

*M a a t a l o u d e n
t u t k i m u s k e s k u k s e n
j u l k a i s u j a*

S A R J A B

15

Sanna-Liisa Taivalmaa

**Kasvuston katteet ja niiden
vaikutus kasvutekijöihin**

Kirjallisuuskatsaus

Sanna-Liisa Taivalmaa

Kasvuston katteet ja niiden vaikutus kasvutekijöihin

Kirjallisuuskatsaus

Maatalouden tutkimuskeskus

ISBN 951-729-522-7
ISSN 1238-9943

Copyright
Maatalouden tutkimuskeskus
Sanna-Liisa Taivalmaa

Julkaisija
Maatalouden tutkimuskeskus, 31600 Jokioinen

Jakelu ja myynti
Maatalouden tutkimuskeskus, tietopalveluyksikkö, 31600 Jokioinen
Puhelin (03) 4188 7502, telekopio (03) 418 8339

Painatus
Yliopistopaino, 1998

Sisäsivujen painopaperille on myönnetty pohjoismainen joutsenmerkki.
Kansimateriaali on 75-prosenttisesti uusiokuitua.

Tiivistelmä

Avainsanat: harso, kasvuolosuhteet, kate, verkko, vihannesviljely

Kasvuston kate on muovikelmu, harso tai verkko, joka levitetään kasvuston päälle suoraan tai tuettuna vanteilla tunneliksi. Katteiden avulla kasvuolosuhteet tehdään viljelykasveille avomaata edullisemmiksi alueilla, joissa kasvua rajoittavat lyhyt kasvukausi, matalat lämpötilat tai hallat. Katteiden kaupallinen kehittäminen aloitettiin 1970-luvulla, josta lähtien ne ovat olleet tutkimuksen kohteina eri puolilla pohjoista pallonpuoliskoa. Muovikatteet on valmistettu polyeteenistä, harsokatteet polyesteristä tai -propyleenistä ja verkkokatteet polyeteenistä, polypropyleenistä tai polyamidi-polypropyleeniseoksesta.

Katteilla voidaan vaikuttaa kasvuston säteily-, lämpötila- ja kosteusolosuhteisiin sekä ilman liikkeisiin. Katteiden vaikutus vuorokauden ilman korkeimpiin lämpötiloihin on huomattavan suuri, sen sijaan mataliin lämpötiloihin niiden vaikutus on pieni. Maan lämpötiloihin katteiden vaikutus on päinvastainen. Ne eivät juurikaan nosta maan lämpötilan vuorokauden korkeimpia arvoja vaan matalimpia.

Ilman ja maan kosteus lisääntyvät katteen alla. Maanpinnan kuorettuminen, tuulen aiheuttama kuivuminen ja eroosio ovat katteen alla pienempiä kuin avomaalla. Katteet läpäisevät auringonsäteilyä noin

70–90 %. Polyeteenimuovikatteet läpäisevät säteilyä harso- ja verkkokatteita enemmän.

Katteet lisäävät huomattavasti vihannesten kasvua ja varhaisatoa, jolla on suuri rahallinen arvo. Viljelykasvi, lajike, katemateriaali, viljelyalue, kasvukausi ja viljelytekniikka vaikuttavat siihen, miten paljon katteet edistävät kasvua. Katteet suojaavat kasvustoa yleensä -1 – -4°C pakkaselta tyydyttävästi.

Harso- ja verkkokatteita on käytetty menestyksellisesti tuholaisten kuten kaali- ja porkkanakärpäsen, porkkanakempin ja kirvojen torjunnassa. Verkkokatteet, joiden alla lämpötila ei nouse niin korkeaksi kuin harso- ja muovikatteiden alla, ovat tulevaisuudessa yhä merkityksellisempiä tuholaisten torjunnassa sekä tavanomaisessa että IP- ja luomuviljelyssä.

Katteiden käyttäjien olisi syytä panostaa viljelyn suunnitteluun, jotta katteiden levitys ja poisto olisi nopeaa. Katteiden materiaalien kehittämisessä olisi huomioitava entistä enemmän katteiden ympäristöystävälliset hävitys- ja kierrätysmenetelmät. Tulevaisuudessa olisi katteiden kasvutekijöitä muuttavien vaikutusten tutkimuksen lisäksi mallitettava yleisimpien viljelykasvien kasvu, jotta sitä voitaisiin katteiden avulla hallita halutulla tavalla.

Sisällys

Tiivistelmä	3
1 Johdanto	5
2 Katetermit	5
3 Katteiden ominaisuudet ja niiden vaikutus kasvutekijöihin	6
3.1 Muovikatteet	6
3.2 Harsokatteet	7
3.3 Verkkokatteet	7
3.4 Katteiden vaikutus kasvutekijöihin	8
3.4.1 Lämpötila	8
3.4.2 Kosteus	10
3.4.3 Säteily	11
3.4.4 Tuuli	11
3.4.5 Taudit ja tuholaiset	12
3.4.6 Rikkakasvit	12
3.5 Katteiden vaikutus kasvuun eri kasvilajeilla	13
4 Viljelytekniikka ja taloudellisuus	14
4.1 Viljelytekniikka	14
4.2 Taloudellisuus	15
5 Johtopäätökset	16
Kirjallisuus	17

1 Johdanto

Vuosittainen kasvuolosuhteiden vaihtelu, kasvukauden pituus ja suuntaus ympäristöstävälliseen viljelytekniikkaan ovat lisänneet tarvetta etsiä keinoja viljelykasvien kasvuolojen hallitsemiseksi ja sadon varmistamiseksi. Vuosien ja alueiden välisiä vaihteluja kasvuoloissa pyritään pienentämään useilla eri tavoilla. Yksi menetelmä kasvuolojen muuttamiseksi on kasvuston katteiden käyttö. Katteiden käyttö on yleistynyt osaksi avomaan vihannesviljelytekniikkaa Keski- ja Pohjois-Euroopassa sekä Pohjois-Amerikassa.

Katteiden kehittämisen tavoitteena on ollut luoda vihanneksille ja hedelmille taloudellinen viljelysysteemi, jolla voitaisiin lisätä tuotantoa alueilla, jossa lyhyt kasvukausi, matalat lämpötilat tai hallat rajoittavat sitä. Katteilla voidaan vaikuttaa kasvuston säteily-, lämpötila- ja kosteusolosuhteisiin sekä ilman liikkeisiin (Loy & Wells 1982, Wells & Loy 1985)

Kasvuston kate on joustava, läpinäkyvä peite, joka asetetaan vihanneskasvuston päälle. Alunperin katteiden avulla pyrittiin parantamaan kasvuston lämpötilaolosuhteita, jotta kasvin kasvu ja sato lisääntyisivät (Wells & Loy 1985). Nykyään katteiden käyttö on yleistynyt myös tuhohyönteisten torjunnassa vaihtoehtona torjunta-aineille (Steene et al. 1992). Lämpimässä ilmastossa katteita käytetään myös varjostamaan kasveja liialliselta auringon säteilyltä. Katteet voidaan tukea tunneliksi vantaiden avulla tai levittää suoraan kasvuston päälle. Katetta käytetään kasvien peittona joko suhteellisen lyhyen aikaan, 2–8 viikkoa (Wells & Loy 1985) tai aina kylvästä sadonkorjuuseen (Häseli & Konrad 1987).

Katteiden kasvua ja satoa lisäävä vaikutus huomattiin jo 1950-luvulla (Emmert 1955). Ensimmäiset katteet valmistettiin paperista suojaamaan tomaatteja sateelta. Muovikatteiden kehittäminen aloitettiin

Yhdysvalloissa 1970-luvulla. Rei'ttämättömät vanteilla tuetut muovit olivat paksuja (38 μ) ja epäkäytännöllisiä: ne avattiin aina lämpimimmän päivän aikaan ja suljettiin öiksi. Rei'itetyn muovin edut mm. tuuletuksen suhteen huomattiin kuitenkin samoihin aikoihin. Varsinainen rei'itettyjen muovikatteiden tutkimus- ja kokeiluinnostus alkoi aivan 1980-luvun alussa. Tuotekehittämissä edistettiin nopeasti ja muutaman vuoden kuluttua esiteltiin polypropyleenistä tehty 'kateharso', jota kevyen painon (14 g/m²) ansiosta ei tarvitse tukea vantailla. Kateharso läpäisee vähemmän säteilyä (noin 80 %) kuin ohut muovikate (90 %) (Wells & Loy 1985).

Tämän kirjallisuuskatsauksen tarkoituksena on selvittää kasvuston katteiden ominaisuuksien vaikutusta kasvutekijöihin. Lisäksi pohditaan lyhyesti katteiden käytön vaatimaa viljelytekniikkaa ja taloudellisuutta avomaan vihannesviljelyssä. Selvityksessä keskitytään suoraan kasvuston päälle ilman tukia levitettäviin katteisiin. Marjanviljelyssä yleisiä tunnelikatteita ja varjostukseen tarkoitettuja katteita ei käsitellä.

2 Katetermit

Katesanasto, erityisesti englanninkielinen, on laaja, ja samalle katemateriaalille käytetään useita termejä (Taulukko 1). Suomenkielisessä teksteissä polyeteeni-muovikatteesta on käytetty termejä muovikelmu ja muovikalvo. Harsokatteesta käytetään lisäksi peiteharso -sanaa. Tässä työssä katemateriaaleista käytetään termejä muovikate (polyeteeni), harsokate (poly- esteritai polypropyleeni) ja verkkokate (polyeteeni, polypropyleeni tai poly amidi-polypropyleeniseos). Tarvittaessa valmistusaine määritellään katteen nimen yhteydessä.

Taulukko 1. Englanninkielisessä kirjallisuudessa käytettyjä katetermejä ja esimerkkejä niiden käyttäjistä.

