органски отпад,
- Финансиски ресурси во сопственост,
- Еколошки и климатски услови,
- Логистички и технички капацитети,
- Традиционален пристап или преференции за употреба на технологија,
- Континуитет на побарувачката за Vermicomposting.

### **14.1. Инвестиции од мали размери**

Малите фарми користат јами и контејнери со различни големини (или ИВС резервоари) за да ги задоволат своите потреби за компостирање со црви. Овие системи, кои не бараат напредна механизација, овозможуваат одржливост за малите земјоделски претпријатија со ниски инвестициски трошоци. Во овој дел се прикажани барањата за годишно производство на 5 тони вермикомпостирање со ИВС резервоари (Табела 8).

### **14.2. Инвестиции од големи размери**

Овој дел ќе даде преглед на инвестициските барања и трошоци за капацитети за вермикомпостирање од големи размери (Табела 9). Лицата кои размислуваат да инвестираат во оваа област можат да го зголемат или намалат потребниот технички инвентар во зависност од обемот на производство, претпочитувањето на механизација, количината на цврст отпад и човечките ресурси. Подигнати легла Windrow, и континуиран проток (flow through) се најчесто користени техники во производството на вермикомпост во голем обем. Презентираниот објект ќе има производствен капацитет од 720 тони годишно на цврст вермикомпост (Табела 10). Беше симулирано создавање на процес со систем за континуиран проток во објектот. Најважните предности на овој систем се што овозможува континуирано снабдување со ѓубриво во посакуваното време и исто така заштедува време со извршување на процесот на ситнење. Враќањето на инвестицијата е 2,1 години. Внатрешната стапка на поврат на инвестицијата е 41%."

**Table 8.** Инвестициски буџет за капацитети за вермикомпостирање од мали размери

Опрема и материјали	Количина	Единечна цена	Вкупен износ (Евра)
ИВС Резервоар	10	40	400
Транспорт на ИВС	1	200	200
Чакал (150 kg)	1	150	150
Песок (100 kg)	1	50	50
Дрвени капази	10	25	250
Палети	20	3	60
ПВЦ цевки (3 метри)	10	5	50
Ѓубриво (кг) (отапд од фарми)	4.000	0	0
Цевки за наводнување (3 метри)	2	5	10
Дождовни црви ( <i>E. fetida</i> ) (кг)	10	90	900
Прскалки	50	0,4	20
Стогови сено	4	25	100
Термометар	1	84	84
Хигрометар	1	106	106
Вкупен буџет			2.380

**Table 9.** Потребна опрема и машини/материјали за производство на компост од црви во систем со континуиран проток

Опрема и материјали	Количина	Вкупен износ
Дождовни црви	500.000	5.000
Систем за континуиран проток	5	54.000
Печка за термичка обработка	1	8.000
Мелница за ѓубриво/дробилка	1	4.800
Машина проверка на вибрирачки ѓубрива	1	1.900
Машина за пакување на ѓубрива	1	9.100
Машина за пелети	1	6.900
Вилушкар	1	31.650
Канцелариски мебел	1	3.200
<b>Вкупно</b>	<b>-</b>	<b>124.550</b>

**Table 10.** Инвестициски трошок

<b>No</b>	<b>Инвестициска табела</b>	<b>Цена (Евра)</b>	<b>Детали</b>
1	Прелиминарски трошоци за работа	4.405	Предвидени се 3 % од вкупните трошоци за изградба
2	Инженерски и проектни трошоци	3.126	Предвидени се 2 % од вкупните трошоци за изградба
3	Земјиште и уредување	2.936	Тоа е трошок кој е потребен за ископ на просторот каде што ќе се гради објектот и транспортот на ископот со камиони. Утврдено е 3% од трошоците за изградба..
4	Трошоци за градежни работи	146.840	Вкупната затворена површина е 800 м2.
5	Трошоци за машини и опрема на главниот објект	124.550	Трошок за машини и опрема и опремување, чии детали се дадени во Табела.
6	Возила, општи трошоци	20.000	На објектот ќе му треба 1 виљушкар за транспорт и складирање на производите што ги произведува бизнисот.
7	Потреба од обртни средства	25.000	Обртни средства потребни за период на инвестиција
<b>Износ на инвестицијата</b>		<b>326.857</b>	

## ЛЕКЦИЈА 15

### 15. РАЗБИРАЊЕ НА ПОЛИТИКИТЕ И ИНИЦИЈАТИВИТЕ ШТО ГО ПОДДРЖУВААТ ВЕРМИКОМПОСТИРАЊЕТО

#### Резултати од учењето

- Ученикот ги познава правните регулативи за управување со цврст отпад во Турција, ЕУ и Америка.
- Ученикот знае кои се границите на тешките метали во почвата во Турција, ЕУ и Америка.
- Ученикот ги познава параметрите за квалитет што се следат во вермикомпостот.
- Ученикот знае кои физички, хемиски и биолошки квалитети мора да ги имаат компостите во Турција, ЕУ и Америка.
- Ученикот ги познава финансиските и техничките поддршки за производство на вермикомпост и органско земјоделство.

#### Упатства за обучувачот

- Обучувачот споделува теоретско знаење преку презентација.

**Основни потреби:** проектор, компјутер.

## **15. РАЗУВАЊЕ НА ПОЛИТИКИТЕ И ИНИЦИЈАТИВИТЕ ШТО ГО ПОДДРЖУВААТ ВЕРМИКОПОСТИРАЊЕТО**

### **15.1. Турција**

#### **15.1.1. Политики**

Иако во Турција не постои специфична правна регулатива за вермикомпостирање, првото правно ограничување за компостирање на цврст отпад беше утврдено во Правилникот за Контрола на Цврст Отпад, објавен во Службениот весник на 14.03.1991, со број 20814. Потоа, Правилникот за Контрола на Загадувањето на Почвата беше објавен во Службениот весник на 10.12.2001, со број 24609, а потоа следеше Правилникот за Изменување на Правилникот за Контрола на Цврст Отпад, објавен во Службениот весник на 25.04.2002, со број 24736, каде некои од одредбите во овој правилник беа предмет на одредбите во Правилникот за Контрола на Загадувањето на Почвата.

Член 36 од Подзаконските акти за Контрола на Цврст Отпад, кој ги утврдува критериумите за квалитет на компостот што треба да се користи во земјоделството, и Член 37, кој ги утврдува содржините на тешки метали и лимитите на компостот, беа комбинирани во Подзаконските акти за Контрола на Загадувањето на Почвата и регулирани под Член 10.

Член 37 од Подзаконските акти за Контрола на Цврст Отпад предвидува дека анализите за тешки метали во почвата треба да се извршуваат на површини поголеми од еден хектар, додека Член 10 од Подзаконските акти за Контрола на Загадувањето на Почвата не поставува таква условност и предвидува дека таквите анализи треба да се вршат на површини од било која големина.

Ограничувањето на оптоварувањето со тешки метали во почвата во Подзаконските акти за Контрола на Цврст Отпад важи во случај на повторно применување на компостот на земјата, но оваа изјава е коригирана во Подзаконските акти за Контрола на Загадувањето на Почвата, при што примената на компостот на земјата се одвива секоја година во период од 10 години и примената е поврзана со определен временски период.

Лимитите за тешки метали во Подзаконските акти за Контрола на Цврст Отпад беа повторно дадени во Подзаконските акти за Контрола на Загадувањето на Почвата. Додека лимитите за тешки метали во почвата беа наведени како единствена вредност во Подзаконските акти за Контрола на Цврст Отпад, тие вредности сега се регулирани во согласност со две различни услови, во зависност од рН на почвата - поголемо од 6 или помало од 6, во Подзаконските акти за Контрола на Загадувањето на Почвата.

Компаративните граничните вредности на тешки метали се дадени подолу (Табела 11).

**Табела 11.** Споредба на граничните вредности на тешки метали во почвата.

Вид	Подзаконските акти за Контрола на Цврст Отпад		Подзаконските акти за Контрола на Загадувањето на Почвата
	PH<6 mg/kg	PH>6 mg/kg	mg/kg
Олово	50	300	100
Кадмиум	1	3	3
Хром	100	100	100
Бакар	50	140	100
Никел	30	75	50
Цинк	150	300	300
Жива	1	1,5	2

Во Турција сè уште нема конкретно развиен стандард за квалитет на компостот. Во подзаконските акти за контрола на цврст отпад и подзаконските акти за контрола на загадувањето на почвата, тој е недоволен за висококвалитетен компост и има одредени празнини. Во соопштението во член 10 од подзаконскиот акт за контрола на загадувањето на почвите дека компостот треба да биде хигиенски совршен и да не го загрозува здравјето на луѓето и сите живи суштества е недоволен. Причината за тоа е што не постои критериум дали компостот е хигиенски совршен и во стандардот не се јасно наведени параметрите по кои ќе се одредува совршенството. Особено ако обработениот компост ќе се користи за различни намени, треба да се утврдат граничните вредности на параметрите како што се рН, содржината на минералите и распределбата на честичките на финалниот компост, да се развијат класи на квалитет на компост погодни за различни намени и да се изразат според квалитетот на компостот. класа во стандардот.

Органските ѓубрива и збогатувачите на почва од животинско потекло мора да се произведуваат во рамките на критериумите наведени во „Регулативата за нуспроизводи од животинско потекло кои не се наменети за човечка потрошувачка“ објавена во Службен весник од 24.12.2011 година и со број 28152 и соопштенија и инструкции врз основа на овој правилник (Сл. 2018). Критериумите на вештачкото ѓубриво се оценуваат во рамките на „Регулативата за ѓубрива од органски, минерални и микроби кои се користат во земјоделството“ објавена од Министерството за храна, земјоделство и сточарство во Службен весник од 23 февруари 2018 година и број 30341. со оваа регулатива, претпријатијата мора да добијат лиценца и потврда за регистрација.

Компаниите кои ги немаат овие документи не можат да го снабдуваат пазарот со вермикомпост. Компаниите кои ги немаат овие документи мора да ги добијат потребните документи во рок од десет месеци. Се покренуваат казни дејствија за деловните субјекти кои нема да ги комплетираат документите во наведениот преоден рок. Еден од случувањата во врска со производството на вермикомпост во нашата земја е Турската асоцијација на производители на вермикомпост (ТОСГЕБ), професионална организација основана од сертифицирани и не сертифицирани производители.

Условите за пласман на пазарот и спецификациите на производите на одлеаноците со црви се регулирани со подзаконските акти 30341 и 28152. Квалификациите што мора да ги поседува цврстиот и течниот вермикомпост за да се пласира на пазарот се дадени подолу (Табела 12).

**Табела 12.** Спецификации за цврст и течен вермикомпост

	<b>Цврст вермикомпост</b>	<b>Течен вермикомпост</b>
Информации за начинот на добивање на органскиот производ и неговите главни компоненти	Финалниот производ добиен од корита на црви независни од земја како резултат на поминување на отпад од растително и/или животинско потекло низ дигестивниот систем на црвот и обработен во согласност со соодветната законска регулатива.	Производот во форма на раствор или суспензија добиен како резултат на физичка и/или хемиска и/или биолошка обработка на цврст вермикомпост.
Содржина на суровина, количина, содржина на растителни хранливи материи и други критериуми	Органска материја најмалку 20% Вкупен азот најмалку 0,5% Органски азот N+P2O5+K2O до 7% Максимална влажност 35% C/N: 8-22	Органска материја најмалку 5% Органски азот
Други информации како ЕС, рН итн. што треба да се наведат на етикетата на производот	рН ЕС (dS/m)	рН ЕС (dS/m)
Задолжителна содржина што се декларира на етикетата	Органски материи Вкупен азот Органски азот Максимална влажност C/N Изборно: Калиум оксид растворлив во вода (K2O) Вкупен фосфор пентооксид (P2O5) Може да се декларира вкупна хуминска киселина + фулвична киселина.	Органски материи Органски азот Рок на траење не може да биде подолг од една година Изборно: Вкупен азот Калиум оксид растворлив во вода (K2O) Вкупен фосфор пентооксид (P2O5) Може да се декларира вкупна хуминска киселина + фулвична киселина.



### **15.1.2. Иницијативи за поддршка**

Во Турција, се обезбедува финансиска поддршка од државата во зависност од социоекономското ниво на развој на регионот каде што ќе се одвива производството на вермикомпост. Овие поддршки се инвестициски поттикнувачки мерки кои се обезбедуваат преку Министерството за финансии и економија и поддршки за претприемништво кои ги обезбедува Управата за развој и поддршка на малите и средните претпријатија (KOSGEB).

Основните поддршки обезбедени за инвеститорите преку програмата за поттикнување на инвестициите вклучуваат: даночно ослободување до 50% од вкупната инвестиција, ослободување од ДДВ и царина за сите инвестиции, бесплатна доделба на земјиште за инвестиција, плаќање на придонесите за осигурување на вработените од страна на државата до 10 години, 7% попуст на каматните стапки на банкарските кредити за инвестицијата (2% за кредити во странска валута).

Целосно неповратните поддршки обезбедени од KOSGEB за органско ѓубриво, кое е оценето како инвестиција во Средно-Висока Технологија, се следниве: поддршка за основање на компанија (10.000 TL), консултантска поддршка (10.000 TL), поддршка за набавка на машини и опрема (200.000 TL), поддршка за сертификација на производи (5.000 TL) и поддршка за перформанси (20.000 TL).

### **15.2. Регулативи за компостирање во САД и Европа**

Според активностите со органски отпад, Европа е поделена на четири класи. Првата класа ги опфаќа Австрија, Белгија, Германија, Швајцарија, Луксембург, Италија, Шпанија (Каталонија), Шведска и Холандија. Овие земји ги прошириле своите политики низ целата земја и воспоставиле систем за управување. Тие опоравуваат 80% од органскиот отпад што е собран одвоено на изворот преку компостирање. Другите технологии се користат умерено. Данска, Англија и Норвешка се во втората класа. Овие земји ја воспоставиле потребната политика за квалитет и организација за одвоено собирање и компостирање. Финска и Франција се во третата класа. Тие ги дефинирале своите стратегии за компостирање и се на почетокот на нивната имплементација. Во четвртата класа се наоѓаат земји како Шпанија, Грција, Ирска и Португалија, кои не воспоставиле управување со компостирањето и го собираат отпадот заеднички.[53].

