



Norges miljø- og
biovitenskapelige
universitet

Masteroppgave 2018 60 stp
Fakultet for biovitenskap

Organisk avfall som vekstmedium og næring for solbær (*Ribes nigrum L.*) på intensivt grønt tak og sosiale effekter av urbant landbruk

Organic waste as growth media and nutrition for black currants (*Ribes nigrum L.*) at intensive green roof and social effects or urban agriculture

Kristina Alme Gardli
Plantevitenskap

Forord

Denne oppgaven er en del av forberedelsene ved NMBU til prosjektet *SiEUgreen* og ble gjort i samarbeid med Lindum og Nabolagshager.

En stor takk til:

Siv Fagertun Remberg for god veiledning og oppmuntrende råd.

Trine og Cathrine ved biovitenskap for flittig hjelp ved alle spørsmål.

Ketil, Tom Inge og Alene ved Lindum for kompost og deres tid.

Helene, Laura, Faisa, Adam, og Vebjørn ved Nabolagshager for et morsomt år.

Landbrukets hus og Greenhouse Oslo for disposisjon av bygget.

The Green Team fra Hersleb Videregående for praktisk hjelp.

Irene på jordfag-laboratoriet for at hun fikser det meste på et blunk.

Sigrid Mogan ved NLR Viken for omvisning og faglige innspill.

Ross ved skrivesenteret for god hjelp med statistikken.

Trygg for å være turkamerat i skrivepauser.

Besteforeldre og foreldre for å ha videreført sin interesse for planter til meg.

Søsken, venner og ikke minst Henrik for å støtte meg i alt jeg finner på.

Sammendrag

Til urban dyrking i bykjernen er det vanlig å kjøpe jord siden jorda i byen ofte er forurenset. En sirkulær økonomi, med fokus på avfallshåndtering, er derfor en forutsetning for at urban dyrking skal være bærekraftig. Kompost utgjør i dag en stor del av innholdet i tilgjengelige torvfrie vekstmedier i Norge, men kan fortsatt by på utfordringer. Tilpasset informasjon for urban dyrking om kvalitet og bruk må derfor utvikles og formidles bredt.

I forbindelse med prosjektet SiEUGreen skal NMBU benytte kompost til etablering av bærbusker og det var derfor ønskelig med en validering av kompostbasert vekstmedium fra Lindum. Bærbusker i urban dyrking er spesielt gunstig bl.a. fordi de krever lite vedlikehold, fordrøyer mye regnvann og ivaretar naturmangfoldet. Et vekstforsøk med solbærbusker ble etablert på taklandbruket *Tak for Maten* høsten 2017. Fra Lindum ble det brukt tre behandlinger med ulike nivåer av næringsrik vermikompostert biorest og næringsfattig hagekompost. Torv og mineralgjødsel er brukt som kontroll. Vekstmediene ble vurdert ut i fra vegetative og generative egenskaper hos solbærbuskene samt kvalitetsanalyser i solbær. Til en viss grad er påvirkning fra takets mikroklima inkludert. Vekstmediene ble underveis undersøkt kjemisk og fysisk med hensyn på dyrking av solbær og med torv som kontroll. Det er kun gjort registreringer over en vekstsesong. Funnene i oppgaven tilsier at de to behandlingene med 30% og 60% vermikompostert biorest gir et godt resultat med moderat vegetativ vekst og god rotutvikling. Gjentak i torv har signifikant større tilvekst, men svake skudd og liten rotutvikling.

I samarbeid med Nabolagshager ble det utført en spørreundersøkelse for å undersøke de sosiale effektene av taklandbruket *Tak for Maten*. Flertallet oppga at taklandbruket i stor grad har påvirket deres helhetsinntrykket av bygget og interesser for urbant landbruk og matproduksjon i byen.

Summary

For urban agriculture in the city center it is common to buy growth media, since the soil in the city often is contaminated. Therefore a circular economy, focusing on waste management, is a prerequisite for urban agriculture to be sustainable. Compost represents a large part of the content of available peat-free growth media in Norway today, but can still give challenges when used. Adapted information for usage in urban agriculture must therefore be developed and disseminated widely.

In connection with the SiEUGreen project, a validation of compost-based growth medium from Lindum the establishment of berry bushes was wanted. Berry bushes in urban agriculture are particularly beneficial because they require low maintenance, slow down and store a lot of rainwater and for maintenance of biodiversity. A growth experiment with black currants was established at *Tak for Maten* in Oslo. Three treatments from Lindum with different levels of nutritious vermicomposted bioest and nutrient-poor garden compost was used. Peat with mineral fertilizer was used as control. Growth media were evaluated in terms of vegetative and generative properties of the bushes as well as quality assays in the berries. To some extent, the influence of the micro climate on the rooftop is included. The treatments were investigated chemically and physically with regard to the cultivation of blackcurrant and peat as a control. The registrations occurred over one year. The findings in the assignment indicate that the two treatments with 30% and 60% vermicomposted bioest provide moderate vegetative growth and good root development. Peat has a significantly greater growth, but weak shoots and little root development.

In collaboration with *Nabolagshager*, a survey was conducted to investigate the social effects the rooftop farm *Tak for Maten*. The majority state that *Tak for Maten* has effected their overall impression of the building and their interest for urban agriculture and food production in the city.

Innholdsfortegnelse

1	Innledning	3
1.1	<i>Urbant landbruk.....</i>	3
1.1.1	Grønne tak	3
1.1.2	Bærekraftig byutvikling.....	4
1.1.3	Langsiktighet og vedlikehold	4
1.1.4	Hvorfor bærbusker	5
1.1.5	Sosiale effekter av urbant landbruk.....	6
1.2	<i>Oppgavens formål.....</i>	6
1.3	<i>Aktører og samarbeider.....</i>	7
2	Litteraturløse A: Solbær	8
2.1	<i>Historie</i>	8
2.2	<i>Vekst og utvikling hos solbærbusken.....</i>	8
2.3	<i>Rotsystem og vanning</i>	10
2.4	<i>Jord og næring</i>	10
2.5	<i>Utviklingen i konsum og dyrking</i>	11
2.6	<i>Sortsskildring: Hedda.....</i>	12
3	Litteraturløse B: Vekstmedium og næring	13
3.1	<i>Fysiske egenskaper.....</i>	13
3.2	<i>Kjemiske egenskaper</i>	13
3.2.1	pH og EC.....	13
3.2.2	Næringsstoffer	14
3.3	<i>Fra torv til kompost</i>	18
3.4	<i>Kompost som vekstmedium.....</i>	19
4	Material og metode.....	22
4.1	<i>Materialer.....</i>	22
4.2	<i>Etablering og gjennomføring.....</i>	24
4.3	<i>Registrering av vegetative og generative egenskaper</i>	25
4.3.1	Knoppsprett og blomstring	25
4.3.2	Avling	25
4.3.3	Vegetativ vekst.....	25
4.3.4	Bladanalyser	26
4.3.5	Ugress	26
4.3.6	Sykdom og skade	26
4.4	<i>Kvalitetsanalyser i solbær</i>	27
4.4.1	Tradisjonelle analyser	27
4.4.2	C-vitamin.....	27
4.5	<i>Kjemiske og fysiske egenskaper i vekstmedier.....</i>	28
4.5.1	Total C og -N.....	28
4.5.2	Mineralsk nitrogen	28

4.5.3	Andre nærings- og sporstoffer	28
4.5.4	pH og EC.....	28
4.5.5	Tørrstoff, glødetap og jordtetthet	28
4.5.6	Jordtemperatur	29
4.6	<i>Sosiale effekter av urbant landbruk</i>	29
4.7	<i>Statistisk metode</i>	29
5	Resultater	30
5.1	<i>Klimadata</i>	30
5.2	<i>Solbær</i>	31
5.2.1	Generative egenskaper	31
5.2.2	vegetative egenskaper	33
5.2.3	Vinterskade	37
5.2.4	Kvalitetsanalyser.....	38
5.3	<i>Jordanalyser</i>	39
5.3.1	Fysiske egenskaper	39
5.3.2	kjemiske egenskaper	40
5.4	<i>Sosiale effekter av urbant landbruk</i>	43
6	Diskusjon	44
6.1	<i>Solbær</i>	44
6.1.1	Generative egenskaper og vekstmedium.....	44
6.1.2	Generative egenskaper og klima	44
6.1.3	Vegetative egenskaper	45
6.1.4	Vinterskade	47
6.1.5	Kvalitetsanalyser i solbær og vekstmedium	48
6.2	<i>Torv og kompost</i>	49
6.2.1	Fysiske egenskaper	49
6.2.2	Kjemiske egenskaper i vekstmediene	50
6.3	<i>Sosiale effekter av urbant landbruk</i>	52
7	Konklusjon.....	53
8	Litteraturliste	54

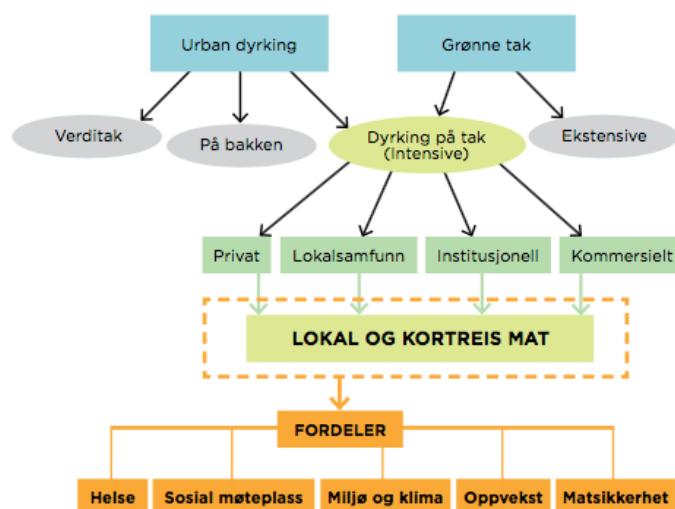
1 Innledning

1.1 Urbant landbruk

Urbant landbruk er ikke et nytt fenomen, det er et gammelt fenomen med nye formål (Senter for byøkologi, 2013). Begrepet er nokså komplekst fordi det omfatter mange ulike arenaer, aktiviteter og utøvere. Det være seg alt fra en innendørs plantefabrikk, en skolehage, et kommersielt taklandbruk eller en privat bakgårdshage. Det norske landbruket slik vi kjenner det, har store positive ringvirkninger ute i distriktet, i form av f.eks. arbeidsplasser, infrastruktur og kulturlandskapspleie. På samme måte har det urbane landbruket mange positive ringvirkninger i byen, som i stor grad er blitt dette fenomenets nye formål (Fig 1). Dagens urbane landbruk er bl.a. karakterisert som et multifunksjonelt landbruk, et miljøtiltak og en viktig arena for folk i byen (Fylkesmannen i Oslo og Akershus, 2014).

1.1.1 Grønne tak

Begrepet *grønne tak* kan deles opp i intensive- og ekstensive tak (Fig. 1) – hvorav førstnevnte er den relevante for denne oppgaven. Intensive tak innebærer gjerne pryd- og matplanter i ulike dyrkingssystemer, samtidig som det er lagt opp til menneskelig ferdsel og vedlikehold (Senter for byøkologi, 2013). Ekstensive tak har normalt et tynnere jordlag direkte på taket, dekket med f.eks. sedum. Intensive tak krever større bæreevne, er dyrere å anlegge, trenger mer vedlikehold og har normalt mindre isolasjonsevne. På den andre siden binder denne typen grønne tak mer svevestøv, håndterer overflatevann bedre og gir økt biomangfold. Siden det er lagt opp til menneskelig ferdsel og vedlikehold, vil intensive tak i tillegg kunne gi sosiale- og helsemessige gevinster.



Figur 1 Senter for byøkologi (2013) Den høye hagen, om urban dyrking på tak. Tilgjengelig fra: http://www.byokologi.no/wpcontent/uploads/Byok_rapport_hoye_hagen.pdf

1.1.2 Bærekraftig byutvikling

Til urban dyrking i bykjernen er det vanlig å kjøpe jord siden jorda i byen ofte er forurenset. En sirkulær økonomi, med fokus på avfallshåndtering, er derfor en forutsetning for at urban dyrking skal være bærekraftig. Vekstmedier og næring blir i økende grad laget av resirkulert avfall. Et overordnet mål med denne oppgaven er derfor å bidra til forskning på kompost som vekstmedium og plantenæring. Kompost utgjør i dag en stor del av innholdet i tilgjengelige torvfrie vekstmedier i Norge, men kan fortsatt by på utfordringer (NIBIO, 2107). Tilpasset informasjon om kvalitet og bruk må derfor utvikles og formidles bredt. Lindum har frivillig utfaset sin bruk av torv og satser stadig på nye og bedre metoder for håndtering av organisk avfall (Lindum, 2017). Dette vil gi økt utnyttelse av ressursene som allerede er inne i næringskjeden og øke den sirkulære økonomien. Samtidig vil en utfasing av torv være et viktig tiltak for bevaring av naturmangfold og klima (Miljødirektoratet, 2018). Optimalt sett er det ønskelig at vekstmedier av organisk avfall rettet mot urban dyrking, skal være like enkle å lykkes med som det torv er. Både for hobbygartneren og profesjonelle aktører. I vekstforsøkt tilknyttet en masteroppgave ved NMBU i 2017 (Nesse), ble salat og tomat dyrket i veksthus i forskjellig organisk avfall med torv som kontroll. Ingen av vekstmediene fungerte like bra som torv og det ble konkludert med at årsakene til lav biomassetilvekst hovedsakelig kom av vekstmedienes kjemiske egenskaper (Nesse, 2017).

1.1.3 Langsiktighet og vedlikehold

Prosjekter innen urban dyrking har ofte blitt bevilget midler til oppstart og utstyr, men ikke til drift. Så hva skjer egentlig når prosjektet er etablert, midlene er brukt opp og frivillige ildsjeler gir seg? Dette har vært et gjennomgående problem for prosjekter både i Norge og i utlandet (Senter for byøkologi, 2013). De senere år har man derimot sett en tendens til at urban dyrking blir en mer integrert del av byutviklingen. Delvis fordi næringslivet, offentlige instanser og boligutviklere har fattet interessen for dette som et konkurransefortrinn og miljøtiltak. Denne interessen gir på ingen måte garanti for vellykkede prosjekter, men et større behov for kunnskap. Ved prosjektet Bilfritt byliv i Møllergata (Fig. 2), Oslo Kommune, kom det frem at entreprenøren trolig hadde brukt feil vekstmedium ved etablering (Driftsansvarlig Bilfritt Byliv Møllergata, 2018). Den første sesongen hadde det og vært uklart hvem som hadde ansvar for vedlikehold samt blitt utført feil.



Figur 2: Dyrkingskasser som er en del av prosjektet bilfritt byliv i Oslo kommune (forfatters eget bilde, juli 2018).

1.1.4 Hvorfor bærbusker

Bærbusker kan være egnet for dyrking på tak og spesielt solbær på grunn av hardførheten. De er og godt egnet med tanke på estetikk, miljø og økonomi. De er grønne og dekorative fra tidlig vår til sen høst og krever relativt lite vedlikehold. De kan og brukes som grønne skillevegger for å lage ulike uterom eller ly på vindutsatte tak. For miljøet er det positivt at buskene krever relativt lite næring, bladverket binder CO₂ og kan gi god avling i opptil flere tiår. Dessuten vil innslag av vedaktige planter gjøre grønne tak bedre egnet til å ivareta naturmangfoldet i byen. For insekter og spesielt fugler vil disse takene være bedre habitater ved dårlig tilgang på naturlig skog, enn tak med ikke-vedaktige planter og sedumtak (Dale, 2017). Bærbusker vil trolig være mindre utsatt for vandalisme og tyveri da det f.eks. vil være vanskelig å rive opp røttene. Siden buskene krever relativt store jordvolum vil de og kunne fordrøye og utnytte regnvann godt. Dette er positivt med tanke på håndtering av mer overflatevann i fremtiden, som er en konsekvens av bl.a. klimaendringer og fortetting (NOU 16, 2015). I Regjeringens NOU rapport kommer det frem at antydte skadekostnader av overflatevann de neste 40 årene ligger på mellom 45 til 100 milliarder (2015).

Ut i fra det norske forbruket vet vi at bær til friskkonsum er veldig populært. Fra år 2000 til 2017 har omsetningen av friske bær økt med 378 % (OFG, 2018b). Det å plukke med seg et bær, kan man og tenke seg at har en betydelig lavere terskel enn å høste grønnsaker. Å plukke et bær, er noe både et lite barn og en eldre person enkelt kan utføre. I utviklingen av kommersielle grønne tak dukker det nå opp eksempler hvor bærbusker tas i bruk. New York har f.eks. fått sin første kommersielle takvingård, *Rooftop Reds*, med 200 vinranker (Fig. 3), hvor man blant annet kan være med å høste druer og lære om vinproduksjon.



Figur 3: Rooftop Reds (u.å) New York. Tilgjengelig fra: <http://www.rooftopreds.com>

1.1.5 Sosiale effekter av urbant landbruk

Det er viktig å ha kjennskap til hvor og hvordan maten vi spiser har blitt til. Dette og forståelsen for en kretsløpstankegang, er ikke en selvfølge når flere og flere vokser opp i byen. Tall fra SSB viser at 24% av norske husholdninger bor i boligblokk og at 12% av barn vokser opp i blokk (2017a). I Oslo bor 73% av husholdningene i boligblokk og stengte ventelister for parsellhager er et godt argument for å ta i bruk flere byrom til dyrking (Senter for byøkologi, 2013, SSB, 2017a).

Å bo trangt, er i større grad avgjort av om du bor i en by enn av inntekt (SSB, 2017b). En husholdning regnes som trangbodd dersom antall rom er mindre enn antall personer (eller at en person bor på ett rom) og/eller dersom antall kvadratmeter per person er under 25m² (SSB, 2017b). Av Oslos befolkning bor 20 % i en trangbodd husholdning og innvandrere bor trangere enn den øvrige befolkningen. Urban dyrking har vist seg å være en møteplass for mennesker med forskjellig kulturell bakgrunn og å inkludere vanskeligstilte grupper (Senter for byøkologi, 2013). Man ser at urban dyrking i fremtiden kan bli en viktig arena for sosialisering, livsmestring, arbeidstrening og integrering i f.eks. undervisningssektoren, helsesektoren, kriminal- og rusomsorgen (Fylkesmannen i Oslo og Akershus, 2014).

1.2 Oppgavens formål

Oppgavens formål er tredelt og følgende forskningsspørsmål ønskes besvart:

I:

Kan kompostbasert vekstmedium og næring gi tilsvarende resultat som torv og mineralgjødsel ved etablering av solbær i pallekarmer på et intensivt grønt tak?

II:

Er standardblandingen fra Lindum med 70 % hagekompost og 30 % vermikompostert biorest optimal for det gitte formålet?

III:

Hva er den sosiale effekten av taklandbruket *Tak for Maten*?

1.3 Aktører og samarbeider

Lindum AS

Lindum AS eies av Drammen Kommune og tok i 2017 i mot 1 400 000 tonn avfall (Lindum, 2017). Dette inkluderer blant annet matavfallet til hver femte nordmann. De bruker store ressurser på forskning og utvikling for å være fremst i feltet. I 2017 lanserte Lindum sitt første torvfrie vekstmedium i sekk. Lindum var positive til et samarbeid da de anser både urban dyrking og dyrking av bær som markeder de ønsker å tilnærme seg.

Nabolagshager

Nabolagshager ble etablert i 2013 og definerer seg selv som et urbant senter for dyrking, byøkologisk innovasjon og grønt nærmiljøengasjement (Nabolagshager, u.å.). I dag fokuserer selskapet på utviklingen av takhagekonsepter som kan bli til sosialt velfungerende, inkluderende og grønne oaser. *Tak For Maten* er et takhagebruk og demonstrasjonsanlegg etablert av Nabolagshager i juni 2017 (Nabolagshager, u.å.). Takbruket er et pilotprosjekt, startet i samarbeid med Bymiljøetaten og Landbrukskvartalet. Målet med prosjektet er å få kunnskap som muliggjør en rask etablering av et stort volum grønne tak i Norge. Prosjektet har mottatt midler fra Oslo Kommune Bymiljøetaten, Norges Vel, Landbrukskvartalet, Aspelin Ramm og Norges Bondelag.

