

Grönkompost som krukodlingssubstrat

– Vilka organiska biprodukter tillgängliga i Sverige kan tillsammans med grönkompost bilda ett krukodlingssubstrat utifrån de krav som ställs?

Green waste compost as a container media

– Which organic byproducts available in Sweden can incorporated with green waste compost form a container media based on the requirements demanded?

Stefan Hålam



Grönkompost som krukodlingssubstrat

– Vilka organiska biprodukter tillgängliga i Sverige kan tillsammans med grönkompost bilda ett krukodlingssubstrat utifrån de krav som ställs?

Green waste compost as a container media

– Which organic byproducts available in Sweden can incorporated with green waste compost form a container media based on the requirements demanded?

Stefan Hålam

Handledare: Helena Karlén, SLU, Institutionen för biosystem och teknologi

Examinator: Håkan Asp, SLU, Institutionen för biosystem och teknologi

Omfattning: 15 hp

Nivå och fördjupning: G2E

Kurstitel: Kandidatarbete i trädgårdsvetenskap

Kurskod: EX0495

Program/utbildning: Hortonom

Examen: *kandidatexamen i trädgårdsvetenskap*

Ämne: Trädgårdsvetenskap

Utgivningsort: Alnarp

Utgivningsmånad och -år: juni 2015

Omslagsbild: Stefan Hålam

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

Nyckelord: *Grönkompost, krukodling, containerodling, odlingssubstrat, torversättning, restprodukt, biprodukt*

SLU, Sveriges lantbruksuniversitet

Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds- och växtproduktionsvetenskap

Institutionen för biosystem och teknologi

Sammanfattning

Grönkompost, en organisk produkt bestående av park- och trädgårdsrester kan användas som jordförbättring. I denna litteraturstudie undersöktes om grönkomposten också kunde användas som komponent i ett krukodlingssubstrat. För att möta framtida krav om minskad torvanvändning undersöktes också vilka biprodukter som kunde tänkas motsvara torvens egenskaper och tillsammans med grönkomposten bilda ett krukodlingssubstrat. Organiska biprodukter från skogs- pappers- och jordbruksindustrin undersöktes. För att ett material ska kunna användas som krukodlingssubstrat så krävs att det har eller genom förädling kan få rätt kemiska, fysikaliska och biologiska egenskaper. En genomgång av tidigare studier gjordes för att komma fram till vilka kemiska, fysikaliska och biologiska faktorer som var mest relevanta att studera. Kemiska faktorer viktiga för ett odlingssubstrat visade sig vara C/N-kvot, pH, katjonbyteskapacitet och ledningstal samt avsaknad av toxiska ämnen. Viktiga fysikaliska faktorer var skrymdensitet, porositet, andelen luft- och vattenhållande förmåga och växttillgängligt vatten. Viktiga biologiska faktorer var att substratet skulle vara fritt från ogräsfrö och växt- och humanpatogener. Flera biprodukter med potential att tillsammans med grönkompost bilda ett krukodlingssubstrat visade sig finnas. Bark från barrträd visade sig vara den biprodukt med högst potential.

Abstract

Green waste compost, an organic product consisting of park- and garden residuals can be used as soil improvement. In this literature review green waste compost was investigated if it could be used as a component in a container media. To meet future demands for reduced use of peat also byproducts, that might correspond peat properties and incorporated with green waste compost form a container media, was investigated. Organic byproducts derived from forest paper and agriculture industries were investigated. For use of a material as a container growing media it's required to has, or by processing get, the right chemical, physical and biological properties. Reviews of previous studies were done to find out which chemical, physical and biological factors those were most relevant to study. Chemical factors important to a growing medium turned out to be the C/N ratio, pH, cation exchange capacity, salt level and absence of toxic substances. Important physical factors were bulk density, porosity, aeration porosity, water holding capacity and plant available water. Important biological factors were that substrate should be free from weed seeds and plant and human pathogens. It was showed that several byproducts with the potential as incorporated with green waste compost forming a container media. Bark derived from conifers appeared to be the byproduct with the highest potential.

Innehållsförteckning

Inledning.....	1
Syfte.....	1
Frågeställning och avgränsning	1
Material och metod.....	2
Bakgrund	3
Restprodukter.....	3
Odlingssubstratets egenskaper	3
Fysikaliska egenskaper	4
Kemiska egenskaper.....	4
Biologiska egenskaper	5
Torv.....	6
Grönkompost.....	6
Sammanfattning.....	7
Resultat.....	8
Skogsindustrin	8
Sågspån, flis och träfiber	8
Bark.....	9
Pappersindustrin	11
Pappersbruksavfall	11
Kartong	11
Tidningspapper	11
Jordbruksindustrin.....	12
Halm	12
Svampkompost.....	12
Sammanställning	13
Diskussion.....	15
Slutsats	18
Referenser	19

Inledning

Idag används mest torv som substrat för krukodling med diverse tillsatser av organiska samt oorganiska tillsatser och gödselmedel. Begränsade och utarmade torvlager i västra och centrala Europa (Di Benedetto & Pagani, 2011) samt påtryckningar från miljöorganisationer och allmänhet har lett till att man de senaste decennierna har börjat leta efter alternativ till torv som odlingssubstrat (Carlile, 1997; Barkham, 1993; Verhagen & Blok, 2007). Däremot så verkar vi i Sverige än så länge inte brytt oss om att utveckla alternativ till torven i samma utsträckning, troligtvis eftersom vi här har en så pass god tillgång på torv. Men det förs också en debatt om hur mycket brytning av torv som ska tillåtas i Sverige. Det finns negativa konsekvenser av de ingrepp man gör i naturen vid brytning av torv (SCB, 2014). Torvmossar är ett stort kollager. Vid torvbrytning för användning till bland annat odlingssubstrat, förs kolen tillbaka till atmosfären genom nedbrytning och bidrar till ökad växthuseffekt. Genom att använda kompost av till exempel trädgårdsavfall istället skulle det kunna bidra till minskad växthuseffekt (Boldrin, et. al., 2010). Men det finns också argument om att, av skogsbruket, redan avdikade marker, som gör att torven där redan bryts ned, lika gärna kunde brytas och utnyttjas istället för att brytas ned utan att komma till nytta (Kjellin, 2015).

För att vara beredda på förändringar av lagar och regleringar av torvbrytning så måste det finnas en beredskap på hur Sveriges torvberoende för odlingssubstrat skulle kunna minskas. Därför behöver man hitta alternativa substrat som kan komma att motsvara torvens egenskaper, samtidigt som alternativen bör vara ekonomiskt försvarbara samt ha en mer positiv effekt på miljön. I ett antal kommuner i Sverige samlas trädgårdsavfall in för att sedan komposteras. Den färdiga grönkomposten blir näringsrik och behöver blandas med något buffrande och strukturbyggande substrat för att förädlas till ett odlingssubstrat.

Syfte

Arbetets syfte har varit att få större kunskap om vilka potentiella biprodukter som finns tillgängliga i Sverige som skulle kunna användas tillsammans med en grönkompost för att tillverka ett odlingssubstrat som kan motsvara de krav som ställs på ett sådant.

Frågeställning och avgränsning

Detta kandidatarbete ska undersöka vilka organiska biprodukter som idag finns tillgängliga i Sverige som tillsammans med grönkompost ingår i ett krukodlingssubstrat utifrån de krav som ställs.

Organiska biprodukter kommer från fler olika sektorer. Från skogs- och pappersindustrin kommer till exempel sågspån och bark, från textilindustrin kommer bland annat ull- och bomullsrester, från matindustrin kommer olika animaliska och vegetabiliska rester och från jordbrukssektorn kommer gödsel och skörderester. Jag har valt att undersöka biprodukter som härstammar från skogs- och pappersindustrin samt jordbrukssektorn. Det

finns mycket information om biprodukterna från dessa sektorer eftersom de finns i stora kvantiteter och har potential att förädlas till ett krukodlingssubstrat. Tillgänglighet och reproducerbarhet har tagits hänsyn till i arbetet. Däremot så har det inte tagits så stor hänsyn till ekonomiska förutsättningar. Huvudsakligt fokus ligger på att substraten ska ha rätt kemiska, fysikaliska och biologiska egenskaper.

Material och metod

Detta arbete har genomförts genom en litteraturstudie av vetenskapliga artiklar, rapporter och böcker. Vetenskapliga artiklar har sökts genom främst Google Scholar, Web of Science och Primo.

Bakgrund

I Sverige bryts drygt 1,5 miljoner kubikmeter torv årligen för produktion av olika växtsubstrat och som tillsats i jordförbättringsmedel (SCB, u.å.). Men en debatt förs om huruvida vi ska använda våra torvresurser eftersom det tar lång tid att återställa en bruten torvmosse. För att ersätta torven behöver andra lämpliga substrat med liknande egenskaper identifieras.