Обезбедувањето на квалитетот на крајниот производ е важно во процесот на компостирање. Квалитетот на финалниот производ, процесот на компостирање и техниките на компостирање треба внимателно да се земат предвид при планирањето на компостирањето. Во земјите со воспоставен систем за компостирање, како што се Австрија, Германија, Данска, Холандија и Белгија, улогата на обезбедувањето на квалитетот е голема. Во овие земји е воспоставен систем за квалитет. Во многу земји, како што се Шведска, Норвешка, Италија и Франција, овој систем е во фаза на дизајн. Организациите за обезбедување на квалитет се: Организација за обезбедување

на квалитет на компостот (CQAO) во Германија, KGVO во Австрија, VLACO во Белгија и VVAV во Холандија. Во Европа, системот за обезбедување на квалитет се состои од контрола на суровините, контрола на влезните материјали, количината на штетни материи, критериуми за квалитет на вредни материи во компостот, производство на компост, надворешна контрола (на производот и/или производството), ознака за квалитет на производот, сертификација на постројките или производите, декларација за својствата на компостот, обука и способност на операторот, управување и одржување на постројките и сертификати. Статусот на обезбедувањето на квалитет на компостот и компостирачките и распаѓачките постројки во Европа се дадени подолу [53].

Во Австрија, Белгија (Фландрија), Германија, Луксембург, Холандија и Шведска, 520 големи постројки за компостирање и дигестија се контролирани од систем за следење на квалитетот. Во Германија, квалитетот на финалниот компост се одредува со ознаката RAL. Во Холандија и Белгија постојат две различни пристапи. Овде контролата на крајниот производ се комбинира со контролата на производството. Во Белгија, периодот за апликација за ознака на квалитет за нова постројка за компостирање е две години. Во првата година, производството се следи постојано. Во втората година од апликацијата, се проверува само произведениот компост.

Може да се види дека регулативите поврзани со компостирањето во Европа се фокусираат особено на содржината на тешки метали во компостот. Особено во Австрија, класите на квалитет на компост се определуваат според содржината на тешки метали. Во Германија, класите на компост се определуваат според својствата или употребата на компостот. Во Белгија (Фландрија); Квалитетот на компостот се определува според суровината што се користи. Главно, квалитетот на финалниот компост зависи од суровината што се користи, содржината на тешки метали и предвидената употреба. Во Америка, се применуваат посебни лимити за компост од канализациски кал. Овие лимити се доста флексибилни (Табела 14). Лимитите за тешки метали во Америка и европските земји се прикажани подолу [53].

Во европските земји, лимитите на компостот се однесуваат и на канализацискиот кал. Лимитите за тешки метали во компостот се различни во секоја земја. Во Америка, лимитите се доста високи, додека во Европа, лимитите се доста ниски и многу е тешко да се исполнат. Додека лимитите во американските стандарди се одредуваат според здравствените ризици, лимитите во европските стандарди се одредуваат блиску до природните лимити на овие тешки метали во почвата и не се флексибилни. Така, компостот спречува загадување на почвата и е побезбеден за јавното здравје. Потребните температури за време на биолошкиот процес при производството на компост во Европа и предвиденото време на задржување за да се обезбедат хигиенски услови на оваа температура се прикажани во Табела 15. Исто така, бидејќи областите на примена на компостот се различни, различни се и лимитите што компостот мора да ги исполни [53].

**Табела 13.** Организации за компост во Европа и Америка

Организации означени со квалитет			Организации неозначени со квалитет		
Земја	Кратенка	Име на организацијата	Земја	Кратенка	Име на организацијата
Австрија	KGVO	Austrian Compost Quality Association	Австрија	ARGE	Compost and Biogas
Белгија	VLACO	Flemish Compost Organization	Чешка Република	CZ	Biom
Германија	BGK	Bundesgütegemeinschaft Compost	Ирска	Crè	Irish Compost Association
Шведска	RVF	Swedish Waste Management Association	Италија	CIC	Italian Compost Association
Холандија	VVAV	Dutch Waste Processing Association	Јапонија	JORA	Japanese Organic Waste Recovery Association
Англија	CA	Compost Union	Швајцарија	VKS	Verband Kompostwerke Schweiz
Нов Зеланд	NGIA	Nursery and Garden Industry Association	Европа	ECN	European Compost Network
			Канада	CCC	Compost Council of Canada
			Калифорнија		California Compost Quality Council
			Америка		United States Compost Council
			Турција		Vermicomposting Producers Association
			Турција		Vermiculture Association

**Табела 14.** Ограничување на тешки метали во Европските земји и Америка, mg/kg

Земја	Стандард на квалитет	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn
Австрија	Biowaste Regulation Class A	1	70	150	0.7	60	120	500
Белгија (FL)	Ministry of Agriculture	1.5	70	90	1	20	120	300
Данска	Ministry of Agriculture	0.4	-	1000	0.8	30	120	4000
Германија	Biowaste Regulation Type II	1.5	100	100	1	50	150	400
Ирска	Draft	1.5	100	100	1	50	150	350
Луксембург	Ministry of Environment	1.5	100	100	1	50	150	400
Холандија	Second Class Compost	1	50	60	0.3	20	100	200
Шпанија	A Class	2	100	100	1	60	150	400
Шведска	Quality Assurance Organization	1	100	100	1	50	100	300
Англија	TCA Quality Label	1.5	100	200	1	50	150	400
Турција	By-law 30341	3	350	450	5	120	150	1100
Америка	ABD EPA 503	39	-	1500	17	420	300	2800

**Табела 15.** Време на одржување на потребната температура до хигиенски компост што треба да се користи при биолошки процес во некои европски земји и Америка

Земји	Температура на хигиена, °C	Време за одржување, денови
Белгија	60	4
Данска	55	14
Италија	55	3
Холандија	55	4
Австрија	65	6
Куба	55	3
Кореја	55	3
Англија	55	3
Шпанија	55	3
Америка	55	3

На 31 декември 1994 година во Европската Унија беше подготвен стандардот за обележување на компостот. Во овој контекст, беа развиени стандарди за подобрувачи на почвата. На етикетата на компостот произведен според овој стандард, мора да бидат наведени производителот, лицето,

својствата на компостот, условите за складирање, производствениот код, датумот, предвидената употреба, упатствата за употреба и детали за јавното здравје. Дополнително, компостот не треба да предизвикува никаков мирис по примена, во однос на човечкото здравје; не треба да содржи стакло, жица, метал и тврда пластика. Лимитите во стандардот се прикажани во Табела 16.

Во Австрија, стандардот Ö-NORM S 2200 беше развиен за квалитет на компост. Овој стандард беше развиен од истражувачки институти и универзитети во Австрија, Германија, Холандија и Швајцарија. Експертите не одредија лимит за органски супстанции во компостот и го прифаќаат фактот дека овие супстанции имаат саморегулирачка особина бидејќи го запираат процесот на компостирање. Во Австрија постои процедура која мора да се спроведе за да се одржи квалитетот на компостот, и според оваа процедура, квалитетот на компостот се проверува на секои два месеци од страна на владини организации или институции овластени од државата. Употребата на компост како ѓубриво е ограничена на 7 тони/ха/година, а како подобрувач на почва на 10 тони/ха/година според Ö-NORM S. Стандардот Ö-NORM на Австрија е прикажан во Табела 17. Во Австрија, целиот отпад го собираат општините. Се воспоставуваат центри за собирање на органски отпад, и органскиот отпад се акумулира во овие центри. Овие центри се блиску до живеалиштата. Исто така, воспоставени се трансферни станици за компостирачки постројки на оддалеченост поголема од 30 км. Отпадот прво се собира на овие трансферни станици, а оттаму се транспортира до постројки за компостирање на цврст отпад [53].

**Табела 16.** Гранични вредности на состојките за компост на ЕУ стандард

Параметри	Ограничувања на ЕУ стандардот
Сува материја (DM)	>%25
Азот	8 g/m <sup>2</sup>
K <sub>2</sub> O	12 g/m <sup>2</sup>
Salmonella	<25 g
E.coli	<1000 MPN(најверојатна бројка)
	<b>Тежок метал, mg/kg</b>
Zn	300
Cu	75
Ni	50
Cd	1,5
Pb	140
Hg	1
Cr	140
Mo	2
Se	1,5
As	7
Fl	200

**Table 17.** Австриски Ö-NORM 2200 стандард за лимитите на компостот

<b>Органски состојки (DM%)</b>	
Параметри	Ö-NORM S 2200 Limits
Испарливи цврсти материи	> 20
Вкупен јаглерод	> 12
<b>Макронутриенти</b>	
Вкупен азот (DM%)	< 0,2
Вкупен нитрат (N-NO <sub>3</sub> ) (DM%)	< 0,1
Вкупен амонијак (N-NH <sub>4</sub> ) (DM%)	Утврдено од производителот
Фосфор (вкупен P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	Утврдено од производителот
Фосфор (можен)	Утврдено од производителот
Калциум (вкупен CaO)	Утврдено од производителот
калиум (вкупен K <sub>2</sub> O) (DM%)	Утврдено од производителот
калиум (можен) (DM%)	Утврдено од производителот
Манган (вкупен MgO) (DM%)	Утврдено од производителот
Бор (мг/кг ДМ)	< 10
Јаглерод/азот (C:N)	Утврдено од производителот
<b>Тешки метали, mg/kg</b>	
Хром	70
Никел	42
Бакар	70
Цинк	210
Кадмиум	0,7
Меркур	0,7
Олово	70
Линдан	0,1
<b>Физички својства</b>	
Содржина на влага (% сурова тежина)	25-50
Капацитет на влага (DM%)	> 100
Сурова густина (кг 1 сурова тежина)	< 0,85
pH (H <sub>2</sub> O) (-)	Утврдено од производителот
ЕС (pS/cm)	< 2,0
Големина на честички > 25 mm (DM%)	< 3
Вкупно физичка контаминација (DM%)	< 0,5
Ќе вклучува пластика > 200 (DM%)	0,2
Ќе вклучува пластика > 20 mm (DM%)	0
<b>Маргина на толеранција на растенијата, 15% компост</b>	
Растителна биомаса (% референтна маса)	100
Одложување на ртење (денови)	0
Број на ртење (%)	100
<b>Отпорност на растенијата, 30% компост</b>	
Растителна биомаса (% референтна маса)	100
Одложување на ртење (денови)	0
Број на ртење (%)	100
<b>Отпорност на растенијата, 30% компост</b>	
Растителна биомаса (% референтна маса)	90
Одложување на ртење (денови)	1
Број на ртење (%)	100

### 15.3. Грција

Во секторот за одржливо земјоделство и управување со отпад, вермикомпостирањето се појавува како иновативна практика, комбинирајќи управување со животната средина и земјоделски иновации. Придонесот на INNOPOLIS во проектот "Powerworms:

Vermicomposting" го нагласува значењето на интегрирањето на вермикомпостирањето во европскиот контекст, особено преку националното законодавство и политичките рамки на Грција. Оваа иницијатива има за цел да се снајде во сложената правна рамка, идентификувајќи ги синергиите и недостатоците во постојните регулативи кои влијаат на прифаќањето и ефективната имплементација на практиките за вермикомпостирање.

Централно за анализата на INNOPOLIS е истражувањето на грчката правна рамка, која опфаќа широк спектар на регулативи, од управување со отпад до заштита на животната средина и земјоделски практики. Клучни законски дела, како Законот 4685/2020, ја истакнуваат посветеноста на Грција кон усогласување на нејзините еколошки политики со директивите на ЕУ и Зелениот договор, создавајќи поволна околина за проекти за обновлива енергија и одржливи практики за управување со отпад, вклучувајќи вермикомпостирање. Оваа правна рамка служи како основа за испитување на категоризацијата на вермикомпостот, регулаторниот статус на црвите во процесот на компостирање и врската меѓу различни регулаторни домени, како што се отпад, животна средина и земјоделски регулативи.

Предизвиците за вклучување на вермикомпостирањето во постојните правни и политички рамки на Грција се повеќеслојни. Тие го нагласуваат потребата од законска јасност и прилагодливост за прифаќање на иновативни решенија за управување со отпад. Придонесот на INNOPOLIS е насочен кон истакнување на овие предизвици, додека предлага патишта за поинтегрирано вермикомпостирање во националните стратегии. Ова вклучува детална анализа на потенцијалните законски прилагодувања потребни за поддршка на вермикомпостирањето, решавање на прашања како што се класификацијата на вермикомпостот според сегашните регулативи за отпад и ѓубрива, правниот статус на практиките за управување со биоотпад и промоција на принципите на кружната економија во земјоделскиот сектор.

Покрај тоа, ангажманот на INNOPOLIS со грчките власти, вклучувајќи ги Министерството за животна средина и енергија и Министерството за рурален развој и храна, е клучен за поттикнување на дијалог за одржливи практики за управување со отпад. Овој колаборативен пристап не само што го подобрува знаењето за одржливите земјоделски практики, туку и го отвора патот за законски реформи кои се усогласуваат со целите за еколошка одржливост и пошироките цели на проектот "Powerworms: Vermicomposting."

Преку оваа иницијатива, INNOPOLIS има за цел да придонесе за развојот на поотпорен и одржлив земјоделски сектор во Европа, поддржан од правна и политичка рамка за вермикомпостирање.

**Грчкиот закон 4951/2022**, иако не се занимава директно со вермикомпостирање, игра значајна улога во поширокиот контекст на обновливата енергија и еколошката одржливост во Грција, што може индиректно да влијае врз одржливите практики како вермикомпостирањето. Овој закон се фокусира на понатамошно поедноставување и забрзување на процесот за доделување дозволи за проекти за обновлива енергија, градејќи на основата поставена од претходното законодавство (како Законот 4685/2020). Со подобрување на правната и регулаторната рамка за иницијативи за обновлива енергија, Законот 4951/2022 има за цел да ја олесни транзицијата на Грција кон поодржлив и еколошки пријателски енергетски микс.

