

*Maatalouden
tutkimuskeskuksen
julkaisuja*

S A R J A A

21

Anja Kaunisto

**Kurjenkellon ja
päivänkakkaran
kilpailukyky punanata-
pohjaisilla kedoilla**

Anja Kaunisto

*Maatalouden tutkimuskeskus, Laukaan tutkimus- ja valiotaimisema,
41330 Vihtavuori, puh. (014) 633 740*

Kurjenkellon ja päivänkakkaran kilpailukyky punanata- pohjaisilla kedoilla

**Competitiveness of peachleaved bellflower
and daisy in red fescue meadows**

Maatalouden tutkimuskeskus

ISBN 951-729-488-3

ISSN 1238-9935

Copyright

Maatalouden tutkimuskeskus (MTT) 1997

Julkaisija

Maatalouden tutkimuskeskus (MTT), 31600 Jokioinen

Jakelu ja myynti

MTT, tietopalveluyksikkö, 31600 Jokioinen

Puh. (03) 41 881, telekopio (03) 418 8339

Painatus

Vammalan Kirjapaino Oy, 1997

Sisäsivujen painopaperille on myönnetty pohjoismainen joutsenmerkki.

Kansimateriaali on 75-prosenttisesti uusiokuitua.

Tiivistelmä

Avainsanat: päivänkakkara, kurjenkello, punanata, kedot, kilpailukyky, viherrakennus

Tutkimuksessa selvitettiin kahden kukkakasvin, kurjenkellon (*Campanula persicifolia* L.) ja päivänkakkaran (*Leucanthemum vulgare* Lam.) kilpailukykyä punanatapohjaisessa (*Festuca rubra* L.) nurmessa. Tutkimuksen lähtökohtana oli tarve selvittää viherrakentamiseen sopiva heinä-kukkakasvi suhde. Heinät ja kukkakasvit kilpailevat yhteisistä resursseista. Nopeakasvuisemmat heinät saattavat tukahduttaa kukkakasvien taimet, jos heinä on kylvetty liian tiheäksi.

Tutkimukseen valittiin pohjaheinäksi punanata, koska se on viherrakentamisessa yleisesti käytetty laji. Punanatalajikkeita otettiin mukaan kaksi kasvutavaltaan eroavaa kotimaista jalostetta: lyhytrönsyinen 'Juliska' ja rönsytön 'Näpsä'. Punanataa kylvettiin koalueelle koneellisesti kylvötiheydellä 5 kg/ha. Päivänkakkaran ja kurjenkellon taimet esikasvatettiin ja istutettiin, jotta kukkakasvin taimia saatiin haluttu määrä koeruutuihin. Kurjenkellon taimia istutettiin 25, 50, 75 tai 100 ja päivänkakkaraa 25, 50 tai 75 taimea/neliömetrin osaruutu. Rikkakasvit hävitettiin torjunta-aineella tai kitkemällä.

Ensimmäisenä vuonna kukkakasvit eivät kehittyneet taimivaihetta pidemmälle, eikä kilpailun vaikutusta voitu vielä tutkia. Toisena kasvukautena päivänkakkara ja punanata kasvoivat hyvin, mutta kurjenkello kehittyi heikosti. Kilpailua havainnoitiin mittaamalla ruuduista heinän ja kukkakasvien korkeudet, arvioimalla niiden peittävyudet sekä punnitsemalla kuivabiomassat. Kurjenkelloruuduissa näkyi muutamaa poikkeusta lukuunottamatta vain heinää. Päivänkakkaruuduissa kukkakasvin peittävyys oli useimmiten yli 90 %, joten heinän peittävyys jäi alhaiseksi. Päivänkakkaralla osaruuduissa, joihin oli istutettu 50 tai 75 tainta, lajinsisäinen kilpailu rajoitti yksilöiden kasvua. Tämän perusteella 25 tainta neliömetrillä on päivänkakkaralla riittävä tiheys rehevällä kasvualustalla. Kurjenkello ei menestynyt kilpailussa edes suurimmalla kasvimäärällä/m². Jos kurjenkelloa halutaan käyttää viherrakennuskohteessa, taimia ei kannata kylvää eikä edes istuttaa tiheään heinänurmeen. Punanatalajikkeiden kilpailukyvyissä ei ollut eroa.

Abstract

Key words: daisy, peachleaved bellflower, red fescue, meadows, competition, landscaping

The ability of two flowering plants, peachleaved bellflower (*Campanula persicifolia* L.) and daisy (*Leucanthemum vulgare* Lam.), to compete with red fescue was studied to establish the optimal density of grass and flowering plants suitable for ecological landscaping. As grass and flowering plants undergo continuous competition for resources, the faster growing grass may overgrow flowering plant seedlings if the grass density has been set too high.

Red fescue was chosen for the grass cover as it is a species often used in landscaping. Two types of red fescue cultivars of domestic breed were chosen: the creeping 'Juliska' and non-creeping 'Näpsä'. Red fescue was sown by machine (5 kg/ha). The daisy and peachleaved bellflower seedlings were pre-grown and planted to secure the desired number of seedlings per sub-plot: 25, 50, 75 or 100 seedlings of peachleaved bellflower and 25, 50 or 75 seedlings of daisy per sq.m. Weeds were eradicated with herbicides or by hand.

During the first year the flowering plants

developed to rosette stage and the effect of competition could not be investigated. During the second growing season daisy and red fescue grew well but peachleaved bellflower developed poorly. Competition between the species was recorded by measuring plant height, estimating plant coverage and weighing the dry matter. With a few exceptions, only grass could be seen in the plots with peachleaved bellflower. In the daisy plots the coverage of the flowering plants was usually above 90%, while the grass cover remained low. In the daisy plots planted with 50 or 75 seedlings intraspecific competition limited individual growth. A density of 25 seedlings per sq.m is thus sufficient for daisies on fertile soil. Peachleaved bellflower did not succeed in interspecific competition, even at the highest plant density. If peachleaved bellflower is to be used in landscaping, it should not be sown or planted into dense grass. No difference in competitiveness was noted between the two cultivars of red fescue grass.

Alkusanat

Tämä tutkimus on tiivistelmä pro gradu -työstäni Jyväskylän yliopiston bio- ja ympäristötieteiden laitokselle. Tutkimus kuuluu Maatalouden tutkimuskeskuksen vuonna 1993 aloitetun tutkimusprojektin ”Suomen luonnonvaraisten kasvien siementuotannon ja käytön kehittäminen viherrakentamisen ja maisemoinnin tarpeisiin” osatutkimukseen ”ketojen ja niittyjen perustaminen”. Aloite tutkimushankkeeseen tuli vuonna 1991 Terttu ja Mikko Raatikaiselta. Tutkimus tehtiin Maatalouden

tutkimuskeskuksen ja Jyväskylän yliopiston yhteistyöprojektina. Tutkimuksen suunnittelussa auttoivat ja työtä ohjasivat Maatalouden tutkimuskeskuksen Laukaan tutkimus- ja valiotaimiaseman johtaja Marjatta Uosukainen sekä Jyväskylän yliopistolta FL Veli Saari ja FT Veikko Salonen. Lämpimät kiitokset työni ohjaajille sekä projektin tutkijalle Asko Kukkoselle. Kiitän myös Maatalouden tutkimuskeskusta siitä, että sain tarvittavat resurssit tutkimustyöni tekemiseen.

Laukaan tutkimus- ja valiotaimiasema

Anja Kaunisto

Sisällys

Tiivistelmä	3
Abstract	4
Alkusanat	5
1 Johdanto	9
2 Tutkimuksen taustaa	9
2.1 Viherrakentamisessa käytettävät keto- ja niittykasvit	9
2.1.1 Kasveilta vaadittavat ominaisuudet	9
2.1.2 Keto- ja niittyalueille sopivia lajeja	9
2.2 Kasvien välinen kilpailu	10
2.2.1 Yleistä	10
2.2.2 Kilpailutavat	11
2.2.3 Kilpailua käsittelevät mallit ja teoriat	11
2.2.4 Kasvilajien väliset erot suhteessa ympäristöön	12
3 Aineisto ja menetelmät	14
3.1 Tutkimusalue ja käytetyt kasvilajit	14
3.2 Koejärjestely	14
3.3 Nurmen kylvö	15
3.4 Kurjenkellon ja päivänkakkaran taimien esikasvatus ja istutus	15
3.5 Rikkakasvien torjunta	15
3.6 Havainnointi	16
3.6.1 Istutus-, talvi- ja jyr sijävuuriot	16
3.6.2 Korkeus- ja peittävyysmittaukset	16
3.6.3 Biomassamittaukset	16
3.7 Tulosten käsittely	16
4 Tulokset	16
4.1 Istutus-, talvi- ja myyrävuuriot	16
4.2 Korkeushavainnot	17
4.3 Peittävyyshavainnot	19
4.4 Kuivabiomassat	21
5 Tulosten tarkastelu	22
5.1 Lajien kilpailukyky	22
5.2 Kilpailukykyyn vaikuttavat ominaisuudet	23
5.2.1 Ensisijainen kilpailukohde	23
5.2.2 Itämisnopeus ja ajankohta kilpailutekijöinä	24
5.2.3 Kasvin koon vaikutus	24
5.2.4 Maaperän ravinteisuus	25
5.2.5 Niiton vaikutus kilpailutilanteeseen	25
5.2.6 Lajin sisäinen kilpailu	25

5.3 Käytäntöön soveltaminen	25
5.3.1 Päivänkakkaran istutusmäärä	25
5.3.2 Heinän kylvötiheys	26
5.3.3 Kurjenkellon ja päivänkakkaran sekä niiden sukulaislajien käyttö viherrakentamisessa	26
5.4 Jatkotutkimukset	27

Kirjallisuus	27
------------------------	----

LIITTEET

Liite 1. Kilpailukoekentän maan viljavuusanalyysi kokeen alussa vuonna 1993 ja kasvien esikasvatuksissa käytetyn kennoston tyyppi ja koko.

Liite 2. Kilpailukokeen koekenttäkaavio.

Liite 3. Kasvukauden 1994 sademäärät ja keskilämpötilat viiden vuorokauden jaksoissa Jyväskylän lentoasemalla. Lähde: Ilmatieteen laitos. Kuukausikatsaus 1994/05–10 (Kuva 1).

Kasvukauden 1995 sademäärät ja keskilämpötilat viiden vuorokauden jaksoissa Jyväskylän lentoasemalla. Lähde: Ilmatieteenlaitos/ maatalouden sääpalvelu. Kasvukauden ilmastotiedot 1995 (Kuva 2).

Liite 4. Vapon kasvuturpeet

Liite 5. Rikkakasvilajit kilpailukoalueella

1 Johdanto

Kasviyksilöiden välinen kilpailu kasvun ja lisääntymisen kannalta välttämättömistä resursseista on keskeinen kasviyhteisöjen rakentamiseen vaikuttava tekijä. Kukkakasvien ja heini- en välinen kilpailu muovaa ketojen ja niittyjen kehitystä. Kilpailun vaikutus on otettava huomioon viherrakentamisessa keto- tai niittyalueita perustettaessa, jotta lopputulos vastaisi odotuksia mahdollisimman hyvin. Kedot ja niityt ovat ekstsensivisesti hoidettavia alueita, joilla ihminen ei vaikuta kasvien välisiin vuoro- vaikutussuhteisiin yhtä paljon kuin intensiivisesti hoidetuilla alueilla. Kasvien ominaisuuksien lisäksi maaperän ravinteisuus ja kosteus ovat merkittäviä tekijöitä.