Restprodukter

Vid tillverkning av produkter uppstår ofta material som inte behövs för slutprodukten. Dessa brukar anges som restprodukter. Men även något som blivit över i konsumtion kan kallas restprodukt enligt nationalencyklopedin (2015). Restprodukter kan i sin tur delas in i avfall och biprodukter. Ett avfall är enligt miljöbalken 15:e kapitlet något som man vill eller är skyldig att göra sig av med. För att en restprodukt ska klassas som en biprodukt ska den bland annat enligt miljöbalken 15:e kapitlet ha uppstått i produktion utan syftet att skapa biprodukten, och den ska kunna användas utan någon bearbetning förutom den som är normal i industriell praxis (SFS 1998:808). Den sista meningen känns mycket svårtolkad. Många material som kan användas till odlingssubstrat är först i behov av någon form av bearbetning. För att underlätta i det här arbetet, och inte fastna i byråkratiska formuleringar, kommer alla restprodukter, som har uppkommit i produktion av andra huvudprodukter och har potential att användas som odlingssubstrat antingen direkt eller genom förädling, att återges som biprodukter.

För att en biprodukt ska vara tänkbar för ett odlingssubstrat så behöver det finnas tillgängligt i större volymer och vara reproducerbart. I Sverige tar vi redan idag reda på och återvinner mycket av våra biprodukter. Det gäller därför att identifiera de biprodukter som inte redan används idag eller som skulle göra mer nytta av att användas som odlingssubstrat jämfört med hur det används nu. Ett sådant exempel skulle kunna vara organiska biprodukter som idag går till förbränning för att producera el och värme. En del av de biprodukter som bränns kanske skulle kunna ha ett större värde av att användas som odlingssubstrat istället för att eldas upp, vilket skulle behöva undersökas närmare. Troligtvis så finns det avfall som ännu inte utnyttjas trots att det skulle kunna ha potential till att användas för något ändamål. Ett exempel på ett sådant material är hästgödsel som idag är ett avfall som kostar pengar för hästgårdar att bli av med (Wennerberg & Dahlander, 2013), trots att det faktiskt skulle kunna ha potentialen till att bli en värdefull komponent till ett odlingssubstrat.

Odlingssubstratets egenskaper

Ett krukodlingssubstrats primära uppgifter är att förankra en växts rotsystem i en kruka och förse växtens rötter med näring, vatten och luft. Användning av organiska odlingssubstrat, utan inblandning av oorganiskt material, ställer höga krav på dess komponenters egenskaper. Ett väl fungerande odlingssubstrat bör ha rätt fysikaliska, kemiska och biologiska egenskaper.

Fysikaliska egenskaper

Exempel på viktiga fysikaliska egenskaper som är viktiga är skrymdensitet och porositet. Torr skrymdensitet mäts i g cm^{-3} och anger densiteten i ett opackat substrat. Låg skrymdensitet bidrar till ett lättare substrat, vilket kan underlätta transport och blandning av substratet (Raviv & Lieth 2008). Dock så får inte skrymdensiteten bli för låg då substratet också måste förankra plantan väl (Bilderback, 1982). Hänsyn gällande skrymdensitet måste därför tas efter vilken typ av kultur och var den ska odlas. Till exempel så behöver substrat till träd som odlas i kruka ha en högre densitet för att förankra trädens rötter och på så sätt hålla träden på plats i krukans, men också för att ge mer tyngd så att inte krukans välter lika lätt. I en växthusodling av mindre plantor behövs inte samma tyngd i krukans eftersom att risken för att välta är betydligt mindre, och vid förflyttning av dessa plantor är det en fördel att de väger så lite som möjligt.

Porositet mäts genom att 1 subtraheras med kvoten av skrymdensiteten dividerat med densiteten av substratets partiklar och anges sedan i procent (Bunt, 1988), man mäter alltså andelen i ett substrat som inte är jordpartiklar utan som är fyllt av luft och vatten (Eriksson, et. al., 2011). Den totala porositeten för ett odlingssubstrat bör ligga omkring 50 – 85% (Bilderback, 1982). Ett odlingssubstrat innehåller både mikro- och makroporer, vilka bestämmer substratets luft- respektive vattenhållande förmåga. Makroporerna är de lufthållande porerna medan mikroporerna står för den vattenhållande förmågan (Landis & Morgan, 2009). Både lufthållande och vattenhållande förmåga bestäms genom att mäta luft- respektive vatteninnehåll i ett substrat efter att det mättats med vatten och som sedan dränerats av Bunt, 1988). Ett rekommenderat värde för odlingssubstrat är att det bör ha en lufthållande förmåga om 15-30% (Chong, 2002). Rekommendationer för den vattenhållande förmågan skiljer sig en del mellan olika källor och kan variera mellan 25-35% (Chong, 2002) och 45-65%(Jackson, et. al., 2010).

En del av vattnet i ett substrat är för hårt bundet och är inte tillgängligt för växternas rötter. Därför räknar man ibland bort den del vatten som inte är växttillgängligt från den vattenhållande förmågan och anger det som växttillgängligt vatten eller bara tillgängligt vatten (Jackson, et. al., 2010).

När olika komponenter blandas för ett substrat så kan komponenternas egenskaper ändras. Om en komponent med hög andel små partiklar blandas med en komponent med hög andel stora partiklar med hög andel luftfyllda porer så kommer de små partiklarna att lägga sig mellan de stora. Detta medför en lägre andel luftfyllda porer för det nya substratet jämfört med vad komponenten med hög andel stora partiklar hade innan (Ingram, et. al., 1993).

Kemiska egenskaper

C/N-kvot anger förhållandet mellan tillgängliga kol- och kväveföreningar. C/N-kvoten för ett odlingssubstrat bör ligga på 20:1 (Bilderback, 1982). Om C/N-kvoten är hög kommer nedbrytningen att gå långsamt eftersom mikroberna kommer att konkurrera om det kväve

som finns (Alm, et. al., 1997). Detta innebär att ett substrat med hög C/N- kvot kommer att leda till brist på växttillgängligt kväve då mikrober och växter måste konkurrera om det. Ett organiskt substrat som bryts ned kommer därför kräva extra näringstillförsel (Bilderback, 1982). Det ska också tilläggas att vilken kemisk sammansättning som kol förekommer i även spelar stor roll för hur snabbt kolet bryts ned, cellulosa bryts till exempel ned betydligt snabbare än lignin (Bunt, 1988). För låg C/N-kvot kan leda till ammoniakavgång (Alm, et. al., 1997).

Ett optimalt pH-värde för substrat varierar mellan olika växter, men generellt för de flesta växter bör ett pH-värde vara omkring 5 till 6.5 (Ingram, et. al., 1993). För lågt pH-värde kan leda till brist av näringsämnen som kalcium och magnesium, medan för högt pH-värde kan leda till brist av bland annat fosfor, järn och mangan (Bunt, 1988). Även faktorer som substratets mikroliv påverkas av pH. Ett pH-värde kan höjas och sänkas med hjälp av tillsatser som kalk och svavel, men helst ska substratet ligga någorlunda bra till från början då tillsatser gör substratet dyrare. Organiska substrat har förmågan att binda och släppa ifrån sig vätejoner och kan på så sätt verka pH-buffrande, vilket är bra då substratet då kan hålla en jämn pH-nivå (Cooperband, 2002).

Många för växten viktiga näringsämnen som till exempel kalium, kalcium och magnesium är katjoner. Därför är det viktigt att veta substratets förmåga att binda katjoner och hindra dessa från att läcka ur substratet. Mängden katjoner som kan hållas kvar av substratet brukar kallas för substratets katjonbyteskapacitet (CEC) (Ashman & Puri, 2002). Den totala katjonbyteskapaciteten går att mäta genom att man lakar ur ett jordprov med hjälp av bariumklorid eller ammoniumklorid, och sedan mäter mängden utlakade joner (Eriksson, et. al., 2011). Substrat med hög andel kolloidala partiklar ökar substratets katjonbyteskapacitet (Ashman & Puri, 2002). Även pH påverkar substratets katjonbyteskapacitet, lägre pH ger lägre katjonbyteskapacitet (Eriksson, et. al., 2011).

Ett färdigt odlingssubstrat bör vara gödlat med en rätt mängd av respektive näringsämne. Därför bör odlingssubstrats komponenter inte innehålla för mycket av något av dessa näringsämnen. För hög halt av ett specifikt ämne kan leda till toxicitet för växterna. Salthalten i ett substrat kan uppskattas genom att man mäter markvätskans elektriska ledningsförmåga, man får då fram ett värde som brukar anges som ledningstal. Rekommenderat ledningstal skiljer sig mellan olika växter, men ett generellt ledningstal för de flesta växter bör vara ungefär 2-3,5 mS cm⁻¹ (Bunt, 1988). Högre ledningstal är skadligt för de flesta växter då det blir svårare för rötterna att få in vatten genom diffusion.

Biologiska egenskaper

Eftersom organiska material bryts ned av mikrober så ändras också ständigt substratets egenskaper. Nedbrytning av organiska ämnen kan leda till för liten del lufthållande porer och istället hög halt vattenbindande små partiklar (Bilderback, et. al., 2005). Därför behövs ett stabilt organiskt material där nedbrytningshastigheten går så långsamt som möjligt. Ju längre växtkulturer desto högre krav behöver ställas på att substratet bryts ned sakta. Krympning av ett odlingssubstrat bör vara mindre än 10% under

hela kulturtiden enligt Ingram, et. al., (1993), medan Noguera, et. al (2003) skriver att ett värde under 30% är acceptabelt.

