

## Åter till kompost!

– En teoretisk genomgång och jämförelse mellan olika komposteringsmetoder

### Return to compost!

- A theoretical review and comparison between different composting methods

*Hannah Ohm*

*Katarina Löthman Kaliff*



## **Åter till kompost!**

– En teoretisk genomgång och jämförelse mellan olika komposteringsmetoder

## **Return to compost!**

– A theoretical review and comparison between different composting methods

*Katarina Löthman Kaliff*

*Hannah Ohm*

**Handledare:** Håkan Asp, SLU, Institutionen för biosystem och teknologi

**Examinator:** Malin Hultberg, SLU, Institutionen för biosystem och teknologi

**Omfattning:** 15 hp

**Nivå och fördjupning:** G2E

**Kurstitel:** Kandidatarbete i biologi

**Kurskod:** EX0493

**Program/utbildning:** Trädgårdsingenjör: odling – kandidatprogram

**Examen:** Trädgårdsingenjör, kandidatexamen i biologi

**Ämne:** Biologi (EX0493)

**Utgivningsort:** Alnarp

**Utgivningsmånad och -år:** juni 2015

**Omslagsbild:** Katarina Löthman Kaliff

**Elektronisk publicering:** <http://stud.epsilon.slu.se>

**Nyckelord:** Kompost, jordförbättring, kretslopp, varmkompost, bokashi, kallkompost, biodynamisk, maskkompost, gödning, avfall

# Förord

Vi vill rikta ett stort TACK till alla som har hjälpt oss i genomförandet av denna uppsats:

Kompostexperterna som har tagit sig tid för personliga samtal och delat sin erfarenhet med oss: Susanne Wiigh-Mäsak, Peter Mäsak, Peter, Bo & Carina Sjögren, Gunnar Eriksson och Thomas Lüthi. Jenny Harlen för intervju och bokashiset. Ruzena Svedelius, f.d. Gajdoš, för handledning och uppmuntran. Helena Karlén för goda råd. Håkan Asp för handledning. Tack också till Heidrun, Claus, André, Nina, Hampus och Carl-Johan för bil, färdkost, övernattningslägenhet och stöd.

Genom Partnerskapets ekonomiska stöd gavs vi möjligheten att besöka olika kompostexperter och skicka in prover till analys. Tack till följande företag för visat intresse för vår uppsats: Hushållssällskapet Skåne, FOR (Fritidsodlarnas Riksorganisation), SYSAV och GRO (Gröna Näringens Riksorganisation).

25 Maj 2015 Alnarp

Katarina Löthman Kaliff

Hannah Ohm

## **Sammanfattning**

Varje år försvinner enorma mängder odlingsbar mark som direkt följd av erosion, försaltning, kompaktering, försurning och kemisk förorening av jorden. Att tillsätta organiskt material, t.ex. i form av kompost, är ett sätt att motverka denna utveckling. Kompostering är också en viktig metod för att ta tillvara vårt ökande matavfall. I den här uppsatsen beskrivs mekanismerna bakom den biologiska nedbrytningen som sker i en kompost. Syftet med uppsatsen är att öka kunskapen kring möjligheter att sluta det nära kretsloppet från matavfall till odlingssubstrat. Komposteringsmetoderna varmkompost, kallkompost, maskkompost, biodynamisk kompost och bokashi beskrivs och jämförs med avseende på metod, nedbrytningsprocesser och slutprodukt. Med hjälp av en kemisk analys undersöks näringsinnehållet i provtagningar från de fem olika komposterna. Litteraturstudier och intervjuer med kompostexperter ligger till grund för uppsatsens teoretiska genomgång och resulterar i en pedagogisk handbok. Handboken vill erbjuda en lättillgänglig sammanställning över olika komposteringsmetoder och riktar sig till den som vill börja kompostera oavsett förkunskaper.

## **Abstract**

Every year large amounts of arable land disappear as a consequence of erosion, salinization, compaction, acidification and chemical pollution of the soil. Adding organic material, such as compost, is a way to counteract this trend. Composting is also an important method to utilize our increasing food waste. This thesis describes the mechanisms of biodegradation that occurs in compost. Our purpose is to raise awareness about how to turn our food waste into plant substrate. The following composting methods are described and compared according to their implementations, their degradation processes and their final product; hot compost, cold compost, worm compost, biodynamic compost and bokashi fermentation. The nutritional content of the compost samples from the five different methods are investigated through a chemical analysis. The theoretical review is based on literature on this subject and interviews with compost experts which results in an educational guide. This guide provides an accessible summary of the various composting methods and is addressed to those who want to get started with composting regardless of previous experience.

## Innehållsförteckning

1. Introduktion	7
1.1 Bakgrund	8
1.2 Syfte	8
2. Metod	9
2.1 Litteraturstudie och intervjuer	9
2.2 Kompostprover	10
2.3 Krassetest	10
2.4 Avgränsningar	11
Ordlista	12
3. Teori	13
3.1 Varmkompost - generella komposteringsprinciper	13
3.1.1 Definition	13
3.1.2 Optimala förhållanden	14
3.1.2.1 Syretillgång	14
3.1.2.2 Torrsubstans och fuktighet	15
3.1.2.3 Råmaterialet	16
3.1.2.4 C/N-kvoten	17
3.1.3.5 Nedbrytningsprocesserna	19
3.1.4 Mikroorganismerna i komposten	24
3.1.5 Makroorganismerna i komposten	26
3.1.6 Slutprodukten	28
3.1.6.1 Kompost i jorden	28
3.1.6.2 Odlingsjord och dess näringsämnen	29
3.1.6.3 Kvalité	31
3.1.6.4 Omogen kompost i jorden	33
3.1.6.5 Näringsläckage och avgång av växthusgaser	33
3.1.7 Kompostbehållaren	34
3.2 Kallkompost	35
3.2.1 Definition	35
3.2.2 Optimala förhållanden	35
3.2.3 Nedbrytningsprocessen	35
3.2.4 Slutprodukt	36
3.2.5 Kompostbehållaren	36
3.3 Maskkompost	37
3.3.1 Definition	37
3.3.2 Optimala förhållanden	37
3.3.3 Nedbrytningsprocessen	38
3.3.4 Slutprodukt	39
3.3.5 Kompostbehållaren	40
3.4 Biodynamisk kompost	40
3.4.1 Definition	40
3.4.2 Optimala förhållanden	42

3.4.3 Nedbrytningsprocessen	44
3.4.4 Slutprodukt	44
3.4.5 Kompostbehållaren	45
3.5 Bokashi	45
3.5.1 Definition	45
3.5.2 Optimala förhållanden	45
3.5.3 Nedbrytningsprocessen	45
3.5.4 Slutprodukt	46
3.5.5 Kompostbehållaren	47
4. Resultat	47
4.1 Handboken	47
4.2 Kompostprover	47
4.3 Krassetest	52
5. Diskussion	52
6. Referenslista	61
Bilaga 1: Handboken	
Bilaga 2: Krassetestet	

# 1. Introduktion

Intresset för vackra grönmiljöer, trädgård och odling har under de senaste åren fullständigt exploderat. Människor vill odla sina egna grönsaker, restauranger köper närproducerat, barnen ska få grönnare skolgårdar och forskning på utemiljöernas hälsoeffekter slår fast att vi i en snabbt snurrande värld behöver naturen för att må bra. I och med klimatdebatten framkommer även det omvända förhållandet, att naturen behöver vår omsorg för att inte förstöras som följd av vår tärande livsstil. FN har utsett år 2015 till jordåret och det är inte av någon slump. Jorden är vårt mest komplexa ekosystem - ingen annanstans i naturen är organismerna så många och så tätt packade. Denna biodiversitet står under starkt hot när det varje år försvinner enorma mängder odlingsbar mark som direkt följd av erosion, försaltning, kompaktering, försurning och kemisk förorening av jorden (FAO, 2015). I samband med jordåret lyfts några av de åtgärder som ska hejda denna utveckling, däribland återförandet av organiskt material till jorden genom kompostering. På så vis ökar mullhalten vilket är avgörande för att hålla jorden bördig och förbättra markstrukturen. Det organiska materialet, mullen, innehåller kol och när detta tillförs marken sker en kolinlagring, en viktig åtgärd för att minska koldioxidavgången till atmosfären (Cederberg & Landquist, 2012). Kompost kan komplettera annan gödsling och till viss del ersätta den ändliga resursen torv som strukturmaterial i planteringsjord.

Komposteringen tar även hand om en annan viktig miljöfråga - vår avfallshantering. Varje år slängs 107 kg mat per person (Naturvårdsverket, 2014), därtill kommer dagligvaruhandelns stora matsvinn. Istället för att föra bort organiskt material kan vi med hjälp av kompostering åstadkomma en miljövänlig nedbrytning på nära håll.

Med vår uppsats vill vi bidra till kunskapsspridningen om olika komposteringsmetoder, såväl praktiskt som teoretiskt. Sådär i slutet av vår trädgårdsingenjörsutbildning står det klart för oss hur viktigt det är att kunna översätta akademiska forskarrön till lättförståeliga råd för praktikern. Detta är en ambition även för uppsatsen och vi hoppas kunna nå en bred läsarkrets och väcka intresset för en mycket gammal och väl beprövad metod för att sluta sitt kretslopp nära.

## 1.1 Bakgrund

Det fanns en tid då trädgårdsmästaren var tvungen att ta vara på hushållets avfall och djurens spillning för att jordförbättra och gödsla. Den tiden är dock förbi och idag går det att köpa plasticsäckar med jord och gödsla nästan var som helst, på macken, i mataffären, ibland till och med i kiosken. De första idéerna kring kompostering började som en följd av den absoluta nödvändigheten för ett jordbrukssamhälle att hålla sin jord bördig. Komposteringens historia är därför gammal och går att följa så långt bak som till 4000 f.Kr. Vid den tiden var komposteringsmetoden redan väl utbredd i Asien där matavfall, djurspillning och växtrester togs tillvara (Buch, 1987). Drygt 3600 år senare konstaterade Aristoteles (384-322 f.Kr.) att dagmaskarna är "jordens inälvor" (Buch, 1987). Även Cleopatra (69-30 f.Kr.) förstod vikten av dessa nedbrytare och förbjöd deras utförsel ur Egypten när hon satt på tronen. Ändå etablerades den väsentliga forskningen kring kompost inte förrän på 1960-talet (Haug, 1993). De första erfarenheterna i modern tid samlades av pionjären för ekologisk odling, Sir Albert Howard, en engelsk agronom som spenderade åren 1905-1934 i Indien på Indore Institute of Plant Industry. Här började han förstå vikten av en fertil jord och sammanställde det första receptet på kompost. Detta recept skulle benämnas som Indore-metoden och användes flitigt i England och på de indiska teodlingarna (Haug, 1993). Inspirerad av Howards upptäckter skrev Rodale år 1950 den första egentliga boken om kompost: *The Complete Book of Composting*.

## 1.2 Syfte

Syftet med uppsatsen är att öka kunskapen om olika komposteringsprocesser samt höja medvetandet kring möjligheter att sluta det nära kretsloppet från matavfall till odlingssubstrat. Genom att ta fram en handbok för kompostering vill vi göra teori och praxis lättillgänglig för den bredare allmänheten. I vår uppsats kommer vi att beskriva några olika sorters kompost för hushålls- och trädgårdsavfall. Dessa är varmkompost, kallkompost, maskkompost, biodynamisk kompost (för hushållsavfall och löv) och bokashi. Vi kommer även att göra en jämförelse mellan komposterna med avseende på metod, nedbrytningsprocesser och slutprodukt. Näringsanalyser på provtagningar från samtliga komposter ska ge oss en fördjupad förståelse kring



sammansättningen och användbarheten. Vår sammanställning i handboken ska dessutom visa för vilken målgrupp och i vilket sammanhang komposterna lämpar sig bäst.

## 2. Metod

*Uppsatsens metod består av en litteraturstudie, intervjuer med olika kompostägare, en jämförelse av näringsanalyser från de olika komposttyperna samt ett enklare mognadstest.*

### 2.1 Litteraturstudie och intervjuer

Uppsatsen teoretiska ramverk har byggts upp genom litteraturstudier och är en sammanställning av såväl grundläggande som aktuell forskning kring kompost. Sökningar gjordes på Primo, Web of Science, LUB (Lunds universitets databas) och Google Scholar. Litteraturstudierna har sedan kompletterats med intervjuer hos utvalda kompostexperter vars erfarenheter även ligger till grund för vår handbok. Fyra av intervjuerna skedde hemma hos intervjupersonerna, en på telefon. Samtliga intervjuer var semistrukturerade. Intervjupersonerna har valts ut med avseende på komposteringsmetod och kompetens inom området:

- Gunnar Eriksson - varmkompost  
*Gunnar driver Kompostcenter AB i Stockholm. Han håller i komposteringskurser och har skrivit flera böcker om kompost.*
- Susanne Wiigh-Mäsak - kallkompost  
*Susanne är biolog och uppfinnaren bakom kallkompostbehållaren Grönskan. Hon har hållit kurser i kompostering.*
- Thomas Lüthi - biodynamisk kompost  
*Thomas driver utbildningen i biodynamisk odling på Skillebyholms folkhögskola i Järna där den biodynamiska komposteringen är ett centralt inslag.*
- Jenny Harlen - bokashi  
*Jenny har fört bokashin till Sverige och driver webshopen bokashi.se*
- Bo och Carina Sjögren - maskkompost  
*Bo och Carina har mångårig erfarenhet av maskkompostering och säljer kompostmask på sin hemsida kompostmask.se*

## 2.2 Kompostprover

Kompostprover har tagits hos intervjupersonerna för analysering av näringsinnehåll. Proverna förvarades i kylskåp och sändes till laboratoriet inom en vecka. För att jämföra de olika komposternas egenskaper med fokus på näringsämnesinnehåll har vi valt att göra en AL-analys där komposterna extraheras i en lösning av ammoniumlaktat-ättiksyra som ger en löslig fraktion av de undersökta ämnena. Denna fraktion motsvarar på ett ungefär vad som är växttillgängligt några år framöver. AL-analysen för komposternas gödselvärde ger oss värden på torrsubstans (%), pH, samt makronäringsvärdena (kg/ton). Eftersom näringsvärden bör anges i förhållande till torrsubstansen, i enheten mg/100 g jord, görs följande omräkning:

$$\frac{\text{Näringsämne (kg/ton)}}{\text{Andel torrsubstans}} = 10^2 \text{ Näringsämne (mg/100g torr jord)}$$

N-total (Kjeldahl) ger oss den totala andelen organiskt kväve jorden, oavsett form eller växttillgänglighet. Subtraheras N-Ammonium från N-Total får vi en ungefärlig bild av hur mycket kväve som kan vara bundet i organiskt material och först i ett senare skede kan bli tillgängligt för växten.

## 2.3 Krassetest

Vi genomförde ett så kallat krassetest för att undersöka kompostprovernas mognad och dess påverkan på ett växtmaterial. Denna metod rekommenderas i olika skrifter riktade till allmänheten för snabb kontroll av kompostjorden (Eriksson, 2011; SÖRAB u.å.).

50 stycken krassefrön såddes i vardera kompost och vattnades varje dag i fem dagar. Efter tio dagar mättes krassen från stambas till bladbas på det högst sittande bladet. Noteringar kring bladfärg, växtsätt, ogräs och avvikelser gjordes.

## 2.4 Avgränsningar

Den relativt korta tid som avsätts för uppsatsskrivandet möjliggör tyvärr inga egentliga undersökningar av hur väl slutprodukten är anpassad för odling, mer än ett enkelt mognadstest och en jämförelse av näringsinnehåll. Inför provtagningarna hade vi inte möjlighet att ta hänsyn till de olika komposternas ursprungliga sammansättning. Råmaterial, komposteringstid och nedbrytningsgrad varierar hos våra undersökningsobjekt, vilket även kommer att avspeglas i näringsanalysen. När proverna togs var kriteriet att kompostinnehavaren ansåg att komposten är mogen. Analysen bör därmed inte läsas som ett generellt riktvärde för den specifika komposteringsmetoden utan snarare som en indikation på innehåll vid en given tidspunkt.

Uppsatsen riktar sig främst till hemkompostering och går inte vidare in på möjligheterna med industriell kompostering.

## Ordlista

**Aerob:** En process med tillgång till syre från luften. En aerob organism behöver syre för att överleva.

**Anaerob:** En process utan tillgång till syre från luften. En anaerob organism kan vara fakultativt anaeroba vilket innebär att de klarar förhållanden med eller utan syre, eller obligat anaeroba vilket betyder att de dör när de kommer i kontakt med syre.

**C/N-kvot:** Mängden kol i förhållande till mängden kväve.

**Efterkompostering:** En mogen kompost kan ligga på efterkompostering för att t.ex. grövre, mer svårnedbrytbart material ska hinna förmulna.

**Fytotoxicitet:** Växtskadlighet

**Hushållsavfall:** Allt organiskt avfall från hushållet (matrester, skal, rens, papper mm.)

**Katjonbyteskapacitet (CEC):** Är jordens förmåga att attrahera katjoner. När en jord har hög katjonbyteskapacitet innebär det ofta att den innehåller mycket kolloidala partiklar och att pH ligger från neutralt till högt.

**Kolloider:** är mycket små partiklar (1nm - 10µm) som består av organiskt och oorganiskt material. De utgör en viktig beståndsdel av jorden och de kan finnas såväl i det fasta materialet som flyta i vattnet i jorden.

**Lakvatten:** Är den näringsinnehållande vätska som kan läcka eller samlas upp från komposten.

**Matavfall:** Matrester som är tillagade.

**Mesofila bakterier:** En grupp bakterier som lever och förökar sig i komposten när temperaturen är mellan 10°C-40°C.

**Mikroorganismer:** Organismer som är så små att de inte kan upptäckas med blotta ögat. De kan vara fler- eller encelliga t.ex. svampar, encelliga alger, protozoer, bakterier och virus .

**Mogen kompost:** Är en kompost som har genomgått de olika värmefaserna (mesofil, termofil osv.). I den mogna komposten kan en viss nedbrytning fortfarande pågå men den innehåller inga växtskadliga ämnen.

**Omogen kompost:** Innebär att materialet i komposten fortfarande är under nedbrytning.

**Organiskt material:** Ett organiskt material innehåller kol.

**Råmaterial:** Används här som begrepp för att beskriva allt avfall som läggs i komposten.

**Slutprodukt:** Används här som begrepp för den färdiga kompostjorden

**Strömateriäl:** Tillsätts i komposten för att suga upp vätska, ge struktur (luftfickor) eller för att öka C/N-kvoten. Lämpligt strömateriäl kan vara finfördelade trädgårdsrester, sågspån eller pellets.

**Termofila bakterier:** En bakteriegrupp som lever och förökar sig i komposten när temperaturen är mellan 40 och 70 grader.

(Ljunggren, 1997; Ashman & Puri, 2002, Fällman, Holby & Lundberg, 2001; Román, Martínez, & Pantoja, 2013)

### 3. Teori

*I detta kapitel går vi igenom några olika sorters kompost med fokus på deras uppbyggnad, biologiska nedbrytningsprocesser och slutprodukt. Under rubriken Varmkompost - generella komposteringsprinciper beskrivs de grundläggande processerna för samtliga komposter. Avvikelser från dessa behandlas under de specifika kompostrubrikerna.*

#### 3.1 Varmkompost - generella komposteringsprinciper

Det vi till vardags kallar för kompost är egentligen ett brett spektra av olika nedbrytningsprocesser som i hög grad skiljer sig åt. Faktorer som påverkar är bland andra: vilket råmaterial som används, hur konserverat det är, i vilken storlek det läggs i, vad som finns i komposten sedan tidigare, om vi använder oss av inokulering, om det är en aerob eller anaerob process och till vilka temperaturer den tillåts stiga. De komposteringsmetoder som vi tar upp i uppsatsen skiljer sig på flera av de ovannämnda parametrarna. Det finns dock några generella krav och nedbrytningsprocesser som gäller de flesta komposttyper. Dessa parametrar utgör uppsatsens grundläggande teoretisk bas och beskrivs i detta avsnitt, 3.1. Ofta är det just varmkompostering som menas när vi i dagligt tal pratar om kompostering, vilket är ännu en anledning till varför denna får sätta standarden i denna uppsats. När vi därefter behandlar de övriga komposteringsmetoderna belyses särskilt avvikelserna från varmkomposteringsprocessen.

##### 3.1.1 Definition

*Composting is an aerobic bioconversion where dissimilation of complex organic molecules, as well as assimilation of new ones, is carried out by various microbial populations with different demands on their life conditions. During composting microbial transformation processes occur. Organic structures in raw material are broken down and microbial biomass is build up. (Gajdoš, 1997, s 8.)*

Ordet kompost härrör från latinets *compostere* som betyder att blanda, lägga ihop. Att ett material komposteras innebär att det genomgår en kontrollerad biologisk nedbrytningsprocess under aeroba förhållanden med hjälp av mikroorganismer (Ljunggren, 1997). Även om processen är aerob så deltar även anaeroba mikroorganismer under processen (Gajdoš, 1997). Varmkompostering innebär att en viss temperatur med dess särskilda mikroliv uppnås.

### 3.1.2 Optimala förhållanden

#### 3.1.2.1 Syretillgång

Vi skiljer på aeroba och anaeroba processer för kompostering, det vill säga om nedbrytningen sker med eller utan tillgång till syre från luften. Varmkomposten ska i största möjliga mån vara en process i aerob miljö. De huvudsakliga produkterna som framställs i den aeroba nedbrytningen av organiskt material är värme, vatten och koldioxid (Haug, 1993). I en anaerob nedbrytning, även kallad förruttelse, framställs främst metan, koldioxid, organiska syror och alkoholer. Det frigörs betydligt mindre energi i en syrefri nedbrytning och nedbrytningen avstannar i ett tidigare skede (Haug, 1993; FAO, 2003).

Även i den syrerika komposteringen kan dock anaeroba miljöer uppstå. Atkinson, Jones & Gauthie (1996) uppskattar att 1 % av alla bakterier från en kommunal kompost är anaeroba och antas spela en viktig roll i nedbrytningen av makromolekyler. Ett exempel på när en helt anaerob miljö gynnar nedbrytningen är vid fermentering, här beskrivet som bokashimetoden (se avsnitt 3.5 *Bokashi*).