SiEUGreen

Sustainable Food Security – Resilient and resource-efficient value chains (SiEUGreen) er et NMBU-ledet prosjekt på urbant landbruk finansiert av EU-programmet Horisont 2020 (NMBU, 2018). Prosjektet skal styrke samarbeidet mellom EU og Kina og har fokus på å øke matsikkerhet, ressurseffektivitet og utviklingen av smarte robuste byer. De vil ta for seg hvordan teknologisk- og samfunnsinnovasjon i urbant jordbruk kan ha en positiv effekt på både samfunnet og økonomien. Kretsløpstankegang og sirkulær økonomi er sentrale aspekter ved prosjektet. Prosjektet skal og se på den sosiale effekten av urbant landbruk. I forbindelse med oppstarten av SiEUGreen skal NMBU kjøpe inn kompost og det var derfor ønskelig med en undersøkelse av vekstmediene fra Lindum til etablering av bærbusker.

2 Litteraturredel A: Solbær

2.1 Historie

Solbær (*Ribes nigrum*) hører til slekta *Ribes* i ripsfamilien (*Grossulariaceae*) og ordenen *Saxifragales* (Harmat et al., u.å.). Slektnavnet *Ribes* kommer fra det persiske *riwas* og arabiske *ribas*, som egentlig var navn på en type rabarbara (Naturhistoriska riksmuseet, 2000). Slekten *Ribes* kan inndeles i rips (*Ribes sativum*, underslekt: *Ribesia*), solbær (*Ribes nigrum*, underslekt: *Eucoresma*) og stikkelsesbær (*R. Grossularia*, underslekt: *Grossularia*) (Brennan, 2009, Harmat et al., u.å.)

Ripsfamilien består av ca 140-160 arter, med størst utbredelse i tempererte strøk på den nordlige halvkule, men er og å finne i Sør Amerika, Asia og Nordvest Afrika (Brennan, 2009). Solbær har vært kjent i Norge siden 1600-tallet og var i begynnelsen benyttet til medisinske formål, som for eksempel å forhindre skjærbuk (OFG, 2018a). Solbær har et spesielt høyt innhold av vitamin C, som styrker immunforsvaret og øker kroppens opptak av jern (OFG, 2018a). Solbæra er og rik på kalium som regulerer blodtrykket, har et høyt innhold av kostfiber som er gunstig for fordøyelsen og E-vitamin som beskytter cellene mot oksidativt stress (OFG, 2018a).

2.2 Vekst og utvikling hos solbærbusken

Finn Måge (1990) har delt de årlige fasene til solbær på følgende måte:

- A. Bryting om våren
- B. Vegetativ vekst
- C. Modning av vegetative organ
- D. Blomstring
- E. Fruktvekst
- F. Modning av frukt – kvalitet
- G. Differensiering av blomsterknopper
- H. Hvile i knopper, overvintring

Formering av solbærbusker til produksjon gjøres vegetativt med stiklinger, men i foredling blir frøformering brukt. For stiklingsformerte planter regner man ca. 15 blader på et skudd før det blir dannet blomsterknopper, full produksjon nås ved en alder på 4 - 5 år og den fruktbare perioden kan da vare minst 10 år (Måge, 1990). Solbær kan plantes ut om høsten eller om våren.

Hvis man planter om høsten vil plantene komme tidligere i gang neste vår. Skudd som har overvintret blir kalt ettårige greiner og inneholder gjerne både blad- og blomsteranlegg (Måge, 1990). Om høsten går knoppene inn i fysiologisk hvile, *vinterhvile*, og kan da tåle så lave temperaturer som - 20 til - 30°C, som gjør solbær til en veldig hardfør buske. Vinterhvilen oppheves etter en periode med lav temperatur, *vernalisering* (Måge, 1990). En for svak vernalisering hos sorter med høyt vernaliseringskrav kan gi ujevn knoppsprett og dårlig bærkvalitet medens sorter med lavt vernaliseringskrav har stor risiko for frostskaade som følge av for tidlig knoppsprett (Harmat et al., u.å., Brennan, 2009).

Blomsterknoppene bryter normalt ved temperaturen 5 - 6°C, som gjerne er 2 - 3 uker etter knoppsprett (Brennan, 2009). Den første knoppen som ble dannet på høsten gir den første blomsten som åpner seg i klasen og den vil gi det tidligste og største bæret i klasen (Måge, 1990, Harmat et al., 1990). Blomstene er enten fire- eller femtallig, har små kronblad, to grifler og sitter i kvaster eller klaser (Harmat et al., u.å.).

De fleste solbærsorter har sambu og er diploide ($2n=2x=16$) (Harmat et al., u.å., Brennan, 2009). Diploide planter har vanligvis godt pollen som gir grunnlag for god pollinering (Måge, 1990). De fleste solbærsorter beregnes derfor som fullt selvfertile, men insektpollinering ses på som et viktig tiltak for god avling (Måge, 1990). I Storbritannia har kjøleskade og frost i blomstringa vært en utfordring, men dette er ikke dominerende i Norge. Derimot kan lav temperatur, mye nedbør og vind være negativt for aktivitetsnivået hos pollinerende insekt (Måge, 1990).

God avling og skuddvekst er avhengig av god vanntilgang i juni og juli (Harmat et al., 1990). Solbær krever ikke fullt lys, men full sol og god gjennomlufting har vist seg å gi høyere avling (Harmat et al., 1990). God gjennomlufting er og viktig for å unngå soppsykdommer. Avlingen høstes fra midten av juli til slutten av august, avhengig av sort og da er saftfarge et av de viktigste høstekriteriene. Andre vanlige kvalitetsanalyser av solbær er oppløst tørrstoff (uttrykk for sukkerinnhold), C-vitamin, syre, pH og antioksidanter med FRAP måling (the ferric-reducing ability of plasma) (Måge, 1990, Barlaup, 2005). Differensieringen av nye blomsterknopper fra vegetative knopper initieres av daglengde og/eller temperatur, men kan og påvirkes av næringstilgangen (Måge, 1990). Forsøk ved Apelsvoll i 2012 viste at blomsterinitiering normalt starter i juli/august (NLR Viken & Bioforsk).

2.3 Rotsystem og vanning

Rotutviklingen er avhengig av jordtype og i stive jordarter blir det færre fine røtter. Ved normale forhold er rotsystemet sterk forgreina og det er direkte korrelasjon mellom høyden på busken og diameter av rotsystemet (Harmat et al., u.å.). Denne kan gjerne være det dobbelte av arealet til busken, men sjelden større enn 70 - 80cm (Harmat et al., u.å.). Røttene nære jordoverflaten har normalt færre rothår (Harmat et al., u.å.). Rotveksten kommer tidlig i gang om våren og avtar under fruktvekst og modning, men tar så til igjen utover høsten (Måge, 1990). Vanningsforsøk har vist at det er lønnsomt å ha dryppvanning hovedsakelig fordi det gir økt skuddvekst og større avling det påfølgende året (Måge, 1990). Rotsystemet til solbær er ganske grunt, 75% av rotmassen befinner seg normalt i de øvre 25cm av jordprofilen (Brennan, 2009). Det grunne rotsystem gjør at solbær er ganske tørkesvak.

2.4 Jord og næring

Tabell 1 Oversikt næringsstoffer: tilgjengelig form, optimalverdier for planteopptak, optimalverdier for jordanalyser og normtall for gjødsling. Tabellen er sammensatt med tall fra Aasen (1997), Raven et al. (2013) og NIBIO (u.å.).

Næringsstoff	Plantetilgj. form	Optimalverdier i solbærblader (Aasen, 1997)	Optimaleverdier jordanalyser Ribes (NIBIO, u.å)	Normtall for gjødsling til solbær (NIBIO, u.å.)
Makrostoff		g/100g TS	Mg/100g TS	Kg/Da
Nitrogen (N)	NO ₃ ⁻ , NH ₄ ⁺	2,6 - 3,2		8 - 10
Kalium (K)	K ⁺	1,5 - 2,5	15 - 25 K-Al	6 - 8
Fosfor (P)	H ₂ PO ₄ ⁻ , HPO ₄ ²⁻	0,20 - 0,40	5 - 10 P-All	1 - 2
Kalsium (Ca)	Ca ²⁺	0,8 - 1,5	100 - 200 Ca-Al	
Magnesium (Mg)	Mg ²⁺	0,25 - 0,50	8 - 10 Mg-Al	

Solbær trivs best i moldrik fuktig jord som er veldrenert, har god struktur og pH i området 5,5 - 7 (Harmat et al., u.å.). Buskene er ikke spesielt næringskrevende, men for å få fin vekst og jevn avling anbefales det å gjødsle vår/forsommer og etter høsting (Måge, 1990, Yara, u.å.). Normtall for gjødsling til solbær i kg/daa er oppgitt i tabell 1. Behovet for næring er større i etableringsfasen enn når buskene er ferdig utviklet og ved etablering er tilførsel av fosfor spesielt viktig for rot utvikling (Brennan, 2009).

For mye nitrogen kan gi altfor sterk skuddvekst, misformede busker, mindre blomsterdanning og økt risiko for soppsykdom (Brennan, 2009, Harmat et al., 1990). I forhold til nitrogen trenger solbær relativt mye kalium og mikronæringsstoffer, men dette er avhengig av klima og sort (Harmat et al., u.å.). Yara anbefaler en gjødseltype med lite nitrogen i planteåret, 12-4-18 eller 8-5-19, samt gjødsling med kalksalpeter utover sesongen (Yara, u.å.). I forhold til andre Ribes vekster er solbær mindre sensitiv for klor, men klorfattig gjødsel anbefales (Yara, u.å., NLR Viken & Bioforsk, 2013).

2.5 Utviklingen i konsum og dyrking

I nyere tid har nesten all produksjon av Ribes i Europa gått til næringsmiddelindustrien, som har favorisert foredling av sorter egnet til dette formålet (Brennan, 2009). Det innebærer bæregenskaper ønsket av industrien som mye saftfarge og syre samt busker som egner seg til maskinell høsting. Det siste innebærer busker med opprett vekst, kraftige skudd med elastisitet ved basis og jevn modning, men overordnet disse egenskapene står selvfølgelig avling og sykdomsresistens (Brennan, 2009, Harmat et al., u.å.).

De største solbærnasjonene i dag er Polen, Russland, Storbritannia og Skandinavia (Brennan, 2009). I senere år har produksjonen tatt seg opp i både de baltiske landene, Kina og New Zealand (Brennan, 2009). I USA har Ribes dyrking tidligere vært forbudt da den er mellomvert for den parasittiske soppen *solbærfiltrust*, som gjør stor skade på noen Amerikanske furuarter (Brennan, 2009). Denne lovgivningen er på vei bort og med resistente sorter har interessen økt senere år (Brennan, 2009).

I Europa har interessen for dekorative «dessertbær» av Ribes til friskkonsum økt (Brennan, 2009) og etterspørselen etter «superbær» med høyt innhold av vitaminer og antioksidanter. Solbærsorter egnet til friskkonsum skal ha store bær med god smak, høyt innhold av C-vitamin, lite syre og lange fine klaser (Brennan, 2009). For dette formålet er dyrking med «espalier» metoden og høsting for hånd optimalt (Fig. 4). Bærneringa i Norge er under stor utvikling og spesielt den økologiske satsningen. Tidligere har sykdommer og sopp vært et problem i økologisk dyrking, men i et prosjekt ledet av Arnfinn Nes ved Bioforsk (2011) viste det seg at



Figur 4: Dyrking av Ribes med espalier metode i Lier (forfatters eget bilde).

økologisk produksjon av Ribes kan være lønnsomt. Etter besøk i Holland og Belgia ble nye dyrkings- og beskjæringsmetoder undersøkt som ga gode resultater.

I 2015 publiserte NIBIO en artikkelen *Solbær blir tidligproduksjon* (NIBIO), hvor det kom frem at forsøk i gamle veksthus gjorde det mulig å høste solbær allerede i starten av juli. I tillegg hadde man oppnådd åtte til ti ganger så stor avling per m² sammenlignet med felt på friland (NIBIO, 2015). Det å dyrke i kontrollerte (veksthus) eller semi-kontrollerte (tunnel) forhold kan altså både utvide sesongen og gi større avling. Samtidig som man mener det vil gjøre plantevern lettere ved å redusere utfordringer med ekstremvær, sopp og skadegjørere. I det pågående prosjektet *Teknobær* (NIBIO, 2018) undersøkes innovative teknologiske løsninger, som styringssystemer, for økt lønnsomhet i semi-kontrollert bær dyrking. Nye dyrkingsmetoder med og teknologiske løsninger sammen med kontrollert atmosfære på lager og pakking, gjør at det ser ut til at å være et godt potensial for mer produksjon av økologiske solbær til friskkonsum.

2.6 Sortsskildring: *Hedda*

Hedda er en norsk sort fra 1985 og er avkom etter Øjebyn x Melalahti (Barlaup, 2005). Den har middels kraftig vekst, er hardfør og har sterk mjøldoggresistens. Sorten er tidlig, har middels stor avling av bær med middels smak, høyt tørrstoff, lite C-vitamin og lite syre (Barlaup, 2005, Måge, 1990). På grunn av middels krypende vekstform egner *Hedda* seg ikke til maskinell høsting, som sammen med det lave C-vitamin innholdet har gjort at den ikke dyrkes lenger (Barlaup, 2005, Måge, 1990). *Hedda* egner seg derimot godt til friskkonsum og sorten selges fortsatt hos mange hagesentre.

3 Litteraturredel B: Vekstmedium og næring

Grunnleggende krav til vekstmedier er at de skal gi god fysisk forankring og gi planterøttene god tilgang på vann, oksygen og næring (Miljødirektoratet, 2017). De burde og ha stabil kvalitet og gi en jevn vekst (Miljødirektoratet, 2017). Utover de grunnleggende kravene følger det ulike forutsetninger for vekstmedier til f.eks. hobbygartneren og profesjonelle aktører. Ved dyrking på tak er det og noen ytterlige egenskaper som er ønskelige. Dette er blant annet lav jordtetthet for å ikke overskride takets bæreevne, samtidig som man ønsker ekstra god fysisk forankring på et vindutsatte tak. Et vekstmedium med høy vannlagringsevne som fordrøyer mye overflatevann er og ønskelig, men den må ikke bli så høy at den ødelegger planteveksten.

3.1 Fysiske egenskaper

Glødetap angir innhold organisk materiale i prosent av tørrstoff og når dette er over 30-40% blir jorden klassifisert som organisk (Krogstad, 1992). Jordtetthet er viktig for å vurdere vekstmediets egnethet til et gitt formål og for å omregne jordas næringsinnhold fra vektbasis til volumbasis. Et av problemene med f.eks. hagekompost er at den blir for tett og samtidig har lavere luftkapasitet og høyere vannlagringsevne enn torv (NIBIO, 2107). Ved dyrking i større kasser er kravene til fysiske egenskaper mindre viktig, enn når man dyrker i små pottar (NIBIO, 2107). Spiretester og forsøk med biomassetilvekst hos salat og tomat i veksthus ved NMBU, viste og at det var de kjemiske egenskapene som var begrensende (Nesse, 2017). I vekstforsøket tilknyttet denne oppgaven er det derfor vekstmedienes kjemiske egenskaper vektlagt.

3.2 Kjemiske egenskaper

3.2.1 pH og EC

PH defineres som den negative logaritmen til innholdet av hydrogenioner i en løsning målt i mol/L (Pedersen, 2018). Et bestemt planteslag har gjerne en optimal pH som igjen kan variere avhengig av jordart og organisk innhold . For dyrket jord ligger optimal pH som regel i området 6 – 7 (Eurofins, u.å.). Spesielt viktig er pH sin effekt på hvor tilgjengelige de ulike næringsstoffene er og av den grunn en av de vanligste jordanalysene som utføres på dyrka jord (Krogstad, 1992). Ledetall/salinitet/elektrisk ledningsevne (EC) defineres som den inverse verdien av motstand (ohm) (Hofstad, 2018). I jordkjemien brukes den som en indikator på totalinnhold av ioner og gir et godt svar på saltinnholdet i løsningen (Planteforsk, 2002).

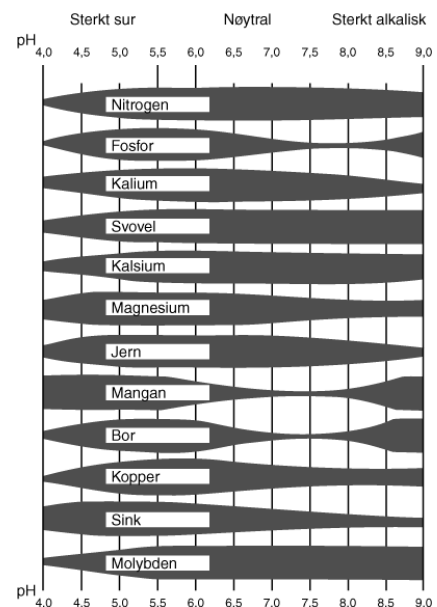
Konduktans måles i SI-enheten Siemens (S) per meter (S/m) eller per cm (S/cm) (Hofstad, 2018).

3.2.2 Næringsstoffer

Det er 17 næringsstoffer som regnes som essensielle for planter. Det vil si at de 1) må være til stede for at planter skal gjennomføre sin livssyklus, 2) har en spesifikk virkning og 3) er direkte knyttet til ernæring av planten (Aasen, 1997). De essensielle næringsstoffene kan deles opp i makro- (de det trengs mye av) og mikro (de det trengs lite av) (Raven et al., 2013). Tallene er henholdsvis > 1000 mg/kg tørrvekt og < 100 mg/kg tørrvekt (Raven et al., 2013). De fleste næringsstoffene tas opp som uorganiske ioner fra jordvæsken og er mest tilgjengelig ved pH tilnærmet 6 (Fig. 5) (Raven et al., 2013). Informasjon om relevante næringsstoffer og sporstoffer for vekstforsøket blir gjennomgått.

Nitrogen (N)

Nitrogen er først og fremst nødvendig som byggestein i proteiner og avgjørende for god vekst (Raven et al., 2013). Nitrogenet er plantetilgjengelig i mineralisk form: nitrat (NO_3^-) og ammonium (NH_4^+) (Raven et al., 2013). Organisk nitrogen brytes først ned til ammonium, dette kan videre bli nitrifisert til nitrat og denne formen er mer utsatt for utvasking (NIBIO, 2017). Ved anaerobe forhold kan videre omdanning av nitrat føre til utslipp av lystgass (N_2O) (NIBIO, 2017). Nitrogenmangel vil gi klorose (gul farge) på eldre blad fordi proteiner brytes ned og transporteres til yngre deler av planten (Aasen, 1997). I neste trinn er redusert vekst og et lite forgreina rotsystem vanlig (Aasen, 1997). Et svært høyt innhold kan gi skader på planter og spesielt hvis ammonium er eneste kilde til nitrogen (Aasen, 1997). Symptomer på nitrogenoverskudd kan være mørke brede blad, sterk vegetativ vekst, senere modning og svak frostherdighet (Aasen, 1997). I jord med lav pH og liten nitrifikasjon kan et høyt innhold av ammonium blir hemmende for opptaket av kalsium, magnesium og kalium (Aasen, 1997).



