



# Lungmossa – en återkommande huvudvärk för svenska plantskolor

Tillgängliga och framtida kontrollmetoder i  
täckrotsodling

## Common liverwort – a common headache in Swedish nursery production.

Available and future control methods for the growing of plug plants.

---

Daniel Nord

Självständigt arbete • 15 hp  
Sveriges lantbruksuniversitet, SLU  
Fakulteten för landskapsarkitektur,  
trädgårds- och växtproduktionsvetenskap  
Institutionen för Biosystem och teknologi  
Trädgårdsingenjör: odling – kandidatprogrammet  
Alnarp 2023





Lungmossa – en återkommande huvudvärk för svenska  
plantskolor.

***Tillgängliga och framtida kontrollmetoder i täckrotsodling.***

*Common liverwort – a common headache in Swedish nursery production.*

*Available and future control methods for the growing of plug plants.*

Daniel Nord

**Handledare:** Håkan Asp, SLU, Biosystem och teknologi.  
**Bitr. handledare:** Nils Cronberg, Lunds universitet, Biologiska institutionen.  
**Examinator:** Lotta Nordmark, SLU, Biosystem och teknologi.

**Omfattning:** 15 hp  
**Nivå och fördjupning:** G2E  
**Kurstitel:** Självständigt arbete i Trädgårdsvetenskap  
**Kurskod:** EX0844  
**Program/utbildning:** Trädgårdsingenjör: odling – kandidatprogram  
**Kursansvarig inst.:** Institutionen för Biosystem och teknologi  
**Utgivningsort:** Alnarp  
**Utgivningsår:** 2023  
**Omslagsbild:** Amanda Ahlqvist.  
**Upphovsrätt:** Alla bilder och illustrationer används med upphovspersonens tillstånd.

**Nyckelord:** *Marchantia polymorpha*, levermossa, *Marchantiophyta*, levermossor, bekämpning, kontroll, förebygga, plantskola, skogsplantskola, täckrotsplantor, pluggplantor

**Sveriges lantbruksuniversitet**

Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds- och växtproduktionsvetenskap  
Institutionen för Biosystem och teknologi

## Publicering och arkivering

Godkända självständiga arbeten (examensarbeten) vid SLU publiceras elektroniskt. Som student äger du upphovsrätten till ditt arbete och behöver godkänna publiceringen. Om du kryssar i **JA**, så kommer fulltexten (pdf-filen) och metadata bli synliga och sökbara på internet. Om du kryssar i **NEJ**, kommer endast metadata och sammanfattning bli synliga och sökbara. Fulltexten kommer dock i samband med att dokumentet laddas upp arkiveras digitalt.

Om ni är fler än en person som skrivit arbetet så gäller krysset för alla författare, ni behöver alltså vara överens. Läs om SLU:s publiceringsavtal här: <https://www.slu.se/site/bibliotek/publicera-och-analysera/registrera-och-publicera/avtal-for-publicering/>.

JA, jag/vi ger härmed min/vår tillåtelse till att föreliggande arbete publiceras enligt SLU:s avtal om överlåtelse av rätt att publicera verk.

NEJ, jag/vi ger inte min/vår tillåtelse att publicera fulltexten av föreliggande arbete. Arbetet laddas dock upp för arkivering och metadata och sammanfattning blir synliga och sökbara.

## Sammanfattning

Lungmossa (*Marchantia polymorpha*), även kallad ”levermossa”, är ett problematiskt ogräs i många svenska skogsplanteskolor samt internationellt känt som ett besvärligt ogräs inom hortikulturell produktion. Mossan utsätter plantorna för konkurrens om näring och vatten. Den bildar även en tät matta över substratytan som orsakar avrinning och försvårar urplockning av plantor. Lungmossa sprider sig effektivt över längre distanser via sporer samt inom närområdet via vegetativa groddkorn.

Det saknas i dagsläget effektiva metoder för att uppnå tillräcklig kontroll av lungmossa. Det finns metoder för att förebygga och bekämpa lungmossa i viss grad, men de kräver vidare undersökningar för att utreda deras effektivitet samt hur lämpliga och tillämpbara de är i en svensk kontext. Merparten av de förebyggande metoderna syftar till en torr substratyta, vilket kan uppnås genom sänkt luftfuktighet, ändrade bevattningsrutiner och marktäckning. Majoriteten av de bekämpande metoderna som uppvisat effekt mot lungmossa har även visats kunna skada plantorna, något som begränsar deras användande.

Syftet med denna litteraturstudie var att ge en översikt av tillgängliga samt potentiella metoder för att bekämpa lungmossa vid svenska plantskolor utifrån tidigare försök och studier.

*Nyckelord:* *Marchantia polymorpha*, levermossa, *Marchantiophyta*, levermossor, bekämpning, kontroll, förebygga, plantskola, skogsplantskola, täckrotsplantor, pluggplantor

## Abstract

Common liverwort (*Marchantia polymorpha*) is a problematic weed in Swedish forest nursery production and considered a troublesome weed internationally within horticultural production. It subjects the plants to competition for nutrients and water as well as causing runoff by blocking the surface of the substrate, which also binds together plants and makes them harder to separate. Common liverwort spreads by sporulation over longer distances and within the nearby area by vegetative gemmae.

There is currently a lack of efficient methods to adequately control common liverwort. Methods exist to prevent and combat common liverwort to some degree, but they require further research to study their level of efficiency as well as how appropriate and applicable they are in a Swedish context. Most preventative measures aim at drying the substrate surface, which can be achieved by reducing humidity, changing irrigation routines, and applying groundcover. Most of the combative measures shown to be effective against common liverwort have also been shown to harm the crop, which limits their use.

The aim of this literature review was to survey available and potential methods to combat common liverwort at Swedish nurseries based on previous research and studies.

*Keywords:* *Marchantia polymorpha*, common liverwort, *Marchantiophyta*, liverworts, combating, control, preventing, nursery production, forest nursery, liners, plugs



# Innehållsförteckning

<b>Figur- och tabellförteckning .....</b>	<b>8</b>
<b>Definitioner.....</b>	<b>9</b>
<b>1. Introduktion .....</b>	<b>10</b>
1.1 Bakgrund .....	12
1.1.1 Lungmossa ( <i>Marchantia polymorpha</i> L.).....	12
1.1.2 Lungmossans livscykel.....	14
1.2 Syfte .....	16
1.2.1 Avgränsning .....	16
<b>2. Material och metod .....</b>	<b>18</b>
<b>3. Resultat och diskussion .....</b>	<b>19</b>
3.1 Odlingstekniska förebyggande åtgärder.....	19
3.1.1 Odlingssklimat och hygienåtgärder .....	19
3.1.2 Bevattning, näring och pH.....	21
3.1.3 Marktäckning.....	24
3.1.4 Substrat.....	27
3.2 Bekämpningsmedel .....	28
3.2.1 Allmänkemikalier .....	28
3.3 Potentiella bekämpningsmedel.....	31
3.3.1 Biologisk bekämpning .....	31
3.3.2 Kemisk bekämpning.....	33
<b>4. Slutsats.....</b>	<b>36</b>
<b>Referenser .....</b>	<b>37</b>
<b>Tack.....</b>	<b>42</b>

## Figur- och tabellförteckning

Figur 1. Täckrotsplantor i pluggbrätten på skogsplantskola (Amanda Ahlqvist 2021).....	10
Figur 2. Lungmossa med bildade groddkornsskålar (Amanda Ahlqvist 2021) .....	11
Figur 3. Lungmossans rotliknande rhizoider (Amanda Ahlqvist 2021) .....	13
Figur 4. Lungmossans livscykel (Jan Nord 2023).....	15
Tabell 1. Översikt av förebyggande åtgärder mot lungmossa .....	26
Tabell 2. Översikt av bekämpande åtgärder mot lungmossa .....	29



## Definitioner

### **Täckrotsplantor (Pluggplantor)**

Växter som är sådda eller är rotade direkt i odlingsbehållaren, ibland kallad pluggen, vars volym ska anpassas efter växtens storlek. Behållaren kan vara odlingsbrätten av olika storlekar, även kallad pluggbrätte (LRF Trädgård Plantskola 2019).

### **Miniplantor (Mikroplantor)**

Liknar täckrotsplantor men odlas i mindre odlingsbrätten under en kortare tid för att antingen levereras till kund för utplantering eller för att sedan skolas om till slutbehållare för vidare odling (Wennström et al. 2016).

### **Containerodling (Krukodling)**

”En växt som odlats i behållare och som levereras i denna med odlingssubstratet genomrotat.” (LRF Trädgård Plantskola 2019:9).

### **Allmätkemikalier**

Allmätkemikalier är en grupp ämnen redan godkända av EU-kommissionen för användning i exempelvis livsmedel och får även användas mot vissa skadegörare på odlade växter. Ämnena måste utvärderas av European Food Safety Authority samt möta kraven uppställda i artikel 23 i EU-förordning 1107/2009 (Furenhed et al. 2020)

# 1. Introduktion

Trots att lungmossa är ett internationellt erkänt besvärligt ogräs inom hortikulturell produktion (Fausey 2003; England 2008; Sidhu et al. 2020; Särkkä & Tahvonen 2020), samt det mest problematiska ogräset för svenska skogsplantskolor (Arvidsson et al. 2021), saknas material över metoder för att motverka lungmossa på svenska.

Nils Cronbergs faktablad *Åtgärder för kontroll av lungmossa i plantskolemiljö* (1990, 1991) tillhör undantagen. I arbetet med projektet som senare skulle resultera i dessa faktablad, skickades enkäter till skogsplantskolor ut i hela Sverige 1989.

De skogsplantskolor som svarade Cronberg (1989) hade få metoder för att motverka lungmossa, annat än kemisk bekämpning med medel som snart skulle komma att förbjudas. En liknande utgångspunkt som vid detta arbete.



Figur 1. Täckrotsplantor i pluggbrätten på skogsplantskola (Amanda Ahlqvist 2021).

Den 16:e november 2014 blev det förbjudet för svenska plantskolor att använda herbiciden Mogeton WP i sina odlingar för att bekämpa och kontrollera lungmossa (Kemikalieinspektionen 2021a). Det berodde nya krav på ett integrerat växtskydd med hållbar användning av bekämpningsmedel inom EU (Europaparlamentet 2009). Trots förbudet var det inte sista året som denna herbicid, innehållande ämnet kvinoklamin, kom att användas. Redan året efter förbudet trätt i kraft ansökte föreningen Sveriges skogsplantproducenter om dispens på grund av, vad de kallade, en nödsituation på växtskyddsområdet (Kemikalieinspektionen 2021b).

De tre efterföljande åren efter förbudet trätt i kraft ansöktes och beviljades dispens för att använda kvinoklamin, men när Kemikalieinspektionen (2017) beviljade en tredje dispens kom det att bli den sista, i varje fall i skrivande stund (Kemikalieinspektionen 2021b).

I den sista dispensen från 2017 beskrivs mossan som ett allvarligt problem för både skogsplantskolor och trädgårdsplantskolor samt att det saknas effektiva bekämpningsmetoder utöver manuell rensning, vilket i en produktion av flera miljoner plantor ses som ett ”orealistiskt alternativ” (Kemikalieinspektionen 2017:6). Manuell rensning av lungmossa kan innebära att cirka 2,5 cm av substratytan måste rensas bort och sedan fyllas på med mer substrat, vilket adderar ytterligare kostnader (Newby et al. 2007).