Torv

Torv har en densitet omkring 300 kg/ kubikmeter (Kanlén, 2012) och alltså borde de ca 1,5 miljoner kubikmeterna torv som bryts i Sverige varje år motsvara omkring 450000 ton torv. Eftersom att torv är den mest använda komponenten i odlingssubstrat idag och alltså det substrat som alternativ kommer jämföras med så är det intressant att veta vilka egenskaper som gjort den så populär. Enligt Schüssler och Bergstrand (2011) så är det torvens egenskaper som till exempel dess relativt långa strukturstabilitet, dess balans mellan luft- och vattenhållande porer och dess katjonbyteskapacitet gjort den till det dominerande krukodlingssubstratet. Även låg skrymdensitet (Dumroese, et. al., 2009) borde bidra till dess popularitet.

Torv skiljer sig åt beroende på vart den kommer ifrån och vilken humifieringsgrad den har (Adelsköld 1987). Den typ av torv som främst används till odlingssubstrat är vitmossetorv som används tack vare dess positiva egenskaper vad gäller vattenkapacitet, luftfyllda porer, katjonbyteskapacitet och resistens mot nedbrytning (Ingram, et. al., 1993). Torv brukar delas upp i 10 olika humifieringsgrader där H1 är den minst nedbrutna torven och H10 är den mest nedbrutna. Inom hortikulturen så klumpas oftast H1-H3 ihop och återges som ljus torv, medan H4-H6 återges som mörk torv och H7-H10 återges som svart torv (Bunt, 1988). Lågt humifierad torv har hög andel luftfyllda porer, men varefter torven bryts ned så minskar partiklarna i storlek och ju mer humifierad torven blir desto lägre andel luftfyllda porer innehåller den. Däremot ökar vattenhållningsförmågan (Bunt, 1988). Torv med högre humifieringsgrad har högre ligninhalt vilket gör att den är mer strukturstabil och bryts alltså inte ned lika snabbt som en låghumifierad torv gör (Raviv & Lieth, 2008). Katjonbyteskapaciteten ökar även med humifieringsgraden (Bunt, 1988).

Grönkompost

Med Grönkompost menas en kompost bestående av park- och trädgårdsrester i form av en blandning av löv- och trämaterial (Spiers & Fietje 2000). Burger et. al. (1997) skriver att grönkompost har potentialen att bli ett fullgott substrat om man lyckas övervinna utmaningar som bland annat variationen i fysikaliska och kemiska egenskaper. Enbart grönkompost är däremot olämpligt som odlingsmedium på grund av höga pH-värden, högt innehåll av salter och otillräcklig andel luftfyllda porer enligt Spiers & Fietje (2000). Andelen luftfyllda porer kan dock variera mellan olika komposter (Burger et al. 1997). Tidigare odlingsförsök med olika grönkomposter som substrat har visat att oblandad grönkompost fått negativa konsekvenser för tillväxt av plantor (Burger et al. 1997). Vid samma odlingsförsök har man kommit fram till att en mix med andra substrat med 25-50% grönkompostinnehåll verkade lovande.

För att kunna använda en kompost som odlingssubstrat är det viktigt att den har uppnått tillräcklig mognad. Med mognad menas att kompostens organiska material ska vara

stabil och fritt från toxiska ämnen och patogener (Bernal et al 1998). Det har gjorts flera olika studier om hur man kan mäta mognad av en kompost (Benito et al. 2003; Bernal et al. 1998; Raj & Antil 2010). Det verkar dock vara svårt att hitta ett enkelt sätt att mäta mognaden på då det är många olika parametrar som spelar in. I Sverige finns en certifiering, med krav på egenskaper för en mogen kompost, som heter SPCR 152.

SPCR 152 är ett miljö- och kvalitetcertifikat där ett antal krav gällande bland annat vilka råvaror som används, hur insamlingen sker, hur behandlingen går till, och att den färdiga produkten uppfyller de krav som ställs. Vidare finns krav på smittskydd och halt av ogräsfrö och tungmetaller. Kraven ska också säkerställas av en oberoende tredje part för att garantera säkerhet. Certifieringen gäller endast kompost i sig och en färdig jordblandning med andra ingredienser såsom bark och torv kan således inte certifieras (SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut 2009).

Cirka 300000 ton trädgårdsavfall komposteras på centrala kompostanläggningar varje år (Avfall Sverige 2014). En av de största producenterna i Sverige av grönkompost är Sysav i skåne som komposterar cirka 38000 ton grönkompost från Malmöregionen varje år (Sysav, 2014). Sysavs grönkompost säljs som jordförbättringsmedel och även en förädlad produkt säljs som plantjord, baserat på 30% grönkompost och 70% torv. Sysav är en av de få stora kompostanläggningar i Sverige som idag har sin grönkompost certifierad enligt SPCR 152 (Avfall Sverige, 2014).

Sysavs grönkompost består av park- och trädgårdsavfall som komposterats i tre år. Medelvärden av provtagningar av grönkomposten visar att pH-värde och ledningstal är ganska höga. Tillgången av växttillgängligt kväve är däremot låg och mer kväve kan behöva tillsättas (Sysav, 2014-06-16).

Sammanfattning

Sammanfattningsvis så behövs alltså ett eller flera substrat identifieras som i en blandning med grönkompost kan leva upp till följande kriterier:

- Substratet ska vara en tillgänglig och reproducerbar organisk restprodukt.
- Substratet ska ha rätt fysikaliska egenskaper vad gäller skrymdensitet och porositet, och en väl balanserad sammansättning av både mikro- och makroporer.
- Substratet ska ha rätt kemiska egenskaper vad gäller C/N-kvot, pH-värde, katjonbyteskapacitet och halten av salter. Det ska också vara fritt från för både människor och växter toxiska ämnen.
- Vad gäller biologiska faktorer så ska substratet ha en hög resistens mot nedbrytning. Efter behandling, till exempel genom kompostering, ska substratet vara fritt från ogräsfrö och både växt- och humanpatogener.

Resultat

Skogsindustrin

Från skogsindustrin kommer biprodukter från avverkning och sågverk i form av bland annat sågspån, flis och bark. Det avverkades ca 80 miljoner m³ skog per år i Sverige mellan 2008 och 2013, varav 50% gran, 33% tall och resterande 17% var lövträd (Nilsson, et. al., 2014). Ungefär 60-65% av hela trädet består av stammen. Av timmerstocken används cirka 45-50 % till sågade trävaror, medan cirka 10-15% används till sågspån, 30-35% till massavedsflis och 5-15% till bark (SCA, 2015). Det blir alltså en ansevärd mängd biprodukter i form av sågspån, flis och bark varje år, som idag mestadels används till biobränsle.

Sågspån, flis och träfiber

Träprodukter som sågspån, flis och träfiber kan ha varierade egenskaper beroende på vilket träslag de härstammar från och vilken form de är i. Vad gäller kemiska egenskaper så kan pH variera mellan 3,8–6,6 på grund av dålig pH-buffrande förmåga, och ledningstal ligger generellt lågt (Raviv & Lieth 2008). Den dåliga buffrande förmågan bekräftas också i ett försök av Bugbee (1999) där sågspånet som användes hade svag inverkan på odlingssubstratets pH. Med tanke på träsubstratens generellt höga kol/kväve-kvot, enligt Di Benedetto & Pagani (2011) så kan kvoten vara mellan 400:1 till 1300:1, så kan träsubstraten också med fördel komposteras med något kväverikt substrat som exempelvis stallgödsel.

På grund av att trä från vissa träd innehåller fytotoxiska ämnen (Worrall, 1977), så kan kompostering av träsubstrat krävas innan det kan användas som odlingssubstrat. Träsubstrat behöver dock inte nödvändigtvis komposteras innan det kan användas. Ett försök med odlingssubstrat visade att 30% färskt sågspån från lövträd, mixat med 50% kommunal hushållskompost och 20% sand fungerade väl som krukodlingssubstrat för *Coreopsis* och *Rudbeckia* (Bugbee, 1999).

Flera studier har visat att odlingssubstrat som tillverkats av flis och träfiber från olika träd har potential att användas som odlingssubstrat (Gruda & Schnitzler, 2004; Fain, et. al., 2008; Saunders, et. al., 2006; Jackson, et. al., 2010). Generellt för träbaserade substrat så är porositeten hög, med hög andel luftfyllda porer (Raviv & Lieth 2008), medan den vattenhållande förmågan är låg (Cull, 1981). Men Jackson & Wright (2007) visade att man kunde förändra viktiga egenskaper, som vattenhållande förmåga och andelen luftfyllda porer, genom att ändra partikelstorleken av träsubstrat. Deras värden visar att man genom att mala substratet till en partikelstorlek av 1,59 mm jämfört med 6,35 mm kunde erhålla en ökning av den vattenhållande förmågan med ungefär 50% och andelen tillgängligt vatten med ungefär 250%. Den vattenhållande förmågan och växttillgängligt vatten var jämförbart med det torvbaserade substrat som användes som jämförelse.

Enligt Jackson & Wright (2007) så finns det en ekonomisk fördel med flis som odlingssubstrat jämfört med torv eftersom att flisen kan produceras i den storlek som är önskvärd, och man slipper då använda dyrare tillsatser såsom perlit och vermikulit. Dock så

skriver Jackson et. al (2010) att det, på grund av höga energikostnader, kan bli för kostsamt att finfördela hela trämaterialiet för att uppnå lämplig vattenhållande förmåga, det kan vara mer prisvärt att istället blanda ut trämaterialiet med något annat lämpligt material med partiklar mindre än 5 mm. Andra material med små partiklar kan också hjälpa till att höja katjonbyteskapaciteten för substratet (Jackson, et. al., 2010).

