



Bioforsk Rapport

Vol. 1 Nr. 10 2006

Effekt på avling og fruktkvalitet i jordbær av kulturtiltak i tunneldyrking

Verheul, M., Nestby, R., Anttonen, M. & R. Kaialainen
Bioforsk Midt-Norge, Kvithamar





Hovedkontor
Frederik A. Dahls vei 20,
1432 Ås
Tel.: 64 94 70 00
Fax: 64 94 70 10
post@bioforsk.no

Bioforsk Midt-Norge
Kvithamar
7500 Stjørdal
Tel.: 93491034
Fax: 74822008
kvithamar@bioforsk.no

<i>Tittel/Title:</i> Effekt på avling og fruktkvalitet i jordbær av kulturtiltak i tunneldyrking
<i>Forfatter(e)/Autor(s):</i> Verheul, M., Nestby, R., Anttonen, M. & R. Kaialainen

<i>Dato/Date:</i> 24. januar 2006	<i>Tilgjengelighet/Availability:</i>	<i>Prosjekt nr./Project No.:</i> 1310162	<i>Arkiv nr./Archive No.:</i> 61
<i>Rapport nr./Report No.:</i> 10/2006	<i>ISBN-nr.:</i> 82-17-00010-7 978-82-17-00010-5	<i>Antall sider/Number of pages:</i> 11	<i>Antall vedlegg/Number of appendix:</i>

<i>Oppdragsgiver/Employer:</i> Landbrukets fagsendter Østlandet	<i>Kontaktperson/Contact person:</i> Rolf Nestby
--	---

<i>Stikkord/Keywords:</i> Vekstduk, jorddekke, avling, fruktstørrelse, kvalitet, antioksidanter Growth enhancement, mulch, yield, fruit size, quality, antioxidants	<i>Fagområde/Field of work:</i> Hagebruk Horticulture
---	---

<i>Sammendrag</i> Forsøkene undersøkte virkningen av vekstduk og mulchtype på avling og kvalitetskomponenter i 'Korona' jordbær ved dyrking i tunnel i to år. Tunnelen førte til redusert innstråling (PAR), særlig i det andre avlingsåret, og enkelte dager så mye at det ville ha negativ effekt på avling. Vekstduk reduserte fruktstørrelse og avling i det første året, mens hvit mulch ikke hadde noen klar effekt på totalavling. Imidlertid ga hvit mulch større frukter enn brun mulch i det første avlingsåret, og en større andel frukter større enn 25 mm i begge årene. Når bladverket var utvokst ble temperaturen i plantebestanden høyere over hvit enn over brun plastfoliemulch på dager med sterk innstråling og %RF ble samtidig kraftig redusert. Temperaturen under vekstduken ble betydelig høyere enn uten vekstduk, og i det første året så høy at plantene ble utsatt for varmestress. I begge årene økte klorofyllinnholdet i bladene ved dyrking på hvit sammenlignet med brun folie. I det første året ga vekstduk økt klorofyllinnhold, mens forholdet var motsatt i det andre året. Fruktkvaliteten ble påvirket både av fruktorden, mulchtype og vekstduk.
--

<i>Summary:</i>

<i>Land/fylke:</i> Norge/Nord-Trøndelag
<i>Kommune:</i> Stjørdal
<i>Sted/Lokalitet:</i> Kvithamar

Ansvarlig leder/Responsible leader

Prosjektleder/Project leader

Navn seksjonssjef/forskningsjef

Navn prosjektleder

Innhold

1.	Sammendrag	3
2.	Innledning	4
3.	Metoder	5
4.	Resultater og diskusjon	6
5.	Diskusjon	9
6.	Referanser	10

1. Sammendrag

Forsøkene undersøkte virkningen av vekstduk og mulchtype på avling og kvalitetskomponenter i 'Korona' jordbær ved dyrking i tunnel i to år. Tunnelen førte til redusert innstråling (PAR), særlig i det andre avlingsåret, og enkelte dager så mye at det ville ha negativ effekt på avling. Vekstduk reduserte fruktstørrelse og avling i det første året, mens hvit mulch ikke hadde noen klar effekt på totalavling. Imidlertid ga hvit mulch større frukter enn brun mulch i det første avlingsåret, og en større andel frukter større enn 25 mm i begge årene. Når bladverket var utvokst ble temperaturen i plantebestanden høyere over hvit enn over brun plastfoliemulch på dager med sterk innstråling og %RF ble samtidig kraftig redusert. Temperaturen under vekstduken ble betydelig høyere enn uten vekstduk, og i det første året så høy at plantene ble utsatt for varmestress. I begge årene økte klorofyllinnholdet i bladene ved dyrking på hvit sammenlignet med brun folie. I det første året ga vekstduk økt klorofyllinnhold, mens forholdet var motsatt i det andre året. Fruktkvaliteten ble påvirket både av fruktorden, mulchtype og vekstduk.