Syrehalten bör aldrig understiga 18 % (de Bertoldi, Vallini & Pera, 1983) och kontrolleras med hjälp av genomsläppliga väggar som tillåter ventilerande luftdrag och omrörning av komposten. Ytterligare ett sätt att styra syrehalten i komposten är att balansera kompostmaterialet från början. Enligt Eriksson (2011) är tillförandet av ett torrt och näringsfattigt material essentiellt både för att komposten ska förbli luftig men också för att C/N-kvoten ska vara korrekt. Han rekommenderar att en del strömmaterial tillsätts till tre delar av köksavfall (Eriksson, 2011). Syretillgången är viktigast i det initiala skedet av komposten när näringstillgången är som störst. Därför rekommenderas det ibland att omrörning endast ska ske i

kompostens ytskikt, där det nya materialet ligger. Syresättning av komposten genom omrörning bemöts med skilda åsikter. Förespråkarna för omrörning understryker förutom syresättningen även vikten av att "smutsa ner" allt nytt material med befintliga kompostbakterier för snabbare nedbrytningsprocesser<sup>1</sup>. Motståndarna menar att fullständig omrörning är en onödigt arbetsam process där de olika skikten i komposten blandas (anses negativt) och maskarna störs (Eriksson, 2011). Det framhålls dessutom att grävning riskerar att förstöra svamphyfer, vars spridning är viktig för nedbrytningsprocessen (de Bertoldi, Vallini & Pera, 1983). Andersen, Boldrin, Christensen & Scheutz (2010) visar i sin forskning om växthusgasutsläpp vid kompostering att en kompost som lämnas orörd under ett år hade betydligt lägre utsläpp än den som rördes om veckovis. Denna teori står dock inte oemotsagd, se vidare under avsnitt 3.1.7 för diskussion om avgång av växthusgaser vid kompostering.

### **3.1.2.2 Torrsubstans och fuktighet**

Det är viktigt att komposten varken är för fuktig eller för torr. Om komposten är för fuktig (vätskehalten överstiger 60 %) riskerar vattnet att fylla luftporerna och skapa en oönskad anaerob process (Haug, 1993). Vätskan kan även laka ur komposten på näringsämnen. Om substratet är för torrt (vätskehalten understiger 30 %) förhindras nedbrytningen av de vattenlösliga näringsämnena och skapar därmed en försämrad miljö för mikroberna (Haug, 1993; Steger, 2006). Merparten av den mikrobiella nedbrytningen sker i s.k. biofilm, en fuktig, slemmig hinna av polysackarider som bildas på ytan av det organiska materialet och skyddar mikroorganismernas celler från uttorkning eller andra förändringar i miljön (Hogg, 2013). I en för torr kompost torkar även denna hinna ut och mikroorganismerna överlever inte (Ryckeboer, Mergaert, Vaes, Klammer, De Clercq, Coosemans, Insam & Swings, 2003). Kempe (2011) visar i sin undersökning av 20 hemkomposter i Uppsalaregionen att vattenhalten generellt sett hölls för hög, närmare 80 %.

---

<sup>1</sup> Intervju med Susanne Wiigh-Mäsak, 2015-05-30

### 3.1.2.3 Råmaterialet

Råmaterialet är det som läggs i komposten och dess sammansättning varierar självfallet beroende på om det är avfall från köket eller trädgården. Det kan ändå delas upp i följande huvudsakliga beståndsdelar: kolhydrater, proteiner, fetter, hemicellulosa, cellulosa, lignin, stärkelse och mineraler (Epstein, 1997; Ljunggren, 1997). Hur mycket en genomsnittlig hushållskompost innehåller av dessa beståndsdelar visas i tabell 1:

**Tabell 1.** Genomsnittlig kemisk sammansättning av olika komposttyper, % av torrs substans.

Komponenter	Köksavfall	Trädgårdsavfall
Vatten	60-70	
Organiskt material	85-90	87-99
Protein	12-18	5-40
Fett	9-15	5-15
Cellulosa	10	15-60
Stärkelse	2	2
Lignin	5-30	5-30
Vattenlösliga ämnen	5-30	5-30

Tabell från Ljunggren (1997, s. 28).

När råmaterialet komposteras bryts det organiska materialet ned i en stegvis reduktion från komplexa substanser till enklare uppbyggda beståndsdelar (Epstein, 1997). Olika material är olika svåra att bryta ner. Först bryts de lättnedbrytbara föreningarna ner, såsom socker, stärkelse, pektin, fettsyror, fetter, aminosyror och nukleinsyror (Steger, 2006). Därefter kommer hemicellulosa, cellulosa och lignin som är betydligt svårare att brytas ned. Mineraler passerar i princip oförändrat genom komposteringsprocessen. Kolhydrater, till exempel stärkelse och cellulosa, utgör en viktig del av råmaterialet i komposten (Ljunggren, 1997). Cellulosa finns i växternas celler och är det vanligast förekommande organiska ämnet i naturen (NE, 2015). Det är



flera olika grupper av mikroorganismer som angriper cellulosa och nedbrytningen pågår under kompostens alla faser (Ljunggren, 1997). Stärkelsen består av långa glukoskedjor som utgör växternas näringsreserv. Även det är ett lättnedbrytbart ämne i komposten. Protein i avfallet utgör den viktiga kvävekällan för kompostens mikroorganismer. Det är en relativt lätt nedbrytbar beståndsdel, om det även finns tillräckligt med kol (läs mer om detta förhållande under avsnitt 3.1.2.4 C/N-kvoten). Fett återfinns i celler hos växterna och är vanligast i de gröna delarna, t.ex. kutikulan där de verkar likt en skyddande hinna (Ljunggren, 1997). Fettsyror bryts ner i de senare faserna av komposteringen och kan ha en fytotoxisk verkan på växterna (Epstein, 1997). Därför är det viktigt att använda mogen kompost i odlingssubstratet. Lignin är den del av råmaterialet som tar längst tid att bryta ner eftersom det har en mycket komplex uppbyggnad (Ljunggren, 1997). Lignin tillförs till komposten genom växtmaterial, framför allt äldre och förvedade växter (Robertsson, 1994).

För alla komposter gäller det att avfallet inte tillförs i för stora fraktioner, att det hålls lagom fuktigt och varmt. Ju mindre fraktioner av råmaterialet desto större är den totala tillgängliga ytan (*surface area*) på materialet vilket alltid gynnar de biologiska processerna (de Bertoldi, Vallini & Pera, 1983). Förutom att mikroorganismerna får mer tillgänglig yta så går syrediffusionen snabbare då fraktionerna är mindre (Robertsson, 1994). Det är dock värt att notera att materialet inte ska vara alltför finfördelat. Robertsson (1994) skriver att det kan begränsa syretillförseln då det minskar storleken på de luftfyllda porerna och därmed försämrar gasutbytet. Vidare bör man enligt Ljunggren (1997) undvika tillsats av material som har pH under 5,5 eller över 8.

#### **3.1.2.4 C/N-kvoten**

I komposten är balansen mellan kol och kväve oerhört viktig, inte bara för mikroorganismernas väl och ve, utan även för att processen inte ska medföra en miljöbelastning i form av kväveförluster. Mikroberna behöver kväve - protein - för att bygga upp sina celler och kol - kolhydrater - som lättillgänglig energi (Ljunggren, 1997). Om C/N-kvoten i komposten är låg innebär det att kvävehalten är förhållandevis hög, och om kvoten är hög innebär det att det finns en förhållandevis stor mängd kol i materialet. I en kompost med för låg C/N-kvot finns risken att

överskottet av kväve kan avgå som ammoniak (Ljunggren, 1997), vilket bland annat har en försurande effekt på miljön. Vid en för hög C/N-kvot går nedbrytningen långsamt och organismerna kan börja bryta ner varandra i brist på kväve.

Den optimala kvoten för mikroorganismer ligger på 10:1 vilket dock i praktiken skulle innebära alldeles för höga kväveförluster (särskilt vid högt pH och hög temperatur) för att vara en optimal nivå i komposteringsammanhang (de Bertoldi, Vallini & Pera, 1983). Den optimala kvoten för komposten ligger därför på en betydligt högre kolhalt, ca 25-30:1 (Eriksson, 2011; Ljunggren, 1997).

Kolet försvinner som koldioxid,  $\text{CO}_2$ , i en högre takt än kvävet under komposteringsprocessen och ju lägre C/N-kvot desto mer nedbruten kompost (Lazcano, Gómez-Brandón & Domínguez, 2008). Under komposteringsprocessen sjunker den totala kvävehalten, främst på grund av ammoniakavgång till atmosfären (mätt i torrsvikt eller C/N-kvot kan kvävehalten dock ses öka vilket beror på en samtidig avgång av koldioxid och vatten ur materialet) (de Bertoldi, Vallini & Pera, 1983). Kväveförlusten återställs delvis i ett senare skede i komposteringen när kvävefixerande bakterier har etablerats.

C/N-kvoten är relevant inte bara för råmaterialet som tillförs komposten utan är även viktig för bedömningen av slutprodukten, och bör då ligga på ca 10-20:1 (Day, Shaw, Stofella & Kahn, 2001).

**Tabell 2.** C/N-kvoten i några organiska material

Material	C/N-kvot	Material	C/N-kvot
Köksavfall	23	Bark	70-100
Kål (färsk)*	24	Granbarr	30
Potatis (färsk)*	23	Färskt sågspån	500
Morot (färsk)*	21	Multnat sågspån	200
Frukt	30	Havrehalm	50
Mikrober	7-10	Råghalm	65
Daggmaskekrement**	15	Slaktavfall	2
Gräsklipp	15-20	Urin	0,8
Löv	50	Fekalier	6-10
Humus	10	Nöt- och hästexkrement	15
Grönmassa	7	Standard substrat*	63

(Ljunggren, 1997, s 54; \*Gajdoš, 1997, s 3; \*\*Buch, 1987, s 41)

### 3.1.3.5 Nedbrytningsprocesserna

Redan några dagar efter komposteringens start har temperaturen höjts i komposten som följd av att mikroorganismerna alstrar värme när de påbörjar nedbrytningen av materialet (Epstein, 1997). Efter en period av raskt stigande temperaturer avstannar ökningen och temperaturen sjunker igen för att sedan stabiliseras på en jämn nivå (Ljunggren, 1997). De olika faserna kallas för lagfas, mesofil, termofil och konserverande fas. Generellt gäller att ju högre temperatur desto snabbare process, dock enbart upp till 50°C (Epstein, 1997). Vid 78°C upphör samtliga processer (Eriksson, 2011). Vilken optimal maxtemperatur som eftersträvas och hur länge den bör hållas är något som skiljer sig åt beroende på komposteringssätt. Nedan följer beskrivningen av varmkompostens temperaturfluktuationer, se även figur 1: avsnitt A.

**Lagfas:**

Under en första fas anpassar mikroorganismerna sin metabolism till förutsättningarna i komposten vilket medför att deras tillväxt är låg (Robertsson, 1994).

**Mesofil fas:**

Under den mesofila fasen stiger temperaturen initialt när organiskt material bryts ner av de första mikrosamhällena som består av svamp, jäst, gram-negativa bakterier och mjölkisyrebakterier. De senare är även orsaken till nedgången i pH som sker i denna fas (Steger, 2006). Temperaturerna i denna fas ligger mellan 10°C - 45°C (Ryckeboer et al., 2003). I den här fasen är syreförbrukningen är som högst då de föreningar som innehåller mest energi bryts ner (Robertsson, 1994).

**Termofil fas:**

Temperaturerna i denna fas ligger över 45°C och illustreras som del B i diagrammet nedan. Det är även vid dessa höga temperaturer som patogener, fröogräs och parasiter förintas (Ljunggren, 1997). De organiska syrorna har nu konsumerats vilket leder till en mindre sur miljö med pH mellan 7.5 och 8.5 (Steger, 2006). Även ammonifikationen skapar en mer basisk miljö vilket gynnar bakterier snarare än svampar (Ryckeboer et al., 2003).

**Konserverande/andra mesofil fas:**

Efter ett tag sjunker temperaturen igen och mikroorganismerna blir färre i antal i takt med att näringsämnen förbrukas. De mikroorganismer som finns nu har en större mångfald rent taxonomiskt och även sett till sin nedbrytningsförmåga (Ryckeboer et al., 2003). Eftersom de enkelt nedbrytbara näringsämnena redan har förbrukats vid det här laget måste mikroorganismerna som etablerar sig nu kunna bilda det enzym som bryter ned även svårnedbrytbart material (Steger, 2006).

### **Mognadsfasen/efterkompostering:**

Det är svårt att avgöra när komposteringsprocesserna är färdiga och komposten kan anses vara mogen och stabil. Det är i hög grad en subjektiv bedömning. Mognad kan generellt beskriva kompostens användbarhet för särskilda sammanhang, medan stabilitet uttrycker att komposten inte längre bryter ner organiskt material och förlorar i volym (Sullivan & Miller, 2001). Dessa två termer används dock ofta synonymt och utan tydligare definition (Brinton, Evans, Droffner & Brinton, 1995).

Komposteringsprocessen kan påskyndas genom att optimala förhållanden ges (temperatur, syre, fuktighet etc.), men är till syvende och sist alltid beroende av mikroorganismernas generationsväxlingar vilka styrs genetiskt och enbart kan påverkas över ett längre, evolutionärt perspektiv (de Bertoldi, Vallini & Pera, 1983).

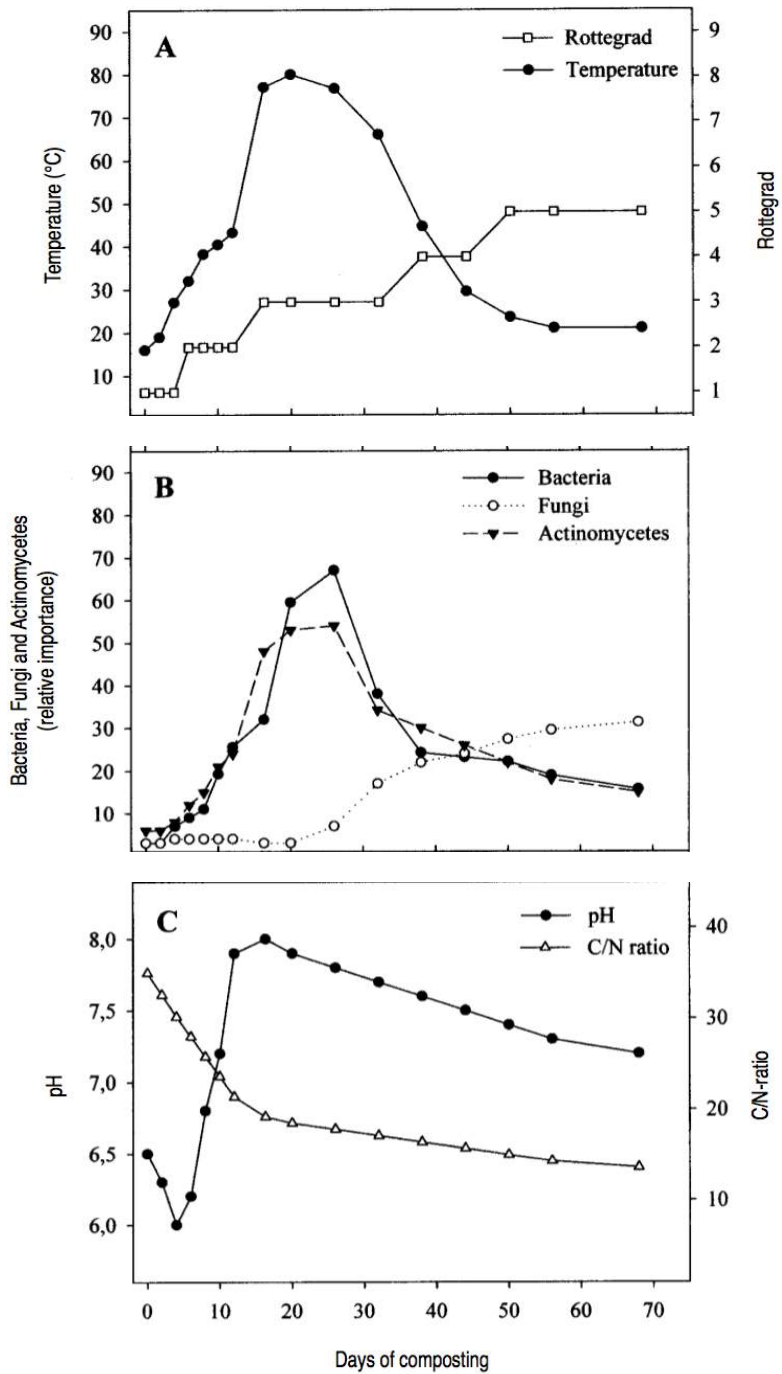
Mikroorganismernas syrekonsumtion, i relation till andra biologiska, fysikaliska och kemiska faktorer, kan ses som en indikation på nedbrytningshastigheten. Den följer temperaturutvecklingen och är som högst när den mikrobiella aktiviteten är som störst. Detta inträffar i den mesofila fasen (Ryckeboer et al., 2003).

Även koldioxidavgången kan illustrera nedbrytningsprocessen. I den första, mesofila fasen frigörs det tillgängliga kolet i form av koldioxid. Koldioxidavgången följer temperaturkurvan och är alltså som störst när temperaturen är som högst. Efterhand som det tillgängliga kolet förbrukas minskar även koldioxidavgången och nedbrytningshastigheten (Steger, 2006).

1982 introducerades Dewar-testet som bedömer temperaturhöjningen i en kompost som finns i ett slutet kärl i en dryg vecka. Indelning sker i 5 olika steg där steg 1 avser en färsk kompost, steg 2-3 en aktiv kompost och steg 4-5 en färdig kompost (Brinton et al., 1995). Synonymt med Drewer-testets skala används även den tyska termen Rottegrad, se figur 1 (Ryckeboer et al., 2003).

Ett annat sätt att fastställa kompostens mognad är att jämföra dess halt fulvosyra (minskar i takt med komposteringen) med dess halt humussyra (ökar i takt med komposteringen) (de Bertoldi, Vallini & Pera, 1983).

Att avgöra kompostens fytotoxicitet gör det möjligt att biologiskt mäta dess mognad, då den är relativt låg före komposteringen för att sedan stiga i takt med nedbrytningsprocesserna och avslutningsvis sjunka igen (de Bertoldi, Vallini & Pera, 1983).



**Figur 1:** Komposteringsprocessens parametrar och förekomst av mikrober (figur lånad med tillstånd från Ryckeboer et al., 2003 s. 351).

*Stor variation kan förekomma beroende på råmaterial, utomhustemperaturerna, fuktighet, syresättningsmetod och omrörningsfrekvens.*

### **pH och temperatur:**

Efter en initial sänkning i pH stiger värdena i takt med kompostens mognad och ligger i slutet på ett värde mellan pH 6 - 8 (Sullivan & Miller, 2001). Råmaterialet är den mest avgörande faktorn för pH-värdet. Att tillföra aska eller andra mycket basiska material före kompostering ger tydligt utslag även i slutprodukten.

Förutom mikroorganismernas påverkan på kompostens temperatur spelar även utetemperaturen och kompostbehållarens isoleringsförmåga en avgörande roll. Det råder delade meningar om temperaturens betydelse för en korrekt kompostering (Day et al., 2001), något som vi återkommer till i avsnittet *Kallkompost*. Fördelarna med höga temperaturer (över 50°C, i flera dagar) är framför allt en hygienisering av materialet där ogräsfrön och rotogräs inaktiveras (genom att proteinerna koagulerar irreversibelt vid ca 55°C)<sup>2</sup> och eventuella humanpatogena bakterier dör (Epstein, 1997).

#### **3.1.4 Mikroorganismerna i komposten**

Mikroorganismer är mikroskopiskt små organismer. Svamp (ex. *Candida*), bakterier (ex. *Bacillus*), protozoer (ex. amöba), arkéer (ex. *Nanoarchaeum equitans*), alger, plankton med flera räknas alla som mikroorganismer (Hogg, 2013). Mikroorganismer består av både encelliga organismer (s.k. prokaryoter), såsom eubakterier, arkéer eller blågröna alger, och flercelliga organismer (s.k. eukaryoter), såsom jäst, svamp eller stamceller (Hogg, 2013). I komposten spelar båda dessa grupper en viktig roll.

En del bakterier har endosporer, en slags vilande form av cellen. Ensporen är omgiven av en tjock hinna som skyddar den från mycket höga temperaturer, pH eller tryck. När de extrema förhållandena återgått till bra livsbetingelser för cellen kan den "återuppstå" (Hogg, 2013). Så sker till exempel när temperaturen åter sjunker efter den termofila fasen som är för varm för många mikroorganismer (Ryckeboer, 2003).

---

<sup>2</sup> Intervju med Ruzena Svedelius. 2015-05-22.



Mikrobiella samhällen skapas och ersätter varandra i en förutsägbar utveckling under komposteringsfaserna (Ceglie & Abdelrahman, 2014). Varje mikrobiellt samhälle har stor påverkan på kompostens pH, värme, skrymdensitet och substratsammansättning.

I komposteringens första mesofila fas är den mikrobiella aktiviteten som störst (Epstein, 1997). I detta skede är de huvudsakliga nedbrytarna bakterier och svampar. Flera olika prokaryoter producerar nu enzymet amylas som möjliggör nedbrytningen av stärkelse (Ryckeboer et al., 2003).

I takt med mikroorganismernas nedbrytningsaktivitet stiger värmen medan fuktigheten sjunker. Då tar de värmeälskande termofila organismerna vid, det är framför allt aktinomyceter som tar över när svamparna dör i den höjda temperaturen (Herrmann & Shann, 1997). Aktinomyceterna (även kallat strålsvampar) är en stor grupp bakterier som växer med hyfer likt svamp och finfördelar svårnedbrytbara sammansättningar i jorden, gärna vid högt pH. Deras nedbrytningsprocesser omvandlar de organiska materialen till humuslika substrat och producerar den typiska jorddoften (geosmin) (de Bertoldi, Vallini & Pera, 1983; Ryckeboer et al., 2003). De utvecklas som bäst vid temperaturer mellan 45°C - 55°C och finns då i en bred diversitet (Ryckeboer et al., 2003). Andra mikroorganismer som etableras i den termofila fasen är *Bacillus* spp., *Thermus thermophilus* och *Thermoactinomyces* sp. (Steger, 2006).

Slutligen återkommer de mesofila organismerna, denna gång främst de som redan finns naturligt på platsen. Aktinomyceterna förblir och svamparna återkommer nu när temperaturen har sjunkit igen. I denna fas spelar de cellulosedbrytande bakterierna en viktig roll (Herrmann & Shann, 1997).