Glenn et. al. (2008) visade att det fanns potential för ett bra odlingssubstrat hos tre substrat som var tillverkade av flis från respektive tre olika arter av *Pinus*. En stor fördel med att använda trä från tall är enligt Jackson et. al., (2010) att materialet inte behöver komposteras, utan kan användas direkt efter att det har blivit flisat till lämplig storlek.

Trä från lövträd binder kväve lättare än trä från barrträd och bryts ned fyra gånger snabbare (Ingram et al. 1993). Anledningar till att trä från barrträd inte bryts ned lika snabbt är också dess höga innehåll av lignin, samt dess innehåll av hartser som motverkar mikroorganismernas verksamhet (Persson, 2003). Utifrån dessa fakta så bör man ha koll på hur mycket kväve som går åt för nedbrytning av träsubstrat och alltså då behöver tillsättas i odlingssubstratet.

Olika fabrikat av träfiberssubstrat, som ofta härstammar från gran- och talltimmer finns på den europeiska marknaden (Raviv & Lieth 2008). Exempel på fabrikat är Toresa och Hortifiber (Jackson, & Wright 2009). Träfibrerna används ofta färska utan att först komposteras (Raviv & Lieth 2008). Detta leder troligtvis till att de snabbt bryts ned vid odling. Prasad, & Maher (2003) gjorde ett försök som visade att träfiberssubstrat bröts ned betydligt snabbare än vad torv med nedbrytningsgrad H5 gjorde. Vid uppblandning av substraten med hälften H5-torv så minskade nedbrytningshastigheten. Eventuella patogener som skulle kunna förekomma i träfiberssubstraten elimineras genom att materialet antingen blir tillräckligt upphettat av friktionsvärmerna som uppstår vid tillverkningsprocessen eller så ångas materialet (Raviv & Lieth 2008).

Bark

Bark är ett material som har använts mycket som komponent i odlingssubstrat. Även i Sverige används bark som komponent i flera odlingssubstrat idag. Vilket trädslag som används varierar med lokala tillgångar (Carlile, 2005). I Sverige är gran och tall våra två vanligaste trädslag (Skogsstyrelsen, u.å.). Det är därför troligtvis barken från dessa träd som finns i störst mängd och som är mest intressant för användning i Sverige. Men även vissa lövträd som till exempel asp, björk och ek kan också tänkas komma att användas. Det är ganska stora skillnader mellan egenskaper av bark från löv- och barrträd, men det kan också variera mellan olika släkten och arter (Bunt, 1988).

Vad gäller kemiska egenskaper så kan pH skilja sig ganska mycket beroende på vilket träd barken härstammar från. pH-värdet kan ligga mellan 4 för åldrad tallbark (Odneal, et. al., 1990) till uppemot pH 8-9 för komposterad bark från lövträd (Ingram, et. al., 1993). Anledningen till att bark från lövträd ofta får ett högt pH-värde efter kompostering är på

grund av dess höga halt av Kalcium (Bilderback, 1982). C/N-kvoten för bark är generellt cirka 300:1 (Ingram, et. al., 1993). Men C/N-kvoten verkar kunna variera mellan olika källor, enligt Bilderback (1982) är C/N-kvoten för lövträdsbark ca 150:1, men sjunker till ca 40:1 efter kompostering. Katjonbyteskapaciteten för bark verkar också vara varierande. Enligt Raviv et. al. (1986) är den låg, medan Dumroese et. al. (2009) beskriver den som måttlig. Efter kompostering kan katjonbyteskapaciteten för bark vara lika hög som för torv enligt Handreck & Black (2002).

Färsk bark kan innehålla fytotoxiska ämnen som till exempel tanniner och fenoler, därför behöver bark oftast komposteras, alternativt åldras under längre tid utomhus, för att barken ska kunna fungera väl som odlingssubstrat (Solbraa, 1985). Enligt Bunt (1988) så innehåller bark från de flesta lövträd fytotoxiska ämnen, medan bark från vissa barrträd kan användas färska utan att behöva komposteras. Ett annat sätt som använts för att minska halten fytotoxiska ämnen i bark är att behandla den med hett vatten. Detta har dock ingen eller liten verkan enligt Naasz, et. al., (2009). Samma författare menar att fytotoxiska ämnen också kan uppstå vid nedrytning av bark i syrefattiga miljöer på grund av sekundära metaboliter från mikrober. Eftersom bark från lövträd bryts ned snabbare blir då risken större för syrebrist och därmed högre halt fytotoxiska ämnen jämfört med barken från barrträd.

I Europa komposteras oftast granbark med tillsats av någon form av kvävetillskott (Carlile, 2005). Enligt Solbraa (1985) kan granbark innehålla för mycket mangan, vilket kan leda till näringsbrist för växter, dock kan detta förhindras genom att pH-värdet under komposteringen hålls över pH 6. Bark från tall åldras oftast istället innan den används som odlingssubstrat, vilket sker utan tillsats av någon kvävekälla (Carlile 2005).

Komposterad och åldrad bark används tack vare egenskaper som god dräneringsförmåga och hög andel luftfyllda porer (Carlile, 2005). Harrelson et. al. (2004) visade att det var stor skillnad mellan andelen luftfyllda porer, vattenhållande förmåga och växttillgänglig vatten mellan färsk och åldrad bark. Den färska barken hade betydligt högre andel luftfyllda porer och betydligt lägre andel vattenhållande förmåga och växttillgängligt vatten jämfört med den åldrade barken. Barken kan malas eller strimlas ned (Carlile, 2005), vilket är en fördel eftersom man då har möjligheten att producera ett homogent substrat och få det likadant varje gång (Bilderback, 1982).

Genom att blanda bark med grönkompost som innehåller relativt mycket vattenhållande mikroporer (Spiers & Fietje, 2000), så kan man styra andelen mikro- och makroporer i substratet, och uppnå ett välbalanserat substrat. Enligt Chen & Avnimelech (1986) så hjälper inblandning av substrat med fler mikroporer även till att öka kapillärkraften som annars kan vara ett problem med barkbaserade substrat, särskilt vid bevattning underifrån.

Tallbark används hellre än bark från lövträd eftersom det tar längre tid för tallbarken att brytas ned (Ingram, et. al., 1993). Även Bilderback (1982) menar att bark från tall är användbart som odlingssubstrat tack vare dess resistens mot nedbrytning. Vid nedbrytning åtgår kväve vilket kräver att hänsyn till detta måste tas vid gödning av ett barkbaserat odlingssubstrat och extra kväve behöver tillsättas för både förlust av kväve och för vad växten kräver (Selmer-Olsen, et. al., 1983). Dock så är nedbrytningshastigheten hos bark generellt relativt långsam (Chen & Avnimelech, 1986).

Pappersindustrin

Olika pappersavfall och biprodukter kan användas som ingrediens till ett odlingssubstrat. I Sverige produceras mer än 10 miljoner ton pappersprodukter varje år, varav den största delen sedan exporteras (Skogsindustrin, 2013). Mer än 90% av avfallet återanvänds genom främst materialåtervinning eller energiåtervinning (Skogsindustrierna, 2015a). På Holmens hemsida kan man läsa att endast en halv procent av deras avfall och biprodukter deponeras (Holmen, 2015). Ungefär 1,2 miljoner ton pappersmaterial samlas in varje år för återvinning i Sverige (Skogsindustrierna, 2015b). Vid massatillverkning åtgår endast en tredjedel av energin vid användning av returpapper jämfört med råvara (Sörab, u.å.).

Pappersbruksavfall

Enligt Chong (2005) är pappersbruksavfall en bra och mindre kostsam källa för organiskt material tack vare den höga halten av cellulosa i avfallet. Resultat från ett försök av Chong & Purvis (2004) visade att pappersbruksavfall komposterat med hönsgödsel och sågspån fungerade bra som odlingssubstrat efter att det blandats med 60% bark. De kom också fram till att komposterat pappersbruksavfall var bättre än okomposterat. I samma försök kunde man se att pH-värdena i både färsk och komposterat pappersbruksavfall var relativt höga. Grönkompost och hönsgödsel har visat sig vara bra supplement som kväve- och näringskälla för kompostering av pappersbruksavfall (Sesay et. al., 1997).

Kartong

Vaxad kartong kan också användas som odlingssubstrat. Kartong har väldigt låg koncentration av näringsämnen vilket gör att den kan användas som komplement i odlingssubstrat (Chong & Hamersma, 1995). Raymond et. al. (1998) visade att en omogen kompost bestående av 50% kartong och 50% använd svampkompost fungerade bra som odlingssubstrat för containerodling av några olika prydnadsbuskar. Dock så var ledningstalet i odlingssubstratet ganska högt i början, men sjönk ganska snabbt och nådde en mer acceptabel nivå efter ca 3 veckor. PH-värdet kan ligga ganska högt, i Chong & Hamersmas (1995) analys så hade kartongen pH 7,6, men pH-värdet kan också tänkas variera mellan olika källor, vilket man får ha i beaktande.

Tidningspapper

I ett försök av Ball et. al., (2000) komposterades hästgödsel tillsammans med strimlat tidningspapper, 50 viktprocent vardera, och jämfördes med ett torvbaserat substrat.