Kate/yleensä muovikate	Käyttäjät
row cover, rowcover, row-cover	Hemphill & Crabtree 1988, Pritts ym. 1989, Peterson & Taber 1991, Gaye & Maurer 1991
direct cover sheeting	Benoit & Ceustermans 1980
direct plant cover (DC)	Benoit 1994
agrotexstile	Rumpel 1994, Cerne 1994
floating plastic film	Guttormsen 1990
film crop cover	Davies & Hembry 1994
Harsokate	
floating/fabric row cover	Hemphill & Mansour 1986, Hamamoto 1992
fleece	Steene ym. 1992
spunbonded polypropylene/polyester/textile	Loy & Wells 1982, Waterer 1992, Pollard & Cundari 1988, Mansour & Hemphill 1987, Molsenbocker & Bonanno 1989
membrane	Benoit 1994
unwoven fabric	Libik & Siwek 1994
nonwoven fabric/sheet/polypropylene/polyester	Rumpel & Grudzien 1990, Felczynski 1994, Benoit & Ceustermans 1994
Verkkokate	
polypropyleeni-polyamidi net	Pritts ym. 1989
gauze	Benoit & Ceustermans 1992, 1994, Steene ym. 1992

3 Katteiden ominaisuudet ja niiden vaikutus kasvutekijöihin

3.1 Muovikatteen

Suurin osa muovikatteista on polyeteeniä (PE), joskin myös polyvinyylidikloridia (PVC) käytetään vähäisessä määrin. Polyvinyylidikloridi pidättää lämpöä paremmin, mutta on kalliimpaa kuin polyeteeni (Hall & Besemer 1972).

Muovikatteen on tuettava vanteilla tai koukuilla kasvuston yläpuolelle tunneliksi, sillä kasvuston päälle ilman tukea levitetty muovi voi vahingoittaa painollaan esim. mansikan kasvustoa (Pollard & Cundari 1988). Ensimmäisiä muovitunneleita tuuletettiin avaamalla ne käsin kuumimman päivän ajaksi, mikä oli hankalaa ja hyvin työ-

lästä. Myöhemmin muovikatteisiin alettiin tehdä pyöreitä reikiä tai pitkittäisiä viiltoja ilmanvaihdon parantamiseksi (Peterson & Taber 1991). Kevyempiä, rei'itettyjä muovikatteita levitetään kasvuston päälle myös ilman tukea.

Muovikatteen sopivaan reikien määrään vaikuttaa muovin paksuus ja ilmasto. Reikien määrällä voidaan säädellä muovin alla olevan ilman ja maan lämpötilaa ja siten vaikuttaa katteen optimaaliseen poistoajankohtaan eri kasveilla (Benoit & Ceustermans 1980, Benoit et al. 1982, 1983). Kattemuovien paksuus on tavallisesti 0,04–0,05 mm ja reikien määrä vaihtelee 17–1000 kpl/m². Reiät ovat halkaisijaltaan yleensä 10 mm (Benoit & Ceustermans 1985, Benoit 1994). Benoit ja Ceustermansin (1985) sekä Benoitin (1994) mukaan 0,05 mm:n paksuisen muovin optimaalinen reikien (halkaisija 1 cm) määrä on useimmille kasveille 500 kpl/m² (4%:n rei'ityssuhteeksi). Mansikan ja kurkun kasvustojen päällä he suosittelivat käytettäväksi muovikatetta, jossa on 700 reikää/m², mutta purjosipulik kasvuston päälle muovi-

katetta, jossa on reikiä ainoastaan 17 kpl/m².

Katetta voidaan käyttää yksinään tai yhdistämällä kaksi katetta. Muovi- ja harsokatteen yhdistelmiä on kokeiltu muutamissa tutkimuksissa. Rumpelin (1994) tekemissä kokeissa kaksoiskatteet, jossa harsokatteen päälle oli levitetty rei'itetty muovikate, nostivat yksinkertaisia katteita enemmän kurkun aikaista satoa. Benoit et al. (1982) sekä Benoit ja Ceustermansin (1987) tutkimuksessa harso-muovikate tai kaksinkertainen muovikate eivät lisänneet porkkanan tai endiivin satoa yksinkertaista katetta enempää. Kuitenkin ilmastossa, jossa öisin on pakkasta, mutta päivisin lämpötila on korkea, parhaat satotulokset saatiin muovi-harsoyhdistelmällä, jossa ylimpänä käytetyssä muovissa oli reikiä 800–1000 kpl/m² (Benoit 1994). Kaksoiskatteen materiaali- ja työ kustannukset tuskin kuitenkaan kattavat sadonlisäyksestä tai aikaistamisesta saatavaa lisäarvoa (Benoit & Ceustermans 1992).

Kasvuston katetta käytetään myös yhdessä maanpinnan katteen kanssa erityisesti aikaisen sadon tuotannossa (Pollard & Cundari 1988, Wolfe et al. 1989). Maanpinnan katteen avulla maan lämpötila nousee enemmän kuin pelkkää kasvuston katetta käyttämällä. Mustasta muovista valmistettu maanpinnan kate nosti ilman lämpötilaa kasvuston katteen alla, mutta ei vaikuttanut oleellisesti maan lämpötilaan. Kirkas maanpinnan muovikate sen sijaan nosti maan lämpötiloja ja alensi ilman lämpötilaa verrattuna mustaan muoviin (Jenni et al. 1996). Maanpinnan katteen avulla voidaan helpottaa kasvuston katteiden alaista rikkakasviongelmia (Loy & Wells 1982, Pollard & Caudari 1988, Davies & Hembry 1994).

Käytettäessä synteettisistä materiaaleista valmistettuja kasvuston ja maanpinnan katteita yhtä aikaa, ongelmaksi voi muodostua katteiden tarttuminen yhteen elektrotai hydrostaattisten voimien ansiosta niin voimakkaasti, että kasvin kasvu ei pysty niitä erottamaan (Benoit & Ceustermans 1992).

Katemuovin väriin on tutkimuksissa kiinnitetty hyvin vähän huomiota. Tomaatin viljelyssä on muovitunneleissa käytetty valkoista muovia, jonka alla lämpötila ei noussut aivan niin korkeaksi kuin kirkkaan muovikatteen alla. Fotosynteettisesti aktiivisen säteilyn (PAR) läpäisevyys valkoisen muovin alla oli noin 78 %, kirkkaan muovin alla läpäisevyys oli 86 %. Kirkas muovi lisäsi aikaista satoa 177 % ja valkoinen 109 % avomaahan verrattuna (Peterson & Taber 1991).

3.2 Harsokatteet

Harsokatteiden etuna muovikatteisiin verrattuna ovat niiden kevyt paino, hyvä lämmönpidätyskyky, vetokestävyys ja helppo levitettävyyden (Loy & Wells 1982). Harsot valmistetaan polyesteristä tai polypropyleenistä (Loy & Wells 1982, Wells & Loy 1985, Wolfe et al. 1989). Nailonista valmistettua harsoa on myös kokeiltu katemateriaalina, mutta se on hylätty kenttäkokeissa huonon valon kestävyuden takia (Pollard & Cundari 1988).

Harsojen painot neliometriä kohti vaihtelevat. Yleisesti käytössä olevat Agryl 17- ja Lutrasil 17 harsot painavat 17–18 g/m². Markkinoilla on myös painavampia (23–24 g/m²) (Cerne 1994) ja kevyempiä (10–17 g/m²) harsoja (Steene et al. 1992). Harsokatteet läpäisevät säteilyä noin 80 % (Wells & Loy 1985).

Harsokatteiden käyttökestävyyttä kuten vetolujuutta on tutkittu hyvin vähän viljelytekniikkakokeiden yhteydessä. Katteiden mekaanisia ominaisuuksia ovat tutkineet lähinnä valmistajat, joiden tutkimustulokset eivät ole julkisia. Cernen (1994) vetolujuustutkimuksissa käyttämättömät harsot venyivät 18–59 % pituus-suunnassa ja 35–65 % leveysuunnassa ennen ratkeamistaan. Yhden kasvukauden käyttö vähensi harsojen kestävyttä, ja vastaavat luvut olivat sen jälkeen 8–43 % ja 26–45 %.

3.3 Verkkokatteet

Verkkokatteiden tutkimus alkoi Euroopassa 1980-luvun puolivälissä. Verkkojen materiaali on tavallisesti polyeteeni tai polypropyleeni, mutta niitä valmistetaan myös polyamidi-polypropyleeniseoksista (Steene et al. 1992). Verkkoja käytetään erityisesti kasvustojen suojaamiseen tuhohyönteisiltä. Verkon reiät takaavat hyvän ilmanvaihdon, ja siten ilman lämpötila niiden alla ei nouse niin korkeaksi kuin harso- ja muovikatteiden alla (Pritts et al. 1989). Verkkokatteita on tutkittu huomattavasti vähemmän kuin harso- ja muovikatteita.

Verkojen reiät ovat kooltaan alle 2 mm², yleisiä reikäkokoja ovat esimerkiksi 0,6 x 0,6 mm, 0,8 x 0,8 mm, 1,35 x 1,35 mm tai 1 mm x 1,8 mm. Verkot painavat 20–75 g/m² (Steene et al. 1992, Ester et al. 1994). Benoit & Ceustermansin (1992) mukaan valkoiset verkot läpäisevät 66–68 % ja sininen 61 % auringonvalosta. Thorhaugen (1981) mukaan valkoinen verkko läpäisee valoa 77 % ja vihreä 74 %. Valkoinen verkko on lisännyt kaalien kasvua sinistä ja vihreää verkkoa enemmän (Thorhaugen 1981, Benoit & Ceustermans 1992).

3.4 Katteiden vaikutus kasvutekijöihin

3.4.1 Lämpötila

Katteiden lämpösystemi muistuttaa hyvin paljon kasvihuoneiden lämpösystemiä, varsinkin jos samalla käytetään maanpinnan katetta. Maaperän merkitys on katteita käytettäessä kuitenkin huomattavasti suurempi kuin kasvihuoneissa. Useita tekijöitä sisältävässä vakaassa lämpösystemissä lämpötilat vakiintuvat siten, että sekä lämpöenergian että pitkäaaltoisen lämpösäteilyn tasapainot saavutetaan. Albright et al. (1989) kehittämässä mallissa oletetaan, että katetunnelien (voitaneen soveltaa myös suoraan kasvuston päälle asetettaviin katteisiin) lämpösystemi sisältää seuraavat energiavirrat:

- auringonsäteily
- pitkäaaltoisen lämpösäteilyn vaihtomaan, katteen ja taivaan välillä
- lämmönjohtuminen katteen ja ilman välillä sekä tunnelin sisä- ja ulkopuolella
- ilmanvaihto
- lateraalinen lämmönmenetys katteen viereisen maan kautta
- maan lämpövarasto katteen alla.