Viheralueille on kylvetty yleisesti vain heiniä ja pyrityt saamaan aikaan nurmikonomainen tiheä heinäkasvusto. Heinällä uusi alue saadaan vihertymään nopeasti. Jos heini- en lisäksi kylvetään kukkakasveja, on mahdollista saada yksipuolisten vihreiden nurmikoiden sijasta värikkäitä niittyjä. Uusi viheralue voisi olla pitkään mulloksena, jos käytettäisiin pelkkiä kukkakasveja, sillä monen kukkakasvilajin itäminen ja taimien alkukehitys on hidasta. Nopeasti kehittyvä heinä on yleensä voimakas- kasvuisempaa kuin kukkakasvit. Käytännössä tämä on osoittautunut viheralueilla ongelmal- liseksi. Jos heinää on kylvetty liian paljon suh- teessa kukkakasveihin, on vaarana, että heinä tukahduttaa kukkakasvit ja valtaa koko alueen. Ongelmana on, että siemensuhteita suunniteltaessa ei hallita lajien keskinäistä kilpailua. Yleensä kylvetään liian paljon heinää suhteessa kukkakasveihin. On selvittävää, missä suh- teessa heinää ja kukkakasveja olisi oltava, jotta kukkakasvit selviäisivät kilpailussa. Tämän tut- kimuksen lähtökohtana oli tarve selvittää vi- herrakentamisessa käytettäviin siemenseoksiin sopiva heinä-ketokukka suhde. Kilpailututki- mukseen valittiin kukkakasvilajeiksi päivän- kakkara (*Leucanthemum vulgare* Lam.) ja kurjen- kello (*Campanula persicifolia* L.) ja heinälaajiksi punanata (*Festuca rubra* L.).

Tällä tutkimuksella haluttiin selvittää, mi- ten kukkakasvit menestyvät heinänurmeen is- tutettuina, millaisia kilpailijoita lajit ovat ja

mikä olisi sopiva kukkakasvien yksilötiheys neliometriä kohti. Lisäksi haluttiin selvittää onko kahden kasvutavaltaan erilaisen, rönsy- ävän ja rönsyttömän, punanatalajikkeen kil- pailukyvyssä eroa.

2 Tutkimuksen taustaa

2.1 Viherrakentamisessa käytettävät keto- ja niittykasvit

2.1.1 Kasveilta vaadittavat ominaisuudet

Taajamissa ympäristöolot ovat kasvien kan- nalta usein epäedulliset: saasteet, maaperän ra- kenteen muutokset, kulutuspainne sekä vesita- loudessa ja mikroilmastossa tapahtuvat nopeat muutokset rasittavat kasvillisuutta. Taajamien viheralueille valittaville kasveille on asetettu vaatimuksiksi seuraavia ominaisuuksia: kilpai- lukyky, terveys, tunnettu alkuperä, esteettisyys, helppohoitoisuus, helppo lisääntyvyys tai uudis- tettavuus ja saasteiden, tuholaisten, taudinai- heuttajien sekä ilmastotekijöiden sietokyky (Kivi 1991). Keto- ja niittyalueille sopivilla kasveilla etenkin kilpailukyky ja helppo lisäänt- ävyys ovat tärkeitä.

2.1.2 Keto- ja niittyalueille sopivia lajeja

Keto- ja niittyalueiden perustaminen on viher- rakentamisessa melko uusi ilmiö. Käytettävissä oleva heinälaajikevalikoima on kehittynyt pe- rinteen viherrakentamisen tarpeisiin, mutta moni laji on käyttökelpoinen niityilläkin. Nur- mikkosiemenkauppaa ovat hallinneet viime vuosien asti ns. rehutyyppiset nurmilajit, puna- nadan (*Festuca rubra*) pitkärönsyiset tyypit sekä niitynurmikan (*Poa pratensis*) tietyt lajikkeet (Antere 1990). Rehutyyppiset lajikkeet ovat osoittautuneet nurmikkoalueilla ongelmallisi- si, mutta ekstsensivisesti hoidettaville keto- ja niittyalueille etenkin punanadan rönsyllisten tyyppien on arveltu soveltuvan hyvin (Holm 1989). Näillä alueilla rönsyllisten tyyppien har-

vasta kasvusta ei ole haittaa. Punanata ei kestä toistuvaa lyhyeksi leikkuuta, joten ekstensiivinen hoitotapa sopii lajille hyvin. Niittyurmikavaltaiset nurmiseokset kestävät kulutusta ja leikkuuta, ja ne kasvavat punanataltaisia seoksia paremmin ravinteikkailla ja hikevillä mailla (Niemeläinen & Huusela-Veistola 1989).

Punanataltaisten seosten sopivampia käyttökohteita ovat vähäravinteiset ja kuivahkot kasvupaikat, sillä punanatalajikkeet tarvitsevat vähiten lannoitusta ja ne sietävät kuivuutta (Dahlsson ym. 1987). Ravinteikkaalla kasvupaikalla punanata ei välttämättä selviä kilpailussa muiden heinälaajien kanssa, sillä Berendsen ja Elbersen (1990) kokeessa punanata oli melkein hävinnyt 10 vuoden kuluttua lannoituksen aloittamisesta. Muut heinälaajit olivat vallanneet kasvutilan lannoitetuissa ruuduissa, sen sijaan lannoittamattomissa ruuduissa punanataa oli jäljellä runsaasti. Berendsen ja Elbersen koelue oli savipohjainen heinäpelto.

Punanadan sijasta vaihtoehtoisia heiniä ovat lampaannata (*Festuca ovina* L.) tai nurmirölli (*Agrostis capillaris* L.). Valitettavasti kummankaan lajin kotimaista siementä ei ole tarjolla, joten lajeja ei otettu mukaan tähän tutkimukseen. Lampaannata kasvaa luonnonvaraisena kuivilla kasvupaikoilla ja se soveltuu käytettäväksi alueilla, joita ei lannoiteta eikä muillakaan tavoin hoideta. Lampaannadan käyttö ilmeisesti lisääntyy lähivuosina tienvarsiluiskissa ja luonnonmukaisilla viheralueilla. Nurmiröllä on luonnoniitujen yleisimpiä heiniä, ja se viihtyy niukasti lannoitetuilla kivennäismailla. Nurmiröllä sietää hyvin myös leikkuuta sekä kohtuullista kulutusta, ja se on osoittautunut voimakkaaksi kilpailijaksi (Kivi 1991). Nurmiröllä ei olisi sopinut tähän tutkimukseen kilpailukykynsä vuoksi, vaikka siementä olisi ollut saatavilla. Ruotsissa tutkijat päätyivät laajojen kenttäkokeiden perusteella suosituksiin, joiden perusteella ekstensiivisesti hoidetuille tienvarsialueille parhaita lajeja ovat punanata, jäykkänata, lampaannata, niittynurmikka, nurmiröllä, rönsyröllä ja timotei (Statens vägverk 1980).

Keto- ja niittyalueille sopivia kukkakasvilajeja on kymmeniä. Käyttökohteen mukaan voidaan valita kuivalle tai kostealle alueelle so-

pivia korkeita tai matalia lajeja. Lajien siementuotanto-ominaisuudet vaikuttavat merkittävästi käytettävissä olevaan lajivalikoimaan, sillä viherrakentamisessa käytettävien lajien siementä on oltava runsaasti tarjolla. Siementuotantoon sopivia lajeja on etsitty Maatalouden tutkimuskeskuksessa valintakokeella (Kaunisto ym. 1997). Koelueella monet luonnonkasvit ovat menestyneet hyvin viljelyssä.

2.2 Kasvien välinen kilpailu

2.2.1 Yleistä

Kilpailu on yksilöiden välistä vuorovaikutusta, jonka aiheuttaa yhteisten resurssien rajallinen tarjonta ja joka johtaa yksilöiden elinkyvyn, kasvun ja lisääntymisen heikkeneemiseen. Kasvipopulaatiot selviytyvät kilpailussa parhaiten olosuhteissa, jotka vastaavat populaation alkuperää sekä maantieteellisen sijainnin että ravinteisuuden suhteen (Snaydon 1971, Eagles 1972, Helgadóttir & Snaydon 1985).

Kasvilajien välinen kilpailu kohdistuu samoihin resurssihin kuin lajien sisäinen kilpailu: tilaan, valoon, veteen ja ravinteisiin. Kuitenkin lajien välinen kilpailu on aina monimutkaisempaa kuin lajien sisäinen, koska eri lajeilla on erilaiset ravinnevaatimukset, erilaiset kasvumallit, erilaiset vasteet ympäristöolosuhteisiin ja lisäksi kasvit muokkaavat naapuriensa ympäristöä (Firbank & Watkinson 1990). Kasviyksilön menestyminen on seurausta sen kyvystä ottaa ja hyödyntää resursseja. Kilpailun vuoksi tietyn lajin runsas esiintyminen ja sille suotuisimmat kasvupaikat eivät aina satu yhteen. Monet heikot kilpailijat voivat kasvaa luonnossa vain sellaisilla kasvupaikoilla, missä muut kasvit eivät pysty kasvamaan. Rehevämmällä, kilpailusta vapaalla alustalla heikot kilpailijat kasvavat tuuheammiksi sekä kukkivat ja siementävät runsaammin kuin luonnonkasvupaikoilla.

Kilpailua on useimmiten tutkittu kahden lajin seoksissa (esim. Black 1960; Firbank & Watkinson 1985). Luonnossa kahden lajin vä-

linen kilpailutilanne on poikkeus, lajit kasvavat yleensä monilajisissa yhteisöissä. Kahden lajin kilpailukyvyt voivat muuttua hyvin selvästi, jos kokeeseen otetaan mukaan kolmas laji (Frankow-Lindberg 1985).

2.2.2 Kilpailutavat

Kasveilla on erilaisia kilpailutapoja. Lajien välinen vuorovaikutus voi olla suoraa tai epäsuoraa. Connell (1990) jakaa kilpailutavat seuraavasti:

1. Suora häiriö, esimerkiksi allelopatia tai mekaaninen vaurioitus (oksat tuulessa ym.).
2. Epäsuora vuorovaikutus yhteisten resurssien käytön vuoksi. Kasvit vaikuttavat välittäjien, esimerkiksi ravinteiden tai pölyttäjien, runsauteen (Golberg, 1990). Kasvien vaikutus resursseihin on selvin resurssien vähetessä niiden oton vuoksi. Oton vaikutuksen suuruus resursseihin vaihtelee kasvin koon ja resurssien yksikkökohtaisen ottonopeuden mukaan. Resurssien ottonopeuden määräävät kasvin fysiologinen aktiivisuus sekä juurien ja lehtien (eli resurssien hankkimisorganismien) sijainti ja kasvin niihin sijoittamien resurssien määrä (Golberg 1990).
3. Kilpailu, joka aiheutuu vuorovaikutuksesta yhteisten luontaisten vihollisten kanssa.
4. Kilpailu, joka aiheutuu lajien välisestä positiivisesta vuorovaikutuksesta. Tällöin kyseessä on vähintään kolmen lajin vuorovaikutussuhde, jossa kahden lajin välillä on positiivinen vuorovaikutus (esim. hernekasvi edesauttaa toisen tyyden saantia) ja hyötynestä lajista on haittaa kolmannelle (esim. varjostus).