Resultatet visade att komposten blev ett väl fungerande odlingssubstrat som fungerade bra som alternativ till torv. Det färdiga odlingssubstratet hade ett pH-värde på 6,1 och en C/N-kvot på 22. Substratets vattenhållningsförmåga var jämförbar med det torvbaserade substratet. Inga fytotoxiska ämnen upptäcktes.

Jordbruksindustrin

Halm

Från jordbruket kommer organiska biprodukter som gödsel från djur, men också växtrester som halm och agnar från spannmålsodling. Ett årligt nettoöverskott av halm fanns totalt i åtta av Sveriges län till en sammanlagd vikt på närmare en miljon ton (Nilsson & Bernesson, 2009). Flera olika studier har visat att halm från olika gräs kan användas som komponent i ett odlingssubstrat (Altland, et. al., 2009; Clemmensen, 2004; Dede, et. al., 2010). Hö och halm har en C/N-kvot mellan 50-125:1 (Alm, et. al., 1997).

Hampa odlas inte så mycket i Sverige just nu, endast drygt 50 hektar per år odlades år 2012-2013 (Karlsson, 2013). Men eventuellt kan den bli mer populär att odla i framtiden. Det finns två olika typer av hampa som odlas, fiberhampa som odlas för sina fibrers skull och oljehampa som odlas för oljan som utvinns ur dess fröer (Holstmark, 2006). Enligt Dresbøll (2004) är halm från hampa ett potentiellt alternativt substrat till torv, som dessutom inte behöver vara dyrare än torv. I jämförelse med halm från vete så var halm från miskantus och hampa betydligt mer stabila. Halm från hampa hade strukturella egenskaper som lämpar sig bra för ett odlingssubstrat enligt Dresbøll & Magid (2006). Samma författare kommer också fram till att halm från hampa har fysikaliska egenskaper som är positiva för substratets vattenhållande förmåga och kapilläritet.

Clemmensen (2004) gjorde försök med att kompostera *Miscanthus ogiformis* 'Gigantheus' tillsammans med kvävekällor. Resultaten visade att totala mängden luftfyllda porer var betydligt högre jämfört med torv, medan den vattenhållande förmågan var betydligt lägre. Också skrymdensiteten var lägre än för torv. pH varierade beroende på vilken kvävekälla som användes, men låg mellan 4-6.3. Författaren tyckte att komposten behövde utredas mer innan man kunde använda den som substrat.

Svampkompost

Kompost av halm blandat med hästgödsel används ofta som substrat för svampodling och efter att svampen skördats så kan substratet användas som komplement i ett växtodlingssubstrat. På grund av att halmen oftast inte är fullt komposterad så komposteras den oftast ytterligare 9-12 månader för att inte stjåla kväve och krympa när den väl finns i kruka (Bunt, 1988). Svampkompost har generellt höga pH-värden (Chong, 2005) och leder vid inblandning med andra substrat till höjda pH-värden (Medina, et. al., 2009). Även halten av lösliga salter är hög, vilket beror på alldeles för höga värden av kalcium, kalium, klor, natrium och svavel (Chong, 2005). Svampkomposten har liknande egenskaper som bark- och träsubstrat vad gäller vattenhållande förmåga och andel lufthållande porer (Chong, 2005).

Svampkompostens egenskaper kan dock skifta beroende på materialen den är gjord av och kompostens mognad, men även vilken svamp som odlats i den (Medina, et. al., 2009).

2010 uppskattades det finnas mer än 360000 hästar i Sverige (Enhäll, et. al., 2010). Dessa producerar uppskattningsvis 2,7 miljoner ton hästgödsel varje år (Malgeryd, J., & Persson, T. 2013). Hästgödseln är idag ett problem för många hästägare, och upp emot 8000 kronor per häst och år kan det kosta att bli av med hästgödsel för hästägare i tätorter enligt Wennerberg & Dahlander (2013).

Sammanställning

I tabell 1 visas en sammanställning av rekommenderade värden för kemiska och fysikaliska egenskaper hämtat från olika källor samt samlade värden om kemiska och fysikaliska värden om olika substrat, också hämtade från olika källor. Eftersom att värdena är samlade i kategorier, som till exempel sågspån, flis och träfiber som en kategori, så kan värdena skilja sig åt en del inom kategorin. Tabellen är tänkt att ge en överblick över de olika kategoriernas mer eller mindre varierande egenskaper.

Tabell 1. Tabellen visar rekommenderade värden för kemiska och fysikaliska egenskaper hämtade från olika källor, samt samlade värden om kemiska och fysikaliska egenskaper om olika substrat, också hämtade från olika källor.

	Rekommenderade värden					Sågspån, flis & träfiber			Förbrukat		Halm av	
	Torv	Bark	Pappersbruksavfall	svampsustrat	hampa							
C/N-kvot	20:1 (b)	40:1-150:1 (b), 300:1 (e)	400:1-1300:1 (t)	21:1 (n)	16:1 (p)	96:1 (i)	16:1 (h)					
pH	5-6,5 (e), 5,2-6,3 (a), 5,5-7 (c)	4 (c)	3,8-6,6 (g)	6,6 (n), 7,7,5 (d), 8,4 (c)	8,2 (c), 7,6-8,2 (d), 6,8-7,4 (o)	5,6 (i)	7,3 (u)					
Katjonbyteskapacitet	hög (o)	låg (j), måttlig (m), hög (l)	låg (k)	-	-	-	-					
Ledningstal (dS m⁻¹)	2,0-3,49 (f), 0,75-1,99 (a), ≤1 (c)	0,1 (c)	0,7-1,3 (g), 0,1-0,3 (c)	1,2 (c), 0,2-1,5 (d)	4 (c), 1,5-9 (o)	-	0,3 (u)					
Skrymdensitet (g/cm³)	<0,4 (a), 0,2-0,75 (c)	0,11 (c), 0,6-1 (f)	0,15-0,23 (c), 0,09 (i)	0,43 (c)	0,4 (c)	0,06 (i)	0,11 (u)					
Porositet (%)	50 - 85 (b), >85 (a)	>96 (f)	84,6 (q), 94,2 (i)	60-65 (v)	93 (p)	96,5 (i)	-					
Luftållande porer (%)	15-30 (c), 10-20 (f)	30 (c)	18-41 (c)	40 (c)	40 (c), 38-61 (o)	71,2 (i)	50 (u)					
Vattenhållande förmåga (%)	55-70 (a), 25-35 (c), 45-65 (d)	58 (c)	32 (c), 48 (d)	31 (c)	31 (c), 32-40 (o)	-	10 (u)					
Växttillgängligt vatten (%)	20-30 (q)	55,4 (f)	25,9 (f), 27,8 (d)	19 (g), 32,2 (f)	-	11,7 (i)	-					

Referenser: a=Noguera, et al. (2003); b=Bilderback, (1982); c=Chong, (2002); d=Jackson, et al. (2010); e=Ingram, et al. (1993); f=Bunt, (1988); g=Raviv & Lieth, (2008); h=Dresbøll & Thorup-Kristensen, (2005); i=Clemmensen, (2004); j=Chen & Avnimelech, (1986); k=Goh & Haynes, (1977); l=Handreck & Black (2002); m=Dumroese, et al. (2009); n=Evanylo & Daniels, (1999); o=Medina, et al. (2009); p=Lemaire, et al. (1984); q=De Boodt & Verdonck, (1971); r=Hernández-Apaolaza, et al. (2005); s=Odneal, et al., (1990); t=Di Benedetto & Pagani, (2011); u=Chong, & Purvis, (2004); v=Chong, et al. (1988).

Diskussion

Studier har visat att flera av de biprodukter som undersökts har själva eller tillsammans med andra komponenter kunnat bilda fullgoda odlingssubstrat som i vissa fall kan motsvara torvens egenskaper. Även grönkompost som komplement till ett torvbaserat substrat har i försök visats ge bättre odlingsresultat än torvsubstratet ensamt. Det finns alltså ett gott hopp om alternativ till torven.

Det man måste ta i beaktande är att växter har olika krav på sina odlingsbetingelser. Så även om odlingsförsök har visat att ett substrat har fungerat jättebra för en odlingskultur så behöver det inte betyda att samma substrat fungerar väl för en annan kultur. Krav på egenskaper skiljer sig också mycket beroende på om substratet ska användas till såjord, pluggplantor, växthusplantor eller lignoser med mera. Därför behöver man först analysera vilka förutsättningar som krävs för de kulturer som är tänkta att odlas i substratet.

Vid genomgång av litteratur om vilka egenskaper ett optimalt odlingssubstrat bör ha så har det visat sig att de rekommenderade värdena varierar en del, vilket framgår av tabell 1. Därför bör inte de värdena tas som en absolut sanning, utan ses som generella. Det verkar heller inte finnas standardiserade mätningmetoder. Både vad gäller mätning av en del fysiska och kemiska egenskaper verkar det finnas olika sätt att mäta på vilket gör att det väldigt svårt att jämföra värdena på något exakt vis.