Katteet nostavat sen alla olevan ilman korkeimpia lämpötiloja, matalimmissa lämpötiloissa ei juurikaan ole eroa verrattuna avomaahan (Hemphill & Mansour 1986, Bonanno & Lamont 1987, Motsenbocker & Bonanno 1989, Wolfe et al. 1989, Gent 1990, Waterer 1993, Cerne 1994). Siten ilman päivälämpötilat nousevat huomattavastikin katteen alla, mutta öisin katteiden vaikutus lämpötiloihin on pieni. Suurin ero ilman lämpötilassa avomaan ja katteen alla on ollut hieman keskipäivän jälkeen (klo 13.00) ja pienin aikaisin aamulla juuri ennen auringonnousua (klo 6.00) (Peterson & Taber 1991) (Taulukko 2). Teoreettisten säteilybudjettilaskelmien mukaan 'lämmittämättömän katteen suoma 1,1 – 2,8 °C (2 – 5 °F) suoja on tasapaino mitä on vaikea muuttaa' (Waggoner 1958, Wolfe et al. 1989).

Yölämpötilojen eroon eri katemateriaalien alla vaikuttavat useat tekijät, kuten maan ja ilman alkulämpötilat, katemateriaalien lämmönjohtokyky, ilmanvaihto ja pitkäaaltoisen säteilyn läpäisevyys (Wolfe et al. 1989). Kasvien lämpötilaa katteen alla tutkineen Hamamoton (1992) mukaan yöaikaan ainoastaan pinaatin kasvupisteen ja alimpien lehtien lämpötila oli korkeampi kuin avomaalla. Teitelin et al. (1996) mukaan öisin kasvin lehtien lämpötila on alempi kuin ilman lämpötila. Tällöin esimerkiksi hallantorjuntatutkimuksissa olisi katteen alla mitattava lehtien eikä ilman lämpötila totuudenmukaisemman tilanteen selvittämiseksi.

Lämpösumma oli polyesteriharsojen alla noin 50 % korkeampi kuin avomaalla (Wolfe et al. 1989). Samansuuntaisia tuloksia oli Hemphill ja Crabtree (1988) tutki-

Taulukko 2. Yhteenveto kasvuston katteiden vaikutuksesta ilman ja maan keskimääriisiin lämpötiloihin verrattuna avomaahan. Sarekkeessa 'Huom.' on maininta eri tutkimusten erityispiirteistä, kuten maanpinnan katteen käytöstä, katteen tukemisesta tunneliksi ja koevuodesta. PE-harso=polyeteeniharso, PP=polypropyleeniharso. Lämpötilan ja sadon prosentuaalinen muutos on laskettu seuraavasti: ((lämpötila tai sato katteen alla - lämpötila tai sato avomaalla)/lämpötila tai sato avomaalla)*100.

Kateyyppi Koekasvi PE-harso	Ero avomaahan verrattuna								Sato	%	Lähde	Huom.
	Ilman lämpötila				Maan lämpötila							
	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max				
	C	%	C	%	C	%	C	%				
meloni	0,2	1	1,5	5	1,8	9	0,8	2	- 800 kpl/ha	-2	Motsenbocker & Bonnano 1989	tunneli -85
meloni	0,2	2	5,7	19	2,6	15	0,9	2	8400 kpl/ha	39	Motsenbocker & Bonnano 1989	tunneli -86
meloni	1,0	14	11,0	39	1,0	8	3,0	13	-0.8 kg/kasvi	9	Hemphill & Mansour 1986	maanp. kate-83
meloni	2,0	22	9,0	30	2,0	13	1,0	4	0.6 kg/kasvi	11	Hemphill & Mansour 1986	maanp.kate -84
meloni	1,4	8	5,0	22	2,7	12	3,2	14	16000 kg/ha	32	Loy & Wells 1982	maanp. kate
meloni	-0,4	-5	7,0	21	*	*	*	*	14.8 t/ha	25	Waterer 1993	tunneli -90
meloni	1,6	18	4,2	14	*	*	*	*	3.3 t/ha	7	Waterer 1993	tunneli -91
kurkku	0,2	3	7,7	30	3,0	32	1,0	4	2.5 kg/kasvi	28	Hemphill & Crabtree. 1988	rikkak. mek. -85
kurkku	1,3	14	5,4	22	1,9	16	0,5	2	0.6 kg/kasvi	15	Hemphill & Crabtree. 1988	koevuosi 1986
keskiarvo	0,8	8,6	6,3	22,4	2,1	15	1,5	5,9		18		
PP-harso												
*	1,1	40	9,2	51	3,2	55	2,3	18	*	*	Guttormsen 1990	20 cm syvä vako
tomaatti	1,9	12	15,7	79	0,7	0	-0,1	0	-0.2 kg/m ²	-9	Wolfe et al. 1989	tunneli, maanp.kate
pinaatti	0	-5	1,5	10	0,7	8	0,4	3	3.7g/kasvi	61	Hamamoto 1992	
keskiarvo	0,9	16	8,8	46,7	1,5	21	0,9	7		26		
Polyeteeni												
meloni	0,1	1	4,3	14	0,6	4	3,3	12	0.8 t/ha	5	Bonnano & Lamont 1987	tunneli -84
meloni	0,3	2	1,0	3	1,2	7	2,3	8	-9.5 t/ha	-17	Bonnano & Lamont 1987	tunneli -85
meloni	1,0	13	12,0	43	2,0	15	3,0	8	0.3 kg/kasvi	3	Hemphill & Mansour 1986	maanp.kate -83
meloni	1,0	11	14,0	47	1,0	6	3,0	12	0.5 kg/kasvi	9	Hemphill & Mansour 1986	maanp.kate -84
meloni	-0,5	6	11,5	34	*	*	*	*	81.6 t/ha	140	Waterer 1993	tunneli,-90
meloni	1,1	13	11,1	37	*	*	*	*	20.2 t/ha	40	Waterer 1993	tunneli,-91
meloni	1,6	9	7,2	31	3,2	18	5,3	23	17000 kg/ha	35	Loy & Wells 1982	min=yö,max=päivä
meloni	0,4	2	2,9	10	1,9	10	4,5	13	1800 kpl/ha	5	Motsenbocker & Bonnano 1989	rei'itetty, 1985
meloni	0,0	0	13,3	45	1,6	10	4,8	13	3500 kpl/ha	16	Motsenbocker & Bonnano 1989	rei'itetty, 1986
kurkku	0,5	7	10,7	41	2,8	30	1,5	6	3.2 kg/kasvi	36	Hemphill & Crabtree 1988	koevuosi 1985
kurkku	0,9	9	7,8	32	1,2	10,2	2,8	11	0.6kg/kasvi	15	Hemphill & Crabtree 1988	koevuosi 1986
tomaatti	-0,3	-2	11,9	49	*	*	*	*	9 t/ha	29	Peterson & Taber 1991	rei'itetty, 1986
tomaatti	0,1	0,1	7,6	24	*	*	*	*	1 t/ha	2	Peterson & Taber 1991	rei'itetty, 1987
*	1,1	41	9,2	51	2,0	34	7,8	61	*	*	Guttormsen 1990	20 cm syvä vako
keskiarvo	0,5	8,0	8,9	32,9	1,8	14,4	3,8	16,7		24		

*ei mainintaa kyseisestä tekijästä

muksessa, jossa polypropyleeniharsokate nosti lämpösummaa 35–72 % avomaahan verrattuna.

Katteen vaikutus maan lämpötilaan on ollut päinvastainen ilman lämpötilaan verrattuna eli vuorokauden alimmat lämpötilat ovat nousseet ylimpiä lämpötiloja enemmän (Hemphill & Crabtree 1988, Cerne 1994). Maahan päivän aikana kerääntyvä lämpö vaikuttaa maan lämpötilaan yöllä siten, että maan yölämpötilat ovat huomatta-

vasti korkeammat katteen alla kuin avomaalla (Guttormsen 1990). Maan lämpötila harsokatteiden alla on ollut noin 1–6 °C korkeampi kuin avomaalla. Harsotyyppien välillä ei ollut eroa (Gaye & Maurer 1991, Cerne 1994) (Taulukko 2). Prittsin et al. (1989) tutkimuksessa talven aikana maanlämpötila oli verkkokatteen alla keskimäärin 0,4–0,6 °C avomaata korkeampi, kun se harsokatteen alla oli 0,7–1 °C korkeampi ja muovin alla 2,4–2,8 °C.

Albrightin et al. (1989) mukaan katemateriaalin lämmönjohtokyvyn vaikutus tunnelien ilman lämpötilaan on pieni ($<0,1$ °K), koska katemateriaalin lämpövastus on pieni verrattuna lämpövastukseen sen ylä- ja alapinnalla. Useissa käytännönläheisissä tutkimuksissa on kuitenkin huomattu eri katemateriaalien välillä olevan eroa lämmönpidätysominaisuuksissa (Taulukko 2).

Polyeteenistä valmistettu muovikate oli kasveille harsokatetta edullisempi viileinä vuosina, kun taas lämpiminä vuosina eroa harsojen ja muovikatteen välillä ei juurikaan ollut (Rumpel 1994). Polyeteenimuovikatteen eristävä lämpö paremmin kuin harsokatteen; harsojen alla lämpötila on kuitenkin tasaisempi kuin muovikatteen alla (Loy & Wells 1982, Libik & Siwek 1994). Lämpötila muovin alla voi nousta lämpiminä sääjaksoina viljelykasville liian korkeaksi (Motsenbocker & Bonanno 1989, Waterer 1993, Felczynski 1994, Soltani et al. 1995). Polypropyleeniharsokate nostaa lämpötilaa hieman polyesteristä valmistettua katetta enemmän (Wells & Loy 1985, Wolfe et al. 1989) (Taulukko 2).