Ligninet bryts ner av basidiesvampar över mycket lång tid, först efter en månad går nedbrytningen som snabbast (de Bertoldi, Vallini & Pera, 1983). Kvävefixerande bakterier uppstår när kompostens temperatur åter har sjunkit lägre än 40°C och ammoniakhalten är låg (de Bertoldi, Vallini & Pera, 1983).

**Tabell 3.** Ungefärlig mängd mikroorganismer i de olika komposteringsfaserna

Organism	Antal
Bakterier i den mesofila fasen	$10^9 - 10^{13}$ g <sup>-1</sup> substrat
Bakterier i den termofila fasen	$10^8 - 10^{12}$ g <sup>-1</sup> substrat
Aktinomyceter i den mesofila fasen	$10^7 - 10^{13}$ g <sup>-1</sup> substrat
Aktinomyceter i den termofila fasen	$10^8 - 10^{12}$ g <sup>-1</sup> substrat
Svamp, genomsnittligt värde	$10^5 - 10^8$ g <sup>-1</sup> substrat

(Ryckeboer et al., 2003, s. 356; efter Miller, 1993)

Bakterierna är den grupp mikroorganismer som är mest divers i sitt användande av enzymer för att kemiskt bryta ner olika organiska material och därför finns som mest när nedbrytningen sker som snabbast. Dessutom har de en mycket snabbare generationsföljd än svampar vilket förklarar deras höga antal i tabellen ovan. Bakterier vill ha det väldigt fuktigt (50-60%) och ett neutralt pH-värde (Ryckeboer et al., 2003). Svamp gillar lätt sura miljöer men kan tack vare sina hyfer angripa organiskt material som är för torrt, har för låg kvävehalt eller är för surt för bakterier (Ryckeboer et al., 2003; Ljunggren, 1997).

### 3.1.5 Makroorganismerna i komposten

**Gråsuggor:** Gråsuggor är inga rovdjur utan livnär sig framför allt på dött växtmaterial, såsom vissna löv som redan har angripits av mikroorganismer (Vanhoenacker, 2013). De är mycket viktiga medhjälpare till att förorenningen fördelas. I Sverige finns cirka 25 olika arter.

**Hoppstjärter** - 0,5 - 2 mm långa insekter som är mycket viktiga kolonisatörer i komposten (Pettersson & Åkesson, 2011). De lever bland annat på mulnade växtdelar, avföring av närbesläktade organismer, svampmycel, vissna löv och matavfall (Alm, 1997; Pettersson & Åkesson, 2011).

**Klokrypore** - Är ett rovdjur som äter till exempel larver, spinn, nematoder och maskar (Ljunggren, 1997). Klokryporen kan bli upp till två år och producerar 2 - 30 avkommor per år. Med hjälp av klorna fångar klokryporen in sina byten och injicerar sedan dessa med ett gift som produceras i körtlar i klorna.

**Kvalster**- Är mycket små spindeldjur, oftast kortare än 10mm, som livnär sig på bland annat gamla växtdelar, löv och nedbrutet trä (Alm, 1997). Det finns också de arter som är köttätare och lever på insektslarver, andra kvalster och nematoder. De kallas ibland för kompostens renhållare.

**Tvestjärtar:** Tvestjärtar blir ca 10-15 mm, tången hos honan blir 4-5 mm och 4-9 mm hos hanen (Hammond, 2011). Honan lägger mellan 20 och 40 ägg om året, i jorden. De trivs bäst där det är mörkt och fuktigt till exempel i komposten och jagar sina byten på natten (Alm, 1997). Kosten är varierad men huvudsakligen vegetarisk (Hammond, 2011).

**Tusenfotingar:** Tusenfotingarna är rovdjur och rör sig framförallt i kompostens översta skikt (Alm, 1997). De äter allt från insektslarver till hoppstjärtar och olika sorters maskar och fångar in dem med hjälp av ett gift som förlamar bytet.

**Maskar:** Se avsnitt 3.3.3 om maskarna i maskkomposten.

#### **Oönskade makroorganismer:**

**Myror:** Mycket myror i komposten är vanligen ett tecken på att komposten är för torr (Ljunggren, 1997). Myrorna gör egentligen ingen skada i komposten men om man vill bli av med dem så rekommenderas bevattning och omrörning .

**Sniglar:** Den spanska skogssnigeln är den art som ställer till störst problem i de svenska trädgårdarna och som är viktigast att bekämpa (Göteborgs Naturhistoriska Museum, u.å.). Komposten är en gynnsam miljö för sniglar, dels för det varma och fuktiga klimatet men också för att de föredrar material som börjat brytas ner (FOR, u.å. a). För att undvika sniglarna i

komposten kan det vara en god idé att välja en sluten kompostbehållare (FOR, u.å. b). Andra åtgärder kan vara att strö ut snigelmedel (järnfosfat) eller sätta upp så kallade snigelstaket (Göteborgs Naturhistoriska Museum, u.å.).

**Flugor:** Kan vara en indikation på att komposten är för blöt (Ljunggren, 1997). För att minska fukten bör torrt kolrikt material tillsättas. Det kan vara en god idé att täcka komposten med någon form av strömaterial eller myggnät.

### 3.1.6 Slutprodukten

#### 3.1.6.1 Kompost i jorden

Det finns tre huvudsakliga anledningar för att tillföra mogen kompost till odlingsjorden (Haug, 1993):

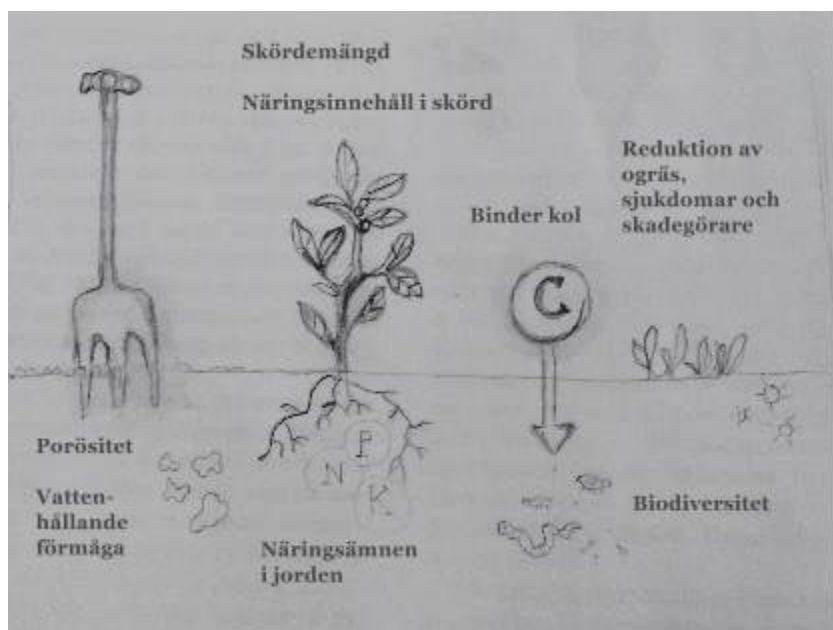
1. Jorden får en ökad humushalt och bättre vattenhållande förmåga.
2. Mikrolivet i jorden ökar och biodiversiteten blir högre, därmed kan patogener konkurreras ut och växterna blir mer motståndskraftiga.
3. Fler näringsämnen finns tillgängliga i jorden vilket gynnar växternas tillväxt

(Haug, 1993; Martínez-Blanco et al., 2013).

Att blanda sin odlingsjord med kompost ger även en förbättrad substratstruktur, en högre katjonbyteskapacitet, en ökad mullhalt och mullkvalité samt ett förbättrat mikroliv (Alm & Veltman, 1997; Gajdoš, 1997). Dessutom hjälper kompostering till att binda kol i marken (Martínez-Blanco et al., 2013). En kompostjord är även utsatt för färre angrepp av skadegörare (Ceglie & Abdelrahman, 2014). de Bertoldi et al. (1983) visar att majsplantors rotsystem som har stått i kompostjord (från stadsavfall) är betydligt mer utvecklade än de från majsplantor som har odlats i flytande avloppsslam, respektive konstgödslad jord (minst utvecklade rotsystem).

Komposten i sin rena form är inget färdigt odlingssubstrat utan behöver blandas ut med passande material (sand, torv, matjord, gödsel) för att uppnå önskade egenskaper. Kompostens slutprodukt kan ses som en jordförbättring med varierande gödslings effekt beroende på råvarans innehåll. Den kan komplettera torven som i vissa fall utgör så mycket som 90 % av innehållet i

köpjord. Torven är en ändlig resurs, och används för dess näringsfattiga, svagt sura egenskaper samt dess vatten- och näringshållande förmåga. Samtliga av dessa egenskaper kan uppnås med kompostjord, om än inte i samma utsträckning.



**Figur 2.** Positiva effekter av att blanda kompost i sin odlingsjord.

Bild efter Martínez-Blanco et al. (2013).

### 3.1.6.2 Odlingsjord och dess näringsämnen

Odlingssubstrat för olika ändamål behöver ha särskilda egenskaper. Såjord utmärker sig framför allt genom sin porösa struktur och låga näringshalt. De första rötterna är känsliga och “bränns” lätt av stark näring. Odlingsjord för uppdragna plantor kräver däremot mer näring, vars koncentration anges med ledningstalet, där ett värde mellan 1,5-3 är lämpligt i odlingssammanhang (Plöninge, 2003). Ledningstalet anger andelen lösta näringsalter i jorden. Vissa salter skadar växter och markstruktur och riskerar att tillföras med komposten på grund av att våra matrester är kryddade med bordssalt, NaCl (Sullivan & Miller, 2001). Salthalten i komposten kan därför också avläsas i slutproduktens natriumhalt<sup>3</sup>.

<sup>3</sup> Mejlkonversation, Håkan Asp, 2015-05-23.

Näringen består av makronäringsämnen, som plantorna behöver mycket av och inte kan ersättas med annat ämne, och mikronäringsämnen, som plantorna behöver mindre av. pH-halten bör ligga mellan 5,6 -7,9 för de flesta växter och är avgörande för frisättningen av näringsämnen i rätt takt (Plöninge, 2003). En bra odlingsjord ska även innehålla en hög andel organiskt material (minst 15 %) som ökar den fukthållande förmågan, främjar mikroorganismer och skapar struktur i jorden.

## **Makronäringsämnen**

### Kväve (N)

Kvävet är avgörande för växtens uppbyggnad och bladmassans tillväxt. Kvävebrist hämmar klorofyllsyntesen och ger därför guldfärgade äldre blad och hämmad tillväxt.

För mycket kväve ger för hög tillväxt med vattenfyllda celler som följd vilka lätt angrips av svampsjukdomar och insekter. Det blir plantor med stora blad och ingen blomning, som lätt drabbas av köldskador.

### Fosfor (P)

Fosfortillgången styr blom-, frukt- och frösättningen, samt rottillväxt och bakterieliv.

Fosforbrist leder till mörkfärgning av blad, sämre tillväxt och ökad frostkänslighet.

För mycket fosfor skapar näringsbrist av viktiga mikronäringsämnen som binds hårdare till kolloider vid höga halter fosfor och blir otillgängliga för växten.

### Kalium (K)

Kalium styr vattenhushållningen och ämnesomsättningen i plantan. Brist på kalium ger mindre smak och bruna bladkanter, det sker dock mycket sällan eftersom näringsämnet kan återanvändas av växterna och är bundet till jordens kolloider. För mycket kalium i jorden hämmar växternas upptag av magnesium och kalcium.

### Kalcium (Ca)

Kalcium binds i cellväggarna och ger växten struktur och stabilitet. En jämn tillgång på

Kalcium under hela odlings säsongen är avgörande för växten eftersom den även styr möjligheten att ta upp andra viktiga näringsämnen. Snarare än över- eller underskott på kalcium är det obalansen mellan kalcium och andra näringsämnen som kan ge bristsymptom såsom sjukdomar (ex. pistillröta hos tomat) eller ihoprullade bladkanter.

#### Magnesium (Mg)

Magnesium är avgörande för en fungerande fotosyntes. Den styr även växtens vattenhållande förmåga och jonbalans. Magnesiumbrist ger bladen ett marmorat utseende med gröna nerver på gulnande blad.

#### Svavel (S)

Svavelbrist ger liknande symptom som kvävebrist.

(Plöninge, 2003; Båth, 2003)

### **3.1.6.3 Kvalité**

Kompostens slutprodukt beror i hög grad på vilket råmaterial som har tillförts samt vilken komposteringsmetod som har använts, och är därför svår att beräkna generellt. De flesta studier som jämför olika sätt att kompostera tar dock inte hänsyn till de olika råmaterialen (Mendoza-Hernández, Fornes & Belda, 2014). De senaste årens kompostforskning har gjort flera försök för att fastställa parametrar som kan ge indikationer på kompostens mognad och stabilitet, däremot är det enbart ett fåtal forskare som har jämfört dessa egenskaper mellan olika komposttyper eller ursprungsmaterial (Campitelli & Ceppi, 2008). Campitelli och Ceppi (2008) visar i sin studie på en stor variation i olika sorters kompost gällande andelen organisk kol och kväve, vattenlösligt kol och grobarhet.

Vad som anses vara god kvalité för kompostens slutprodukt kan skilja sig åt beroende på dess användning. Ska komposten tjäna som gödselgiva är dess näringsinnehåll avgörande, används den som kommersiell planteringsjord är även pH och salthalt viktiga kvalitetsindikatorer (Sullivan & Miller, 2001). Därutöver skiljer sig kraven beroende på hur odlings substratet ska användas: som näringsfattig såjord, mullhaltig jordförbättrare eller i större mängder i fält. I

samtliga fall gäller dock substratets grobarhet som viktigaste indikator för kvalitén, den kan t.ex. testas med ett krassetest (se mer om detta i vår metoddel).

Säkerhetsregler gällande kompostering har upprättats i vissa fall och gäller då den slutliga produkten (frånvaro av människo- och växtpatogener) eller själva komposteringsprocessen (angiven tidsperiod där komposten ska överstiga en viss temperatur) (Campitelli & Ceppi, 2008). Trots flera försök har det hittills inte tagits fram någon gemensam standard för kvalitetskrav på kompostsubstratet som kan komma både praktiker, forskare och försäljare till gagn (Sullivan & Miller, 2001). Detta beror enligt Sullivan och Miller (2001) på skillnaderna i perspektiv men kommer säkerligen att utkristalliseras ju mer modern komposterfarenhet som samlas. Ett exempel på komposttest är TMECC, framtaget av den amerikanska organisationen US Composting Council (Thompson, 2001). Bland annat analyseras följande parametrar:

1. Kemiska analyser: organiskt material, metall och salter, det totala kväveinnehållet (organiskt & ickeorganiskt kväve) och katjonbyteskapaciteten.
2. Fysiska analyser: total torrsubstans/ fuktighetsgrad, askinnehåll, inerta material (plast, metall glas), skrymdensitet, vattenhållande förmåga och luftkapacitet.
3. Biologiska analyser: Syreupptag, grobarhet och tillväxt, organisk kol vid torrförbränning.
4. Patogenanalys: fekala koliformer (Thompson, 2001)
5. Organisk analys: flyktiga fettsyror och PCB (Polychlorinated bifenyler)

### **Bundna näringsämnen**

En analys ger enbart en viss bild av de näringsämnen som finns tillgängliga i substratet. Ytterligare näringsämnen finns dock bundna i ännu onedbrutet organiskt material eller i så kallade kolloider. När växter tar upp näringsämnen ändras förhållandet mellan näring på kolloiderna och i marklösningen så att fler joner frigörs i substratet. På så vis kan näringen komma växterna successivt till gagn, utan läckage.

Martínez-Blanco et al. (2013) visar att det i genomsnitt frigörs 5-22% av kvävet från komposten det första året, och 40-50% de kommande 3-5 åren (i tempererade klimat).



#### 3.1.6.4 Omogen kompost i jorden

Åsikterna går isär om vad som händer när omogen kompost hamnar i jorden. Inom vissa skolor förespråkas nedgrävningen av onedbrutet organiskt material som ett sätt att få struktur på jorden, av andra varnas det för att en halvfärdig kompost kan skapa giftiga miljöer för växterna.

Motståndarna hävdar att det icke-humifierade, organiska materialet kommer att skapa en mängd halvfärdiga metaboliter i jorden som hindrar plantornas optimala utveckling (Robertsson, 1994). Den höga C/N-kvoten kommer dessutom att leda till konkurrens om kväve mellan mikroorganismerna och plantrötterna.

Förespråkarna menar att den ofärdiga komposten kan grävas ner på hösten för att sedan odlas i på våren eller appliceras i en odlingsgrop (fruktträd & rosor) dock ej i direktkontakt med rötterna<sup>4</sup>.

#### 3.1.6.5 Näringsläckage och avgång av växthusgaser

Det är främst kväveförluster som avses när det talas om näringsläckage i komposten. Men även andra viktiga, främst vattenlösliga, näringsämnen försvinner med lakvattnet som samlas i komposten när råmaterialet är fuktigt eller när det har kommit vatten i komposten.

Växthusgasen koldioxid, CO<sub>2</sub> avges i samband med komposteringen. Eftersom det är en omvandling av biologiskt bundet kol från växtmaterial och inte härstammar ur ändliga resurser eller fossila lagringar anses avgången inte bidra till växthuseffekten (Andersen et al., 2010).

Kvävet i kompostens råmaterial förekommer främst som ammoniumjoner, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>. Dessa bildas till exempel vid nedbrytning av proteiner eller när organiskt material ruttnar (Robertsson, 1994). Ammonium kan vid höga pH-värden enkelt omvandlas till den flyktiga gasen ammoniak, NH<sub>3</sub>, och då avgå till atmosfären. När denna regnar ner sker en omvandling till växthusgasen dikväveoxid, N<sub>2</sub>O (Bioenergienheten, 2009). Dikväveoxid, även kallad lustgas, har försurande och övergödande effekter på miljön. Eftersom pH anger andelen fria vätejoner i lösningen indikerar dess värde risken för ammoniakbildning. Ju mer basisk kompost desto större risk. Ammonium i marken blir till mer växttillgängligt kväve genom nitrifikationsprocessen, där bakterier omvandlar jonen till nitrit, NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, och därefter till nitrat, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, genom oxidation. Vidare

---

<sup>4</sup> Intervju med Ruzena Svedelius, 2015-05-22

kan nitrat genom en denitrifikationsprocess i syrefria förhållanden omvandlas till kvävgas. Ofullständiga nitrifikations- eller denitrifikationsprocesser orsakar bildningen av växthusgasen dikväveoxid, N<sub>2</sub>O (Bioenergienheten, 2009).

Alla komposter avger såväl metan, CH<sub>4</sub>, som dikväveoxid, två växthusgaser som i hög utsträckning bidrar till den globala klimatförändringen (Andersen et al., 2010). En indikator på hur stor deras påverkan är ges genom uppehållstiden i atmosfären. Metan har en livslängd i atmosfären på ungefär 12 år, dikväveoxid nära 150 år (Forster, Ramaswamy, Artaxo, Bernsten, Betts, Fahey, Haywood, Lean, Lowe, Myhre, Nganga, Prinn, Raga, Schulz & Van Dorland, 2007). GWP (*Global Warming Potential*) jämför olika växthusgaser med en koldioxidekvivalent. Sett över de kommande 20 åren har metan 72 gånger större inverkan på klimatet än ett lika stort utsläpp av koldioxid, dikväveoxids inverkan är 289 gånger större. Forskningen skiljer sig dock åt hur hög metan- och dikväveoxidavgången i samband med hemkomposteringen egentligen är (Andersen et al., 2010; Robertsson, 1994). Tydligast är skillnaden på metangasavgång beroende på om komposten är helt aerob eller även har anaeroba processen. Vid det senare är metanavgången så pass hög att hemkomposteringen räknas som ett direkt miljövådligt sätt att ta hand om hushållsavfallet (Andersen et al., 2010). Som nämnt ovan visar författaren även att en kompost som blandas varje vecka har ett cirka tiofaldigt högre metanutsläpp än den kompost som får stå orörd. Detta kan förklaras genom Brinks (1992) forskning som visar att metangas och lustgas uppnår högst halter i kompostens lägsta (och mest nedbrutna) skikt. När metangasen så småningom stiger uppåt i komposten kan den oxidera eller förbrukas av mikroorganismer<sup>5</sup> (Brink, 1992; Robertsson, 1994).

### **3.1.7 Kompostbehållaren**

Kompostbehållaren är avgörande för att bestämma syretillgången och temperaturen. Slutna väggar och lock gör det svårt för luftdrag att passera och syresätta komposten. Om syresättning önskas bör komposten därför röras regelbundet. Värmehållande kärl kan ha dubbla väggar med luft eller isoleringsmaterial emellan för att säkerställa att vinterns kalla temperaturer inte når

---

<sup>5</sup> Intervju med Ruzena Svedelius, 2015-05-22.

innehållet (Eriksson, 2011; Steger, 2006). Vill man uppnå en jämn, hög temperatur bör även botten vara isolerad<sup>6</sup>.

## 3.2 Kallkompost

### 3.2.1 Definition

En kallkompost ska aldrig uppnå så höga temperaturer att den når den termofila fasen. Kallkomposten är medvetet anlagd för att hålla den låga temperaturen genom att behållaren har god ventilation och hushållsavfallet tillförs under grundlig omrörning.

Det finns ingen egentlig vedertagen vetenskaplig definition på kallkompost. I engelskspråkig forskning förekommer begreppet *mesophilic composting*. Ofta används termen kallkompost även synonymt med en kolrik trädgårdskompost. Definitionen i denna uppsats är framtagen utifrån den metod som Susanne Wiigh-Mäsak grundar sin särskilda hushållsavfalls-kompostering på.

### 3.2.2 Optimala förhållanden

En kallkompost byggs upp på samma sätt som varmkomposten, det vill säga med en god balans mellan kol och kväve. Det är främst hushållsavfall som tillsätts i en kallkompost. Strömateriell spelar en underordnad roll jämfört med varmkomposten och tillsätts framför allt för mikroorganismernas välbefinnande. Att komposten har tillräckligt med syre regleras istället med hjälp av grundlig och kontinuerlig omrörning samt ventilering från de luftspalter som en kallkompostbehållare bör ha<sup>7</sup>. Den optimala temperaturen bör ligga under 37°C.

### 3.2.3 Nedbrytningsprocessen

Kallkomposteringen bygger på teorin om att för höga temperaturer ofta felaktigt har ansetts vara nödvändiga i en komposteringsprocess. Den självreglerande förmultningen i naturen uppnår

---

<sup>6</sup> Intervju med Ruzena Svedelius, 2015-05-22.