*Figur 2. Lungmossa med bildade groddkornsskålar (Amanda Ahlqvist 2021).*

Lungmossa etablerar sig på den fuktiga substratyten och sprider sig snabbt i odlingen (Arvidsson et al. 2021). Mossan kan bilda en tät matta som främst drabbar små plantor då de får svårt att hävda sig när lungmossan blir en konkurrent om vatten och näring samt orsakar avrinning (ibid.). Vid täckrotsodling kan planttätheten variera mellan 300 och 900 plantor per kvadratmeter, medan det för miniplantor kan röra sig kring 2000 plantor per kvadratmeter (Wennström et al. 2016). När lungmossa sprider sig i ett sådant odlingssystem kan den binda ihop flera plantor på pluggbrättorna vilket försvårar senare urplockning (ibid.). Lungmossan växer i lager, där yngre plantor växer över äldre, vilket kraftigt kan försvåra bekämpning även med effektiva herbicider (England 2008).

Det bör mot denna bakgrund finnas en efterfrågan på informationsmaterial som rör metoder för att kontrollera lungmossa i plantskolor. Det rör sig trots allt om en storskalig produktion med 452 miljoner skogsplantor levererade till kund år 2021, varav 84 % producerades i Sverige (Skogsstyrelsen 2022). Utav totalen odlades 89 % som täckrotsplantor. Till dessa 452 miljoner tillkommer även de cirka 12 miljoner containerodlade plantskoleväxterna som trädgårdsnäringen producerar i Sverige under ett år (Jordbruksverket 2023). För plantskoleväxter finns även kvalitetskrav som stipulerar att containerodlade växter ska levereras utan förekomst av levermossa (LRF Trädgård Plantskola 2019).

Utöver de två faktabladerna författade av Nils Cronberg (1990, 1991), har två kandidatarbeten skrivits på svenska om lungmossa. En intervjustudie med ett fåtal plantskoleverksamma inom trädgård (Johansson 2015) samt ett försök att kontrollera lungmossa med bikarbonat på en skogsplantskola (Stenström 2022).

En litteraturgenomgång som samlar tillgängliga metoder och strategier för att motverka lungmossa kan därför vara ett hjälpsamt underlag för framtida studier och försök samt ett verktyg för plantskolister i arbetet mot detta besvärliga ogräs.

## 1.1 Bakgrund

### 1.1.1 Lungmossa (*Marchantia polymorpha* L.)

Lungmossa, på engelska ”common liverwort” och ibland på svenska ”levermossa”, tillhör levermossorna (Marchantiophyta) och är en art utav cirka 350 levermossor i Sverige. Den återfinns vid fuktiga och skuggiga platser (Evert et al. 2013) samt nakna jordar som nyligen störts då den i naturen är en snabb kolonisatör men inte konkurrenskraftig på sikt (Cronberg 1990).

Arten beskrivs ofta i klassisk botanik som en karaktäristisk levermossa, enligt Shimamura (2016) som finns spridd över hela världen. Shimamura (2016) har gjort en vetenskaplig översikt för att beskriva *Marchantia polymorpha* L. då arten hittills

studerats i nära två sekel och, enligt Shimamura, även i framtiden kan agera modellväxt för att öka förståelsen för växtbiologi.

Det finns tre underarter till *Marchantia polymorpha* L. varav subsp. *ruderalis* är den vanligast förekommande underarten och känns igen på dess streckade svarta mittribba på bålens ovansida samt att den ofta återfinns på störda jordar eller platser präglade av mänsklig aktivitet (Shimamura 2016).

Subsp. *polymorpha* särskiljer sig med heldragna svarta mittribbor och subsp. *montivagans* med en avsaknad av en markerad mittribba samt växer främst i naturliga miljöer, den förstnämnda vid våtmarker och den sistnämnda vid kalkrika vattendrag på högre höjder (ibid.). Att särskilja *polymorpha* från *montivagans* är enklare på grund av de mer markanta skillnaderna mellan underarterna (ibid.).



Figur 3. Lungmossans rotliknande rhizoider (Amanda Ahlqvist 2021).

Mycket tyder på att levermossorna var de första landväxterna på jorden (Evert et al. 2013). De är utrustade med porer, inte klyvöppningar, för gasutbyte men saknar bland annat de vaskulära vävnader och lignifierade cellväggar som kännetecknar kärlväxter (ibid.).

Lungmossa bildar, liksom alger, en bål (Cronberg 1990). Att vara bålformad innebär att plantkroppen inte differentieras i tydliga segment, som blad eller stam, utan består av en sammanhängande bål (även kallad thallus, pl. thalli) (Evert et al. 2013).

Klorofyll återfinns i det övre cellagret medan merparten av bålen består av parenkymceller och oljeceller som sedan övergår i ett undre lager epidermis där

rhizoider återfinns, vilket är rotliknande strukturer, vars främsta funktion är att förankra lungmossan till underlaget (Shimamura 2016).

### 1.1.2 Lungmossans livscykel

#### *Sexuell reproduktion*

I Shimamuras (2016) översikt över arten beskrivs lungmossan som dioik med separata hanplantor och honplantor, vilket även innebär att dess sporer är haploida och utvecklas till att antingen bli han- eller honplantor. Shimamura beskriver det som svårt att avgöra lungmossans kön innan de paraplyliknande han- respektive honorganen bildats.

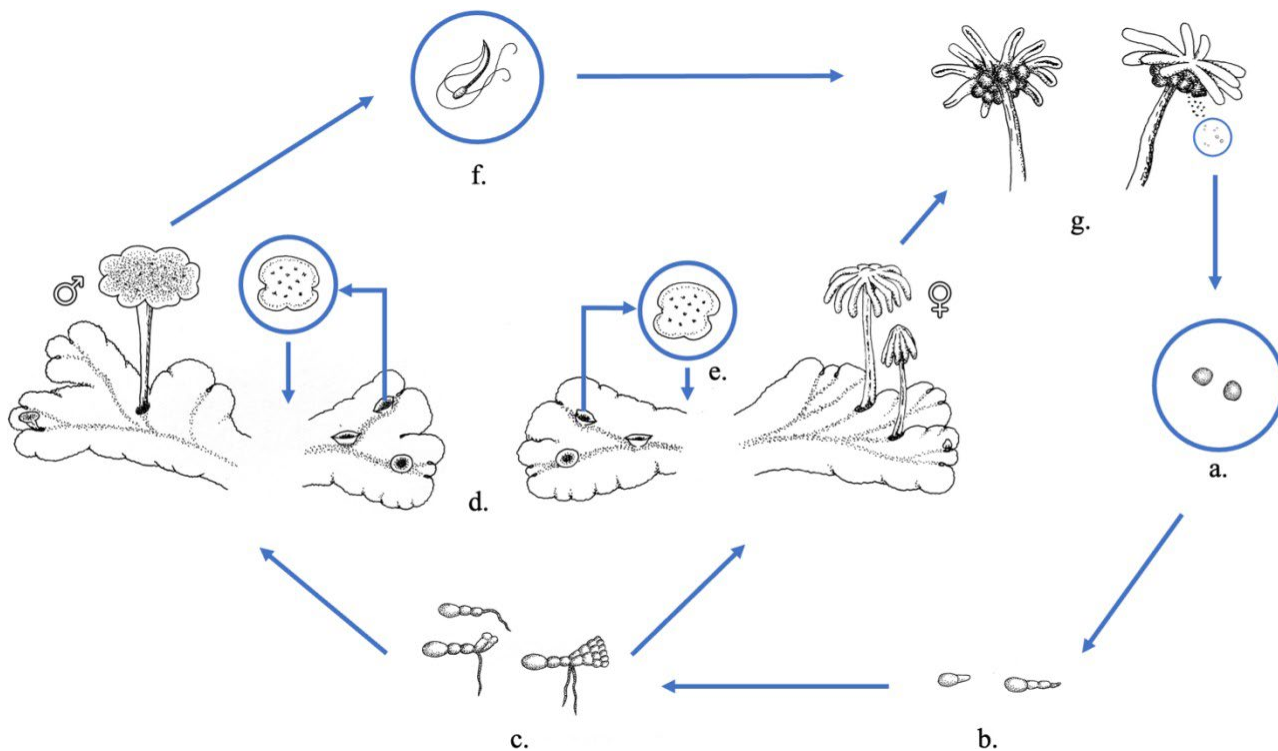
Honplantorna känns igen på sina arkegonioforer, som är en paraplyliknande utväxt med nio till elva nedåtriktade flikar. På undersidan av varje flik sitter en serie arkegoner som vardera innehåller en äggcell. Hanplantans organ kallas anteridieforer, vars utväxt har ett sköldformat huvud med en svagt uppåtriktad kant vars syfte är att behålla vatten på ovansidan. Nedsänkta i det sköldformade huvudet finns sedan anteridier innehållande lungmossans spermieceller (Shimamura 2016).

Vatten spelar flera viktiga roller för lungmossans befruktning. Det får dels arkegonerna att öppna sina äggkanaler och dels spermier att släppas ut i vattnet som fångas på anteridieforeernas sköldar. En vanlig teori enligt Shimamura (2016) är att regn bidrar till att transportera spermier, att när regnet träffar hanorganen skvätter droppar innehållande spermier i väg för att sedan landa på honorganen där de sedan kan simma till ägget.

Ducket & Pressel (2009) visade att spridningen av spermier i högsta grad sker med hjälp av vatten, men att transporten ser ut att ske med hjälp av rhizoider. De tycks ha förmågan att agera som ledande vävnad mellan näraliggande mossbålar. Lungmossan absorberade vatten som forskarna hade färgat och kunde då observera en vattentransport från mossbålen där vattnet applicerats till näraliggande mossbålar. Det antyder att vattnet genom egen transport kan bidra till befruktning. Samma försök visade dock att enstaka droppar av det färgade vattnet skvättes i väg, upp till 30 centimeter, från anteridierna efter träff. Spridning av spermier skulle därför också kunna ske via luften inom en liten yta, vilket sker hos andra mossor (Ducket & Pressel 2009), samt skulle även kunna spridas via kvalster eller hoppstjärtar som Cronberg et al. (2006) visat.

Efter befruktning bildas embryot till en sporofyt (Evert et al. 2013). Den mogna sporofyten är diploid men ger upphov till haploida sporer som, när sporkapseln spricker, sprids med vinden och ger upphov till nya han- och honplantor (ibid.). En uppskattning av antalet sporer per kapsel som gjordes 1926 (O'Hanlon) och kom fram till siffran 300 000. Multiplicera det med ett flertal sporkapslar per arkegoniofor samt ett flertal arkegonioforer per honplanta och det resulterar snabbt i flera miljoner sporer. Tiden för en spor att resultera i nya sporer är runt 100 dagar

och sporspridning sker i Sverige mellan juni och september (Cronberg 1990). Detta beror på att utvecklingen av arkegonioforer och anteridieforer aktiveras av långdagsförhållanden (Nakazato et al. 1999). De frisläppta sporererna är beroende av en fotoperiod av tio timmar eller mer för att gro (ibid.).



Figur 4. Lungmossans livscykel (Jan Nord 2023).

*a. Sporer, resultatet av sexuell förökning. b. & c. Groende sporer. d. Adult lungmossa med anteridiefor (♂) respektive arkegoniofor (♀). e. Groddkorn sprids ur groddkornsskålar och ger upphov till vegetativ förökning. f. Spermatozoid. g. Arkegonen på undersidan av honparaplyets flikar innehåller äggceller. Efter befruktning utvecklas sporkapslar som vid mognad spricker.*

#### *Asexuell reproduktion*

Lungmossa kan reproducera sig vegetativt genom fragmentering, vilket innebär att gamla delar av bålen dör bort och kvarlämnar yngre vävnader som separata mossbålar (Evert et al. 2013).