Поедноставените процеси и поддржувачкото опкружување за развој на обновливи извори на енергија го потврдуваат заложбата на земјата за одржливост и ублажување на климатските промени, принципи кои се исто така централни во практиката на вермикомпостирање.

Релевантноста на Законот 4951/2022 за вермикомпостирањето, иако индиректна, се однесува на неговиот придонес во создавање поповолна регулаторна рамка за одржливи практики.

Вермикомпостирањето, како метод на рециклирање на органскиот отпад во компост богат со хранливи материи, се совпаѓа со целите на одржливоста на животната средина и намалувањето на јаглеродниот отпечаток, што Законот 4951/2022 ги промовира преку поддршка на проекти за обновлива енергија. Иако законот конкретно се фокусира на енергетскиот сектор, неговите пошироки импликации за одржливоста можат да поттикнат усвојување и интеграција на практиките на циркуларната економија, вклучително и вермикомпостирањето, во рамките на еколошката политика на Грција. Ова законодавство ја истакнува меѓусебната поврзаност на развојот на обновливата енергија, управувањето со отпадот и земјоделските практики во постигнување на сеопфатни цели за одржливост на животната средина.

**Грчкиот закон 4685/2020 - Заштита и подобрување на животната средина:** Овој сеопфатен закон за животна средина, одобрен во мај 2020 година, значително го реформира правниот систем на Грција во насока на усогласување со законодавството на ЕУ и Зелената агенда. Тој опфаќа широк спектар на прашања од областа на животната средина, имајќи за цел да го поедностави процесот на еколошко лиценцирање, да ги максимизира проектите за обновливи извори на енергија и да ја ажурира шумската повелба. Клучни одредби вклучуваат продолжување на траењето на Одлуката за одобрување на еколошките услови (АЕПО), поедноставување на процедурата за обновување/модификација на АЕПО и воведување на Електронски регистар за животна средина за поефикасно процесирање.



Законот 4685/2020 игра значајна улога во обликувањето на правната рамка за одржливи практики како вермикомпостирањето. Посебно, го поедноставува процесот на лицензирање на животната средина и воведува мерки насочени кон промовирање на обновливите извори на енергија, што индиректно ја поддржува инфраструктурата потребна за проекти за вермикомпостирање.

Преку овие регулативи, иницијативите за вермикомпостирање, кои го трансформираат органскиот отпад во вреден компост со користење на црви, можат да добијат замав преку усогласување со целите на законот за одржлив развој и заштита на животната средина.

Понатаму, акцентот што Законот 4685/2020 го става на циркуларната економија и одржливото управување со биоотпадот претставува можности за интеграција на вермикомпостирањето во националните стратегии за управување со отпад. Одредбите на законот за намалување на отпадот, рециклирање и валоризација на органскиот отпад ги одразуваат принципите на вермикомпостирањето, кое не само што го отстранува отпадот од депониите, туку и го претвора во ресурс за земјоделство. Со создавање на средина која го вреднува рециклирањето на органскиот отпад и намалувањето на еколошките отпечатоци, овој закон ја поткрепува важноста и релевантноста на вермикомпостирањето во рамките на грчката рамка за управување со животната средина и одржливо земјоделство. Ова усогласување со националните и европските еколошки цели ја потенцира можноста за вермикомпостирањето значајно да придонесе за одржливите цели на развојот на Грција, користејќи правна поддршка за подобрување на неговата имплементација и влијание.

**Правна рамка во управувањето со животната средина и децентрализација:** Грција има децентрализиран систем на управување со животната средина, со значителни напори за зголемување на транспарентноста, одговорноста и намалување на регулаторниот товар врз претпријатијата. Сепак, постојат предизвици во ефикасното спроведување на еколошките закони и користењето на добри регулаторни практики, особено во осигурувањето на усогласеност.

**Грчкиот закон 4414/2016** воспоставува сеопфатна рамка за промоција на обновливите извори на енергија (ОИЕ) во согласност со обврските на земјата за одржливост и намалување на емисиите на стакленички гасови. Овој закон е клучен за поставување на шемите за поддршка на проекти за обновлива енергија, детално ги опишува финансиските поттикнувања и ја утврдува оперативната рамка за производство, пренос и дистрибуција на енергија од обновливи извори. Неговата цел е да го забрза усвојувањето на обновливите извори на енергија во грчката енергетска мешавина, придонесувајќи за националните и европските цели за одржлив развој и ублажување на

климатските промени. Акцентот на законот на чистата енергија и неговите механизми за поддршка на проектите за ОИЕ ја нагласуваат посветеноста на владата за транзиција кон економија со ниска емисија на јаглерод.

Релевантноста на Законот 4414/2016 за вермикомпостирањето лежи во неговите пошироки цели за одржливост и заштита на животната средина. Иако законот директно се однесува на секторот на обновливи извори на енергија, неговите импликации за одржливи практики, како што е вермикомпостирањето, се значајни.

Вермикомпостирањето, како еколошки метод на управување со отпадот, се совпаѓа со принципите на одржливост и ефикасност на ресурсите промовирани од законот. Со поттикнување на намалување на отпадот и користење на органски материјали како ресурси, вермикомпостирањето придонесува за еколошките цели што Законот 4414/2016 има за цел да ги постигне преку промоција на обновливи извори на енергија. Оваа меѓусебна поврзаност ја нагласува важноста од интегрирање на различни одржливи практики, вклучително и развојот на обновлива енергија и рециклирање на органски отпад, во постигнување на сеопфатни цели за одржливост на животната средина.

**Грчкиот закон 3851/2010 - Забрзување на развојот на обновливите извори на енергија за справување со климатските промени:** Иако овој закон главно се фокусира на обновливите извори на енергија, тој придонесува кон поширока рамка за управување со животната средина што ги поддржува иницијативите за одржливост, вклучувајќи го и управувањето со отпадот. Преку промоција на употребата на обновливи извори на енергија и поставување амбициозни цели за нивната интеграција во националниот енергетски микс, законот индиректно ги поддржува енергетската ефикасност и одржливоста на операции како вермикомпостирањето. Ова го нагласува заложбата на грчката влада за одржлив развој и заштита на животната средина, што е суштински за практиките кои придонесуваат за циркуларна економија и одржливо земјоделство.

Законот 3851/2010, чија цел е забрзување на развојот на обновливите извори на енергија за справување со климатските промени, индиректно ги поддржува одржливите практики како вермикомпостирањето преку својот акцент на еколошката одржливост и енергетската ефикасност. Создавајќи правна и регулаторна средина која ја охрабрува употребата на обновливи извори на енергија и одржливо управување со ресурсите, овој закон ја зголемува изводливоста и атрактивноста на проектите за вермикомпостирање. Таквите проекти, пак, придонесуваат кон целите на законот преку рециклирање на органскиот отпад во вреден компост, со што се намалуваат емисиите на стакленички гасови поврзани со распаѓањето на

отпадот на депониите. Вермикомпостирањето е усогласено со духот на Законот 3851/2010, бидејќи интегрира одржливо управување со отпадот со пошироките цели за енергетска ефикасност и заштита на животната средина. Оваа синергија ја нагласува релевантноста на законот за иницијативите за вермикомпостирање, бидејќи и двете практики имаат за цел ублажување на влијанијата од климатските промени преку иновативни и одржливи решенија.

**Законодавство за обновливи извори на енергија и стимулирање:** Грција направи значителни напредоци во областа на обновливите извори на енергија (ОИЕ), заземајќи глобална позиција во користењето на бруто финалната енергетска потрошувачка. Закони како 4685/2020, 4951/2022 и 4414/2016 го регулираат развојот и работењето на проектите за ОИЕ, со цел да го поедностават и забрзаат процесот на одобрување на дозволи. Овие закони го поддржуваат премиот кон економија со низок удел на јаглерод, во согласност со насоките на ЕУ и националните цели за климатска неутралност и намалување на зависноста од фосилни горива. Програмите за поттикнување на енергетската модернизација и самопроизводството, како што се инсталацијата на фотонапонски системи на покриви и нето-мерењето, се промовираат за зголемување на проникнувањето на ОИЕ и поддршка на граѓаните да станат "производители и потрошувачи" (prosumers).

Ова законодавство и регулаторна рамка формираат основа на националните напори на Грција за промовирање на одржливи еколошки практики, вклучувајќи го и вермикомпостирањето, преку создавање поддржувачка средина за обновливи извори на енергија и заштита на животната средина. Овие иницијативи се клучни за постигнување пошироки цели на одржливост, подобрувајќи ја правната и оперативната средина за проекти за вермикомпостирање со акцент на употребата на обновливи извори на енергија, конзервацијата на животната средина и учеството на граѓаните во управувањето.

#### **15.4. Холандија**

Правниот рамки генерално ги нагласува прашањата како што се категоризацијата на вермикомпостот, статусот на црвите користени во процесот на компостирање, и сложената интеракција помеѓу различни правни рамки, како што се регулациите за отпад, животна средина и земјоделство. Специфични регулации вклучуваат Законот за отпад и животна средина, Регулацијата за животински преработки, Регулацијата за храна, Законот за губрива, Законот за животни и Законот за животна средина. Предизвиците во интеграцијата на вермикомпостирањето во постојните правни рамки ја нагласуваат потребата за јасност и можни прилагодувања во законодавството за поддршка на оваа одржлива практика за управување со отпад. Министерството за земјоделство, природа и риболов, вклучувајќи го Агро Дескот и Холандската агенција за безбедност на храната и потрошувачките производи, за нивното знаење за правните рамки во овој случај.

#### **15.4.1. Холандски национални закони и регулации за вермикомпостирање**

*Закон за отпад и животна средина (Wet Milieubeheer)*: Во Холандија, обработката на органски отпад, вклучувајќи го вермикомпостирањето, мора да се усогласува со строги закони за управување со отпад. Овие закони имаат за цел да го намалат користењето на депонии и да го охрабрат рециклирањето. Тие влијаат на категоризацијата и управувањето со органскиот отпад за вермикомпостирање и укажуваат на тоа како органскиот отпад треба да се собира, третира и обработува.

*Регулација за животински преработки (Verordening dierlijke bijproducten) (1069/2009 и 142/2011)*: Оваа група регулации е особено важна во сценарија каде што вермикомпостирањето користи или произведува животински преработки. Таа детално ги опишува начинот на ракување, обработка и употреба на овие материјали, осигурувајќи се дека ги исполнуваат здравствените и безбедносните стандарди.

*Регулација за храна (Regeling diervoeders)*: Управува со употребата на органски материјали како храна за животни. Во вермикомпостирањето, оваа регулација влијае на тоа кои типови органски отпад можат да се хранат црвите.

*Закон за ѓубрива (Meststoffenwet)*: Овој закон поставува стандарди за ѓубривата во Холандија, вклучувајќи ги и оние произведени преку вермикомпостирање. Тој осигурува дека компостот е безбеден за употреба во земјоделството, регулирајќи го неговиот состав на хранливи материи, контаминации и други својства.

*Закон за здравје и благосостојба на животните (De Wet Dieren)*: Овој закон ја разгледува статусот и благосостојбата на животните. Тој се однесува на регулации во врска со одгледувањето, третманот и употребата во процесите на компостирање.

Комерцијалното компостирање на органски отпад подлежи на барање дозвола согласно Член 3.185, бидејќи активноста не е исклучена од списокот во став 3. Според Законот за животна средина, собраниот или испорачаниот домаќински отпад се смета за индустриски отпад. Имајќи го во предвид тоа, барањето за дозвола се применува согласно Член 3.185. Кога е применливо, може да се применува барање за дозвола за компостирање на животински ѓубрива.

Од правна гледна точка, исцедокот на отпад е секогаш „животински нуспроизвод“. Сепак, не е дозволено хранење со животински нуспроизводи на животни кои служат за производство или транспорт на органски отпад до локации со животни кои служат за производство.

#### **15.4.2. Политики и иницијативи за промоција на вермикомпостирање**

Во Холандија, постои рамка на политики и иницијативи што го промовираат вермикомпостирањето како дел од пошироката стратегија за поттикнување на одржливо и

еколошки свесно општество. Овие политики и иницијативи се засновани на неколку клучни области. Прво, Акцискиот план за кружна економија ја поставува Холандија како пионер во залагањето за кружна економија каде што отпадот се минимизира и ресурсите постојано се повторно користат. Во рамките на оваа структура, вермикултурата, процесот на користење на црви за конвертирање органски отпад во компост богат со хранливи материи, игра значајна улога во рециклирањето на органскиот отпад. Овој пристап ја намалува количината на отпад што инаку би завршила на депонии и обезбедува одржлив извор на ѓубриво.

Дополнително, холандската влада нуди субвенции и финансиска поддршка за да поттикне одржливи практики за управување со отпад, вклучувајќи го и вермикомпостирањето. Овие финансиски стимулации се дизајнирани да ја поттикнат примената на еколошки практики од страна на компаниите и поединците, што го прави вермикомпостирањето поконкурентно и поприфатливо решение за управување со отпад.

Друг критичен аспект е јавната свест и едукација. Холандските власти и невладините организации ја зголемуваат јавната свест за придобивките од компостирањето. Овие кампањи имаат за цел да ја едуцираат јавноста за тоа како компостирањето може да придонесе за еколошката одржливост и да охрабрат учество во локалните иницијативи за компостирање. На крајот, се спроведуваат значајни напори за истражување и развој за оптимизирање на процесите на вермикомпостирање и подобрување на квалитетот на производениот компост. Ова вклучува вложување во научни истражувања за подобрување на ефикасноста на вермикомпостирањето, истражување на иновативни методи и развој на подобри техники за производство на висококвалитетен компост.