Figur 5: Skjøen (2003) Næringsstoffenes tilgjengelighet i organisk jord ved stigende pH. Tilgjengelig fra: <https://www.agropub.no/fagartikler/ph-kalk-og-kalking>

Fosfor (P)

Fosfor er spesielt viktig for god rotutvikling, som vil gi grunnlag for et bra vann- og næringsopptak (Aasen, 1997). Stoffet er veldig mobilt i planten og kan lett remobiliseres. Mangel kan gi redusert vekst og et lavt topp/rot forhold (Aasen, 1997). Ved lav pH vil fosfor bindes til jern og aluminium medens det ved høy pH bindes til kalsium (Aasen, 1997). Ved mangel kan rød-blå bladfarge, redusert skuddvekst og utvikling av knopper, lav fruktsetting og dårlig modning forekomme (Aasen, 1997). Fosforoverskudd er sjelden, men sterk gjødsling av fosfor på jord med høy pH kan føre til mangel på sink, jern, kobber og bor (Aasen, 1997).

Kalium (K)

Kalium opptrer i ioneform i plantene og er veldig mobilt (Aasen, 1997). Hovedsakelig transporteres kalium til vev og organer med høy celledeling og sterk vekst (Aasen, 1997). Stoffet er viktig for å opprettholde vanninnhold i planten og væsketrykket i cellene (Raven et al., 2013). Mangel vil i første omgang gi redusert vekst før man kan se klorose og visning hovedsakelig i bladkanter/spisser på eldre blad (Aasen, 1997). Overskudd av kalium kan hemme opptak av andre kation, *antagonisme*, og gi en så høy saltkonsentrasjon i jordvæska at planteveksten blir redusert (Aasen, 1997).

Svovel (S)

Svovel er en viktig komponent i aminosyrer og proteiner (Raven et al., 2013). Transporten går med transpirasjonsstrømmen og remobilisering fra eldre til yngre plantedeler er altså liten (Aasen, 1997). Mangelsymptomer kan ligne på nitrogenmangel, men klorose vil først opptre på yngre blad (Aasen, 1997).

Magnesium (Mg)

Magnesium er katalysator for mange enzymer og en viktig komponent i klorofyll molekylet (Aasen, 1997). Veldig høy vanntilgang kan gi mangel fordi stoffet bindes sterkt til kolloidpartiklene siden det er et toverdige kation, men tørke kan gi mangel fordi magnesium ikke kommer til rotsonen (Aasen, 1997). Mangel kan gi klorose mellom bladnervene i eldre blad før en rød fiolett farge utvikles (Aasen, 1997). Ved høy pH kan kalsium begrense opptaket og ammonium ved lav, et overskudd av magnesium kan gi noe antagonisme men er ikke vanlig (Aasen, 1997).

Kalsium (Ca)

Kalsium er viktig for celledeling og vekst (Aasen, 1997). Opptaket og transporten av kalsium er passiv og følger transpirasjonsstrømmen, derfor kan forhold som gir lav transpirasjon gi kalsiummangel (Aasen, 1997). Forhold som gir redusert rotvekst kan gi dårlig opptak av kalsium, fordi stoffet tas opp i unge celler i rotspissen (Aasen, 1997). Opptaket kan og hemmes av høy konsentrasjon av andre kationer, spesielt kalium og ammonium (Aasen, 1997). Kalsiumoverskudd utgjør normalt ikke noen direkte skade annet enn antagonisme og høy saltkonsentrasjon i jordvæska (Aasen, 1997).

Bor (B)

Bor påvirker bl.a. syntesen av nukleinsyrer og stabilitet i celleveggen (Aasen, 1997). Stoffet er lite tilgjengelig i jord med høy pH, da bindingsstyrken øker med pH (Aasen, 1997). Marginen mellom mangel og forgiftning er liten og det er stor forskjell i sensitivitet hos ulike planter (Aasen, 1997). Symptom blir først synlig i ungt vev og i vekstpunkt som rotspisser og skuddspiss og kan ligne på kalsiummangel (Aasen, 1997).

Mangan (Mn)

Mangan er viktig for enzymatiske reaksjoner, og spesielt spaltning av vann i fotosyntesen (Aasen, 1997). Manganmangel er vanligst i jord med høy pH (over 6,3) og stor luftveksling, medens forgiftning er vanligst i jord med lav pH og vannmetning (Aasen, 1997). Symptom kan minne om magnesiummangel, men vil i motsetning først opptre på mellom-gamle blad (Aasen, 1997).

Jern (Fe)

Jern er viktig for enzymaktiviteten på grunn av sin evne til å skifte valens og danne kjelatbindinger (Aasen, 1997). Jernmangel kan være forekomme i mineralfattig torvjord med lav pH eller ved sterk anatagonisme, som gir klorose på unge blad siden jern er lite mobilt (Aasen, 1997). Jern tas hovedsakelig opp som toverdig kation og er begrenset siden mesteparten av jern i rotsonen i dyrkbar jord er treverdig, men i en anaerob rotsone med høy pH vil toverdig jern dominere (Aasen, 1997).

Molybden (Mo)

Molybden er viktig for enzymaktiviteten til bl.a. *nitratreduktase* (katalyserer omdanning av nitrat til nitritt) og *nitrogenase* (nødvendig for nitrogenfiksrende mikroorganismer) (Aasen, 1997). Ved høyt innhold kan plantene ta opp mer enn 100 ganger over behovet (Aasen, 1997). Molybden skiller seg fra andre mikronæringsstoff fordi det er mest tilgjengelig ved høy pH, som gjør at mangel vil forekomme ved lav pH hos planter som kan være utsatt for toksiske verdier av aluminium og mangan (Aasen, 1997). Plantetilgjengelig molybden er vanligvis tilstrekkelig i jord med god kalktilstand, med unntak av næringsfattig torv eller jernrik jord (Eurofins, u.å.). Molybdenmangel kan minne om nitrogenoverskudd (Aasen, 1997).

Sink (Zn)

Sink er bl.a. viktig for dannelsen av RNA og veksthormonet auxin (Aasen, 1997). Sinkmangel opptrer vanligvis ved pH over 7 eller/og ved sterk antagonisme av andre kationer (Aasen, 1997). Første symptom er klorose på eldre blad og deretter yngre (Aasen, 1997). Sinkoverskudd er uvanlig, men kan forekomme ved bruk av slam og kompost, som kan minne om jern-, mangan- og fosformangel (Eurofins, u.å.). I gjødselverforskriften er 150 mg/kg tørrstoff satt som maksimumsgrense for kvalitetsklasse 0 og 400mg/kg for kvalitetsklasse I (Gjødselverforskriften, 2003).

Kopper (Cu)

Kopper bindes sterkt i jord og konsentrasjonen i jordvæsken er derfor vanligvis lav (Aasen, 1997). Behovet for kobber hos planter er lite og høye tall (over 50 mg/kg) kan gi kopperforgiftning og hemme opptaket av jern og mangan (Eurofins, u.å., Aasen, 1997). Symptom kan være klorose på yngre blad, redusert blomstring og dårlig strekkingsvekst (Aasen, 1997). I gjødselverforskriften er 50 mg/kg tørrstoff satt som maksimumsgrense for kvalitetsklasse 0 og 60mg/kg for kvalitetsklasse I (Gjødselverforskriften, 2003).

Aluminium (Al)

Aluminium er ikke et næringsstoff, men et sporstoff som kan gi toksisitet. Ved pH under 5,5 øker mengden oppløst aluminium i jordvæsken drastisk og det er fare for aluminiumforgiftning av plantene, *surjordsskade*. (Aasen, 1997). Et høyt innhold av organisk materiale i jord kan redusere toksisiteten (Aasen, 1997). Aluminium reduserer rotveksten, som igjen hemmer opptaket av kalsium og fosfor, og gi symptomer som beskrevet for disse (Aasen, 1997).

Natrium (Na)

Natrium er ikke et næringsstoff, men er viktig fordi et høyt innhold indikerer skadelig saltinnhold (Eurofins, u.å.). Ved mye regn blir natrium lett vasket ut, medens vanning med hardt vann vil tilføre natrium (Aasen, 1997). Et innhold på over 50mg/100g vil kunne gi skade og spesielt hos sensitive vekster (Eurofins, u.å.).

3.3 Fra torv til kompost

I ifølge tall fra NIBIO omsette det i Norge per år ca. 300 000m³ torv i dyrkingsmedium eller jordforbedrings-produkter (2107) Ca.100 000m³ omsettes i proffmarkedet og ca. 200 000m³ privatmarkedet (NIBIO, 2107). Siden 2015 har det blitt utført en rekke utredninger rundt utfasing av torv samt kvalitet og miljøegenskaper hos torvfrie vekstmedier (Miljødirektoratet, 2018, Øien et al., 2017, Østfoldforskning, 2017, NIBIO, 2107). En utfasing er ønskelig fordi torvuttak medfører klimagassutslipp, ødelegger økosystemer og fjerner habitat for en rekke planter og dyr (NIBIO, 2107). Det er likevel viktig å presisere at noe torv brukt i vekstmedier kan være et restprodukt fra anleggsprosjekter eller utbygging og altså ikke er hentet ut med det formålet.

Torv utgjør fortsatt hovedbestanddelen i de fleste vekstmedier på markedet for både gartnernæringen, hobbyhagebruk og til torvtak (NIBIO, 2107). Av 143 sekkeprodukter med torv ble gjennomsnittlig andel torv regnet til å være 80% (NIBIO, 2107). Det er vanskelig å finne et annet materiale som er like godt egnet, både fysiske og kjemisk, som torv. I 2017 ble det kartlagt at det fantes minst 25 ulike torvfrie vekstmedier på markedet for både privatpersoner og profesjonelle aktører og 75% av disse var pakket i sekk (Miljødirektoratet, 2017). Volummessig er det likevel bulkprodukter som utgjorde den største mengden av omsetningen av torvfrie produkter (Miljødirektoratet, 2017). De torvfrie alternativene innebærer hovedsakelig kompost kombinert med mineralsk materiale, men for gartnernæringen var det kokofiber og steinull som skilte seg ut og lignet mest på torv(Miljødirektoratet, 2017) .

Det er viktig at nye torvfrie alternativer, ikke har ugunstige klima- og miljøeffekter, som overskrider de for torvuttak. I en oppfølgingsrapport kartla Østfoldforskning miljø- og klimaeffekter for syv utvalgte erstatningsmaterialer: steinull, perlitt, biprodukter fra kokosproduksjon, bark, trefiber, kompost og avvannet biorest, biokull og ull fra husdyr (Østfoldforskning, 2017). For å vurdere klime- og miljøeffekter brukes såkalte

livsløpsvurderinger (Life Cycle Assessment/LCA) – hvor hele verdikjeden til produktet vurderes (Østfoldforskning, 2017). Det vil si at alt fra råvareuttak, transport, produksjon, distribusjon, nedbrytning, resirkulering og sluttbehandling belyses (Østfoldforskning, 2017). LCA-studier har likevel noen begrensninger i at de ikke nødvendigvis tar for seg lokalt eller nasjonalt relevante problemstillinger, som økosystemvirkninger og rødlistede arter på et gitt område (Østfoldforskning, 2017).

Dersom en ser på klimaeffekt per kubikkmeter av hvert materiale, gir de fleste alternativene et bedre resultat enn torv, med unntak av maksverdi for kompost og biokull (Østfoldforskning, 2017). Det å sammenligne materialene per kubikkmeter kan gi et feilaktig bilde, fordi f.eks. kompost i tillegg kan tilføre næring og bidra til redusert behov for gjødsling (Østfoldforskning, 2017). Sammenligningen av klimaeffektene til torv og kompost er fremstilt i tabell 2. Utover det som fremgår i tabell 2, burde det nevnes at kompost en fornybar ressurs, som gir gjenvinning av viktige næringsstoffer. Kompost kan derimot slippe ut miljøgifter og tungmetaller under bruk, men dette kommer an på opphavsmaterialet. Dersom en antar en god komposteringsprosess med lave utslipp, vil en erstatning av torv med kompost redusere klimabelastning per kubikkmeter (Østfoldforskning, 2017).

Tabell 2 Sammenligning av klimaeffekter for kompost og torv per kubikkmeter med usikkerheter. * = Karbonlagring er i utgangspunktet bare aktuelt når et dyrkingsmedium anvendes med en levetid på over 100 år. Tabellen er sammenstilt med tall fra: <https://www.miljodirektoratet.no/Documents/publikasjoner/M861/M861.pdf>

Materiale	Min/ maks	Produksjon	Distribusjon	Bruk	Avhending	Sum	Karbonlagring*	Usikkerhet i resultatene
Kompost	Min	0	3	0	0	3	-38	Usikkert
	Maks	120	3	46	0	169	0	Usikkert
Torv	Min	35	2	80	0	117	0	Usikkert
	Maks	106	45	180	0	331	0	Usikkert

3.4 Kompost som vekstmedium

Ulike bruksområder for kompost (Planteforsk, 2002, Avfall Norge, 2016):

- Jorddekke: hindre ugress, redusere fordamping, hindre erosjon
- Jordforbedring: hindre plantesykdommer, bedre jordstruktur, mikroorganismer
- Gjødsling: tilføre organisk plantenæring
- Vekstmedium: støtte og struktur for rotsystem, evt. næring

Kompost kan defineres som et sluttprodukt av en kontrollert biologisk nedbrytning av organisk materiale under tilstedeværelse av luft (Avfall Norge, 2016). Tradisjonelt er kompost brukt som middel for jordforbedring spesielt med tanke på struktur, men og for næring. *Avfall Norge* tok i 2016 initiativ til å lage veiledningen *Beste praksis for kompostering av hageavfall*. Bakgrunnen var at man ville øke interessen, markedsverdien og kvaliteten til kompostbaserte jordprodukter (Avfall Norge, 2016). Her presiseres det at kvalitet i kompost – må diskuteres ut i fra aktuelt bruksområde; vekstmedium, jordforbedring eller dekkemiddel (Avfall Norge, 2016). Siden kompost er brukt som vekstmedium og næring i forsøk tilknyttet denne oppgaven, vil kvaliteter tilknyttet dette formålet utdypes.

Utfordringene når man benytter kompost som vekstmedium og evt. næring er hovedsakelig mangel på stabilitet, ujevn kvalitet og at den blir for tung (Avfall Norge, 2016). Stabilitet er et standard kvalitetsmål på kompost, som i denne sammenheng betyr en lav biologisk aktivitet i omsetning av organisk materiale (Planteforsk, 2002). Innholdet av nitrat gir en god indikasjon på biologisk aktivitet og et nitratinnhold på mer enn 10 mg / 100 g tørrstoff i en kompost vil stort sett være stabil når undersøkt med bioassay (Planteforsk, 2002). Ustabile komposter har kjent fytotoksisk effekt som gir spire- og veksthemming, men dette har og blitt observert i relativt modne komposter (Planteforsk, 2002). En generell regel er at dess større andel kompost som skal brukes i en jordblanding, dess mer stabil burde den være (Planteforsk, 2002). Dette kan undersøkes ved ulike metoder som måler temperaturøkning, oksygenforbruk eller CO₂-utvikling (Planteforsk, 2002). En stabil kompost vil, ved sammenligning med umoden, ha høyere pH, lavere ledningsevne, høyere nitratinnhold, være fri for lukt og frigi lite plantetilgjengelig nitrogen under omsetning i jord (Planteforsk, 2002).

Den høye pH-en kan gjøre næringsstoffene lite tilgjengelig for plantene og øke risiko for utvasking (Avfall Norge, 2016). En del komposter kan og ha så høye ledningstall at det gir risiko for misvekst, for vekstmedier regnes grensen øvre grense for å være > 500 mS/m (Planteforsk, 2002). Nitrogengjødsling fra kompost er avhengig av plantetilgjengelig nitrogen og videre nedbrytning under bruk. Frigivingsmønsteret i komposten avgjøres av omsetteligheten i materialet, C/N forholdet, temperatur og fuktighet (Planteforsk, 2002). C/N forholdet er avgjørende for i hvilken grad nitrogenet blir plantetilgjengelig eller bundet i mikroorganismer (Aasen, 1997). Et høyt C/N forhold, over 20, regnes som ugunstig for plantevekst fordi det organiske nitrogenet som frigjøres ved nedbryting i stor grad tas opp av mikroorganismer (NIBIO, 2017). Matavfall er typisk nitrogenrikt og hageavfall er mer

karbonrikt dess mer vedaktige planter materialet bestod av (Fylkesmannen i Buskerud, 2015). En ferdig kompost har normalt et C/N forhold på 10-15 (Fylkesmannen i Buskerud, 2015). Et høyt innhold av andre næringsstoffer er og viktig for kompostens gjødslingsverdi og ikke minst det at næringen er tilgjengelige når plantene trenger den mest. Det er f.eks. blitt påvist at plantetilgjengelig fosfor det første året kun utgjør en tredjedel av total fosfor i kompost (Planteforsk, 2002). Frigjøringen av organisk bundet fosfor avhenger av forholdet mellom karbon og fosfor (C/P), og favoriseres når dette er lavere enn 200 (Aasen, 1997).

4 Material og metode

4.1 Materialer

Det ble brukt tre ulike blandinger av næringsrik vermikompostert biorest og næringsfattig hagekompost, fra Lindum (Tabell 3). Hagekomposten er laget av kvister og gress som er kompostert i ranker utendørs. Alder på komposten er ca 10 måneder og man antar derfor at den er moden og stabil. Bioresten er i utgangspunktet et avfallsprodukt etter Lindums biogassproduksjon av matavfall, som blir bearbeidet i en meitemarkreaktor. Vermikompostert biorest ble blandet inn i hagekomposten med metoden *one-time-application*. Til kontroll ble det brukt *Solmull - Torv med gjødsel og kalk* fra Hasselfors Garden AB i 150L sekk, kjøpt hos Kvakestad Planteskole. Varedeklarasjonen oppgir at den består av 100 vol % lavhumifisert spagnumtorv (H2-4), lite til middels omdannet. Fysiske og kjemiske egenskaper for aktuell torv, hagekompost, vermikompost og blandingen 30:70 er oppgitt i tabell 4.

Tabell 3: Oversikt behandlinger

Vekstmedium og næring	Forkortelse	Gjentaknr.
15 : 85 vermikompost : hagekompost	K1	1a, 1b, 1c
30 : 70 vermikompost : hagekompost (Lindum standard)	K2	2a, 2b, 3c
60 : 40 vermikompost : hagekompost	K3	3a, 3b, 3c
Kontroll: torv med mineralgjødsel og kalk	T	Ta, Tb, Tc



Figur 6 Bilder fra komposteringsanlegget ved Lindum. Til venstre og i midten bilder fra den nye automatiserte meitemarkreaktoren og til høyre utendørs kompostranker (forfatters egne bilder).

Tabell 4 Oversikten er sammenstilt av analyseresultater mottatt fra Lindum for vermikompost, hagekompost og standard blandingen 30:70. Tall for Solmull Torv er hentet fra varedeklarasjon. Samtlige analyser for 30:70 blandingen er ikke mottat. *= for 30:70 blandingen er det brukt en kompost med mye mer svovel enn fra analysene av den enkelte kompost. LMI = modified spurwa/plantetilgjengelig. i.t. = ikke tilgjengelig. f.v. =fersk vekt

Analyse	Enhet	Vermikompost (Lindum 2018) LMI	Hagekompost (Lindum 2018) LMI	30 : 70 (Lindum 2018) LMI	Torv (Hasselfors G.)
pH		7,7	7,0	7,0	6,0
EC	mS/m	90	20	30	30
Densitet	Kg/m ³	550	600	i.t.	250
Tørrestoff		45 %	42 %	i.t.	60g/L
Glødetap	%	60	40	i.t.	> 80%
Nitrat	mg/l	650	30	200	170
Ammonium	mg/l	1	5	20	
Fosfor	mg/l	150	120	200	55
Kalium	mg/l	1000	600	1200	210
Magnesium	mg/l	350	125	270	210
Svovel	mg/l	200	50	500*	70
Kalsium	mg/l	2000	900	1500	230
Natrium	mg/l	600	40	280	i.t.
Klor	mg/l	0	30	250	i.t.
Mangan	mg/l	2,5	2	4	12
Bor	mg/l	1,6	1,5	2	0,2
Kopper	mg/l	2	3	i.t.	0,6
Jern	mg/l	0,4	1	0,8	40
Zink	mg/l	35	20	i.t.	1,5
Molybden	mg/l	0,05	0,1	i.t.	0,2
Aluminium	mg/l	0,4	1,5	0,9	I.t.
Tot-N	mg/kg f.v.	6000	2000	i.t.	1500 mg/L

4.2 Etablering og gjennomføring

Forsøket pågikk fra 1. november 2017 til 1. oktober 2018. For de 4 behandlingene ble det gjort 3 gjentak. Det ble kjøpt 16 solbærbusker av sorten "Hedda" hos Kvakestad planteskole i Vestby, oktober 2017. Buskene var 3 år gamle og beskåret til 3 greiner. Det ble ikke registrert noen tegn til sykdom eller skader ved kjøp. Av bærbusker ble sorten "Hedda" valgt fordi det var den man fikk tak i 16 jevnaldrende friske busker av en viss fysiologisk alder slik at man kunne forvente noe avling. Forsøket ble etablert i doble



Figur 7 Etablering av vekstforsøket på "Tak for Maten" (forfatters eget bilde).

pallekarmen på «Tak for Maten» (Fig. 7) november 2017. På grunn av begrenset plass ble feltet arrangert i 2 rader med en kantkasse i alle 4 ender. På grunn av takets vektkapasitet ble betongflisene fra hele det aktuelle området fjernet fra taket, tilsvarende en vekt på 2,88 tonn. Altså ble 180kg fjernet for hver pallekarm som ble etablert.