2. Innledning

Tunnelproduksjon av jordbær har ennå ikke noe stort omfang i Norge. Metoden passer imidlertid godt for norske forhold siden den gir betydelige fordeler med mindre fruktråtning, stabile høsteforhold og økning i avlingsnivå. Imidlertid dukker det opp en del nye spørsmål og utfordringer ved en slik produksjon.

Lysforholdene i tunnel er dårligere enn på friland og dette påvirker fruktkvaliteten (Osman and Dodd, 1994). Fruktkvaliteten blir også påvirket av type jorddekke (Wang *et al.*, 1998), og det er vist at hvit mulch (jorddekke) hevet temperaturen i plantebestanden (Lieten, 1993). Under norske forhold er det vist at jordbær i plastkultur under regntak sammenlignet med friland, produserte mindre sukker og typiske jordbæromastoffer (Rohloff *et al.*, 2002).

Tunnel hever som regel temperaturen sammenlignet med friland, og plantene vil stort sett ha mer optimale forhold enn på friland. Maksimal netto fotosyntese oppnås mellom 15 og 25 °C, avhengig av plantens utviklingstrinn. (Elsacker *et al.*, 1989). Ved høy temperatur (>35 °C) vil plantevekst og avling normalt reduseres (Renquist *et al.*, 1982; Hellman and Travis, 1988). Det finnes lite informasjon om virkning av veksttemperatur på fruktkvalitet i jordbær (Rariden and Shaw, 1993).

Relativ luftfuktighet som også blir påvirket av tunnel, kan ha en avgjørende betydning for utvikling av sykdommer (Mortensen *et al.*, 2002) og fruktkvalitet (Adams and Ho, 1993).

3. Metoder

Forsøket ble gjennomført på 'Korona' dyrket i en 7,5 m bred Haygrowe tunnel (Haygrowe®, England). Plantesystemet var dobbelseng i plastkultur med vanntilførsel og gjødsling gjennom trykkompensert dryppvanning. Planteavstanden var 35 cm i raden og radavstanden var 20 cm. Avstand mellom sentrum av sengene var 145 cm. Feltet var utformet som Split-Plot med seks gjentak. Behandlingen var A: vekstduk (Agryl P17,) fra 2. juli 2003 og 26. april 2004 og fram til 10% blomstring på storruter, a) med duk, b) uten duk, og B. mulch på småruter, a) brun plastfolie, b) hvit plastfolie. Det ble plantet kjølelagrede og blomsterinitierte brettplanter den 2. juli 2003. Det ble utført registreringer i 2003 og 2004. Avlingen i 2003 ble høstet fra 15. august og i 2004 fra 24. juni. Plasten ble lagt på tunnelen 2. juli 2003 og 2. april 2004.

Det ble i begge år gjennomført klorofyllmålinger med Hydro N-tester, stråling (PAR) i $\text{mmol s}^{-1} \text{m}^{-2}$ temperatur i °C og % relativ luftfuktighet (%RF) 5 cm over bakken, med to registreringspunkter i hver behandling. Det ble gjennomført kontrollerte undersøkelser med 6 gjentak i veksthus på effekt av skygging (4,3, 3,4 og 3,0 MJ $\text{d}^{-1} \text{m}^{-2}$ PAR).

I begge år ble totalavling og avlingsfraksjoner registrert i gram per rute ved hver høsting, og fruktstørrelse i g per frukt. Det ble samlet 100 gram frukter for kvalitetsanalyser fra hver av første, andre og tredje fruktorden fra fire gjentak.

4. Resultater og diskusjon

2003

Innstrålingen (PAR, MJ d⁻¹ m⁻²) før 24. august ble lite redusert av tunnel. Den var ofte høyere inne i tunnelen enn ute på dager med liten innstråling. Etter 24. august var innstrålingen i tunnelen stort sett noe lavere enn utenfor tunnelen (ikke tabulert). Avlingen i veksthus ble redusert når PAR ble redusert fra 4,3 til 3,4 og videre til 3,0 MJ d⁻¹ m⁻². Lysforholdene i tunnel var ofte nede på disse nivåene.