Varför det kan skilja ganska mycket mellan värdena av substrat för de olika kategorierna i tabell 1 har flera förklaringar. Dels så kan det bero på att man mätt på olika vis, men också för att ett substrat kan skilja sig ganska mycket beroende från vilken källa det kommer ifrån. Om man tar bark som exempel så kan framförallt kemiska värden skilja sig beroende på vilket trädslag som barken kommer ifrån. Både kemiska och fysikaliska värden kan skilja sig åt beroende om barken varit färsk eller komposterad vid provtillfället, och om någon tillsats har använts vid komposteringen. Även graden av finfördelning av barken kan påverka såväl kemiska som fysikaliska egenskaper.

Med anledning av osäkra värden så bör man se rekommenderade värden som en ungefärlig fingervisning. Om man också väger in olika växters förutsättningar så anser jag att ordentliga odlingsförsök med den typ av växter som substratet är menat för bör göras innan de kan släppas ut på marknaden.

Odlingsförsök har visat att andelen grönkompost i ett odlingssubstrat kan vara upptill 50% med fortfarande goda resultat, men som Spiers & Fietje (2000) skriver så beror det på hur högt innehållet av salter är i komposten. I deras odlingsförsök med tomat visade det sig 20% andel grönkompost i substratet gav något bättre resultat än vad 40% gjorde. Hänsyn behöver därför tas till ledningstal för den aktuella grönkomposten samt det substrat som den mixas med. Med tanke på salttåligheten skulle man till näringskrävande och salttåliga växter kunna tänka sig en andel grönkompost omkring 20-50%, medan man till känsligare

och mindre plantor skulle kunna tänka sig 5-20%. Till växter känsliga för höga pH-värden som till exempel rhododendron bör man undvika att ha för hög andel grönkompost. Även om pH går att justera så blir det en extra kostnad, som kan sparas in genom att använda sig av material med redan lågt pH. Kanske ska man i de fallen låta bli att använda grönkompost överhuvudtaget.

För att substraten ska fungera så hänger det också på att grönkomposten tillsammans med det kompletterande substratet även har rätt fysikaliska egenskaper som såklart också måste tas hänsyn till. Om man jämför värden från prover av fyra olika grönkomposter som Burger et. al. (1997) analyserade så är alla fyra inom det värde för vattenhållande kapacitet som enligt Jackson, et. al. (2010) skriver att det borde ligga inom. Dock så är andelen lufthållande porer alldeles för låg för de fyra komposterna. Det skulle dock kunna lösas genom att grönkomposten blandas med ett substrat med hög andel lufthållande porer. Hur stor andel som kan vara grönkompost i ett odlingssubstrat och ändå uppnå rätt fysikaliska egenskaper är svårt att avgöra. Det beror dels såklart på grönkomposten och de andra ingrediensernas egenskaper, men också hur egenskaperna förändras när substraten mixas.

Det finns gott om artiklar om alternativa odlingssubstrat som härstammar av biprodukter från skogsindustrin. Där visade det sig också finnas stora kvantiteter av potentiella odlingssubstrat som sågspån, flis och bark. Dock så används det mesta av de materialen för energiåtervinning idag, och det kan där bli en fråga om konkurrens om materialen med energisektorn. Detta skulle kunna leda till högre priser. Ett sidospår som också skulle vara intressant att studera, är vilken energikälla som skulle behöva ersätta den andel av materialet som skulle gå till odlingssubstrat istället för energi. Man vill ju åt en miljövinna genom ersättning av torv.

Av biprodukterna från skogsindustrin så visade det sig redan finnas flera produkter idag på marknaden som används. Generellt hade de trä- och barkbaserade substraten ganska hög andel lufthållande porer och låg vattenhållande förmåga jämfört med torv. Det behöver inte vara en nackdel då grönkompost ofta består av många mindre partiklar vilket kan resultera i för låg andel luftfyllda porer och eventuellt en högre andel vattenhållande porer. Trä- och barkbaserade substrat i kombination med grönkompost skulle eventuellt i lämpliga proportioner kunna bilda ett substrat med goda fysikaliska egenskaper. Annars finns ju möjligheten med trä- och barkmaterial att de går att finfördela i den storlek man vill och på så sätt skulle materialet kunna anpassas för att bättre uppfylla de fysikaliska egenskaper som efterfrågas. På så sätt borde ett substrat med optimala fysikaliska egenskaper gå att producera.

Den största nackdelen med de träbaserade substraten verkar vara den relativt snabba nedbrytningen av dem. Speciellt för dem som användes färska. Kanske skulle man vinna på att kompostera de substraten en period innan de användes. Bark verkade på den punkten vara ett bättre alternativ än de träbaserade substraten. Åldrad eller komposterad bark från barrträd verkar vara mer intressant än bark från lövträd då lövträdsbark generellt har visats

innehålla mer fytotoxiska ämnen. Men också för att barken från barrträd både håller ett lägre pH och har högre resistens mot nedbrytning. En till egenskap som talar för bark är att komposterad sådan har visat sig ha hämmande verkan mot patogener (Handreck & Black 2002).

Det fanns lite information att tillgå om odlingssubstrat baserade på biprodukter från pappersindustrin. Men den information som fanns om försök som gjorts visade ändå på rätt så goda odlingsresultat (Chong & Purvis, 2004; Ball, et. al., 2000; Raymond, et. al., 1998). Dock så finns det ett par anledningar till att biprodukter från pappersindustrin inte lämpar sig så bra för odlingssubstrat. Dels eftersom att pH-värdet för pappersbiprodukterna verkar ligga ganska högt, vilket också en grönkompost generellt gör, och det passar bättre med ett substrat som, precis som torv, har ett relativt lågt pH. Alternativt så skulle pH-sänkande tillsatser istället behöva tillsättas. Återvunnen kartong och papper verkar för miljöns skull dessutom bättre att använda till ny massatillverkning då 70% energi sparas vid den tillverkningen jämfört med användande av råmaterial.

Organiska biprodukter från jordbruket plöjs ofta ned i åkerjorden igen för att återföra organiskt material och näringsämnen så att inte åkrarna ska utarmas för mycket. Däremot så visade det sig att det fanns ett nettoöverskott av närmare en miljon ton halm varje år som skulle kunna användas till annat. Halm används redan idag som komponent till svamps substrat som efter användning kan användas som komponent i kruks substrat. Kanske kunde det också användas som extra näringskälla till en grönkompost. Men eventuellt kanske endast halmen skulle kunna användas som komplement till en grönkompost. Detta verkar inte finnas så mycket information om än så det skulle vara intressant om studier om detta gjordes. Speciellt eftersom halm kan härstamma från många olika grödor så skulle egenskaper för de olika respektive grödornas halm behöva detekteras.

Halm från oljehampa kan ses som en biprodukt eftersom det blir mycket av plantan över då det bara är fröerna som används för att utvinna olja. Idag odlas inte så mycket hampa i Sverige, men kanske kommer det odlas mer i framtiden, och kanske finns det andra energigrödor vars halm skulle kunna passa att användas som komponent i odlings substrat. Däremot kan man inte kalla fiberhampa eller miskantusgräs för biprodukter då den mesta delen av plantorna idag används för fiber respektive energiproduktion. Men eventuellt skulle man kunna tänka sig att man i framtiden odlar material som skulle kunna användas till odlings substrat.

Att ta till vara på den hästgödsel som det idag verkar finnas ett överskott av, och som hästägare dessutom betalar ganska mycket för att bli av med, borde vara högst intressant. Om man kunde lösa insamling och transport på ett bra sätt och sedan använda det till en inhemsk produktion av svampkompost för att därefter användas som näringskomplement till ett krukodlings substrat så skulle det kunna bli riktigt bra. Problemen med en ojämn kvalitet kanske man kunde komma till rätta med genom att samla in hästgödseln kontinuerligt från ett antal större hästgårdar som man endast använder sig av och på så sätt uppnå en högre

homogenitet. Om det dessutom odlas en svampkultur, exempelvis champinjon, i svampkomposten så borde man kunna uppnå en ganska hög homogenitet i den använda svampkomposten efter det.

Slutsats

Ungefär 450000 ton odlingstorv bryts varje år i Sverige. Detta kan jämföras med de omkring 300000 ton grönkompost som tillverkas varje år. Om grönkomposten blandas ut med omkring 75% andra material så finns potentialen att ersätta en ganska stor del av odlingstorven i Sverige. Med tanke på att det avverkas ca 80 miljoner kubikmeter skog i Sverige varje år, varav mer än 80% är tall eller gran varav ungefär 3-9% blir till biprodukter i form av bark, och drygt 20% blir till flis eller sågspån så borde det även där finnas en ansevärd mängd till att kunna ersätta en del av torven.

Slutligen så tror jag att det kommer att dröja ett tag innan fler alternativ till torv kommer att ta över i Sverige. Dels för att det finns gott om torv i Sverige, men också för att man som odlare är van vid ett torvsubstrat och har anpassat sin odling därefter. Det är nog snarare genom eventuella lagändringar eller brist på tillstånd för torvbrytning som vi kommer se att fler alternativa substrat kommer slå igenom på marknaden. Eventuellt också om det skulle dyka upp billigare substrat jämfört med torven. Dock så verkar priserna för biprodukter öka på grund av mer och mer efterfrågan till framförallt energisektorn. Men av de biprodukter som finns tillgängliga i Sverige så tror jag att bark från barrträd har störst potential att användas tillsammans med en certifierad grönkompost för att producera ett krukodlingssubstrat med lika goda odlingsegenskaper som torvbaserade substrat.