### **15.5. Северна Македонија**

Аграрната политика во Северна Македонија, изложена во Националната стратегија за земјоделство и рурален развој (НЗРЗ), главно е регулирана со Законот за земјоделство и рурален развој (ЗЗРР). Министерството за земјоделство, шумарство и водостопанство (МЗШВ) го надгледува планирањето и регулацијата на политиките поврзани со органските производи, додека Агенцијата за финансиска поддршка во земјоделството и руралниот развој (АФПЗР) се занимава со спроведување на политиките. Државниот земјоделски инспекторат и Агенцијата за храна и ветеринарство вршат општа супервизија на органското земјоделство. Националната агенција за советодавство (НАС) е одговорна за пренос на информации до земјоделските производители.

Во периодот на Националната стратегија за земјоделство и рурален развој 2014–2020, органското производство се охрабрува да добие замав на домашниот пазар. Мерките за поддршка се фокусираат на обезбедување на одржливо органско производство на пазарот и промоција на агро-еколошкиот пристап. Овие мерки вклучуваат директни плаќања по

обработлива површина за различни органски култури, како и поддршка за постојните овошњаци, лозја, говеда, овци и кози. Дополнително, специјални плаќања се доделуваат за експертски надзор, сертификација и анализа на органското производство.

Средствата предвидени за корисниците на органското производство во програмскиот период 2014–2020 изнесуваат вкупно 7,5 милиони евра, со тренд на зголемување од година во година. Процентот на поддршка за органското производство во вкупните буџетски трансфери на аграрната политика се движел од 0,4% во 2014 до 1,1% во 2019. Од неодамна е усвоена Национална стратегија за земјоделство и рурален развој 2021–2027 која продолжува да обезбедува поддршка за органското земјоделско производство преку мерки како што се зелена покривка, ротација на културите и органско земјоделство. Контролата на органските производители, преработувачи и трговци ја вршат регистрирани инспекциски тела, со две акредитирани сертификациски тела кои моментално се овластени од МЗШВ.

**15.5.1. Закон за управување со отпад:** Законот за управување со отпад игра клучна улога во воспоставувањето на правната рамка за управување со различни видови отпад, вклучително и органски отпад погоден за компостирање. Тој утврдува регулативи и насоки за правилно ракување, третирање и отстранување на отпадните материјали со цел да се промовираат одржливи практики за управување со отпадот во Северна Македонија.

**15.5.1.1. Закон за заштита на животната средина:** Закон за заштита на животната средина утврдува регулативи за заштита на животната средина, вклучувајќи насоки за одржливи практики за управување со отпад, како што е компостирањето. Оваа законодавна рамка нуди основа за ефективно управување со отпад и охрабрува компостирање и вермикомпостирање како еколошки приоди за одвлекување на органски отпад од депониите.

**15.5.1.2. Национална политика за органско земјоделство:** Националната политика за органско земјоделство поттикнува усвојување на органски земјоделски практики, кои можат да вклучуваат компостирање, за да се зголеми плодноста на почвата и да се намали зависноста од хемиски ѓубрива. Оваа политика активно промовира интеграција на компостирањето и вермикомпостирањето во системите за органско земјоделство, нудејќи насоки, поддршка и стимулации за земјоделците да ги користат овие практики, признавајќи ги нивните значајни придонеси за здравјето на почвата, плодноста и одржливото земјоделство.

**15.5.1.3. Стратегија за одржлив развој:** Оваа стратегија вклучува елементи поврзани со одржливо управување со отпад, заштита на животната средина и стимулации за еколошки пријателски земјоделски практики, како што е компостирањето. Стратегијата приоритизира органско земјоделство и вермикомпостирањето како клучни стратегии за постигнување долгорочна одржливост во земјоделството и животната средина. Таа поставува цели за

зголемување на практиките на органско земјоделство, истакнува вермикомпостирањето како важна техника за обогатување на почвата и се залага за политички мерки за поттикнување и поддршка на одржливи земјоделски методи.

**15.5.1.4. Национална стратегија за биодиверзитет:** Оваа стратегија промовира одржливи приоди за управување со отпад, како што е компостирањето, како дел од пошироките напори за заштита на биодиверзитетот. Националната стратегија за биодиверзитет на Северна Македонија активно промовира компостирање како критичен елемент во практиките на одржливо управување со отпад, усогласувајќи ја со пошироките напори за заштита на биодиверзитетот. Преку одвлекување на органскиот отпад преку компостирање, стратегијата има за цел да ги намали влијанијата на животната средина, да ги заштити екосистемите и да поддржи различни растителни заедници, додека истовремено се залага за политички мерки за поттикнување и поддршка на одржливи земјоделски методи. Разбирањето на правната и политичката рамка која опкружува вермикомпостирањето во Северна Македонија е клучно за индивидуите и компаниите кои сакаат да се ангажираат во практиките на одржливо управување со отпад. Со сознание за постојните закони, политики и програми за поддршка, учесниците можат ефективно да се движат низ регулаторната сфера.

**15.5.2. Финансиска поддршка во земјоделството:** Овој закон вклучува одредби за финансиска поддршка и стимулации во земјоделството, кои можат да се однесуваат и на органските земјоделски практики и компостирањето. Законот за Агенцијата за финансиска поддршка во земјоделството и руралниот развој на Северна Македонија вклучува одредби за стимулирање на усвојувањето на органското земјоделство и практиките на вермикомпостирање. Право на учество имаат земјоделците кои можат да добијат грантови за трошоци за поставување, субвенционирани кредити за инфраструктура, субвенции за органска сертификација и финансирање за иницијативи за обука, сè со цел да се промовира одржливото земјоделство.

## **15.6. Шпанија**

Не постои национален пристапен план за компостирање, а уште помалку за вермикомпостирање. Во Шпанија постојат автономни заедници (политички и географски поделени) кои можат независно да промовираат и законодават за компостирањето во сите негови формати. Најголем дел од искуствата или иницијативите лансирани на регионално ниво се развиваат во Каталонија, Галиција, Наварра и Мадрид, иако често постојат и други проекти распоредени низ цела Шпанија.

Не постои национална информација за програми за заедничко компостирање или вермикомпостирање. Посебно место би имало некои конзорциуми на мултидисциплинарни организации: јавни и приватни институции, асоцијации, образовни центри, како што се [recompostaje.com](http://recompostaje.com) и [compostaenred.org](http://compostaenred.org) со продолжена активност на размена на искуства, знаења, обуки, објавени или селектирани квалитетни материјали.

Искуствата што се во работа се локални и често бараат социјално вклучување на групата која е покриена со програмата. Искуството со заедничкото компостирање речиси секогаш започнува со институционални кампањи за компостирање дома. На крајот, може да се констатира дека културата на заедничкото компостирање е прилично мала, а уште помала е кога се зборува за вермикомпостирање.

**Правна рамка:** Компостот и вермикомпостот се вклучени во кралските декрети 506/2013 и 865/2010 во врска со ѓубривата и подлогите, каде што се опишани и дефинирани, вклучувајќи ги карактеристиките што мора да ги исполнуваат. Исто така, за влезовите во органското земјоделство е применлива нормата UNE 142500:2017.

Во однос на функционирањето на компостирањето, не изгледа дека постои специфично законодавство или регулативи на место. Тоа би се сметало за било која фабрика за обработка на индустриско ѓубре, слично на објектите за компостирање. Затоа, автономните заедници би имале овластување да одредуваат барањата што се применуваат на нив.



## 16. ИСХРАНА НА РАСТЕНИЈАТА

### Очекувани резултати од учење:

- Обучениот ја знае улогата на азотот во растот, развојот и здравјето на растенијата.
- Обучениот ја знае улогата на фосфорот за растот, развојот и здравјето на растенијата.
- Обучениот ја знае улогата на калиумот за растот, развојот и здравјето на растенијата.
- Обучениот ја знае улогата на калциумот за растот, развојот и здравјето на растенијата.
- Обучениот ја знае улогата на магнезиумот за растот, развојот и здравјето на растенијата.
- Обучениот ја знае улогата на сулфурот за растот, развојот и здравјето на растенијата.
- Обучениот ја знае улогата на железото за растот, развојот и здравјето на растенијата.
- Обучениот ја знае улогата на маганот за растот, развојот и здравјето на растенијата.
- Обучениот ја знае улогата на бакарот за растот, развојот и здравјето на растенијата.
- Обучениот ја знае улогата на цинкот за растот, развојот и здравјето на растенијата.
- Обучениот ја знае улогата на молибденот за растот, развојот и здравјето на растенијата.
- Обучениот ја знае улогата на борот за растот, развојот и здравјето на растенијата.

### Инструкции за обучувачот

- Обучувачот споделува теоретска настава преку презентации.

**Основни потреби:** Проектор, компјутер.

## 16. ИСХРАНА НА РАСТЕНИЈАТА

Во денешно време, тесна е врската помеѓу здравјето и исхраната. Пандемијата на Ковид-19, која неодамна предизвика големи смртни случаи ширум светот, е многу добар пример за ова. Бидејќи Ковид-19, кој има различни ефекти врз здравјето на луѓето е респираторна болест и повеќе ги погодува лицата со слаб имунолошки систем или хронични здравствени проблеми, здравствените и нутритивните мерки ја зголемија својата важност. Затоа, почвата, која е производната средина, мора прво добро да се запознае. Факт е дека исхраната на растенијата, која влијае на развојот на растенијата, приносот и квалитетот, е многу важна во управувањето со растенијата и почвата. За оваа цел, стана неопходно да се зголеми приносот на растенијата и да се намалат хемиските средства [93]. Исхраната на растенијата е збир на хемиски елементи и соединенија неопходни за растот и репродукцијата на растенијата, и растителниот метаболизам. Со други зборови, растенијата имаат потреба од некои растителни хранливи материи за здрав раст. Во нивно отсуство, растението не може да го заврши нормалниот животен циклус. Растенијата користат голем број хранливи материи од околината во која се развиваат со своите надземни и подземни органи. Седумдесет и четири елементи може да се апсорбираат од растенијата. Меѓутоа, само некои од овие елементи се неопходни за растенијата. Овие минерални материи што им се потребни на растенијата за нивниот развој се нарекуваат апсолутно неопходни растителни хранливи материи.

Неопходните растителни хранливи материи се делат на две групи. Тоа се макро и микрохранливи материи. Макроелементи: јаглерод (C), кислород (O), водород (H), азот (N), фосфор (P), калиум (K), калциум (Ca), сулфур (S), магнезиум (Mg). Микроелементи (или елементи во трагови): железо (Fe), бор (B), хлор (Cl), манган (Mn), цинк (Zn), бакар (Cu), молибден (Mo), никел (Ni). Во последниве години, се известува дека натриумот (Na), кобалтот (Co), ванадиумот (V) и силициумот (Si) исто така се вклучени во класификацијата на апсолутно неопходни елементи [94].

Улогата на секој растителен хранлив елемент во растението е различна. Затоа, секој елемент е неопходен за растението. Па кои се тие придобивки, кои се штетите во случај на вишок, и какви промени се гледаат во растението кога е недостаток? Ајде да ги разгледаме најважните елементи.

### 16.1. Азот

Азотот е од витално значење за растенијата и е есенцијална хранлива материја. На растенијата секогаш им е потребен азот за здрава репродукција, раст и развој [95].

Производство на протеини и ензими: азотот е есенцијална компонента за синтеза на протеини во растенијата. На растенијата им требаат протеини за да растат и да се развиваат, а тоа овозможува формирање на клеточните структури и органели на растението. Исто така, помага во регулирањето на метаболичките реакции со учество во структурата на ензимите.

Синтеза на хлорофил: хлорофилот е зелениот пигмент кој се наоѓа во хлоропластите, клеточните органели во растенијата каде што се одвива фотосинтезата. Фотосинтезата е важен процес во кој растенијата ја користат сончевата енергија за претворање на јаглерод диоксид и вода во гликоза и кислород. Хлорофилот содржи азот во својата структура и затоа на растенијата им е потребен азот за фотосинтеза.

Формирање на нуклеински киселини: азотот се наоѓа во градежните блокови на нуклеинските киселини (ДНК и РНК) во растенијата. Нуклеинските киселини ги складираат наследни информации на растенијата и се од витално значење за синтезата и преносот на генетскиот материјал.

Формирање на аминокиселини: азотот е градежен блок на аминокиселините во растенијата. Аминокиселините се основни градежни блокови за синтеза на протеини и се клучни за растот и развојот на растенијата.

Раст и продуктивност на растенијата: азотот го поддржува развојот и растот на ткивата на коренот, листот и стеблото на растенијата.

#### **16.1.1. Недостаток и вишок на азот**

Недостатокот на азот најмногу се забележува кај млади листови. Листовите добиваат светло зелена боја, во случај на понатамошно напредување, листовите пожелтуваат и се забележува недостаток на фотосинтеза. Хлорозата (пожелтување) најпрво се забележува кај старите, а потоа кај младите лисја. Големината на клетките и клеточната делба се намалуваат и растенијата стануваат закржлавени. Вишокот на азот, се забележува преку предвремено стареење на листовите.

## **16.2. Фосфор**

Фосфорот е есенцијален хранлив елемент кој е од витално значење за растенијата. На растенијата им треба фосфор за раст, пренос на енергија, структура на клетките и формирање на генетски материјали [96]. Главните функции на фосфорот во растенијата се како што следува:

Трансфер на енергија: во растенијата, преносот на енергија се одвива внатре во клетката преку молекулите на АТФ (аденозин трифосфат). Фосфорот е една од основните компоненти на молекулите на АТФ и на растенијата им е потребен фосфор каде што е потребна енергија за нивните клеточни активности и биохемиски реакции.

Синтеза на ДНК и РНК: фосфорот е еден од градежните блокови на ДНК и РНК во растенијата. ДНК и РНК го складираат генетскиот материјал на растенијата и се од витално значење за синтезата на протеините и преносот на генетските информации.