<sup>7</sup> Intervju med Susanne Wiigh-Mäsak 30/4-15

sällan höga temperaturer vilket borde ge oss en indikation om att processen även kan göras på annat sätt<sup>8</sup>. Det finns mycket lite forskning som undersöker den mesofila komposteringen.

Steger (2006) jämför i sin avhandling komposttyper med tre olika maxtemperaturer, 40°C, 55°C och 67°C. Den första når aldrig den termofila fasen och Steger visar att dess mikroliv var som störst efter 17-24 dagar när över hälften (60 %) av det organiska materialet har förmultnat. Samma topp nådde den något varmare komposten redan efter 5 dagar, precis samtidigt som nedbrytningen av det organiska materialet också nådde sin topp och låg på 40 %. För komposten som tilläts uppnå 67°C var den mikrobiella biomassan som högst när endast 20 % av det organiska materialet hade brutits ned, tidigt i komposteringsfasen. Även om kolupptaget var betydligt långsammare i kallkomposten visar Stegers studie att den sammantagna mikrobiella biomassan var betydligt högre där än i de båda varmare komposterna. Studien visar också att den kallare komposten hade betydligt fler gram-negativa bakterier och aktinomyceter än de varma komposterna (Steger 2006).

### **3.2.4 Slutprodukt**

Slutprodukten av en kallkompost beror på hur länge materialet fått ligga i komposten. Komposteringsprocessen är enligt förespråkarna så snabb i en kallkompost att det går att använda produkten redan efter 14 dagar. Det som tas ur komposten är då ett väldigt heterogent material med delvis onedbrutet material.

### **3.2.5 Kompostbehållaren**

Förutsättningarna för att en kallkompost ska fungera är att kompostbehållaren inte är för tät. Det ska vara utrymme mellan brädorna där luft kan tillströmma. Innanför trähöljet ska det finnas någon form av metallnät som ger insekter och mikroorganismer möjligheten att röra sig fritt men som stänger gnagare och andra skadedjur ute. Måtten på komposten är avgörande för processen och bör inte vara större än att syre kan nå till mitten av komposten. Det krävs ingen isolering på vintern, när det fryser ute bildas en tjälkorpa runt komposten och innanför den fryser inte materialet<sup>9</sup>.

---

<sup>8</sup> Intervju med Susanne Wiigh-Mäsak 30/4-15

<sup>9</sup> Intervju med Susanne Wiigh-Mäsak 30/4-15

## 3.3 Maskkompost

### 3.3.1 Definition

Maskkompost (eng. *vermicompost*) är en komposteringsmetod där kompostmaskar tillsätts för att omsätta det organiska materialet. Slutprodukten är maskavföring som innehåller höga koncentrationer av växttillgängliga näringsämnen. Vid maskkompostering tillåts inte samma temperaturökningar som vid varmkompostering då detta skulle skada maskarna (Cooperband, 2002).

### 3.3.2 Optimala förhållanden

Vid val av mask till maskkomposten är det framförallt två kriterier som är viktiga: att det är en sort som snabbt omvandlar det organiska materialet till humus och att sorten förökar sig i en bra takt. *Eisenia foetida* uppfyller båda kraven och är en av den mest använda kompostmasken (Pears, 2005). Enligt Buch (1987) kan en mask av sorten *Eisenia foetida* ge upphov till mellan 200-400 nya individer per år. Hur mycket de förökar sig beror självfallet på flera parametrar, framför allt på tillgång på föda (Tiberg, 1997). *Eisenia andrei* och *Dendrobaena veneta* är två andra arter som också fungerar bra i komposten.

Enligt Buch (1987) kan det mesta organiska avfallet läggas i maskkomposten, allt köksavfall, men också växtdelar och gräsklipp. Något som är viktigt att tänka på är att det som tillsätts komposten är varierat och blandat. För att maskarna ska må bra bör materialet ha en C/N-kvot på 16-18:1 (Buch, 1987). Maskarna gillar inte för extrema material såsom väldigt salt mat eller ättiksinlagda grönsaker (Ljunggren, 1997).

Maskarna kräver fuktiga och mörka förhållanden eftersom de inte tål UV-ljus. Samtidigt är det viktigt att det är väldränerat så att de inte drunknar i ett alltför blött och syrefritt köksavfall (Pears, 2005; Ljunggren, 1997). Maskarnas syreupptag sker genom huden och deras hud måste hållas fuktig (Buch, 1987; Edwards & Bohlen, 1996). Maskkomposten behöver ca 70-90 % fuktighet för att gynna maskarna, detta är betydligt högre än varmkomposten som enbart behöver en fuktighet på ca 40-60 % (Tognetti, Laos, Mazzarino & Hernandez, 2005). Maskarna fungerar bäst i temperaturer mellan 12°C och 25°C, vid lägre grader än 10°C sänks deras aktivitet

avsevärt (Pears, 2005; Tiberg, 1997). Kompostmasken *Eisenia foetida* är mest aktiv vid temperaturer mellan 18-20°C (Buch, 1987). Maskarna kan även överleva under 0°C men bara om det rör sig om en kortare tid (Tiberg, 1997). Många vuxna maskar har därmed svårt att klara en kall vinter, men deras ägg överlever betydligt lägre temperaturer. Eftersom högre temperaturer än 30°C skulle döda maskarna kan den termofila fasen inte uppnås i en maskkompost. I flera studier som jämför maskkompost med varmkomposten har masken ympats in i kompostmaterialet efter att den genomgått den termofila fasen (Mendoza-Hernández, Fornes & Belda, 2014; Tognetti et al., 2005). För att undvika temperaturstigningar görs komposthögen i vissa fall bredare och plattare än varmkomposthögen (Tognetti et al., 2005). Precis som för kallkomposten kan de låga temperaturerna i maskkomposten inte garantera en hygienisering av materialet. Däremot pekar Buch (1987) på att maskarnas enzymer bryter ner vissa patogena bakterier som till exempel *Escherichia coli*. Författaren menar vidare att actinomyceter och streptomyceter som återfinns i maskexkrement producerar antibiotika som dödar skadliga svampar och anaeroba bakterier. I "Kompostboken" har Nils Tiberg (1997) sammanställt forskning kring maskarnas förmåga att hämma patogener. Han hänvisar bland annat till Cooper och Goulekes studie som kom fram till att antagonism och konkurrens mellan mikroorganismerna kunde vara mer avgörande för minskningen av patogener än temperatur. Tiberg (1997) tar även upp Brown och Mitchells forskning som visat på att förekomsten av mask kan stimulera mikrolivet i komposten och därigenom öka avdödningen av patogener genom antagonism och konkurrens.

### **3.3.3 Nedbrytningsprocessen**

Maskarna i komposten fyller både en fysikalisk funktion, genom att lufta och röra runt i komposten, och en biokemisk funktion, genom en mikrobiell nedbrytning av det organiska materialet när det passerar maskens mage (Kaviraj & Sharma, 2003). Eftersom maskarna inte har några tänder behöver de hjälp från andra organismer som kan påbörja nedbrytningen av det organiska materialet (Buch, 1987). Upptaget av det något nedbrutna materialet sker sedan genom sugande tugg rörelser.

Av den föda som passerar tarmen på masken tas bara runt 5 % upp, resten som kommer ut i form av avföring gynnar mikrolivet i omgivningen (Buch, 1987; Lazcano, Gómez-Brandón & Domínguez, 2008). Buch (1987) pekar på att jordar med mask innehåller 4-5 gånger mer mikrober än jordar utan mask. När det kommer till kväveinnehåll i komposten menar Buch (1987) att maskarna själva är en viktig källa. En död mask kan innehålla upp till 10 mg nitrat. Han räknar med att det finns fyra miljoner maskar per hektar som genom sin avföring och kroppsmassa kan avge så mycket som 220 kg kväve totalt.

### 3.3.4 Slutprodukt

En maskkompost tar ungefär två år att bli så pass mogen att även större bitar råmaterial har brutits ned. Därefter kan det blandas med annat odlingssubstrat och tillsättas till odlingen. Även lakvattnet som rinner från komposten är en bra biprodukt för blomgödning i utspädd form<sup>10</sup>.

Med en maskkompost blir nedbrytningen mer effektiv än i en kompost utan mask, det innebär att humusmängden blir mindre, men näringen mer koncentrerad (Tiberg, 1997). Tiberg (1997) menar att det av 100 kg komposterbart avfall endast blir 15-20 kg humus och hävdar att det kan vara upp till hälften så mycket som vid en kompostering som saknar mask. Följderna blir en lägre salthalt, lägre C/N-kvot och pH och ett mer gradvist fosforutsläpp (Lazcano, Gómez-Brandón & Domínguez, 2008). Campitelli & Ceppi (2008) visar att maskkompostens skrymdensitet är högre, troligtvis eftersom slutprodukten främst består av de mycket finfördelade maskexkrementen.

En produkt som maskarnas närvaro för med sig är de så kallade ler-humus-komplexen (Buch 1987). De bildas av att organiskt material och mineraler blandas i maskarnas magar. I ler-humus-komplexen är näringen bunden men växttillgänglig, de innehåller kolloider som förutom näring och vatten även kan binda tungmetaller.

---

<sup>10</sup> Intervju med Bo och Carina Sjöberg, 2015-05-20.

### 3.3.5 Kompostbehållaren

En maskkompost kan se ut på många olika sätt men måste ha luftnings- och dräneringshål i botten och/eller toppen. Enligt Buch (1987) bör kompostbehållaren för mask uppfylla tre kriterier:

1. Behållaren ska ha markkontakt - det för att såväl mask som andra organismer ska kunna förflytta sig in i komposten.
2. Behållaren ska ha hål eller öppningar - dels är det viktigt för syre och gasutbyte och dels för att överflödigt vätska ska kunna ledas bort.
3. Vind- och solskydd - det är viktigt för att komposten inte ska bli uttorkad.

Dessutom ska maskkomposten vara isolerad om den ska stå utomhus så att inte maskarna fryser ihjäl (Plöninge, 2003). Det ska gå att hålla innehållet mörkt och fuktigt och komposten bör stå så att lakvattnet kan samlas upp, helst på bar jord<sup>11</sup>. För att det inte ska bli ett för hårt tryck på maskarna är det bra med en något konformad kompostbehållare. Alternativt kan brödbackar eller lastpallar staplas ovanpå varandra allt eftersom de fylls med matrester. Maskarna kan då ta sig från det understa lagret till det nya.<sup>12</sup> Det går även att bygga upp så kallade kompoststukor (Buch, 1987).

## 3.4 Biodynamisk kompost

### 3.4.1 Definition

I en biodynamisk kompost tillsätts särskilda växtdelar för att deras näringsämnen, men även deras antagna inneboende (spirituella) egenskaper ska komma odlingen till gagn (Appelgren, 2004). Det är framför allt sex olika växter som används: brännässla, ekbark, kamomill, maskros, rölleka och valeriana. Växtdelarna prepareras enligt olika metoder och tillsätts sedan i mitten på komposthögen.

Precis som varmkomposten ska den biodynamiska komposten uppnå en temperatur på

---

<sup>11</sup> Intervju med Bo och Carina Sjöberg, 2015-05-20.

<sup>12</sup> Intervju med Bo och Carina Sjöberg, 2015-05-20.



35°C-55°C så att ogräsfrön inaktiveras. En kompost som anlagts på sommaren ska vändas på våren och när den består av en smulig jord kan den användas i odlingen (Appelgren, 2004).

Dessvärre finns det få vetenskapliga studier som behandlar biodynamisk kompostering. Merparten av den forskning som finns att tillgå tillhandahålls av det fristående antropofiska forskningsinstitutet "Forschungsring für Biologisch-Dynamische Wirtschaftsweise e. V.". Våra beskrivningar nedan stödjer sig framför allt på muntlig intervju med Thomas Lüthi, lärare i biodynamisk trädgårdsodling på Skillebyholm i Järna<sup>13</sup>. Biodynamikerna i Skillebyholm har flera olika komposter som skiljer sig åt på sammansättning av råmaterialet och slutproduktens användning. Nedan beskrivs några av dem.

### **Tomatkompost**

Hackade mat- och växtrester, löv och skörderester samt gamla plantor blandas med kalk och lite gödsel samt de biodynamiska preparaten. Gödslets funktion är att driva på nedbrytningen så att även det grövre materialet förmultnar. Efter ett och ett halvt år är tomatkomposten klar och används då uteslutande till tomatodling i växthuset. Thomas Lüthi menar att de på så vis har kunnat odla friska tomater i samma jord i över 30 år.

### **Ogräskompost**

Ogräs som gått i frö läggs i en separat kompost och får ligga i 3 år för att fröna ska kunna gro utan att plantorna utvecklas ordentligt. Vid första anläggningen och vid varje omläggning tillsätts de biodynamiska preparaten. Den färdiga komposten läggs på utvalda ställen som inte är lika känsliga för ogräs.

### **Lövkompost**

Lövkomposten görs för att skapa plantuppdragningsjord. Löven samlas in på hösten från alla sorters träd, men blandas inte med annat växtmaterial. Cirka 5 % gödsel tillsätts (från valfri djurspillning) och även lite kalk. Det är viktigt att inte packa löven till tajta paket, då trivs inga nedbrytare. Därför använder sig Thomas Lüthi på Skillebyholm av en gödselspridare. Löven som

---

<sup>13</sup> Intervju med Thomas Lüthi, 2015-04-28.

samlas in får inte vara för gamla och bör ännu ha fuktighet. Att i efterhand vattna lövkomposten är svårt eftersom de inte har någon uppsugningsförmåga.

Lövkomposten får ligga i tre år i en stuka täckt med halm. En gång per år, gärna på hösten, läggs högen om. Vid varje omläggning, det vill säga sammanlagt tre gånger för en lövkompost, tillsätts de biodynamiska kompostpreparaten. Lövkomposten uppnår aldrig särskilt höga temperaturer.

Efter tre år silas komposten och blandas med sand och torv för att bli till Skillebyholms såjord. Ibland tillförs även gödsel. Denna jord har en mycket finkorning struktur och används utblandad med sand och torv som såjord för plantuppdragning.

### **Hushållsavfallskompost**

Matrester komposteras inte i den biodynamiska komposten utan går direkt som föda till djurhållningen. Köksavfall såsom grönsaksrens hamnar dock i komposten efter att ha samlats separat i köket. Dessa kväverika rester blandas upp med kolrikt strukturmaterial såsom blomstjälkar, torkat gräs och annat trädgårdsavfall. Materialen läggs lager på lager i stukan och innehåller i tur och ordning: strukturmaterial, köksavfall, kalk, vedaska och stensmjöl (i den mån det finns). Detta upprepas tills komposten når en höjd på 1,5m, då tillsätts de sex biodynamiska preparaten, därefter täcks högen med halm.

Komposten vänds en gång per halvår. Den kommer upp i höga temperaturer, redan efter ett dygn har 50 grader uppnåtts. Pinnar sätts i stukorna som dras upp och känns på vid varje temperaturmätning. Termometrar kan gå sönder av syrorna i komposten.

#### **3.4.2 Optimala förhållanden**

Precis som hos vilken annan (aerob) kompost som helst är blandningen mellan ett kväverikt och ett kolrikt material viktigt. De biodynamiska komposterna byggs upp i stukor och täcks med halm för att de inte ska torka ur. Allt köksavfall kan läggas i komposten men biodynamikerna menar att matrester är för "fina" för att slängas på komposten och låter detta gå till djurfoder istället. Finns inga djur (såsom höns eller gris) går det bra att även lägga matrester i komposten. Löv komposteras för sig i en speciell lövkompost. Torra växtdelar går bra att lägga i

hushållsavfallskomposten. Den biodynamiska komposten ska vändas en gång i halvåret och då ska en ny omgång med de biodynamiska preparaten tillföras.

### **Kompostpreparaten och andra tillsatser**

Preparaten i den biodynamiska komposten är välkända, traditionella läkeväxter. Deras funktion är att balansera komposten precis som de anses balansera människokroppen. Kamomill är t.ex. välkänd för sin lindrande förmåga vid magont. Inom biodynamiken ser man en relation mellan kamomillens verksamma ämnen och matsmältningsorganen. Djurorganet som ska härbärgera växten är därför en tarm från en ko. Tarmen grävs ner i jorden och får ligga där under vintern för att sedan tas upp på våren. Detta görs för att förstärka kamomillblommans egenskaper innan de ska påverka komposten. Varje preparat har på liknande sätt sin egen verkan. Viktigt att poängtera är att det inte bara är ett ämne i läkeväxterna som är intressant utan snarare deras breda sammanhang som man vill åt. Det är tron på relationen mellan djur och växter som motiverar användningen av djurorgan i preparattillverkningen. En kompost som innehåller spillning från djur som ätit växter är betydligt näringsrikare än en kompost som enbart innehåller växter.<sup>14</sup>

Följande preparat används:

- Brännässla: högt mineralinnehåll, järn och kväve
- Ek bark: innehåller kalk/kalcium
- Kamomill: hämmar kväveläckage, kalcium
- Maskros: kisel
- Rölleka: innehåller kalium
- Valeriana: Högt mineralinnehåll, gynnar mikrolivet, innehåller fosfor

(Appelgren, 2004)<sup>15</sup>

Preparaten tillsätts i samband med första upplägget och därefter vid varje omläggning. Skulle komposten byggas upp successivt måste den ändå uppnå en viss volym innan det är lämpligt att tillsätta preparat.

---

<sup>14</sup> Intervju med Thomas Lüthi, 2015-04-28.

<sup>15</sup> Intervju med Thomas Lüthi, 2015-04-28.

Thomas Lüthi förklarar att kalkens funktion i komposten är att minska på kväveinnehållet. I växtavfallet är kvävet bundet i det organiska materialet och det är därför inte lika viktigt att uppnå höga halter. Kalken ger dessutom struktur och binder komposten menar Lüthi<sup>16</sup>. Enligt biodynamikerna hjälper den också till att hålla livskraften i komposten. Komposten ska inte vara helt nedbruten när den kommer till jorden utan fortsätta sin nedbrytning i jorden. Askan ger mineraler och kalium men används egentligen bara eftersom det är en restprodukt på Skillebyholm. Kompostering anses här vara det bästa sättet att använda askan och föredras framför att strö ut den direkt på trädgårdslanden.<sup>17</sup>

### **3.4.3 Nedbrytningsprocessen**

I den biodynamiska sker samma nedbrytningsprocesser som går att förvänta sig i en vanlig varmkompost. Den enda skillnaden är att komposteringen sker i stukor, täckta med halm och att de biodynamiska preparaten har tillsats.

Omläggningen är en central del av skötseln av den biodynamiska komposten. Nedbrytningen har kommit olika långt i mitten av stukan jämfört med kantzoner, och har olika sorters mikroorganismer på olika platser i komposten. En omrörning skyndar på processerna och gör att mindre nedbrutet material kommer i kontakt med nya mikroorganismer. Svampen kommer i första nedbrytningsfasen, vartefter förmultningen fortgår kommer andra mikroorganismer in. För att inte skada dem för mycket ska omrörning dock inte ske för ofta utan bara tillräckligt för att säkerställa att inga processer stannar av.

Det finns otillräckligt med forskning i området för att kunna beskriva preparatens inverkan på nedbrytningsprocessen.

### **3.4.4 Slutprodukt**

Efter ett och ett halvt år är den biodynamiska komposten klar att användas. Efter att hushållsavfallskomposten har silats blandas den med torv och sand, och lövkomposten även med gödsel.

---

<sup>16</sup> Intervju med Thomas Lüthi, 2015-04-28.

<sup>17</sup> Intervju med Thomas Lüthi, 2015-04-28.

### **3.4.5 Kompostbehållaren**

Den biodynamiska komposten läggs i halmtäckta stukor. Det understa skiktet måste ha direkt kontakt med jorden. Det behövs alltså ingen kompostbehållare för att ha en biodynamisk kompost, däremot behövs det plats.

## **3.5 Bokashi**

### **3.5.1 Definition**

Bokashi är en komposteringsmetod där matrester fermenteras. Inympningen av effektiva mikroorganismer möjliggör en mjölksyrajäsning och en påskyndad nedbrytningsprocess när matresterna väl hamnar i jorden.

### **3.5.2 Optimala förhållanden**

I en bokashi sker ingen förmultning, det som äger rum är istället en fermentering som kräver anaeroba förhållanden. Vidare kräver processen att så kallade EM bakterier tillsätts.

De flesta formerna av organiskt avfall inklusive animaliska rester, växtdelar och papper kan läggas i bokashin. Det som bör undvikas är juice, mjölk, oljor och större köttben (Bokashi, u.å.). Lakvattnets näringsinnehåll undersöktes av Lind (2014) med avseende på olika sammansättning råmaterial. Resultaten visar att särskilt salt- och kalciumhalterna skiljer sig betydande beroende på vilket sorts avfall som hamnade i bokashin.

### **3.5.3 Nedbrytningsprocessen**

Matresterna som läggs i en bokashi genomgår den egentliga nedbrytningen först när de läggs i trädgården och kommer i kontakt med jord och syre. Innan dess sker snarare en konserverande process, en mjölksyrning, där flera av näringsämnena omvandlas och andra läcker ut med lakvattnet. Mjölksyrajäsning är en fermenteringsprocess som kan åstadkommas på flera av våra vanliga kulturväxter. Med tillsättningen av bokashiströ som innehåller effektiva mikroorganismer, EM-1, kan denna process säkerställas och påskyndas.

EM-1 är ett registrerat varumärke och samlingsnamn för en blandning av flera olika mikroorganismer som kan bryta ner organiskt material i en syrefattig miljö, samtidigt som de sägs ge en uppbyggande effekt för den kringliggande miljön. Ursprunget till namnsättningen härstammar från den japanske professorn Teruo Higa som på 1980-talet lanserade teorin om “dominansprincipen” för att förklara EM-1s roll i kompostering och de uppbyggande mikroorganismernas särställning i den miljö de tillförs (Higa & Parr, 1994).

Sammansättningen i EM-1 består bland annat av mjölksyrebakterier (*Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus casei*, *Lactococcus lactis*), jästsvamp (*Saccharomyces cerevisiae*, *Candida utilis*), aktinomyceter (*Streptomyces albus*, *Streptomyces griseus*) fermenterande svamp (*Aspergillus oryzae*, *Mucor hiemalis*) och fotosyntetiserande bakterier (*Rhodospseudomonas palustris*, *Rhodobacter sphaeroides*) (Xu, 2001). Dessa appliceras på ett medium, t.ex. havrekli eller sågspån, och är i den formen det användbara bokashiströet. Mikroorganismerna aktiveras genom tillförsel av kolhydrater, i bokashihinken när de kommer i kontakt med matresterna.