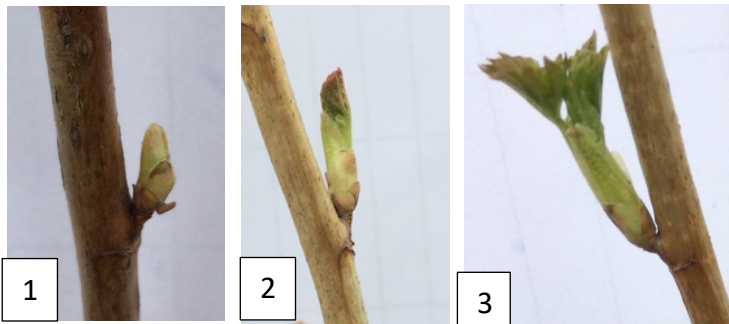
I pallekarmene ble det først festet presenning med langsgående hull i bunnen, fordi det var et ønske fra Lindum om å måle avrenning. Et lag med fiberduk ble så stiftet fast før et lag med 30L leca-kuler ble lagt i bunnen, for god drenering. Et lag fiberduk ble igjen lagt for å adskille leca-kuler og vekstmedium. Plantene ble etablert i 300L vekstmedium. Valg av vekstmedium og buske for hver kasse ble randomisert. En værstasjon av typen Oregon Scientific WMR89 med temperatur-, vind-, regn- og luftfuktighetsmåler ble montert i midten av feltet.

Kassene ble vannet samtidig, fortrinnsvis morgen eller kveld, en gang om dagen med noen få unntak. Vannmengde ble ikke målt og det ble ikke vannet forskjellig for kompost og torv. Det ble ikke brukt noen form for plantevernmidler under forsøket. I juli og august ble det brukt nett for å holde fugler unna. Det ble ikke utført samplanting eller bruk av jorddekke fordi 1) man hadde få gjentak og det var ikke var ønskelig å innføre flere variabler og 2) det var vekstmediens egenskaper man ville undersøke. Feltet ble ikke gjødslet opp i løpet av forsøksperioden fordi man ville undersøke forskjeller ut ifra næringsnivåer ved etablering og utviklingen av disse.

4.3 Registrering av vegetative og generative egenskaper

4.3.1 Knoppsprett og blomstring

Knoppsprett ble registrert med bilder i perioden 21. april til 4. mai. Det ble tatt utgangspunkt i en metode brukt i forsøk ved Bioforsk Apelsvoll (Sønsteby and Heide, 2015) hvor brytingen ble det inn i tre stadier. Knoppsprett ble registrert ved stadiet 2 (Fig. 8). Full blomstring ble vurdert som når 90% av blomster i 20 klaser var helt åpne. Antall blomster per klase ble talt ved blomstringstid. Blomstringstiden var noe vanskelig å fastslå da ekstremvarme i mai gjorde at den gikk fort. Antall kart per busk ble registrert for 20 klaser per busk 20. juni. Fra dette tallet ble det regnet ut et estimat for fruktsetting og kartfall.



Figur 8 Knoppsprett delt inn i tre stadier.

4.3.2 Avling

Avlingen ble høstet fra midten av juli til slutten av august. Det ble høstet i 2 omganger per busk på grunn av ujevn modning og lave avlinger, som gjorde at man ikke ville risikere at bærene falt av. Siden buskene er unge og har lav avling ble alle bær per busk høstet og brukt til kvalitetsanalyser. Hver klase ble veid og antall bær per klase ble talt. Gjennomsnittlig vekt av bær ble beregnet ut ifra vekt på de 30 første klasene delt på antall bær per klase. Gjennomsnittlig klasevekt ble beregnet ut i fra 30 første klasene.

4.3.3 Vegetativ vekst

Skuddlengde ble målt i mai, juni, juli og oktober. I tillegg ble utvikling av hver busk dokumentert med bilder og notater hver 2. uke. På grunn av problemer med å finne en god metode, ble flere ulike metoder testet gjennom sesongen. I mai og juni ble alle skudd over 1 cm målt. I juli ble det målt 10 skudd på hver busk som grunnlag for gjennomsnittlig skuddlengde. I oktober ble det, av praktiske hensyn, målt total vekst hos hver busk ved hjelp av en snor.

4.3.4 Bladanalyser

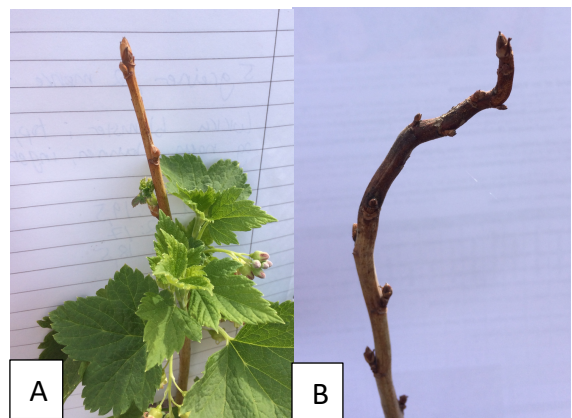
Bladprøver ble høstet i midten av mai, juli og september. For hver buske ble det plukket 15 nye og eldre blad, spredt fra topp til basis av busken. Bladprøvene ble tatt med til jordfag ved NMBU hvor de ble tørket i tørkeskap ved 50°C og knust før elementæranalyse av Mg, K, Ca, og P på ICP-OES. På grunn av problemer med maskinen for analyse av N ved NMBU ble prøvene så sendt til Eurofins for elementær analyse av N.

4.3.5 Ugress

Ugress ble observert og registrert med bilder og notater. Hver tredje uke ble kassene lukket etter behov. Dannelse av aggregater og algevekst på overflaten av komposten ble og registrert.

4.3.6 Sykdom og skade

Buskene ble sett over og tatt bilde av ca. annenhver uke i vekstsesongen. Man så etter skader, sykdom, skadedyr, mangelsymptomer, toksisitet, tørke eller andre typer plantestress. Kun betydelige funn blir videre beskrevet: I april ble det registrert mørke topper på samtlige greiner hvor knoppene ikke brøyt (Fig. 9A) og noen få var i tillegg krokete (Fig. 9B). For solbær er det hevdet at det er kortere vinterhvile i knopper lenger ned og at det er normalt at disse bryter først (Måge, 1990). Etter samtale med Sigrid Mogan ved NLR kom man frem til at dette trolig var ulike grader av overvintringsskade. Det ble laget et lite overfladisk snitt med en skarp kniv for å vurdere fargen rett under barken. Er vevet under brunt tyder det på vinterskade. I friske greiner der knoppene har brutt, vil det være grønt. Vinterskade ble oppgitt i en skala fra 1 til 9.



Figur 9 Ulike grader av vinterskade (forfatters egne bilder)

4.4 Kvalitetsanalyser i solbær

Kvalitetsanalyser ble utført på frukt-labben ved NMBU. Pga. lav avling ble tradisjonelle analyser (pH, oppløst tørrstoff, syre og saftfarge) først prioritert og deretter C-vitamin. Da kun 5 av 12 busker hadde stor nok avling til å gjøre FRAP ble dette ikke utført.

4.4.1 Tradisjonelle analyser

Frosne prøver til tradisjonelle analyser ble satt i romtemperatur 24 timer før analysestart. Ved analysestart ble bærene først homogenisert med stavmikser. Deretter ble ca 80g av massen tatt over i sentrifugerør og satt i vannbad på 50°C. Når massen hadde oppnådd en temperatur på 50°C, ble 20ul pektinase (Pectinex® Ultra SP-L, nozymes) tilsatt før rørene stod 1t videre i vannbad. Deretter ble rørene sentrifugert i 20 minutter. Etter sentrifugering ble saft og bunnfall separert ved hjelp av et foldefilter.

PH ble målt i saften med pH-meter (type 691, Metrohm), som var kalibrert til pH 4.00. Oppløst tørrstoff ble målt ved hjelp av et refraktometer (ATAGO, Palette PR-32α), som måler lysbrytingen i en løsning og til dette trengs kun et par dråper saft. Titrebar syre ble målt ved hjelp av 716 DMS Titrino (Methrom). Saftfarge ble målt i en saftkonsentrasjon på 1% ved hjelp av spektrofotometer av typen UV mini 1240 (Shimadzu Europe). Detektoren består av en silikon fotodiode og målemetoden er single beam measurement. Det er den optiske tettheten i væsken som måles og dette gir et estimat på fargekonsentrasjonen. Lysabsorpsjonen ble målt ved 410 og 520nm. Ved 410nm måles brunfargen i saften og ved 520nm måles den rene rødfargen. Et høyt forhold mellom målingene ved disse to bølgelengdene, indikerer god fargekvalitet.

4.4.2 C-vitamin

25g frosne bær ble veid inn før det ble tilsatt syre opp til en totalvekt på 150g. Dette ble så homogenisert med stavmikser i avtrekksskap. Massen ble filtret over i erlenmeyerkolber ved hjelp av et foldefilter. Saften ble så filtrert i først papirfilter og deretter sprøytefilter før en liten mengde ble ført over beholder tilpasset analyseinstrumentet HPLC (high performance liquid chromatography) Agilent 1100 series. For andre typer bær brukes normalt forholdet 1:2 mellom bær og syre i forarbeidet, så på grunn av dobbel fortynningsfaktor må resultatene dobles. Et av gjentakene i kompost 3 hadde for lav avling til å få utført C-vitamin.

4.5 Kjemiske og fysiske egenskaper i vekstmedier

Jordanalyser ble utført på laboratoriet for jordfag ved NMBU. Her utførte undertegnede tørking, sikting og homogenisering av jordprøvene. Undertegnede utførte også måling av pH, EC, tørrstoff, glødetap og jordtetthet.

4.5.1 Total C og -N

Total C og N for jordprøver fra mai ble utført på jordfag med elementanalyse i tørket og homogenisert jordprøve på LECO Truspec. Resultat oppgis i % vekt av analysert prøv. Instrumentet var ødelagt når tilsvarende prøver fra juli og september skulle kjøres, derfor ble disse oversendt til Eurofins for elementanalyse der. Total C og N ble brukt til å regne ut C/N forholdet i behandlingene.

4.5.2 Mineralsk nitrogen

Mineralsk nitrogen (NO_3 og NH_4) ble analysert i rått prøvemateriale som hadde blitt frosset ned rett etter prøvetaking. Prøvene ble ekstrahert med M KCl og ekstratet er analysert på FIA. Resultatet oppgis i mg/kg.

4.5.3 Andre nærings- og sporstoffer

B, Na, Mg, Al, P, S, K, Mn, Fe, Zn, Cu og Mo i jorprøver fra juli ble analysert på ICP-OES (B) og ICP-MS i HNO_3 dekomponert jord.

4.5.4 pH og EC

PH og EC ble målt i vannprøver med siktet jord på jordfag ved NMBU. Det ble brukt jord : vannsuspensjoner i forholdet 1 : 2,5. Måling av EC ble utført med Conductivimeter 712 og pH ble målt med et pH-meter av typen PHM220 Lab pH Meter.

4.5.5 Tørrstoff, glødetap og jordtetthet

Jordprøvene ble tørket i tørkeskap 6 timer og glødet ved 550C° i 3 timer. Tørrstoff, glødetap og tetthet kan beregnes med følgende formler:

$$\% \text{ tørrstoff} = \frac{\text{g digel og jord etter tørking} - \text{g digel}}{\text{g jordprøve før tørking}} \times 100$$

$$\% \text{ glødetap} = \frac{g \text{ digel og jord etter tørking} - g \text{ digel og jord etter gløding}}{g \text{ digel og jord etter tørking} - g \text{ digel}} \times 100$$

$$g/cm^3 \text{ Tetthet (organisk jord)} = \frac{g \text{ 10ml tørr siktet jord}}{10} \times 1,771 - 0,397$$

4.5.6 Jordtemperatur

Jordtemperatur ble målt 3 ganger i løpet av vekstsesongen, mellom kl 12-15, for å undersøke temperaturforskjell mellom vekstmediene. Et 15 cm langt termometer ble flyttet fra kasse til kasse og det ble utført 3 gjentak i hver kasse.

4.6 Sosiale effekter av urbant landbruk

Det ble utformet en spørreundersøkelse i samarbeid med Nabolagshager. Sommeren 2018 hadde man satt av mye ressurser til utstyr og drift, og man ønsket derfor å gjøre en spørreundersøkelse for å måle de sosiale effektene av takhagebruket *Tak for Maten*. Taket er til daglig kun tilgjengelig for de som jobber i bygget og har adgangskort, altså var dette målgruppen for undersøkelsen. Spørreundersøkelsen ble utlevert og innsamlet under felleslunsj to uker på rad. Den var anonym og det ble ikke gjort noe utvalg. Den bestod av 10 spørsmål og for antall svaralternativer ble det konsekvent valgt partall per spørsmål, for å unngå et svaralternativ i midten som kan gjøre at man ikke får noen sidefordeling.

4.7 Statistisk metode

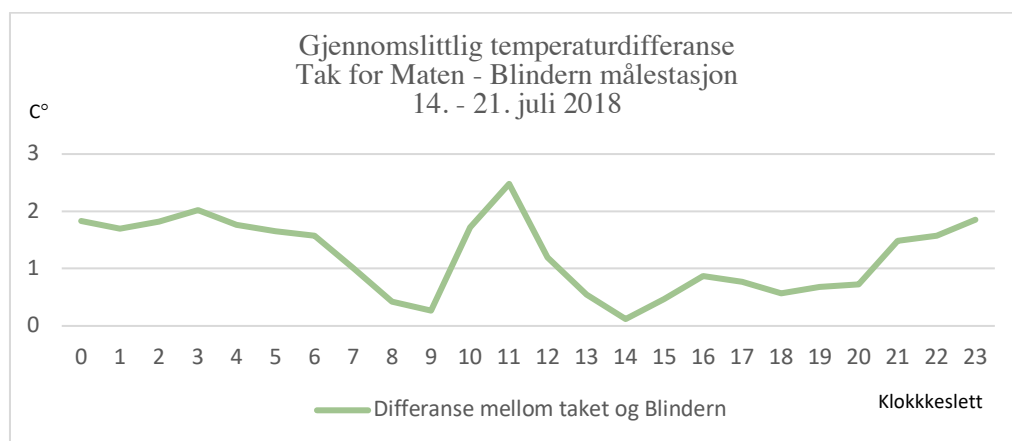
Statistiske beregninger ble utført med R og R Commander, versjon 3.3.2. Alle tester ble utført med 95% konfidensintervaller og signifikans nivå 0,05. Til variansanalyse ble ANOVA med påfølgende Tukey HSD benyttet. Til å beregne varians mellom behandlingene ved ulike serier/tidspunkt ble multippel lineær regresjon benyttet samme med funksjonen *lsmeans* (least-squares means). Til å estimere korrelasjon mellom variabler ble også multippel lineær regresjon benyttet.

5 Resultater

5.1 Klimadata

Tall fra yr viser at gjennomsnittstemperaturen i februar og mars ved Blindern målestasjon, lå lavere enn normaltemperaturen (gjennomsnittet fra 1961-1990) og snødybden var ca. 55cm (Yr, 2018). I mars ble snødybden på kassene i vekstforsøket målt til 30 cm. Fra april til august var gjennomsnittstemperaturen ved Blindern betydelig høyere og nedbørsmengden betydelig lavere enn normalen (Yr, 2018). I mai var gjennomsnittstemperaturen 16,1 C°, makstemperatur 31,1 C°, minstemperatur 1,5 C° og total nedbør 28,1 mm. Dette er den varmeste mai-måned registrert for aktuell målestasjon, med målinger tilbake til 1870.

Temperaturen målt på taket fra 14. - 21. juli ble sammenlignet med data fra Blindern målestasjon. Det ble regnet ut gjennomsnittlig differanse for hver hele time, som er fremstilt i figur 10. Den viser at temperaturen på taket ligger 0,2 C° - 2,5 C° høyere enn tall fra Blindern målestasjon. Den viser og at differansen er størst i tidsrommet kl10.00 – 12.00 og kl21.00 – 06.00. Størst forskjell er det kl11.00, hvor temperaturen på taket i gjennomsnitt er 2,5 C° høyere.



Figur 10 Differanse mellom temperaturen målt på taket med Oregon Scientific værstasjon og nærmeste offisielle målestasjon, på Blindern. Tall hentet fra:
[https://www.yr.no/sted/Norge/Oslo/Oslo/Oslo_\(Blindern\)_m%C3%A5lestasjon/statistikk.html](https://www.yr.no/sted/Norge/Oslo/Oslo/Oslo_(Blindern)_m%C3%A5lestasjon/statistikk.html)

5.2 Solbær

5.2.1 Generative egenskaper

5.2.1.1 Blomstring

Det var vanskelig å fastslå nøyaktig blomstringsdato på grunn av en varmebølge i mai, som gjorde at blomstringen gikk fort når den først startet. Full blomstring for to av gjentakene i K1 (Fig. 11) og to av gjentakene i torv ble registrert 16. mai. Full blomstring hos resten av buskene ble registrert 5 dager senere, den 21. mai. 16. mai hadde et gjentak i k1 og et gjentak i T tydelig utviklet kart.



Figur 11: **A:** 16. Full blomstring 16. mai buske 1a. **B:** Blomstring startet 16. mai buske 3c. **C:** Utvikling av kart 21. mai buske 1a. **D:** Full blomstring 21. mai buske 3c.

Tabell 5: Generative egenskaper for de ulike behandlingene med variasjon mellom gjentak i hver behandling vist som standardavvik. Behandlinger i samme kolonne etterfulgt av samme bokstav er ikke signifikant forskjellige ($p > 0,05$). K1 = kompost, K2 = kompost 2, K3 = kompost 3 og T = torv.