Структура на клеточната мембрана: фосфорот е вклучен во основната структура на клеточните мембрани кај растенијата. Клеточните мембрани се важни структурни компоненти кои ја одвојуваат внатрешноста на клетката од надворешната средина и фосфорот игра важна улога во формирањето на овие мембрани.

Фотосинтеза: фосфорот игра важна улога во регулирањето на фотосинтетичките реакции и преносот на енергија кај растенијата. Фотосинтезата е круцијален процес во кој растенијата користат сончева енергија за претворање на јаглерод диоксид и вода во гликоза и кислород.

Раст и развој на растенијата: фосфорот го поддржува развојот на ткивата на коренот, листот и стеблото на растенијата. Недостатокот на фосфор негативно влијае на развојот на коренот кај растенијата и го забавува растот на растенијата.

Катализатор на реакции: фосфорот функционира како катализатор за биохемиски реакции во растенијата. Ги регулира метаболичките реакции со учество во структурата на ензимите и обезбедува физиолошки функции на растенијата.

Недостатокот или вишокот на фосфор во растението се едни од важните проблеми кои негативно влијаат на здравјето на растенијата. И двете можат негативно да влијаат на развојот на растенијата и да предизвикаат губење на приносот. Еве ги ефектите од недостаток и вишок на фосфор во растението:

### **16.2.1. Недостаток на фосфор**

Проблеми во развојот на коренот: недостатокот на фосфор негативно влијае на развојот на коренот на растенијата. Корењата слабеат и не можат да добијат доволно хранливи материи и вода.

Бавен раст: стапката на раст на растенијата се забавува поради недостаток на фосфор. Растенијата може да имаат помали и послаби лисја.

Загуба на принос: недостатокот на фосфор го намалува приносот на културите на растенијата. Особено може да биде засегнато формирањето на овошје и семиња.

Промени во боја: листовите може да станат виолетови или темно зелени, а рабовите на листовите може да бидат црвеникави.

Одложување на зреење: поради недостаток на фосфор, зреењето на плодовите или семињата на растенијата може да биде одложено.

Проблеми со формирањето на семето: недостатокот на фосфор може да влијае на формирањето на семето на растенијата и да го намали квалитетот на семето.

### **16.2.2 Вишок на фосфор**

Минерален дисбаланс: вишокот на фосфор може да предизвика минерална нерамнотежа во растенијата и да ја инхибира апсорпцијата на други хранливи материи.

Токсичност: вишокот на фосфор може да доведе до токсичност на растенијата и да предизвика симптоми како што се изгореници или хлороза (пожолтување на листовите).

Труење со хранливи материи: вишокот на фосфор може да ја намали биорасположивоста на другите хранливи материи во почвата и да ги оштети растенијата.

Загадување на животната средина: вишокот фосфор може да предизвика загадување на животната средина во земјоделските полиња и водата за наводнување. Исцедувањето на вишокот фосфор во водите може негативно да влијае на водните екосистеми и да доведе до цветање на алгите.

Затоа, важно е да се обезбеди избалансирано снабдување со фосфор во растението. Во случај на недостаток на фосфор, на растенијата може да се применат ѓубрива што содржат соодветен

фосфор. Во случај на вишок на фосфор, треба да се преземат мерки за подобрување на почвата и обезбедување на фосфор во рамнотежа со другите хранливи материи. Важно е да се вршат редовни анализи на почвата и да се обезбеди рамнотежа на хранливи материи за да се заштити здравјето на растенијата.

### **16.3. Калиум**

Калиумот е важен макронутриент за растенијата и е од витално значење за растот, развојот и метаболизмот на растенијата [97]. Главните функции на калиумот во растенијата се:

Воден баланс и осморегулација: калиумот го регулира балансот на водата во растителните клетки. Калиумовите јони во клетката го регулираат тургорскиот притисок (напнатоста) на клетката преку контролирање на влегувањето на вода во клетката. Ова им овозможува на растенијата да го регулираат навлегувањето и загубата на вода, обезбедувајќи редовен транспорт на вода.

Фотосинтеза и дишење: калиумот влијае на процесите на фотосинтеза и дишење кај растенијата. Во хлоропластите (органелата каде што се одвива фотосинтезата), калиумот е вклучен во структурата на молекулите на хлорофилот и фотосинтетичките ензими. Затоа, ги регулира процесите на фотосинтеза и им овозможува на растенијата да произведуваат храна со користење на сончевата енергија.

Синтеза на протеини и ензимска активност: калиумот игра важна улога во синтезата на протеините и активирањето на ензимите. Ги регулира метаболичките процеси на растенијата преку зголемување на активноста на ензимите.

Клеточна поделба и раст: калиумот влијае на клеточната делба и процесите на раст во растенијата. Го поддржува развојот на корените, листовите и матичните ткива на растенијата.

Отпорност на болести: калиумот ја зголемува отпорноста на растенијата на болести. Помага во згуснување и зајакнување на ѕидовите на растителните клетки, со што се спречува навлегувањето на заболени организми во растението.

Зревање и формирање на овошје: калиумот влијае на формирањето на плодовите на растенијата и на зрењето на плодовите. Ова го зголемува приносот и квалитетот на растенијата.

Недостатокот или вишокот на калиум во растението се едни од важните проблеми кои негативно влијаат на здравјето на растенијата. И двете можат негативно да влијаат на развојот на растенијата и да предизвикаат губење на приносот. Еве ги ефектите од недостатокот и вишокот на калиум во растението:

#### **16.3.1. Недостаток на калиум**

При недостаток на калиум, рабовите на постарите лисја изгледаат изгорени.

Бавен раст: Недостатокот на калиум негативно влијае на стапката на раст на растенијата. Растенијата може да имаат помали и послаби лисја.

Пожолтување на листовите: поради недостаток на калиум, на листовите може да се забележи пожелтување (хлороза). Пожелтените лисја прво се засегнати од рабовите.

Подложност на сушење: недостатокот на калиум ја слабее способноста на растенијата да ја регулираат рамнотежата на водата и може да предизвика растенијата да бидат поподложни на сушење.

Загуба на принос: недостатокот на калиум го намалува приносот на културите кај растенијата. Може да биде засегнато формирањето на овошје и семиња, па приносот може да се намали.

Сушење на врвовите на листовите: недостатокот на калиум може да предизвика сушење и изгореници на врвовите на листовите.

Растенијата стануваат подложни на инсекти и болести.

### **16.3.2. Вишок на калиум**

Минерален дисбаланс: вишокот на калиум може да предизвика минерална нерамнотежа во растенијата и да ја инхибира апсорпцијата на други хранливи материи.

Токсичност: вишокот на калиум може да доведе до токсичност на растенијата и да предизвика симптоми како што се изгореници или хлороза (пожелтување на листовите).

Труење со хранливи материи: вишокот на калиум може да ја намали биорасположивоста на другите хранливи материи во почвата и да ги оштети растенијата.

## **16.4. Калциум**

Калциумот е есенцијална хранлива материја за растенијата и е од витално значење за нивниот раст, развој и здраво функционирање [98]. Главните функции на калциумот во растенијата се:

Формирање клеточни ѕидови: Калциумот игра важна улога во структурата на клеточните ѕидови на растенијата. Клеточните ѕидови обезбедуваат структурна поддршка на растенијата и ја одредуваат формата и цврстината на клетките.

Клеточна поделба: Калциумот ја регулира клеточната делба кај растенијата и го поддржува развојот на ткивата на коренот, листот и стеблото.

Балансирање на јони: Кај растенијата, калциумот ја регулира јонската рамнотежа внатре и надвор од клетката. Калциумовите јони внатре во клетката го регулираат функционирањето на клеточната мембрана и движењето на водата.

Ензимско активирање: Калциумот игра клучна улога во активирањето на многу ензими во растенијата. Ензимите се вклучени во регулирањето на метаболичките реакции кај растенијата, а калциумот ги активира овие реакции.

Клеточна сигнализација: Калциумот е важен дел од клеточната сигнализација кај растенијата. Нивото на калциум во клетката може да се промени како одговор на стимулации од околината и хормонски сигнали, дозволувајќи им на растенијата да реагираат.

Стоматска контрола: Стомите се мали дупки во листовите на растенијата кои овозможуваат размена на гасови и губење на водена пара. Калциумот е дел од механизмите кои го регулираат отворањето и затворањето на стомите и ја контролира загубата на вода.

Отпорност на болести: Калциумот ја зголемува отпорноста на болести кај растенијата и ги активира одбранбените механизми на растенијата против патогени (организми кои предизвикуваат болести).

Овие функции на калциумот во растението се од витално значење за здрав раст и развој на растенијата. Недостатокот на калциум може да предизвика проблеми кај растенијата како што се слаби клеточни ѕидови, виткање на рабовите на листовите и слаба отпорност на болести. Затоа е важно во земјоделството и градинарството да се обезбедат растенијата со доволно количество калциум. Растенијата обично се хранат со ѓубрива што содржат калциум за да ги задоволат нивните потреби за калциум. Покрај тоа, калциумот ја зголемува фиксацијата на атмосферскиот азот од бактериите и ја зголемува достапноста на молибден.

#### **16.4.1. Недостаток на калциум**

При недостаток на калциум, врвовите на растечките корени и лисја стануваат кафеави и умираат. Исто така влијае и на квалитетот на плодовите.

Проблеми во развојот на коренот: недостатокот на калциум негативно влијае на развојот на коренот на растенијата. Корените слабеат и не може да се зема доволно вода и хранливи материи. Слабост на клеточниот ѕид: калциумот е вклучен во структурата на клеточните ѕидови и затоа недостатокот на калциум предизвикува слабеење на клеточните ѕидови на растенијата. Ова ја намалува структурната поддршка на растенијата и може да дојде до колапс и опаѓање на растенијата.

Нарушувања на листовите: недостатокот на калциум може да предизвика симптоми како што се маргинално виткање, некроза (смрт на ткивото) и виткање на листовите.

Гниење на овошје: недостатокот на калциум може да предизвика гниење и деформација на овошјето. Може да има губење на квалитетот особено кај плодовите со кора.

Нарушување на контрола на стомите: Дефицитот на калциум ги спречува стомите (дупките на листовите) да функционираат нормално и може да ја зголеми загубата на вода кај растенијата.

#### **16.4.2. Вишок на калциум**

Може да ја инхибира апсорпцијата на други хранливи материи: вишокот на калциум може да ја намали апсорпцијата на други хранливи материи во почвата и да предизвика недостаток на хранливи материи кај растенијата.

Соленост и токсичност: вишокот на калциум може да предизвика соленост и висока рН вредност во почвата. Ова може да предизвика токсичност кај растенијата и негативно да влијае на развојот на коренот.

Нерамнотежа на хранливи материи: вишокот на калциум може да го наруши балансот на другите хранливи материи и да доведе до нерамнотежа на минералите во растенијата.

## 16.5. Магнезиум

Магнезиумот е макронутриент од витално значење за растенијата [99]. Главните функции на магнезиумот во растенијата се:

**Синтеза на хлорофил:** Магнезиумот е есенцијална компонента на молекулите на хлорофилот во растенијата. Хлорофилот е зелен пигмент во кој растенијата ја претвораат водата и јаглерод диоксидот во гликоза и кислород користејќи сончева енергија во процесот на фотосинтеза. Без магнезиум во структурата на хлорофилот, фотосинтезата не може да се случи и растенијата не можат да произведуваат хранливи материи.

**Трансфер на енергија:** Магнезиумот е есенцијална компонента на молекулите на АТФ (аденозин трифосфат) во растенијата. АТФ е главната молекула што се користи за пренос на енергија на клеточните активности во растенијата. Магнезиумот обезбедува ефикасна синтеза на АТФ и пренос на клеточна енергија.

**Ензимско активирање:** Магнезиумот игра клучна улога во активирањето на многу ензими во растенијата. Ензимите играат важна улога во регулирањето на метаболичките реакции и синтезата на хранливи материи во растенијата. Магнезиумот е вклучен во структурата и функцијата на овие ензими.

**Синтеза на протеини:** Магнезиумот игра важна улога во синтезата на протеините кај растенијата. На растенијата им се потребни протеини за да растат, да се развиваат и да ги исполнат своите животни функции. Магнезиумот игра активна улога во рибозомите (структури на синтеза на протеини).

**Синтеза на нуклеински киселини:** Магнезиумот е вклучен во синтезата на ДНК и РНК (нуклеински киселини) во растенијата. Нуклеинските киселини се клучни за складирање и пренос на генетски материјал во растенијата. Магнезиумот игра важна улога во регулирањето на овие процеси.

Недостатокот или вишокот на магнезиум во растението е еден од важните проблеми кои негативно влијаат на здравјето на растенијата. И двете можат негативно да влијаат на развојот на растенијата и да предизвикаат губење на приносот. Еве ги ефектите од недостаток и вишок на магнезиум во растението:

### 16.5.2. Недостаток на магнезиум

При недостаток на магнезиум, кај старите лисја на растенијата, просторите меѓу жилите на листовите пожелтуваат, а жилите остануваат зелени (Интервенална хлороза).

**Пожолтување на листовите:** Пожелтување на листовите (хлороза) може да се забележи поради недостаток на магнезиум. Пожелтените лисја најпрво се погодени на рабовите и со текот на времето може да ги покријат сите лисја.

**Бавен раст** Недостатокот на магнезиум негативно влијае на стапката на раст на растенијата. Растенијата може да имаат помали и послаби лисја.



Намалување на ефикасноста на фотосинтезата: Бидејќи магнезиумот е присутен во структурата на молекулите на хлорофилот, неговиот недостаток негативно влијае на процесот на фотосинтеза. Ова ја намалува способноста на растенијата да произведуваат хранливи материи користејќи сончева енергија.

Намалување на формирањето на цвеќе и овошје: недостатокот на магнезиум може да влијае на формирањето на цветовите и плодовите на растенијата и да предизвика низок принос.

Проблеми во развојот на корените: недостатокот на магнезиум може негативно да влијае на развојот на коренот на растенијата и да го попречи навлегувањето на хранливи материи и вода.