### 3.5.4 Slutprodukt

Ur Bokashin får man två olika produkter, dels en näringsvätska som går att tappa ur kompostbehållaren under fermenteringens gång, dels ett färdigfermenterat köksavfall. Köksavfallet har ungefär samma utseende när jäsningsprocessen är färdig som när det först lades i kompostbehållaren. När efterjäsningen är klar (efter ungefär 2 veckor) kan köksavfallet grävas ner i trädgårdslandet, i balkonglådor eller krukor. Hur slutprodukten ser ut beror helt och hållet på hur det behandlades innan det lades i kompostbehållaren. För att kunna använda det i mindre krukor kan det vara en fördel om materialet söderdelas i mindre delar innan fermentering. Efter att slutprodukten lagts i jorden bör man vänta ett par veckor innan plantering eftersom materialets pH är mycket lågt (pH4) och växter generellt har svårt att klara av ett så surt substrat.

I en jämförande studie mellan bokashi, höns gödsel med inympade EM och kemisk växtnäring i en tomatodling kunde Xu, Wang & Mridha (2001) visa att EM gav högre fruktskörd och högre koncentration av vitamin C. Bokashin gav högre tillväxt och fruktsättning i senare skeden av odlingsperioden eftersom näringsämnen var bundna och frigavs successivt (Xu, Wang & Mridha, 2001).

Lind (2014) visar att lakvattnets kvävehalt är generellt låg, utan större variation beroende på råmaterialens sammansättning. Jämfört med flytande handelsgödsel innehöll lakvattnet väldigt höga fosfor- och kaliumhalter.

### **3.5.5 Kompostbehållaren**

Det absolut viktigaste med behållaren är att den går att sluta tätt och att det enkelt går att tömma den på vätska. Det kan till exempel vara en enkel hink med lock eller de mer avancerade modellerna med lock och kran för vätskeavtappning.

## **4. Resultat**

### **4.1 Handboken**

Handboken är ett av uppsatsens huvudsakliga syften och ett resultat av litteraturstudier, intervjuer och praktiska moment. I handboken är den samlade kunskapen omvandlad till lättillgänglig och tillämpbar information för den bredare allmänheten.

Handboken finns som Bilaga 1.

### **4.2 Kompostprover**

AI-analys har gjorts på provtagningar från de ovan beskrivna komposterna, se figur 3 och 4. Mognaden undersöks med hjälp av ett krasstest, se tabell 4. Följande resultat kan utläsas:

#### **Kompostcenters varmkompost**

Provet hämtades ur en varmkompost vars innehåll bestod av matavfall från ett hushåll med blandkost samt strömaterial (pellets). Komposten var ett och ett halvt år gammal.

Varmkompostens näringsinnehåll låg i snitt något högre än för de jämförande komposttyperna, särskilt kalium- och natriumhalterna. Fosforhalterna är mycket höga och högst av våra jämförelser. Troligtvis beror den avvikande höga natriumhalten på saltrester från matavfallet.

Slutprodukten gav det något höga pH-värdet 8,7 som eventuellt behöver justeras för att gynna odlingen.

I krasstestet visar varmkomposten en mycket god grobarhet och en tillväxt som håller jämn takt med de övriga komposterna.

### **Grönskans kallkompost**

Provet togs i en kompost bestående av mat- och köksavfall, inget speciellt strömaterial hade tillsats. Komposten hade påbörjats för cirka ett år sedan och tillfördes kontinuerligt nytt organiskt material. Provet innehöll därför material som var olika nedbrutet men som kompostinnehavaren ansåg vara färdigkomposterat.

Kallkomposten kommer på tredje plats, efter maskkomposten och bokashi, gällande total kvävemängd och på andra plats efter bokashi när det kommer till ammoniumhalt. Kallkomposten innerhåller i jämförelse med de andra ganska mycket kalium, bara den biodynamiska komposten innehåller mer. Halten magnesium var jämförelsevis låg, svavel och fosfor låg på en medelnivå. Natriumhalten var den näst högsta, bara varmkomposten innehöll mer. Eftersom materialet som komposterats bestod till stor del av matrester så var det inte så oväntat.

Kallkompostens pH ligger på 7,9 vilket är ett medeltal i jämförelse och en lämplig nivå för odling.

I krasstestet visar kallkomposten god grobarhet, dock med lägst längdtillväxt i jämförelse. Till skillnad från de komposterna där krassen blev längst, blev stjälken hårdare och mer stabil hos kallkomposten.

### **Bo och Carinas maskkompost**

Provet togs ur en kompost som först varit i aktivt bruk under cirka 1 år och sedan legat i en plasttunna för efterkompostering i cirka ett år till. Materialet som komposterats bestod av mat- och köksavfall samt döda växtdelar.

Absolut högst kväveinnehåll fanns i denna kompost som dock bidrog med förhållandevis låga halter av de övriga näringsämnen. En anledning till detta kan vara att råmaterialet som tillförs i en maskkompost har lägre C/N-kvot än det som tillförs i andra komposter.



Maskkompostens pH-värde ligger på 7,3 vilket är det lägsta värdet i jämförelse och väl anpassat för odling.

I krassetestet visar maskkomposten mycket god grobarhet och den högsta längdtillväxten i jämförelse.

### **Bokashi**

Provet togs ur en odlingsbädd som hade stått i cirka tre veckor med efterjäst bokashi.

Trädgårdsjorden bedömdes som sandig och relativt näringsfattig då den redan hade brukats till skörd under flera odlingsår. Bokashiprovet visar en jämn fördelning mellan näringsvärdena och en relativt hög andel kväve och svavel.

pH-värdet på 8,3 visar att efterlagringen i jorden har kunnat jämna ut slutproduktens mycket låga pH.

I krassetestet visar bokashin på en god grobarhet och jämn längdtillväxt (låg skillnad mellan högst och minst krasse).

Värt att understryka än en gång är att bokashiprovet är det enda kompostprovet som redan har blivit utspätt med befintlig trädgårdsjord eftersom det fermenterade slutmaterialet i sin helhet inte kan genomgå analys. Detta gör att provsvaren inte är helt jämförelsebara, men nog så intressanta ur ett odlingsperspektiv.

### **Skillebyholms biodynamiska kompost**

Provet togs ur en stuka som lagts ett och ett halvt år tidigare och vänts tre gånger. Innehållet bestod av frukt- och grönsaksrester och växtavfall, samt kalk och aska.

Den biodynamiska komposten uppvisade jämförelsevis höga värden av kalium och framför allt magnesium, vilket enbart delvis kan förklaras med tillförseln av aska som innehåller några procent kalium och magnesium (Skogsvårdsstyrelsen u.å.). Eventuellt är detta en effekt av preparattillsatsen. Kvävemängden hölls avsiktligt låg för att undvika en överdriven bladtillväxt när komposten hamnar i trädgårdslandet<sup>18</sup>. Även natriumhalten ligger på en låg nivå vilket är en fördel för odlingen och troligtvis beror på att inga (saltade) måltidsrester fanns i råmaterialet.

---

<sup>18</sup> Intervju med Thomas Lüthi, 2015-04-28.

Det höga pH-värdet på 8,8 sjunker troligen när komposten blandas ut med neutralt strukturmaterial och sur torv.

I krassetestet visar att den biodynamiska komposten god grobarhet och en stark tillväxt med högst medellängd i jämförelse.

### **Biodynamisk lövkompost**

Provet togs ur en halmtäckt stuka med lövkompost som legat i tre år och vänts tre gånger. Förutom löv tillsattes vid uppbyggnaden ca 5 % gödsel, lite kalk och de biodynamiska preparaten. Vid varje vändning har preparaten tillsats på nytt.

Lövkomposten visar på lägst halter av kväve, fosfor och svavel. Detta kan förklaras med dess ensidiga och näringsfattiga råmaterial. Kvävehalten i lövkomposten är nästan lika hög som för varmkomposten. En möjlig förklaring är att det i lövkomposten tillsats ca 5 % gödsel vid komposteringsprocessens start. Liksom i den biodynamiska avfallskomposten är magnesiumvärdet högt och kan delvis härledas till askinnehållet samt eventuellt preparaten.

pH-värdet på 7,9 är optimalt för odling.

I krassetestet visar lövkomposten god grobarhet och en medel längdtillväxt.

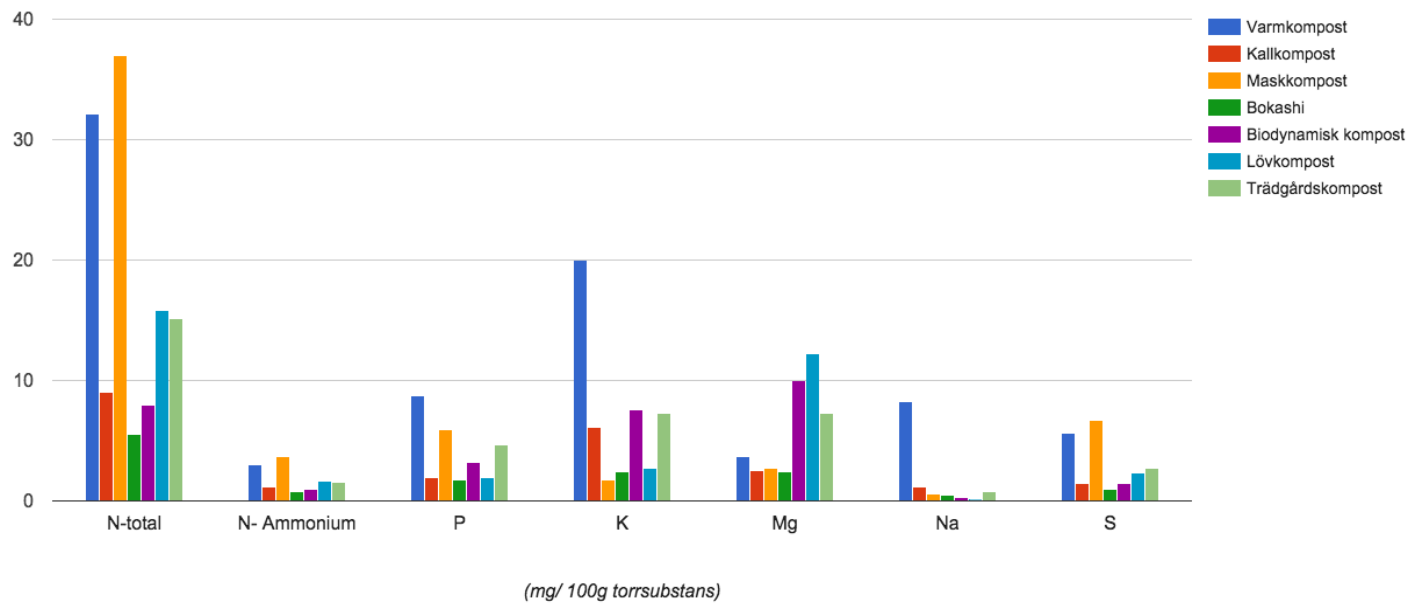
### **Trädgårdskompost från Kompostcenter**

Provet togs ur en kompostbehållare där kompostinnehavaren hade samlat sin ett år gamla trädgårdskompost. Innehållet i komposten hade varit alla former av trädgårdsavfall och även en dunk med urin.

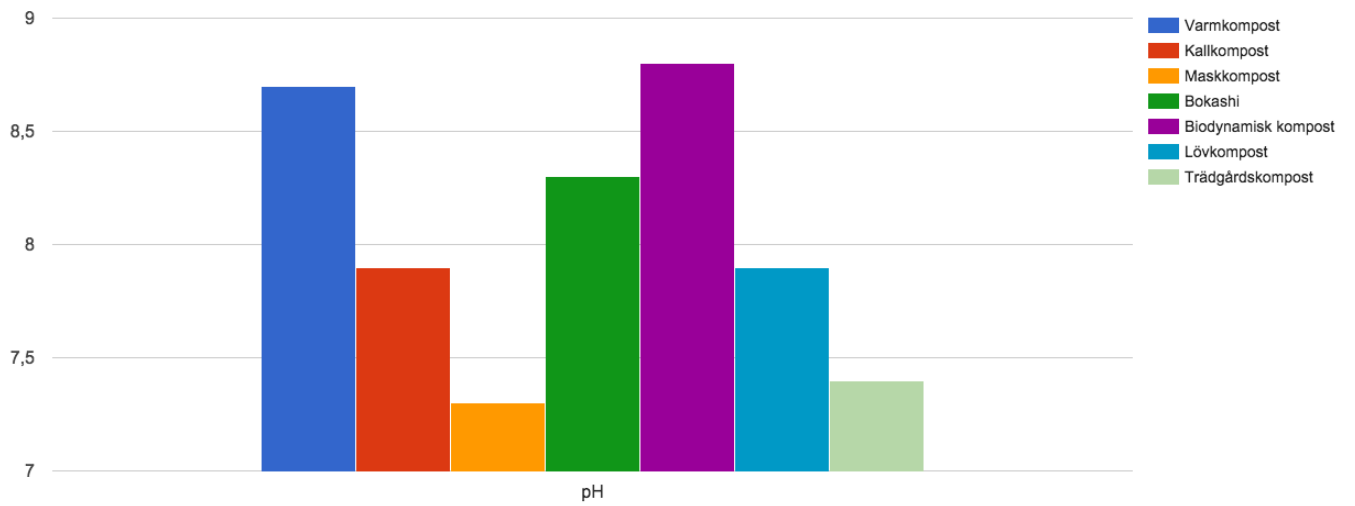
Trädgårdskomposten visade sig innehålla generellt höga värden på flera näringsämnen, särskilt kväve, fosfor, kalium och magnesium låg över medelvärden i våra jämförelser. Förutom trädgårdsavfall bestod råmaterialet även av urin vilket kan förklara de höga värdena.

Det relativt låga pH-värdet på 7,4 gör att substratet är väl anpassat för odling.

I krassetestet visar trädgårdskomposten en jämförelsevis låg grobarhet och låg längdtillväxt.



**Figur 3.** Näringsinnehåll i komposterna (Näringsämne)



**Figur 5.** pH-värde för komposterna

## 4.3 Krassetest

Tabell 4. Grobarhet och längdtillväxt för krasse i de olika kompostjordarna

	Varm-kompost	Kall-kompost	Mask-kompost	Bokashi	Bio-dynamisk kompost	Löv-kompost	Trädgårds-kompost	Kontroll Planterings-jord
Grobarhet (%)	100	94	100	90	96	90	84	94
Medel (cm)	4.5	4	6.6	5.9	7.6	5.5	4.1	6.5
Max (cm)	6	5.5	11	7.7	10.4	7.5	7	8.6
Min (cm)	2.5	1	0.7	3.8	1.8	1	0.4	1.6

## 5. Diskussion

Kompost är ett stort och brett fält med många olika övertygelser och mycket ännu utforskad mark. Biologiska processer är komplexa och när det kommer till kompostering är det många samband som är svåra att fullständigt kartlägga. Det handlar till exempel om huruvida patogener och ogräs kan förintas, samspelet mellan olika organismer, vilka temperaturer som ger det bästa resultatet och hur/när materialet kan användas och när komposten är mogen. I den här uppsatsen har vi lyft fram olika komposter och försökt kartlägga dess bakomliggande faktorer, uppbyggnad och användning. Jämförelsen har inte som syfte att ta fram en *vinnande* kompost utan snarare att visa på skillnader och möjligheter. I de fall där forskningen har varit knapphändig har vi haft särskild nytta av intervjupersonernas erfarenheter.

### Kompostforskning

Varmkomposten är den kompostform som är mest vedertagen och utbredd när det kommer till kompostering av hushållsavfall. De biologiska faktorerna som styr nedbrytningen finns väl beskrivna i litteraturen och dess funktion finns dokumenterad. Den biodynamiska komposten har

samma grundläggande principer men skiljer sig från de andra komposterna i och med tillsatsen av de biodynamiska preparaten. Det har inte gått att få tag på oberoende forskning som visar på preparatens verknings och därför finns de beskrivna men inte utvärderade. Som källa har vi i stor utsträckning använt oss av Thomas Lüthi som är grundaren av den biodynamiska trädgårdsskolan Skillebyholm.

Ingen egentlig forskning har gjorts kring kallkompostering och det är främst Susanne Wiigh-Mäsaks egen kompost Grönskan som har fått beskriva denna metod. Teorin bakom undvikandet av temperaturhöjning i kallkomposten går diametralt emot de om varmkompostering. Trots det kan kunskaperna kring de generella nedbrytningsprocesserna ge oss en förståelse kring det ungefärliga förloppet även i en kallkompost. Kallkomposten har visat sig behöva en mycket kort mognadsprocess och näringsinnehållet är visserligen något lägre, men väl jämförbart med de andra komposteringsmetoderna.

Maskkompostering är en etablerad komposteringsform som det finns en hel del forskning kring. Inte heller här sker temperaturökningen som metod att avdöda patogener och ogräs, det skulle inte gå då maskarna dör i grader över 30°C. Forskningen har istället hittat belägg för att konkurrens och antagonism kan motverka farliga bakterier och att maskarna bidrar till detta.

Forskningen vi hittat kring bokashi har framförallt undersökt gödselverkan av tillförd bokashi/EM-1 i odlingsjorden. Få rapporter beskriver fermenteringsprocessen eller nedbrytningsfaserna som matavfallet genomgår i hinken.

### **Huvudsakliga likheter och skillnader mellan de olika komposterna**

Även om de olika komposteringsmetoderna skiljer sig åt så följer de i stor utsträckning den generella komposteringsprocessen som vi har beskrivit i teoridelen ovan. Detta gör det möjligt att förstå de grundläggande principerna även för de metoder där det saknas mer gedigen forskning. Nedbrytningen hos samtliga metoder styrs framför allt av parametrarna C/N-kvot, syretillgång, mikroorganismer och temperatur. Slutprodukten är för alla komposter en jordförbättring med viss gödslingsseffekt.

De komposter som har varit vårt huvudfokus (bokashi, kall-, varm-, biodynamisk och maskkompost, tar alla framförallt vara på hushållsavfallet. Vi valde att även lägga till och ta

prover ur en biodynamisk lövkompost) och en trädgårdsavfallskompost. Detta för att i manualen kunna ge trädgårdsinnehavare ett par idéer om hur de kan komplettera sina hushållsavfallskomposter och ta vara på materialet från trädgården.

Efter att ha kartlagt de olika komposterna har vi kunnat utkristallisera några huvudsakliga punkter som är viktiga för samtliga metoder:

### **Omrörning**

Omrörning sker för att syresätta komposten och det är viktigt för alla komposteringsmetoder förutom bokashi. I kallkomposten är omrörning ett oerhört centralt moment och då handlar det om att röra varje gång nytt avfall tillförs och på djupet så att så mycket som möjligt av materialet vänds. I varmkomposten är omrörning också viktig men här sker det bara i det översta skiktet, ca 20-30 cm ner. För att undvika anaeroba förhållanden är därför tillförsln av tillräckligt med strömmaterial väsentligt. I den biodynamiska hushållskomposten är omrörningen koncentrerad till en gång i halvåret då hela komposthögen vänds om och läggs upp i en ny stuka. Den biodynamiska lövkomposten vänds en gång per år. I maskkomposten behövs ingen mänsklig omrörning, det jobbet sköter maskarna. Den enda metoden som inte innebär någon som helst omrörning är bokashimetoden, där eftersträvas en så anaerob miljö som möjligt och en omrörning skulle störa mikroorganismerna.

### **Temperatur och mikroliv**

Kännetecknande för komposteringsprocessen är etableringen av en stor mängd mikroorganismer. Varmkomposten tillåts uppnå mycket höga temperaturer och för en fullständig process bör den genomgå både den mesofila och termofila fasen med etableringen av sina specifika mikro- och makroorganismer. Detsamma gäller för den biodynamiska komposten. Kallkomposten tillåts inte gå över 37°C och når aldrig den termofila fasen. Den innehåller därmed betydligt fler makroorganismer. Redan i den mesofila fasen har de flesta mikroorganismer etablerats och en fullgod nedbrytning kan genomföras. Däremot kan en hygienisering och inaktivering av ogräsfrön inte garanteras. Maskkompostens temperaturer måste hållas lågt för maskarnas

överlevnad, detta görs genom luftningshål och tillförsel av kolrikt material. Bokashin ska stå i rumstemperatur för bästa effekt.

### **Finfördelning**

Generellt för alla komposteringsprocesser är att mindre fraktioner ger en snabbare nedbrytningsprocess då det finns mer yta som mikroorganismerna kan angripa. Våra intervjupersoner hade olika inställning till hur viktigt det är att finfördela hushållsavfallet innan kompostering. Genomgående löd mottot att försöka hålla det enkelt, onödigt hackande av matrester kan i längden bli alltför mödosamt. Innehållet i en bokashi hamnar i princip oförändrat i jorden, en finfördelning ger en smidigare hantering vid nedgrävning och en mer "städad" odlingslåda. Maskarna i en maskkompost kan visserligen inte finfördela större bitar själv men mikroorganismer hjälper till att bryta ned större och hårdare bitar innan maskarna kan suga i sig dem.

### **Strömaterial**

I alla komposter kan strömaterial (papper, sågspån, torra växtdelar, pellets) tillsättas. I de olika komposterna spelar det olika viktiga roller, det kan vara en källa till kol, bidra med luftning eller suga upp överflödigt vätska. I varmkomposten är strömaterial ett måste och blandas i varje gång matavfall töms i för att luftningen ska fungera i komposten. I kallkomposten sker syresättningen genom omrörning och strömaterial behövs inte för luftning utan kan istället behövas för att balansera ett mycket fuktigt matavfall eller en hög kvävehalt. I maskkomposten kan strömaterial användas för att balansera C/N-kvoten och för att inte materialet ska bli för packat, eftersom maskarna behöver en fuktig miljö är det sällan behov för att suga upp fukt. Den biodynamiska komposten byggs upp genom att hushållsavfall och strömaterial varvas för att få en balanserad C/N-kvot och för att skapa en luftig stuka. I bokashin är det viktigt med strömaterial framförallt om behållaren saknar avtappning. Tidningspapper bör läggas i botten för att suga upp den vätska som kan samlas där, och på toppen för att absorbera eventuell kondens.