Utöver fragmentering kan lungmossa föröka sig asexuellt via vegetativa groddkorn (eng. gemma, pl. gemmae) vilka bildas i runda groddkornsskålar som vanligtvis framträder vid varje förgrening av mossbålen (Shimamura 2016). Dessa groddkorn sprids sedan effektivt vid regn eller bevattning. Då vattendroppar träffar skålarna har försök visat att groddkornen kan färdas från 60 centimeter (Brodie 1951) upp till 160 centimeter ifrån mossbålen (England 2008). Lungmossa kan med

hjälp av groddkornen på så vis snabbt spridas efter att ha etablerat sig på en gynnsam växtplats (Cronberg 1990).

Nya groddkorn bildas kontinuerligt i botten av varje groddkornsskål och tvingas succesivt upp till kanten (Shimamura 2016). Försök utförda av England (2008) visade att ju oftare groddkornsskålen tömdes, desto fler groddkorn producerades. De skålar som tömdes var fjärde vecka producerade totalt 4200 groddkorn, medan de som tömdes var tredje dag producerade 6543 groddkorn under försöket.

Groddkorn är inte beroende av näringsförhållanden för att gro, men behöver tillgång till vatten samt ljus (England 2008). Den fortsatta tillväxten av groddkornet till en mossbål ser ut att i hög grad påverkas av temperatur och ljusförhållanden, något England (2008) undersökte genom att mäta tillväxt i 10, 15 och 25°C kombinerat med antingen en lägre (400  $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ ) eller en högre ljusintensitet (800  $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ ).

Generellt sett såg England en starkare tillväxt vid 25°C kombinerat med en lägre ljusintensitet. Vid starkare belysning och 25°C hade groddkornet bildat en mossbål som i sin tur bildat sina första groddkornsskålar efter två veckors tid. En hög temperatur kombinerat med hög ljusintensitet verkar dock ha stressat lungmossan och ledde till ett onormalt tillväxtmönster samt att vissa mossbålar dog. Vid 25°C respektive 15°C och en lägre ljusintensitet uppträdde groddkornsskålar efter 3 veckors tid (England 2008).

## 1.2 Syfte

Syftet är att ge en översikt av tillgängliga samt potentiella metoder för att bekämpa lungmossa vid svenska skogsplanteskolor utifrån tidigare försök och studier.

### 1.2.1 Avgränsning

Arbetet avgränsar sig till att i huvudsak presentera kontrollmetoder som är relevanta i produktionen av täckrotsplantor, där antalet plantor är stort och odlingsbehållarens volym är liten. Fokus kommer även ligga på skogsplantor, då det finns indikationer på att problemet är större i den sektorn. Det betyder dock inte att resultaten som presenteras i arbetet inte skulle kunna vara användbara även vid täckrotsodling av prydnadsväxter eller vid krukodling.

Arbetet avgränsas också till kontrollmetoder tillgängliga för svenska odlare vilket i hög grad utesluter kemiska bekämpningsmedel. Därför kommer inte kemiska bekämpningsmedel ingå i detta arbete utöver allmänkemikalier då processen att få dessa kemikalier godkända är betydligt enklare än för så kallade aktiva substanser (Furenhed et al. 2020). Detta återspeglar också en global trend inom forskning på ogräskontrollmetoder i plantskolor där kemiska metoder tidigare



stått i fokus, men där fokus numera ligger på att utveckla nya metoder samt kombinera olika kontrollmetoder (Yu & Marble 2022).

Nya potentiella kontrollmetoder som befinner sig i försöksstadiet kommer också att diskuteras. Metoderna måste ha genomgått försök i att bekämpa lungmossa, samt kunna nyttjas under nuvarande regelverk alternativt vara godkänt för annat syfte vilket ökar sannolikheten att metoden i framtiden skulle kunna bli godkänd att användas mot lungmossa.

## 2. Material och metod

Metoden för detta arbete är en litteraturstudie. I förarbetet hittades få svenska källor, men två svenska studentarbeten (Johansson 2015; Stenström 2022) återfanns och dessa arbeten i kombination med deras referenslistor gav en ingång till ämnet. Vetenskaplig litteratur söktes sedan med hjälp av sökbaserna Google Scholar samt Web of Science.

Till bakgrunden om lungmossans biologi användes *Ravens biology of plants* (Evert et al. 2013) samt faktabladet författat av Nils Cronberg (1990) vilka bägge gav nödvändig bakgrund samt, den sistnämnda, svensk terminologi för att beskriva lungmossans biologi. Översiktsartikeln författad av Shimamura (2016) var även till stor nytta för detta avsnitt.

*Produktion av frö och plantor* av (Wennström et al. 2016) har fungerat som en referens över skogsplantskolornas odlingsystem.

Sökorden *liverwort* och *Marchantia polymorpha* kombinerades med *nursery* alternativt *container\** samt *control* för att hämta in relevant litteratur om kontrollmetoder som studerats i plantskolemiljö.

Doktorsavhandlingen *The biology, epidemiology and control of liverwort infestation of nursery plant containers* (England 2008) och översiktsartikeln *A Review of Common Liverwort Control Practices in Container Nurseries and Greenhouse Operations* (Sidhu et al. 2020) gav en överblick samt ledde genom källförteckningarna vidare till än mer relevant litteratur.

Jill Elizabeth England konstaterade 2008 att det fanns få studier rörande kontroll av lungmossa utförda i Europa. Detta ser ut att gälla än idag då en majoritet av studierna gjorts i USA.

## 3. Resultat och diskussion

### 3.1 Odlingstekniska förebyggande åtgärder

#### 3.1.1 Odlingssklimat och hygienåtgärder

##### *Odlingssklimat*

Nils Cronberg beskriver 1990 hur på många sätt idealisk plantskolans miljö är för lungmossa, men skriver även att när plantorna väl sluter sig och skuggar substratet minskar samtidigt riskerna för storskaliga problem. Detta återkommer i summeringen av den amerikanska forskaren Sven Svensons mångåriga studier på problematik med lungmossa i växthus. Även han beskriver att lungmossa i regel dör när kronorna sluter sig och skuggar substratet (Svenson 2000).

År 2020 konstaterar Sidhu med kollegor att få studier gjorts på vilken effekt skuggning har på lungmossans tillväxt. En studie som de dock refererar till (Altland & Krause 2014) såg, tvärtemot Cronberg och Svenson ovan, en ökad tillväxt av lungmossa vid skuggning av plantans krona.

I Sidhu med kollegors översiktsartikel (2020) nämns dock inte de försök som Jill Elizabeth England genomförde 2008, varav ett försök undersökte effekterna utav skuggning med skuggväv på lungmossans tillväxt utomhus och i tunnelväxthus. Vid 73 % skuggning var tillväxten kraftigt försvagad i tunnelväxthus, medan tillväxten utomhus var som svagast vid 0 % skuggning. Utomhus var tillväxten starkast vid 44 % skuggning och i tunnelväxthuset vid 0 %, dock poängterar England (2008) att plasten till tunnelväxthuset gav en skuggeffekt på runt 50 %. Hon fann att lätt skuggning inte bara sänkte ljusintensiteten utan även höjde luftfuktigheten lokalt vilket tillsammans främjade lungmossans tillväxt.

Som nämnts tidigare såg England (2008) i ett annat försök att hög ljusintensitet i kombination med hög temperatur påskyndade lungmossans tillväxttakt, men även stressade och i vissa fall dödade lungmossan. En lägre ljusintensitet gav en något långsammare men jämnare tillväxt vid temperaturer på 25°C. När försöket upprepades med samma höga respektive låga ljusintensitet, men med temperaturer på 15°C och 10°C, var mossans tillväxt som lägst vid 10°C oavsett vilken ljusintensitet som lungmossan utsattes för (England 2008).

Lungmossa som placerats i kontinuerligt mörker har visat sig blekna och dö efter fyra dagar, men överlevt mörkläggningsen med en timmes vitt belysning per dag, vilket De Greef med flera visade i en studie från 1971. De upptäckte även att fem minuters belysning med rött ljus var lika effektivt som en timme med vitt ljus för att förhindra mossbälens nedbrytning. Om mossbälens däremot blev belyst med mörkrött ljus fortsatte mossbälens blekna och dö. Effekten av att avsluta fotoperioden med det djupröda ljuset motverkades dock om det sedan åtföljdes av röd belysning, vilket forskarna menar är ett tydligt tecken på fytokromernas starka styrning av lungmossans åldrande (De Greef et al. 1971).

För skogsplantornas del aktiveras ett fytokrom som stimulerar tillväxt vid rött ljus medan mörkrött ljus inaktiverar fytokromet och leder till hårdighetsutveckling, knoppsättning och ett avslut på tillväxtperioden (Wennström et al. 2016). Hos tall kan plantan dock övergå i en ny tillväxtperiod och bryta knoppen pga. dess cykliska tillväxt (ibid.) Gran bryter inte knopp förrän nästa säsong, känsligheten för nattlängd ser dock olika ut bl.a. utifrån proveniens, och innebär att det krävs extra belysning i plantskolan under framförallt våren för att inte tillväxten ska avta (ibid.).

Fotoperiodens längd ser också ut att ha en påverkan på lungmossa, både vad gäller tillväxt och reproduktion. 18 timmar med belysning per dygn resulterade i starkare tillväxt och fler arkegonioforer/anteridieforer, medan en fotoperiod på nio timmar resulterade i fler groddkornsskålar (Voth & Hamner 1940).

När skogsplantor dras upp från frö rekommenderas en relativ luftfuktighet runt 70 till 80 % medan luftfuktigheten senare bör sänkas till mellan 50 och 70 % på grund av risken att gynna bland annat mossor (Wennström et al. 2016). På grund av hur enkelt lungmossa sprider sig när den väl hittat en lämplig växtplats, krävs en strikt hantering av odlingsklimatet för att inte lungmossan ska utnyttja ett överdrivet fuktigt klimat och substrat till sin fortsatta spridning (Altland 2004). Ett alternativ för att sänka den relativa luftfuktigheten kring plantorna är att förbättra luftcirkulationen i växthuset (Altland 2004).

Odlingsmiljön kan alltså i viss mån anpassas för att motverka lungmossa, men hänsyn behöver alltid tas till plantornas behov. Den relativa luftfuktigheten bör sänkas. Skuggning gynnar enbart lungmossa upp till en viss nivå innan tillväxten avtar. Intensivt ljus har visats stressa lungmossa – särskilt i kombination med högre temperaturer. Försök att manipulera tillväxt med ljus har större potential vid odling av tallplantor då risken att tillväxten avstannar helt undviks. Glesare plantavstånd skulle kunna sänka luftfuktigheten lokalt samt utsätta substratyten och därmed etablerad lungmossa för starkare ljus. Utglesning måste dock vägas mot platsutnyttjande och är ingen garant för minskad spridning.

### *Hygienåtgärder*

Sporer från lungmossa sprids med luften och kan introduceras till odlingen från omgivande natur, men härrör ofta inifrån plantskolan då nyanlagda plantskolor sällan har problem med lungmossa (Cronberg 1990). Denna observation, samt att problematiken ökar för varje säsong styrks även av Ross och Puritch (1981). De utförde försök med att smittspåra lungmossa på fem skogsplantskolor i Kanada. De upptäckte lungmossa på alla fem undersökta skogsplantskolor, men minst problem fann de i den nyanlagda odlingsmiljön. Vid provtagning fann man sporer av lungmossa i luftprover från ventilationssystemet. Man fann inga tecken på spridning via substrat eller vattnet hos skogsplantskolorna (Ross & Puritch 1981). De menade att försök att sterilisera luften för att avlägsna sporer borde undersökas.