Hallantorjunnassa katteet ovat tuottaneet vaihtelevia tuloksia. Tutkimusten mukaan katteet ovat suojanneet kasvustoa tyydyttävästi -1 – -4 °C pakkasta vastaan, joskin eräissä tutkimuksissa kasvit ovat vahingoittuneet jo -1 °C. Albrightin et al. (1989) mukaan hallanvaara katteen alla on suurin, kun katemateriaalin pitkäaaltosen säteilyn läpäisy on $0,3$ – $0,5$. Katteiden lämmönpidätys- ja hallantorjuntakykyyn vaikuttaa niiden alapinnalle tapahtuva kosteuden kondensaatio lämpötilan laskiessa yöllä. Vesi ei johda pitkäaaltoista säteilyä, joten kondensaatio eristää lämpöä (Tanner 1974, Wells & Loy 1985, Albright et al. 1989). Kasvien lehdet voivat myös vioittua kylmästä herkemmin, jos ne ovat suorassa kosketuksessa katteen kanssa (Wells & Loy 1985).

Gentin (1990) mukaan harson alla kasvit vioittuivat jopa -1 °C:n lämpötilassa, mutta sadettamalla harsoa kasvit selvisivät jopa -4 °C lämpötilasta. Hemphillin ja Mansourin (1986) tutkimuksessa harso- ja muo-

vikate suojasivat melonikasvustoa $-1,7$ °C ($2,5$ cm maanpinnasta) pakkaselta tyydyttävästi. Rumpelin (1994) mukaan kurkkukasvusto säilyi vahingoittumattomana harso- ja muovikatteen yhdistelmän alla jopa alle -3 °C lämpötilassa.

Eri painoisten katteiden välillä on eroa hallantorjuntatehossa. Kevyiden harsokatteiden alla (polyesteri 17 g/m², polypropyleeni 15 g/m² tai 17 g/m²) ilman lämpötila laski jäätympisteeseen -4 °C pakkasessa. Samassa lämpötilassa painavampien katteiden alla (polypropyleeni 30 tai 50 g/m², polyeteeni $3,2$ mm) lämpötila laski noin $+2$ °C. (Hochmuth et al. 1993). Polyeteenikatteen ovat olleet hallantorjunnassa harsokatteita heikompia. Polyeteenikatteen voivat myös tehdä kasveista herkempiä kylmävaurioille, sillä harsokatteita lämpimämpi ja kosteampi ilmasto edistää nopeaa kasvua ja löysän solukon muodostumista, joka on hyvin altista kylmävaurioille (Waterer 1992).

Mansikan talvisuojauksessa on kokeiltu sekä muovi-, harso- että verkkokatteita, jotka kaikki ovat parantaneet mansikan talvehtimista, joskin polypropyleeniharsot (50 ja 17 g/m²) ja muovikate ($3,2$ mm) ovat osoittautuneet parhaiksi materiaaleiksi (Hochmuth et al. 1993). Mansikan talvisuojauksessa ja kevään hallojen suojausessa katteiden levitys- ja poistoajoilla on suuri merkitys (Pritts et al. 1989)

3.4.2 Kosteus

Katteiden vaikutusta ilman ja maan kosteuteen on tutkittu hyvin vähän. Ilman ja maaperän kosteus oletettavasti kuitenkin lisääntyy kaiken tyyppisten katteiden alla. Muovi- ja harsokatteiden veden läpäisykyky on melko rajallinen, mutta verkon sade ja sadetus läpäisevät vaivattomasti (Häseli & Konrad 1987). Thorhaugen (1981) mukaan 60 – 70 % sadevedestä menee suoraan verkkokatteen läpi.

Katteet vähentävät maanpinnan kuoretumista ja edistävät kosteuden säilymistä, koska katteet rikkovat sadepisaroiden iskun vaikutuksen ja säilyttävät maapinta-

kerroksen kosteuden (Mansour & Hemphill 1987, Hemphill & Crabtree 1988, Gaye & Maurer 1991). Polyesteriharso on vähentänyt maan kuorettumista enemmän kuin polyeteenimuovi (Hemphill & Crabtree 1988). Aflatinin (1988) tutkimuksessa maan kosteusprosentti oli harson alla keskimäärin vajaan prosentin korkempi kuin avomaalla. Harsokate-tutkimuksessa ilman suhteellinen kosteus oli 10 - 20 % suurempi katteiden alla kuin avomaalla (Cerne 1994). Hamamoton (1992) mukaan maan veden matriisipotentiaali oli katteen ulkopuolella -11,32 kPa ja katteen alla -8,04 kPa. Vesihöyryn paineen vajauksessa (vapor pressure deficit) ei ollut merkittävää eroa avomaan ja katteen alla olevan maan välillä.

3.4.3 Säteily

Polyeteenimuovikatteen läpäisevät eniten fotosynteettisesti aktiivista säteilyä (PAR), noin 82–86 %. Polyesteri- ja propyleeniharso läpäisevät säteilystä noin 73 - 77 % (Loy & Wells 1982, Wolfe et al. 1989), ja verkot noin 61–77 % (Thorhauge 1981, Benoit & Ceustermans 1994). Soltanin et al. (1995) mukaan polyeteenimuovi- ja verkkokatteen läpäisevät fotosynteettisestä fotonivirrasta (photosynthetic photon flux) noin 80 %, harsojen läpäistessä 70 %. Kirkkaat polyeteenimuovikatteen läpäisevät täydellisesti säteilyn 330–850 nm aallonpituudet. Polyesteriharso vähentävät hieman 400–700 nm aallonpituuksien ja sinisen valon läpäisevyyttä sekä punaisen ja kaukopunaisen valon suhdetta (Decoteau & Hatt-Graham 1997).

Katteiden säteilyn läpäisykyky on pienempi pilvisinä kuin aurinkoisina päivinä. Pilvisinä, kosteina päivinä vesipisarot tiivistyvät polyeteenikatteen alapinnalle yöllä. Tämä vesikerros vähentää valon läpäisyä polyeteenin läpi jopa polyesteriharsokatteiden tasolle. Aurinkoisina päivinä läpäisykyvyn eroilla tuskin on merkitystä, koska kasvit saavat silloin tarpeeksi valoa maksimaalista yhteyttämistä varten (Loy & Wells

1982).

Säteilyn määrän pieneminen voi aiheuttaa sadon vähenemistä, esimerkiksi kaalilla harso ja verkot ovat pienentäneet satoa valon määrän vähenemisen takia. Benoitin (1994) teorian mukaan voidaan yleisesti arvioida, että 1 %:n vähennys valon määrässä vastaa 1 %:n vähennystä sadossa. Katteiden alla lehtien tehokkuus tuottaa versojen kuiva-ainetta (unit leaf rate) on ollut avomaata pienempi, vaikka absoluuttinen kasvu on katteiden alla ollut suurempaa. Jolliffen & Gayen (1995) mukaan tämä voi johtua katteiden ja nopeasti lisääntyvän lehdistön varjostuksesta. Varjostuksella ei kuitenkaan ole merkitystä aurinkoisina päivinä, koska valoa on enemmän kuin kasvi pystyy yhteyttämiseen käyttämään (Wells & Loy 1985). Suomessa katteiden varjostuksen vaikutus jäänee pitkien päivien ansiosta pienemmäksi kuin eteläisissä maissa ainakin kasvukauden alkupuolella.

Muoviharso -yhdistelmäkate läpäisi PAR-säteilyä (fotosynteettisesti aktiivista säteilyä) 52–66 %, kun yksinkertainen kate läpäisi 63–85 % (Guttormsen (1990). Benoitin ja Ceustermansin (1990) mukaan kaksoiskatetta voidaan käyttää kasvun alkuvaiheessa, jolloin kasvu riippuu enemmän lämpötilasta kuin valosta. Esimerkiksi porkkanan kehitystä hallitsee heidän mukaansa lämpötila, kunnes vuorokauden alin lämpötila on 8,7 °C. Tämän jälkeen valon määrällä on suuri vaikutus kasvuun, joten kaksoiskatteen aiheuttama varjostus vähentää kasvua.

3.4.4 Tuuli

Kasvuston kate estää tai hidastaa tuulen aiheuttamaa katteen sisä- ja ulkopuolisen ilman sekoittumista, mikä osaltaan nostaa katteen alapuolisen ilman lämpötilaa (Tanner 1974, Gent 1990). Katteen ilmanvaihto vaikuttaa myös katteen alaisen ilman koostumukseen. Gent (1990) arveli tuulen nopeuttavan muuten hidasta ilmavaihtoa katteiden läpi, ja siten edistävän kasvien kasvua, koska kasvien nopea

fotosynteesi voi aiheuttaa hiilidioksin puutetta katteiden alla. Hamamoto (1992) ei kuitenkaan huomannut harsokatteen alla eroa ilman hiilidioksidipitoisuudessa verrattuna avomaahan.

Katteet vähentävät tuulen kuivaavaa vaikutusta varsinkin itämisen aikana. Tällöin ne myös vähentävät maanpinnan eroosiota erityisesti alkukasvukaudesta. Kasvien kasvaessa tuulen hakkaaminen katetta vasten voi vioittaa niiden lehtiä. (Häseli & Konrad 1987).

3.4.5 Taudit ja tuholaiset

Harso- ja verkkokatteita on käytetty menestyksellisesti tuholaiden torjunnassa. Kaalikärpäsen torjunnassa niillä on saavutettu sama teho kuin insektisideillä (Thorhauge 1981, Thorhauge et al. 1990, Endersby et al. 1992, Steene et al. 1992, Benoit 1994). Suomessa tehdyissä kokeissa verkkojen käytöllä on saatu porkkanakemпин ja -kärpäsen torjunnassa yhtä hyvä tulos kuin torjunta-aineilla (Tiilikkala et al. 1996). Myös muiden hyönteisten kuten kirvojen ja ripsiäisten torjunnassa harsot ja verkot ovat olleet tehokkaita (Costa et al. 1994, Orozco et al. 1994, Ester et al. 1994). Verkot osoittautuivat harsoja tehokkammiksi ripsiäisten torjunnassa (Benoit 1994, Benoit & Ceustermans 1994a, 1994b). Saksassa verkkoja ja harsoja on kokeiltu laajamittaisessa retiisin viljelyssä, jossa ne myös ovat olleet tehokkaita kaalikärpäsen torjunnassa. Pieniä ongelmia on kuitenkin ollut humuspitoisessa maassa hyppyhäntäisistä (*Collembola*) (Richter et al. 1989) tai muista niveljalkaisista, jotka satunnaisesti ovat vioittaneet retiisejä katteen alla enemmän kuin avomaalla (Merz 1989).