## **Behållaren**

Alla komposteringsmetoder erbjuder flera olika behållare för optimal process och de flesta går enkelt att tillverka själv. Samtliga behållare som ska stå utomhus har nät för att förhindra intrång av råttor. Några har jämte lock även en öppning på långsidan som underlättar vid tömningen av komposten. Varmkomposten kräver en isolerad behållare för att kunna hålla jämna temperaturer även vintertid, det gäller även för maskkomposten. Kallkomposteringen utförs i en specialbyggd behållare som främjar maximal syresättning. Bokashin fermenteras i lufttäta hinkar med lock. Optimalt för maskkomposten är en behållare som inte genererar för högt tryck på maskarna, t.ex. ett konformat kärl. Även brödbackar eller lastpallar som staplas ovanpå allt eftersom de fylls med matavfall rekommenderas. De biodynamiska komposterna kräver ingen egen behållare utan läggs i halmtäckta stukor.

## **Slutprodukten**

Genom att blanda ut slutprodukten från de olika komposteringsmetoderna med annat passande material (t.ex. sand, torv, matjord, gödsel) kan olika odlingssubstrat framställas.

Varmkomposten, maskkomposten och den biodynamiska komposten ger ett homogent material som enkelt kan blandas med annat material för ett fullgott odlingssubstrat. Kallkomposten däremot ger ett mer heterogent material vilket beror på en högre andel halvnedbrutet avfall. Det kan vara mer fördelaktigt att använd vid nedmyllning i trädgårdsland och rabatter än små inomhuskrukor. Bokashin bryts ner till humus först när den kommer i kontakt med jorden.

Komposten kan ses som en jordförbättring med varierande gödslingseffekt beroende på råvarans innehåll. En lucker och näringsfattig kompostjord kan minska överanvändningen av torv vars brytning innebär koldioxidavgång från nästintill fossilt kol (det har varit bundet mycket länge i torvmarken) (Bioenergienheten, 2009). En näringsrik kompostjord kan komplettera annan gödsling och utgöra ett viktigt alternativ till konstgödselanvändningen.

För att kunna dra generella slutsatser om skillnader i näringsinnehåll i de olika komposttyperna hade betydligt mer standardiserade provtagningar behövt göras. Diagrammen ovan säger endast något om de specifika komposterna som proverna togs ur och kan inte generaliseras till alla komposter av samma slag. Analysen som gjordes var en så kallad



AL-analys vilken anger näringsvärden som växterna kan tillgodogöra sig inom loppet av några år. Flera av de kompostexperter som vi besökt hävdade att näringen i deras kompost sitter hårt bunden och att den blir tillgänglig successivt under en lång tid. För att ta reda på om denna tes stämmer hade det varit intressant att även göra en förrådsanalys med hjälp av HCl-metoden där saltsyra används för att ange den totala mängden av ett ämne.

## **Tid**

En enhetlig definition för när komposten är mogen finns inte. Hur lång tid de olika komposterna tar beror bland annat på hur snabbt de fylls och vilken slutprodukt som eftersträvas. En varmkompost och de biodynamiska komposterna kan ta lång tid att fylla upp då de oftast har ganska stora utrymmen. Maskkompostbehållarna kan ha väldigt olika utformning och fylls därmed olika snabbt. Kallkomposten efterkomposteras inte vilket innebär att man inte måste vänta på att behållaren blir full. Bokashin fylls relativt snabbt men det beror helt på konsumtionen i hushållet. Den snabbaste omsättningen i komposten sedan har kallkomposten vars slutprodukt kan användas redan efter 14 dagar. Bokashimetoden är den näst snabbaste där det tar cirka fyra veckor från att behållaren är full till att materialet är färdigt. Först ska materialet efterjäsa i cirka två veckor, sedan ska det vila i jorden ytterligare två veckor innan det går att odla i. Varmkomposten efterkomposteras i cirka ett år, tills även de större bitarna brutits ner. Den biodynamiska komposten är klar efter ett och ett halvt år. När maskkomposten är full ska den efterkomposteras i cirka ett år.

**Tabell 5.** Jämförelse av de olika komposteringsmetodernas för- och nackdelar.

	<b>Fördelar</b>	<b>Nackdelar</b>
<b>Varmkompost</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ger ett hygieniserat material</li> <li>- Inaktivering av frön och rötter från ogräs</li> <li>- Ger ett relativt jämnt nedbrutet material</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tar tid</li> <li>- Kräver noggrannhet vid påfyllningen för att massan ska innehålla tillräckligt med luft</li> </ul>
<b>Kallkompost</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lättskött - eftersom komposten är "öppen" och rörs om grundligt vid varje påfyllning så är risken för förruttnelse liten.</li> <li>- Snabb omsättning</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sker ingen hygienisering</li> <li>- Kan ej användas för trädgårdsavfall eftersom det inte sker någon inaktivering av rotoogräs och ogräsfrön</li> <li>- Heterogen slutprodukt</li> <li>- Kräver mycket omrörning</li> </ul>
<b>Maskkompost</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Går att ha inne och ute</li> <li>- Ger en fin homogen slutprodukt</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kräver hantering av maskar</li> </ul>
<b>Bokashi</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Behändig att ha i lägenheten</li> <li>- Tar vara på lakvattnet</li> <li>- Snabb omsättning</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Beroende av att köpa EM-bakterier</li> <li>- Snabb omsättning vilket kräver mer hantering</li> </ul>
<b>Biodynamisk kompost</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ger ett väldigt homogent material</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tar en del plats</li> <li>- Omständigt att tillverka de biodynamiska preparaten</li> </ul>
<b>Lövkompost</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ger en näringsfattig slutprodukt som kan användas som substrat</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ensidigt råmaterial</li> </ul>
<b>Trädgårdskompost</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tar hand om trädgårdsavfallet</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tar tid</li> </ul>

## **Utförande och metod**

För mer noggranna tester på näringsinnehållet borde framförallt råmaterialet ha varit lika för de olika komposteringsmetoderna. Proverna borde även ha tagits från flera olika ställen i komposten och omfatta en större mängd, Sullivan & Miller (2001) rekommenderar 12 liter. Uppsatsens kriterium för jordprovet var att ägaren ansåg att den var mogen. Jämförelser mellan de olika komposteringsmetoderna efter exakt samma tidsperiod hade gett oss mer jämförbara data.

Även krassetestet hade behövt fler upprepningstillfällen för att kunna ge ett standardiserat svar. Eftersom testet är något som rekommenderas till kompostanvändare för att undersöka kompostmassans mognad, ville vi genomföra det för att se om det kunde påvisa några skillnader mellan de olika komposterna. I samtliga kompostjordar var grobarheten över 80 % vilket ger en tydlig indikation om att de var mogna. Viss skillnad i procentuell grobarhet, skottlängd och bladfärg kunde iakttas, men på grund av en begränsad mängd upprepningar kan detta inte räknas som resultat. Intressant som fördjupande undersökning hade varit att ta hänsyn till dessa parametrar och göra tillräckligt med upprepningar.

En egentlig jämförelse mellan slutprodukten för bokashi och de övriga komposterna är egentligen inte möjlig. Eftersom en färdig bokashi inte är i jordform utan behåller ursprungsformen på matresterna, är detta inte ett substrat som kan ges till analys. Detta material ska blandas med befintlig jord för att där genomgå en snabb förmultning (2 veckor). Bokashin i vår analys är således redan utspädd med befintlig (näringsfattig) trädgårdsjord och dess värden anses till stor del påverkade av denna.

## **Handboken**

Som vi nämner i inledningen har vi insett vikten av att kunna förmedla vetenskaplig information på ett, för allmänheten, tydligt och enkelt sätt. I handboken har vi valt att sammanfatta uppsatsens resultat på ett handfast och lättbegripligt sätt. Här har vi lagt särskild vikt på layout, fotografier och ett journalistiskt språk.

För att kunna skriva handboken har vi dels gjort den teoretiska sammanställningen som går att läsa i uppsatsen, dels sökt upp människor med lång erfarenhet och gedigen kunskap om de olika komposttyperna. Vi gjorde hembesök hos fyra av experterna (varmkompost, kallkompost,

maskkompost och biodynamisk kompost) för att få praktiska moment beskrivna, se produkterna och kunna dokumentera. Experten på bokashi intervjuade vi per telefon då vi själva fått möjligheten att pröva de praktiska momenten och kunnat dokumentera dessa.

Erfarenheterna från besöken har varit oerhört värdefulla för att kunna beskriva metoderna i handboken på ett trovärdigt och pedagogiskt sätt. I slutet av handboken har vi valt att ha med en personlig intervju med varje expert så att läsaren får möjlighet att bekanta sig med dem och ta del av deras erfarenhet.

Det är ett omfattande arbete att samla kunskap, formulera den och att utveckla ett pedagogiskt material. Under andra förutsättningar hade handboken givetvis kunnat utvecklas ännu mer. Fler kapitel hade kunnat läggas till, t.ex. om olika kompostbehållare och hantering av slutprodukten. Det är viktigt att hitta en balans i mängd information så att läsaren inte tappar lusten. Vi hoppas att handboken ska skapa just detta - lust att testa någon form av kompostering.

### **Framtida forskning**

Vi efterlyser mer forskning på hur olika komposters slutprodukt kan användas. Om vi i framtiden ska kunna ersätta ändliga resurser som torv behöver vi mer forskning på hur olika alternativa substrat kan framställas och sättas samman. Det hade varit intressant att genomföra mer omfattande odlingstest med kompostmaterial som genomgått olika processer och undersöka dess påverkan på olika växtmaterial.

Något som den här uppsatsen inte kunde omfatta är även vinsten med att täckodla och ytkompostera. Det vore intressant att ställa detta mot klassisk kompostering.

## Referenslista

Alm, G. (1997). Kompostens vilda värld. I Alm, G., & Veltman, H. (red.). *Kompostboken*. Stockholm: LT, ss. 19-24.

Alm, G., & Veltman, H. (1997). *Kompostboken*. Stockholm: LT.

Andersen, J. K., Boldrin, A., Christensen, T. H., & Scheutz, C. (2010). Greenhouse gas emissions from home composting of organic household waste. *Waste Management*, 30(12), ss.2475–2482.

<http://doi.org/10.1016/j.wasman.2010.07.004>

Appelgren, M. (2004). *Den biodynamiska trädgården*. Västerås: Ica

Ashman, M. R., & Puri, G. (2002). *Essential soil science : a clear and concise introduction to soil science*. Oxford: Blackwell Science.

Atkinson, C. F., Jones, D. D., & Gauthier, J. J. (1996). Putative anaerobic activity in aerated composts. *Journal of Industrial Microbiology*, 16(3), 182–188.

Bioenergienheten (2009) *Växthusgaser från jordbruket - en översikt av utsläppsmekanismer och möjliga åtgärdsområden inför arbetet med ett handlingsprogram*. Jordbruksverket.

[https://www.jordbruksverket.se/download/18.2d224fd51239d5ffbf780001529/V%C3%A4xthusgaser+fr%C3%A5n+jordbruket\\_1.pdf](https://www.jordbruksverket.se/download/18.2d224fd51239d5ffbf780001529/V%C3%A4xthusgaser+fr%C3%A5n+jordbruket_1.pdf)

Bokashi u.å. *Så här gör man*. <http://www.bokashi.se/sv/info/sa-har-gor-man.html>  
[2015-05-24]

Brink, Nils (red.) (1992). *Provning av kompostbehållare*. Malmö: Stiftelsen REFORSK

Brinton, W. F., Evans, E., Droffner, M. L., & Brinton, R. B. (1995). A standardized Dewar test for evaluation of compost self-heating. *Biocycle*, 36, ss. 1–16.

Buch, Walter (1987). *Daggmasken i trädgård och jordbruk*. 1. uppl. Göteborg: Bokskogen

Båth, B. (2003) *Makronäringsämnen, mikronäringsämnen och pH i ekologisk grönsaksodling*. Jordbruksverket.

<http://webbutiken.jordbruksverket.se/sv/artiklar/makronaringsamnen-mikronaringsamnen-och-ph-i-ekologisk-gronsaksodling.html>

Campitelli, P., & Ceppi, S. (2008). Chemical, physical and biological compost and vermicompost characterization: A chemometric study. *Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems*, 90(1), ss. 64–71. <http://doi.org/10.1016/j.chemolab.2007.08.001>

Ceglie, F. G., & Abdelrahman, H. M. (2014). Ecological Intensification through Nutrients Recycling and Composting in Organic Farming. I D. K. Maheshwari (red.). *Composting for Sustainable Agriculture*. Springer International Publishing. ss. 1–22.  
[http://link.springer.com.ludwig.lub.lu.se/chapter/10.1007/978-3-319-08004-8\\_1](http://link.springer.com.ludwig.lub.lu.se/chapter/10.1007/978-3-319-08004-8_1)

Day, M., Shaw, K., Stofella, P., & Kahn, B. (2001). Biological, chemical and physical processes of composting. *Compost Utilization in Horticultural Cropping Systems*. Boca Raton, FL, USA: Lewis Publishers, ss. 17–50.

De Bertoldi, M., Vallini, G., & Pera, A. (1983). The biology of composting: A review. *Waste Management & Research*, 1(2), 157–176.  
[http://doi.org/10.1016/0734-242X\(83\)90055-1](http://doi.org/10.1016/0734-242X(83)90055-1)

Edwards, C. A., & Bohlen, P. J. (1996). *Biology and Ecology of Earthworms*. Springer Science & Business Media.

Eriksson, G. (2011). *Kompost : från hushåll, trädgård och latrin*. Stockholm : Natur & Kultur, 2011.

Epstein, E. (1997). *The science of composting*. Lancaster, Pa.: Technomic.

FAO, 2003:

Food and Agriculture Organization of the United Nations (2003). *On-farm composting methods*.  
<ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/006/y5104e/y5104e00.pdf>

FAO 2015:

Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2015. *Soil is a non-renewable resource Its preservation is essential for food security and our sustainable future* , No. I4373E/1/02.15  
<http://www.fao.org/3/a-i4373e.pdf>

Forster, P., V. Ramaswamy, P. Artaxo, T. Berntsen, R. Betts, D.W. Fahey, J. Haywood, J. Lean, D.C. Lowe, G. Myhre, J. Nganga, R. Prinn, G. Raga, M. Schulz and R. Van Dorland, ( 2007) Changes in Atmospheric Constituents and in Radiative Forcing. I Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (red.). *Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, 2007* [Cambridge University Press](http://www.cambridge.org/9780521446621), Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.  
[https://www.ipcc.ch/publications\\_and\\_data/ar4/wg1/en/ch2.html](https://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg1/en/ch2.html)

FOR (u.å.a):

Fritidsodlingens Riksorganisation (FOR) (u.å) . *Den spanska skogssnigeln Arion vulgaris*.  
<http://www.snigel.org/oms.html> [2015-05-11]

FOR (u.å.b):

Fritidsodlingens Riksorganisation (FOR)(u.å.). *Effektiva bekämpningsmetoder mot den spanska skogssnigel*. <http://www.snigel.org/metod.html> [2015-05-11]

Fällman, A.-M., Holby, O., & Lundberg, K. (2001). Kolloiders betydelse för hållfasthet och föroreningstransport i jord. *SGI Rapport*, (60).

<http://www.swedgeo.se/upload/publikationer/Rapporter/pdf/SGI-R60.pdf>

Gajdoš, R. (1997). *Product-oriented composting : from open to closed bioconversion systems*. Diss., Alnarp: Swedish Univ. of Agricultural Sciences (Sveriges lantbruksuniv.).

Göteborgs Naturhistoriska Museum (u.å.). *Bekämpning av spansk skogssnigel*.

<http://gnm.se/Vastarvet/Verksamheter/Goteborgs-Naturhistoriska-museum/Faktasidor/Om-sniglar---intro/Spansk-skogssnigel/Bekampning-av-sniglar/> [2015-05-11]

Hammond, N. (2011). *Trädgårdens djur*. Stockholm: Norstedt.

Haug, R. T. (1993). *The Practical Handbook of Compost Engineering*. CRC Press.

Herrmann, R. F., & Shann, J. F. (1997). Microbial Community Changes During the Composting of Municipal Solid Waste. *Microbial Ecology*, 33(1), ss. 78–85.

<http://doi.org/10.1007/s002489900010>

Higa, T., & Parr, J. F. (1994). *Beneficial and effective microorganisms for a sustainable agriculture and environment* (Vol. 1). International Nature Farming Research Center Atami,, Japan.

<http://www.emro-asia.com/data/66.pdf>

Hogg, S. (2013). *Essential microbiology*. Chichester, West Sussex: Wiley-Blackwell.

Kaviraj, & Sharma, S. (2003). Municipal solid waste management through vermicomposting employing exotic and local species of earthworms. *Bioresource Technology*, 90(2), ss. 169–173.

[http://doi.org/10.1016/S0960-8524\(03\)00123-8](http://doi.org/10.1016/S0960-8524(03)00123-8)

Kempe, B. (2011). *Utsläpp av växthusgaser och ammoniak från hemkomposter*, Examensarbete. Sveriges Lantbruksuniversitet: Uppsala.

Lazcano, C., Gómez-Brandón, M., & Domínguez, J. (2008). Comparison of the effectiveness of composting and vermicomposting for the biological stabilization of cattle manure. *Chemosphere*, 72(7), ss. 1013–1019.

<http://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2008.04.016>

Lind, O. (2014). *Evaluation of bokashi fermentation leachate as a biofertilizer in urban horticulture*. Examensarbete: Sveriges Lantbruksuniversitet, SLU, Alnarp.

<http://stud.epsilon.slu.se/7353/>

Ljunggren, H. (1997). Komposteringens mikrobiologi. I Alm, G., & Veltman, H. (red.). *Kompostboken*. Stockholm: LT, ss. 25-47

Mendoza-Hernández, D., Fornes, F., & Belda, R. M. (2014). Compost and vermicompost of horticultural waste as substrates for cutting rooting and growth of rosemary. *Scientia Horticulturae*, 178, ss. 192–202. <http://doi.org/10.1016/j.scienta.2014.08.024>

Martínez-Blanco, J., Lazcano, C., Christensen, T. H., Muñoz, P., Rieradevall, J., Møller, J., ... Boldrin, A. (2013). Compost benefits for agriculture evaluated by life cycle assessment. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 33(4), ss. 721–732. <http://doi.org/10.1007/s13593-013-0148-7>

Cederberg, C., Landquist, B. (2012). *Potentialer för jordbruket som kolsänka*. SIK-Rapport Nr 850, Naturskyddsorganisationen.

Naturvårdsverket (2014), *Matsvinn*. <http://www.naturvardsverket.se/Miljoarbete-i-samhallet/Miljoarbete-i-Sverige/Uppdelat-efter-omrade/Avfall/Avfallsforebyggande-program/Matsvinn/> [2015-05-24]

NE (2015):  
Nationalencyklopedin (2015). *Lignin*.  
<http://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/l%C3%A5ng/lignin>

Nielsen, H. and Berthelsen, L., 2002. A Model for Temperature Dependency of Thermophilic Composting Process Rate. *Compost Science & Utilization*, 10(3), ss. 249-257.

Pears, P. (red.) (2005[2001]). *HDRA encyclopedia of organic gardening*. London: Dorling Kindersley

Pramanik, P., Ghosh, G., Ghosal, P., & Banik, P. (2007). Changes in organic – C, N, P and K and enzyme activities in vermicompost of biodegradable organic wastes under liming and microbial inoculants. *Bioresource Technology*, 98(13), ss. 2485–2494. <http://doi.org/10.1016/j.biortech.2006.09.017>

Pettersson, Maj-Lis & Åkesson, Ingrid (2011). *Trädgårdens växtskydd: [askskottsjuka, bladlöss, fruktträdkräfta, kålfjäril, potatisbladmögel, sköldlöss]*. Omarb. utg. Stockholm: Natur & kultur

Plöninge, P. (2003). *Den goda jorden*. Stockholm: Prisma

Robertsson, M. (1994). *Komposteringens mikrobiologi. Undersökningar av dikväveoxid- och koldioxidbildning, nedbrytningsförlopp samt mikroorganismkulturer* (No. 61). Institutionen för mikrobiologi. [http://www.vaxteko.nu/html/sll/slu/rapport\\_mikrobiologi/RMB61/RMB61.HTM](http://www.vaxteko.nu/html/sll/slu/rapport_mikrobiologi/RMB61/RMB61.HTM)



Román, P., Martínez, M., Pantoja, A. (2013). *Manual de compostaje del agricultor. Experiencias en América Latina*. Santiago de Chile: FAO.

Ryckeboer, J., Mergaert, J., Vaes, K., Klammer, S., De Clercq, D., Coosemans, J., Insam, H., Swings, J. (2003). A survey of bacteria and fungi occurring during composting and self-heating processes. *Annals of Microbiology*, 53(4), ss. 349–410.

Skogsvårdsstyrelsen u.å. *Aska - innehåll och härdning*.

<http://www.energiaskor.se/pdf-dokument/aska%20till%20skog%20och%20mark/Aska.pdf>

[2015-05-22]

Steger, K. (2006). *Composition of microbial communities in composts: a tool to assess process development and quality of the final product*. Diss., Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala.

Sullivan, D. M., & Miller, R. O. (2001). *Compost quality attributes, measurements, and variability*. CRC Press, Boca Raton, Florida.

Söderhalls Renhållningsverk AB (SÖRAB) (u.å.). *Råd för kompostering av hushållsavfall*.

[http://www.sorab.se/pdf/Kompost\\_web.pdf](http://www.sorab.se/pdf/Kompost_web.pdf) [2015-05-01]

Tiberg, N (1997). Kompostera köksavfall med mask. I Alm, G., & Veltman, H. (red.). *Kompostboken*. Stockholm: LT, ss. 85-98

Thompson, W. (2001). *Test Methods for the Examination of Composting and Compost*. Joint project of the United States Department of Agriculture and the United States Composting Council.

<http://compostingcouncil.org/wp/wp-content/plugins/wp-pdfupload/pdf/34/TMECC%20Introduction%20and%20Contents.pdf>

[2015-05-24]

Tognetti, C., Laos, F., Mazzarino, M. J., & Hernandez, M. T. (2005). Composting vs. vermicomposting: a comparison of end product quality. *Compost Science & Utilization*, 13(1), ss. 6–13.

Vanhoenacker, D. (2013). *Djuren i marken*. Naturhistoriska riksmuseet.

<http://www.nrm.se/faktaomnaturenochrymden/ekosystem/djurenimarken.14844.html>

[2013-05-24]

Xu, H.-L. (2001). Soil-Root Interface Water Potential in Sweet Corn as Affected by Organic Fertilizer and a Microbial Inoculant. *Journal of Crop Production*, 3(1), 139–156.