Det var ingen signifikant forskjell i avling mellom hvit og brun mulch men hvit ga større frukter enn brun mulch (Tabell 1). Klorofyll-innholdet i bladene ble ca 3% større ved bruk av hvit enn ved brun mulch (ikke tabulert).

Tabell 1. Effekt av mulch på jordbæravling, prosentandel avling med fruktdiameter større eller mindre enn 25 mm og på fruktstørrelse, i sen tunnelproduksjon av 'Korona' i 2003.

Mulch	Avling kg/da	Prosentandel frukt		Fruktst. g/frukt
		>25 mm	<25 mm	
Brun	378	89,2	10,9	14,2
Hvit	396	94,3	5,8	16,1
mf (middelfeil) ¹	41 ns	1,3 **	1,3 **	0,5 **

¹ ***, **, * og ns henviser til signifikansnivå på henholdsvis 0,001, 0,01, 0,05 prosent og ikke signifikant, og er brukt tilsvarende i alle tabeller.

Vekstduk reduserte avling og fruktstørrelse (Tabell 2), men ga ca. 3% mer klorofyll i bladene ved anthesis og første høsting enn ingen vekstduk (ikke tabulert).

Maksimumstemperatur under vekstduken var opptil 10 °C høyere enn uten vekstduk, mens temperaturen over brun mulch var høyere enn over hvit mulch tidlig i sesongen (juli). Utover i sesongen ble temperaturen høyere over hvit mulch (ikke tabulert).

Tabell 2. Effekt av vekstduk på jordbæravling, prosentandel avling med diameter større eller mindre enn 25 mm, knartbær og på fruktstørrelse, i sen tunnelproduksjon av 'Korona' in 2003.

Duk	Avling kg/da	Prosentandel frukt			Fruktst. g/frukt
		>25 mm	<25 mm	Knart	
Uten	434	96,7	3,3	4,9	17,6
Med	340	86,7	13,3	9,2	12,6
mf	41 *	1,3 ***	1,3 **	1,4 **	0,5 ***

Innholdet av vitamin C og antioksidantkapasitet var større i frukter dyrket på hvit enn på brun mulch, mens det ikke var klare effekter på de andre kvalitetskomponentene. Primær- og tertiærfrukter hadde høyere antioksidantkapasitet, Brix og total syre enn sekundærfrukter, mens det for andre kvalitetskomponenter ikke var klare forskjeller (Tabell 3). Det var ingen klar effekt av vekstduk.

Tabell 3. Innholdsstoffer i 'Korona' jordbær av ulik orden og dyrket på ulik mulch i 2003.

Orden	Antio. Kapas.	Fenol Total	Quer-cetin	Brix	T. syre	Elagic acid	Antho-cyanin	Vit. C
	mg/g	mg/100g	mg/100g	% DM	g/100g	mg/100g	mg/100g	mg/kg
Første	11,3	212	0,28	10,6	0,94	23,6	19,3	319
Andre	9,8	209	0,27	9,6	0,88	20,9	21,1	292
Tredje	10,0	197	0,24	11,2	0,95	19,9	18,6	324
mf	0,3 ***	15 ns	0,01 *	0,3 ***	0,02 ***	0,7 ***	1,0 *	13 *
Mulch								
Brun	10,0	196	0,26	10,4	0,91	21,4	20,1	294
Hvit	10,7	216	0,27	10,5	0,93	21,6	19,3	329
mf	0,2 *	12 ns	0,01 ns	0,2 ns	0,01 ns	0,6 ns	0,8 ns	10 **

2004

Innstrålingen (PAR) ble mer redusert i tunnel enn året før sammenlignet med ute, og forskjellen var betydelig frem til månedsskiftet juli/august, på det meste ca. 4 MJ d⁻¹ m⁻², da ble folien som dekte tunnelendene fjernet (da var det to høstinger igjen). Etter dette var forskjellen liten (ikke tabulert). Under fruktutviklingen var innstrålingen periodevis så lav at den ville ha negativ effekt på avlingsnivå.

Det var ingen klar effekt av mulchtype på avling eller fruktstørrelse (Tabell 4). Det var mer vinterskade på hvit enn på brun mulch (P=0,0019, ikke tabulert). Bladene inneholdt ca 3% mer klorofyll på hvit enn på brun mulch (P=0,02, ikke tabulert). På dager med sol var lufttemperaturen høyere over hvit enn over brun mulch.