Kasvien välisiä kilpailusuhteita on luokiteltu symmetrisiksi ja epäsymmetrisiksi. Epäsymmetrinen eli yksipuolinen kilpailu merkitsee sitä, että pienen kasvin vaikutus suureen kasviin on melko merkityksentöntä, kun taas suuri kasvi vaikuttaa pieneen kasviin suhteessa enemmän kuin sen koko edellyttäisi (Thomas & Weiner 1989). Termiä symmetrinen (eli kaksipuolinen) kilpailu on käytetty kuvaamaan kahta tilannetta: 1. Absoluuttinen symmetria - kilpailutavat resurssit on jaettu tasan kilpaillevien yksilöiden kesken (Pacala & Silander 1985). 2. Suhteellinen symmetria - naapurin

vaikutus on suhteessa naapurin kokoon (Ross & Harper 1972). Thomaksen ja Weinerin (1989) tutkimustulokset tukevat oletusta, että suhteellisen yksipuolinen naapuristokilpailumalli selittää enemmän vaihtelua kasvin kasvussa kuin kaksipuoliset mallit. Kasvien välinen kilpailu on usein yksisuuntaista. Yksisuuntaisuus johtuu ensisijaisesti valokilpailusta (Weiner & Thomas 1986). Resurssikilpailu ei ole täysin symmetristä tai epäsymmetristä.

2.2.3 Kilpailua käsittelevät mallit ja teoriat

Kasvien välisen kilpailun tunnetuimmat mallit ovat luoneet De Wit, Tilman ja Grime. De Witin (1960) mallin oletuksena on, että naapurit eivät vaikuta kasvin kasvuun. De Witin mukaan perusyhtälö toteutuu vain, jos kilpailevat kasvit kehittyvät samanaikaisesti ja niiden kasvukäyrät ovat samanmuotoisia. Mallia on käytetty korvaussarjakokeissa, ja se sopii myös kokeisiin, joissa kasvien kokonaistiheys vaihtelee.

Tilmanin (1977) mukaan hyvä kilpailukyky tietystä resurssista rajoittaa kilpailukykyä jostakin toisesta resurssista. Hänen teoriansa mukaan kilpailu tuottamattomissa habitaateissa on ensisijaisesti kilpailua maaperän resurssista, koska kasvien biomassassa on riittämätön aiheuttamaan valokilpailua. Toisaalta kilpailu tuottavissa habitaateissa on ensisijaisesti kilpailua valosta sen jälkeen, kun kasvillisuuteen on kehittynyt tiheä latvus (Tilman 1988).

Grimen (1977) teorian mukaan kasvit, joilla on nopea kasvuvauhti, ovat hyviä ravinteiden otossa ja parhaita kilpailijoita. Kilpailua esiintyy runsasravinteisissa alhaisen stressitason ympäristöissä, eikä niukkaravinteisissa stressatuissa ympäristöissä. Grime on sitä mieltä, että kilpailukykyisen kasvin heikko menestyminen jossakin ympäristössä ei ole kilpailukyvyn alenemisen syytä, vaan ympäristön tekijöiden, esimerkiksi valikoivan herbivorian, aiheuttamaa. Tilmanin teorian mukaan lajit, joiden resurssivaatimus on minimaalinen, ovat parhaita kilpailijoita ja kasvit kilpailevat voi-

makkaasti habitaateissa, joissa on alhaiset resurssitasot.

Naapuristomallit (eli spatiaaliset mallit) lähtevät oletuksesta, että kasveihin vaikuttavat suoraan vain lähinaapurit, koska kasvit ovat liikkumattomia organismeja. Kasviyksilön esiintymiseen vaikuttavat naapurien lukumäärä ja etäisyys (Pacala & Silander 1985). Naapurien lukumäärä määrää yksittäisen kasvin biomassan ja oletettu biomassa määrää hedelmällisyyden eli naapurit vaikuttavat hedelmällisyyteen vain biomassavaikutuksen kautta. Pacalan ja Silanderin mallin eräessä versiossa naapurien kilpailullinen vaikutus aiheuttaa kaiken vaihtelun oletetussa kasvin biomassassa ja oletetussa kasvin hedelmällisyydessä. Tutkimustulokset osoittavat kuitenkin, että kasvin maksimibiomassa voi olla äärimmäisen vaihteleva, ja sen vaihtelu voi peittää lajinsisäisen ja lajienvälisen kilpailun vaikutukset. Joka tapauksessa naapurikasvien paikalliset vuorovaikutukset ovat tärkeitä määrittäessä yksilöiden hedelmällisyyttä. Silanderin ja Pacalan (1985) tutkimuksessa *Arabidopsis*-populaatioissa yksilöiden siementuotannon vaihtelusta voitiin selittää 64 %, kun otettiin huomioon naapurit, jotka ovat 5 cm:n päässä kasveista. Kun mukaan otettiin naapurien kulmittainen sijainti, voitiin selittää liki 70 % vaihtelusta. Silander ja Pacala totesivat, että välimatkan vaikutus oli melko mitätön, sitä vastoin naapurien lukumäärää ja kulmittaista sijaintia (tilallinen ja kautuminen) voitiin käyttää mallissa selittävinä tekijöinä. Myös alkuperäinen siementaimikoko vaikuttaa kasvin hedelmällisyyteen, mutta hedelmällisyyden määrittämisen kannalta alkuperäinen siementaimikoko oli huomattavasti vähemmän tärkeä kuin naapuriston häirintä aikuisiässä. Aikuisiän naapuruussuhteisiin pohjautuvat hedelmällisyysennusteet olivat huomattavasti parempia kuin ne ennusteet, jotka pohjautuivat taimivaiheen naapuruussuhteisiin. Vaihtelu siementaimien koossa johtui ainakin osittain itämisajasta, geneettisestä vaihtelusta tai mikroympäristön heterogeenisyydestä.

Schwinningin ja Foxin (1995) naapuristomallissa kilpailun tulos riippuu naapuriston kilpailijoiden siementaimikoosta. Jos kaikki muut tekijät ovat yhdenmukaiset, epäsymmetrinen

kilpailu edistää keskikokoa pienempien siementaimien häviämistä kilpailussa. Ei-spatiaalisissa malleissa kasvien tarkkaa sijaintia ei tarvitse tietää ja kilpailulliset vaikutukset ovat seurausta keskimääräisestä kasvitihedestä. Sitä vastoin spatiaaliset mallit ovat oletaneet ehdottomasti, että kasvipopulaatioissa havaitun populaatiodynamiikan ensisijainen säätelijä on vierekkäisten yksilöiden välinen kilpailu. Eispatiaaliset mallit testaavat tätä oletusta vastaan nollahypoteesia, jonka mukaan yksilölliset erot sisäisessä kasvunopeudessa voivat yksin selittää havaitun dynamiikan (kasvunopeuden vaihtelun vaikutuksia ei ole sisällytetty selvästi spatiaalisiin malleihin) (Ellison ym. 1994). Ellison ym. testasivat kolme hypoteesia: 1) kilpailulla ei ole vaikutusta (nollamalli); 2) naapuristokilpailu vaikuttaa suoraan kasvien läpimittaan ja biomassaan ja epäsuorasti hedelmällisyyteen (Pacalan ja Silanderin malli); 3) naapuristokilpailu vaikuttaa suoraan kasvien läpimittaan, biomassaan ja hedelmällisyyteen. Heidän tulostensa mukaan nollavaihtoehto ei saanut tukea eikä Pacalan ja Silanderin malli sopinut aineistoon yhtä hyvin kuin malli, joka sisältää naapureiden suoran vaikutuksen kasvin hedelmällisyyteen. Ellison ym. (1994) ovat osoittaneet esimerkein, että naapurit vaikuttavat kasvin muotoon, biomassaan ja hedelmällisyyteen samanaikaisesti ja että naapureilla on vaikutusta hedelmällisyyteen riippumatta niiden vaikutuksesta kasvin muotoon ja biomassaan. Naapurien olemassaolo alensi hedelmällisyyttä, mutta kasviyksilöiden hedelmällisyydessä saattoi olla huomattavaa vaihtelua, vaikka niillä oli sama määrä naapureita. Osan vaihtelusta selitti kasvien ruusukekokojen vaihtelu, sillä kohdekasvin koko vaikuttaa naapureiden kilpailuvaikutukseen.

2.2.4 Kasvilajien väliset erot suhteessa ympäristöön

Monivuotisen kasvin menestyminen populaatioissa ei johdu pelkästään käytettävissä olevien ravinteiden tai hiilen määrästä, vaan myös populaation menettämistä resursseista (Berendse 1994). Ravinteiden oton ja menetyksen pitää

olla tasapainossa. Orgaanisen materiaalin ja ravinteiden menetykseen on monta syytä: lehtien ja kukkien putoaminen, juurten kuoleminen, kuolleisuus häiriön vuoksi, herbivoria, loisinta, lehtien karistaminen, siementen ja siitepölyn tuotanto ja ravinteiden tihkuminen juuristosta. Kasvista vapautuvat ravinteet päätyvät maaperän ravinnevarastoon, josta ne ovat kaikkien kasvien käytettävissä.

Ravinneköyhiin ympäristöihin sopeutuneilla kasveilla on yleensä supistunut kasvutapa (kapeat lehdet, pienikokoinen kasvi, yksinkertainen kasvumalli), hidas kasvunopeus, pitkäikäisiä kudoksia ja ominaisuuksia, jotka alentavat ravinteiden vuotoa kudoksista ja lisäävät tehokkuutta ravinnon siirtämisessä talteen vanhenevista kudoksista (Grime 1977; Chapin 1980; Berendse and Elberse 1990). Ravinneköyhien habitaattien kasvit ovat sopeutuneet säästämään ottamansa ravinteet sen sijaan, että maksimoisivat otettujen ravinteiden määrän (Grime 1977). Karuilla kasvupaikoilla kilpailua käydään ravinteista ja kosteudesta eikä niinkään valosta, sillä kasvit eivät resurssien niukkuuden vuoksi kasva niin suuriksi, että varjostus haittaisi matalampia lajeja merkittävästi (Tilman 1988).

Ravinteiden niukkuuteen sopeutuminen vaikuttaa kasvin muihin ominaisuuksiin. Ravinteiden menetystä alentavat ominaisuudet eivät voi selkeästi liittyä niihin ominaisuuksiin, jotka saavat aikaan maksimaalisen kasvunopeuden (Berendse ja Elberse 1990). Sen sijaan alhaisen potentiaalisen kasvunopeuden ja mineraaliravinnepuutteen sietokyvyn välillä on voimakas positiivinen korrelaatio (Grime & Hunt 1975). Ravinteiden oton tehokkuus saattaa korreloida negatiivisesti resurssityyppien välillä, esimerkiksi allokaatio lehtiin ja varsiin runsaamman valon saannin vuoksi vähentää allokaatiota juuriin ravinteiden ja veden saamiseksi (Tilman 1988).