Käytettäessä katteita porkkana- ja kaalikärpäsen torjunnassa on peltojen viljelykierron oltava kunnossa, jotta maassa ei olisi talvehtineita kärpäsen koteloita. Tuholaiden aiheuttama tuho on avomaarakin suurempi, jos kate levitetään kärpästen koteloihin sisältävälle pellolle (Fölster 1989). Kat-

teen alle jääneistä kaalikärpäsen koteloista kehittyi nopeammin aikuisia suotuisten lämpö- ja kosteusolojen johdosta kuin avomaalla (Adams et al. 1990).

Taudit eivät ole olleet suuria ongelmia katteita käytettäessä (Mansour & Hemphill 1987). Tautiongelmia on ollut lähinnä muovi- ja harsokatteiden alla, verkkokatteiden parempi ilmanvaihto ei luo niin suotuisia olosuhteita tautien leviämiseksi. Esimerkiksi retikalla ja porkkanalla on harson alla ollut tautiongelmia, joita ei esiintynyt verkon alla. (Konrad & Schächtle 1985, Netze und Vliese gegen Gemüsefliegen 1987). Virustaudit ovat vähentyneet avomaahan verrattuna, koska katteet ovat estäneet tauteja levittävien kirvojen pääsyn kasvustoon (Natwick & Laemmlen 1993, Espinoza & McLeod 1994).

3.4.6 Rikkakasvit

Katteiden kasvua edistävä vaikutus ei rajoitu ainoastaan viljelykasveihin, vaan myös rikkakasvien kasvu lisääntyy huomattavasti verkkojen alla (Benoit & Ceustermans 1994a). Katteet eivät vaikuta niinkään rikkakasvien kokonaismäärään vaan niiden kasvun lisääntymiseen. Lisäksi katteet ovat lisänneet niiden rikkakasvilajien esiintymistä, jotka eivät aiheuta ongelmia normaalisti vielä keväällä. (Hemphill & Crabtree 1988, Davies & Hembry 1994). Kasvuston katteen käytöstä yhdessä maanpinnan katteen kanssa on saatu hyviä satotuloksia. Tällöin rikkakasvien torjunta ei ole ongelma, ja maanpinta lämpenee tehokkaammin kuin käytettäessä pelkkää kasvuston katetta (Loy & Wells 1982, Pollard & Cundari 1988, Davies & Hembry 1994).

Katteiden liikuttelu useasti kasvukauden aikana voi vahingoittaa sekä katteita että kasveja. Käsinkitkentä on kallista ja hankalaa toteuttaa. Herbisidit ja muut torjunta-aineet voidaan kuitenkin ruiskuttaa katteiden päältä, sillä harso- ja erityisesti verkkokatteet läpäisevät herbisidit. Daviesin ja Hembryn (1994) tutkimuksessa

herbisidit (prometriini ja linuroni) olivat tehokkaita harsojen läpi levitettynä, kun taas Hemphillin ja Crabtreen (1988) mukaan rei'itetyt muovikatteen vähensivät herbisidien tehoa. Aflatinin (1988) tutkimuksessa maavaikutteinen metatsakloridi oli tehokas harson päältäkin levitettynä, mutta lehti-vaikutteisen aineen teho heikkeni harson läpi ruiskutettuna.

Esterin et al. (1994) mukaan torjunta-aine läpäisee verkon paremmin, kun ruiskutuksessa käytetään suurta vesimäärää (600 l/ha, suuret pisarat). Paineruiskulla levitettäessä myös pienempi vesimäärä antoi hyvän tuloksen. Näillä menetelmillä yli 80 % ruiskutetusta pestisidistä läpäisi verkon. Tuulisissa olosuhteissa (tuulennopeus 4–5 m/s) ruiskutusseoksessa on käytettävä enemmän nestettä kuin tyynellä säällä saman ruiskutustuloksen aikaansaamiseksi. Hyvin tiukalle kiinnitetty verkko läpäisi vähemmän torjunta-aineita kuin löysästi kasvuston päällä oleva. Lisäksi pienireikäinen (0,6 mm x 0,6 mm) verkko läpäisi vähemmän torjunta-ainetta kuin suurireikäinen (1,35 mm x 1,35 mm)

3.5 Katteiden vaikutus kasvuun eri kasvilajeilla

Katteet ovat lisänneet kaikkia kasvin kasvuidikaattoreita kuten lehtialaa, lehtien kuivapainoa ja versojen kuivapainoa (Jolliffe & Gaye 1995, Soltani et al. 1995, Kunicki et al. 1996). Kasvien sato ovat lisääntyneet kaikilla muovi- ja harsokatetyypeillä (Loy & Wells 1982, Pollard & Cundari 1988, Motsenbocker & Bonanno 1989, Waterer 1992, Felczynski 1994, Libik & Siwek 1994) (Taulukko 2). Katteet eivät aina ole vaikuttaneet kasvin kokonaissatoon, mutta ovat lisänneet huomattavasti varhaisatoa, jonka rahallinen arvo on korkea (Bonanno & Lamont 1987, West & Peirce 1988, Rumpel 1994). Hamasakin & Okudan (1992) mukaan katteet ovat tehokkaita kasvun lisääjiä ainostaan kasvun alkuvaiheessa, mutta pienet erot varhaiskasvussa näkyvät suurina eroina lopullisessa kasvus-

sa.

Viljelykasvi, lajike, katemateriaali, viljelyalue, kasvukausi ja viljelytekniikka vaikuttavat osaltaan siihen, miten paljon katteet edistävät kasvu (Wolfe et al. 1989, Waterer 1993). Yleisesti voidaan sanoa, että mitä huonommat kasvuolot sitä suurempi katteiden hyötyvaikutus (Häseli & Konrad 1987). Katteiden vaikutus kasvien kasvuun ja satoon on ollut viimeinä kasvukausina suurempi kuin lämpiminä varsinkin keväisin (Rumpel & Grudzien 1990, Rumpel 1994). Katteilla saadaan suurin hyöty, kun lämpimän ilmastoon kasveja viljellään viileässä ilmastossa (Waterer 1993). Katteita käytetään paljon myös mikrolisätyjen kasvien avomaalle istutuksen yhteydessä optimaalisten kosteusolojen säilyttämiseksi (Trinka & Pritts 1992).

Katteen alla olevan ilman erityisesti päiväsaikaan avomaata korkeampi lämpötila ja kasvualustan suurempi vesipitoisuus saattavat olla kasvua ensisijaisesti lisäävät tekijät. Pinaatin nettofotosynteesi lehtialaa kohti oli usein pienempi harsolla katetussa kasvustossa kuin avomaalla, huolimatta katteen alla kasvavien pinaattien suuremmista ilmaraoista. Kuitenkin katteen alla kasvit kasvoivat nopeammin kuin avomaalla, mikä johtune lehtien nopeasta ilmestymisestä ja laajenemisesta, johon vaikuttavat kohonnut lämpötila ja maan vesipitoisuus (Hamamoto 1992).

Katteiden alaisen ilman lämpötilasta lasketulla kumulatiivisella lämpösummalla oli positiivinen lineaarinen korrelaatio tomaatin ja kurkun biomassan lisääntymisen välillä Wolfen et al. (1989) ja Albrightin et al. (1989) kehittämässä kasvumallissa. Heidän mukaansa korrelaatio lämpötilan ja saton välillä kasvaa, jos huomioidaan korkean lämpötilan kynnyksen. Säteilyn ja maan lämpötilan lisääminen malliin ei enää kasvattanut korrelaatiota.

Decoteaun ja Hamm-Grahamin (1997) mukaan katteiden erilainen säteilyn aallonpituuksien läpäisevyys, erityisesti punaisen ja kaukopunaisen valon suhde ja sinisen valon osuus vaikuttivat eri tavoin melonin taimien kasvuun. Säteilyn laadun eroja ei kui-

tenkaan vielä tutkittu tarkemmin.

Harsokatteilla on saatu suurempia sadonlisäyksiä kuin polyeteenimuovikatteilla (Loy & Wells 1982, Pollard & Cundari 1988, Motsenbocker & Bonanno 1989, Waterer 1992, Felczynski 1994, Libik & Siwek 1994). Viljeltäessä erityisen lämpimän ilmaston kasveja, kuten meloneja viileässä ilmastossa muovikatteet ovat kuitenkin lisänneet satoa harsokatteita enemmän (Hemphill & Mansour 1986, Waterer 1993, Rumpel 1994). Lisäksi hyvin aikaisin keväällä maan ja ilman lämpötilaa enemmän nostavat muovikatteet voivat olla tehokkaampia sadon lisääjiä kuin harsot (Mansour & Hemphill 1987). Soltanin et al. (1995) tutkimuksessa verkkokatteet lisäsivät vesimelonin satoa harso- ja muovikatteita vähemmän. Verkk- ja harsokatteet lisäsivät porkkanan kasvua lähes yhtä paljon (Fölster 1989).

Tuotteiden laatu on vaihdellut olosuhteiden mukaan. Eräiden arvioiden mukaan katteiden käyttö voi laskea sadon laatua, koska lehdistä tulee vaaleampia ja kasvu on löyhempää kuin avomaalla (Häseli & Konrad 1987). Paprikan sato harsokatteiden alla on useasti ollut parempilaatuista kuin muovikatteiden alla (Rumpel & Grudzien 1990, Waterer 1992). Lehtisalaatin sato nousi avomaahan verrattuna muovikatteen alla 96,5 % ja harsokatteiden alla 50,5 %. Katteiden alla kasvanut salaatti sisälsi kuitenkin huomattavasti vähemmän kuiva-ainetta ja L-askorbiinihappoa kuin avomaalla kasvanut (Libik & Siwek 1994).

Avomaankurkku hyötty selvästi katteista aikaisen sadon tuotannossa. Harsokatte on lisännyt kasvien lehtipinta-alaa, kokoa ja satoa huomattavasti (Hemphill & Crabtree 1988, Cerne 1994). Lisäksi harso- ja muovikatte lisäsivät kurkun taimettumista selvästi, kun kasvukauden alussa sää oli viileä (Rumpel 1994). Lisäksi kurkun kukkien määrää kasvia kohti lisääntyi huomattavasti ja aika ensimmäiseen sadonkorjuuseen lyheni 6–10 päivää (Hemphillin & Crabtreeen 1988).