#### **16.5.2. Вишок на магнезиум**

Може да ја инхибира апсорпцијата на други хранливи материи: вишокот на магнезиум може да ја инхибира апсорпцијата и транспортот на други хранливи материи во растенијата. Ова може да предизвика минерална нерамнотежа кај растенијата.

Клеточни нарушувања: вишокот на магнезиум може да доведе до влошување и токсичност во растителните клетки. Може да се забележи нарушување на клеточните мембрани и структурите на органелите.

Намалена фотосинтеза: вишокот на магнезиум може негативно да влијае на ефикасноста на фотосинтезата и да го намали производството на хранливи материи кај растенијата.

Спречување на развојот на корените: Вишокот на магнезиум може негативно да влијае на развојот на коренот на растенијата и да го инхибира растот на корените.

### **16.6. Сулфур**

Сулфурот е микронутриент за растенијата и е од суштинско значење за здрав раст и развој на растенијата [100]. Главните функции на сулфурот во растенијата се:

Формирање на аминокиселини и протеини: една од главните функции на сулфурот е да обезбеди формирање на аминокиселини и протеини во растенијата.

Синтеза на хлорофил: Сулфурот има важна улога во синтезата на хлорофилот во растенијата.

Синтеза на растителни хормони: се смета дека сулфурот е ефикасен во синтезата на некои растителни хормони во растенијата.

Учество во структурата на клеточната мембрана: сулфурот учествува во структурата на клеточната мембрана кај растенијата и ја поддржува силата и функционалноста на клеточната мембрана.

Ги активира одбранбените механизми на растенијата: сулфурот ги активира одбранбените механизми на растенијата од болести и штетни организми. Особено ја зголемува отпорноста на растенијата против некои болести.

Недостатокот или вишокот на сулфур во растението е еден од важните проблеми кои негативно влијаат на здравјето на растенијата. И двете можат негативно да влијаат на развојот на растенијата

и да предизвикаат губење на приносот. Еве ги ефектите од недостаток и вишок сулфур во растението:

#### **16.6.1. Недостаток на сулфур**

Во случај на недостаток на сулфур, интервеналната жолта боја помеѓу лисните жили останува зелена (интервенална хлороза).

Бавен раст: недостатокот на сулфур негативно влијае на стапката на раст на растенијата. Растенијата може да имаат помали листови и нивниот развој може да биде бавен.

Пожолтување на листовите: пожелтување на листовите (хлороза) може да се појави поради недостаток на сулфур. Младите делови од листовите се зафатени, а листовите може да добијат бледо зелена или жолта боја.

Намалена синтеза на протеини и аминокиселини: недостатокот на сулфур ја намалува синтезата на протеини и аминокиселини во растенијата. Оваа ситуација негативно влијае на нормалниот раст и развој на растенијата.

Проблеми во синтезата на хлорофилот: хлорофилот е пигмент што им е потребен на растенијата за фотосинтеза. Недостатокот на сулфур може да ја намали ефикасноста на фотосинтезата на растенијата со тоа што влијае на синтезата на хлорофилот.

#### **16.6.2. Вишок на сулфур**

Може да ја инхибира апсорпцијата на други хранливи материи: вишокот на сулфур може да ја инхибира апсорпцијата и транспортот на други хранливи материи во растенијата (како што се калциум и калиум). Ова може да предизвика минерална нерамнотежа кај растенијата и да доведе до недостаток на други хранливи материи.

Токсичност: Вишокот на сулфур може да предизвика токсичност кај растенијата. Може да се забележат симптоми како што се изгореници на листовите, виткање на рабовите на листовите и смрт на растението.

### **16.7. Железо**

Железото е микроелемент кој е од витално значење за растенијата [101]. Главните функции на железото во растенијата се:

Синтеза на хлорофил: железото е есенцијана компонента во структурата на молекулите на хлорофилот во растенијата.

Учествува во синцирот за транспорт на електрони: железото е вклучено во структурата на важни протеини и ензими како што се цитохромите во синцирот за транспорт на електрони во растенијата. Овој ланец обезбедува транспорт на електрони во процесите на производство на енергија како што се фотосинтезата и дишењето.

Намалување на нитрати: железото игра важна улога во претворањето на нитратите во нитрити, а потоа во амонијак во растенијата. Овој процес е важен за растенијата да земаат азот и да формираат протеини и други соединенија.

Синтеза на ДНК и РНК: железото игра важна улога во синтезата на ДНК и РНК кај растенијата. ДНК и РНК се клучни за складирање и пренос на генетски материјал во растенијата.

Ензимско активирање: Железото игра клучна улога во активирањето на многу ензими во растенијата.

Недостатокот или вишокот на железо во растението е еден од важните проблеми кои негативно влијаат на здравјето на растенијата. И двете можат негативно да влијаат на развојот на растенијата и да предизвикаат губење на приносот.

#### **16.7.1. Недостаток на железо**

Хлороза (пожолтување на листовите): дефицитот на железо влијае на синтезата на хлорофилот кај растенијата и предизвикува пожолтување на листовите (хлороза). Пожолтувањето на листовите најпрво се појавува на младите листови и помеѓу лисните жили. Во тешки случаи, целото растение може да биде светло зелено.

Бавен раст: недостатокот на железо негативно влијае на стапката на раст на растенијата. Растенијата може да имаат помали листови и помалку разгранети стебла.

Ограничена фотосинтеза и производство на хранливи материи: дефицитот на железо ја намалува фотосинтетската ефикасност на растенијата со намалување на синтезата на хлорофил и го ограничува производството на хранливи материи.

Проблеми со дишењето: недостатокот на железо може да влијае на регулацијата на респираторните процеси во растенијата и да влијае на производството на енергија на растенијата, негативно да влијае на растот.

#### **16.7.2. Вишок на железо**

Токсичност: вишокот на железо може да предизвика труење со хранливи материи кај растенијата. Високото ниво на железо може да предизвика симптоми на токсичност кај растенијата и да предизвика дамки, сушење и изгореници на лисјата.

Минерална нерамнотежа: вишокот на железо може да доведе до дисбаланс на минералите во растенијата со тоа што влијае на апсорпцијата и транспортот на други хранливи материи.

Негативно влијае на развојот на коренот: вишокот на железо може негативно да влијае на развојот на коренот на растенијата и да го спречи здравиот раст на корените.

Кај вишокот на железо, се појавуваат ситни кафени дамки на листовите.

### **16.8. Манган**

Манганот е важен микронутриент за растенијата и има различни функции во растенијата [102].

Главните функции на манган се:

Синтеза на хлорофил: манганот е присутен во структурата на молекулите на хлорофилот во растенијата и игра важна улога во синтезата на хлорофилот. Хлорофилот е зелениот пигмент кој

им овозможува на растенијата да произведуваат хранливи материи со користење на сончевата енергија во процесот на фотосинтеза.

Антиоксидантна активност: манганот е вклучен во активирањето на антиоксидантните ензими во растенијата. Овие ензими им помагаат на растенијата да се борат против оксидативниот стрес и да го спречат оштетувањето на клетките.

Активирање на ензими: манганот игра важна улога во активирањето на многу ензими во растенијата. Тој е особено вклучен во структурата на ензимите кои ги катализираат реакциите на редокс и го регулираат метаболизмот на растенијата.

Намалување на нитрати: манганот игра важна улога во редукцијата на нитратите до нитрити, а потоа и до амонијак во растенијата.

Метаболизам на фосфорна киселина: манганот игра важна улога во метаболизмот на фосфорната киселина во растенијата и ја регулира апсорпцијата и транспортот на фосфорот од растенијата.

Ја зголемува достапноста на фосфор и калциум во растенијата.

#### **16.8.1. Недостаток на манган**

Хлороза (пожолтување на листовите): недостаток на манган, хлороза (жолтеникаво зелена) може да се забележи во лисјата на растенијата. Зафатени се средните жили на листовите и младите листови. Недостатокот на манган е сличен на недостатокот на железо кај растенијата. На листовите се појавуваат сиви дамки и ленти. Ако е тешка, растенијата стануваат закржлавени.

Намалување на ефикасноста на фотосинтезата: недостатокот на манган може да го намали производството на хранливи материи со негативно влијание врз процесот на фотосинтеза во растенијата.

Забавување на растот: недостатокот на манган негативно влијае на нормалниот раст и развој на растенијата. Растенијата може да имаат помали листови и слабо разгранети стебла.

#### **16.8.2. Вишок на манган**

Токсичност: Вишокот манган може да предизвика токсичност на растенијата. Високото ниво на манган може да предизвика дамки, изгореници и сушење на листовите. Постарите лисја ќе покажат хлоротична зона и кафени дамки опкружени со круг.

Може да ја инхибира апсорпцијата на други хранливи материи: Вишокот на манган може да доведе до нерамнотежа на минералите во растенијата со инхибиција на апсорпцијата и транспортот на други хранливи материи.

### **16.9. Бакар**

Бакарот е еден од микронутриентите потребни во трагови за растенијата и има различни функции во растенијата [103]. Главните функции на бакар се:

Активирање на ензими: Бакарот игра важна улога во активирањето на многу ензими во растенијата. Тој е особено вклучен во структурата на ензимите кои ги катализираат реакциите на редокс и го регулираат метаболизмот на растенијата.

Поддршка на структурата на клеточниот ѕид и ткивото: Бакарот помага во поддршката на клеточните ѕидови и структурата на ткивото кај растенијата. Ова е важно за одржување на структурниот интегритет на растенијата.

Метаболизам на фосфор: Бакарот го регулира метаболизмот на фосфор во растенијата, дозволувајќи им на растенијата да го апсорбираат и транспортираат фосфорот.

Синтеза на хлорофил: Бакарот е присутен во структурата на молекулите на хлорофилот во растенијата и придонесува за синтеза на хлорофил. Хлорофилот е зелениот пигмент кој им овозможува на растенијата да произведуваат хранливи материи со користење на сончевата енергија во процесот на фотосинтеза. Тој е катализатор за дишење. Обезбедува балансирање на движењето на водата во растението.

#### **16.9.1. Недостаток на бакар**

Во недостаток на бакар, растот на растенијата се забавува, а растенијата почнуваат да се влошуваат. Млади листови умираат. Недостаток на бакар, хлороза (жолтеникаво зелена) може да се забележи во лисјата на растенијата. Ова се должи на ефектот на синтезата на хлорофил.

Бавен раст и развој: недостатокот на бакар може негативно да влијае на стапката на раст и развојот на растенијата. Растенијата може да имаат помали листови и слабо разгранети стебла.

#### **16.9.2. Вишок на бакар**

Токсичност: вишокот на бакар може да предизвика токсичност на растенијата. Високото ниво на бакар може да предизвика дамки, изгореници и сушење на листовите.

Може да ја инхибира апсорпцијата на други хранливи материи: вишокот на бакар може да доведе до нерамнотежа на минералите во растенијата со инхибиција на апсорпцијата и транспортот на други хранливи материи (како што е железото).

### **16.10. Цинк**

Цинкот е еден од микронутриентите потребни во трагови за растенијата и има неколку важни функции во растенијата [104]. Главните функции на цинкот се:

Активирање на ензими: Цинкот игра важна улога во структурата и активирањето на многу ензими во растенијата.

Регулација на хормони: Цинкот игра важна улога во регулацијата на некои хормони во растенијата. Ја регулира концентрацијата на ауксинскиот хормон.

Синтеза на протеини: Цинкот игра важна улога во синтезата на протеините во растенијата.

Синтеза на хлорофил: Цинкот е присутен во структурата на молекулите на хлорофилот во растенијата и е важна компонента во синтезата на хлорофилот.

#### **16.10.1. Недостаток на цинк**

Хлороза (пожолтување на листовите): Недостаток на цинк, хлороза (жолтеникаво зелена) може да се забележи во лисјата на растенијата. Зафатени се средните вени на листовите и младите листови. Ако недостатокот напредува, листовите стануваат бели.

Кратки, завиткани и тесни лисја: Недостатокот на цинк може да предизвика листовите да бидат пократки, завиткани и потесни од нормалното кај растенијата.

Проблеми во развојот на коренот: Недостатокот на цинк може негативно да влијае на развојот на коренот на растенијата и да го спречи здравиот раст на коренот.

#### **16.10.2. Вишок на цинк**

Токсичност: Вишокот цинк може да предизвика токсичност кај растенијата. Високото ниво на цинк може да предизвика дамки, изгореници и сушење на листовите.

Може да ја инхибира апсорпцијата на други хранливи материи: вишокот на цинк може да ја инхибира апсорпцијата и транспортот на други хранливи материи, што доведува до минерална нерамнотежа во растенијата.

### **16.11. Молибден**

Молибденот е микронутриент кој е потребен во трагови за растенијата и има важни функции во растението. Главната функција на молибденот е да игра клучна улога во процесите на конверзија на азот во растенијата [105]. Функциите на молибденот во растенијата се:

Фиксација на азот: Молибденот игра важна улога во фиксацијата на азот во растенијата. Молибденот е вклучен во структурата на ензимите (нитрогенази) кои се ефикасни во фиксацијата на азот и им помага на растенијата да го користат азот во атмосферата.

Помага при фиксација на азот од бактериите на ризобиум. Бактериите на јазлите на коренот исто така бараат молибден.

Намалување на нитрати: Молибденот е вклучен и во конверзијата на нитратот во поедноставни соединенија, на пример, амонијак, во растенијата.

Ја зголемува достапноста на фосфор и сулфур во почвата. Учествува во синтезата на витамини.

#### **16.11.1. Недостаток на молибден**

Симптомите на дефицит на молибден често се слични на недостаток на азот. Постарите и средните лисја прво се подложени на хлороза. Во некои случаи, виткањето на листовите, растот и формирањето на цветот се ограничени.

Проблеми во фиксација на азот и намалување на нитрати: Недостатокот на молибден ја намалува ефикасноста на фиксација на азот и намалување на нитрати во растенијата. Затоа, навлегувањето на азот и синтезата на протеините кај растенијата може да бидат засегнати.