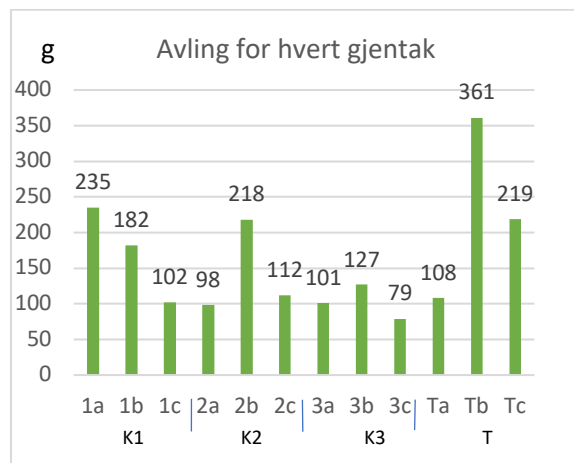
	Blomster/klase \pm SD	Kart/klase g \pm SD	Bær/klase \pm SD
K1	7,44 \pm 0,58 a	5,77 \pm 1,62 a	4,46 \pm 1,91 a
K2	7,57 \pm 0,53 a	4,90 \pm 0,75 a	3,67 \pm 0,33 a
K3	8,45 \pm 0,63 a	5,00 \pm 0,28 a	3,22 \pm 0,25 a
T	7,27 \pm 0,40 a	5,47 \pm 1,88 a	4,30 \pm 1,99 a
	Fruktsetting \pm SD	Bærsetting \pm SD	Avling g \pm SD
K1	77 \pm 19 a	66 \pm 14 a	173 \pm 67 a
K2	64 \pm 5 a	50 \pm 6 a	143 \pm 66 a
K3	59 \pm 1 a	45 \pm 3 a	102 \pm 24 a
T	74 \pm 24 a	65 \pm 22 a	229 \pm 127 a
	Klasevekt g \pm SD	Bærvekt g \pm SD	
K1	3,81 \pm 1,33 a	0,76 \pm 0,13 a	
K2	2,65 \pm 0,33 a	0,71 \pm 0,02 a	
K3	2,51 \pm 0,52 a	0,66 \pm 0,11 a	
T	4,29 \pm 2,10 a	0,86 \pm 0,12 a	

5.2.1.2 Utvikling av blomster til bær

For K1 og T er det spesielt stor variasjon mellom gjentakene for kart- og bær per klase (Tab. 5). Statistisk analyse viste ingen signifikant forskjell mellom behandlingene, for verken blomster-, kart- eller bær per klase (Tab. 4). Fruktsetting ble beregnet i prosent kart av antall blomster for 30 klaser. Fruktprosent ble beregnet i prosent modne bær (ved høsting) av antall blomster for 30 klaser. Kartfallet for de ulike behandlingene er: K1 = 34%, K2 = 50%, K3 = 55% og T = 35%. Et normalt kartfall tilsvarer ca. en tredjedel av antallet blomster. Middelverdiene for K2 og K3 viser en tendens til et større kartfall enn for K1 og T, men K1 og T stor variasjon innad i behandlingen.

5.2.1.3 Avling

Statistisk analyse viste ingen signifikant forskjell mellom behandlingene for avling, klasevekt eller bærvekt. Det er forholdsvis stor variasjon mellom gjentakene i alle behandlingene, som er fremstilt i figur 12. Den høyeste avlingen ble registrert for gjentak Tb i torv: 361g, og den laveste for gjentak 3c i kompost 3: 79g.



Figur 12 avling i g for hvert gjentak i hver behandling.
K1 = kompost 1, K2 = kompost 2, K3 = kompost 3 og T = torv

5.2.2 vegetative egenskaper

5.2.2.1 Knoppsprett

Knoppsprett ble registrert fra perioden 21. april til 4. mai 2018. Dag 1 ble det registrert knoppsprett for buske nr. 1a og Tc. Dag 7 ble det registrert knoppsprett hos buske nr. 1b, 2b, Ta og Tb. Dag 10 ble det registrert knoppsprett hos buske nr. 3a, 2a og 1b. Dag 14 ble det registrert knoppsprett hos buske nr. 3b, 2c og 3c. Statistisk analyse viste ingen signifikant forskjell mellom behandlingene. Dette er som forventet da avgjørende faktor er temperatur. For å undersøke om tidspunkt for knoppsprett hadde sammenheng med plassering i feltet og dets plassering på taket ble knoppsprett skjematisk fremstilt i tabell 6. I gjennomsnitt er den ytterste raden litt senere, men dette er ikke et veldig tydelig mønster. Det ser heller ikke ut til å være noen sammenheng med grad av vinterskade.

Tabell 6 Oversikt for gjentakenes plassering på taket med dato for knoppsprett (KS) og grad av vinterskade (VS). Kompost 1 = 1a,1b,1c. Kompost 2=2a,2b,2c. Kompost 3= 3a,3b,3c. Torv = Ta,Tb,Tc

0,5M FRA TAKETS ENDE							
Randbusk	2b VS: 2 KS: 7	Tc VS: 2 KS: 1	3b VS: 6 KS: 14	2c VS: 3 KS: 14	3c VS: 8 KS: 14	1c VS: 1 KS: 7	Randbusk
Randbusk	3a VS: 1 KS: 10	1a VS: 1 KS: 1	Ta VS: 7 KS: 7	2a VS: 7 KS: 10	1b VS: 9 KS: 10	Tb VS: 6 KS: 7	Randbusk
3M FRA HØY VEGG							

5.2.2.2 Tilvekst

Tabell 7: Tilvekst i cm med variasjon mellom gjentak i hver behandling vist som standardavvik. Behandlinger i samme kolonne med samme bokstav er ikke signifikant forskjellige ($p>0,05$). K1= kompost, K2= kompost 2, K3 = kompost 3 og T =torv.

Vekst cm \pm SD	
K1	295 \pm 153,22 a
K2	733,33 \pm 23,09 a
K3	656,67 \pm 185,02 a
T	1840,00 \pm 591,02

Det ble gjort flere registreringer av tilvekst, men resultatene fra oktober er her valgt for å få frem den totale tilveksten for vekstsesongen 2018 (Tab. 7). Statistisk analyse av disse viste signifikant forskjell mellom torv og kompostene, men ingen signifikant forskjell kompostene imellom. K2 har den høyeste middelveiden for tilvekst av kompostene med 733,33cm,

etterfulgt av K3 med 656,67cm og deretter K1 med 295cm. Av tabell 7 kommer det frem at det er relativt stor variasjon innad i behandlingene K1, K3 og T medens K2 har mindre variasjon.

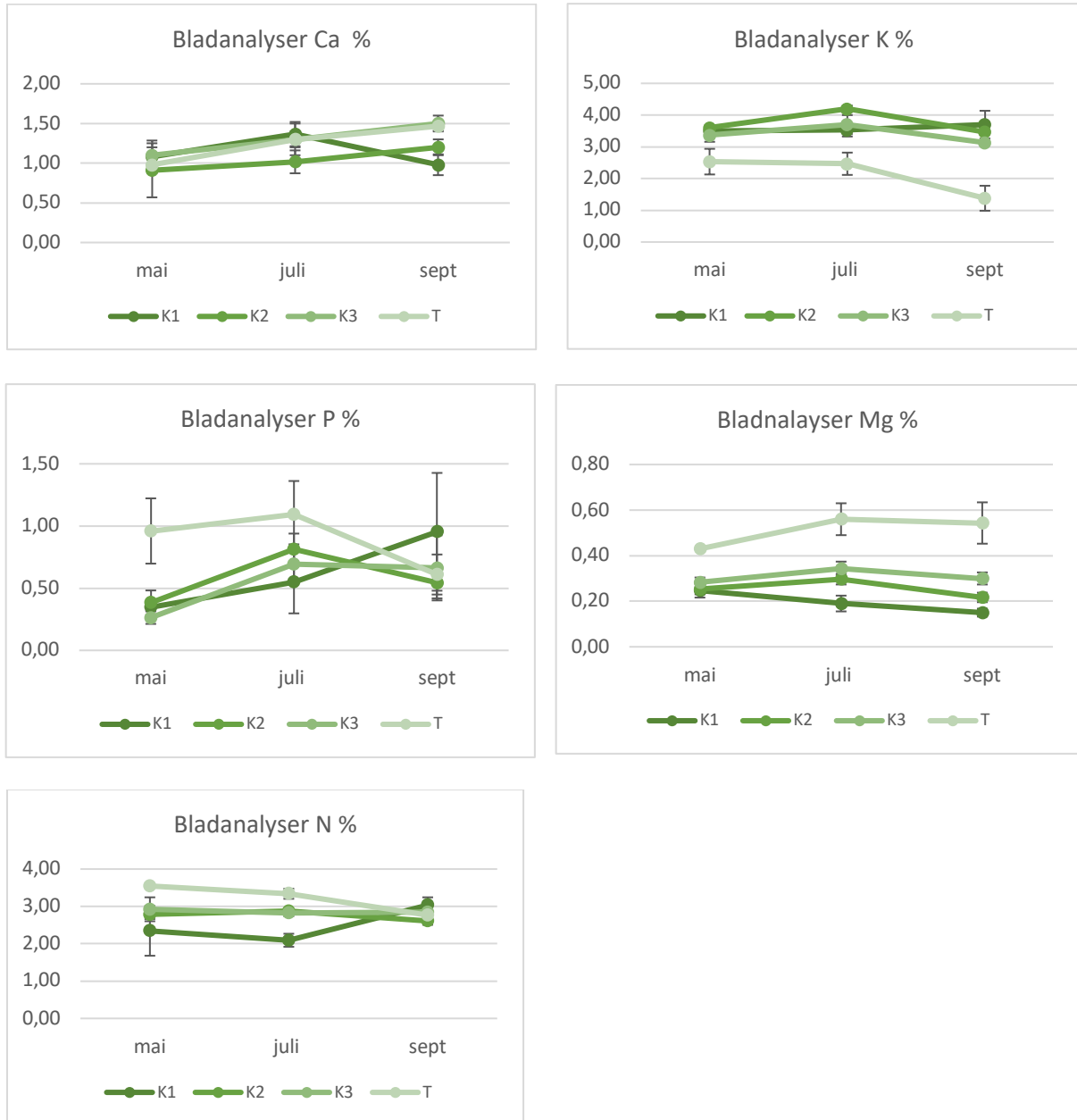
5.2.2.3 Bladanalyser

Tabell 8 Resultater bladanalyser av Ca, K, Mg, O og N fra mai til september i g/100g (%). Variasjon mellom gjentak i hver behandling er vist som standardavvik (SD). Behandlinger markert med samme bokstav i siste kolonne er ikke signifikant forskjellige for aktuelt næringsstoff ($p > 0,05$). K1= kompost, K2= kompost 2, K3 = kompost 3 og T =torv.

	Mai	Juli	September	Signifikans
	Ca % ± SD	Ca % ± SD	Ca % ± SD	Ca
K1	1,08 ± 0,20	1,37 ± 0,15	0,98 ± 0,13	a
K2	0,91 ± 0,34	1,02 ± 0,14	1,20 ± 0,10	a
K3	1,10 ± 0,10	1,30 ± 0,20	1,50 ± 0,10	a
T	0,98 ± 0,10	1,30 ± 0,10	1,47 ± 0,06	
	K % ± SD	K % ± SD	K % ± SD	K
K1	3,50 ± 0,17	3,53 ± 0,21	3,70 ± 0,44	a
K2	3,60 ± 0,00	4,20 ± 0,10	3,47 ± 0,06	a
K3	3,37 ± 0,21	3,70 ± 0,30	3,13 ± 0,06	a
T	2,53 ± 0,40	2,47 ± 0,35	1,38 ± 0,39	
	Mg % ± SD	Mg % ± SD	Mg % ± SD	Mg
K1	0,25 ± 0,03	0,19 ± 0,03	0,15 ± 0,02	a
K2	0,25 ± 0,02	0,30 ± 0,02	0,22 ± 0,02	ab
K3	0,28 ± 0,02	0,34 ± 0,03	0,30 ± 0,03	b
T	0,43 ± 0,00	0,56 ± 0,07	0,54 ± 0,09	
	P % ± SD	P % ± SD	P % ± SD	P
K1	0,35 ± 0,03	0,55 ± 0,25	0,95 ± 0,47	ab
K2	0,38 ± 0,10	0,81 ± 0,13	0,54 ± 0,13	ab
K3	0,26 ± 0,05	0,69 ± 0,16	0,66 ± 0,26	a
T	0,96 ± 0,26	1,09 ± 0,27	0,61 ± 0,16	b
	N % ± SD	N % ± SD	N % ± SD	N
K1	2,35 ± 0,67	2,09 ± 0,17	3,03 ± 0,21	a
K2	2,78 ± 0,12	2,88 ± 0,04	2,61 ± 0,06	ab
K3	2,91 ± 0,32	2,82 ± 0,08	2,84 ± 0,06	ab
T	3,55 ± 0,02	3,34 ± 0,14	2,77 ± 0,26	b

Statistiske analyser viste signifikant forskjell mellom torv og kompostene for bladanalyse av Ca, K og Mg ved 3 ulike tidspunkt (Tab. 8). Av de nevnte analyser ble det kun påvist signifikant forskjell mellom kompostene for Mg, mellom kompost 1 og -3. For P ble det kun påvist signifikant forskjell mellom torv og kompost 3. Opptaket av alle næringsstoffene fra mai til september er fremstilt hver for seg i figur 12. Alle målinger av Ca ligger ganske jevnt og i området 0,98-1,50%. Kompost 1 skiller seg ut ved et tydelig fall fra juli til september. Målinger av K viser at torv ligger ca. 1-3% lavere enn kompostene ved hver måling og det er et tydelig fall fra juli til september. For P ligger torv høyere i mai og juli, men lavere enn K1 og K3 i

september. P i kompost 1 stiger i hele perioden, medens torv, K2 og K3 synker fra juli til september. For Mg ligger torv mellom 0,11 - 0,41% høyere enn kompostene gjennom perioden. For N ligger torv høyest i mai og juli, men lavere enn K1 og K3 i september.



Figur 2: Bladanalyser for mai, juli og september i g/100g (%). Variasjon mellom gjentak i hver behandling er vist som standardavvik (SD). K1= kompost, K2= kompost 2, K3 = kompost 3 og T =torv.

5.2.2.4 Rotutvikling

I oktober ble et gjentak fra hver behandling tatt ut for å undersøke rotutviklingen. Alle gjentak som ble tatt ut har størst tilvekst i sine respektive behandlinger. For gjentakene i kompost kunne man observere en sammenheng mellom overjordisk vekst og rotutvikling. Gjentaket i kompost 1 hadde minst vegetativ vekst (405cm) og minst rotutvikling (Fig. 13). Gjentak fra kompost 2 har nest minst vegetativ vekst (760cm) og størst rotutvikling. Gjentak fra kompost 3 har nest størst overjordisk vekst (870cm) og nest størst rotutvikling. Gjentaket i torv har størst overjordisk vekst (2450cm) men mindre rotutvikling enn kompost 2 og -3. Mengden finrøtter og rothår var størst hos gjentak K2, deretter K3, T og K.



K1

K2

K3

T



K1

K2

K3

T

Figur 3 Et gjentak fra hver behandling ble tatt ut for å undersøke rotutvikling. K1= kompost, K2= kompost 2, K3 = kompost 3 og T =torv.

5.2.3 Vinterskade

Tabell 9 viser at det ble registrert grader av vinterskade i minst en grein for alle gjentak unntagen to gjentak i kompost 1 (1a og 1c) og et gjentak i kompost 3 (3a). Samtlige gjentak hadde vinterskade i toppen av alle greiner (1b, 2a, 3b og 3c). Buske 1b var hardest rammet med mørke topper som i tillegg var krokete. Hvert gjentak er gradert på en skala fra 1 – 9 ut ifra ifra % skadede greiner og evt. andre observasjoner. Graderingene er lagt sammen til en total for hver behandling i siste kolonne. Det var ingen signifikant forskjell mellom behandlingene.

Tabell 9 Vinterskade for hvert gjentak og for hver behandling. K1= kompost, K2= kompost 2, K3 = kompost 3 og T =torv

Behandling	Gjentak	% skadede greiner	Observasjon	Skala 1 - 9	Sammenlagt
K1	1a	0	Ingen skade	1	11
	1b	100	veldig krokete og mørke tupper	9	
	1c	0	Ingen skade	1	
K2	2a	100	Flere mørke tupper	7	12
	2b	17	En mørk tupp	2	
	2c	40	Noen mørke tupper	3	
K3	3a	0	Ingen skade	1	15
	3b	100	Flere mørke tupper	6	
	3c	100	Flere lange mørke tupper	8	
Torv	Ta	100	Flere mørke tupper	7	15
	Tb	60	Flere mørke tupper	6	
	Tc	20	Noen mørke tupper	2	

5.2.4 Kvalitetsanalyser

Tabell 10: Kvalitetsanalyser i solbær. Variasjon mellom gjentak i hver behandling er vist som standardavvik (SD). Behandlinger i samme kolonne markert med samme bokstav er ikke signifikant forskjellige ($P > 0,05$). K1 = kompost, K2 = kompost 2, K3 = kompost 3 og T = torv, O.D = optical density.

	pH \pm SD	Titrebar syre % \pm SD	Oppløst tørrstoff % \pm SD
K1	2,96 \pm 0,10 a	5,139 \pm 0,697 a	20,8 \pm 2,0 a
K2	2,90 \pm 0,10 a	5,529 \pm 0,243 a	20,3 \pm 1,0 a
K3	2,92 \pm 0,01 a	5,784 \pm 0,380 a	21,4 \pm 0,4 a
T	2,87 \pm 0,03 a	5,306 \pm 0,292 a	18,8 \pm 0,4 a

	520nm O.D \pm SD	410nm O.D \pm SD	Vitamin C mg/100g \pm SD
K1	0,389 \pm 0,053	0,150 \pm 0,025 a	241,46 \pm 28,22
K2	0,514 \pm 0,033 a	0,184 \pm 0,013 a	154,52 \pm 23,25 a
K3	0,491 \pm 0,023 a	0,179 \pm 0,017 a	155,81 \pm 0,30 a
T	0,484 \pm 0,024 a	0,171 \pm 0,009 a	112,97 \pm 25,00 a

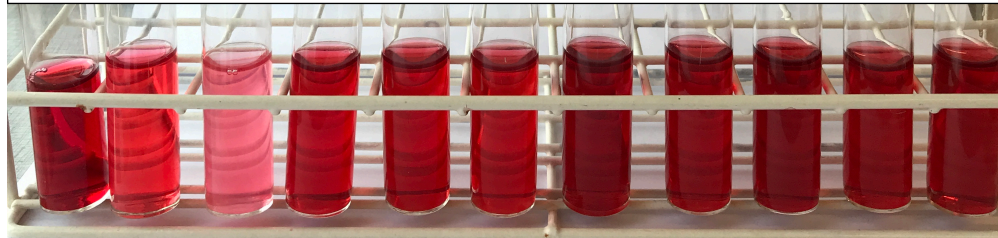
5.2.4.1 Tradisjonelle analyser

Statistisk analyse av pH, oppløst tørrstoff og titrebar syre viste ingen signifikant forskjell mellom behandlingene (Tab. 10). Statistisk analyse av saftfarge ved 520nm i bær viste at kompost 1 lå signifikant lavere enn de tre andre behandlingene, med en middelerdi på 0,389 o.d.. Torv lå nest lavest med 0,484 o.d, deretter kompost 3 med 0,491 o.d. etterfulgt av kompost 2 med 0,514 o.d.. Statistisk analyse av saftfarge ved 410nm i bær viste ingen signifikant forskjell mellom noen av behandlingene.

5.2.4.2 Vitamin C

Vitamin C ble ikke målt for et av gjentakene i kompost 3 (3c) på grunn av for lav avling. Statistisk analyse av vitamin C viste at kompost 1 lå signifikant høyere enn de tre andre behandlingene med en middelerdi på 241,46 mg/100g (Tab. 10). Mellom kompost 2 (154,52mg/100g), kompost 3 (155,81 mg/100g) og torv (112,97 mg/100g) var det ingen signifikant forskjell. Under forarbeidet til analysene ble det registret at prøven fra gjentak 1b gikk sakte gjennom filteret og fikk en lys saftfarge sammenlignet med de andre (Fig. 14). Gjentak 1a hadde og en litt lysere farge enn de andre medens 1c var normal. 1c med normal farge, har et høyere C-vitamin innhold enn 1a, som har lys farge.