Avomaantomaatilla katteiden käyttö on aiheuttanut ristiriitaisia tuloksia (Wolfe et

al. 1989). Useissa tutkimuksissa tomaatin sato on myöhästynyt ja pienentynyt verrattuna kattamattomaan kasvustoon. Oletettavasti lämpötila nousee tomaatille liian korkeaksi katteen alla (Gent 1990). Liiallinen kuumus vaikuttaa tomaatin kukkien muodostumiseen, putoamiseen sekä hedelmän laatuun (Peterson & Taber 1991).

Maissilla muovi- ja harsokatteet nostivat sekä kylvetyntä että esikasvatetun maissin satoa (Felczynski 1994). Paprikalla harso- ja muovitunneli nostivat satoa, mutta ilman tukea levitetty muovikatte vahingoitti kasveja ja myöhästyi satoa (Rumpel & Grudzien 1990). Lehtiala, kasvin korkeus, lehtien kuivapaino ja sato kasvoivat käytettäessä harsokatteita ruusukaalilla (Gaye & Maurer 1991).

Retiisillä verkkokatteet nopeuttivat kasvua keväällä ja syksyllä sekä vähensivät sivujuurien määrää. Lehdet ovat katteen alla kasvaneet suuremmiksi, vaaleammiksi ja keveämmiksi kuin avomaalla, mikä kuitenkin on negatiivista vain lehtineen myytävässä nippuretiisissä (Merz 1989). Sipulien keskipaino ja lukumäärä hehtaaria kohti kasvoivat käytettäessä harsokatteita tai reiätettyä muovikatetta (Mansour & Hemphill 1987).

Häselin ja Konradin (1987) mukaan verkkokatte sopii erityisen hyvin seuraaville kasveille: retikka, retiisi, parsakaali, kiinan-kaali, kyssäkaali, porkkana, valkosipuli, kukka- ja valkokaali, selleri, persilja, palsternakka ja papu.

4 Viljelytekniikka ja taloudellisuus

4.1 Viljelytekniikka

Viljelytekniikassa tulisi kiinnittää huomiota katteiden levitykseen, kiinnitykseen sekä levitys- ja poistoajankohtaan. Lisäksi olisi suunniteltava, miten lannoitus, torjunta-aineiden levitys tai sadetus onnistuvat par-

haiten. Katteiden liikuttaminen kesken kasvukauden voi vahingoittaa sekä katteita että viljelykasvia ja päästää hyönteisiä katteiden alle. Viljelytoimenpiteet olisi pyrittävä suorittamaan ennen katteiden levitystä, niiden poiston jälkeen tai ne olisi keskitettävä mahdollisimman paljon yhteen kertaan, jos katteita poistetaan kasvukauden aikana.

Lämpiminä kesinä lämpötila katteiden alla voi nousta liian korkeaksi. Tämän vuoksi olisi hyödyllistä seurata lämpötilaa ja kosteutta katteiden alla, jotta liian korkean lämpötilan haitoilta vältyttäisiin.

Katteiden poistoajankohta on määriteltävä kasvin kasvuvaiheen tai tuholaisen lento-ajan mukaan. Katteiden tulisi olla paikallaan vähintään niin kauan kuin kasvien kehitys riippuu lämpötilasta. Kasvun muuttuessa riippuvaiseksi säteilystä olisi kate poistettava, jotta kasvu ei vähenisi säteilyn vähäisyyden takia (Benoit & Ceustermans 1990). Eri lajeilla ja lajikkeilla katteiden poiston optimaalinen kasvuajankohta vaihtelee. Esimerkiksi kerivillä salaateilla ja kiinankaalilla ensimmäisten 15–20 lehden kehitys on lämpötilasta riippuvaista. Lehtisalaateilla ei kerimistä tapahdu, joten harson poistamisen ajankohta ei ole niin tarkka. Porkkanoilla kehittyvät noin 3 lehteä niiden lämpötilaherkällä jaksolla. Harso olisi poistettava silloin, kun vuorokauden keskilämpötila nousee yli 25 °C katteen alla, sillä jos katetta pidetään liian kauan paikoillaan, lehdet kehittyvät juurten kustannuksella (Benoit 1994). Kaalikärpäsen torjunnassa saatiin hyvä tulos, kun harso- ja verkkokatteet poistettiin 4–5 viikkoa ennen sadonkorjuuta. Kaalin harso- ja verkkokatteiden poisto-aika ei vaikuttanut kaalin keskipainoon (Steene et al. 1992). Porkkanan katteet poistetaan 4 viikkoa ennen korjuuta, koska sen jälkeen porkkanakärpäsen ei enää aiheuta näkyvää vahinkoa (Häseli & Konrad 1987).

Kate olisi kiinnitettävä tiukasti maahan, jotta tuuli ei repisi sitä ylös ja hyönteiset pääsisi tunkeutumaan sen alle. Merzin (1989) mukaan kiinnitettäessä kate tiukasti maahan joka kohdasta kaalikärpäsen tuhot jäivät retiisillä 0–1 %:iin, kun taas kiinni-

tettäessä kate vain sieltä täältä tuho oli 3–4 %. Katteiden reunat likaantuvat ja repeävät helposti kiinnitettäessä ne maahan esimerkiksi lapioimalla multaa reunojen päälle. Kiinnittämisessä tulisikin käyttää painoja, jotka on helppo asettaa ja poistaa katteen reunoilta. Yksi tulevaisuuden viljelytekniinen vaihtoehto onkin kaistaviljely. Kaistaviljelyssä katteilla peitetyt viljelykaistat vuorottelisivat esimerkiksi nurmea kasvavan kapean kaistan kanssa. Tämä 'suojakaista' mahdollistaisi katteiden paremman ja puhtaamman kiinnityksen sekä viljelytoimenpiteiden tarvitseman traktorilla ajon katteiden välistä.

Harso- ja erityisesti verkkokatteet läpäisevät vettä kohtuullisen hyvin, joten osa lannoituksesta ja torjunta-aineiden levityksestä voitaneen hoitaa sadetuksen yhteydessä. Suurin osa lannoituksesta ja rikkakasvien perustorjunta olisi kuitenkin tehtävä ennen katteen levitystä.

Katteet olisi säilytettävä kuivassa ja ilmavassa paikassa talven aikana. Pakkasen vaikutusta katemateriaalien kestävytyteen ei ole tutkittu.

4.2 Taloudellisuus

Katteiden käytöstä päätettäessä ja materiaalia valittaessa tulisi etsiä tasapainoa oletettavan hyödyn ja riskin välillä yhdessä materiaali- ja levityskustannusten kanssa (Waterer 1992). Suurin taloudellinen hyöty katteista on perinteisesti saatu aikaisesta sadosta, ei niinkään kokonaissadon lisääntymisestä (Loy & Wells 1982, Waterer 1992, Hochmuth et al. 1993). Tulevaisuudessa tuholaiden torjunta-ainekustannusten pienemiseen ja integroidusta tai luonnonmukaisesta tuotannosta saatavaan lisäarvoon kiinnitettäneen enemmän huomiota.

Huolimatta katteiden investointi- ja työkustannuksista niiden käytön on todettu olevan taloudellista. Esimerkiksi Kanadassa paprikan viljelyssä aikaisen sadon lisäarvo peittää katteen kustannukset selvästi (Waterer 1992). Yhdysvalloissa harsokatteet maksavat 3000–4000 \$/ha ja katteiden las-

ketaan kestävän vähintään 3 kasvukautta. Kaupallisella viljelmällä tehdyssä kokeessa 12 työntekijää kulutti 45 min katteen levittämiseen yhdelle hehtaarille (Hochmuth et al. 1993). Saksalaisen tutkimuksen mukaan verkon tai harson käytön perustamiskustannukset ovat 1,18 DM/m², jota pidetään vielä taloudellisena vaihtoehtona pestisidien käytölle (Richter et al. 1989).

Katteiden käytön taloudellisuuteen vaikuttaa paljon niiden kestävyys, johon katteiden käsittelyllä ja talven yli säilytyksellä voidaan hieman vaikuttaa. Levityksen koneellistaminen on mahdollista suuremmilla viljelyksillä.

Suomessa muovikatteen maksavat noin 0,9–1,5 mk/m², harsokatteen 0,70–2 mk/m² ja verkkokatteen 6–8 mk/m².

5 Johtopäätökset

Kasvuston katteet ovat vakiintuneet osaksi viileän ilmaston vihannesten viljelyä. Katteiden avulla on saatu huomattavia sadonlisäyksiä ja ne ovat tarjonneet uusia mahdollisuuksia ympäristöystävälliseen hyönteisten torjuntaan. Katteiden kehittäminen ei kuitenkaan ole vielä ohi, ja uusille materiaaleille on esitettävä uusia vaatimuksia.

Katteiden käyttö lämpötilan nostamiseen ja hallantorjuntaan hyödyttää erityisesti varhais- ja erikoisvihannesten viljelyä Suomen kasvuoloissa, jotka ovat useille kasveille selviytymisen ääriolosuhteita. Kasvuston katteilla voidaan varmistaa lyhyen kasvukauden sato huonoinakin vuosina. Katteiden varjostuksella on Suomessa pitkän päivän ansiota pienempi merkitys kuin eteläisimmissä maissa. Ekologiselle tuotannolle katteet luovat uusia mahdollisuuksia. Esimerkiksi porkkanakemppien torjunta luonnonmukaisten menetelmien ja aineiden avulla on ollut lähes mahdotonta. Verko- ja harsokatteilla kasvusto voidaan suojata lähes täysin tuhohyönteisiltä.

Kattemateriaalit ovat kehittyneet parin vuosikymmenen aikana paljon. Polyeteeni-

muovikatteen on suurelta osin korvattu harsokatteilla, joilta verkot valtaavat osuutta tulevaisuudessa. Teollisuus kehittää uusia materiaaleja, jotka toivottavasti ovat kestävämpiä kuin nyt tarjolla olevat harsot ja verkot. Tulevaisuudessa huomiota olisi kiinnitettävä entistä enemmän katteiden kierrätykseen ja ympäristöystävällisiin hävittämismenetelmiin sekä mahdollisuuteen valmistaa niitä kierrätysmateriaalista. Lisäksi olisi pyrittävä kehittämään katteita myös luonnonmateriaaleista kuten esimerkiksi pellava- tai hampukkuiduista. Uusien materiaalien valinnassa olisi huomioitava niiden auringonsäteilyn ja veden sekä samalla torjunta-aineiden läpäisyys. Toisaalta joka tarkoitukseen käytettävät 'yleiskatteet' vähenevät, ja katteiden ominaisuuksia kehitettäneen niiden käyttötarkoitusta (esimerkiksi hyönteisten- tai hallantorjunta tai lämpöolosuhteiden parantaminen) silmällä pitäen.