Cronberg (1990) beskriver att när lungmossa etablerar sig tidigt, redan vid första sådden, kan det ha orsakats av sporer som övervintrat i odlingsmiljön. Detta då det inte cirkulerar sporer i luften naturligt vid denna tid på odlingsåret. Han rekommenderar att desinfektera odlingskärl som återanvänds, antingen genom ångning under minst tio sekunders tid eller genom att tvätta kärLEN med 80-gradigt vatten under två minuter.

Till dessa råd kan det också tilläggas generella råd kring vikten av renlighet vid odling i växthus, att avlägsna lungmossa och andra ogräs som växer under odlingsbord samt att sanera växthus när tillfälle ges mellan kulturena (Borg Ohlson et al. 2020). Även här rekommenderas varmt vatten eller ånga samt eventuell uppföljning med kemiska medel efter att ha rengjort med exempelvis högtryckstvätt (Borg Ohlson et al. 2020).

Sedvanliga hygienåtgärder i växtskyddssyfte rekommenderas för att motverka spridningen av sporer tidigt i kulturen, men sporspridning kan inte undvikas helt då dessa vandrar in med vinden från omkringliggande natur.

### 3.1.2 Bevattning, näring och pH

#### *Bevattning*

I merparten av skogsplantskolorna vattnas plantorna via rörliga bevattningsramper eller fasta sprinklersystem (Wennström et al. 2016). Genom att väga slumpvist utvalda odlingsbrätten kan bevattningsmängden anpassas något vid täckrotsodling, med en branschspecifik riktlinje att vikten på brättet ska hålla sig mellan 70 % och 85 % av vikten vid fullständig uppvattning (ibid.).

För att undvika lungmossa rekommenderar Altland (2004) att minimera bevattning till plantans behov i stället för att följa ett fast schema. Detta är i linje med Svensons (2000) råd att inte övervattna utan att låta substratets ytskikt torka ut mellan vattningarna. Lungmossans bål kan inte återhämta sig efter uttorkning,

bland annat på grund av att rhizoiderna enbart förankrar bälgen ytligt till substratet (Cronberg 1990). Lungmossan blir succesivt mindre uttorkningskänslig med stigande ålder samtidigt som dess sporer och groddkorn tål perioder av torra (ibid.).

Vid vattning ovanifrån (eng. overhead irrigation), vilket kan ske genom bevattningsramp och sprinkler, såg England (2008) mer lungmossa än vid kapillärbevattning samt droppbevattning. Samma försök visade att lungmossa gynnades vid två korta bevattningstillfällen varje dag, medan lungmossa missgynnades vid ett längre bevattningstillfälle varannan dag. Detta ledde England till liknande slutsatser som de ovan nämnda att lungmossa missgynnas om bevattningstillfällen konsolideras till färre men större givor vatten, i stället för fler tillfällen men mindre givor.

Spridningen av groddkorn undersöktes också med de olika bevattningsmetoderna. Hon fann ingen spridning vid kapillärbevattning eller droppbevattning. Vid bevattning ovanifrån visade England (2008) i detta försök och ett liknande att spridningen av groddkorn korrelerade med vattendropparnas storlek men inte med antalet droppar, vilket har betydelse för typen av munstycke samt för vilket tryck som används vid bevattning. Vid 3 bar gav två typer av munstycken upphov till droppar med en snittstorlek mellan 171 och 176  $\mu\text{m}$  och minskade även spridningen av groddkorn. Samma eller större droppstorlek vid lägre tryck spred dock fler groddkorn vid bevattning ovanifrån (England 2008).

Svenson (2000) rekommenderar, om möjligt, att byta till bevattning underifrån för att motverka lungmossa. Dock finns försök som visat på ökade problem med lungmossa med kapillärbevattning, i varje fall i system där krukorna blev stående i kapillärsand som hölls konstant fuktig (Clemens et al. 1991). I detta försök var bevattning ovanifrån med kraftig dränering av restvattnet att föredra när det kom till förekomsten av lungmossa. Samma forskare såg även tydliga skillnader när substratet saknade näring, med 5 % av ytan täckt av lungmossa vid bevattning ovanifrån och 28 % vid konstant kapillärbevattning.

Att frångå bevattning ovanifrån i skogsplantskolor, med en produktion av flera miljoner enskilda plantor, är svårt att tänka sig. Än viktigare är då att minska antalet bevattningar och låta substratyten torra ut mellan tillfällena, i den mån det är möjligt för plantorna. Då groddkornen sprids vid bevattning ovanifrån är resultaten med minskad spridning av groddkorn genom justeringar av vattentryck och val av munstycke av intresse. Om det kan upprepas skulle detta kunna reducera den asexuella reproduktionen även där enstaka mossbålar växt fram.

### *Näring och pH*

I samband med bevattning gödslas oftast även plantorna på skogsplantskolor med flytande näringslösning (Wennström et al. 2016). Näring kan i stället tillsättas i

granulerad form som bryts ned långsamt över tid eller utblandas i substratet, men näringsbevattningsanses mest effektivt av Wennström med kollegor (2016).

Likt frågan om bevattningsanses är Svensons (2000) råd att inte överdosera, och då framför allt ge måttliga kväve- och fosforgivor, eftersom all näring som ges utöver vad plantan behöver i stället kommer att gynna lungmossans tillväxt.

Vedartade växter har ett betydligt långsammare växtsätt vilket gör att en hög tillgång till lättillgänglig näring kan komma att utnyttjas av lungmossa, men även andra ogräs, med ett snabbare växtsätt (Stewart et al. 2017). För att motverka lungmossa föreslår Altland (2004) att undvika näring på substratets yta och i stället dibbla eller integrera långtidsverkande näring i substratet på annat sätt. Sidhu med kollegor (2020) fann dock inget stöd att detta skulle vara en effektiv metod för att kontrollera lungmossa. Att dibbla innebär oftast att näringen placeras i ett hål gjort i substratet, nära plantans rötter, men metoden används allt mindre vid plantskolor då man ser en risk för reducerad planttillväxt (Stewart et al. 2017).

En annan metod för att inarbeta långtidsverkande näring är ”subdressings” som går ut på att tillsätta näringen i ett lager mitt inuti substratet, i stället för ett lager vid substratytan, vilket skulle minska den tillgängliga näringen för ogräs (Saha et al. 2019). En studie på tre andra ogräsarter än lungmossa såg kraftigt minskad torrsvikt och minskad frösättning hos ogräsen vid subdressings samt när näringen hade dibblats (ibid.).

Dock visade försök som Nils Cronberg (1991) utförde att lungmossa inte hindrades när näringsbevattningsanses ersattes med långtidsverkande näring som begravdes i substratet. Något han ansåg tyda på att lungmossan har en bättre förmåga än vad som tidigare förmodats att kunna nyttja näringen i substratet.

Cronberg (1990) skriver att en kraftig överdosering med diverse näringsmedel i vissa fall kan ta död på lungmossa, men då det inte undersökts närmare vill han inte ge några råd kring detta till skogsplantskolor.

Svenson (2000) har observerat detsamma och lyfter fram järnsulfat och/eller kopparsulfat som bryts ned sakta på substratytan för att förebygga utbrott av lungmossa. Han nämner även zinksulfat och zinkklorid men påpekar att halterna som är dödliga för lungmossa oftast är giftiga för plantorna också.

Ett exempel på en lyckad kombination av åtgärder menar Svenson (2000) är minskad bevattningsanses, minskade kväve- och fosforgivor samt en dos långtidsverkande järnsulfat vid substratytan. Dessa ska tillsammans ha uppnått nära på 80 % kontroll mot lungmossa, enligt Svenson.

Det råder delade meningar kring pH-värdets påverkan på lungmossa. Groddkorn har visats växa sämre vid ett pH under 3,5, men förblev opåverkade vid nivåer över 3,5 i ett försök som undersökte tillväxten mellan pH 1,65 och 7,3 (Tarén 1958).

Nils Cronberg kunde 1991 se en reducerad groningen av groddkorn vid pH 4, en effekt som dock snabbt avtog redan vid pH 4,5. Försök med sporer såg utebliven groningen på substrat med pH-värde under 5. Clemens et al. (1991) såg en minskning av lungmossa på substratets yta vid en höjning av pH till 6,5 med tillsättning av dolomitkalk.

För gran- respektive tallplantorna rekommenderar Cronberg (1991) att inte låta substratets pH-värde understiga 3,8 medan Wennström et al. (2016) i *Produktion av frö och plantor* anser att ett optimalt pH-värde för skogsplantor är mellan 5 och 6.

Närings tillsättningen bör alltså anpassas efter plantans behov, än mer så vid näringsbevattnings, för att inte skapa gynnsamma förutsättningar för lungmossa. Fler försök skulle behövas för att undersöka effekterna av olika metoder för att inkorporera långtidsverkande näring i substrat. De behöver också utvärderas för eventuell reduktion av planttillväxt.

I dagsläget finns blandade resultat vad gäller pH-värdets påverkan på lungmossa, men både pH-värden som ligger över och under vad som rekommenderas för skogsplantor har setts ha en negativ påverkan på lungmossans tillväxt eller groningen av dess sporer samt groddkorn.

### 3.1.3 Marktäckning

Ytskiktet till substratet kan även hållas torrt för att motverka lungmossa genom marktäckning (Svenson 2000). För tillfället används träflis från tall i både Sverige (Svenska Skogsplantor 2022) och i Finland (UPM Skog u.å.) som täckmaterial vid vissa skogsplantanskolor bland annat för att förhindra etableringen av lungmossa på substratytan.

Ett vanligt problem när det kommer till olika former av marktäckning är att de kan vara dyra att köpa in, ha en begränsad tillgänglighet, eventuellt tippa ur containern eller blåsa bort vid stark vind (Chong 2003; Khamare et al. 2022a), samt om de är organiska, brytas ned för snabbt under säsongen (Chong 2003). Dessutom beror deras effektivitet till stor del på hur tjockt lager som används (Altland & Krause 2014; Bartley et al. 2017; Särkkä & Tahvonen 2020) vilket behöver stå i proportion till hur stor del av odlingsbehållarens volym som kan fyllas med marktäckningsmaterial utan att det påverkar plantan negativt (Wennström et al. 2016). Vid små volymer blir substratets förmåga att hålla vatten och näring lägre (ibid.).

Studier gjorda av Svenson (2000) har sett effekt mot lungmossa med hasselnötsskal, ostronskal och diverse vävda ogrästyty behandlade med kopparhydroxid.



Cronberg (1991) såg minskad förekomst av lungmossa med silversand som täckningsmaterial. Betydligt bättre växte dock lungmossa på material som krossad leca, lavakross, lavasand och perlit (Cronberg 1991).

Under åtta veckors tid undersökte Altland och Krause (2014) marktäckning med uttorkade risskal i krukor, med eller utan en planterad ros i krukans. Med ett marktäckande lager med en tjocklek på 2,5 cm såg de nära hundra procents kontroll mot lungmossa samt mycket bra kontroll vid en tjocklek på 1,3 cm. I vissa fall etablerades lungmossa i luckor utan marktäckning, framför allt vid ett lager på 0,6 cm med risskal, varpå mossbålen även började växa över marktäckningen. Lungmossa kunde dock inte etablera sig direkt på marktäckningen och vid intakt täckning växte inte heller lungmossa upp underifrån lagret av risskal.