Tb	1a	1b	2b	2a	3a	1c	Tc	2c	Ta	3b
141	220	273	158	130	156	231	94	176	103	156



Figur 4 Bilde av ferdigfiltrert saft klar til analyse av vitamin-C. Kompost 1 = 1a,1b,1c. Kompost 2 = 2a,2b,2c. Kompost 3=3a,3b,3c. Torv =Ta,Tb,Tc. Innhold av C-vitamin er oppgit i mg/100g under navn på gjentak.

5.3 Jordanalyser

5.3.1 Fysiske egenskaper

Tabell 11 Fysiske egenskaper. Variasjon mellom gjentak i hver behandling er vist som standardavvik (SD). Behandlinger i samme kolonne markert med samme bokstav er ikke signifikant forskjellige ($P > 0,05$). K1= kompost, K2= kompost 2, K3 = kompost 3 og T =torv.

	Tørrstoff % \pm SD	Glødetap % \pm SD	Jordtetthet $\text{g/cm}^3 \pm$ SD
K1	94,76 \pm 0,97 a	38,11 \pm 0,84 a	0,30 \pm 0,03 a
K2	87,20 \pm 12,44 a	44,66 \pm 10,49 a	0,25 \pm 0,02 b
K3	93,94 \pm 0,48 a	41,67 \pm 0,77 a	0,31 \pm 0,01 a
T	90,59 \pm 0,71 a	94,65 \pm 0,25	<0,2 \pm 0,00 b

Statistisk analyse av tørrstoff viste ingen signifikant forskjell mellom behandlingene (Tab. 11). Statistisk analyse av glødetap viste signifikant forskjell mellom torv og kompostene. Kompost 1 har den laveste middelveiden på 38,11 % og torv har den høyeste på 94,65 %. Kompost 3 har en middelveid på 41,67 som er lavere enn kompost 2 med 44,66%. Jordtettheten til torv lå lavere enn metodens referanseområde, som er fra og med 0,2 g/cm^3 . I den statistiske analysen ble derfor 0,2 g/cm^3 brukt, men det reelle tallet er egentlig lavere. Variansanalysen viste at kompost 1 og kompost 3 lå signifikant høyere enn kompost 2 og torv. Statistisk analyse av jordtemperatur ved 3 ulike tidspunkter viste at torv lå signifikant lavere enn kompostene (Tab. 12). Ved første måling lå torv 0,70 $^{\circ}\text{C}$ - 1,30 $^{\circ}\text{C}$ under kompostene, ved andre måling er tilsvarende tall 1,90 $^{\circ}\text{C}$ - 2,47 $^{\circ}\text{C}$ og ved tredje måling 2,77 $^{\circ}\text{C}$ - 2,93 $^{\circ}\text{C}$.

Tabell 12 Jordtemperatur. Variasjon mellom gjentak i hver behandling er vist som standardavvik (SD). Behandlinger markert med samme bokstav i siste kolonne er ikke signifikant forskjellige for aktuelt næringsstoff ($P > 0,05$). K1= kompost, K2= kompost 2, K3 = kompost 3 og T =torv

	Mai	Juni	Juli	Signifikans mai-juli
	Jordtemp $^{\circ}\text{C} \pm$ SD	Jordtemp $^{\circ}\text{C} \pm$ SD	Jordtemp $^{\circ}\text{C} \pm$ SD	Jordtemp
K1	17,13 \pm 0,71	22,03 \pm 0,50	24,47 \pm 0,47	a
K2	16,53 \pm 0,25	21,40 \pm 0,26	24,83 \pm 0,75	a
K3	16,53 \pm 0,35	21,47 \pm 0,59	24,67 \pm 0,80	a
T	15,83 \pm 0,29	19,57 \pm 0,49	21,90 \pm 0,82	

5.3.2 kjemiske egenskaper

Tabell 13: Jordanalyser. Variasjon mellom gjentak i hver behandling er vist som standardavvik (SD). Behandlinger markert med samme bokstav i siste kolonne er ikke signifikant forskjellige for aktuelt næringsstoff ($P > 0,05$). K1= kompost, K2= kompost 2, K3 = kompost 3 og T =torv.

	Mai	Juli	September	Signifikans
	N % ± SD	N % ± SD	N % ± SD	N
K1	1,45 ± 0,07	1,38 ± 0,02	1,32 ± 0,18	
K2	1,64 ± 0,03	1,10 ± 1,56	1,54 ± 0,08	
K3	1,82 ± 0,02	1,71 ± 0,03	1,78 ± 0,09	
T	1,03 ± 0,01	0,95 ± 0,03	0,99 ± 0,003	
	C % ± SD	C % ± SD	C % ± SD	C
K1	20,97 ± 0,32	18,67 ± 0,58	19,67 ± 3,51	a
K2	23,00 ± 0,26	20,33 ± 1,15	19,67 ± 1,15	ab
K3	23,80 ± 0,26	21,33 ± 0,58	22,00 ± 1,00	b
T	47,93 ± 0,06	45,00 ± 0,00	45,00 ± 0,00	
	NH ₄ mg/kg ± SD	NH ₄ mg/kg ± SD	NH ₄ mg/kg ± SD	NH ₄
K1	2,70 ± 0,70	7,50 ± 0,50	7,83 ± 0,29	a
K2	3,17 ± 0,29	7,17 ± 1,04	7,00 ± 0,00	a
K3	3,47 ± 1,15	7,00 ± 0,87	5,47 ± 0,55	a
T	180 ± 10,00	130,00 ± 17,32	10,40 ± 13,52	
	NO ₃ mg/kg ± SD	NO ₃ mg/kg ± SD	NO ₃ mg/kg ± SD	NO ₃
K1	34,33 ± 5,13	1,00 ± 0,87	4,37 ± 0,51	ab
K2	126,67 ± 20,82	13,37 ± 8,09	6,17 ± 1,15	ac
K3	183,33 ± 25,17	133,33 ± 65,51	27,00 ± 20,95	
T	53,33 ± 11,55	9,83 ± 4,25	Under 0,00 ± 0,00	bc
	pH ± SD	pH ± SD	pH ± SD	pH
K1	7,54 ± 0,02	7,68 ± 0,09	7,74 ± 0,06	a
K2	7,46 ± 0,02	7,62 ± 0,04	7,83 ± 0,05	a
K3	7,40 ± 0,05	7,51 ± 7,71	7,71 ± 0,13	a
T	4,59 ± 0,19	4,72 ± 0,17	4,75 ± 0,20	
	EC ± SD	EC mS/cm ± SD	EC mS/cm ± SD	EC
K1	i.t.	0,90 ± 0,29	0,50 ± 0,18	a
K2	i.t.	1,30 ± 0,06	0,46 ± 0,16	ab
K3	i.t.	1,59 ± 0,24	0,74 ± 0,36	b
T	i.t.	0,24 ± 0,15	0,10 ± 0,05	

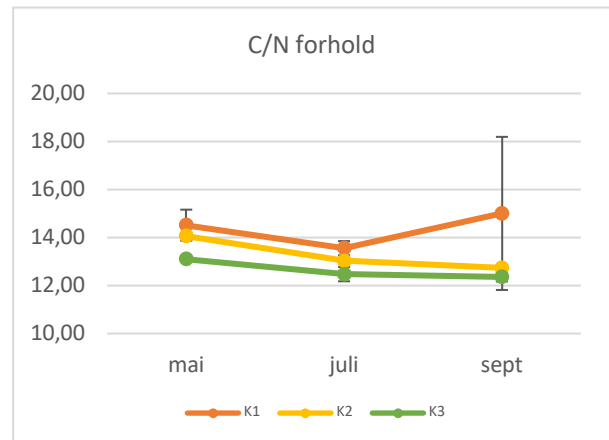
5.3.2.1 pH og EC

Middelverdiene for pH i torv ligger i området: 4,59 – 4,75, kompost 1: 7,54 – 7,74, kompost 2: 7,46-7,83 og kompost 3: 7,40-7,71. For alle behandlingene steg pH signifikant fra mai til september og torv har signifikant lavere pH enn kompostene (Tab. 13). Statistisk analyse av EC viste signifikant forskjell mellom torv og kompostene fra juli til september. I tillegg var det

signifikant forskjell mellom kompost 1 og kompost 3. Kompost 3 hadde høyest målte verdi ved begge prøvetakinger.

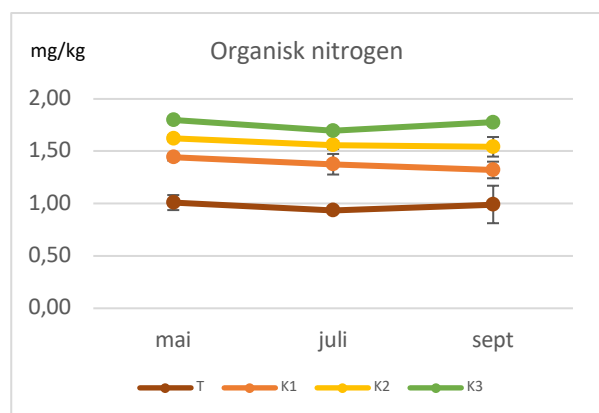
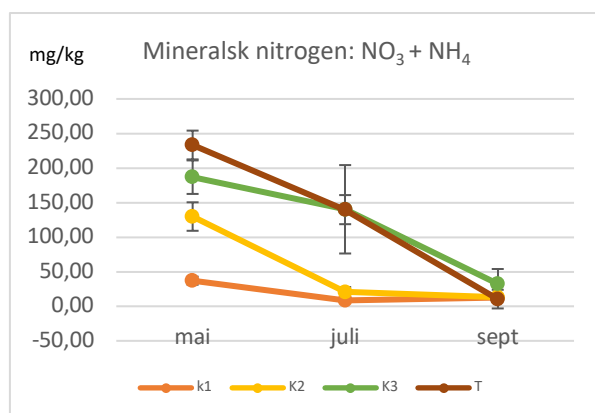
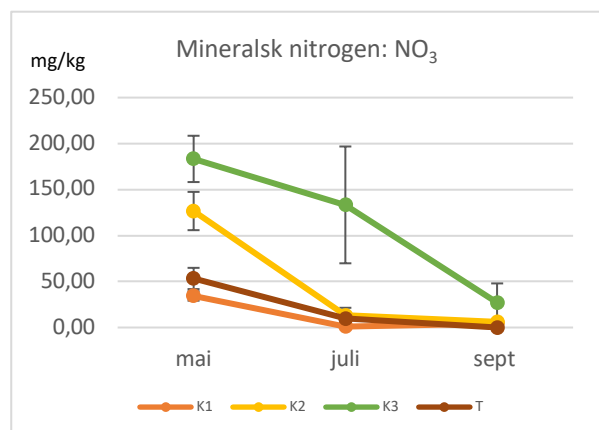
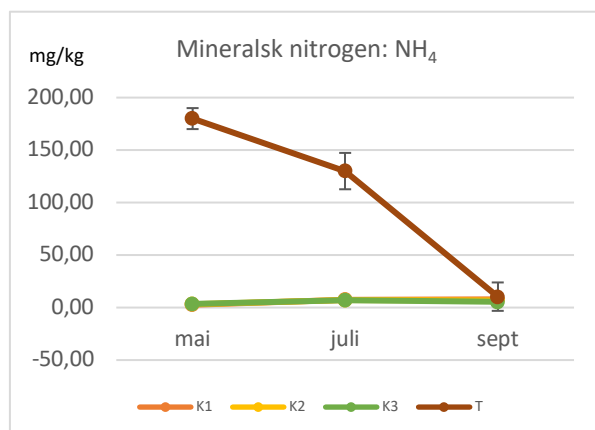
5.3.2.2 C/N forhold

Statistisk analyse viste signifikant forskjell for total nitrogen mellom alle behandlingene og signifikant forskjell for total karbon mellom torv og kompostene (Tabell 11). For karbon var det og signifikant forskjell mellom kompost 1 og 3. C/N forholdet for kompostene er fremstilt i figur 15. Kompost 1 har det høyeste C/N forholdet gjennom hele perioden og dette øker fra juli til september. C/N forholdet i kompost 2 og 3 synker fra mai til september.



Figur 5 C/N forhold i mai, juli og september for kompostene. Variasjon mellom gjentak i hver behandling er vist som standardavvik.

5.3.2.3 Mineralisk og organisk nitrogen



Figur 16 Plantetilgjengelig nitrat (NO₃) og ammonium (NH₄) i mg/kg målt i mai, juli og september. Variasjon mellom gjentak i hver behandling er vist som standardavvik.

Utviklingen av tilgang på plantetilgjengelig nitrogen er fremstilt i figur 16. Kompost og torv skiller seg ved at torv har høyere innhold av ammonium medens kompostene inneholder mer nitrat. Når man slår sammen mineralsk nitrogen ligger utviklingen og nivåene til kompost 3 litt under verdien for torv i mai og litt over september. Forskjellene mellom kompost 2 og 3 i juli er uforventet store og kan forklares ved en spesielt høy verdi for nitrat i kompost 3.

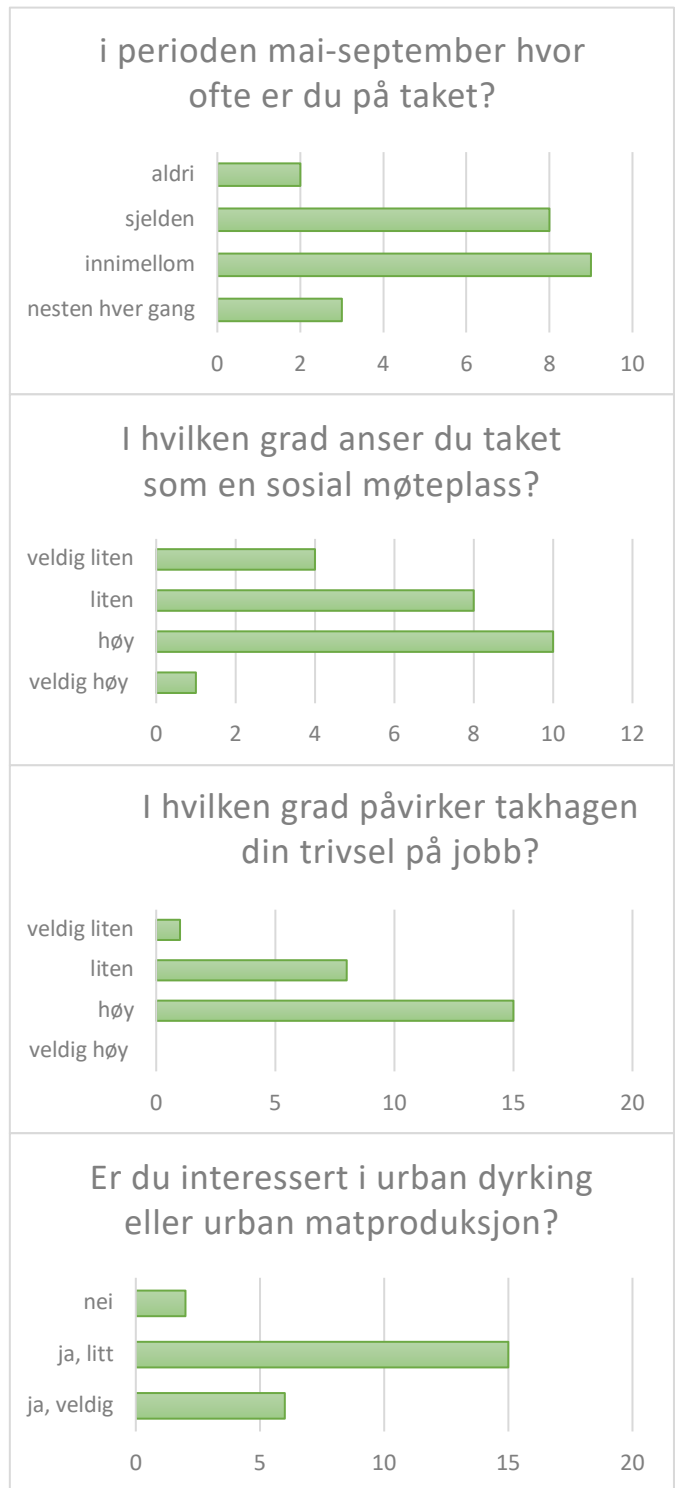
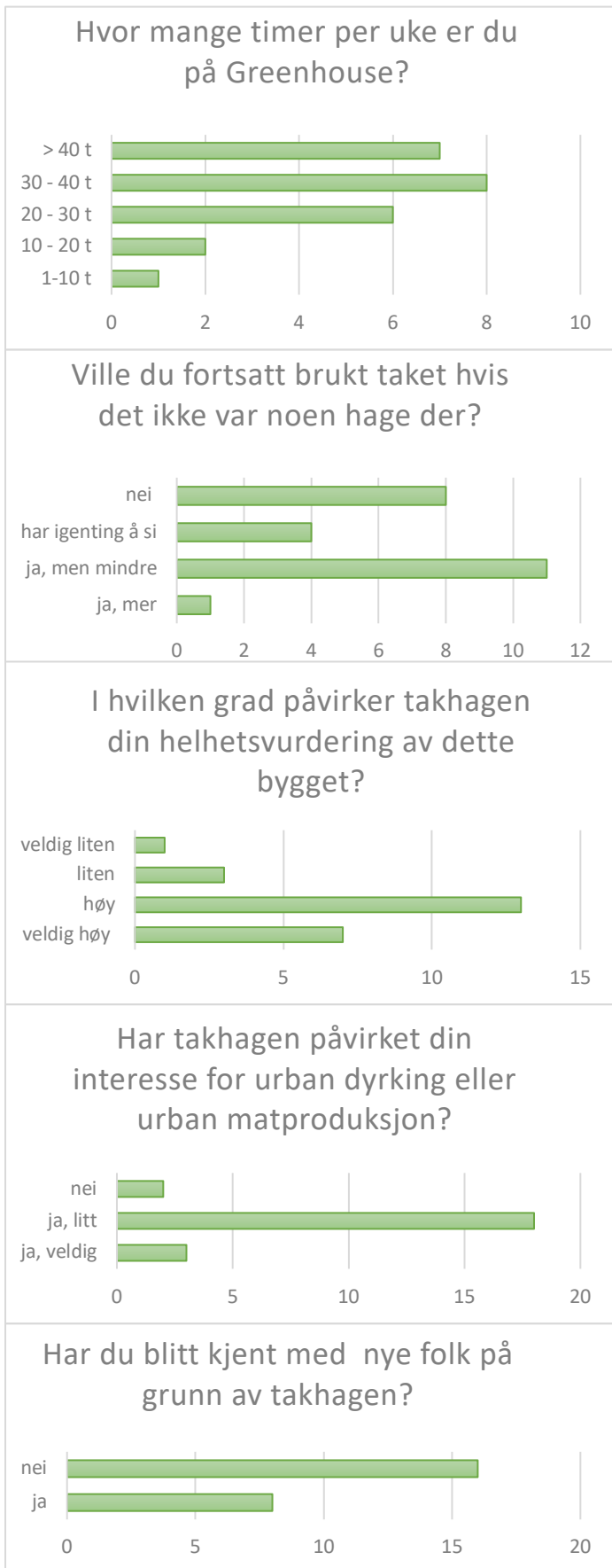
5.3.2.4 Andre næringsstoffer og spormetaller

Tabell 14: oversikt næringsstoffer og spormetaller. Variasjon mellom gjentak i hver behandling er vist som standardavvik (SD). Behandlinger i samme kolonne markert med samme bokstav er ikke signifikant forskjellige for aktuelt næringsstoff ($P > 0,05$). K1= kompost, K2= kompost 2, K3 = kompost 3 og T =torv.