Katteiden käyttö on työvoimavaltaista, joten katteen levitys ja poistaminen olisi pyrittävä koneellistamaan. Katteiden kestävyys on myös tässä avainasemassa, sillä tehokkaassa viljelyssä katteiden olisi kestävä traktorilla ajo niiden päältä. Lisäksi katteen olisi oltava helposti puhdistettava.

Katetutkimus on keskittynyt suurelta osin satotuloksia vertailevaan tutkimukseen. Hyvin vähän on perehdytty siihen, miksi katteet lisäävät satoa. Katteen alla olevasta mikroilmastosta on tutkittu lähinnä ilman ja maan lämpötilaa. Sen sijaan muiden kasvutekijöiden kuten kosteuden, säteilyn ja lämpösomman vaikutuksia on tutkittu vähän. Näiden selvittäminen pitkällä koesarjoilla on lähinnä katteiden valmistajien tehtävä. Soveltavan tutkimuksen aikaa ja vaivaa säästettäisiin, jos katteiden valmistajien katteista määrittelemät tekniset tiedot olisivat tarkasti tutkijoiden käytettävissä.

Ennen kuin katteilla voidaan hallita kasvua tietoisesti ja toivottuun suuntaan, olisi mallitettava tavallisimpien viljelykasvien kasvu. Jos lisäksi katteiden vaikutukset kasvutekijöihin tiedettäisiin tarkasti, olisimme jo suuren askeleen lähempänä täsmällistä kasvunhallintaa.

Kirjallisuus

- Adams, R.G. Ashley, R.A. & Brennan, M.J.** 1990. Row covers for excluding insects pests from broccoli and summer squash plantings. *Journal of Economic Entomology* 83 (3): 948–954.
- Aflatuni, A.** 1988. Herbisidien käyttö kaalin harsoviljelyssä. Pro gradu -työ. Helsinki: Helsingin yliopisto. 62 p.
- Albright, L.D., Wolfe, D. & Novak, S.** 1989. Modeling row cover effect on microclimate and yield: II. Thermal model and simulations. *Journal of American Society of Horticultural Science* 114(4): 569–578.
- Benoit, F.** 1994. Use of plastics in ecologically sound vegetable production in the open field. *Acta Horticulturae* 371: 235–243.
- & **Ceustermans, N.** 1980. Morphogenesis of early lettuce under temporary direct cover of perforated plastics sheetings. *Plasticulture* 46: 19–29.
- & **Ceustermans, N.** 1985. Unsupported covering with perforated plastics films for growing spring vegetables: a review. *Plasticulture* 67: 43–48.
- & **Ceustermans, N.** 1987. Advancing the harvest of bolt-sensitive endive by means of temporary single and double direct plant covering. *Plasticulture* 73: 4–8.
- & **Ceustermans, N.** 1990. Effect of the removal of the two direct cover sheetings (DC) on the development of carrots (*Daucus carota* L.). *Acta Horticulturae* 267: 29–36.
- & **Ceustermans, N.** 1992. Ecological vegetable growing with plastics. *Plasticulture* 95: 11–20.
- & **Ceustermans, N.** 1994a. Ecological leek growing with plastic. *Acta Horticulturae* 371: 261–267.
- & **Ceustermans, N.** 1994b. Ecological growing of leeks with plastic. *Plasticulture* 101 (1): 45–49.
- , **Ceustermans, N. & Calus, A.** 1982. Morphogenesis of early carrots (*Daucus carota* L.) under temporary flat cover of perforated plastics sheetings. *Plasticulture* 54: 23–17.
- , **Ceustermans, N. & Calus, A.** 1983. The influence of the interaction between the degree of perforation of the plastics sheeting and the period of flat covering on the morphogenesis of early carrots. *Plasticulture* 58: 11–17.
- Bonanno, A.R. & Lamont, W.J. Jr.** 1987. Effect of polyethylene mulches, irrigation method, and row covers on soil and air temperature and yield of muskmelon. *Journal of American Society of Horticultural Science* 112(5): 735–738.
- Cerne, M.** 1994. Different agrotexiles for direct covering of pickling cucumbers. *Acta Horticulturae* 371: 247–252.
- Costa, H.S., Johnson, M.W. & Uilman, D.E.** 1994. Row covers effect on sweetpotato whitefly (*Homoptera: Aleyrodidae*) densities, incidence of silverleaf, and crop yield in zucchini. *Journal of Economic Entomology* 87 (6): 1616–1621.
- Davies, J.S. & Hembry, J.K.** 1994. Weed control strategies under film crop covers. *Acta Horticulturae* 371: 283–287.
- Decoteau, D.R. & Hatt-Graham, H.A.** 1997. Day-long alterations of the photomorphogenic light environment affect young watermelon plant growth: implications for use with rowcovers. *HortTechnology* 7(3): 261–264.
- Emmert, E.M.** 1955. Results of research in 1955. 68th Annual Report of Kentucky Agricultural Experimental Station (Ref. Wolfe et al. 1989. Modeling row cover effects on microclimate and yield: I. Growth response of tomato and cucumber. *Journal of American Society of Horticultural Science* 114(4): 562–568.
- Endersby, N.M., Morgan, W.C., Stevenson, B.C. & Waters, C.T.** 1992. Alternatives to regular insecticide applications for control fo Lepidopterous pests of *Brassica oleracea* var. capitata. *Biological Agriculture and Horticulture* 8: 189–203.
- Espinoza, H.R. & McLeod, P.J.** 1994. Use of row cover in cantaloupe (*Cucumis melo* L.) to delay infection of aphid-transmitted viruses in Honduras. *Turrialba* 44 (3): 179–183.
- Ester, A., Zande, Van De J.C. & Frost, A.J.P.** 1994. Crop covering to prevent pest damage to field vegetables, and the feasibility of pesticides application through polyethylene nets. Proceedings - Brighton Crop Protection Conference, Pest and Diseases, Brighton, UK, 21.–24.11.1994. Bracknell, British Crop Protection Council, BCPC Publications. 2: 761–766.
- Felczynski, K.** 1994. Plant and soil covers in direct seeded and transplanted sweet corn. *Acta Horticulturae* 371: 317–321.

- Fölster, E.** 1989. Auch bei Netzabdeckung auf Fruchtfolge achten! *Deutscher Gartenbau* 11: 688.
- Gaye, M.M. & Maurer, A.R.** 1991. Modified transplant production techniques to increase yield and improve earliness of Brussels sprouts. *Journal of American Society of Horticultural Science* 116(29): 210–214.
- Gent, M.P.N.** 1990. Factors affecting harvest date of tomato grown under floating row cover. *Applied Agricultural Research* 5(2): 112–118.
- Guttormsen, G.** 1990. The effect of various types of floating films on the temperatures and vegetable yield. *Acta Horticulturae* 267: 37–44.
- Hall, B.J. & Besemer, S.T.** 1972. Agricultural plastics in California. *HortScience* 7(4): 373–378.
- Hamamoto, H.** 1992. Effects of environment under floating row cover on spinach growth. *Journal of Agricultural Meteorology* 48 (3): 247–255.
- Hamasaki, T. & Okada, M.** 1992. Relative growth rate as an index for evaluating environmental effects on vegetable seedling growth. *Acta Horticulturae* 319: 469–472.
- Hemphill, D.D. Jr & Crabtree, G.D.** 1988. Growth response and weed control in slicing cucumbers under row covers. *Journal of American Society of Horticultural Science* 113 (1): 41–45.
- & **Mansour, N. S.** 1986. Response of muskmelon to three floating row covers. *Journal of American Society of Horticultural Science* 111(4): 513–517.
- Hochmuth, G.J., Locascio, S.J., Kostewicz, S.R. & Martin, F.G.** 1993. Irrigation method and row-cover use for strawberry freeze protection. *Journal of American Society of Horticultural Science* 118(5): 575–579.
- Häseli von A. & Konrad, P.** 1987. Schädlingsbefall-regulierung mit Netzen. *Gemüse* 7: 320–324.
- Jenni, S., Cloutier, D.C., Bourgeois, G. & Stewart K.A.** 1996. A heat unit model to predict growth and development of muskmelon to anthesis to perfect flowers. *Journal of American Society of Horticultural Science* 121 (2): 274–280.
- Jolliffe, P.A. & Gaye, M.-M.** 1995. Dynamics of growth and yield component responses of bell peppers (*Capsicum annuum* L.) to row cover and population density. *Scientia Horticulturae* 62: 153–164.
- Konrad von, P. & Schächtle, D.** 1985. Alternative bekämpfung der kohlfiege. *Gemüse* 7: 300–302.
- Kunicki, E., Cebula, S., Libik, A. & Siwek, P.** 1996. The influence of row cover on the development and yield of broccoli in spring production. *Acta Horticulturae* 407: 377–383.
- Libik, A. & Siwek, P.** 1994. Changes in soil temperature affected by the application of plastic covers in field production of lettuce and watermelon. *Acta Horticulturae* 371: 269–273.
- Loy, J.B. & Wells, O.S.** 1982. A comparison of slit-tyed polyethylene and spunbonded polyester for plant row covers. *HortScience* 17 (3): 405–407.
- Mansour, N.S. & Hemphill, D.D.** 1987. Bunching onion response to three floating row covers. *HortScience* 22(2): 318–319.
- Merz, F.** 1989. Vergleich zwischen der Ausbringung von insektiziden Granulaten und dem Einsatz von Kulturschutznetzen gegen Kohlfiegen (*Delia radicum*) in Rettich. *Gesunde Pflanzen* 1989: 78–80.
- Motsenbocker, C.E. & Bonanno, A.R.** 1989. Row cover effects on air and soil temperatures and yield of muskmelon. *HortScience* 24(4): 601–603.
- Natwick, E.T. & Laemmlen, F.F.** 1993. Protection from phytophagous insects and virus vectors in honeydew melons using row covers. *Florida Entomologist* 76 (1): 120–126.
- Netze und Vliese gegen Gemüsefliegen. 1987. *Deutscher Gartenbau* 4: 206–213.
- Orozco-S, M., Lopez-A, O., Perez-Z., O. & Delgadillo-S, F.** 1994. Effect of transparent mulch, floating row covers and oil sprays on insect populations, virus diseases and yield of cantaloup. *Biological Agriculture and Horticulture* 10: 229–234.
- Peterson, R.H. & Taber, H.G.** 1991. Tomato flowering and early yield response to heat buildup under rowcovers. *Journal of American Society of Horticultural Science* 116(2): 206–209.
- Pollard, J.E. & Cundari, C.M.** 1988. Overwintering strawberry plants under rowcovers increases fruit production. *HortScience* 23(2): 332–333.
- Pritts, M.P., Worden, K.A. & Eames-Sheavly, M.** 1989. Rowcover material and time of application and removal affect ripening and yield of strawberries. *Journal of American Society of Horticultural Science* 114(4): 531–536.