Utöver den uttorkande effekten av ytskiktet finns försök som visar på en allelopatisk förmåga hos risskal (Ahn & Chung 2000) vilket kan ha bidragit till resultatet.

Särkkä och Tahvonen gjorde 2020 ett intressant fynd vid försök med marktäckning mot lungmossa. De upptäckte av en slump att svarta vinbär (*Ribes nigrum*) såg ut att ha en tillväxthämmande effekt på lungmossa. De designade därför ett mindre försök där de undersökte marktäckning med flis gjort på stamdelar av svarta vinbär cv. Mortti.

I slutet av försöket hade krukor med ett 2 cm tjockt lager av stamdelar från svarta vinbärsplantor en täckningsgrad av lungmossa på mellan 0 och 10 % av ytskiktet. Krukor utan marktäckning men innehållande svarta vinbärsplantor hade en täckningsgrad mellan 36 % och 47 % av substratytan, medan krukor utan marktäckning och utan svarta vinbärsplantor var fullkomligt täckta med lungmossa vid försökets slut. Särkkä och Tahvonen (2020) menar att detta är en indikation på en tillväxthämmande egenskap hos svarta vinbär.

Särkkä och Tahvonen (2020) undersökte även marktäckning med färsk Sphagnummossa (vitmossa). Det rörde sig om en blandning av olika arter men till största del *Sphagnum fuscum* (rostvitmossa) som hade skördats ytligt från tre olika myrar.

Tjockleken på marktäcket gav inte signifikanta skillnader i skydd mot lungmossa i detta försök. Utan marktäckning täckte lungmossa 70 % av ytan. Med marktäckning var siffran runt 20 % (Särkkä & Tahvonen 2020). De anser att resultaten indikerar att det finns potential att producera pressade plattor eller diskar av vitmossa som sedan kan användas som marktäckning. Torv av ren *Sphagnum* har ett lågt pH-värde (Wennström et al. 2016). Resultaten i dessa försök skulle därför kunna ha orsakats av en kombination av ett torrare ytskikt samt ett pH-värde som motverkar groningen av lungmossa.

Försök med pressade plattor utav vitmossor har gjorts tidigare av Chong (2003). Chong observerade att plattan började brytas ned och krympa tidigt i försöket samt att ogräs med lätthet grodde på plattans yta. Särkkä och Tahvonen (2020) såg även

att desto mer nedbruten vitmossan som användes till ogräsplatta, desto sämre skydd gav plattan mot lungmossa.

Tabell 1. Översikt av förebyggande åtgärder mot lungmossa.

För referenser, se respektive avsnitt.

Förebyggande åtgärd	Beskrivning
3.1.1 Odlingsklimat och hygienåtgärder	Hög ljusintensitet och hög temperatur motverkar lungmossa. Tillväxten kan även försvagas i kraftig skugga. Den relativa luftfuktigheten bör hållas kring 50–70 %. Rengör odlingskärl som återanvänds. Sanera växthus mellan kulturer.
3.1.2 Bevattning, näring och pH	Färre men större bevattningar är att föredra. Låt ytskikt torka emellan. Om möjligt, överväg bevattning underifrån. Vid bevattning ovanifrån, välj munstycke och vattentryck som ger små vattendroppar. Återhållsamhet med lättillgänglig kväve- och fosfor. Ännu oklart vilket pH-värde som är eftersträvansvärt i förebyggande syfte.
3.1.3 Marktäckning	Ger torr substratyta som motverkar lungmossa. Täcket bör vara cirka 1,3 till 2,5 cm tjockt. Försök med risskal och flis från svarta vinbärsstammar har visat tecken på allelopati. Val av material bör utgå från tillgång, pris och långvarig effekt.
3.1.4 Substrat	Stratifierade substrat har visat god effekt, men behöver utvärderas efter fler parametrar än ogräsbekämpning.

Marktäckning kan sägas ha god potential att motverka lungmossa genom att substratets yta hålls torrt. Beroende på materialval kan även allelopatisk verkan och sänkt pH-värde ha effekt mot etablering av lungmossa. För att vara verksamt behöver lagret vara tillräckligt tjockt för att inte luckor ska uppstå, bäst resultat har setts vid 1,3 till 2,5 cm, samt att lagret är någorlunda beständigt under odlingssäsongen. Det innebär för organiska material att de inte bör brytas ned för

snabbt. Lagrets tjocklek måste vägas mot förlorad odlingsvolym. Hänsyn bör även tas till pris och tillgång till önskat marktäckningsmaterial.

### 3.1.4 Substrat

Det vanligaste substratet vid svenska skogsplantskolor är torv utan andra tillsatser än kalk för att höja substratets pH-värde (Wennström et al. 2016). Torv består till stor del av vitmossa som humifierats, eller förmultnat, i varierande grad och där bäst substrategenskaper ges vid en blandning av torv som skiljer i humifieringsgrad (ibid.) Detta då blandningen skapar en balans mellan vatten- och näringshållande egenskaper samt porositet för att ge utrymme åt syre i substratet (ibid.). Torv har dock vissa nackdelar, exempelvis finns risker för övervattning i och med en hög andel små porer med stark vattenhållande förmåga samt att torven vid uttorkning blir vattenavvisande (ibid.).

Alternativa organiska substrat, bland annat kokosfiber, bark och sågspån, samt icke-organiska, exempelvis stenull, existerar men alternativen måste gå att anpassa till plantskolans fyllningsmaskiner och odlingsbehållare samt att tillgången till ett standardiserat material måste vara tillräcklig för att fungera i en storskalig plantproduktion samt gärna bidra till god etablering vid plantering (ibid.).

Vid ett av Englands försök (2008) såg hon hur ett substrat baserad på osteriliserad kompost, vilket fungerade som kontrollgrupp i försöket, uppvisade en lägre tillväxt av lungmossa i jämförelse med kompost som hade autoklaverats. Det råder dock osäkerhet kring vad som gav lungmossan sämre förutsättningar, mikroorganismer i komposten eller andra faktorer.

En teknik som studerats i USA är användandet av stratifierade substrat, vilket i enkelhet innebär att substratet består av ett grövre skikt och ett finare skikt, för att motverka lungmossa (Khamare et al. 2022a; b). Syftet är att ersätta marktäckning och för rötterna att kunna utnyttja hela volymen i odlingsbehållaren. I de amerikanska experimenten användes tallbark som substrat. Vid USAs östkust är tallbark det huvudsakliga odlingssubstratet inom plantskoleverksamhet (Altland et al. 2018).

Det stratifierade substratet var uppdelat i ett övre skikt med tallbark med en grovlek på <1,27 cm eller 1,9 cm, medan det undre skiktet bestod av bark med en grovlek på <9,65 mm där ett långtidsverkande gödselmedel också placerades (Khamare et al. 2022a). Försöken utfördes i krukor med en volym på cirka 3,8 liter. Det övre skiktet var cirka 5 eller 7,6 cm tjockt. Kontrollgruppens substrat bestod av industristandarden, vilket enbart var tallbark i samma storlek med näring inarbetat igenom hela substratet.

Efter 16 veckor täckte lungmossa mellan 18,5 och 61,4 % av kontrollgruppens ytskikt, medan siffran för stratifierade substrat var mellan noll och en procent. Forskarna uttrycker dock en osäkerhet kring hur stor roll stratifieringen spelade och hur stor roll placeringen av den långtidsverkande näringen i bottenskiktet spelade (Khamare et al. 2022a).

En upprepning av försöket under den torrare vår- och sommarperioden såg liknande resultat (Khamare et al. 2022b). Tidigare studier har i stället tittat på stratifiering där det finkorniga skiktet placeras i toppen av krukan medan det grövre skiktet placeras i botten. I dessa studier har resursbesparingar vad gäller vatten- och näringsanvändning samt den hortikulturella grödans tillväxt varit i fokus, inte påverkan på lungmossa eller andra ogräs i produktionen (Fields et al. 2021; Criscione et al. 2022a; b).

Torv är det dominerande substratet i svenska skogsplantskolor och produktionen är anpassad runt torven som substrat. I USA är dock tallbark ett vanligt substrat inom plantskolor. Eventuellt skulle detta kunna bli ett framtida substrat även i Sverige, som i skogsplantskolans fall skulle vara cirkulärt, men då krävs en standardiserad produkt som successivt kan fasas in i produktionsleden med tillräckligt stor tillgång för att möta efterfrågan.

Stratifiering av substrat har visat lovande resultat. Där minskad förekomst av lungmossa varit fokus har försöken gjorts på substrat av tallbark i olika grovlekar, med ett fint undre lager och ett grovt övre lager. Marktäckning kan sägas ha inkorporerats i substratet vilket leder till fullständigt nyttjande av odlingsvolymen. Tidigare försök har utvärderat andra parametrar, tillväxt och resursutnyttjande, och har utförts med det finare lagret i topp medan de grövre placerats i botten. Stratifierade substrat bör undersökas ytterligare mot parametrar som ogräsbekämpning, plantans tillväxt och huruvida resurser som näring och vatten kan utnyttjas mer effektivt genom denna metod. Stratifiering av torv i olika humifieringsgrad bör även undersökas.

## 3.2 Bekämpningsmedel

### 3.2.1 Allmänkemikalier

Natriumbikarbonat av livsmedelskvalitet är en tillåten allmänkemikalie som godkänts för användning mot lungmossa i krukväxtproduktion (Furenhed et al. 2020). Natriumbikarbonat har en fytotoxisk verkan genom dess natrium- och karbonatjon samt genom ett förhöjt pH-värde vid kontaktytan (ibid.).

Vid plantskoleförsök utförda under Stenströms kandidatarbete (2022) testades och jämfördes natriumbikarbonat, i pulverform och inblandat med vatten i olika

doser, med det tidigare använda bekämpningsmedlet Mogeton (kvinoklamin) mot lungmossa. Försöken utfördes på tvååriga granplantor i odlingsbrätten.

Tabell 2. Översikt av bekämpande åtgärder mot lungmossa.

För referenser, se respektive avsnitt.

Bekämpande åtgärd	Beskrivning
3.2.1 Allmänkemikalier	Natriumbikarbonat och vinäger (ättiksyra) har visat bekämpande effekt mot lungmossa, dock finns risker för skador på plantan. Även senapsfröpulver har visat en bekämpande effekt i odling av prydnadsväxter. Behöver dock testas på skogsplantor.
3.3.1 Biologisk bekämpning	Antagonistiska svampar har undersökts men inte gett goda resultat på att bekämpa lungmossa. <i>Scatopsciara cunicularius</i> , en art utav sorgmyggorna, har i försök fullbordat sin livscykel med enbart lungmossa som föda. Försöket påvisade samband mellan antal larver och försämrade tillväxt av lungmossa.
3.3.2 Kemisk bekämpning	God effekt har setts vid behandling med pelargonsyra, essentiella oljor samt fröpulver från oljesumpört. Kanelaldehyd har gett upphov till blandade resultat. Tillsatser av ozon i bevattningsvattnet har även visat skada lungmossa. För samtliga resultat gäller att det behövs återupprepade behandlingar. Dessutom finns risker för skador på plantan vid för höga koncentrationer av dessa ämnen.