Referenser

- Adelsköld, N. (1987). *Odlingssubstrat i växthus*. Trädgårdsrådgivningen informerar. ODL. Lantbruksstyrelsen (LBS) (numera: Jordbruksverket (SJV)).
- Alm, G., Eriksson, G., Ljunggren, H., Olsson, I., Palmstierna, I., Tiberg, Nils., & Veltman, H. (1994). *Kompostboken. 3.*, [omarb. och utök.] uppl. Stockholm: LT
- Ashman, M. R. & Puri, G. (2002). *Essential soil science: a clear and concise introduction to soil science*. Oxford: Blackwell Science
- Altland, J. E., & Krause, C. (2009). Use of switchgrass as a nursery container substrate. *HortScience*, 44(7), 1861-1865.
- Avfall Sverige, (2014). *Svensk avfallshantering 2014*. [Elektronisk] Tillgänglig: http://www.avfallsverige.se/fileadmin/uploads/Rapporter/sah_2014_140618.pdf [2015-05-10]
- Ball, A. S., Shah, D., & Wheatley, C. F. (2000). Assessment of the potential of a novel newspaper/horse manure-based compost. *Bioresource Technology*, 73(2), 163-167.
- Barkham, J. P. (1993). For peat's sake: conservation or exploitation? *Biodiversity and Conservation*, 2(5), 556-566.
- Benito, M., Masaguer, A., Moliner, A., Arrigo, N., & Palma, R. M. (2003). Chemical and microbiological parameters for the characterisation of the stability and maturity of pruning waste compost. *Biology and Fertility of Soils*, 37(3), 184-189.
- Bernal, M. P., Paredes, C., Sanchez-Monedero, M. A., & Cegarra, J. (1998). Maturity and stability parameters of composts prepared with a wide range of organic wastes. *Bioresource Technology*, 63(1), 91-99.
- Bilderback, T. E. (1982). Container soils and soilless media. *North Carolina nursery crops production manual. Bul. NCPM*, 9, 1-12.
- Bilderback, T. E., Warren, S. L., Owen, J. S., & Albano, J. P. (2005). Healthy substrates need physicals too!. *HortTechnology*, 15(4), 747-751.
- Boldrin, A., Hartling, K. R., Laugen, M., & Christensen, T. H. (2010). Environmental inventory modelling of the use of compost and peat in growth media preparation. *Resources, Conservation and Recycling*, 54(12), 1250-1260.
- Bugbee, G. J. (1999). Effects of hardwood sawdust in potting media containing biosolids compost on plant growth, fertilizer needs, and nitrogen leaching. *Communications in Soil Science & Plant Analysis*, 30(5-6), 689-698.

Bunt, A.C. (1988). *Media and mixes for container-grown plants: a manual on the preparation and use of growing media for pot plants*. (2. ed.) London: Unwin Hyman.

Bunt, A. C. (2012). *Modern potting composts: a manual on the preparation and use of growing media for pot plants*. Springer Science & Business Media.

Burger, D. W., Hartz, T. K., & Forister, G. W. (1997). Composted green waste as a container medium amendment for the production of ornamental plants. *HortScience*, 32(1), 57-60.

Carlile, W. R. (1997). The effects of the environment lobby on the selection and use of growing media. In *International Symposium on Growing Media and Hydroponics 481* (pp. 587-596).

Carlile, W. R. (2005). The use of composted materials in growing media. In *International Symposium on Growing Media 779* (pp. 321-328).

Chen, Y. & Avnimelech, Y. (red.) (1986). *The role of organic matter in modern agriculture*. Dordrecht: Martinus Nijhoff

Chong, C., & Hamersma, B. (1995). Growing plants with recycled cardboard. *BioCycle*, 36(3), 86-87.

Chong, C., Hamersma, B., & Bellamy, K. L. (1998). Comparative rooting of deciduous landscape shrub cuttings in media amended with paper mill biosolids from four different sources. *Canadian journal of plant science*, 78(4), 519-526.

Chong, C., & Lumis, G. P. (2000). Mixtures of paper mill sludge, wood chips, bark, and peat in substrates for pot-in-pot shade tree production. *Canadian Journal of Plant Science*, 80(3), 669-675.

Chong, C. (2002). Use of waste and compost in propagation: Challenges and constraints. In *Proc. Intl. Plant Prop. Soc* (Vol. 52, pp. 410-414).

Chong, C., & Purvis, P. (2004). Nursery crop response to substrates amended with raw paper mill sludge, composted paper mill sludge and composted municipal waste. *Canadian journal of plant science*, 84(4), 1127-1134.

Chong, C. (2005). Experiences with wastes and composts in nursery substrates. *HortTechnology*, 15(4), 739-747.

Clemmensen, A. W. (2004). Physical characteristics of Miscanthus composts compared to peat and wood fiber growth substrates. *Compost science & utilization*, 12(3), 219-224.

Cooperband, L. (2002). Building soil organic matter with organic amendments. *Center for Integrated Agricultural Systems*.

- Cull, D. C. (1981). Alternatives to peat as container media; organic resources in the UK. *I Symposium on Substrates in Horticulture other than Soils In Situ 126* (pp. 69-82).
- De Boodt, M. A. V. O., & Verdonck, O. (1971). The physical properties of the substrates in horticulture. *In III Symposium on Peat in Horticulture 26* (pp. 37-44).
- Dede, O. H., Dede, G., & Ozdemir, S. (2010). Agricultural and municipal wastes as container media component for ornamental nurseries. *Int. J. Environ. Res.*, 4(2):193-200
- Di Benedetto, A., & Pagani, A. (2011). Difficulties and possibilities of alternative substrates for ornamental bedding plants: An ecophysiological approach. *Draguhn, C & N Ciarimboli*, 1-34.
- Dresboll, D.B. (2004). Optimisation of Growing Media for Organic Greenhouse Production. *The Royal Veterinary and Agricultural University, Copenhagen, Denmark*.
- Dresbøll, D. B., & Thorup-Kristensen, K. (2005). Structural differences in wheat (*Triticum aestivum*), hemp (*Cannabis sativa*) and Miscanthus (*Miscanthus ogiformis*) affect the quality and stability of plant based compost. *Scientia horticultrae*, 107(1), 81-89.
- Dresbøll, D. B., & Magid, J. (2006). Structural changes of plant residues during decomposition in a compost environment. *Bioresource Technology*, 97(8), 973-981.
- Dumroese, R. K., Luna, T., & Landis, T. D. (2009). Nursery manual for native plants: *A guide for tribal nurseries-Volume 1: Nursery management*.
- Enhäll, J., Nordgren, M., & Kättström, H. (2010). *Hästhållning i Sverige 2010*. Jordbruksverket
- Eriksson, J., Dahlin, S., Nilsson, I., Simonsson, M. (2011). *Marklära*. 1. uppl. Lund: Studentlitteratur
- Evanylo, G. K., & Daniels, W. L. (1999). Paper mill sludge composting and compost utilization. *Compost Science & Utilization*, 7(2), 30-39.
- Fain, G. B., Gilliam, C. H., Sibley, J. L., & Boyer, C. R. (2008). WholeTree substrates derived from three species of pine in production of annual vinca. *HortTechnology*, 18(1), 13-17.
- Goh, K. M., & Haynes, R. J. (1977). Evaluation of potting media for commercial nursery production of container grown plants: III. Effects of media, fertiliser nitrogen, and a nitrification inhibitor on soil nitrification and nitrogen recovery of *Callistephus chinensis* (L.) Nees 'Pink Princess'. *New Zealand journal of agricultural research*, 20(3), 383-393.
- Gruda, N., & Schnitzler, W. H. (2004). Suitability of wood fiber substrates for production of vegetable transplants II.: The effect of wood fiber substrates and their volume weights on the growth of tomato transplants. *Scientia horticultrae*, 100(1), 333-340.

- Handreck, K. A., & Black, N. D. (2002). Growing media for ornamental plants and turf. *New South Wales University Press, Sydney*.
- Harrelson, T., Warren, S. L., & Bilderback, T. E. (2004). How do you manage aged versus fresh pine bark. *Proc. Southern Nursery Assn. Annu. Conf. 49th Annu. Rpt (pp. 63-65)*.
- Hernández-Apaolaza, L., Gascó, A. M., Gascó, J. M., & Guerrero, F. (2005). Reuse of waste materials as growing media for ornamental plants. *Bioresource Technology, 96(1)*, 125-131.
- Holmen, (2015-03-26). *Biprodukter och avfall*.
<http://www.holmen.com/sv/Hallbarhet/Miljoansvar/Avfall> [2015-05-15]
- Holstmark, K. (2006). Hampa i Ekologisk Odling, Råd i praktiken. *Jordbruksinformation- 5*, Jordbruksverket, Skara.
- Ingram, D. L., Henley, R. W., & Yeager, T. H. (1993). Growth media for container grown ornamental plants. *University of Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agriculture Sciences, EDIS*.
- Jackson, B. E., & Wright, R. D. (2007). Pine tree substrate: an alternative and renewable substrate for horticultural crop production. *International Symposium on Growing Media 2007 819 (pp. 265-272)*.
- Jackson, B. E., & Wright, R. D. (2009). Changes in physical properties of a pine tree substrate in containers over time. *Comb. Proc. Intl. Plant Prop. Soc (Vol. 58, pp. 93-98)*.
- Jackson, B. E., Wright, R. D., & Barnes, M. C. (2010). Methods of constructing a pine tree substrate from various wood particle sizes, organic amendments, and sand for desired physical properties and plant growth. *HortScience, 45(1)*, 103-112.
- Karlsson, A-M. (2013). *Odling av hampa i Sverige*. Jordbruket i siffror [Blogg]. 5 augusti.
<https://jordbruketisiffror.wordpress.com/2013/08/05/odlingen-av-hampa-i-sverige/> [2015-05-23]
- Kanlén, F. (2012). *Torv; produktion, användning och miljöeffekter 2011*. Statistiska Centralbyrån.
- Kjellin, P (2015). Nya rön från forskare: torvproduktion positivt för klimatet. *Skogsaktuellt*, 9 mars.
- Landis, T. D., & Morgan, N. (2009). Growing media alternatives for forest and native plant nurseries. *Dumroese, RK; LE Riley. National Proceedings: Forest and Conservation Nursery Associations. US Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station, 26-31*.