Tabell 4. Effekt av mulchtype på jordbæravling, prosentandel avling med fruktdiameter større eller mindre enn 25 mm og på fruktstørrelse i middels tidlig tunnelproduksjon av 'Korona' i 2004.

Mulch	Avling kg/da	Prosentandel frukt		Fruktst. g/frukt
		>25 mm	<25 mm	
Brown	1520	81,3	1,8	20,7
White	1370	86,2	1,8	20,7
mf	102 ns	3,4 ns	0,4 ns	0,8 ns

Vekstduk ga ingen klare utslag på avling og fruktstørrelse. Temperaturen var mellom 2 og 5 °C høyere under vekstduk enn uten duk. Temperaturen var i de fleste tilfellene høyest i plantebestanden over hvit mulch. Tilsvarende var %RF lavere over hvit enn over brun mulch (ikke tabulert).

Frukt av første orden inneholdt mer løselig tørrstoff enn frukter fra andre og tredje orden. For vitamin C var det en gradvis nedgang fra første til tredje orden. Hvit mulch ga høyere innhold av løselig tørrstoff og vitamin C enn brun mulch (Tabell 3). Det var ingen effekt på disse to kvalitetskomponentene av vekstduk.

Tabell 5. Tabell 3. Innholdstoffer i 'Korona' jordbær av ulik orden og dyrket på ulik mulch i 2004.

Orden	Brix	Vitamin C
Første	10,7	305
Andre	9,9	281
Tredje	9,9	247
mf	0,2***	11***
<hr/>		
Mulch		
Brun	9,9	269
Hvit	10,5	287
mf	0,2 ***	8,7 *

5. Diskusjon

Dyrking i tunnel viste at innstrålingen (PAR) ble redusert, men reduksjonen var relativt liten i det første vekståret. I det andre vekståret var reduksjonen 33% på det meste. Imidlertid var det dager da det ikke var forskjell eller bedre lys i tunnel enn ute. Dette var på dager med tungt skydekke og mye diffus stråling. Tunnel reduserte lyset så mye særlig i det andre året at det kunne forventes en negativ effekt på avling, fruktstørrelse, blad- og kronetilvekst, i samsvar med egne undersøkelser i veksthus og med Fletcher et al. (2002) og Awang & Atherton (1995).

Mulch påvirket vekstforholdene til plantene og når bladverket var fullt utviklet var temperaturen høyere i plantebestanden over hvit folie enn over brun folie. Imidlertid var temperaturen høyere over brun mulch like etter planting og tidlig om våren før bladmassen var utviklet, og på dager med lite innstråling var det ingen temperaturforskjell mellom de ulike mulchtypene. Når temperaturen over mulchen steg ble %RF redusert. Antakelig var det disse forholdene, høyere temperatur og tørrere luft, som førte til litt større meldoggangrep på fruktene over den hvite enn over den brune folien. Hvit mulch ga høyere antioxidantkapasitet og vitamin C i det første avlingsåret, mens det ikke var klare effekter på de andre indre kvalitetskomponentene. I det andre avlingsåret førte hvit mulch vs brun mulch, til mer løselig tørrstoff og vitamin C. Innholdet av klorofyll i bladene økte i begge årene på hvit sammenlignet med brun mulch. Den positive effekten av hvit mulch kan skyldes generell temperaturheving, lavere %RF enn brun mulch og sannsynligvis bedre lysforhold. Om et av disse forholdene eller kombinasjonen av dem ga den positive effekten, klarer ikke dette forsøket å skille mellom.

Vekstduk ga en betydelig temperaturheving i plantebestanden, og i det første avlingsåret førte det til temperaturer helt opp mot 45 °C under duken. En slik temperatur stresser planten som utvikler varmessstressproteiner. Det kan være dette forholdet som førte til at planter med vekstduk overvintret bedre enn planter uten vekstduk, siden disse proteinene også bedrer evnen til å tåle frysestress (Gallie, 2001). Den høye temperaturen under vekstduk i det første avlingsåret ga redusert avling, flere misformede frukter og mindre fruktstørrelse enn ingen vekstduk. Modningstidspunktet ble imidlertid fremskyndet 4 dager. I det andre avlingsåret var ikke temperaturene under vekstduk så ekstreme som i det første året. Det ble derfor heller ikke registrert klare effekter på avling og avlingskomponenter av den, men høstetidspunktet ble fremskyndet med 6 dager. Vekstduk ga ingen klare effekter på indre kvalitetskomponenter i noen av årene.