Natriumbikarbonat i pulverform (150 g/m<sup>2</sup>) visade sig nästan lika effektivt som Mogeton och gav få skador på nya barr, men hade dock en tydligt negativ påverkan på antalet aktiva rotspetsar. Behandling med natriumbikarbonat utblandat med vatten visade dock ha en svag effekt mot lungmossa både vid hög- och medeldos

(60 g/L 30 g/m<sup>2</sup> respektive 30 g/L 15 g/m<sup>2</sup>) samtidigt som nya barr skadades av behandling vid hög dos (Stenström 2022).

Ryska försök i skogsplantskolemiljö såg en stark men avtagande kontrolleffekt av natriumbikarbonat i pulverform när det användes i förebyggande syfte mot etablering av lungmossa vid en dos på 400 kg/ha (Egorov et al. 2021).

Svenson (2000) hävdar att vinäger, innehållande ättiksyra, är effektivt för att bekämpa lungmossa, men att det ska användas varsamt då det kan skada plantan. Dosen, menar han, bör anpassas efter väderförhållanden samt spolas av snabbt efter besprutning.

Vinäger tillhör också allmänkemikalierna men är inte ännu godkänd för användning mot lungmossa (Jordbruksverket u.å.). Vinäger får dock användas för ogräsbekämpning vid hårdlagda ytor i dagsläget (ibid.).

Försök utförda av Fausey (2003) med ättiksyra, vid en koncentration på 80 ml per liter, reducerade lungmossa med 85 % drygt två veckor efter behandling. Fausey drar därför slutsatsen att ättiksyra är ett effektivt bekämpningsmedel mot lungmossa.

Senapsfröpulver (*Sinapis alba* L.) har visat en kontrolleffekt på etablerad lungmossa på 83 till 97 % (Boydston et al. 2008). Denna effekt bibehölls under sex veckor vid doser på 113, 225 och 450 g/m<sup>2</sup>. Applicerad på lungmossa orsakade senapsfröpulver nekros på mossbålen två till tre dagar senare. Den hortikulturella grödan, en prydnadsväxt, skadades inte av applikationen. På den döende mossbålen sågs svamptillväxt en vecka efter dosering.

Kontrolleffekten tros orsakas av glukosinolaten sinalbin som genom hydrolys övergår till isotiocyanater som i sin tur skadar lungmossan, men detta undersöktes dock inte närmare av Boydston et al. (2008). Denna effekt kallas biofumigering och innebär att nedbrytningen av växtdelar från korsblommiga växter rika på glukosinolater har en toxisk verkan på diverse patogener (Persson 2010). *Sinapis alba* har genom biofumigering i försök även verkat hämmande på andra ogräs (ibid.).

Senapsfröpulver är en biprodukt från produktionen av vegetabiliska oljor (ibid.) samt en allmänkemikalie godkänd som utsädesbehandling mot stinksot på vete (Jordbruksverket u.å.).

Sidhu med kollegor (2020) menar att det vanligaste problemet när det kommer till bekämpningsmedel med organiskt ursprung, oavsett om det rör sig om ättiksyra som har beskrivits i detta avsnitt eller pelargonsyra som kommer beskrivas senare, är att ett flertal av dem kräver upprepade behandlingar pga. kortvarig effekt samtidigt som det förekommer risker att skada den hortikulturella grödan.

Natriumbikarbonat har i försök visat sig lika effektivt som syntetiska bekämpningsmedel på att motverka lungmossa. Dock föreligger fytotoxiska effekter på plantan vilket kommer begränsa användningen till scenarion där det går att säkerställa att grödan inte tar skada. Detsamma ser ut att gälla för vinäger och ättiksyra.

Senapsfröpulver bör utforskas i plantskolemiljö för att undersöka eventuell skadeverkan på vedartade växter vid behandling mot lungmossa. Att den döende mossbålen drabbas av svamptillväxt kan innebära att krukans behövs rensas manuellt före försäljning, särskilt vid odling av prydnadsväxter, dock kan mossbålen även hinna brytas ned under säsongen. Detta, samt huruvida svamptillväxten utgör en fara för plantan på sikt, bör undersökas ytterligare. Vid positiva resultat skulle senapsfröpulver kunna komma att, som allmänkemikalie, få användas i bekämpande syfte inom en närmare framtid än de potentiella bekämpningsmedlen som kommer beskrivas härnäst.

### 3.3 Potentiella bekämpningsmedel

#### 3.3.1 Biologisk bekämpning

England (2008) undersökte stammar av svamparna *Phaeodothis winterei* och *Fusarium equiseti* som uppvisade goda tecken på att angripa lungmossa. I uppföljande växthusförsök testades dessa två svamparters förmåga att förebygga eller bekämpa på lungmossa växandes i kompost som antingen steriliserats genom autoklavering eller inte steriliserats.

Vid Englands försök att förebygga etablering av lungmossa tillsattes näring för att stödja svamparnas tillväxt, men denna näring kan även ha gett stöd till lungmossans etablering. *P. winterei* och *F. equiseti* hade ingen signifikant effekt i att förebygga lungmosseangrepp.

En bekämpande behandling med *P. winterei* gav större effekt än *F. equiseti* efter elva veckor, medan två behandlingar med *F. equiseti* hade större effekt. Starkast bekämpande effekt visade sig dock kontrollgruppen med osteriliserad kompost ha, men detta återspeglades inte lika tydligt i försöket att förebygga etablering där både steriliserad och icke-steriliserad kompost hade liknande kontrolleffekt mot lungmossa.

Svårigheter som England (2008) mötte i att dra tydliga slutsatser från dessa försök hänger ihop med dess genomförande, där svamparna och lungmossan gynnas av liknande odlingsklimat vilket kan ha lett till att lungmossan växte fortare än vad svamparna kunde förebygga eller bekämpa den. Slutsatsen England når är att en förebyggande åtgärd baserad på en antagonistisk svamp hade varit att föredra. Detta då resultatet av den bekämpande åtgärden är en substratyta täckt med en

döende lungmossa under nedbrytning och med tillväxt av svampar. Något som skulle behöva avlägsnas manuellt innan försäljning, menar England (2008).

Biologisk bekämpning av lungmossa skulle potentiellt även kunna ske genom insekter, något forskning av Sawangproh och Cronberg (2016) visat. De har visat att arten *Scatopsciara cunicularius* kan fullborda sin livscykel samt överleva med enbart lungmossa som föda. De kan även sägas ha återupptäckt arten *S. cunicularius*, en sorgmygga (*Sciaridae*), då inga fynd av arten rapporterats sedan den beskrevs som ny för vetenskapen 70 år tidigare.

Larver av *S. cunicularius* äter sig igenom mossbålens insida, vilket förstör lungmossans vävnad innehållande klorofyll och leder till försämrad fotosyntes samtidigt som vattentransport och gasutbyte försämras (Sawangproh et al. 2016). De fann ett positivt samband mellan antalet larver och försämrad tillväxt hos lungmossa. Vid en temperatur på 12°C sågs större skador än vid 22°C, vilket forskarna menar berodde på att larverna åt långsammare men över en längre tid vid lägre temperaturer. Däremot var överlevnaden för larverna vid 12°C lägre, vilket antyder att de stressades vid denna temperatur.

Behandling i växthus skulle kunna inledas vid temperaturer runt 20°C för att maximera hastigheten i reproduktionen av *S. cunicularius*, följt av en sänkning av temperaturen för att förlänga larvstadiet och angreppet på lungmossan i växthuset (Sawangproh et al. 2016). Forskarna påpekar att det skulle krävas betydligt mer studier innan vidare användning av arten *S. cunicularius* som biologisk bekämpning är aktuell, men att det går att anta att denna art enbart angriper lungmossa då arten aldrig hittats tidigare vid angrepp i hortikulturell produktion.

Dessa två biologiska bekämpningsmetoder, antagonistiska svampar samt sorgmyggan *S. cunicularius*, kan tänkas ha störst potential i att förebygga storskaliga utbrott av lungmossa i växthus där miljön kan kontrolleras.

För användandet av svamparter som angriper lungmossa finns dock en stor risk att miljön som behövs för att främja svamparna även gynnar lungmossa. Substratet skulle kunna inokuleras med svamparterna, men de få försök som utförts visade på bättre förebyggande effekt av icke-steriliserad kompost.

Försök med sorgmyggan *S. cunicularius* har hittills varit småskaliga och skulle behöva undersökas i en miljö som efterliknar växthusproduktion. I skogsplantaskolor skulle metoden kunna vara aktuell innan plantorna flyttas ut på friland över sommaren för att minska förekomsten av lungmossa. Arten kan mycket väl förekomma i odlingar utan att det finns någon kännedom om det. Eventuellt har dessa plantaskolor mindre problem med lungmossa än andra, vilket gör att en inventering kunde vara av intresse.

Processen för godkännande av biologiska bekämpningsmedel är dock betydligt längre än den för att få nyttja exempelvis allmänkemikalier. Det kommer därför att behövas ett kommersiellt intresse för att ytterligare utveckla dessa metoder.



### 3.3.2 Kemisk bekämpning

Fausey (2003) observerade en kontrolleffekt mot lungmossa på över 80 % med pelargonsyra (50 ml per liter). Pelargonsyra är för närvarande en godkänd aktiv substans (European Commission u.å.e).

Vid samma försök såg Fausey (2003) dålig effekt av kanelaldehyd (6,6 ml/l), ett ämne som Svenson (2000) dock förordat som effektivt mot lungmossa. Han undersökte kanelaldehyd vid koncentrationer på 0,25, 0,5 samt 1 % och såg hur ämnet förebyggde etablering av lungmossa en, två samt fyra veckor efter behandling (Svenson 1997). Vid koncentrationer på 1 % ska även groddkornsskålar ha tagit skada och mossbälens återväxt påbörjats först efter fem veckors tid. Behandlingen hade inga fytotoxiska effekter på plantan i detta fall. Svenson (2000) varnar ändå för fytotoxisk verkan vid för höga koncentrationer av kanelaldehyd samt vid vissa miljömässiga omständigheter, som tyvärr inte specificeras ytterligare.

Kanelaldehyd väntar för närvarande på godkännande som aktiv substans av Europeiska kommissionen (European Commission u.å.b).

En produkt (Sporatec, då producerad av Brandt Consolidated, USA och tidigare såld under namnet Sporan från företaget EcoSMART Technologies Incorporated, USA) innehållande destillerade extrakt från växter, eller essentiella oljor, har undersökts av Khadduri (2011) mot lungmossa. Produkten bestod av en blandning oljor från kryddtimjan (*Thymus vulgaris*), kryddnejlika (*Syzygium aromaticum*) och rosmarin (*Rosmarinus* sp.). En koncentration på 8 ml per liter orsakade inte skador på plantan, i detta fall jättetuja, vilket däremot kunde observeras vid högre koncentrationer (15.5 samt 31 ml/l). Nio dagar efter behandling uppvisades en kontrolleffekt på 91 %.

Uppföljande tester såg dels en kontrolleffekt över 85 % vid koncentrationer på 8 respektive 12 ml per liter som bibehölls nio veckor efter behandling. Dessutom gjordes ytterligare försök med koncentrationer upp till 15,5 ml/l bl.a. på arterna *Picea sitchensis*, *Pinus monticola*, *P. ponderosa*, *Abies procera* och *A. grandis* utan att se någon fytotoxisk verkan. Samtidigt uppnåddes en kontrolleffekt på 95 % tre veckor efter behandling. Sex veckor efter behandling hade kontrolleffekten enbart sjunkit till 93 % (Khadduri 2011).

Försöken med essentiella vegetabiliska oljor utfördes med handhållna sprayer och när den skulle appliceras genom bevattningsramp kunde de efter justeringar nå en kontrolleffekt på 90 % som dock inte bibehölls längre än två veckors tid (Khadduri 2011).