- Richter von, M., Krauthausen, H.J. & Ziegler, J.** 1989. Großflächiger Einsatz von Kultrschutzzetzen zur Abwehr des Kohlfliiegenbefalls (*Delia radicum*) an Rettich. *Gesunde Pflanzen* 1989: 81–82.
- Rumpel, J.** 1994. Plastic and agrotexile covers in pickling cucumber production. *Acta Horticulturae* 371: 253–259.
- & **Grudzien, K.** 1990. Suitability of nonwoven polypropylene for a flat covering in sweet pepper cultivation. *Acta Horticulturae* 267: 53–58.
- Soltani, N., Anderson, J.L. & Hamson, A.R.** 1995. Growth analysis of watermelon plants grown with mulches and rowcovers. *Journal of American Society of Horticultural Science* 120 (6): 1001–1009.
- Steene, F. van de, Benoit, F, Ceustermans, N.** 1992. The use of covers to reduce cabbage root fly and caterpillar damage in white cabbage crops. *Bulletin OILB SROP* 15(4): 155–167.
- Tanner, C.B.** 1974. Microclimatic modification: Basic concepts. *HortScience* 9 (6): 3–8.
- Teitel, M., Peiper, U.M. & Zvieli, Y.** 1996. Shading screens for frost protection. *Agricultural and Forest Meteorology* 81 (3-4): 273–286.
- Thorhaug, F.** 1981. Netbeskyttelse af grønsager mod flyvende skadedyr. *Statens Planteavlsvforsøg Meddelse nr. 1589*. 4 p.
- , **Hansen, H. & Henriksen, K.** 1990. Dækning af kinakål (*Brassica pekinensis*) med net som beskyttelse mod skadedyr. *Tidsskrift for Planteavl*. 94: 307–311.
- Tiilikkala, K., Ketola, J. & Taivalmaa, S.-L.** 1996. Monitoring and threshold values of the carrot psyllid. *IOBC/WPRS Bulletin* 19,11: 18–24.
- Trinka, D.L. & Pritts, M.P.** 1992. Micropropagated raspberry plant establishment response to weed control practise, row cover use, and fertilizer placement. *Journal of American Society of Horticultural Science* 117(6): 874–880.
- Waggoner, P.E.** 1958. Protecting plants from the cold. The principles and benefits of plastics shelters. *Connecticut Agricultural Experimental Station Bulletin* 614. (Ref. Wolfe et al. 1989. Modeling row cover effects on microclimate and yield: I. Growth response of tomato and cucumber. *Journal of American Society of Horticultural Science* 114(4): 562–568.)
- Waterer, D.R.** 1992. Influence of planting date and row covers on yields and crop values for bell peppers in Saskatchewan. *Canadian Journal of Plant Science* 72: 527–533.
- 1993. Influence of planting date and row covers on yield and economic value of muskmelon. *Canadian Journal of Plant Science* 73: 281–288.
- Wells, O.S. & Loy, J.B.** 1985. Intensive vegetable production with row covers. *HortScience* 20(5): 822–826.
- West, J. & Peirce, L. C.** 1988. Yields of tomato phenotypes modified by planting density, mulch, and row covers. *HortScience* 23(2): 321–324.
- Wolfe, D.W., Albright, L.D. & Wyland, J.** 1989. Modeling row cover effects on microclimate and yield: I. Growth response of tomato and cucumber. *Journal of American Society of Horticultural Science* 114(4): 562–568.

Julkaisun sarja ja numero
Maatalouden tutkimuskeskuksen julkaisuja.
Sarja B 15

Julkaisuaika (kk ja vuosi)
Lokakuu 1998

Tekijä(t)
Sanna-Liisa Taivalmaa

Tutkimushankkeen nimi

Toimeksiantaja(t)
Maatalouden tutkimuskeskus

Nimike

Kasvuston katteet ja niiden vaikutus kasvutekijöihin

Tiivistelmä

Kasvuston kate on muovikelmu, harso tai verkko, joka levitetään kasvuston päälle suoraan tai tuettuna vanteilla tunnelik-si. Katteiden avulla kasvuolosuhteet tehdään viljelykasveille avomaata edullisemmiksi alueilla, joissa kasvua rajoittavat lyhyt kasvukausi, matalat lämpötilat tai hallat. Katteiden kaupallinen kehittäminen aloitettiin 1970-luvulla, josta lähtien ne ovat olleet tutkimuksen kohteina eri puolilla pohjoista pallonpuoliskoa. Muovikatteet on valmistettu polyeteenistä, harsokatteet polyesteristä tai -propyleenistä ja verkkokatteet polyeteenistä, polypropyleenistä tai polyamidi-polypropyleeniseoksesta.

Katteilla voidaan vaikuttaa kasvuston säteily-, lämpötila- ja kosteusolosuhteisiin sekä ilman liikkeisiin. Katteiden vaikutus vuorokauden ilman korkeimpiin lämpötiloihin on huomattavan suuri, sen sijaan mataliin lämpötiloihin niiden vaikutus on pieni. Maan lämpötiloihin katteiden vaikutus on päinvastainen. Ne eivät juurikaan nosta maan lämpötilan vuorokauden korkeimpia arvoja vaan matalimpia.

Ilman ja maan kosteus lisääntyvät katteen alla. Maanpinnan kuorettuminen, tuulen aiheuttama kuivuminen ja eroosio ovat katteen alla pienempiä kuin avomaalla. Katteet läpäisevät auringonsäteilystä noin 70–90 %. Polyeteenimuovikat-teet läpäisevät säteilyä harso- ja verkkokatteita enemmän.

Katteet lisäävät huomattavasti vihannesten kasvua ja varhaissatoa, jolla on suuri rahallinen arvo. Viljelykasvi, lajike, kate-materiaali, viljelyalue, kasvukausi ja viljelytekniikka vaikuttavat siihen, miten paljon katteet edistävät kasvua. Katteet suojaavat kasvustoa yleensä -1 – -4 °C pakkaselta tyydyttävästi.

Harso- ja verkkokatteita on käytetty menestyksellisesti tuholaisten kuten kaali- ja porkkanakärpäsen, porkkanakem-pin ja kirvojen torjunnassa. Verkkokatteet, joiden alla lämpötila ei nouse niin korkeaksi kuin harso- ja muovikatteiden alla, ovat tulevaisuudessa yhä merkityksellisempiä tuholaisten torjunnassa sekä tavanomaisessa että IP- ja luomuviljelyssä.

Katteiden käyttäjien olisi syytä panostaa viljelyn suunnitteluun, jotta katteiden levitys ja poisto olisi nopeaa. Katteiden materiaalien kehittämisessä olisi huomioitava entistä enemmän katteiden ympäristöystävälliset hävitys- ja kierrätysme-netelmät. Tulevaisuudessa olisi katteiden kasvutekijöitä muuttavien vaikutusten tutkimuksen lisäksi mallitettava yleisimpien viljelykasvien kasvu, jotta sitä voitaisiin katteiden avulla hallita halutulla tavalla.

Avainsanat

harso, kasvuolosuhteet, kate, verkko, vihannesviljely

Toimintayksikkö

Maatalouden tutkimuskeskus, Kasvituotannon tutkimus, Vihanneskoepaikka, Hyrkö-läntie 122, 32810 Peipohja.

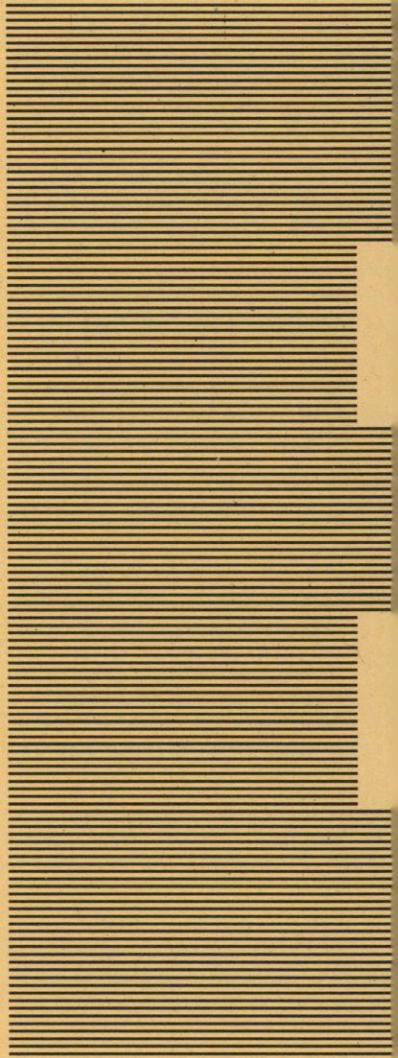
ISSN 1238-9943 ISBN 951-729-522-7

Tuloksia voi soveltaa luomu-viljelyssä

Myynti: MTT tietopalveluyksikkö, 31600 JOKIOINEN
Puhelin (03) 4188 7502
Telekopio (03) 4188 339

Sivuja
19 s.

Hinta



Yliopistopaino
Helsinki 1998
ISBN 951-729-522-7
ISSN 1238-9943