Tilmanin (1988) mukaan mikään yksittäinen fysiologinen tai rakenteellinen ominaisuus ei riitä ennustamaan, onko kasvi hyvä kilpailija. Tietty ominaisuus voi auttaa kasvia olemaan kilpailun voittaja tietyssä ympäristössä, mutta muissa ympäristöissä vaaditaan muita ominaisuuksia, jotka löytyvät muilta yksilöiltä. Jokainen habitaatti suosii erilaista allokaatiomallia

juuriin, lehtiin ja varsiin (Tilman 1988): Niukkaravinteisessa ympäristössä kasvava kasvi voi lisätä kasvunopeuttaan vähentämällä allokaatiota lehtiin ja varsiin ja lisäten juuribiomasensa ja ravinteiden ottoa. Kasvi, jolla valo rajoittaa kasvua, lisää lehtialaansa ja/tai korkeuttaan saadakseen enemmän valoa. Fysiologinen mekanismi voi myös olla tärkeää. Fosforirajoitteinen kasvi voi lisätä juurisolujen pinnassa fosforin ottopaikkoja, jolloin se saa enemmän fosforia ja voi lisätä kasvunopeuttaan.

Berendse ja Elberse (1990) ovat tutkineet ravinteisuudeltaan erilaisilla alustoilla kasvavien heinien kasvua. Heidän kasvuanalysinsä osoitti, että erot ravinneköyhällä ja ravinne-rikkaalla kasvualustalla esiintyneiden lajien välillä aiheutuivat pääasiassa eroista alkion ja endospermin painoissa. Suhteellisen painavien siementen tuotanto, ja sen tuloksena suurempi alkukasvunopeus itämisen jälkeen, näyttää olevan tärkeä sopeutumispurra kasvilajeilla, jotka ovat luonteenomaisia ravinnerikkaissa heinäpeltoyhteisöissä. Golbergin (1990) mukaan ominaisuuksien, jotka liittyvät resurssien helpoon saatavuuteen, pitäisi vallita sukkession alkuvaiheiden lajeilla tai lajeilla, jotka vaativat aukkoja uudistuakseen. Alhaisen ravinnetason sietoon liittyvien ominaisuuksien pitäisi vallita lajeilla, jotka ovat tyypillisiä myöhäisille sukkessiovaiheille tai tasapainoisille yhteisöille. Kanervan (*Erica*) ja siniheinän (*Molinia*) välinen kilpailu on luonteenomainen esimerkki kilpailusta, jossa hitaasti kasvava kasvi, jolla on hidas menetysopeus (kanerva), on ylivoimainen ravinneköyhässä ympäristössä, kun taas laji, jolla on nopeampi kasvunopeus ja nopeampi ravinteiden menetysopeus (siniheinä) vie voiton suhteellisen ravinnerikkaissa ympäristöissä (Aerts ym. 1990).

Kuivina aikoina kasvit parantavat veden ottoa maaperästä alentamalla kudosten vesipotentiaalia ja laajentamalla juuristoa, alentavat vedenmenetystä ajoittaisella ilmarakojen sulkemisella tai varastoivat vettä ja lisäävät veden johtumiskapasiteettia (Larcher 1975). Kuivuutta sietävät kasvit voivat lisätä veden ottoa matalassa maaperän vesipotentiaalissa lisäämällä osmoottista potentiaalia (Larcher 1975).

Grime (1977) on määritellyt kasveille kolme strategiatyyppiä: 1. Kilpailustrategia: kasvit ovat sopeutuneet alhaiseen stressiin ja alhaiseen häiriöön. 2. Toleranttistrategia: kasvit ovat sopeutuneet korkeaan stressiin ja alhaiseen häiriöön. 3. Avomaanstrategia: kasvit ovat sopeutuneet alhaiseen stressiin ja korkeaan häiriöön (Grime 1977). Strategiat ovat ääripäitä, yleensä kasvit ovat eri strategioiden kompromisseja. Grime määritteli stressin ulkoisiksi rajoitteiksi, jotka rajoittavat kuiva-aineen tuotantonopeutta koko kasvillisuudessa tai osassa sitä.

3 Aineisto ja menetelmät

3.1 Tutkimusalue ja käytetyt kasvilajit

Tutkimus tehtiin Maatalouden tutkimuskeskuksen Laukaan tutkimus- ja valiotaimiasemalla vuosina 1994 ja 1995. Aseman sijainti on kaistakoordinaatistojärjestelmän mukaan $x=3448005$, $y=6913762$ ja korkeus merenpinnasta 84 metriä. Koealue oli tasainen hiesusavipelto, joka oli ollut kesannolla. Alue ruiskutettiin edellisenä syksynä glyfosaatti totaaliherbisidillä (Roundup), jonka jälkeen se kynnettiin. Keväällä alue jyrsittiin vaakatasojyrsimellä. Pellosta otettiin syksyllä 1994 maanäyte viljavuustutkimusta varten. Viljavuustutkimuksen mukaan maan pH oli hyvä (6,2), fosfori- ja magnesiumpitoisuudet tyydyttäviä ja kalsium- ja kaliumpitoisuudet välttäviä (Liite 1).

Kukkakasveiksi valittiin kehitysnopeudeltaan ja muilta kilpailustrategisilta ominaisuuksiltaan eroavat lajit, rotevakasvuinen päivänkakkara (*Leucanthemum vulgare* L.) ja hentokasvuinen kurjenkello (*Campanula persicifolia* L.), jotta voitiin havainnoida erityyppisten kukkakasvien ja heinän välistä kilpailutilannetta. Kurjenkello on pystykasvuinen, tavallisesti haaraton, 30–100 cm korkea monivuotinen kellokasvi. Se kasvaa tuoreissa metsissä, niityillä ja mäenrinteillä sekä pientareilla. Kurjenkello on Suomessa alkuperäislaji, joka on yleinen Lounais-Suomessa, mutta harvinaistuu pohjoista kohti ja pohjoisimmassa Suomessa

sitä ei esiinny (Hämet-Ahti ym. 1986). Päivänkakkara on monivuotinen, 20–70 cm korkea, tavallisesti haaraton mykerökukkainen. Päivänkakkara kasvaa luonnossa erilaisilla valoisilla kasvupaikoilla, kuten niityillä, pientareilla, kedoilla, metsänreunoissa. Päivänkakkara on Suomessa muinaistulokas. Se kasvaa koko Suomessa, yleisenä Oulun korkeudelle asti, pohjoisempaan harvinaisena (Hämet-Ahti ym. 1986).

Päivänkakkaran ja kurjenkellon siemenet kerättiin kesällä 1993 Laukaan aseman ketokasviviljelyksiltä. Viljelykset oli perustettu laukaalaisella siemenellä. Siemenet puitiin käsin ja säilytettiin huonelämpötilassa kuivavarastossa paperipusseissa. Siemenieristä tehtiin itävyysmääritykset keväällä 1994. Tutkimukseen käytettiin siemeniä eristä, jotka olivat kurjenkellolla 6.8. kerätty (itävyys 74 %) ja päivänkakkaralla 19.8. kerätty (itävyys 95 %) siemenenä.

Heinäksi valittiin punanata (*Festuca rubra* L.), koska se on viherrakentamisessa yleisesti käytössä oleva laji ja punanadan kotimaista siementä on saatavilla. Punanata viihtyy myös kuivilla ja vähäravinteisilla alueilla, joten se sopii ketokohteissa käytettäväksi. Punanadan kehitys on nopeampaa kuin tutkimukseen valituilla kukkakasveilla. Nopea kehitys on heinälle kilpailuetu. Punanataa otettiin tutkimukseen kaksi lajiketta, kotimaiset jalosteet 'Juliska' ja 'Näpsä'. Molemmat punanatalajikkeet ovat tiheäkasvuisia, hyviä siementuottajia ja hyviä talvenkestoltaan. Lajikkeet eroavat kasvutavoiltaan. Näpsä on rönsytön, mätästävä ja matalakasvuinen. 'Juliska' on lyhytrönsyinen. 'Näpsä' lähtee keväällä kasvuun hitaammin kuin muut punanadat, ja sen värinkesto syksyllä on huono. 'Juliskalla' taas kasvuunlähtö on nopeaa ja sen värinkesto syksyllä on hyvä. Tarkemmat lajikekuvaukset löytyvät Ravantin (1989) ja Laurilan (1987) julkaisuista.

3.2 Koejärjestely

Kahden lajin välisen kilpailutilanteen tutkimiseen on eniten käytetty korvaussarjaa, jossa kasvien kokonaistiheys on pidetty vakiona ja

lajien suhteelliset osuudet ovat vaihdelleet (Firbank & Watkinson 1985). Tässä tutkimuksessa käytettiin kuitenkin ns. lisäysmenetelmää, jossa toisen lajin (tässä heinä) tiheys on vakio ja toisen lajin tiheys vaihtelee käsittelyittäin.

Kokeessa käsitellyt olivat 0, 25, 50, 75 tai 100 kurjenkelloa neliometrillä ja 0, 25, 50 tai 75 päivänkakkaraa neliometrillä. Päivänkakkaraalla ei ollut käsitelyä ”100 yksilöä” lainkaan, koska päivänkakkarayksilöt rehevä- ja nopeakasvuisina olisivat kilpailleet hyvin tiheään istutettuina niin paljon lajinsisäisesti, että päivänkakkaran ja heinän välisen kilpailun vaikutus olisi jäänyt epäselväksi. Koe toteutettiin lohkoittain satunnaistettuna osaruutukokeena. Kokeessa oli seitsemän kerrannetta, jotka sijoitettiin kukin omaan lohkoonsa. Lohkossa oli kaksi pääruutua (2,5 x 14 m), joihin satunnaistettiin punanatafaktorin kaksi tasoa: ’Näpsä’ ja ’Juliska’ -lajikkeet. Jokaisessa pääruudussa oli kahdeksan osaruutua (1 x 1 m), joihin kukkakasvikäsittelyt satunnaistettiin. 0-ruutu oli yhteinen. Kurjenkellot ja päivänkakkarat olivat eri osaruuduissa, koska tässä tutkimuksessa ei pyritty selvittämään niiden välistä kilpailutilannetta. Koejärjestelystä on kuva liitteenä (Liite 2). Heinä kylvettiin koneellisesti. Esikasvatetut kukkakasvit istutettiin osaruutuihin, jotta taimia saatiin haluttu määrä kuhunkin ruutuun. Kylvettyinä kukkakasvit olisivat taimettuneet epätasaisesti.

3.3 Nurmen kylvö

Punanadat kylvettiin 24.5.1994 kylvökoneella (Tarkkuuskylvökone Öyjord, koneen leveys 1,25 m, vantaita 10 kpl, vantaiden väli eli riviväli 12,5 cm) harvalla peruskylvötiheydellä neljääntoista pääruutuun. Kokeeseen valittiin noin puolta harvempi kylvötiheys, 5 kg/ha, kuin siementuotantoon on suositeltu. Siementuotannossa punanadan kylvötiheys on 10–12 kg/ha (Köylijärvi 1988). Jotta kylvöksestä saatiin tasainen, punanata täytyi kylvää kylvökoneen levyisiin pitkiin kaistoihin. Kylvöpäivänä maa oli sateiden jälkeen kostea ja sää oli vuo-

denaikaan nähden viileä. Kasvukauden 1994 sademäärät ja lämpötilat on esitetty liitteessä 3.