	K g/kg ± SD	P g/kg ± SD	S g/kg ± SD
K1	7,50 ± 0,55 a	3,00 ± 0,00	2,30 ± 0,32 a
K2	7,00 ± 0,38 a	4,13 ± 0,06	3,20 ± 0,10
K3	6,50 ± 0,31 a	5,50 ± 0,10	4,00 ± 0,15
T	1,40 ± 0,26	0,60 ± 0,03	1,90 ± 0,38 a
	Mg g/kg ± SD	Mn g/kg ± SD	Fe g/kg ± SD
K1	5,40 ± 0,10 a	0,43 ± 0,00	17,0 ± 1,0 a
K2	5,50 ± 0,20 a	0,49 ± 0,03 a	16,0 ± 1,0 a
K3	5,60 ± 0,06 a	0,49 ± 0,02 a	16,0 ± 0,0 a
T	2,20 ± 0,21	0,13 ± 0,01	3,7 ± 0,3
	Zn g/kg ± SD	Cu mg/kg ± SD	Mo mg/kg ± SD
K1	0,240 ± 0,006 a	43,00 ± 2,65 a	1,00 ± 0,17 a
K2	0,250 ± 0,012 a	46,00 ± 0,58 a	1,10 ± 0,10 a
K3	0,250 ± 0,006 a	54,00 ± 1,15	1,50 ± 0,21 ab
T	0,043 ± 0,002	15,00 ± 0,58	2,03 ± 0,35 b
	Al g/kg ± SD	Na g/kg ± SD	
K1	12,33 ± 0,58 a	0,68 ± 0,05	
K2	11,67 ± 0,58 a	0,04 ± 0,00	
K3	12,00 ± 0,00 a	1,23 ± 0,06	
T	0,85 ± 0,09	0,18 ± 0,02	

For jordprøvene tatt i juli ble det utført analyse av P, K og en rekke mikronæringsstoffer. Den statistisk analysen av resultatene viste signifikante forskjeller mellom torv med mineralgjødsel og kompostene for alle stoffene, med unntak av S for torv og kompost 1, og Mo for torv og kompost 3. For Na, P, S, Mn og Cu var det også signifikante forskjeller mellom kompostene imellom. Anova og tukey(HSD).

5.4 Sosiale effekter av urbant landbruk



Figur 17 Resultater fra spørreundersøkelse utført sammen med Nabolagshager på Greenhouse Oslo høsten 2018. Spørsmålene er fremstilt i sin helhet slik de ble stilt.

6 Diskusjon

I vekstforsøket på *Tak for Maten* er solbær av sorten *Hedda* dyrket tilnærmet økologisk i pallekarmer med tre ulike blandinger av kompostbasert vekstmedium og næring. Torv og mineralgjødsel er brukt som kontroll. Det er kun gjort registreringer over en vekstsesong og med relativt få gjentak per behandling (3). Dette legger i ulik grad noen begrensninger på hva man kan trekke ut av resultatene for f.eks. vegetative og generative egenskaper og dette vil bli påpekt i diskusjonen. Siden det ikke er utført noe simultant forsøk på friland, er det ikke naturlig å utdype plantestress påført av takets mikroklima og begrenset jordvolum i særlig stor grad. Der hvor det finnes gode referanseområder og optimalverdier for solbær vil disse bli brukt i diskusjonen. Utover dette er torv brukt som kontroll og kompostene sammenlignes med den.

6.1 Solbær

6.1.1 Generative egenskaper og vekstmedium

Det ble ikke registrert signifikante forskjeller for generative egenskaper mellom torv og kompost og heller ikke kompostene imellom. Dette var som forventet, da man antok at forsøksperioden ville være for kort til å kunne observere denne typen endringer. Differensieringen av blomsterknopper starter tidlig på høsten og avlingspotensialet var trolig ferdig utviklet da buskene ble kjøpt sent på høsten. Siden buskene i torv har hatt en signifikant større vegetativ vekst i 2018 enn de i kompost, kan man derimot forvente at disse vil ha et høyere avlingspotensial enn de i kompost i 2019. En hypotese var likevel at avlingspotensialet for 2018 kunne reduseres i ulik grad ut i fra de fire behandlingene buskene ble etablert i. F.eks. kan buskenes vanntilgang variere ut i fra vekstmedium, og dette er kritisk under blomstringen (Måge, 1990). Når man ser på variasjonen innad i behandlingene hadde det vært ønskelig med flere gjentak for et bedre grunnlag til de statistiske analysene. Det er spesielt stor variasjon mellom gjentak i kompost 1 og torv for antall kart og bær per klase, fruktsetting, fruktprosent og klasevekt.

6.1.2 Generative egenskaper og klima

Siden det ikke ble utført et identisk forsøk med tilsvarende behandlinger i pallekarmer på bakkenivå, er det vanskelig å påpeke hvorvidt generative egenskaper kan være påvirket av takets mikroklima. Ved sammenligning samsvarer antall blomster per klase i denne studien med resultater fra studier på friland, men kartfallet her er større samtidig som bærvekt og klasevekt

er lavere (Barlaup, 2005, Woznicki, 2016, Nes, 1992) I forsøk ved Apelsvoll fra 1988 til 1991 (Nes, 1992) ble det til sammenligning oppgitt følgende verdier for Hedda: 7,9 blomster per klase, 6,1 bær per klase, bærprosent 77% og kartfall 24%. Solbærbusker når full produksjon ved 4-5 års alder, så trolig hadde buskene i denne studien ett år igjen til full produksjon, som muligens kan forklare f.eks. lav bærvekt, men ikke det høye kartfallet. Det er godt kjent at bærprosent og kartfall for solbær varierer mye fra år til år (Måge, 1990, Brennan, 2009). En varm og tørr mai skal være optimalt for god pollinering og høy aktivitet hos pollinerende insekter. På den andre siden kan trolig ekstrem varme og tørke gjøre at blomstringen går veldig fort samtidig som aktiviteten hos pollinerende insekter er lavere. Hos det tidligste gjentak var perioden fra full blomstring til tydelig utviklet kart på 11 dager. For perioden mai - juli er det bekreftet i andre studier at tørke kan gi høyt kartfall og lav avling (Nes, 1992, Måge, 1990).

6.1.3 Vegetative egenskaper

6.1.3.1 Tilvekst og næring

Flere forsøk ved Apelsvoll viste at både gjødsling og jordtype har stor virkning på buskform og vekst hos sortene *Øyebyn*, *Silvergieter* og *Ben Nevis* (Måge, 1990). I det aktuelle forsøket på *Tak for Maten* ble det registrert signifikant lengre tilvekst i torv enn alle kompostene og ingen forskjell kompostene imellom. For at plantene skal ta direkte skade av for mye nitrogen, skal det svært store mengder til (Aasen, 1997). Brennan (2009) har nevnt at høy nitrogentilgang kan gi altfor sterk skuddvekst, misformede busker og mindre blomsterdanning (Brennan, 2009). (Aasen, 1997). Gjentakene i torv ligger litt lavere i antall blomster per klase enn for kompost, men som nevnt tidligere vil nitrogentilgangens påvirkning av avlingspotensialet først komme til syne påfølgende år. Aasen forklarer at symptomer på overskudd av nitrogen for planter generelt, kan være brede blad, senere modning og svak frostherdighet. anbefalt optimalverdi i fult utviklede solbærblad er 2,3 – 3,2 % nitrogen av tørrstoff. Bladanalyser for mai og juli viser at middelverdien for gjentakene i torv lå høyere enn optimalverdien. Kompost 2 og 3 ligger godt innenfor hele perioden, medens kompost 1 ligger under optimalverdi i juni og juli, men over i september. Man kan ikke utelukke at forskjellene mellom behandlingene kommer av at plantene er i ulike stadier, men det kan se ut til at et høyt nitrogenopptak i mai og juli har gitt en sterk og kanskje for sterk skuddvekst.

Mot slutten av sesongen ble det observert at skuddene hos gjentak i torv var svakere, avsluttet veksten tidligere og hadde tidligere bladfall enn gjentak i kompost. Hedda er en tidlig sort, som

normalt avslutter veksten relativt tidlig og har derfor god frostherdighet. Hedda har og en middels krypende/utbredt vekstform, som vil si at skudd til en viss grad «legger seg», men dette kan begrenses med moderat nitrogen gjødsling. Busker med overdreven og misformet vegetativ vekst krever mer vedlikehold i form av beskjæring og støtte. Dette kan tale for at kompost 2 og kompost 3 med moderat og jevnere tilvekst faktisk egner seg bedre til å etablere solbærbusker. På grunn av et bærnnett som ble for stramt i løpet av en periode med veldig kraftig skuddvekst i juli ble gjentakene i torv noe misformet. Det er derfor vanskelig å si hvordan vekstformen for buskene i torv hadde blitt uten denne fysiske hindringen. Som for de generative egenskaper er det også her en relativt stor variasjon mellom gjentakene, som gir en viss usikkerhet i resultatene.

6.1.3.2 Planteopptak og vekstmedium

Optimalverdi for kalsium i solbærblad er 0,8 – 1,5 % av tørrstoff (NBIO, u.å.). Alle behandlingene ligger godt innenfor optimalverdi. Kalsium stiger ved hver prøvetaking for alle behandlingene, unntagen for kompost 1. For organisk jord vil det være aktuelt å kalke ved verdier lavere enn 130 mg/100g. Solbær er ikke veldig sensitiv for kalsium og foretrekker litt sur jord, men kan vokse fint i jord med kalsium.

Optimalverdi for kalium i solbærblad er 1,5 – 2,5 % av tørrstoff (NBIO, u.å.). Det er ikke signifikant forskjell mellom kompostene og alle tre ligger over optimalverdi ved hver prøvetaking. Torv ligger signifikant lavere enn kompostene. I mai er middelverdien for torv over optimalverdi, i juli er den innenfor før den i september ligger under. I forhold til nitrogen trenger solbær relativt mye kalium og mikronæringsstoffer, men dette er avhengig av klima og sort. Overskudd av kalium, som er et lettløselig næringssalt, kan gi for høy saltkonsentrasjon i jordvæska, som kan gi redusert vekst. En høy tilgang på kalium kan og hemme opptak av andre kation og på den måten før til f.eks. magnesiummangel.

Optimalverdi for magnesium i solbærblad er 0,25 – 0,50 % av tørrstoff (NBIO, u.å.). Kompost 1 ligger under optimalverdi ved de to siste prøvetakingene. Kompost 2 og kompost 3 ligger innenfor med eneste unntak kompost 2 i september. Torv ligger litt over optimalverdi ved de to siste prøvetakingene. Overskudd av magnesium kan hemme opptak av andre kation, men er ikke svært vanlig. Ved høy pH kan innholdet av kalsium bli begrensende for magnesiumopptaket, men dette ser ikke ut til å ha vært veldig begrensende i kompostene. Optimalverdi for fosfor i solbærblad er 0,20 – 0,40 % av tørrstoff (NBIO, u.å.). I juni ligger alle

kompostene innenfor optimalområdet medens torv ligger høyt over med 0,96%. I juli og september ligger alle behandlingene relativt høyt. Torv ligger relativt høyt i hele perioden med topp i juli hvor middelerdi er 1,09 %. Ved etablering av solbær vet man at tilførsel av fosfor og spesielt viktig for rotutvikling.

6.1.3.3 Rotutvikling og vekstmedium

Ved normale forhold er rotsystemet sterk forgreina og det er direkte korrelasjon mellom høyden på busken og diameter av rotsystemet (Harmat et al., u.å.). Rotutvikling ble kun undersøkt for et gjentak av hver behandling da man ikke ønsket å ta ut hele feltet. Dette gjøre resultatene mangelfulle, men mellom gjentakene i kompost kan man se noen tendenser. Det er tydelig forskjell mellom rotutvikling og tilvekst i kompost 1 og de andre kompostene. Forskjellene mellom tilvekst og rotutvikling i gjentakene for kompost 2 og 3 er ikke like synlige. Forholdet mellom rotutvikling og tilvekst i torv samsvarer ikke med gjentakene i kompost. Torv har et mye høyere topp/rot forhold. Tilveksten er betydelig større enn gjentakene fra kompost, men rotutviklingen inkludert finrøtter og rothår er svak. En god rotutvikling hos gjentakene i kompost sammenlignet med torv taler for at en høyere jordtetthet i kompostene ikke har vært veldig begrensende. Jordanalyser fra juli viser at det var en signifikant forskjell i fosfor mellom torv og kompostene, som muligens kan forklare dette funnet. Ut i fra tabell 4 var plantetilgjengelig fosfor ved etableringen av feltet for kompost 2 på 200mg/l og 55mg/l for torv. Rotveksten kommer tidlig i gang om våren før den avtar under fruktvekst og modning, men tar så til igjen utover høsten. Bladanalyser viser at gjentakene i torv hadde et høyere planteopptak av fosfor enn kompostene i mai og juli, men lavere enn kompost 1 og 3 i september.

6.1.4 Vinterskade

Vinterskade i solbær er et kjent problem som ble tatt opp i prosjektet Klimasol ved NLR Viken fra 2013 til 2016 (NLR Viken & Bioforsk, 2013), hvor man bl.a. å kartlegge variasjoner i årssyklus hos ulike sorter ut i fra klimasoner . Det ble ikke påvist noen signifikant forskjell mellom vinterskade og behandling. Vinterskaden kan muligens ha sammenheng med at feltet ble etabler sent på høsten. Det er og kjent at spesielt lave vintertemperaturer og vekslende vintertemperaturer kan gi skader. Dårlig næringstilgang på høsten kan og ha ført til redusert herding (NLR Viken & Bioforsk, 2013). Plassering i feltet ser ikke ut til å ha hatt noen påvirkning på grad av vinterskade.

6.1.5 Kvalitetsanalyser i solbær og vekstmedium

Kompost 1 lå signifikant lavere enn de andre behandlingene for saftfarge ved 520nm og høyere i innhold av C-vitamin. Middelerdien for C-vitamin (241,46 mg/100g) ligger på over det dobbelte av middelerdien for torv (112,97 mg/100g). I forsøk med *Hedda* ved Apelsvoll (Nes, 2015) er tilsvarende tall ca. 90 mg/100g. I en doktorgradsavhandling ved NMBU (Woznicki, 2016) ble virkning av genotype og klima på avling og kjemisk innhold i solbær undersøkt. Her fant man ut at både avling og ernæringsmessig kvalitet i solbær økte i somre med relativt lav temperatur og mye nedbør (Woznicki, 2016), og dette ble bekreftet med forsøk i fytotron. Det ble og påpekt at innholdet av C-vitamin trolig er svært sensitivt for lokalt klima, jordforhold og genetik (Woznicki, 2016).

En svak saftfarge hos to av gjentakene for kompost 1 ble registrert under forarbeidet til analyse av C-vitamin. Dersom det var slik at de ble høstet på et tidligere stadie enn de andre behandlingene kunne dette forklare det høye innholdet. Det siste gjentaket, 1c, hadde derimot en kraftig farge og tilsvarende høyt innhold av C-vitamin. Når det kommer til saftfarge ved 520nm, som er den rene røde fargen, lå kompost 1 signifikant lavere enn de tre andre behandlingene. Laveste verdi (0,329 o.d.) ble målt hos det gjentaket med høyest innhold av C-vitamin. Farge er et viktig høstekriterie og dette kan derfor tyde på at kompost 1 er høstet før bærene var ordentlig modne siden C-vitamin i solbær avtar utover modning.

Bær med lite syre egner seg spesielt godt til friskkonsum. Under et vekstforsøk på NMBU (Barlaup, 2005) ble syreinnholdet for sorten *Hedda* målt til 3,8 - 4,0 % og pH på 2,9. Resultatene i denne studien samsvarer med resultatet for pH, men ikke for syre hvor middelerdiene ligger i området 5,1- 5,7%. Oppløst tørrstoff hos sorten Hedde er tidligere målt til 15,1 % ved Apelsvoll (Nes, 1992) og 16 - 18% ved NMBU (Barlaup, 2005). Mye oppløst tørrstoff indikerer et høyt sukkerinnhold.

6.2 Torv og kompost

6.2.1 Fysiske egenskaper

Det ble påvist signifikant forskjell i glødetap mellom torva og kompostene. Siden kompost 1 viser seg å ha mindre enn 40% organisk innhold kategoriseres den egentlig ikke som organisk jord, men som *mineralblandet*. Middelveidien for kompost 2 har et høyere glødetap enn for kompost 3, men standardavviket for kompost 2 er relativt høyt. Et høyt organisk innhold skal normalt øke EC, -vannlagringsevne og -luftveksling samt gi raskere oppvarming av jorda (NIBIO, 2107). Mye mineraler fra hagekomposten kan gjøre mediet tungt og tett. Glødetapet mellom kompost 2 (0,25 g/cm³) og torv (<0,2g/cm³) var ikke signifikant forskjellig, men den reelle verdien til torv er lavere og utenfor metodens referanseområde. Kompost 1 og 2 har tilnærmet lik tetthet, med henholdsvis 0,31 og 0,31 g/cm³. Ut i fra kompostenes innhold ville man egentlig forventet at kompost 3 med kun 40 % hagekompost lå lavest, men av kompostene har den høyest tetthet.

Kompostene har signifikant høyere jordtemperatur enn torven ved alle målingene i vekstsesongen. Forskjellen mellom torv og kompost var større dess høyere temperaturer som ble registrert. Maks temperaturforskjell finner man mellom torv og kompost 2 i juli, med henholdsvis 21,90C° og 24,83 C°. Det er flere mulige årsaker til temperaturforskjellen. En av de kan være frigjøring av varmeenergi som følge av biologisk aktivitet i komposten, men siden den er avtagende forventer man ikke at forskjellen ville blitt større ved høyere temperaturer. En annen forklaring kan være at komposten har en mørkere farge og absorberer mer sollys. Kompostene inneholder dessuten og mer mineraler som gjør at endringer i temperatur forsinkes. En høyere jordtemperatur hos kompostene sammen med, eller evt. forårsaket av, mørk farge har trolig gitt mer fordamping og tørkestress for gjentak i kompost. Dette kan gi redusert skuddvekst og avling, men det er vanskelig å si om dette har vært avgjørende i det aktuelle forsøket. Av årsaker tidligere beskrevet ble verken jorddekke eller samplanting brukt i dette forsøket, men er sterkt anbefalt og vil redusere problemer med fordamping og tørkestress.

6.2.2 Kjemiske egenskaper i vekstmediene

6.2.2.1 pH og ledetall

Harmat har oppgitt at solbær trives best i området 5,5 – 7 (Harmat et al., u.å.). Statistisk analyse viste at det er signifikant forskjell mellom torv kompost, men ikke kompostene imellom. For alle mediene steg pH signifikant fra mai til september. Middelerdien for torv fra mai til september ligger på 4,69. Tilsvarende tall for kompost 1 er 7,65, kompost 2 7,63 og kompost 3 7,54. Altså ligger torv ca. 0,81 lavere enn det optimale området og kompostene -0,54 - 0,65 over. pH er en logaritmisk skala, som vil si at disse forskjellene er relativt store. Det er likevel problematisk å fastslå i hvilken grad de har vært avgjørende for det aktuelle forsøket da det er vanskelig å finne gode referanseområder. Ledetallet i kompostene er signifikant høyere enn torv. Det er og signifikant forskjell mellom kompost 1 og kompost 3. Ribes slekten antas å være svakt salttolerant, men med stor variasjon mellom arter og sorter. Det er vanskelig å finne tall for solbær, men man antar at den ikke er veldig sensitiv og har svak til noe salttoleranse og den generelle risikoen for at vekstmedier gir misvekst på grunn av høyt ledetall er satt til over 500 mS/m (Planteforsk, 2002).

6.2.2.2 C/N forhold i kompost

C/N forholdet i lite omdannet torv med mineralgjødning er ikke interessant og blir ikke diskutert. Av kompostene ligger kompost 1 høyest i hele perioden med en middelerdi på 14. Tilsvarende tall for kompost 2 og 3 er 13. Et høyt C/N forhold (> 20) regnes som ugunstig for plantevekst fordi det organiske nitrogenet som frigjøres ved nedbryting i stor grad tas opp av mikroorganismer (NIBIO, 2017). Ingen av kompostene ligger over C/N 20 på noe tidspunkt. Kompost 1 har et høyt standardavvik for registreringen i september, som følge av at Tot-C er målt til 16 g/100g i gjentak 1c. Dette gjør at C/N forholdet for kompost 1 stiger fra juli til september. Utenom dette tilfellet er det en stabil nedgang i C/N forhold for kompostene. Et lavt C/N forhold forteller at komposten er moden og at omdannet nitrogen vil være plantetilgjengelig, men gjødslingsverdien forutsetter at det fortsatt omdannes organisk nitrogen til mineralsk nitrogen.