[http://doi.org/10.1300/J144v03n01\\_13](http://doi.org/10.1300/J144v03n01_13)

Xu, H.-L., Wang, R., & Mridha, M. A. U. (2001). Effects of Organic Fertilizers and a Microbial Inoculant on Leaf Photosynthesis and Fruit Yield and Quality of Tomato Plants. *Journal of Crop Production*, 3(1), ss. 173–182. [http://doi.org/10.1300/J144v03n01\\_15](http://doi.org/10.1300/J144v03n01_15)

## **Bilaga 1: Handboken**

# ÅTER TILL KOMPOST!

– En handbok till dig som vill börja kompostera



Författare: Katarina Löthman Kaliff & Hannah Ohm

Fotografier: Alla fotografier som saknar upphovsman är tagna av Katarina Löthman Kaliff

ISBN 978-91-637-8688-4

# Förord

## **Kompostering - vad är det?**

Genom att ta till vara på köksavfall och gamla växtdelar kan du vara med och skapa nytt liv! Med hjälp av mikro- och makroorganismer blir ditt avfall en viktig resurs för jorden. I utblandad form kan den ersätta annat odlingssubstrat, t.ex. såjord, och komplettera gödningen i dina rabatter.

Kompostering innebär en kontrollerad nedbrytningsprocess av organiskt material. Det enda som skiljer det från den förmultning som sker i naturen är att du själv styr hur lång tid det ska ta och vilken slutprodukt du får.

## **Olika metoder**

Det finns många sätt att kompostera på. Det är viktigt att välja den metod som passar just ens egna förhållanden för att det ska kännas kul och genomförbart att ta till vara på sitt avfall. I den här handboken beskriver vi några olika komposteringsmetoder i hopp om att alla kan hitta ett passande sätt oavsett var de bor och hur många de är i hushållet.

I första delen presenteras sex olika kompostvarianter med dess möjligheter och begränsningar. I sista delen får du möjlighet lära känna experter bakom metoderna och läsa om deras personliga inställning till kompostering.

Trevlig läsning!

# Innehåll

Ordlista	5
Varmkompost	6
Kallkompost	12
Bokashi	17
Biodynamisk kompost	23
Trädgårdskompost	28
Maskkompost	31
Vilken kompost var?	37
Felsökning	39
Möte med	
Gunnar Eriksson och hans varmkompost	43
Grönskans kallkompost	47
Bo och Carinas maskkompost	50
Skillebyholms biodynamiska kompost	53
Bokashi hos Jenny i Säffle	56

# Ordlista

**C/N-kvot:** Mängden kol i förhållande till mängden kväve. C/N-kvoten är avgörande för nedbrytningshastigheten.

**Hushållsavfall:** Allt organiskt avfall från hushållet (matrester, skal, rens, papper mm.)

**Humus:** Organiskt material från växt- eller djurriket som har förmultnat till svart jord där ursprungsmaterialet inte längre kan urskiljas. Humus har stor betydelse för jordens bördighet eftersom det är vattenbindande och innehåller näring.

**Kompost:** Kommer från det latinska ordet *compostere* som betyder att blanda, lägga ihop

**Lakvatten:** Är den näringsinnehållande vätska som kan läcka ur komposten. Samla gärna upp det och använd som näring.

**Matavfall:** Matrester som är tillagade.

**Strömateriäl:** Tillsätts framför allt i komposten för att suga upp vätska och ge struktur (luffickor). Kan även tillföras för att öka C/N-kvoten. Lämpligt strömateriäl kan vara finfördelade trädgårdsrester, sågspån eller pellets.

# Varmkompost

*Varmkompost är den klassiska komposten som många säkert ser framför sig när de tänker på kompost. Principen innebär en sluten kompostbehållare där hushållsavfall, med viss uppblandning av mer kolrikt material, samlas och tillåts nå relativt höga temperaturer (runt 60-70°C). Varmkomposten rymmer främst avfall från köket men kan även hantera mindre mängder av trädgårdsavfall, vilket gör den till ett bra val för den som äger en trädgård eller en kolonilott. Varmkomposten kan också vara ett alternativ för lägenhetsinnehavaren och kan då skötas gemensamt på innergården*





## Hur gör jag?

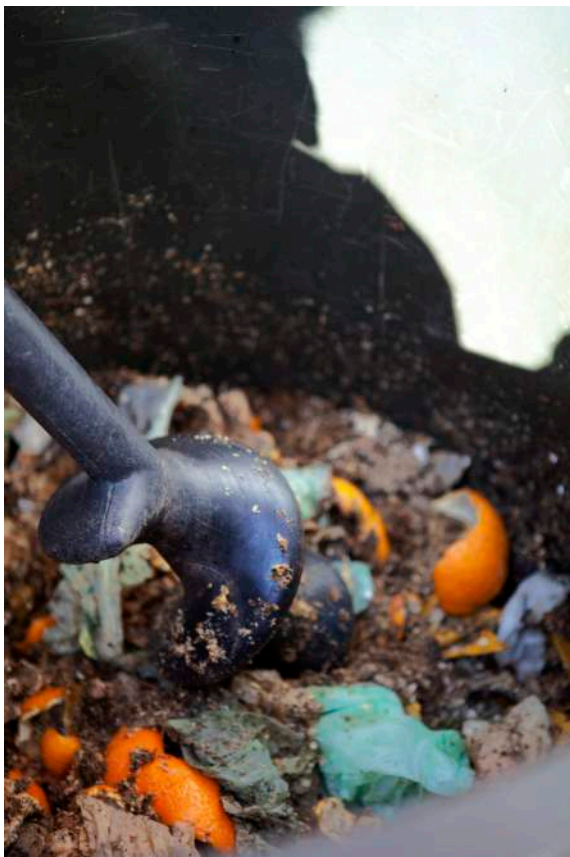
Du skaffar dig eller bygger en kompostbehållare. Det är viktigt att den är i kontakt med marken och har hål i botten. Hålen ska vara stora nog för att maskar och mikroliv ska kunna röra sig upp i kompostbehållaren, men små och stabila nog så att inte någon råttfamilj flyttar in. När kompostkompostbehållaren är utplacerad på lämplig plats är det dags att börja kompostera. Börja med ett lager av lite grövre trädgårdsavfall exempelvis torra kvistar och liknande. Råkar du ha tillgång till lite gammal kompost kan du med fördel tillsätta den. Den blir en bra starthjälp med många värdefulla mikroorganismer som sätter igång nedbrytningsprocessen. Du kan även slänga i lite jord för en liknande effekt. Sen är det dags för köksavfallet. Under hela den fortsatta komposteringsprocessen är det viktigt att köksavfall blandas med någon form av strömaterial.



I den här komposten blandas pellets i för rätt balans

Mikro- och makroorganismerna som ska hjälpa till att bryta ner avfallet mår, precis som de flesta varelser, bra av en varierad kost. Kolrikt, torrt material bör blandas med matavfallet för att komposten ska behållas luftig, inte bli för blöt. Det kan vara dött växtmaterial,

sågspån, pellets, tidningspapper osv. Sedan gäller det att se upp att det inte bara blir torrt och hårt material för då går komposten långsamt.



Omrörning med luftningsskruv

I samband med påfyllning bör komposten röras, så att det nya materialet smutsas ned. Det räcker med att röra i det översta skiktet (20-30 cm). Använd lämpligt föremål som du har nära till hands, t.ex. en stav eller gaffelkratta. Det finns även många specialverktyg på marknaden, t.ex. den kompostskruv som syns på bilden.

# Kompostbehållaren

Det finns en uppsjö av olika kompostbehållare, i olika utformning och i olika material på marknaden. Givetvis går det även utmärkt att bygga sig egen kompostbehållare. Det är några saker som är viktiga att tänka på:

Luft	En varmkompost ska vara tät. Vissa menar att kilformen som utmärker många komposter på marknaden har fördelen att materialet inte blir lika packat.
Isolering	För att ge komposten en möjlighet att fungera även på vintern är det bra att köpa eller bygga en isolerad kompostbehållare.
Råttssäker botten	Det är oerhört viktigt att kompostbehållaren har ett gediget nät i för att förhindra oönskade gäster. Utformningen kan variera men tänk på att det måste vara i metall, plastnät fungerar inte.
Dränering	I botten på kompostbehållaren måste det finnas en öppning där överskottsvätska kan rinna undan. Den näringsrika vätskan ska helst samlas upp och kan med fördel användas till gödning.
Lock	Komposten bör även ha ett lock dels för att stänga djur ute och dels för att väderförhållandena inte ska påverka komposten för mycket.



Så här ser Gunnar Erikssons varmkompost ut.

## Utrymme

Varmkomposten kräver plats för behållaren samt lite extrautrymme för omrörning och tömning. En varmkompost är inte en kompostvariant att ha inomhus.

I varmkomposten ryms inga större mängder trädgårdsavfall och en kompletterande trädgårdskompost är därför lämplig.

I komposten	Ej i komposten
Allt organiskt köksavfall	Oorganiskt material
Kaffesump	Stora mängder trädgårdsavfall
Trädgårdsavfall - i rätt mängder	För ensidigt material i stora mängder

## Slutprodukten

Det tar ett tag innan en kompostbehållare är fylld och det är därför svårt att säga exakt hur lång tid det tar innan du har en färdig slutprodukt. I ett hus håll med två personer får man räkna med ca ett år. Beroende på hur finfördelat du vill ha materialet kan du även välja att efterkompostera. Då låter du komposten stå ytterligare ett år, utan att vända den eller tillsätta nytt material. Innan du använder kompostprodukten kan det vara en god idé att sålla den, bitar som är stora och ännu ej nedbrutna kan få komma tillbaka till komposten för en omgång till.



# Kallkompost

*En kallkompost skiljer sig från varmkomposten på två huvudsakliga punkter, kompostbehållaren är aldrig sluten och temperaturen i komposten bör aldrig överstiga 40°C. Det är inte så klurigt som det låter utan handlar om att kompostbehållaren är anpassad och att du som komposterar är noga med omrörningen i komposten.*





## Hur gör jag?

Bygg eller köp en kallkompostbehållare och ställ den på en gräsmatta eller direkt på jorden. Börja med att lägga i ett lager jord som tillför viktiga mikroorganismer och tillsätt gärna någon form av gödsel. Därefter kan du lägga på dina matrester och gärna även tidnings- eller hushållspapper. Det är viktigt att röra om noga vid varje påfyllning. Omrörningen ska ske i hela komposten så att nytt material blandas ned i det gamla. Maskar och andra insekter är talrika i denna kompost, använd en kratta istället för spade så att du inte skadar dem i onödan!



## Kompostbehållare

När du bygger eller köper din kallkompostbehållare är det några saker som är viktiga att tänka på. Först och främst får kompostbehållaren inte vara tät. Väggar, lock och botten ska ha glipor mellan brädorna där luft kan tränga in så att komposten aldrig blir syrefri eller för varm. Dessutom är det viktigt att ha metallnät på insidan som kan hålla större djur ute. I en kallkompost behöver du inte tillsätta några mikroorganismer eller maskar men du måste göra deras väg in och ut ur komposten möjlig. Därför får metallnätet inte vara för finmaskigt. Om du väljer att bygga din kallkompost själv tänk då på att inte välja tryckimpregnerat virke eller annat material som kan avge gifter till komposten eller omgivningen.



Såhär ser Grönskans kallkompost ut.



## Utrymme

Kallkomposten måste stå utomhus och kräver plats för att man ska komma åt att fylla på, röra om och tömma.

I komposten	Ej i komposten
Organiskt material av alla slag - viktigt att blanda!	Gräsklipp - det höjer temperaturen för mycket och kan istället läggas ut i landen.
Animaliskt avfall - Finfördela gärna så att nedbrytningsprocessen går fortare. Se till att det blandas väl i komposten och att det blir täckt av ett annat lager kompost.	Stora mängder trädgårdsavfall.
Trädgårdsavfall - Går bra att tillsätta i rimliga mängder och kan vara ett lämpligt hjälpmedel för att balansera C/N kvoten. Om trädgården är stor och producerar mycket avfall kan det vara en god idé att göra en egen separat trädgårdskompost (se <i>Trädgårdskompost, Lövkompost</i> )	För mycket ensidigt matavfall, t.ex. stora mängder frityrolja.

## Slutprodukten

Slutprodukten i kallkomposten är ett ganska grovt material som med fördel kan myllas ner i trädgårdslandet. Vill du ha det mer finfördelat kan du låta kallkomposten efterkompostera ett tag.



# Bokashi

*Bokashi är ett sätt att fermentera sina matrester med hjälp av tillsatta effektiva mikroorganismer. Bokashihinken är liten, behändig och helt luktfri, och passar oavsett hur du bor. Eftersom materialet grävs ner efter färdig fermentering är det ett plus att ha tillgång till trädgårdsland och rabatter i närheten.*



## Hur gör jag?

Börja med att ta en titt på marknaden och kolla vilken kompostbehållare som passar ditt hushåll och din plånbok. Därefter kan du välja den enkla vägen och beställa hem EM-bakterier eller den lite klurigare varianten att blanda ihop ströet själv. Här går vi inte in djupare på detta, det finns gott om material att förkovra sig i på internet.



Bokashiströ

När du har din kompostbehållare och dina bakterier är det bara att sätta igång med fermenteringen. Om din behållare är en hink med tät botten börja med att lägga i lite tidningspapper, strö sedan ett tunt lager bokashiströ på detta. Därefter kan du fylla på med ditt matavfall och avsluta med att strö ca 1 msk bokashiströ på toppen. Eftersom processen ska ske utan syre är det bra om inte kompostbehållaren öppnas för länge och för ofta. Ha därför gärna en

burk med lock vid sidan av som du samlar matavfallet i under dagen. På det viset kan du tömma större mängder i hinken på en gång. När du har vant dig är detta ett ganska smidigt sätt att hantera avfallet på vid t.ex. matlagning.



Så här ser hushållsavfallet ut när det är färdigjäst.

När bokashin är full ställs den åt sidan för efterjäsning i minst 2 veckor. Du kan ställa undan den fulla hinken på ett mörkt och svalt ställe, dock ej för kallt. När efterjäsningen är klar blandas hinkens innehåll i annan jord. Matresterna har knappt förändrats i utseende sedan du lade dem i hinken. Förmultningen sker först när bokashin kommer i kontakt med jorden.

## Kompostbehållare

Det viktigaste att tänka på när du skaffar en kompostbehållare är att den går att sluta tätt. Det finns speciella bokashihinkar där matavfallet hamnar i den översta delen medan vätskan sipprar ner genom ett galler och kan tappas av med en kran. Om du vill ha möjlighet att ta vara på näringsvätskan för gödning till dina växter är detta ett bra alternativ. Tycker du att dessa kompostbehållare är lite dyra och du inte kommer att ha användning för vätskan så går det lika bra att använda en vanlig hink med lock. Tänk då på att hälla av vätskan när den börjar samlas i hinken eller att tillföra tillräckligt med uppsugande material. Är det ett större hushåll med mycket avfall kan flera kompostbehållare behövas. Två hinkar är alltid lämpligt att skaffa så att du har en ny att tillgå när den ena står på efterjäsning.



Såhär kan en bokashibehållare se ut

## Utrymme

Bokashi är en av de smidigaste komposteringsvarianterna för den som bor i lägenhet. Det krävs inga större utrymmen, däremot tillgång till odlingslåda eller rabatt där de efterjässta matresterna kan grävas ned. Är ni många i hushållet kan flera kompostbehållare behövas och vid efterjäsningen kan det vara smidigt att kunna sätta undan behållarna i någon källare eller dylikt.

<b>I komposten</b>	<b>Ej i komposten</b>
Grönsaker och frukt	Flytande substanser såsom juice, mjölk eller olja
Animaliskt avfall	Stora köttben
Hushållsavfall som: Bröd, kaffesump, äggskal, hushållspapper mm.	Alla former av oorganiskt material
Mindre växtdelar	



## Slutprodukten

Ur Bokashin får man två olika produkter, dels en näringsvätska, som går att tappa ur behållaren under fermenteringens gång, dels ett färdigfermenterat köksavfall. Köksavfallet kommer att ha ungefär samma utseende när jäsningsprocessen är färdig som när det lades i behållaren från början. När efterjäsningen är klar (ca 2 veckor) kan köksavfallet grävas ner i trädgårdslandet, i balkonglådor eller krukor. Hur slutprodukten ser ut beror helt och hållet på hur det lades i kompostbehållaren. För att kunna använda det i odlingsjorden på ett smidigare sätt kan det vara en fördel om materialet sönderdelas i mindre delar innan fermentering.



*Fotograf: Leif Djärv*

Efter att slutprodukten lagts i jorden bör man vänta ett par veckor innan plantering eftersom materialets pH är mycket lågt (pH4) och växter generellt har svårt att klara av ett så surt substrat. Den färdiga odlingsjorden blir dock inte surare än vanlig planteringsjord.



# Biodynamisk kompost

*I den biodynamiska komposten varvas hushållsavfall med strömaterial och läggs i stukor, därefter tillsätts olika preparat från 6 olika läkeväxter vars särskilda egenskaper ska ge kompostjorden extra bördighet. Den biodynamiska komposten passar bra för den medvetna odlaren som har gott om plats och som är sugen på att utforska alternativa metoder.*



## Hur gör jag?

En biodynamisk kompost läggs i stukor. Det är avlånga högar som står direkt på marken och täcks med halm för att skyddas från uttorkning. Avfallet kan samlas under en längre period för att sedan kunna lägga hela stukan på en gång. Materialen läggs lager på lager, likt en lasagne och varvas följande ordning:



Kolrikt strömaterial och hushållsavfall på Skillebyholm.

Strukturmaterial (grövre växtavfall), köksavfall och kalk. Även vedaska och stenmjöl tillförs i den mån det finns att tillgå. Lagren kan läggas i flera omgångar. Sist tillförs de biodynamiska kompostpreparaten. Med hjälp av en pinne tillförs preparatet till

mitten av stukan, ungefär lika mycket som en snusprilla per stuka. Preparatet kan tillverkas på egen hand eller köpas från Järna.



Pinnen i stukan kan ge en fingervisning om temperaturen därinne.

En gång om året sker en omläggning av komposten. Då rörs det runt i lagerna så att nedbrytarna (mikroorganismer och små djur) når alla delar av stukan. Det är också dags att tillföra preparaten en gång till. Eftersom en del av materialet har hunnit förmultna och sjunka undan blir stukan något mindre för var omläggning. Efter tre omläggningar är komposten klar och färdig att blandas i jordreceptet.

## Kompostbehållare

Stukorna ersätter kompostbehållare och kräver endast plats och halm för att åstadkommas. Stukorna når ungefär 1,5 m höjd. De ska ligga direkt på marken så att lakvatten kan rinna undan och maskar kan hitta in till komposten. Om du är nyfiken på hur temperaturen förändras i stacken kan du stoppa i en pinne (se bild) och jämföra dess värme med värmen från din hand. Vanliga termometrar kan nämligen skadas av syrorna i komposten.

## Utrymme

Stukan kräver sin plats och är enklast att lägga i en större trädgård eller innergård. Dessutom behövs mycket plats även runt om stukan för omläggningen.

<b>I Komposten</b>	<b>Ej i komposten</b>
Frukt och grönsaker	Oorganiskt material
Döda växtdelar	Färskt trädgårdsavfall
Matrester (om du inte har ett djur du kan ge det till)	

## Slutprodukten



När komposten anses mogen, efter 1 ½ år, lyfts halmlagret bort och kompostjorden silas genom grova nät. Allt som inte har komposterats ännu sorterar bort och läggs i en ny kompost för ännu en förmultningsomgång. Den silade komposten blandas med sand, torv och höns gödsel och används därefter som trädgårdsjord i den biodynamiska odlingen.



# Lövkompost på biodynamiskt vis

En lövkompost är helt enkelt ihopsamlade löv som får en liten kvävetillsats, det kan vara i form av hönsgödsel eller gräsklipp. Löv och gödning (ca 5%) blandas väl och läggs ut i stukor. Om du har aska kan även denna med fördel strös på. Använd löv som är relativt färska och inte har hunnit bli för torra eftersom det är svårt att i efterhand vattna lövkomposten. Se också till att de inte ligger för tätt packade. Dessa lövpaket har annars svårt att förmultna helt.



Efter ett år bör högen vändas. Fortsätt på samma sätt tills löven blivit till jord, efter ca 3 år. Det kan vara bra att täcka högen med till

exempel halm. I den biodynamiska odlingen tillsätts även särskilda biodynamiska preparat baserade på läkeväxter. Dessa läggs i mitten av komposten och fylls på efter varje vändning.



På Skillebyholm ligger tre stukor med tre olika åldrar, den i mitten är färdig att använda.

<b>I komposten</b>	<b>Ej i komposten</b>
Löv av alla slag	Allt som inte är löv
5 % gödning (t.ex. från höns eller får)	
Aska (om du har)	

## Slutprodukten

Lövkomposten blir till en mycket porös och näringsfattig jord som lämpar sig väl som såjord eller strukturförbättring. Den kan också blandas med annat material, se bild på de biodynamiska recepten nedan.



Skillebyholmsskolans substratblandningar



# Maskkompost

*En maskkompost är precis som det låter, en kompost där maskarna får göra det stora jobbet. Det innebär dock inte att de är ensamma om kalaset! Masken, som ju saknar tänder, är beroende av andra mikroorganismer som sätter igång nedbrytningen.*

*Maskkomposten fungerar utmärkt till det lantliga hushållet, i villan och för den djärve även i lägenheten.*



## Hur gör jag?

För att komma igång med maskkomposten så behövs en kompostbehållare och maskar. Till de flesta komposterna hittar maskarna av sig själv. I en maskkompost behövs dock ett väldigt stort antal maskar och det är därför bra att tillföra några. Dessutom skiljer sig kompostmaskarna från våra andra daggmaskar. Oftast används arten *Eisenia foetida*. Maskkomposten måste hållas fuktig så att inte maskarna torkar ut. Tillsätt inte för mycket matavfall innan maskarna har hunnit föröka sig. Hushållsavfallet tillsätts utan omrörning i komposten eftersom det är maskarna som blandar och de bör inte störas.

Första gången du startar en maskkompost ska det finnas ett lager med fuktigt tidningspapper och vanlig jord som maskarna kan "gömma" sig i när temperaturerna stiger. Lägg gärna också ett lager kvistar eller yvigt trädgårdsavfall som kan ge luffickor i komposten.