För närvarande är vegetabilisk olja av kryddnejlika godkänd som aktiv substans (European Commission u.å.c). Det är dock inte olja av kryddtimjan (European Commission u.å.f). Rosmarin finns för närvarande inte registrerat i databasen över aktiva substanser (European Commission u.å.a).

Bekämpning med hjälp av fröpulver från oljesumpört (*Limnanthes alba*) undersöktes av Svenson och Deuel (2000). De rapporterade god kontroll vid 15 respektive 30 dagar efter behandling, enligt duon likvärdig till kvinoklamin. Efter 60 dagar hade dock fröpulvrets kontrolleffekt sjunkit, vilket inte var det enda som Svenson och Deuel såg som problematiskt med detta fröpulver. De såg tillväxt av svampar på substratytan och tillväxt av gräs samtidigt som det luktade illa från behandlade krukor. Deras förslag för att åtgärda detta var en pelleterad produkt som även skulle innehålla mintolja, med resonemanget att mintoljan skulle döda gräsfrön som kontaminerat fröpulvret och maskera doften behandlingen gav upphov till (Svenson & Deuel 2000).

England (2008) utförde vidare undersökningar kring vilken isotiocyanat – dvs. vilken hydrolysisprodukt från glukolimnanthin, oljesumpörtens enda identifierade glukosinolat – som hade en toxisk effekt på lungmossa. Av de isotiocyanat som isolerades, hade limnanthin (3-Methoxybenzyl isotiocyanat) kraftigast effekt även vid lägre doser. Detta ledde England (2008) till slutsatsen att det finns potential att kunna nyttja koncentrationer skadliga för lungmossa men inte för den odlade grödan. Dock understryker England bristen på forskning i användandet av isotiocyanater mot lungmossa och att ytterligare försök skulle behövas för att bekräfta vilken isotiocyanat som har störst effekt i detta fall.

Fröpulver från oljesumpört har alltså liknande effekt som senapsfröpulver, men senapsfröpulver har dock fler fördelar. Senapsfröpulver klassas redan som allmänkemikalie samt är en restprodukt av produktionen av vegetabiliska oljor, vilket innebär att det kan förmodas finnas en stor tillgång till pulvret.

Pulver från oljesumpörtens frön finns för närvarande inte upptaget i listan över aktiva substanser (European Commission u.å.a).

Ozon ( $O_3$ ) kan användas för att rengöra bevattningsvattnet inom hortikulturell produktion då det är kraftigt reaktivt och, när gasen genom en serie reaktioner övergår till syrgas ( $O_2$ ), har effekt mot mikrobiella såväl som kemiska föroreningar (Graham & Dixon 2012). I kanadensiska försök undersöktes huruvida fortsatt närvaro av ozon i bevattningsvattnet skulle ha en skadlig effekt på lungmossa, då ozon vanligtvis tillåts övergå till syre innan bevattning pga. dess fytotoxiska verkan (ibid.).

Forskarna såg effekt på lungmossa vid kontakttider mellan 0,84 och 1,68 mg/l/min. Enligt forskarna skulle en kontaktid på 3,75 mg/l/min vara kompatibel med ett antal vedartade perenner och därför undersöktes effekten av antalet behandlingstillfällen mot lungmossa vid denna kontaktid. De fann att tre samt fem behandlingstillfällen per vecka minskade lungmossans tillväxt och reproduktiva förmåga. Ozonbevattningen skadade groddkornsskålarnas struktur och ledde även till färre producerade groddkorn samt att dessa var mindre i storlek. Utöver detta visade det sig även vara enklare att manuellt avlägsna lungmossan från substratet efter behandling med ozon (Graham & Dixon 2012).

Ozon inväntar godkännande som aktiv substans (European Commission u.å.d).

Majoriteten av dessa ämnen väntar på godkännande för att få nyttjas som aktiv substans i bekämpningsmedel inom EU. Skulle de komma att godkännas kommer ytterligare forskning att krävas för att nyttja dessa mot lungmossa i svenska plantskolor. Metoderna kan sägas ha potential, förutsatt ett godkännande samt att de inte har för stora skadliga effekter på plantorna som medlen har för syfte att skydda.

## 4. Slutsats

Det saknas i dagsläget effektiva metoder för att uppnå tillräcklig kontroll av lungmossa. Det finns metoder för att förebygga och bekämpa lungmossa i viss grad, men ett flertal kräver vidare undersökningar för att utreda hur effektiva metoderna är samt hur lämpliga och tillämpbara de är i en svensk kontext.

Förebyggande metoder som visats kunna reducera förekomsten av lungmossa är sänkning av den relativa luftfuktigheten, sanering av odlingskärl och -utrymmen, minska mängden lättillgänglig näring, samt att konsolidera bevattning till färre tillfällen för att tillåta substratytan att torka. Ytan kan även hållas torr via marktäckning av tillräcklig tjocklek. Det kan krävas en kombination av metoder för önskad effekt.

Spridning av lungmossans groddkorn gynnas av bevattning ovanifrån, dock finns vissa indikationer på minskad spridning vid mindre droppstorlekar som kan uppnås genom val av munstycke eller justerat tryck.

Lungmossa kan bekämpas med allmänkemikalier. Natriumbikarbonat är idag godkänd för användning mot lungmossa. Även vinäger och senapsfröpulver har visat effekt. Dock föreligger risker för skador på plantorna vilket begränsar antalet användningsscenarier.

Nya potentiella metoder för att bekämpa lungmossa, biologiska samt kemiska, existerar men kräver ytterligare forskning för att bevisa deras effektivitet i plantskolor samt för att få det godkännande som krävs för att få nyttjas.

## Referenser

- Ahn, J.K. & Chung, I.M. (2000). Allelopathic potential of rice hulls on germination and seedling growth of barnyardgrass. *Agronomy Journal*, 92 (6), 1162–1167
- Altland, J. (2004). *Common Weeds in Oregon Container Crops*. (EM 8874). Oregon State University Ext. Serv.
- Altland, J. & Krause, C. (2014). Parboiled Rice Hull Mulch in Containers Reduces Liverwort and Flexuous Bittercress Growth. *Journal of Environmental Horticulture*, 32 (2), 59–63. <https://doi.org/10.24266/0738-2898.32.2.59>
- Altland, J.E., Owen, J.S., Jackson, B.E. & Fields, J.S. (2018). Physical and Hydraulic Properties of Commercial Pine-bark Substrate Products Used in Production of Containerized Crops. *HortScience*, 53 (12), 1883–1890. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI13497-18>
- Arvidsson, B., Braf, S., Samuelsson, H., Ollas, R. & Sandström, C. (2021). *Specialhäfte skog, att använda kemiska bekämpningsmedel*. (BE7). Jordbruksverket. <https://webbutiken.jordbruksverket.se/sv/artiklar/be7.html> [2023-01-17]
- Bartley, P.C., Wehtje, G.R., Murphy, A.-M., Foshee, W.G. & Gilliam, C.H. (2017). Mulch Type and Depth Influences Control of Three Major Weed Species in Nursery Container Production. *HortTechnology*, 27 (4), 465–471. <https://doi.org/10.21273/HORTTECH03511-16>
- Borg Ohlson, M., Löfkvist, K., Jansson, J., Manduric, S., Ragnarsson, S., Sundgren, A. & Winter, C. (2020). *Bekämpning i yrkesmässig trädgårdsodling*. Andersson, L. (red.) (Andersson, L., red.) Jordbruksverket. <https://webbutiken.jordbruksverket.se/sv/artiklar/be8.html> [2023-02-03]
- Boydston, R.A., Anderson, T. & Vaughn, S.F. (2008). Mustard (*Sinapis alba*) seed meal suppresses weeds in container-grown ornamentals. *Hortscience*, 43 (3), 800–803. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.43.3.800>
- Brodie, H.J. (1951). The splash-cup dispersal mechanism in plants. *Canadian Journal of Botany*, 29 (3), 224–234. <https://doi.org/10.1139/b51-022>
- Chong, C. (2003). Experiences with weed discs and other nonchemical alternatives for container weed control. *HortTechnology*, 13 (1), 23–27
- Clemens, J., Christie, C.B. & Barnaby, C.J. (1991). Watering container plants five different ways. *Combined Proceedings International Plant Propagators' Society.*, 98–102
- Criscione, K.S., Fields, J.S. & Owen, J.S. (2022a). Root Exploration, Initial Moisture Conditions, and Irrigation Scheduling Influence Hydration of Stratified and Non-Stratified Substrates. *Horticulturae*, 8 (9), 826. <https://doi.org/10.3390/horticulturae8090826>

- Criscione, K.S., Fields, J.S., Owen, J.S., Fultz, L. & Bush, E. (2022b). Evaluating Stratified Substrates Effect on Containerized Crop Growth under Varied Irrigation Strategies. *HortScience*, 57 (3), 400–413.  
<https://doi.org/10.21273/HORTSCI16288-21>
- Cronberg, N. (1989). Enkät från projektet: Kontroll av lungmossa i plantskolemiljö. [Opublicerat material].
- Cronberg, N. (1990). *Åtgärder för kontroll av lungmossa i plantskolemiljö*. (Plantnytt, 1990:1). Garpenberg: Avd. för skogsförnyelse vid Skogshögskolan.  
<https://www.skogforsk.se:443/kunskap/kunskapsbanken/1990/atgarder-for-kontroll-av-lungmossa-i-plantskolemiljo/> [2023-01-17]
- Cronberg, N. (1991). *Åtgärder för kontroll av lungmossa i plantskolemiljö*. (Plantnytt, 1991:6). Garpenberg: Avd. för skogsförnyelse vid Skogshögskolan.  
<https://www.skogforsk.se:443/kunskap/kunskapsbanken/1991/atgarder-for-kontroll-av-lungmossa-i-plantskolemiljo/> [2023-01-17]
- Cronberg, N., Natcheva, R. & Hedlund, K. (2006). Microarthropods Mediate Sperm Transfer in Mosses. *Science*, 313 (5791), 1255–1255.  
<https://doi.org/10.1126/science.1128707>
- De Greef, J., Butler, W.L., Roth, T.F. & Fredericq, H. (1971). Control of Senescence in *Marchantia* by Phytochrome. *Plant Physiology*, 48 (4), 407–412.  
<https://doi.org/10.1104/pp.48.4.407>
- Ducket, J.G. & Pressel, S. (2009). Extraordinary features of the reproductive biology of *Marchantia* at Thursley NNR. *Field Bryology*, (97), 2–11
- Egorov, A., Bubnov, A., Pavluchenkova, L., Partolina, A. & Postnikov, A. (2021). Applying chemical control to suppress liverwort (*Marchantia polymorpha* L.) and other mosses when growing containerized seedlings of pine and spruce. *BALTIC FORESTRY*, 27 (1). <https://doi.org/10.46490/BF288>
- England, J.E. (2008). The biology, epidemiology and control of liverwort infestation of nursery plant containers. <http://spiral.imperial.ac.uk/handle/10044/1/12006> [2023-01-20]
- Europaparlamentet (2009). Europaparlamentets och rådets direktiv 2009/128/EG av den 21 oktober 2009 om upprättande av en ram för gemenskapens åtgärder för att uppnå en hållbar användning av bekämpningsmedel. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:309:0071:0086:SV:PDF> [2023-03-16]
- European Commission (u.å.a). *EU Pesticides Database - Active substances*. <https://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/eu-pesticides-database/start/screen/active-substances> [2023-02-21]
- European Commission (u.å.b). *EU Pesticides Database - Active substances - Active substance details (Cinnamaldehyde)*. <https://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/eu-pesticides-database/start/screen/active-substances/details/1039> [2023-02-21]
- European Commission (u.å.c). *EU Pesticides Database - Active substances - Active substance details (Clove oil)*. <https://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/eu-pesticides-database/start/screen/active-substances/details/298> [2023-02-21]