Det er registrert tildels store indre kvalitetsforskjeller mellom frukter ved samme høsting (Døving & Måge, 2001). Det kan være flere årsaker til dette og en av dem kan være at frukter fra ulike ordener ikke oppnår samme kvalitet. Undersøkelsene her viser at i det første avlingsåret inneholdt primær- og tertiærfruktene mer løselig tørrstoff og total syre enn sekundærfruktene, komponenter som er avgjørende for smaken. I det andre avlingsåret inneholdt primærfruktene mer løselig tørrstoff enn frukter fra de to andre ordene. Dette viser at noe av kvalitetsforskjellen man kan observere mellom frukter, skyldes forskjeller mellom de ulike ordener. Dette forholdet inntreer først litt ut i høstesesongen, siden man den første uken hovedsakelig høster primærfrukter.

6. Referanser

- Adams, P. & Ho, L.C., 1993. Effects of environment on the uptake and distribution of calcium in tomato and on the incidence of blossom-end rot. *Plant and Soil* 154, 127-132.
- Awang, Y.B. & Atherton, J.G., 1995. Growth and fruiting responses of strawberry plants grown on rockwool to shading and salinity. *Scientia Horticulturae*, 62 :25-31.
- Cardiff, L., MacNaedhe, F.S. & Hennerty, M.J., 1998. Improving flavour in protected strawberry crops. *Farm and Food*, 8 (2):21-23.
- D'Antuono, L.F., Fiori, R., Baruzzi, G. & Faedi, W., 2000. Fruit quality in three production systems. *Rivista di Frutticoltura e di Ortoflorocultura*, 62 (12):69-76.
- Elsacker, P. Van, Impens, I & Liesse, H., 1989. Photosynthesis response surface of strawberry in relation to light, CO₂ and temperature. *Revue de l'Agriculture*, 42 (4):649-662.
- Fletcher, J.M., Sutherland, M.L., Ames, J.M. & Battey, N.H., 2002. The effect of light integral on vegetative growth and fruit yield of 'Elsanta' strawberry. *Strawberry Research*, 2002:157-160.
- Gallie, D.R., 2001. Control of the heat shock response in crop plants. In: *Crop responses and adaptations to temperature stress*. Ed. A.S. Basra. Food Products Press®, an imprint of The Hawthorn Press, Inc., New York, 219-241.
- Hellman, E.W. & Travis, J.D., 1988. Growth inhibition of strawberry at high temperatures. *Adv. Strawberry Production*, 7:36-38.
- Lieten, P., 1993. Climate under glass for autumn culture of strawberries. *Fruittelt*, 6 (4):26.
- Mortensen, L.M., 1986. Effect of relative humidity on growth and flowering of some greenhouse plants. *Scientia Horticulturae* 29: 301-307.
- Døving, A. & Måge, F., 2001. Testing of strawberry fruit firmness. Agricultural University of Norway, Doctor Scientiarum Theses 2001:22, 17pp.
- Osman, A.B. & Dodd, P.B., 1994. Effects of different levels of preharvest shading on the storage quality of strawberry (*Fragaria X ananassa* Duchesne) cv. Ostará. I. Physical characteristics. *Pertanika Journal of Tropical Agricultural Science*, 17 (1):55-64.
- Renquist, A.R., Breen, P.J. & Martin, L.W., 1982. Influence of water status and temperature on leaf elongation in strawberry. *Scientia Horticulturae* 18:77-85.
- Rariden, J.R., Shaw, D.V., Maas, J.L. & Galletta, G.J., 1993. Vegetative growth attributes of North American cultivars with differing temperature regimes. *Acta Horticulturae*, 348:109-116.

Rohloff, J, Nestby, R., Folkestad, J.A. & Iversen, T.H., 2004. Influence of rain cover cultivation on taste and aroma quality of strawberries (*Fragaria ananassa* Duch.). *Food, Agriculture & Environment*, 2(2):74-82.

Wang, S.Y., Galetta, G.J., Camp, M.J. & Kasperbauer, M.J., 1998. Mulch types affect fruit quality and composition of two strawberry genotypes. *HortScience*, 33 (4):636-64