3.4 Kurjenkellon ja päivänkakkaran taimien esikasvatus ja istutus

Päivänkakkaran ja kurjenkellon taimet esikasvatettiin, jotta koeruutuihin voitiin istuttaa haluttu määrä taimia. Jos lajit olisi kylvetty suoraan pelolle, taimimäärä ruuduissa olisi vaihdellut satunnaisesti. Päivänkakkarat ja kurjenkellot kylvettiin 18–23.5.1994 kasvatuspotteihin (Liite 1). Poteissa oli höyryttämätöntä hiekkaa ja B2-turvetta (Liite 4) seossuhteessa 1:2. Kasvit esikasvatettiin kasvihuoneessa. Ensimmäiset päivänkakkarat tulivat taimelle 25.5.

Päivänkakkarat istutettiin 27.6–5.7.1994. Helteisinä päivinä taimia kasteltiin istutuksen yhteydessä. Kurjenkellot istutettiin 29.7–5.8. Koska sää oli helteinen, istutuksen yhteydessä ja tarvittaessa myöhemminkin taimet kasteltiin. Taimien määrä tarkistettiin 8.–9.8 ja puutuvien paikalle istutettiin varataimet.

3.5 Rikkasvien torjunta

Rikkakasvit taimettuivat kesäkuun ensimmäisellä viikolla, punanadat vasta lähempänä kesäkuun puoliväliä. Voimakasvuisemmat rikkaruohot täytyi torjua, jotta oikea kilpailuasetelma olisi säilynyt. Rikkakasvit hävitettiin 21.6. Torjuntaan käytettiin ”Express 75 DF”-rikkakasvihävitettä (tehoaine tribenuroni-metyyli) 8g/ha.

Päivänkakkara- ja nataruutuja kitkettiin kurjenkelloistutusten yhteydessä 10.–11.8.1994. Rikkaruohojen kitkennän yhteydessä yleisimmät rikkaruoholajit kirjattiin (Liite 5). Koaluetta kitkettiin ensimmäisen kasvukauden lopussa ja toisen kasvukauden alussa. Sen jälkeen ilmestyneet harvat rikkaruohot kitkettiin käsin, sitä mukaa kun niitä havaittiin. Koeruutujen väliset käytävät harattiin ensimmäisenä kasvukautena elokuun alussa ja toisena kasvukautena niistä kitkettiin rikkaruohoja ruutujen kitkennän yhteydessä.

3.6 Havainnointi

3.6.1 Istutus-, talvi- ja jyrksijävauriot

Ensimmäisenä kasvukautena taimet kasvoivat odotettua hitaammin helteiden vuoksi. Kilpailutilannetta ei voitu vielä silloin havainnoida. Elokuun loppupuolella 25.–26.8. ruuduista laskettiin elossa olevat taimet ja laskenta uusittiin toisen kasvukauden alkupuolella touko-kesäkuun vaihteessa. Näin saatiin selville istutustaimien talvenkesto ja kukkakasvien todellinen määrä ruuduissa.

Talven aikana myyrät tai hiiret olivat syöneet heinää (mahdollisesti myös kukkakasveja) monissa ruuduissa. Vauriot havaittiin 5.5.1995. Jyrksijöiden vaikutus jaettiin syödyn heinän määrän mukaan neljään eri luokkaan: 0=ei syötyä, 1=vähän syöntijälkiä, 2=jonkin verran syöntijälkiä, 3=suurin osa ruudusta syötyä. Jyrksijöiden kukkakasveille aiheuttamaa haittaa ei pystytty määrittämään, koska ei tiedetty mitkä kasviyksilöt olivat kuolleet niiden vuoksi, mikä muista syistä. Siten mahdollinen jyrksijöiden aiheuttama hävikki on mukana talvivahingoissa.

3.6.2 Korkeus- ja peittävyysmittaukset

Kasvien korkeudet mitattiin 20.–23.6.1995. Ruuduittain mitattiin korkein ja matalin heinäkasvi ja kukkakasvi sekä kummastakin kasvustosta keskikorkeus. Peittävyysarviointi tehtiin 10.7.1995. Peittävyysprosentti arvioitiin silmä-määräisesti. Muutamista ruuduista otettiin valokuvia 13.7.1995 arvioidun peittävyysprosenttien havainnollistamiseksi. Kurjenkellosilöistä vain muutama kukkiva yksilö oli näkyvissä. Kurjenkellojen vähäisyyden vuoksi peittävyysprosentti oli mahdotonta arvioida ja peittävyysarvot annettiin siten, että yhtä kukkivaa kasviyksilöä vastasi 0,5 %.

3.6.3 Biomassamittaukset

Kasvustojen kuivbiomassoja pidettiin tärkeimpänä ja luotettavimpana kilpailukyvyyn il-

mentäjänä. Biomassa voidaan mitata, eikä tarvitse turvautua arviointeihin kuten peittävyysmäärittämissä. Viiden pääruudun ruuduista määritettiin kasvustojen kuivbiomassat 28.8–14.9.1995. Biomassamäärittäystä varten jokaisen ruudun keskeltä leikattiin 50 cm x 50 cm neliön alalta maanpäälliset kasvustot. Leikatuista kasvustoista lajiteltiin kukkakasvit ja heinät erilleen. Vähäiset rikkaruohot lajiteltiin heinän joukkoon. Erotellut kasvustot leikattiin silppurilla ja kuivattiin lämpökaapissa 105 °C 15 tuntia. Kuivatut kasvustot punnittiin.

Siemenbiomassamäärittäystä varten päivänkakkara-ruuduista kerättiin kypsät siemenet kertakorjuuna siinä vaiheessa, kun suurimman osan siemenistä arvioitiin olevan kypsiä.

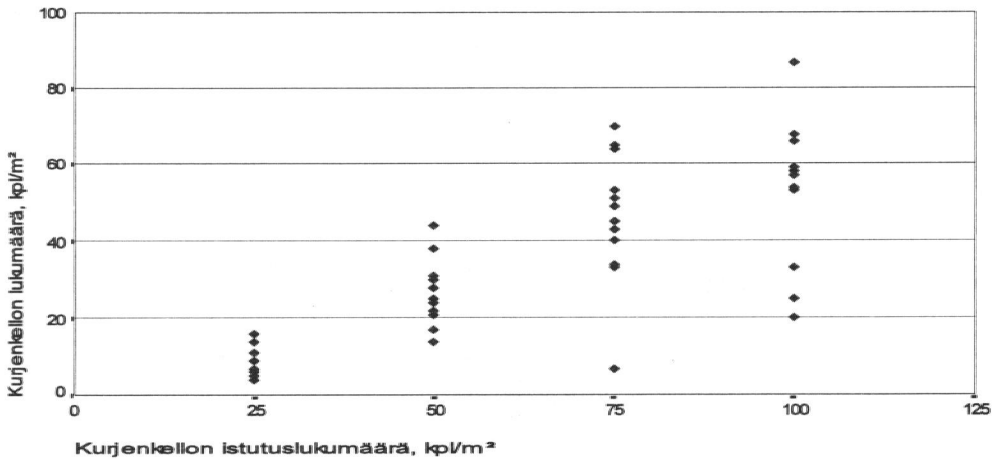
3.7 Tulosten käsittely

Tilastollinen käsittely tehtiin SPSS for Windows 6.1 -ohjelmalla. Tulokset käsiteltiin yksisuuntaisella varianssianalyysillä (ANOVA). Tiettyjen muuttujien, kuten talvi- ja myyrävahingot, vaikutus tuloksiin otettiin huomioon kovarianssitestillä. Käsittelyjen parittaiset vertailut tehtiin Tukeyn HSD-testillä. Aluksi tarkistettiin testattavien muuttujien soveltuminen varianssianalyysiin ja että lohkoilla ei ollut vaikutusta saatuihin mittaustuloksiin. Tärkeimpänä kilpailutilanteen selvittämisessä pidettiin kukkakasvien lukumäärien vaikutusta heinärajikkeiden kuivbiomassoihin.

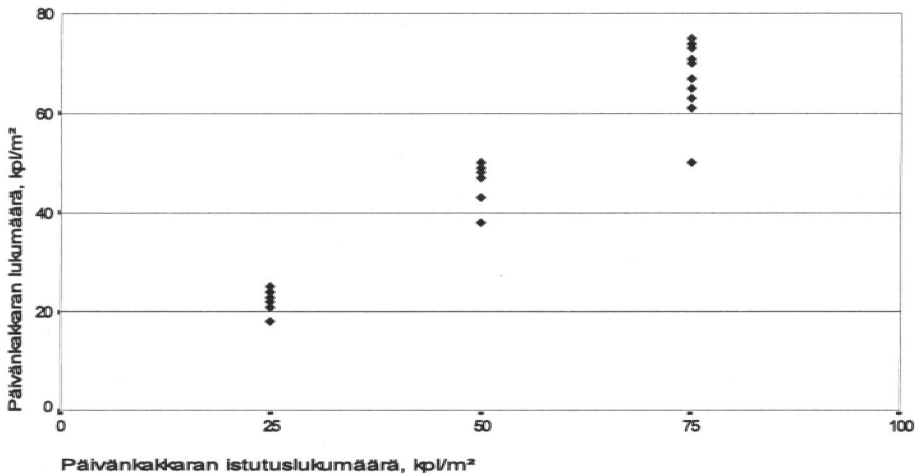
4 Tulokset

4.1 Istutus-, talvi- ja myyrävauriot

Istutuksen jälkeen osa taimista kuoli. Kurjenkellon taimet ovat hennompiä kuin päivänkakkaran taimet, ja kurjenkellon taimia menehtyi huomattavasti enemmän kuin päivänkakkaran taimia. Talvituhot olivat myös kurjenkellolla suuremmat. Päivänkakkaran taimista menehtyi talven aikana enimmillään 16 % osaruudussa syksyllä olleista taimista, kun kurjenkellolla vastaava luku oli jopa 91 %.



Kuva 1. Kurjenkellojen toteutunut lukumäärä osaruuduissa (14 kpl) kevään 1995 taimilaskennan mukaan.