- European Commission (u.å.d). *EU Pesticides Database - Active substances - Active substance details (Ozone)*. <https://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/eu-pesticides-database/start/screen/active-substances/details/1431> [2023-02-21]
- European Commission (u.å.e). *EU Pesticides Database - Active substances - Active substance details (Pelargonic acid)*. <https://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/eu-pesticides-database/start/screen/active-substances/details/959> [2023-02-21]
- European Commission (u.å.f). *EU Pesticides Database - Active substances - Active substance details (Thyme oil)*. <https://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/eu-pesticides-database/start/screen/active-substances/details/686> [2023-02-21]
- Evert, R.F., Eichhorn, S.E. & Raven, P.H. (2013). *Raven biology of plants*. 8 uppl. New York: Freeman and Company Publishers.
- Fausey, J.C. (2003). Controlling Liverwort and Moss Now and in the Future. *HortTechnology*, 13 (1), 35–38. <https://doi.org/10.21273/HORTTECH.13.1.0035>
- Fields, J.S., Owen, J.S. & Altland, J.E. (2021). Substrate Stratification: Layering Unique Substrates within a Container Increases Resource Efficiency without Impacting Growth of Shrub Rose. *Agronomy*, 11 (8), 1454. <https://doi.org/10.3390/agronomy11081454>
- Furenhed, S., Tönnerberg, V. & Winter, C. (2020). *Allmänkemikalier - en litteraturstudie*. <https://webbutiken.jordbruksverket.se/sv/artiklar/ovr564.html> [2023-01-18]
- Graham, T. & Dixon, M.A. (2012). Liverwort Control: An Ancillary Role for Ozone-based Irrigation Water Treatment Systems? *HortScience*, 47 (3), 361–367. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.47.3.361>
- Johansson, Å. (2015). *Hantering av levermossa i containerodling - svenska [perenn]odlares erfarenheter*. <https://gupea.ub.gu.se/handle/2077/40718> [2022-12-14]
- Jordbruksverket (2023). *Plantskoleväxter (ej skogsplantor) efter Gröda, Odlingsform, Tabelluppgift och År*. <https://statistik.sjv.se/PXWeb/sq/4b22cf95-729e-482e-9131-822f64936377> [2023-01-31]
- Jordbruksverket (u.å.). *Allmänkemikalier 2023*. <https://webbutiken.jordbruksverket.se/sv/artiklar/allmankemikalier.html> [2023-02-03]
- Kemikalieinspektionen (2017). Beslut angående ansökan om dispens på växtskyddsområdet. <https://apps.kemi.se/BkmRegistret/Kemi.Spider.Web.External/Beslut/Details?beslutId=16013&objekttypId=6> [2023-01-30]
- Kemikalieinspektionen (2021a). *Mogeton WP*. <https://apps.kemi.se/BkmRegistret/Kemi.Spider.Web.External/Produkt/Details?produktId=9318&produktVersionId=9325> [2023-01-30]
- Kemikalieinspektionen (2021b). *Ämne*. <https://apps.kemi.se/BkmRegistret/Kemi.Spider.Web.External/Aemne/Details/513> [2023-01-30]
- Khadduri, N. (2011). Using essential oils to control moss and liverwort in containers. In: *Riley, L. E.; Haase, D. L.; Pinto, J. R., tech. coords. National Proceedings: Forest and Conservation Nursery Associations - 2010. Proc. RMRS-P-65. Fort*

- Collins, CO: USDA Forest Service, Rocky Mountain Research Station. p. 133-138., 65, 133–138
- Khamare, Y., Marble, S.C., Altland, J.E., Pearson, B.J., Chen, J. & Devkota, P. (2022a). Effect of Substrate Stratification on Growth of Common Nursery Weed Species and Container-grown Ornamental Species. *HortTechnology*, 32 (1), 74–83. <https://doi.org/10.21273/HORTTECH04965-21>
- Khamare, Y., Marble, S.C., Altland, J.E., Pearson, B.J., Chen, J. & Devkota, P. (2022b). Effect of Substrate Stratification Without Fine Pine Bark Particles on Growth of Common Nursery Weed Species and Container-grown Ornamental Species. *HortTechnology*, 32 (6), 491–498. <https://doi.org/10.21273/HORTTECH05113-22>
- LRF Trädgård Plantskola (2019). *Kvalitetsregler för plantskoleväxter*. 6 uppl. [https://media3.stangby.nu/2020/08/GRO-Kvalitetsregler\\_upplaga6.pdf](https://media3.stangby.nu/2020/08/GRO-Kvalitetsregler_upplaga6.pdf) [2023-03-03]
- Nakazato, T., Kadota, A. & Wada, M. (1999). Photoinduction of spore germination in *Marchantia polymorpha* L. is mediated by photosynthesis. *Plant and cell physiology*, 40 (10), 1014–1020
- Newby, A., Altland, J.E., Gilliam, C.H. & Wehtje, G. (2007). Pre-emergence Liverwort Control in Nursery Containers. *HortTechnology*, 17 (4), 496–500. <https://doi.org/10.21273/HORTTECH.17.4.496>
- O’Hanlon, M.E. (1926). Germination of Spores and Early Stages in Development of Gametophyte of *Marchantia polymorpha*. *Botanical Gazette*, 82 (2), 215–222. <https://doi.org/10.1086/333650>
- Persson, P. (2010). *Allelopatiska fånggrödor – effekter på sjukdomar och ogräs*. <https://fou.jordbruksverket.se/fou/sok/detalj/3092/redovisning/6686> [2023-03-16]
- Ross, R.L.M. & Puritch, G.S. (1981). Identification, abundance, and origin of moss, liverwort, and algal contaminants in greenhouses of containerized forest nurseries. *Canadian Journal of Forest Research*, 11 (2), 357–361. <https://doi.org/10.1139/x81-048>
- Saha, D., Marble, S.C., Torres, N. & Chandler, A. (2019). Fertilizer placement affects growth and reproduction of three common weed species in pine bark–based soilless nursery substrates. *Weed Science*, 67 (6), 682–688. <https://doi.org/10.1017/wsc.2019.49>
- Sawangproh, W. & Cronberg, N. (2016). Life History Traits of the Liverwort Herbivore *Scatopsciara cunicularius* (Diptera: Sciaridae). *Annals of the Entomological Society of America*, 109 (3), 343–349. <https://doi.org/10.1093/aesa/saw004>
- Sawangproh, W., Ekroos, J. & Cronberg, N. (2016). The effect of ambient temperature on larvae of *Scatopsciara cunicularius* (Diptera: Sciaridae) feeding on the thallose liverwort *Marchantia polymorpha*. *European Journal of Entomology*, 113, 259
- Shimamura, M. (2016). *Marchantia polymorpha* : Taxonomy, Phylogeny and Morphology of a Model System. *Plant and Cell Physiology*, 57 (2), 230–256. <https://doi.org/10.1093/pcp/pcv192>
- Sidhu, M.K., Lopez, R.G., Chaudhari, S. & Saha, D. (2020). A Review of Common Liverwort Control Practices in Container Nurseries and Greenhouse Operations.



- HortTechnology*, 30 (4), 471–479. <https://doi.org/10.21273/HORTTECH04652-20>
- Skogsstyrelsen (2022). *Levererade skogsplantor 2021*. (JO0313).  
<https://www.skogsstyrelsen.se/globalassets/statistik/statistikfaktablad/JO0313-statistikfaktablad-levererade-skogsplantor-2021.pdf> [2023-01-31]
- Stenström, M. (2022). *Kortsiktiga effekter av bikarbonatbehandling på lungmossa i plantskola*. <http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:lnu:diva-115116> [2023-01-17]
- Stewart, C.J., Marble, S.C., Pearson, B.J. & Wilson, P.C. (2017). Impact of Container Nursery Production Practices on Weed Growth and Herbicide Performance. *HortScience*, 52 (11), 1593–1600. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI12241-17>
- Svenska Skogsplantor (2022). *Träflis skyddar skogsplantor*.  
<https://www.skogsplantor.se/sv-se/nyheter/2022/traflis-skyddar-skogsplantor/> [2023-02-15]
- Svenson, S. (2000). *Control of liverworts in greenhouses*.  
<https://bryophytes.science.oregonstate.edu/page25.htm> [2023-01-19]
- Svenson, S. & Deuel, W. (2000). Using Quinoclamine and Meadowfoam Seed Meal to Control Liverworts in Containers. 45
- Svenson, S.E. (1997). Suppression of Liverwort Growth in Containers by Cinnamic Aldehyde. *HortScience*, 32 (3), 430C – 430.  
<https://doi.org/10.21273/HORTSCI.32.3.430C>
- Särkkä, L. & Tahvonen, R. (2020). Control of liverwort (*Marchantia polymorpha* L.) growth in nursery plants with mulches of Sphagnum moss and blackcurrant stem pieces. *Agricultural and Food Science*, 29 (3), 250–256.  
<https://doi.org/10.23986/afsci.90687>
- Tarén, N. (1958). Factors Regulating the Initial Development of Gemmae in *Marchantia polymorpha*. *The Bryologist*, 61 (3), 191–204. <https://doi.org/10.2307/3240469>
- UPM Skog (u.å.). *Ekologiskt sågspån skyddar plantorna vid plantskolan. Läs hur plantorna skyddas vid UPM:s plantskola i Jorois. | UPM Skog*.  
<https://www.upmmetsa.fi/sv/information-och-evenemang/artiklar/ekologinen-sahanpuru-suojaa-taimea-taimitarhalla/> [2023-01-17]
- Voth, P.D. & Hamner, K.C. (1940). Responses of *Marchantia polymorpha* to nutrient supply and photoperiod. *Botanical Gazette*, 102 (1), 169–205
- Wennström, U., Hjelm, K., Lindström, A. & Stattin, E. (2016). *Produktion av frö och plantor*. 2 uppl. Skogsstyrelsen. (Skogsskötselserien; 2)
- Yu, P. & Marble, S.C. (2022). Practice in Nursery Weed Control—Review and Meta-Analysis. *Frontiers in Plant Science*, 12.  
<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpls.2021.807736> [2023-01-17]

# Tack

Trots att jag spenderade onödigt mycket tid under utbildningens gång på att fundera över vilket ämne jag skulle skriva om i min uppsats, hade jag ändå inget klart för mig när det väl var dags. Inspirationen kom efter ett webinarie organiserat av Hortonomförbundet med Amanda Ahlqvist på Svenska skogsplantor. Därför vill jag tacka för inspirationen till det här spännande området och tacka för alla fina bilder från skogsplantskolan där man tydligt ser vilka problem lungmossan ställer till med.

Stort tack till mina handledare, Håkan Asp och Nils Cronberg, för att ni tog tid att läsa och gav bra återkoppling under arbetets gång. Jag har kunnat känna mig trygg över innehållet med ert stöd.

Sist men inte minst vill jag tacka min pappa, Jan Nord, som hjälpte till genom att illustrera lungmossans livscykel (bland allt annat han hjälpt till med under min egen livscykel) vilket gör det så mycket enklare att förstå den formskiftande *M. polymorpha*.