Бавен раст и развој: Недостатокот на молибден може да предизвика бавен раст и развој кај растенијата. Листовите на растенијата може да бидат мали и бледи во боја.

#### **16.11.2. Вишок на молибден**

Токсичност: Вишокот молибден може да предизвика токсичност кај растенијата. Високото ниво на молибден може да предизвика дамки и изгореници на листовите (хлороза со портокалова боја и пигментација).

Може да ја инхибира апсорпцијата на други хранливи материи: вишокот на молибден може да доведе до минерална нерамнотежа во растенијата со инхибиција на апсорпцијата и транспортот на други хранливи материи.

Недостатокот на молибден обично се забележува кога рН вредноста на почвата е висока или почвата во која растат растенијата има недостаток на молибден.

## **16.12. Бор**

Борот е микронутриент потребен во трагови за растенијата и има неколку важни функции во растенијата [106]. Главните функции на борот се:

Придонес кон структурата на клеточниот ѕид: Борот придонесува за регулирање на пропустливоста на структурата на клеточниот ѕид кај растенијата.

Клеточна делба и издолжување: Борот игра важна улога во процесите на клеточната делба и издолжување кај растенијата.

Метаболизам на јаглени хидрати и протеини: Борот е вклучен во метаболизмот на јаглени хидрати и протеини во растенијата и ги регулира процесите на производство на енергија и синтеза на хранливи материи.

Активирање на хормоните: Борот може да биде ефикасен во активирањето на некои хормони во растенијата. Овие хормони ги регулираат процесите како што се растот и цветањето на растенијата.

Обезбедува транспорт на производи за фотосинтеза од лисјата.

### **16.12.1. Недостаток на бор**

Настанува абнормален развој на точките на раст (меристемско ткиво), а апикалните точки на раст се закржлавени и умираат поради недостаток на бор. Не се јавува формирање на цвет и плод. Кај некои жита и овошје, приносот и квалитетот се значително намалени.

Слабост на клеточниот ѕид: Недостатокот на бор може да предизвика слабост на клеточниот ѕид и структурни проблеми кај растенијата. Ова може негативно да влијае на растот и развојот на растенијата.

Формирање дамки на листовите: Недостатокот на бор може да предизвика формирање на кафеави дамки на лисјата кај растенијата.

Бавен раст и развој: Недостатокот на бор може да предизвика бавен раст и развој кај растенијата. Растенијата може да имаат помали листови и слабо разгранети стебла.

### **16.12.2. Вишок на бор**

Вишокот на бор може да предизвика токсичност кај растенијата. Високото ниво на бор може да предизвика изгореници и сушење на листовите. Може да ја инхибира апсорпцијата на други хранливи материи: вишокот на бор може да доведе до нерамнотежа на минералите во растенијата со инхибиција на апсорпцијата и транспортот на други хранливи материи.

## РЕФЕРЕНЦИ

- [1] Singh RP, Embrandiri A, Ibrahim MH, Esa N (2011) Management of biomass residues generated from palm oil mill: Vermicomposting a sustainable option. *Resour Conserv Recycl.* 55:423–434. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2010.11.005>
- [2] Visvanathan C, Trankler J (2003) Municipal Solid Waste Management in Asia: A Comparative Analysis C. Visvanathan and J. Trankler. *Journal.* 1–14
- [3] Troschinetz AM, Mihelcic JR (2009) Sustainable recycling of municipal solid waste in developing countries. *Waste Manag.* 29:915–923. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2008.04.016>
- [4] Charles W, Walker L, Cord-Ruwisch R (2009) Effect of pre-aeration and inoculum on the start-up of batch thermophilic anaerobic digestion of municipal solid waste. *Bioresour Technol.* 100:2329–2335. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2008.11.051>
- [5] Ali U, Sajid N, Khalid A, et al (2015) A review on vermicomposting of organic wastes. *Environ Prog Sustain Energy.* 34:1050–1062. <https://doi.org/10.1002/ep.12100>
- [6] Reddy PS, Nandini N (2011) Leachate characterization and assessment of groundwater pollution near municipal solid waste landfill site. *Nat Environ Pollut Technol.* 10:415–418
- [7] Cadena E, Colón J, Sánchez A, et al (2009) A methodology to determine gaseous emissions in a composting plant. *Waste Manag.* 29:2799–2807. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2009.07.005>
- [8] Khwairakpam M, Bhargava R (2009) Vermitechnology for sewage sludge recycling. *J Hazard Mater.* 161:948–954. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2008.04.088>
- [9] Chanu LJ, Hazarika S, Choudhury BU, et al (2018) A Guide to vermicomposting-production process and socio economic aspects. *Ext Bull.* 81:30
- [10] (2004) Science Learning Hub. In: pH Scale. <https://www.sciencelearn.org.nz/images/4557-ph-scale>
- [11] Enebe MC, Erasmus M (2023) Vermicomposting technology - A perspective on vermicompost production technologies, limitations and prospects. *J Environ Manage.* 345:118585. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2023.118585>
- [12] Kumari S, Manyapu V, Kumar R (2022) Recent advances in composting and



- vermicomposting techniques in the cold region: Resource recovery, challenges, and way forward. *Adv Org Waste Manag Sustain Pract Approaches*. 131–154.  
<https://doi.org/10.1016/B978-0-323-85792-5.00005-8>
- [13] (2021) Disha Organic Sciencetech Industries.  
<https://www.dishaorganicindia.co.in/vermi-bed-with-shade.html>
- [14] (2023) Kocaeli Valiliği, Gıda, Tarım ve Hayvancılık İl Müdürlüğü.  
[https://kocaeli.tarimorman.gov.tr/Belgeler/diger/Solucan Gübresi Bilgileri.pdf](https://kocaeli.tarimorman.gov.tr/Belgeler/diger/Solucan_Gubresi_Bilgileri.pdf)
- [15] (2023) Pit Method Application. [https://localwiki.org/davis/Compost/\\_files/in-ground-composting.jpg/\\_info/](https://localwiki.org/davis/Compost/_files/in-ground-composting.jpg/_info/)
- [16] (2023) Pit Method Example. In: Help Me Compost. <https://helpmecompost.com/home-composting/methods/in-ground-compost/>
- [17] Rostami R (2011) Vermicomposting. In: Kumar S (ed) *Integrated Waste Management - Volume II*. IntechOpen, Rijeka, p Ch. 8
- [18] (2023) Vermicomposting – Definition, Types, Objectives, Process, Etc.  
<https://www.geeksforgeeks.org/vermicomposting/>. Accessed 14 Dec 2023
- [19] Chowdhury A, Sarkar A (2023) Vermicomposting—the sustainable solid waste management. In: Singh P, Verma P, Singh R, et al (eds) *Waste Management and Resource Recycling in the Developing World*. Elsevier, pp 701–719
- [20] Kaur T (2020) Vermicomposting: An Effective Option for Recycling Organic Wastes. In: Das SK (ed) *Organic Agriculture*. IntechOpen, Rijeka, p Ch. 4
- [21] Sherman Rhonda (2021) Raising Earthworms (*Eisenia fetida*) for a Commercial Enterprise. <https://content.ces.ncsu.edu/raising-earthworms-successfully>
- [22] Rostami R, Nabaei A, Eslami A, Najafi Saleh H (2010) Survey of *E. foetida* population on pH, C/Nratio and process's rate in vermicompost production process from food wastes. *J Environ Stud*. 35:93–98
- [23] Singh J, Singh S, Vig AP, Kaur A (2018) Environmental Influence of Soil toward Effective Vermicomposting. In: Ray S (ed) *Earthworms - The Ecological Engineers of Soil*. IntechOpen, Rijeka, p Ch. 6
- [24] Saha P, Barman A, Bera A (2022) Vermicomposting: A Step towards Sustainability. In: Meena VS, Choudhary M, Yadav RP, Meena SK (eds) *Sustainable Crop Production*

- Recent Advances. IntechOpen, Rijeka, p Ch. 3

- [25] Tripathi G, Bhardwaj P (2004) Comparative studies on biomass production, life cycles and composting efficiency of *Eisenia fetida* (Savigny) and *Lampito mauritii* (Kinberg). *Bioresour Technol.* 92:275–283. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2003.09.005>
- [26] Sinha RK, Herat S, Agarwal S, et al (2002) Vermiculture and waste management: Study of action of earthworms *Elsinia foetida*, *Eudrilus euginae* and *Perionyx excavatus* on biodegradation of some community wastes in India and Australia. *Environmentalist.* 22:261–268. <https://doi.org/10.1023/A:1016583929723>
- [27] Obolo B, Ezeonyejiaku CD, Okeke JJ, Offorbuike II (2023) Cow dung Vermicomposting: A Comparative Study on Physicochemistry and Biodegradability of *Eudrilus eugeniae* and *Lumbricus rubellus*. *J Appl Sci Environ Manag.* 27:2195–2203. <https://doi.org/10.4314/jasem.v27i10.9>
- [28] Lavelle P, Barois I, Martin A, et al (1989) Management of earthworm populations in agro-ecosystems: A possible way to maintain soil quality? In: *Ecology of Arable Land — Perspectives and Challenges*. Springer, pp 109–122
- [29] Dominguez J, Aira M (2012) Twenty years of the earthworm biotechnology research program at the University of Vigo, Spain. *Int J Environ Sci Eng Res.* 3:1–7
- [30] Reinecke AJ, Viljoen SA, Saayman RJ (1992) The suitability of *Eudrilus eugeniae*, *perionyx excavatus* and *Eisenia fetida* (Oligochaeta) for vermicomposting in southern africa in terms of their temperature requirements. *Soil Biol Biochem.* 24:1295–1307. [https://doi.org/10.1016/0038-0717\(92\)90109-B](https://doi.org/10.1016/0038-0717(92)90109-B)
- [31] Flack FM, Hartenstein R (1984) Growth of the earthworm *Eisenia foetida* on microorganisms and cellulose. *Soil Biol Biochem.* 16:491–495. [https://doi.org/10.1016/0038-0717\(84\)90057-9](https://doi.org/10.1016/0038-0717(84)90057-9)
- [32] Watanabe H, Tsukamoto J (1976) Seasonal change in size class and stage structure of Lumbricid *Eisenia foetida* poulation in a field compost and its practical application as the Ddecomposer of organic waste matter. *Rev d'écologie Biol du sol.* 13:141–146
- [33] Domínguez J, Edwards CA, Webster M (2000) Vermicomposting of sewage sludge: Effect of bulking materials on the growth and reproduction of the earthworm *Eisenia andrei*. *Pedobiologia (Jena).* 44:24–32. [https://doi.org/10.1078/S0031-4056\(04\)70025-6](https://doi.org/10.1078/S0031-4056(04)70025-6)
- [34] Suthar S (2007) Vermicomposting potential of *Perionyx sansibaricus* (Perrier) in

- different waste materials. *Bioresour Technol.* 98:1231–1237.  
<https://doi.org/10.1016/j.biortech.2006.05.008>
- [35] Binet F, Fayolle L, Pussard M (1998) Significance of earthworms in stimulating soil microbial activity. *Biol Fertil Soils.* 27:79–84. <https://doi.org/10.1007/s003740050403>
- [36] Dominguez J, Edwards C (2010) Relationships between Composting and Vermicomposting. *Vermiculture Technol.* 11–25. <https://doi.org/10.1201/b10453-3>
- [37] Gupta P (2003) Vermicomposting for sustainable agriculture. *Agrobios (India)*
- [38] Suthar S (2006) Potential utilization of guar gum industrial waste in vermicompost production. *Bioresour Technol.* 97:2474–2477.  
<https://doi.org/10.1016/j.biortech.2005.10.018>
- [39] Domínguez J, Edwards CA (1997) Effects of stocking rate and moisture content on the growth and maturation of *Eisenia andrei* (Oligochaeta) in pig manure. *Soil Biol Biochem.* 29:743–746. [https://doi.org/10.1016/S0038-0717\(96\)00276-3](https://doi.org/10.1016/S0038-0717(96)00276-3)
- [40] Speratti AB, Whalen JK (2008) Carbon dioxide and nitrous oxide fluxes from soil as influenced by anecic and endogeic earthworms. *Appl Soil Ecol.* 38:27–33.  
<https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2007.08.009>
- [41] Kharrazi SM, Younesi H, Abedini-Torghabeh J (2014) Microbial biodegradation of waste materials for nutrients enrichment and heavy metals removal. An integrated composting-vermicomposting process. *Int Biodeterior Biodegrad.* 92:41–48.  
<https://doi.org/10.1016/j.ibiod.2014.04.011>
- [42] Corey RB (1973) A Textbook of Soil Chemical Analysis. *Soil Sci Soc Am J.* 37:.  
<https://doi.org/10.2136/sssaj1973.03615995003700020003x>
- [43] Ghosh M, Chattopadhyay GN, Baral K (1999) Transformation of phosphorus during vermicomposting. *Bioresour Technol.* 69:149–154. [https://doi.org/10.1016/S0960-8524\(99\)80001-7](https://doi.org/10.1016/S0960-8524(99)80001-7)
- [44] Patriquin DG, Baines D, Abboud A (1995) Diseases, pests and soil fertility. *Soil Manag. Sustain. Agric.* Wye Coll. Press. Wye, UK 161–174
- [45] Arancon NQ, Galvis P, Edwards C, Yardim E (2003) The trophic diversity of nematode communities in soils treated with vermicompost. *Pedobiologia (Jena).* 47:736–740. <https://doi.org/10.1078/0031-4056-00752>