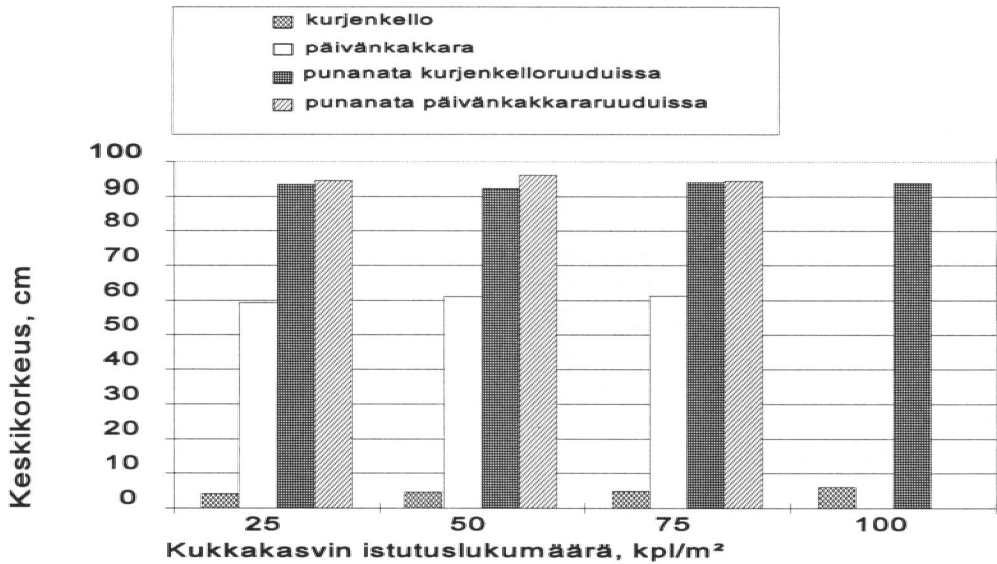
Kuva 2. Päivänkakkaran toteutunut lukumäärä osaruuduissa (14 kpl) kevään 1995 taimilaskennan mukaan.

Monissa päivänkakkaraosaruuduissa kaikki taimet selvisivät talvesta ja hävikki oli keskimäärin 4 %. Kurjenkellolla talvi aiheutti hävikkiä lähes jokaisessa osaruudussa ja taimikuolleisuus oli keskimäärin 46 %. Keväällä 1995 taimilaskennalla selvitetään kukkakasvien todellinen määrä ruuduissa istutuksen ja talven aiheuttamien taimikuolemien jälkeen. Päivänkakkaraalla taimimäärä oli vähentynyt istutusmäärästä keskimäärin 5–8 %, kurjenkellolla huomattavasti enemmän, keskimäärin 40–50 % (Kuvat 1 ja 2). Kurjenkellolla lukumäärät vaihtelivat huomattavasti eri osaruutujen välillä, päivänkakkaraalla hajonta oli vähäistä. Talvi-, istutus- tai myyrävahin-

goilla ei kuitenkaan ollut tilastollisesti merkitsevää vaikutusta biomassatuloksiin.

4.2 Korkeushavainnot

Päivänkakkaran keskikorkeus oli 60,6 cm ja maksimikorkeus 78 cm. Käsitteilyjen keskiarvot vaihtelivat välillä 59,4–61,2 cm (Kuva 3), mutta istutuslukumäärä ei vaikuttanut päivänkakkaran korkeuteen (Taulukko 1). Kurjenkello jäi hyvin matalaksi (Kuva 3). Kurjenkellon keskikorkeus oli 4,9 cm ja maksimikorkeus oli 67 cm. Kurjenkellolla vain viidessätoista osa-



Kuva 3. Kurjenkellon, päivänkakkaran ja punanadan keskikorkeudet eri käsittely

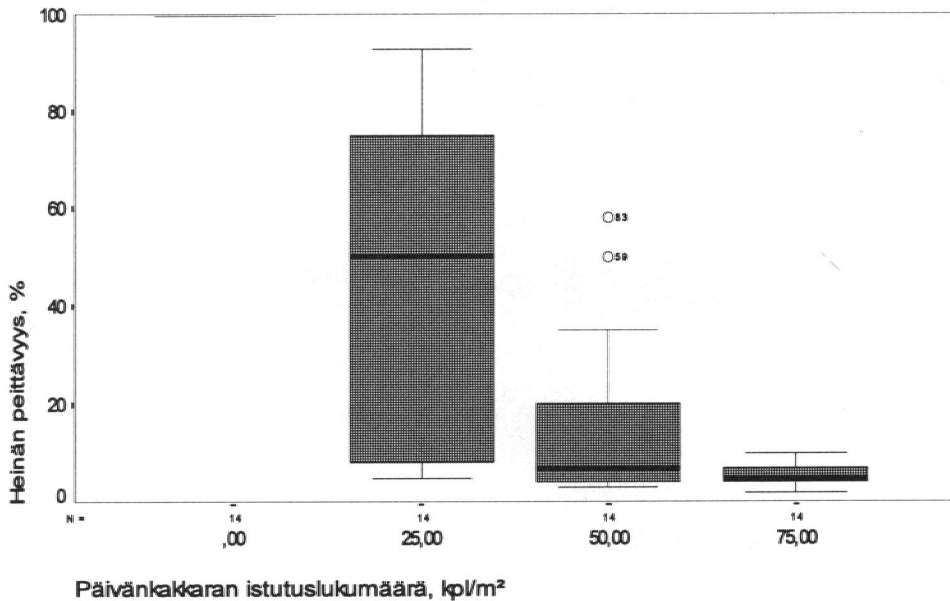
Taulukko 1. Kukkakasvin istutuslukumäärän vaikutus (ANOVA:n mukaan) heinän biomassaan ja keskikorkeuteen sekä kukkakasvin biomassaan ja keskikorkeuteen. DF= vapausasteet, F= testisuure ja p= tilastollinen merkitsevyys.

	DF	F	P
Kurjenkelloruuudut			
Heinän (molemmat lajikkeet) biomassa	4	0,27	
–Juliskan biomassa	4	0,87	
–Näpsän biomassa	4	0,54	
Heinän keskikorkeus	4	0,45	
Kurjenkellon biomassa	4	0,394	
Kurjenkellon keskikorkeus	4	4,33	**
Päivänkakkararuudut			
Heinän (molemmat lajikkeet) biomassa	3	13,20	***
–Juliskan biomassa	3	4,88	*
–Näpsän biomassa	3	8,02	**
Heinän keskikorkeus	3	0,90	
Päivänkakkaran biomassa	3	3,74	*
Päivänkakkaran keskikorkeus	2	0,63	

* p<,05

** p<,01

*** p>,001



Kuva 4. Punanadan peittävyys päivänkakkaranruuduissa käsittelyittäin. Poikkeavat havainnot on merkitty ympyröillä.

ruudussa (osaruutuja oli yhteensä 56) maksimikorkeus oli yli 20 cm, 24:ssä osaruudussa maksimikorkeus jäi alle 10 cm. Kukkakasvin istutuslukumäärä vaikutti kurjenkellojen keskikorkeuteen siten, että korkeus kasvoi taimimäärän kasvaessa.

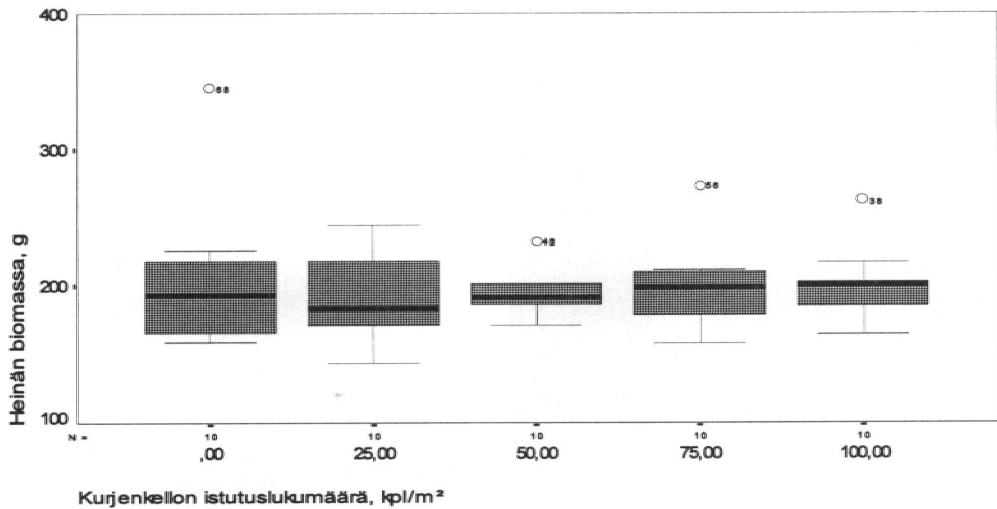
Kukkakasvien lukumäärä ei vaikuttanut heinän keskikorkeuteen ruuduissa (Kuva 3, Taulukko 1). Kuvasta käy ilmi, että kurjenkelloruuduissa heinän keskikorkeus oli hieman suurempi kuin päivänkakkaranruuduissa, mutta heinän keskikorkeudessa ei ollut tilastollisesti merkittävää eroa kurjenkello- ja päivänkakkaranruutujen välillä ($p=0,52$). Heinälajike ei vaikuttanut kukkakasvin keskikorkeuteen.

4.3 Peittävyshavainnot

Peittävydet arvioitiin prosentteina. Päivänkakkaran peittävyys oli keskimäärin 77,8 % ja kurjenkellon 0,1 %. Päivänkakkaranruuduissa heinän peittävyys väheni kukkakasvien lukumäärän kasvaessa (Kuva 4). Kuvasta käy ilmi,

että peittävyys vaihteli huomattavasti käsittelyn ”25 päivänkakkaraa” osaruutujen välillä. Joissakin 25 päivänkakkaran ruuduissa heinän peittävyys asettui samalle tasolle kuin käsittelyjen ”50 päivänkakkaraa” ja ”75 päivänkakkaraa” ruuduissa keskimäärin, eli heinän peittävyys oli alle kymmenen prosenttia ja päivänkakkaran siis yli 90 prosenttia.

Kurjenkello-osaruuduissa ”25 kurjenkelloa” ja ”50 kurjenkelloa” ei näkynyt kurjenkelloja lainkaan (Taulukko 3). Keväällä taimilaskennoissa näissäkin ruuduissa oli taimia, mutta taimet peittyivät heinän alle ja heinän peittävyudeksi tulikin useimmissa kurjenkellojen osaruuduissa 100 %. Heinän alta taimia löytyi loppukesällä kuivabiomassamääritysleikkauksen yhteydessä. Kurjenkellolla kuudessa neljästätoista ”100 kurjenkelloa” -osaruudusta oli 1–4 kurjenkellon tainta näkyvissä. Suurimmasa osassa käsittelyn ”100 kurjenkelloa” -osaruuduista ei siis näkynyt yhtään taimea. Peittävyden keskiarvo oli ’Näpsällä’ 69,5 % ja ’Juliskalla’ 72,0 %.



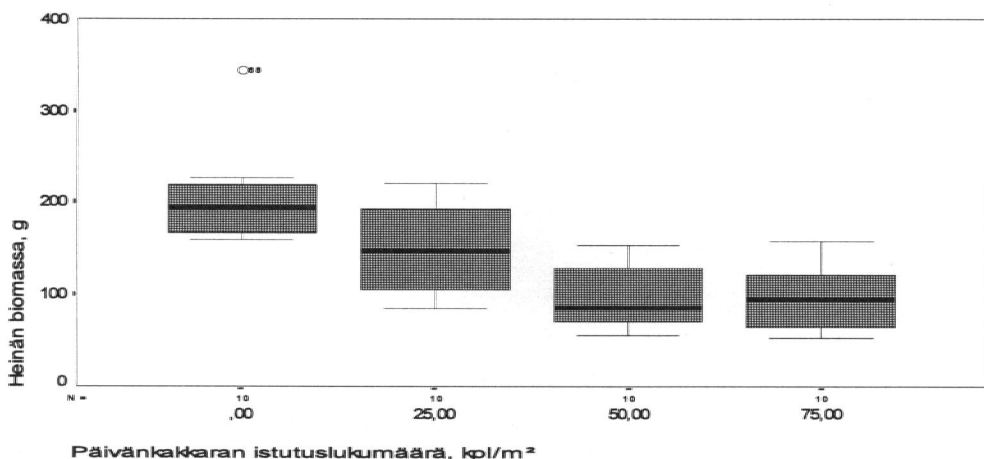
Kuva 5. Heinän keskibiomassa kurjenkelloruuduissa käsittelyittäin. Poikkeavat havainnot on merkitty ympyröillä.