- Lemaire, F., Dartigues, A., & Riviere, L. M. (1984). Properties of substrate made with spent mushroom compost. *Composts as Horticultural Substrates* 172, 13-30.
- Medina, E., Paredes, C., Pérez-Murcia, M. D., Bustamante, M. A., & Moral, R. (2009). Spent mushroom substrates as component of growing media for germination and growth of horticultural plants. *Bioresource technology*, 100(18), 4227-4232.
- Malgeryd, J., & Persson, T. (2013). *Hästgödsel – En naturlig resurs*. Jordbruksinformation 5 - 2013. Jordbruksverket.
- Naasz, R., Caron, J., Legault, J., & Pichette, A. (2009). Efficiency factors for bark substrates: Biostability, aeration, or phytotoxicity. *Soil Science Society of America Journal*, 73(3), 780-791.
- Nationalencyklopedin, (2015). *Restprodukt*.
<http://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/lång/restprodukt>, hämtad [2015-05-29]
- Nilsson, D. & Bernesson, S. (2009). *Halm som bränsle. Del 1: Tillgångar och skördetidpunkter*. Rapport 011. Inst. för energi och teknik, SLU.
- Nilsson, P., Cory, N. & Wulff, S. 2014. Skogsdata 2014. *Aktuella uppgifter om de svenska skogarna från Riksskogstaxeringen*. Tema: biologisk mångfald. Institutionen för skoglig resurshushållning, SLU, Umeå.
- Noguera, P., Abad, M., Puchades, R., Maquieira, A., & Noguera, V. (2003). Influence of particle size on physical and chemical properties of coconut coir dust as container medium. *Communications in soil science and plant analysis*, 34(3-4), 593-605.
- Odneal, M. B., & Kaps, M. L. (1990). Fresh and aged pine bark as soil amendments for establishment of highbush blueberry. *HortScience*, 25(10), 1228-1229.
- Persson, J. 2003. *Kväveförluster och kvävehushållning*. Förbättringsmöjligheter i praktiskt jordbruk, Rapport 207, Institutionen för markvetenskap, Avd. för växtnäringslära, SLU
- Prasad, M., & Maher, M. J. (2003). Stability of peat alternatives and use of moderately decomposed peat as a structure builder in growing media. *South Pacific Soilless Culture Conference-SPSCC 648 (pp. 145-151)*.
- Raj, D., & Antil, R. S. (2011). Evaluation of maturity and stability parameters of composts prepared from agro-industrial wastes. *Bioresource technology*, 102(3), 2868-2873.
- Raviv, M., Chen, Y., & Inbar, Y. (1986). Peat and peat substitutes as growth media for container-grown plants. I: Chen, Y., & Avnimelech, Y. (red), *The role of organic matter in modern agriculture* (pp. 257-287).

Raviv, Michael. & Lieth, Johann Heinrich. (2008). *Soilless culture: theory and practice*. 1. ed. Elsevier

Raymond, D. A., Chong, C., & Voroney, R. P. (1998). Response of four container grown woody ornamentals to immature composted media derived from waxed corrugated cardboard. *Compost Science & Utilization*, 6(2), 67-74.

Saunders, T. N., Browder, J. F., Jackson, B. E., & Wright, R. D. (2006). *Particle size of a pine chips substrate affects plant growth*. In Proc. Southern Nursery Assn. Res. Conf (Vol. 51, pp. 45-47).

SCA, (2015). *Avverkningsrester*.

<http://www.sca.com/sv/energy/Produkter/biobransle/Biobransle-franskog/Avverkningsrester> [2015-05-15]

SCB, u.å. *Skörd av energi- och odlingstorv i 1000-tal kubikmeter. År 1980 – 2013*.

http://www.statistikdatabasen.scb.se/pxweb/sv/ssd/START__MI__MI0809/Torvskord/?rxid=44cd18bd-7593-4327-bc56-94ef4a41c796 [2015-05-20]

SCB, (2014). *Torv 2013 Produktion, användning, miljöeffekter*.

http://www.scb.se/Statistik/MI/MI0809/2013A01/MI0809_2013A01_SM_MI25SM1401.pdf

Selmer-Olsen, A. R., Sant, M. D., Gislerød, H. R., & Solbraa, K. (1983, August). Nitrogen balance in bark composts used as growing media. *International Symposium on Substrates in Horticulture other than Soils In Situ 150* (pp. 193-202).

Sesay, A. A., Lasaridi, K., Stentiford, E., & Budd, T. (1997). Controlled composting of paper pulp sludge using the aerated static pile method. *Compost Science & Utilization*, 5(1), 82-96.

Schüssler, H. K., & Bergstrand, K. J. (2011). Konventionella och ekologiska odlingsmediergödslingen avgörande för odlingsresultaten. *LTJ-fakultetens faktablad*. Fakulteten för landskapsplanering, trädgårds- och jordbruksvetenskap, Sveriges lantbruksuniversitet, Alnarp.

Skogsindustrierna, (2015-03-02a). *Återvinning av avfall från tillverkningsprocessen vid massa- och pappersbruken*.

<http://www.skogsindustrierna.org/branschen/branschfakta/branschstatistik/branschstatistik/atervinning/atervinning-av-avfall-fran-tillverkningsprocessen-vid-massa-och-pappersbruken> [2015-05-15]

Skogsindustrierna, (2015-03-02b). *Returpapper som råvara i pappersindustrin 2014*.

<http://www.skogsindustrierna.org/branschen/branschfakta/branschstatistik/branschstatistik/atervinning/returpapper-som-ravara-i-pappersindustrin> [2015-05-15]

Skogsindustrin (2013). *Skogsindustrin – En faktasamling. Branschstatistik 2013*.
http://www.framtidsresan.se/wp-content/uploads/2013/09/Skogsfakta_swedish_final.pdf
[2015-05-15]

Skogsstyrelsen, (u.å). *Fakta om skogen*. <http://www.skogsstyrelsen.se/Upptack-skogen/Skog-i-Sverige/Fakta-om-skogen> [2015-05-02].

Solbraa, K. (1985, June). Bark as growth medium. *Symposium on Nutrition, Growing Techniques and Plant Substrates 178* (pp. 129-136).

Spiers, T. M., & Fietje, G. (2000). Green waste compost as a component in soilless growing media. *Compost Science & Utilization*, 8(1), 19-23.

SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut, (2009). *SPCR 152, Certifieringsregler för kompost*. [Elektronisk]
<http://www.avfallsverige.se/fileadmin/uploads/Rapporter/Biologisk/spcr152.pdf> [2015-05-12]

Svensk författningssamling, SFS 1998:808 om avfall och producentansvar, Miljödepartementet.

Sysav, (2014-06-16). *Sysavs Grönkompost*. [Elektronisk]
http://www.sysav.se/globalassets/media/filer-och-dokument/informationsmaterial-broschyrer-arsredovisningar-faktablad-rapporter-etc/broschyrer-och-faktablad/gronkompost_certifierad_2014.pdf [2015-05-03]

Sysav, (2014). *Sysav 1974-2014. Retur*. [Elektronisk], vol. 1.14.
http://www.sysav.se/globalassets/media/filer-och-dokument/informationsmaterial-broschyrer-arsredovisningar-faktablad-rapporter-etc/retur/sysav_retur_nr_1_2014.pdf
[2015-05-10]

Sörab, (u.å.). *Kliv in i kretsloppet*. <http://www.oneplanet.se/Upload/documents/9074.pdf>
[2015-05-15]

Ticknor, R. L., Hemphill Jr, D. D., & Flower, D. J. (1985). Growth response of Photinia and Thuja and nutrient concentration in tissues and potting medium as influenced by composted sewage sludge, peat, bark and sawdust in potting media. *J. Environ. Hort*, 3(4), 176-180.

Wennerberg P. & Dahlander C. (2013). *Hästgödsel som en resurs – En förstudie om olika hanteringskedjor för hästgödsel*. Rapport Tecnofarm

Verhagen, J. B. G. M., & Blok, C. (2007). Trends in rooting media in Dutch horticulture during the period 2001-2005: The new growing media project. *International Symposium on Growing Media 2007* 819 (pp. 47-58).

Worrall, R. J. (1977, September). The use of composted wood waste as a peat substitute. *Symposium on Production of Protected Crops in Peat and other Media* 82 (pp. 79-86).