- [46] Mokhtar, M.M.; El-Mougy NS (2014) Biocompost application for controlling soilborne plant pathogens. *Int J Eng Innov Technol.* 4:61–68
- [47] Sarma BK, Singh P, Susheel P, Harikesh S (2010) Vermicompost as Modulator of Plant Growth and Disease Suppression. *Glob Sci Books.* 4:58–66
- [48] Basco MJ, Bisen K, Keswani C, Singh HB (2017) Biological management of Fusarium wilt of tomato using biofortified vermicompost. *Mycosphere.* 8:467–483.  
<https://doi.org/10.5943/mycosphere/8/3/8>
- [49] Yattoo AM, Ali MN, Baba ZA, Hassan B (2021) Sustainable management of diseases and pests in crops by vermicompost and vermicompost tea. A review. *Agron Sustain Dev.* 41:1–26. <https://doi.org/10.1007/s13593-020-00657-w>
- [50] Arancon NQ, Galvis PA, Edwards CA (2005) Suppression of insect pest populations and damage to plants by vermicomposts. *Bioresour Technol.* 96:1137–1142.  
<https://doi.org/10.1016/j.biortech.2004.10.004>
- [51] Swathi P, Rao K, Rao P (1998) Studies on control of root-knot nematode *Meloidogyne incognita* in tobacco miniserries. *Tob Res.* 1:26–30
- [52] Edwards CA, Arancon NQ, Emerson E, Pulliam R (2007) Suppressing plant parasitic nematodes and arthropod pests with vermicompost teas. *Biocycle.* 48:38–39
- [53] Öztürk M (2017) Compost production from animal manure and waste. Ankara, Türkiye
- [54] Cofie O, Adam-Bradford A, Drechsel P (2006) Recycling of Urban Organic Waste for Urban Agriculture. In: Veenhuizen R van (ed) *Cities Farming for the Future*. RUAF Foundation, IDRC and IIRR, pp 210–230
- [55] C40 Cities Climate Leadership Group CKH (2019) How to manage food waste and organics on the path towards zero waste. *C40 Knowl. - Implement. Guid.*
- [56] Veenhuizen R Van (2006) *Cities farming for the future*. Citeseer
- [57] City of Burnaby waste collecting center - district. <https://www.burnaby.ca/services-and-payments/recycling-and-garbage/eco-centre>
- [58] C40 Cities Climate Leadership Group CKH How cities can collect residential food waste on the path to zero waste. In: *C40 Knowl.*  
[https://www.c40knowledgehub.org/s/article/How-cities-can-collect-residential-food-waste-on-the-path-to-zero-waste?language=en\\_US](https://www.c40knowledgehub.org/s/article/How-cities-can-collect-residential-food-waste-on-the-path-to-zero-waste?language=en_US)

- [59] Pierre-Louis K (2023) Can You Compost That? A Cheat Sheet on What Goes in the Bin. In: Bloomberg. <https://www.bloomberg.com/news/articles/2023-04-20/can-you-compost-that-a-cheat-sheet-on-what-goes-in-the-bin>
- [60] Opsi Mrz (2023) Automatic compost systems. In: Opsi-Mrz. <https://www.kompostsistem.com/en/compost-machine/1000-lt-compost-machine.html>
- [61] Marinari S, Masciandaro G, Ceccanti B, Grego S (2000) Influence of organic and mineral fertilisers on soil biological and physical properties. *Bioresour Technol.* 72:9–17. [https://doi.org/10.1016/S0960-8524\(99\)00094-2](https://doi.org/10.1016/S0960-8524(99)00094-2)
- [62] Maheswarappa HP, Nanjappa H V., Hegde MR (1999) Influence of organic manures on yield of arrowroot, soil physico-chemical and biological properties when grown as intercrop in coconut garden. *Ann Agric Res.* 20:318–323
- [63] Singh R, Sharma RR, Kumar S, et al (2008) Vermicompost substitution influences growth, physiological disorders, fruit yield and quality of strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.). *Bioresour Technol.* 99:8507–8511. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2008.03.034>
- [64] Moradi H, Fahramand M, Sobhkhizi A, et al (2014) Effect of vermicompost on plant growth and its relationship with soil properties. *Int J Farming.* 3:1996–2001
- [65] Kumar SR, Y W O R D S Vermicompost KE, O R R E S P O N D E N C E Tharmaraj K VC (2011) Influence of vermicompost and vermiwash on physico chemical properties of rice cultivated soil. *Seran Dinakar CB.* 2:18–21
- [66] Chaoui HI, Zibilske LM, Ohno T (2003) Effects of earthworm casts and compost on soil microbial activity and plant nutrient availability. *Soil Biol Biochem.* 35:295–302. [https://doi.org/10.1016/S0038-0717\(02\)00279-1](https://doi.org/10.1016/S0038-0717(02)00279-1)
- [67] Kumar A (2005) Decomposition of domestic waste by using composting worm *Eudrilus eugeniae* (Kinb.). *Vermis Vermitechnology New Delhi APH Publ.* 187
- [68] Sharma S, Pradhan K, Satya S, Vasudevan P (2005) Potentiality of Earthworms for Waste Management and in Other Uses – A Review. *Am J Sci.* 1:4–16
- [69] Bhattacharjee G, Chaudhuri PS, Datta M (2001) Response of paddy (var. TRC-87-251) crop on amendment of the field with different levels of vermicompost. *Asian J Microbiol Biotechnol Environ Sci.* 3:191–196
- [70] Roberts P, Jones DL, Edwards-Jones G (2007) Yield and vitamin C content of

- tomatoes grown in vermicomposted wastes. *J Sci Food Agric.* 87:1957–1963.  
<https://doi.org/10.1002/jsfa.2950>
- [71] Islam M, Hasan M, Rahman M, et al (2017) Comparison between Vermicompost and Conventional Aerobic Compost Produced from Municipal Organic Solid Waste Used in *Amaranthus viridis* Production. *J Environ Sci Nat Resour.* 9:43–49.  
<https://doi.org/10.3329/jesnr.v9i2.32150>
- [72] Manivannan S, Balamurugan M, Parthasarathi K, et al (2009) Effect of vermicompost on soil fertility and crop productivity - Beans (*Phaseolus vulgaris*). *J Environ Biol.* 30:275–281
- [73] Atiyeh RM, Edwards CA, Subler S, Metzger JD (2001) Pig manure vermicompost as a component of a horticultural bedding plant medium: Effects on physicochemical properties and plant growth. *Bioresour Technol.* 78:11–20.  
[https://doi.org/10.1016/S0960-8524\(00\)00172-3](https://doi.org/10.1016/S0960-8524(00)00172-3)
- [74] Arancon NQ, Edwards CA, Atiyeh R, Metzger JD (2004) Effects of vermicomposts produced from food waste on the growth and yields of greenhouse peppers. *Bioresour Technol.* 93:139–144
- [75] Acevedo I, Pire R (2004) Effects of vermicompost as substrate amendment on the growth of papaya (*Carica papaya* L.). In: *Interciencia. Interamerican Society for Tropical Horticulture*, pp 274–279
- [76] Mahmud M, Abdullah R, Yaacob JS (2018) Effect of Vermicompost Amendment on Nutritional Status of Sandy Loam Soil, Growth Performance, and Yield of Pineapple (*Ananas comosus* var. MD2) under field conditions. *Agronomy.* 8:183.  
<https://doi.org/10.3390/agronomy8090183>
- [77] Kavitha P (2023) Vermicomposting: A Leading Feasible Entrepreneurship. In: *Agricultural Microbiology Based Entrepreneurship: Making Money from Microbes.* Springer, pp 289–306
- [78] Sharma K, Garg VK (2022) Vermicomposting technology for organic waste management. In: *Current Developments in Biotechnology and Bioengineering: Advances in Composting and Vermicomposting Technology.* Elsevier, pp 29–56
- [79] Zheng H, Wang M, Fan Y, et al (2023) Reuse of composted food waste from rural China as vermicomposting substrate: effects on earthworms, associated

- microorganisms, and economic benefits. *Environ Technol (United Kingdom)*. 1–13.  
<https://doi.org/10.1080/09593330.2023.2184728>
- [80] Maalouf A, Mavropoulos A (2023) Re-assessing global municipal solid waste generation. *Waste Manag Res*. 41:936–947.  
<https://doi.org/10.1177/0734242X221074116>
- [81] Teshome YM, Habtu NG, Molla MB, Ulsido MD (2023) Municipal solid wastes quantification and model forecasting. *Glob J Environ Sci Manag*. 9:227–240.  
<https://doi.org/10.22034/GJESM.2023.02.04>
- [82] National, Agricultural, Statistics, Service (2021) Farm Production Expenditures 2020 Summary
- [83] (2023) Vermicomposting Online Course.  
<https://ccclib.bibliocommons.com/events/6480c1360744fbe2fca423ba>
- [84] DESKU EIACP TEAM Vermicomposting Earthworm Prac
- [85] Aquino AU, Baylon DG, Dela Cruz FPB, et al (2019) Development of a Solar-Powered Closed-Loop Vermicomposting System with Automatic Monitoring and Correction via IoT and Raspberry Pi Module. In: 2019 IEEE 11th International Conference on Humanoid, Nanotechnology, Information Technology, Communication and Control, Environment, and Management, HNICEM 2019. IEEE, pp 1–5
- [86] Embalzado E, Samaniego L, Cortez Z, et al (2019) Automated Vermicomposting System (of Proper Waste Ratio + MCU Vermicomposting Bed). In: 2019 IEEE 11th International Conference on Humanoid, Nanotechnology, Information Technology, Communication and Control, Environment, and Management, HNICEM 2019. IEEE, pp 1–5
- [87] Bagali V, Jiddi V, Jahagirdar W (2021) Vermicomposting of Biodegradable Waste: An Iot based Approach. In: 2021 5th International Conference on Electrical, Electronics, Communication, Computer Technologies and Optimization Techniques, ICEECCOT 2021 - Proceedings. IEEE, pp 443–447
- [88] Mohamed A, Akl AA, Badr MM, et al (2023) Classifying the vermicompost production stages using thermal camera data. *IEEE Access*.  
<https://doi.org/10.1109/ACCESS.2023.3339884>
- [89] Shalini VB, Maheswari AU, Marimuthu C, Jeshima J (2022) Vermi-Composting using

AI in IoT. In: Proceedings - International Conference on Applied Artificial Intelligence and Computing, ICAAIC 2022. IEEE, pp 1489–1493

- [90] Turkish Ministry of Industry and Technology Northeast Anatolia Development Agency (2021) Erzurum Province Vermicompost Production Facility Pre-Feasibility Report. <https://www.yatirimadestek.gov.tr/pdf/assets/upload/fizibilite/erzurum-solucan-gubresi-uretimi-on-fizibilite-raporu--2021.pdf>
- [91] Business Research Insight (2023) Vermicompost Market Size, Industry Report - Forecast till 2030. <https://www.linkedin.com/pulse/vermicompost-market-size-industry-report-forecast/>
- [92] International Fertilizer Association (IFA) (2020) Fertilizer Outlook 2020 – 2024 Market Intelligence and Agriculture Services. <https://www.ifastat.org/market-outlooks>
- [93] Gómez-Garrido M, Martínez-Martínez S, Cano ÁF, et al (2014) Soil fertility status and nutrients provided to spring barley (*Hordeum distichon* L.) by pig slurry. *Chil J Agric Res.* 74:73–82. <https://doi.org/10.4067/S0718-58392014000100012>
- [94] Havlin J (2005) Soil fertility and fertilizers : an introduction to nutrient management
- [95] Gómez-Garrido M, Zornoza R, Martínez-Martínez S, et al (2014) Nitrogen Dynamic in Soils Amended with Legislated and Extremely High Doses of Pig Slurry. *Commun Soil Sci Plant Anal.* 45:2429–2446. <https://doi.org/10.1080/00103624.2014.929701>
- [96] Vance CP (2001) Symbiotic nitrogen fixation and phosphorus acquisition. Plant nutrition in a world of declining renewable resources. *Plant Physiol.* 127:390–397. <https://doi.org/10.1104/pp.010331>
- [97] Amtmann A, Hammond JP, Armengaud P, White PJ (2005) Nutrient Sensing and Signalling in Plants: Potassium and Phosphorus. *Adv Bot Res.* 43:209–257. [https://doi.org/10.1016/S0065-2296\(05\)43005-0](https://doi.org/10.1016/S0065-2296(05)43005-0)
- [98] Marschner H (2002) Marschner’s Mineral Nutrition of Higher Plants. Academic press
- [99] Cakmak I, White PJ (2020) Magnesium in crop production and food quality. *Plant Soil.* 457:1–4. <https://doi.org/10.1007/s11104-020-04751-6>
- [100] Jordan H V., Ensminger LE (1959) The Role Of Sulfur In Soil Fertility. *Adv Agron.* 10:407–434. [https://doi.org/10.1016/S0065-2113\(08\)60071-1](https://doi.org/10.1016/S0065-2113(08)60071-1)
- [101] Chen Y, Barak P (1982) Iron nutrition of plants in calcareous soils. *Adv Agron.*



35:217–240. [https://doi.org/10.1016/S0065-2113\(08\)60326-0](https://doi.org/10.1016/S0065-2113(08)60326-0)

- [102] Retzer JL, Lyon TL, Buckman HO, Brady NC (1952) *The Nature and Properties of Soils*. Prentice Hall Upper Saddle River, NJ
- [103] Scheiber I, Dringen R, Mercer JFB (2013) Copper: Effects of deficiency and overload. *Met Ions Life Sci.* 13:359–387. [https://doi.org/10.1007/978-94-007-7500-8\\_11](https://doi.org/10.1007/978-94-007-7500-8_11)
- [104] Lindsay WL (1972) Zinc in Soils and Plant Nutrition. *Adv Agron.* 24:147–186. [https://doi.org/10.1016/S0065-2113\(08\)60635-5](https://doi.org/10.1016/S0065-2113(08)60635-5)
- [105] Kaiser BN, Gridley KL, Brady JN, et al (2005) The role of molybdenum in agricultural plant production. *Ann Bot.* 96:745–754. <https://doi.org/10.1093/aob/mci226>
- [106] Berger KC (1949) Boron in Soils and Crops. *Adv Agron.* 1:321–351. [https://doi.org/10.1016/S0065-2113\(08\)60752-X](https://doi.org/10.1016/S0065-2113(08)60752-X)