Taulukko 2. Heinälajikkeiden kuivabiomassojen, korkeuksien ja peittävyysien keskiarvot (ka) ja keskihajonnat (kh).

	Massa		Korkeus		Peitto	
	ka	kh	ka	kh	ka	kh
Juliska	162,6	56,3	96,9	4,7	72,0	41,6
Näpsä	172,2	61,8	92,4	5,8	69,6	42,4
Lajikkeiden välinen ero			***			

Taulukko 3. Heinän peittävydet käsittelyittäin (keskiarvo = ka ja keskihajonta = kh).

	0		25		50		75		100	
	ka	kh	ka	kh	ka	kh	ka	kh	ka	kh
Kurjenkello	100	100	0	100	0	99,9	0,21	99,6	0,52	
Päivänkakkara	100	44,9	36,0	16,3	18,5	5,4	2,4	-	-	



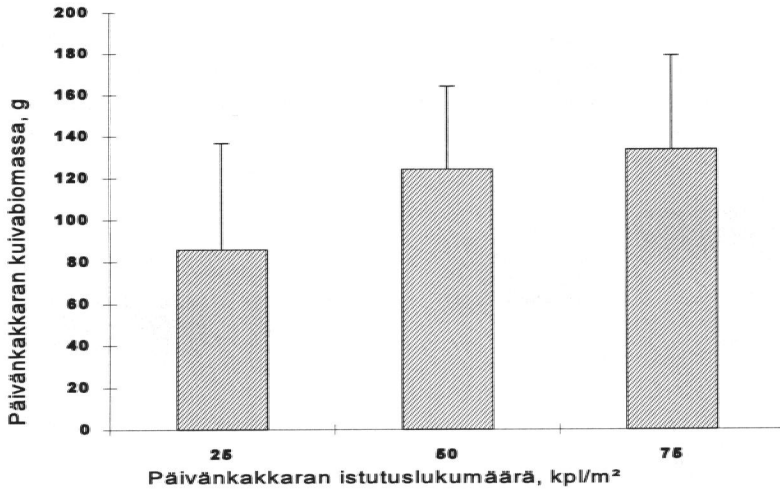
Kuva 6. Heinän keskibiomassa päivänkakkararuuduissa käsitteilyittäin. Poikkeava havainto on merkitty ympyrällä.

4.4 Kuivabiomassat

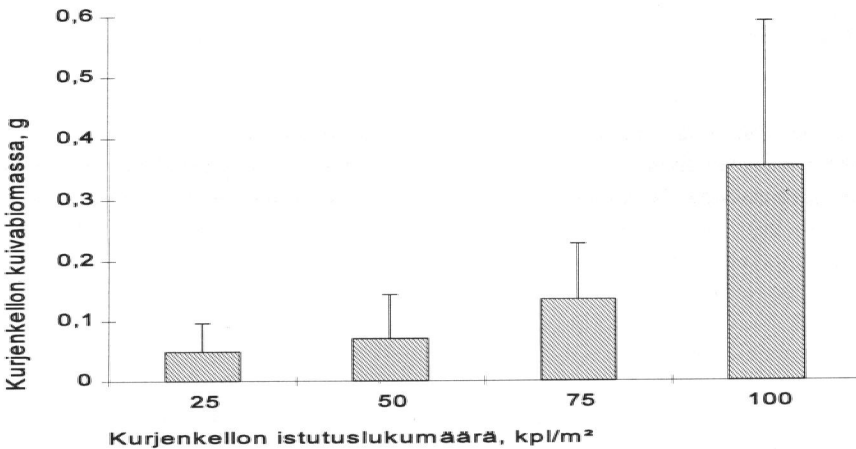
Kurjenkello ei vaikuttanut punanatalajikkeiden kuivabiomassaan (Taulukko 1). Kuvasta 5 ilmenee, että kurjenkelloruuduissa heinän keskibiomassa oli lähes sama. Päivänkakkara vaikutti selvästi heinän kasvuun (Taulukko 1). Päivänkakkaran lukumäärä osaruudussa vaikutti merkitsevästi punanadan kuivabiomassaan. Punanadan keskibiomassa aleni päivänkakkaroitten lukumäärän kasvaessa 0:sta 50:een, mutta 50 ja 75 taimen ruutujen välillä ei biomassa enää vähentynyt (Kuva 6). Kaikki päivänkakkarakäsitteilyt (25, 50 tai 75 kukkasvin tainta) erosivat kontrollista (0 päivänkakkaraa) merkitsevyytasolla 0,05, mutta päivänkakkarakäsitteilyjen välillä ei ollut eroja. Ruuduissa oleva todellinen päivänkakkaroitten lukumäärä vaikutti heinän biomassaan ($t=-2,65$ ja $p=0,013$). Päivänkakkaralla istutuslukumäärä ja todellinen lukumäärä eivät poikenneet suuresti toisistaan (Kuva 2).

Päivänkakkaran istutuslukumäärä vaikutti päivänkakkaran kuivabiomassaan (Taulukko 1). Kuvasta 7 nähdään, että biomassa k. svoi istutuslukumäärän kasvaessa 25:stä 50:een, mutta sen jälkeen biomassa kasvoi enää hieman. Kurjenkellon kuivabiomassa jäi hyvin alhaiseksi (Kuva 8). Tämä on selvä osoitus kasvin huonosta kilpailukyvystä. Kurjenkeltojen osaruutukohtainen kuivabiomassa kasvoi taimimäärän kasvaessa, mutta oli suurimmillaankin alle 0,6 g. Kuvien 7 ja 8 biomassa-akselit ovat aivan eri luokkaa, joten päivänkakkaran ja kurjenkellon biomassoja ei voinut esittää samassa kuvassa.

Heinän keskibiomassat erosivat kurjenkello- ja päivänkakkararuutujen välillä ($df=1$, $f=91,84$ ja $p=0,000$). Heinän kuivabiomassojen keskiarvot olivat kurjenkelloruuduissa 199,2 g ja päivänkakkararuuduissa 137,0 g. Heinälajikkeella ei ollut vaikutusta heinän eikä kukkasvin kuiva-biomassoihin, joten lajikkeet, rönstyilevä Juliska ja rönstyton Näpsä, ovat samankaltaiset kilpailijat.



Kuva 7. Päivänkakkaran kuivabiomassat ruuduissa käsittelyittäin.



Kuva 8. Kurjenkellon kuivabiomassat ruuduissa käsittelyittäin.

5 Tulosten tarkastelu

5.1 Lajien kilpailukyky

Golberg (1990) määrittelee kaksi tapaa, joilla kasvi voi olla hyvä kilpailija: 1. Kasvi käyttää nopeasti resurssit loppuun; 2. Kasvi pystyy jatkamaan kasvua resurssien vähennyttyä. Päivänkakkara on nopeakasvuinen, joten se voi käyttää ensimmäistä kilpailutapaa. Grimen (1977) teorian mukaan nopeakasvuiset lajit

ovat myös hyviä ravinteiden otossa ja ne ovat hyviä kilpailijoita. Päivänkakkara selviytyi tässä tutkimuksessa hyvin kilpailussa punanataa vastaan, joten Grimen teoria toteutui tässä tutkimuksessa. Päivänkakkara pystyi kasvattamaan normaalikorkuiset kasvustot heinän seassa, joten heinä ei häirinyt päivänkakkaran kasvua paljonkaan. Päivänkakkara kestää kilpailua eli korkeaa stressiä, ja se kestää myös jonkin verran niittoa eli häiriötä. Se ei kuulu selkeästi mihinkään luokkaan Grimen strategialuokituksessa.

Kurjenkello ei hidaskasvuisena lajina voi käyttää ainakaan ensimmäistä Golbergin mainitsemista kilpailutavoista. Vasta pidempiaikainen tutkimus selvittää, pystyykö se jatkamaan kasvuaan resurssien vähennyttyä. Tässä tutkimuksessa kurjenkello osoittautui huonoksi kilpailijaksi. Kurjenkellon taimista lähes puolet kuoli toisen vuoden kevääseen mennessä. Istutustaimien huonon talvenkestävyyden lisäksi kurjenkellojen keskikorkeus ja peittävyys jäivät hyvin alhaiseksi. Hennot taimet eivät pysty kasvamaan korkean heinän peitossa. Grimen (1977) strategiityypeistä kurjenkellolle sopii parhaiten avomaanstrategia. Kurjenkello ei siedä kilpailua eli se on sopeutunut alhaiseen stressiin, mutta se sietää monivuotisena lajina niittoa, eli se on sopeutunut korkeaan häiriöön.

Kurjenkello ei tuottanut siementä, joten se ei voi levitä ja on siten huono kilpailija. Toisaalta, heinä saattaa olla niin tiheä ainakin paikoitellen, että siementaimilla ei ole tilaa kasvaa. Vaikka kukkakasvit siementävät, ne eivät ehkä pysty leviämään tiheässä heinässä. Päivänkakkara tuotti runsaasti siemeniä ja sen siemenet voivat itää syysniiton jälkeen, jolloin taimille on tilaa ja valoa. Niittokaan ei kurjenkelloa auta, koska se on hitaasti itävä laji, joten heinä ehtii peittää pienet taimet.

Ehkä syynä siihen, että kurjenkellon harvat taimet löytyivät käsittelyjen ”75 kurjenkelloa” tai ”100 kurjenkelloa” osaruuduista, oli vain suurempi taimilukumäärä. Mitä enemmän taimia, sitä suurempi todennäköisyys, että osa taimista selviää. Toisaalta heinä saattoi kohdistua hieman enemmän häirintää näissä ruuduissa taimi-istutusten aikana ja tarkastuslaskentojen yhteydessä.

Jos tässä tutkimuksessa olisi käytetty heinä punanadan sijasta esimerkiksi matalakasvuista lampaannataa (*Festuca ovina*), kurjenkellon taimet olisivat saaneet runsaammin valoa ja selvinneet ehkä paremmin. Lampaannata viihtyy kuivassa ja karussa maaperässä eikä se ole voimakas kilpailija. Grimen tutkimuksessa (1977) lampaannata kasvoi ravinneköyhässä maaperässä muita lajeja paremmin, mutta ei vaikuttanut muiden kasvuun. Ravinteikkaassa maaperässä lampaannata ei selvinnyt kilpailussa *Agrostis tenuis* ja *Arrhenatherum elatius* heinien kanssa.