6.2.2.3 *Mineralsk nitrogen*

Gjennom hele perioden har torv høyest målte verdi for NH_4 og kompost 3 høyest målte verdi for NO_3 . Innholdet av NH_4 i alle kompostene stiger noe fra mai til juli. Fra juli til september synker innholdet i kompost 2 og 3, medens det fortsette å øke i kompost 1. Innholdet av NO_3 synker med 33 mg/kg fra mai til juli for kompost 1. Tilsvarende tall for kompost 2: 113 mg/kg og for kompost 3: 53 mg/kg. Fra juli til september er tilsvarende tall for kompost 2: 7,2mg/kg og for kompost 3: 106 mg/kg. Forskjellen i NO_3 mellom kompost 2 og 3 i juli er uventet stor. I jord med lav pH vil nitrogenet foreligge som ammonium, og det ser man at er tilfellet for torv. Ved en nøytral pH vil det meste av nitrogenet foreligge som nitrat fordi omdanningen av ammonium til nitrat går raskt. Ved veldig høy pH risikerer man at mye ammonium tapes som gass. Dersom man ser på totalt mineralsk nitrogen ligger torv tydelig høyere enn alle kompostene i mai men lavest i september. I juli ligger kompost 3 og torv nærmest identisk. Planteopptak av nitrogen er diskutert tidligere og samsvarer med at tilgangen på mineralsk nitrogen i mai var større for gjentak i torv, som gjorde bladanalyse av % N i disse lå litt høyere enn optimalverdien. I jord med lav pH og liten nitrifikasjon kan et høyt innhold av ammonium blir hemmende for opptaket av kalsium, magnesium og kalium (Aasen, 1997), men dette ser ikke ut til å ha vært tilfellet for gjentakene i torv.

6.2.2.4 *Konsentrasjon av andre nærings- og sporstoffer*

Optimalverdier for jordanalyser utført i juli blir sammenlignet med optimalverdier for solbær der hvor det finnes gode referanser og bladanalyser i juli der disse er utført. Utover dette brukes torv som kontroll og kompostene sammenlignes med den. Optimalverdi for jordanalyse av K-Al er oppgitt å være 15 – 25mg/100. Jordanalyser av K i juli viste at kompostene lå signifikant høyere enn torv. Planteopptak i juli samsvarer med dette funnet da gjentakene i kompost hadde et høyere opptak enn optimalverdien medens torv lå innenfor. Det er ikke signifikant forskjell mellom kompostene for konsentrasjon av K ved verken jord eller bladanalysene. Sammenlignet med torv kan det altså se ut til at alle kompostene har et litt for høyt innhold av kalium. Optimalverdi for jordanalyse av P-Al er oppgitt å være 5-10 mg/100g. Jordanalyse av P i juli viste at kompostene lå signifikant sjekk høyere enn torv. Planteopptaket i juli samsvarer ikke med dette funnet, da torv ligger høyest av behandlingene og over optimalområdet i juli. Sammenlignet med torv ligger jordanalysene av kompostene høyere enn torv, men lavere ut i fra planteopptaket.

Optimalverdi for jordanalyse av Mg-Al er oppgitt til 8-10 mg/100g. Jordanalyse av Mg i juli viste at kompostene lå signifikant høyere enn torv. Det var ingen signifikant forskjell

kompostene imellom. Dette funnet samsvarer ikke med planteopptak av Mg i juli, hvor torv ligger signifikant høyere enn kompostene og over optimalverdi. Det ble ikke påvist signifikant forskjell i Na mellom torv og kompostene i juli. Kompost 2 har til og med en lavere middelvei enn torv. Det ser altså ikke ut til at man risikerer noe toksisk innhold av natrium ved bruk av komposten som vekstmedium, men utvaskingen fra etableringstidspunkt kan ha vært stor. Noen vekster er spesielt sensitive og da vil et innhold på over 50mg/100g kunne gi skade (Eurofins, u.å.).

Jordanalyser av Zn i juli viste at kompostene lå signifikant høyere enn torva. Det var ingen signifikant forskjell kompostene imellom. I gjødselvereforskriften er 150 mg/kg tørrstoff satt som maksimumsgrense for kvalitetsklasse 0 og 400mg/kg for kvalitetsklasse I (Gjødselvereforskriften, 2003). Jordanalyse av Cu i juli viste at kompostene lå signifikant høyere enn torv. Kompost 3 var og signifikant høyere enn de andre kompostene. I gjødselvereforskriften er 50 mg/kg tørrstoff satt som maksimumsgrense for kvalitetsklasse 0 og 60mg/kg for kvalitetsklasse I (Gjødselvereforskriften, 2003). Jordanalyse av Mn, Fe og Al i juli viste at kompostene lå signifikant høyere enn torv. For Mo lå torv signifikant høyere enn kompost 1 og 2.

6.3 Sosiale effekter av urbant landbruk

Den sosiale delen av taket og landbruket er til en viss grad adskilt på hver sin side av taket og den sosiale delen av taket er eiendomsforvalter sitt ansvar. Det er ingen regler for hvem som har lov til å høste av avlingene, men det foreligger en generell forståelse for at det er Nabolagshager som har ansvar for og drifter prosjektet. I spørreundersøkelsen ble begrepet takhage brukt for enkelthets skyld og for å gjøre deltaker oppmerksom på at det ikke er snakk om taket som helhet. Av resultatene kommer det frem at det er få som benytter seg av taket til daglig når de er på jobb i sommerhalvåret. Et tydelig flertall svarte likevel at de ville brukt taket enda mindre eller ikke i det hele tatt, hvis det ikke var noen takhage der. Flere kommenterte at de ønsket flere og bedre sitteplasser samt solskjerming for å kunne bruke taket mer når det er fint vær. Sitteplasser som i større grad var integrert rundt i takhagen var og ønskelig.

Flertallet anser takhagen som er sosial møteplass men har ikke blitt kjent med nye mennesker på grunn av takhagen. Spesielt interessant er det at et tydelig flertall oppgir at takhagen i høy eller veldig høy grad påvirker deres helhetsvurdering av bygget og at den i høy grad påvirker

deres trivsel på jobb. Flere kommenterte at det er spesielt gøy/interessant med bikubene eller å gi matrester til hønene. Et tydelig flertall oppgir at de er interessert i urban dyrking eller urban matproduksjon og at takhagen i en eller annen grad har påvirket deres interesse for dette. Dette til tross for at dette er en takhage hvor de som jobber i bygget i liten - til ingen grad er inkludert i drift og vedlikeholdet. Andre kommentarer var at de gjerne vil vite mer om formålet med takhagen, hva avlingene brukes til og navn på de ulike vekstene. Funnene i spørreundersøkelsen viser at en takhage trolig kan gjøre en arbeidsplass mer attraktiv og interessant for de ansatte. Og at urbane dyrking har sosiale effekter selv hos de som ikke er direkte inkludert i drift og vedlikehold.

7 Konklusjon

Ut i fra funn gjort i denne oppgaven ser det ut til at solbær av sorten *Hedda* klarer seg relativt godt på et værutsatt tak og med et begrenset jordvolum. Kontrollen med torv gir signifikant større tilvekst enn kompost, men svake skudd og liten rotutvikling. Behandlingene med 30% og 60% vermikompostert biorest viser en moderat tilvekst, fin vekstform og god rotutvikling. Behandlingen med 15% vermikompostert biorest har svak tilvekst og liten rotutvikling. Ved etablering av urbane dyrkingsprosjekter på tak ser det altså ut til at solbær kan klare seg relativt godt i kompostert organisk avfall, men dette må undersøkes nøyere. Resultatene er begrenset ved at det bare er gjort registreringer over en vekstsesong og i særlig stor grad resultatene for generative egenskaper. Her ble det ikke observert noen signifikante forskjeller, men på grunn av større tilvekst i torv kan man trolig forvente et høyere avlingspotensial for torv i 2019. Kvalitetsanalyser i solbær viste noe forskjell i C-vitamin innhold og saftfarge, men disse kan trolig forklares ut i fra ulike stadier ved høsting. På grunn av takets vektkapasitet og begrenset ledig plass ble antall gjentak i forsøket begrenset. Forslag til videre arbeid er å inkludere variabler med ulike tilsetningsmetoder av vermikompost, samplanting og jorddekke. Etter samtale med Lindum kom man frem til at gjentak hvor type strukturmateriale og type næring var byttet om kunne vært interessant. Utover dette kunne planteopptaket av flere næring- og sporstoffer være interessant samt måling av mikroorganismer.

8 Litteraturliste

- AVFALL NORGE. 2016. *Beste praksis for kompostering av hageavfall* [Online]. Available: <http://kurs.avfallnorge.no/pop.cfm?FuseAction=Doc&pAction=View&pDocumentId=66952> [Accessed 01.04.18].
- BARLAUP, K. K. 2005. *Økologisk dyrking av solbær (Ribes nigrum L.) : litteraturstudium og feltforsøk med sju sorter og fire behandlinger* Masteroppgave.
- BRENNAN, R. 2009. Encyclopedia of Fruit and Nuts. In: JANICK, J. & PAULL, R. E. (eds.) *Temperate Fruit Crop Breeding*. Springer Science. Wallingford, UK: CABI Publishing (2008).
- DALE, S. 2017. Urban bird community composition influenced by size of urban green spaces, presence of native forest, and urbanization. . *Urban Ecosystems* 21, 1-14.
- DRIFTSANSVARLIG BILFRITT BYLIV MØLLERGATA. 05.12.2018 2018. RE: *Samtale med driftsansvarlig for Bilfritt Byliv Møllergata, Oslo Kommune*.
- EUROFINS. u.å. *Veiledning til jordanalyser* [Online]. Available: <https://cdnmedia.eurofins.com/european-east/media/356784/veiledning-jord.pdf> [Accessed 01.07.2018].
- FYLKESMANNEN I BUSKERUD. 2015. *Rankekompostering - levende matjord* [Online]. Available: https://viken.nlr.no/media/ring/1212/Lars-Arne%20H%C3%B8getveit/Rankekompostering_FMLA_Buskerud-18.02.2015.pdf [Accessed 01.06.2018].
- FYLKESMANNEN I OSLO OG AKERSHUS. 2014. *Urbant landbruk - Bærekraftig, synlig og verdsatt* [Online]. Landbruksavdelingen. Available: https://www.fylkesmannen.no/globalassets/fm-oslo-og-akershus/dokument-fmoa/landbruk-og-mat/diverse/rapport--urbant-landbruk-nr.1_2014_-4.pdf [Accessed 13.06.2018].
- GJØDSELVAREFORSKRIFTEN. 2003. *Forskrift om gjødselvarer mv. av organisk opphav av 18. juli 2003* [Online]. Available: <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2003-07-04-951> [Accessed 01.04.2018].
- HARMAT, L., PORPACZY, A., HIMELRICK, D. G. & GALLETTA, G. J. 1990. Currant and gooseberry management. Small fruit crop management.: Prentice hall, Englewood cliffs, NJ, 245-272.
- HARMAT, L., PORPACZY, A., HIMELRICK, D. G. & GALLETTA, G. J. u.å. Currant and gooseberry management In: GALLETTA, G. J. & HIMELRICK, D. G. (eds.) *Smallfruit crop management* Englewood Cliffs: Prentice Hall.
- HOFSTAD, K. 2018. Konduktans. In: LEKSIKSON, S. N. (ed.).
- KROGSTAD, T. 1992. Metoder for jordanalyser. Ås : Norges landbrukshøgskole, Institutt for jordfag.

- LINDUM. 2017. *Årsrapport 2017* [Online]. Available: https://lindum.no/wp-content/uploads/2018/05/Lindum_aarsrapport2017_web2.pdf [Accessed].
- MILJØDIREKTORATET. 2017. *Kartlegging av eksisterende dyrkingsmedier og jordforbedringsprodukter på det norske markedet* [Online]. Available: <http://www.miljodirektoratet.no/no/Publikasjoner/2017/Juni-2017/Kartlegging-av-eksisterende-dyrkingsmedier-og-jordforbedringsprodukter-pa-det-norske-markedet/> [Accessed 01.04.2018].
- MILJØDIREKTORATET. 2018. *Utfasing av uttak og bruk av torv - kunnskapsutredning om konsekvenser for naturmangfold, klima, næring og forbrukere*. [Online]. Available: <http://www.miljodirektoratet.no/no/Publikasjoner/2018/Januar-2018/Utfasing-av-uttak-og-bruk-av-torv/> [Accessed 01.07.2018].
- MÅGE, F. 1990. Solbær dyrking kurs 5. og 6. mars *Informasjon fra statens fagteneste for landbruket Nr. 9 1990*. Telemark: Midt-Telemark forsøksring, Statens fagteneste for landbruket.
- NABOLAGSHAGER. u.å. *Prosjekter* [Online]. Available: <https://nabolagshager.no/> [Accessed 01.06.2018].
- NATURHISTORISKA RIKSMUSEET. 2000. *Ribes L. Ripsa* [Online]. Available: <http://linnaeus.nrm.se/flora/di/grossularia/ribes/welcome.html> [Accessed 01.05.2018].
- NBIO. u.å. *Gjødslingshåndbok: 7. Frukt og bær* [Online]. Available: <https://www.nibio.no/tema/jord/gjodslingshandbok/gjodslingsnormer/7.frukt-og-baer> [Accessed 01.02.2018].
- NES, A. 1992. Verdiprøving i solbær. *Faginfo 16*. Apelsvoll.
- NES, A. 2015. Variasjoner i vitamin C i solbær. *Norsk frukt og bær*, 4-2015, 14-15.
- NESSE, A. S. 2017. *Organisk avfall som erstatning for torv i vekstjord* [Online]. Ås: Norges miljø- og biovitenskapelige universitet. Available: https://brage.bibsys.no/xmlui/bitstream/handle/11250/2449137/Nesse_2017_master.pdf?sequence=3 [Accessed 16.03.2018].
- NIBIO. 2015. *Solbær blir tidligproduksjon* [Online]. Available: <https://www.nibio.no/nyheter/solbr-bli-tidligproduksjon> [Accessed 01.06.2018].
- NIBIO. 2017. *Nitrogen* [Online]. Available: <https://nibio.no/tema/jord/organisk-avfall-som-gjodsel/nitrogen> [Accessed 01.06.18].
- NIBIO. 2018. *Nye muligheter for teknologisk bærdyrking i plasttunell* [Online]. Available: <https://www.nibio.no/nyheter/nye-muligheter-for-teknologisk-baerdyrking-i-plasttunell> [Accessed 05.08.1018].
- NIBIO. 2107. *Miljøvennlige jordblandinger - kima, resirkulering og bruksområder* [Online]. Available: <http://www.miljodirektoratet.no/no/Publikasjoner/2017/Desember->

[2017/Miljovennlige-jordblandinger--klima-resirkulering-og-bruksomrader/](#) [Accessed 01.04.2018].

NLR VIKEN & BIOFORSK. 2013. *Klimasol - nytt solbærprosjekt 2013 - 2016* [Online]. Available: https://viken.nlr.no/media/ring/1212/KLIMASOL%20B%C3%A6rseminar%20Drammen%20Mars%202013_3.pdf [Accessed 01.04.2018].

NMBU. 2018. *NMBU skal lede nytt prestisjeprosjekt om urbant landbruk* [Online]. Available: <https://www.nmbu.no/aktuelt/node/32777> [Accessed 01.02.2018].

NORGES FORSKNINGSRÅD. 2011. *Renessanse for solbær og rips* [Online]. Available: <https://forskning.no/mat-landbruk-naturressursforvaltning-planteverden/2011/05/renessanse-solbaer-og-rips> [Accessed 01.03.2018].

NOU 16 2015. *Overvann i byer og tettsteder — Som problem og ressurs*. Klima og miljødepartementet.

OFG. 2018a. *Solbær, stikkelsesbær og rips - naturens supermat* [Online]. Available: <https://www.ntbinfo.no/pressemedling/solbaer-stikkelsbaer-og-rips---naturens-supermat?publisherId=89251&releaseld=17642523> [Accessed 05.08.18].

OFG. 2018b. *Totaloversikten 2017 Opplysningskontoret for frukt og grønt* [Online]. Available: <https://www.frukt.no/globalassets/materiell/totaloversikten/totaloversikten2017-hyperlenker-korr2.pdf> [Accessed 01.09.2018].

PEDERSEN, B. 2018. pH. In: LEKSIKON, S. N. (ed.).

PLANTEFORSK 2002. *Kompostkvalitet - Dokumentasjon og anbefalinger*. *Grønn forskning 16/2002*. Landvik: Planteforsk.

RAVEN, P. H., EVERT, R. F. & EICHHORN, S. E. 2013. *Biology of plants*. 8 ed. New York: W.H. Freeman and Company Publishers.

SENTER FOR BYØKOLOGI. 2013. *Den høye hagen - om urban dyrking på tak* [Online]. Senter for Byøkologi. Available: http://www.byokologi.no/wp-content/uploads/Byok_rapport_hoye_hagen.pdf [Accessed 13.06.18].

SSB. 2017a. *7 av 10 Oslo-husholdninger bor i blokk* [Online]. Available: <https://www.ssb.no/bygg-bolig-og-eiendom/artikler-og-publikasjoner/7-av-10-oslo-husholdninger-bor-i->. [Accessed 01.06.18].

SSB. 2017b. *Én av ti bor trangt* [Online]. Available: <https://www.ssb.no/bygg-bolig-og-eiendom/artikler-og-publikasjoner/en-av-ti-bor-trangt> [Accessed 01.06.2018].

SØNSTEBY, A. & HEIDE, O. M. 2015. *Solbær har stort kjølekrav for å bryte vinterkvila*. *Norsk frukt og bær*, 2.

WOZNICKI, T. L. 2016. *Influence of genotype and climatic environment on fruit yield and chemical composition of black currant (Ribes nigrum L.)* [Online]. Ås: Norwegian University of

Life Sciences. Available:

https://brage.bibsys.no/xmlui/bitstream/handle/11250/2448230/2016-40_Tomasz%20L.%20Woznicki_%28IPV%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y [Accessed 01.05.2018].

YARA. u.å. Available: <https://www.yara.no/gjoedsel/frukt-og-bar/rips/> [Accessed 07.09.18].

YR. 2018. *Statistikk* [Online]. Available:

[https://www.yr.no/sted/Norge/Oslo/Oslo/Oslo_\(Blindern\)_m%C3%A5lestasjon/statistikk.html](https://www.yr.no/sted/Norge/Oslo/Oslo/Oslo_(Blindern)_m%C3%A5lestasjon/statistikk.html) [Accessed 10.11.2018].

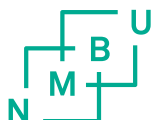
ØIEN, D. I., FANDREM, M., LYGSTAD, A. & MOEN, A. 2017. *Utfasing av torvuttak i Norge - effekter på naturmangfold og andre viktige økosystemtjenester* [Online]. Available:

<https://www.ntnu.no/documents/10476/1274510205/2017-6+Rapport+torvuttak.pdf/c5c7bfc7-d0d0-4326-90df-1c733fdbae6a> [Accessed 01.04.18].

ØSTFOLDFORSKNING. 2017. *Erstatningsmaterialer for torv - kartlegging av klima- og miljøeffekter* [Online]. Available:

<https://www.miljodirektoratet.no/Documents/publikasjoner/M861/M861.pdf> [Accessed 01.04.2018].

AASEN, I. 1997. *Mangeulsjukdomar og andre ernæringsforstyrningar hos kulturplanter*, Oslo, NLH: Landbruksforlaget.



Norges miljø- og biovitenskapelige universitet
Noregs miljø- og biovitenskapelige universitet
Norwegian University of Life Sciences

Postboks 5003
NO-1432 Ås
Norway