## Kompostbehållare

En maskkompost kan se ut på många olika sätt men måste ha luftnings- och dräneringshål i botten och/eller toppen. Den ska vara isolerad om den ska stå utomhus så att inte maskarna fryser ihjäl. Dessutom bör den stå så att lakvattnet kan samlas upp, helst på bar jord. Dessutom ska det gå att hålla innehållet mörkt och fuktigt. För att det inte ska bli ett för hårt tryck på maskarna är det bra med en något konformad kompostbehållare. Alternativt kan brödbackar eller lastpallar staplas ovanpå varandra allt eftersom de fylls med matrester. Maskarna kan då enkelt ta sig från det understa lagret till det nya materialet. Ett finmaskigt nät kan hålla skadedjur borta från komposten.



Bo och Carina Sjögrens maskkompost består av en plastbehållare som sedan är isolerad

## Utrymme

En maskkompost tar så stort utrymme som den ges och kan placeras såväl ute som inne. Inomhus kan maskkomposten till exempel byggas in i en sittbänk eller annan möbel. Utomhus eller på balkongen får kompostbehållaren inte utsättas för direkt sol eftersom maskarna inte tål högre temperaturer än 30°C .

Eftersom maskkomposten inte rymmer några större mängder av trädgårdsavfall bör den kompletteras med en trädgårdskompost. Denna kan vara enkelt upplagd i en stuka. Den biodynamiska lövkomposten kan också vara ett alternativ.

I komposten	Ej i komposten
Allt organiskt material från köket	Stora mängder citrusskal - detta är omtvistat, vissa avråder medan andra menar att det går fint men att det tar lite tid innan det bryts ner. (Frågan är om det är skalen eller de starka bekämpningsmedel som frukterna sprutats med)
Papper	Kött och fisk - vissa säger ja andra nej
Skörderester	Stora mängder olja eller mycket av ensidig kost

## Slutprodukten

Beroende på storleken på lådan kan det ta alltifrån några månader till ett år tills maskarna har omvandlat allt matavfall till maskexkrement. Eftersom majoriteten av maskarna befinner sig i det översta lagret av komposten sparas detta till en ny omgång kompost i samband med tömningen. Slutprodukten blir en maskhumus, eller det "svarta guldet" som det också kallas. Det är en mycket näringsrik jord som kan tillsättas i blomkrukan eller odlingsjorden. Även lakvattnet kan användas som flytande blomgödsling.



# Viken kompost var?

	I lägenhet	På kolonilotten	I villa	På landet
<b>Bokashi</b>	X	X	X	X
<b>Mask-kompost</b>	X	X	X	X
<b>Varm-kompost</b>		X	X	X
<b>Bio-dynamisk kompost</b>		X	X	X
<b>Kall-kompost</b>		X	X	X
<b>Löv-kompost</b>		X	X	X

## I lägenheten

Om du vill kompostera inne i din lägenhet så bokashin och maskkomposten de två alternativen du har att välja mellan. Om du inte tycker att det är obehagligt att ha maskar i ditt hem så har du möjlighet att få ut ett väldigt fint material till dina krukväxter. Ur bokashin får du två produkter, näringsvätska och fermenterat köksavfall. Om du vill använda köksavfallet som jordförbättring i dina krukor måste du tänka på att finfördela materialet lite extra innan du lägger det i bokashin - det kommer ju ut i samma form som du la i

det. Om du har tillgång till en innegård och du får med dig dina grannar så går det även att ställa dit en varmkompost, kallkompost eller bygga upp en biodynamisk kompost. Glöm inte att först kolla upp vilka regler som gäller kring detta i just din stad.

## På kolonilotten

Innan du bestämmer vilken kompost du vill ha på eller i anslutning till kolonilotten är det bra att kolla upp de lokala bestämmelser som finns. På kolonilotten är det främst växtdelar och skörderester som behöver tas hand om men det går ju även att ta dit sitt matavfall och kompostera det där. Alla kompostvarianter fungerar egentligen här, inklusive bokashin som du dock får ha inomhus och sedan transportera hit.

## I villan

Bor du i villa i tätbebyggt område bör du kolla upp vilka bestämmelser kring kompostering som gäller i din kommun. Alla kompostvarianterna fungerar utmärkt för dig och det kan vara roligt att kombinera flera för att få ut olika slutprodukter.

## På landet

Om du bor på landet med trädgård har du stor valmöjlighet när det kommer till kompost. Här kan du egentligen välja fritt bland de olika typerna och kombinera flera olika för att få olika slutprodukter. En maskkompost ger mer kväve och kan t.ex. användas i kombination med en mer näringsfattig trädgårdskompost. Trädgårdskomposten kan ersätta en del av den torv som annars håller substratet luftigt.

# Felsökning

<b>Problem</b>	<b>Orsak</b>	<b>Åtgärd</b>
<b>Komposten luktar:</b>		
Ammoniak	För mycket kväverikt material i komposten	Se upp med att lägga i t.ex. gräsklipp eller proteinrikt köksavfall. Blanda i mer kolrikt material och blanda om ordentligt
Förruttelse	För blöt och därmed syrefattig kompost	Tillsätt strömaterial som sågspån, pellets eller papper som kan suga upp fukten.
	För kompakt och där med syrefattig kompost	Tillsätt grövre material som torra växtdelar, kvistar etc., som gör massan mer luftig.
<b>Det händer ingenting:</b>		
	För mycket kolrikt material	Tillsätt material som är kväverikt t.ex. köksavfall, gräsklipp eller gödsel. Rör runt ordentligt
	För torr massa	Vattna
	Kyla	Se över behållaren eventuellt behöver



		den isoleras.
	För lite material	Komposten behöver fyllas på regelbundet för att det ska finnas mat till mikro- och makroorganismerna
	Kompaktering	Rör i komposten, blanda i luftigt material (strömateriäl)
<b>Lakvatten:</b>	Mycket blött material	Balansera upp med strömateriäl som pellets, sågspån. Ta vara på lakvattnet och använd som gödsel
<b>Djur i komposten</b>		
Myror	för torrt i komposten	Vattna försiktigt och tillsätt fuktigt material.
Sniglar	Öppen kompostbehållare där de kan ta sig in.	Välj en sluten kompostbehållare eller testa att sätta upp snigelstaket. Strö eventuellt ut snigelmedel (järnfosfat)
Små vita maskar	Mycket proteinrikt material	Dessa maskar gör ingen skada men om du ändå vill bli av med dem så brukar de försvinna efter en

		pH ökning. Tillsätt <i>små</i> mängder kalk
Råttor	Otillräcklig kompostbehållare	Se över din kompostbehållare och se till att näten i botten är av ett starkt material (metall).
Bananflugor	Obalanserat material, dåligt täckt	Täck med strömmaterial eller en blöt tidning. Myggnät kan också användas för att täcka komposten.
Flugor och larver		

# Möten med olika kompostexperter

## Gunnar Eriksson och hans varmkompost

Gunnar Eriksson är författare till boken "Kompost: från hushåll, trädgård och latrin" och driver företaget Kompostcenter i Överjärva utanför Stockholm. Gunnar som själv är en hängiven komposterare har arbetat med försäljning av kompost under många år.



Gunnar visar sitt färdigkomposterade material

Marknaden idag ser i princip likadan ut som i början på 90-talet när Gunnar startade. När den franska ambassaden bjöd honom in honom för att han skulle berätta om den svenska, miljömedvetna marknaden, trodde dem inte sina öron när Gunnar sa att intresset inte är så stort. De blev rent av arga och trodde att han ville skydda sin egen marknad. Gunnar är själv också förvånad över att intresset inte har vuxit mer. "I samband med Agenda 21 hade alla kommuner agendasamordnare som även propagerade för kompostering, men det kom aldrig igång ordentligt och jag

misstänker att det står en och annan oanvänd kompost ute i landet efter det.”



Gunnars varmkompost

Gunnar förordar den klassiska varmkomposten där hushållsavfall blandas med strömaterial och läggs i en sluten behållare. Till varje del hushållsavfall bör cirka en femtedel strömaterial tillsättas, detta är a och o för att kompostens ska fungera. Strömateriallets funktion är att det luftar och balanserar C/N-kvoten. Gunnar tycker att pellets är överlägset som strömaterial men säger att andra material som malt trädgårdsavfall och sågspån också fungerar bra. Vid varje påfyllning bör komposten röras i det översta skiktet för att det nya materialet ska smutsas och nedbrytningsprocessen komma igång. Djupare än 20-30 cm bör man inte gräva då det går åt mycket syre vid nedbrytningen av nytt material, “det färskaste materialet ska inte hamna i botten där miljön är syrefattig”.



Gunnar visar hur långt ner i komposten han rör

Trots att Gunnar har en behållare med sluten botten så hittar vi gott om mask när vi öppnar luckan på sidan. Han säger att de tar sig in genom dräneringen i botten och överlever i komposten men att de flyr till svalare delar materialet går upp i temperatur.

Det är viktigt att inte lägga i för mycket matavfall på samma gång, max 30 liter i veckan säger Gunnar, annars kan det bli för mycket "fjutt" och alldeles för fuktigt. Gunnar återkommer till strömmaterial och betonar att det är det viktigaste verktyget för att behålla en balanserad kompost. För Gunnar och hans fru tar det ungefär ett och ett halvt år att fylla sin kompostbehållare.

Vi frågar Gunnar vad han använder sin färdiga kompost till och han svarar att eftersom den är ganska näringsrik och eventuell kan innehålla en hel del salt så brukar han lägga den underst i sina planteringar. När växterna utvecklas så söker sig rötterna dit så småningom. Om han skulle blanda den med jord så har han tumregeln en del kompost till tre till fem delar jord.



Hemma i sin trädgård har Gunnar även en trädgårdskompost som består mestadels av löv. Han brukar räfsa ihop allt under påskhelgen och sedan vattna igenom högen eftersom materialet är torrt. Då kommer processen igång och temperaturen kan gå upp till 40°C. Under sommaren ger han högen näring från sin urindunk och då kan högen bli så varm som 55°C. Efter ett år är komposten färdig och Gunnar brukar använda den till att öka mullhalten i sin tunga lerjord. På senare tid har han testat att odla i pallkragar, då lägger han näringsrik kompost i botten och sin trädgårdskompost ovanpå, på så sätt har han gjort sig självförsörjande på substrat.



## Grönskans kallkompost

En båttur från Orust på västkusten ligger Susanne Wiigh-Mäsak och Peter Mäsaks Grönskan. De började driva Grönskan som ett växthus med tillhörande handelsbod och café. Men rörelsen utvecklade sig till att innefatta även utbildningar och till slut en egen kompostmodell, även den kallad Grönskan.



Susanne som är kvinnan bakom komposten är ursprungligen biolog. Hon är mycket noga med att inte "utsätta" sina komposteringsare betare för sämre förhållanden än de hon själv skulle mäta med.



Hon förbannar temperaturer som går över 37°C, “då har den feber”, och genom noggrann omrörning ser hon till att det aldrig blir syrefria områden i komposten. Grönskankomposten är utformad med specifika mått så att dessa krav kan uppfyllas. En “förruttnsekammare” till kompost vill hon nämligen inte ha. Susanne och Peter samlar sitt avfall i en stor kastrull med lock. Den står nära till hands i köket och när den är full, ungefär en gång i veckan, är det dags att gå ut och mata komposten. Med en liten handkratta fördelar de det nya avfallet mycket noga och blandar så att allt nytt kommer i kontakt med gammalt material.



I Grönskankomposten kryllar det av smådjur och framförallt maskar av olika storlekar. Susanne lyfter upp en näve kompost full med olika kryp och ler stolt: “Detta är min övertidspersonal, de gör allt jobb åt mig!”

Redan efter två veckor är komposten färdig att använda. Materialet är då en ganska grov blandning med mer eller mindre nedbrutna delar. Detta myllar Susanne och Peter ner i rabatter och trädgårdsland men även i sina krukor. Trädgårdsavfallet hamnar inte i Grönskan, det lägger de istället ut i delar av trädgården där de vill ha ny jord och jämnare mark.



## Bo och Carinas maskkompost



Det var redan på 1990-talet som Bo och Carina köpte hem sin första lilla låda med kompostmaskar. Först fick maskarna bo i dotterns garderob men så småningom flyttade de ut till en större kompostbehållare ute i trädgården. Idag är de en av få återförsäljare i Sverige och Bo har ledig en dag i veckan då han kan räkna och skicka mask till beställare runtom i landet och ibland även utomlands. Eftersom maskarna inte klarar för kalla temperaturer kan försändelserna bara skickas under sommarhalvåret. "Den stora vinsten med maskkompost är volymreduktionen och våra bästa kunder är hästägare som med hjälp av maskar kan minska gödselhögen med mer än hälften", berättar Bo.

Det krävs flera hundra tusentals maskar för att de ska kunna ta hand om allt matavfallet från ett hushåll. Genom att ta hand om lakvattnet som rinner ur botten på maskkomposten får de även flytande gödsel till inomhusblommorna.



Bo och Carina ger sina maskar alla sorters matrester. De samlar avfallet i en hink i köket och matar komposten ungefär en gång i veckan. Skulle de åka på semester klarar sig maskarna utan matning mycket länge på det gamla materialet. Finfördelning av matresterna behövs inte och även hårt material, som okokta potatisar går bra eftersom andra mikroorganismer gör förarbetet. Maskar har inga tänder och först när materialet är riktigt fuktigt kan de suga i sig det. Ett problem med matrester i komposten kan vara är att de innehåller väldigt höga halter salt. Vi frågar därför om saltade matrester kan vara farligt för maskarna, men det är inget som paret har märkt av i sin kompost.



Efter ungefär ett år är maskkomposten färdig att användas. Men för att bryta ned även de större bitarna väntar Bo och Carina ytterligare ett år innan de blandar ut substratet, som i själva verket inte är något annat än finkornigt maskbajs. Bo har en teori om att näringen i den färdiga komposten har bundits till kolloider med hjälp av maskslem, vilket gör det till en långsamverkande gödning utan risk för läckage. “Vi kallar det för vårt svarta guld, eftersom det är så vackert, poröst och precis som guld för våra växter”, säger Carina och ler.



## Skillebyholms biodynamiska kompost



Skillebyholm är skolan för den som vill bli biodynamisk odlare eller trädgårdsmästare. Sedan 1974 har platsen varit ett centrum för utbildning i biodynamisk odling. Här är komposten en central del för odlingen och en viktig ingrediens i deras välbeprövade jordrecept. Skillebyholm har flera olika sorters komposter, för att skilja på avfallet men också för att få fram specifika ingredienser till olika odlingssubstrat. Lövkomposten som innehåller färska löv, lite aska och några procent gödsel blir den perfekta ingrediensen för en näringsfattig såjord. Tomatkomposten består av växtdelar från förra årets tomatkör och är en viktig ingrediens i de nya tomaternas substratblandning. Hushållsavfallet komposteras för sig och dess slutprodukt hamnar bland annat i örträdgården. Thomas Lüthi,

grundaren till trädgårdslinjen på Skillebyholm poängterar att i det är jorden man gödslar med sin kompost, inte växterna.



Utmärkande för den biodynamiska komposten är att det tillsätts preparat bestående av växtdelar som ska gynna komposten på olika sätt. Växtdelarna kommer från välkända medicinalväxter vars egenskaper inte bara ger människan balans utan även komposten. Thomas Lüthi svarar välvilligt när vi försöker få reda på mer om de olika preparaten och de "krafter" som de sägs föra med sig. "Man får tycka vad man vill om det där. Intressant är att beredningsprocessen är offentlig och tillgänglig för alla som vill tillämpa den", säger Thomas. "Vid kemikalietillverkning i ett laboratorie vill man komma

åt ett särskilt ämne, man håller det sterilt och stänger naturen ute. Här vill vi istället komma åt ett helt sammanhang med många olika processer och använder oss därför av naturen vid preparattillverkningen.” Att iaktta naturen och följa dess gång är en viktig del i den biodynamiska trädgårdskonsten. För att verkligen förstå Röllekans roll i komposten bör den ha iakttagits och målats av i flera växtsäsonger. Även de andra kompostingredienserna kräver sin akksamhet. “Viktigare än alla preparat är att komposten har byggts på en bra grund. I en god miljö kan alla nedbrytare trivas. Finns det organisk substans som ska brytas ned kommer olika organismer in vid olika tidpunkter och de försvinner igen när det är dags - utan att vi behöver säga till dem. Självregeringen är subtil.” Thomas menar att komposten är ett tydligt tecken på naturens självreglering.





## Bokashi hos Jenny i Säfte

När Jenny Harlen flyttade till Sverige från Nya Zeeland hade bokashi redan hunnit bli en väletablerad komposteringsmetod i hennes hemland. Hon visste att om bönderna från det anrika jordbrukslandet godkände en sådan metod, då kan det inte vara påhitt! Idag driver hon webshoppen bokashi.se där hon säljer bokashiströ och flera olika sorters jäsningshinkar. Hon vill sprida förståelse kring vikten av att återföra organiskt material till våra jordar och främja biodiversiteten under markytan.



*Fotograf: Leif Djäv*

De effektiva mikroorganismerna som finns i bokashiströet hjälper inte bara till att fermentera matresterna, nedgrävda i jorden bidrar de även där till ett ökat mikroliv som ger högre skördar och gör växterna mer motståndskraftiga mot angrepp. "För att kunna odla växter måste vi kunna odla vår jord! Många villaträdgårdar har helt gråa, trista och obördiga jordar. Det är viktigt att vi för tillbaka mikrolivet till dem!" Med tiden har hon förstått att målgruppen är betydligt bredare än den villaägare som hon ursprungligen vände sig till. För stadsodlaren ger bokashin viktig påfyllning till pallkragen och den som bor på liten yta kan kompostera matavfallet under vasken, flera förskolor lär sig att följa det ekologiska kretsloppet genom bokashin. "Oavsett vilket komposteringsätt man väljer, om bokashi eller varmkompost, gör man jorden en viktig tjänst. Vår vision är att hela Sverige ska sluta slänga mat, på vilket sätt man vill göra det spelar mindre roll", säger Jenny som länge varit en kompostfanatiker. Hon har också märkt att bokashin kan sätta fjutt på en varmkompost som stannat av i processen. Det enda som kan gå riktigt fel i en bokashi är att det samlas för mycket vatten i hinken som gör att matresterna ruttnar istället för fermenteras. Med bokashihinken som har en liten avtappningskran nederst kan vattnet dock enkelt tappas av och bli till värdefullt gödselvatten för inomhusplantorna.

## Vidare läsning

Den här handboken är ett resultat av examensarbetet *Åter till kompost! – En teoretisk genomgång och jämförelse mellan olika komposteringsmetoder* (2015) inom ramen för trädgårdsingenjörsprogrammet på Sveriges lantbruksuniversitet, SLU, Alnarp. Är du intresserad av att lära dig mer om t.ex. de biologiska processerna bakom kompostering så kan arbetet laddas ner från <http://stud.epsilon.slu.se>.

## Kontaktuppgifter till de olika kompostexperterna:

Varmkompost:

[www.kompostcenter.se](http://www.kompostcenter.se)

Biodynamisk kompostering:

[www.skillebyholm.com](http://www.skillebyholm.com)

Grönskans kompost:

[www.grönskan.se](http://www.grönskan.se)

Bokashi

[www.bokashi.se](http://www.bokashi.se)

Maskkompost

[www.kompostmask.se](http://www.kompostmask.se)

## **Bilaga 2: Krassetest**

# KRASSETEST

## Material:

- 8 behållare i plast samt lock
- 50 x 8 frön
- 7 olika kompostjordar
- Planteringsjord från Änglamark:

Sammansättning: 50 vol.% ljus vitmossetorv (sphagnumtorv), 40 vol.% mörk vitmossetorv (sphagnumtorv), 10 vol.% naturgödselkompost från konventionella svenska frigående djur, kalkstensmjöl.
--

Organiskt innehåll: 80% Lt: ca 2-3 mS/cm Elektisk konduktivitet 200-300 mS/m pH: 5,5-6,5
---

Näringsinnehåll mg/l Kväve (NO <sub>3</sub> +NH <sub>4</sub> ) 150 P 40 K 300 Ca 1000
---

## Metod:

Den 8/5-15 fylldes sju olika behållare med kompost och en med jord. Samtliga åtta behållare förseddes med 50 frön vardera, i fem linjer. Efteråt vattnades alla och ställdes bredvid varandra i ett fönster. Behållarnas position cirkulerade för att efterlikna så lika förhållanden som möjligt.

## PROTOKOLL:

	Sådd 8/5 Bevattning	9/5 Uppkomst	10/5 Skott > 1 cm	11/5 Skott > 1 cm	12/5 Skott > 1 cm	15/5 Skott > 1 cm	18/5 Skott > 1 cm
Varmkompost		Många rotskott inga stjälar eller blad	3	48	50	50	50
Biodynamisk		Många rotade, fler på väg upp, en med blad utan fröskal	42	45	45	47	48
Kallkompost		Flera rötter syns, inga blad eller stjälar	12	34	43	45	47
Maskkompost		Två med blad uppe, flera på gång	39	42	43	45	50
Bokashi		En med blad (nästan uppe)	45	45	45	45	45
Lövkompost		Inga blad ute men flera på gång	37	40	41	42	45
Trädgårds- kompost		Tre med blad uppe, flera på gång	40	41	41	42	42
Planteringsjord		Två med blad, två till på gång	43	46	46	47	47

## NOTERINGAR:

	8/5	9/5	10/5	11/5	12/5	18/5
Varmkompost	Luktade lite, makroliv =gråsuggor	Vitt mögel		De lägsta	En missbildad, ganska långa skott	
Biodynamisk	Makroliv: En tusenfoting	Ett ogräs uppe		Höga	Höga, välutvecklade och jämna skott	Långa och stora men ganska sladdriga.
Kallkompost	Stor onedbrutna bitar, mycket av den vita masken: Enchytraeus albidus	Små vita maskar över hela behållaren, fuktigt substrat.			Ojämn tillväxt, har svårt att ta sig upp	Korta med ljusare och fastare stjälar
Maskkompost	Helt fin, bara åggskal som inte brutits ner, en och annan insekt	Två gråsuggor i behållaren			Ganska jämna, några högre, några lägre	
Bokashi	Uppblandad med jord	Vitt mögel		ett ogräs	låga och höga skott	Ett ogräs
Lövkompost	Mörk och fuktig				Ganska jämnlånga skott	Väldigt finförgrenade rötter. 4 ogräs
Trädgårds- kompost	Ljusare än den ovan	Två okända växter (ogräs) har grott	Håller vatten sämst	Torkar väldigt snabbt	Torrt substrat, lägre ngt gulare skott	
Planteringsjord	Fluffig, inga makroorganismer	Maskar av sorten Enchytraeus albidus har flyttat in från grannlådan (Grönskan).			Hög och jämn tillväxt	Långa välförgrenade rötter