Tutkimuksessa koealueen maaperä ei vastannut niitä olosuhteita, joihin lajeja tullaan viherrakentamisessa kylvämään ja istuttamaan. Maaperä oli liian ravinteikas ja kostea (Liite 1). Oulussa tiepiirin koealueilla erilaisia niitty- ja ketokasviseoksia kylvettiin muokattuihin tienvarsiluiskuihin (Mahosenaho 1995). Ensimmäisen kasvukauden tulokset olivat päivänkakkaralla positiivisia, sillä taimia esiintyi suhteellisen runsaasti kylvöruuduissa. Kellokasvit sen sijaan eivät menestyneet, vain kissankello taimettui ja sekini heikosti. Heinistä punanata ja myös muut ketomaisille alueille sopivat lajit, kuten lampaannata ja nurmiröllä selvisivät hyvin.

Mikkelissä kotojen perustamiskokeissa (Kivi 1991) päivänkakkara kuului parhaiten menestyneiden lajien joukkoon. Kurjenkello ei Mikkelin kokeessa edes itänyt. Muut mukana olleet kellokasvit, kissankello (*Campanula rotundifolia* L.) ja harakankello (*Campanula patula* L.), menestyivät kilpailussa huonosti. Mikkelissä käytettiin nadan sijasta nurmiröllää, joka osoittautui erittäin kilpailukykyiseksi ja vaikutti epäedullisesti monien kukkakasvien esiintymiseen. Nurmiröllän kilpailuasemaa vahvisti Mikkelissä koealueen maaperän ravinteikkaus ja kosteus. Maaperä olisi saanut olla karumpi kuivaan ja vähäravinteiseen ympäristöön sopeutuneille kasveille.

5.2 Kilpailukykyyn vaikuttavat ominaisuudet

5.2.1 Ensijainen kilpailukohde

Koealueella kilpailu oli voimakkainta ilmeisesti tilasta ja valosta. Tiheässä kasvustossa valo onkin usein tärkein kilpailukohde (Tilman 1988). Ravinteita pellolla oli luonnonkasvilleille riittävästi, fosforia oli 12,5 mg/l ja kaliumia 90,5 mg/l. Valon puute haittasi kurjenkellon taimien kasvua, sillä heinä varjossa kasvaneet kurjenkellon taimet eivät voineet yhteyttää kunnolla, eikä niillä riittänyt energiaa kasvuun. Kilpailu valosta on monimutkaisempaa kuin kilpailu ravinteista: voittavien lajien yksilöt (suurempi lehtialasuhde) kasvattavat

biomassaa nopeammin kuin häviävien lajien yksilöt (joilla on pienempi lehtialasuhte), joten kasvien korkeuskin kasvaa nopeammin. Tämä antaa voittavalle lajille lisäkilpailuedun, koska se peittää muita lajeja (Berendse 1994). Tässä tutkimuksessa heinä oli selvästi voittava laji kurjenkelloruuduissa. Kurjenkellon taimista vain elinkykyisimmät sinnittelivät hengissä.

5.2.2 Itämisnopeus ja -ajankohta kilpailutekijöinä

Päivänkakkara iti ja kehittyi nopeammin kuin kurjenkello. Hitaan alkukehityksen vuoksi kurjenkellon taimet olivat istutushetkellä pienempiä ja heikompia kuin päivänkakkaran. Ensimmäisenä kasvukautena kylmä alkukesä hidasti taimien kehitystä kasvihuoneessa. Kurjenkellon taimien istutusta jouduttiin siirtämään suunniteltua myöhäisemmäksi. Alunperin ne piti istuttaa heti kun heinä oli oraalla, mutta taimet olivat silloin liian pieniä istutettaviksi. Jos alkukesä olisi ollut lämmin, kurjenkellon taimet olisivat ehkä kasvaneet nopeammin ja ne olisi voitu istuttaa aikaisemmin eikä heinä olisi saanut alkuvaiheessa yhtä selvää kilpailuetua. Kurjenkellon taimien istutuksen aikana sää oli istutuksen kannalta epäedullisen helteinen. Pienen versostokoon lisäksi kurjenkellojen juuristo oli hentoa, kun taas päivänkakkaran juuristo oli vankkaa. Heikkojuuriset taimet kärsivät helteestä enemmän kuin vankajuuriset.

Itämisajankohdalla on tärkeä vaikutus yksilön kohtaloon (Ross & Harper 1972; Gross 1980). Fowlerin (1984) tutkimus *Linum grandiflorumilla* osoitti, että aikaisin itävät yksilöt ovat yleensä suurempia koko elämänsä, niillä on enemmän kukkia ja ne ovat parempia kilpailijoita kuin myöhään itäneet. Aikaisin itäneiden yksilöiden keskikoko oli seosuuduissa 48 % suurempi kuin samaa tiheyttä vastaavassa monokulttuurissa. Vastaavasti myöhään itäneiden yksilöiden keskikoko oli 51 % pienempi seoksissa kuin monokulttuureissa. Myöhään itäneet yksilöt eivät ehtineet kehittyä samankokoisiksi kuin aikaisin itäneet.

5.2.3 Kasvin koon vaikutus

Kurjenkellon taimet olivat hyvin pieniä (läpimitta noin 2–5 cm) istutusajankohtana. Heinä kehittyi nopeasti ja heinän ja kurjenkellon taimet olivat selvästi erikokoisia kilpailun alkaessa. Schwinningin ja Foxin (1995) mukaan epäsymmetrisen kilpailun saattaa edistää poissulkevaa kilpailua, jos lajeilla on huomattavan erilainen keskikoko kilpailun alkaessa. Populaatiot, joilla on myöhäinen itäminen tai pienet ja hitaasti kasvavat siementaimet, häviävät sitä nopeammin mitä epäsymmetrisempää kilpailu on. Lajit, joiden siementaimet ovat kookkaita, valtaavat uusia alueita helpommin kuin lajit, joilla on pienet siementaimet. Jos uuden lajin siementaimet ovat pienempiä kuin alueella jo kasvavan lajin, on invaasio sitä vaikeampaa, mitä suurempi kasvien tiheys on.

Kahden lajin välisessä kilpailussa vaikuttavat eniten erot lajien kasvunopeuksissa ja itämisajoissa (Firbank & Watkinson 1990). Kasvipopulaatioissa kasvien väliset kokoerot johtuvat erosta kasvien alkukoossa, erosta suhteellisissa kasvunopeuksissa tai erosta yksilöiden kasvuaikojen pituudessa (Weiner & Thomas 1986). Kasvien tiheyden vaikutusta kasvien koon vaihteluun selvittäneiden tutkimusten perusteella kasvien välisiä suhteita on yleensä pidetty ”yksipuolisina” eli suurilla kasveilla on epäsuhtainen vaikutus pieniin kasveihin (Weiner & Thomas 1986; Schmitt ym. 1987). Suuresta koosta on kasviyksilölle hyötyä monissa vuorovaikutussuhteissa lajin sisällä ja lajien välillä (Grime 1973). Jos kurjenkellon taimet olisi istutettu kaksivuotiaina, ne olisivat olleet isompia ja luultavasti selvinneet paremmin.

Taimien alkukehitys on tärkeää kasvin tulleisuuden kannalta. Mither ym. (1984) tutkivat suhdetta ”käytettävissä olevan alueen” ja kasvin koon ja kuolleisuuden välillä. Vain 21 % siementaimista oli jäljellä sadonkorjuu-aikaan. Naapurien vaikutus siementaimivaiheessa jätti jälkensä taimien jatkokehitykseen. Siementaimivaiheessa käytettävissä olleen alueen koko oli parempi ennustaja kasvin esiintymisestä kuin itseharvennuksen jälkeen kasvin käytettävissä olleen alueen koko.

5.2.4 Maaperän ravinteisuus

Ravinteikas kasvualusta oli ilmeisesti osasyynä kurjenkellon heikkoon menestykseen kilpailussa. Heinä pystyi hyödyntämään tehokkaasti alustan ravinteet ja se kasvoi niin peittäväksi, että kurjenkellon taimet peittyivät heinän alle. Kurjenkello pystyy kasvamaan komeasti pelolla, ja se hyötyy ravinteista yksin kasvaessaan (Kaunisto ym. 1996). Luonnossa kurjenkelloa kasvaa ravinteikkaillakin paikoilla, mm. lehtomaisissa metsissä. Heinän kanssa kasvaessaan kurjenkello olisi saattanut selvitä hieman paremmin, jos kasvualusta olisi ollut niin karu, että heinä olisi jäänyt matalaksi. Kokeen heinä, punanata, ei ole voimakas kilpailija ravinteikkaalla alustalla muihin heiniin verrattaessa, sillä Berendsen ja Elbersen (1990) tutkimuksessa punanata oli melkein hävinnyt (muiden heinien päästyä valtaan) lannoitetuista ruuduista 10 vuoden kuluttua kokeen aloittamisesta. Lannoittamattomissa ruuduissa punanataa oli kuitenkin jäljellä suuria tiheyksiä. Niukkaravinteisuus voi edesauttaa useamman lajin yhteiseloä. Berendsen & Elbersen (1990) kokeessa kahta lannoittamatonta ruutua vertailtiin ruutuihin, jotka saivat NKP-lannoitetta joka vuosi. Kolmenkymmenen vuoden aikana lannoitetuissa ruuduissa lajilukumäärä oli pudonnut alle 25 %:n (9 lajia) alkuperäisestä lajilukumäärästä (38 lajia). Lannoittamattomissa ruuduissa oli myös tapahtunut pientä lajilukumäärän laskua, mutta niissä alkuperäisistä 36 lajista oli jäljellä 28 lajia 30 vuoden jälkeen.

Päivänkakkaraa maaperän ravinteisuus ei haitannut. Se kasvaa luonnossakin monenlaisilla kasvualustoilla, ja se on sopeutuvainen laji. Päivänkakkara pystyi hyödyntämään kasvualustan ravinteet ja kasvamaan niin voimakkaasti, että heinä pysyi kurissa. Heinän peittävyys oli monissa päivänkakkara-ruuduissa hyvin pieni.

5.2.5 Niiton vaikutus kilpailutilanteeseen

Laskennan yhteydessä jouduttiin tiheää heinäkasvustoa kääntelemään pois kukkakasvien taimien päältä, jotta taimet saatiin näkyviin.

Tämä auttoi kukkakasveja, koska ne saivat tilaa ja valoa. Vastaava vaikutus, tosin voimakkaampana, olisi ollut niitolla. Kasvien käyttötilanteessa ensimmäinen hoitoleikkaus ajoittuu kesäkuun alkupuolelle, jolloin kukkakasvit eivät ole vielä kasvattaneet kukkavanaansa.

Niitto voi vaikuttaa edullisesti heikomman kilpailijan eli kurjenkellon asemaan. Luontaisilla kasvupaikoillakin ilmeisesti niitto, eläinten laidunnus, kuivat vuodet ym. muita lajeja hylitsevät tekijät auttavat lajia selviämään. Jos heinä olisi niitetty, kurjenkellon taimet olisivat saaneet valoa ja kasvutilaa. Viherrakennuskoh-teissa heinä tullaan leikkaamaan ainakin kerran kesässä. Oikeaan aikaan ajoitettu leikkuu voi toimia kuten laidunnus. Valikoivalla laidunnuksella voi olla merkittävä vaikutus diversiteettiin (Wilson 1994): diversiteetti voi lisääntyä mikäli dominoivaa lajia laidunnetaan, mutta muita lajeja ei.

Toisaalta kurjenkellolle olisi voinut olla myös haittaa niitosta, sillä heinä on kuitenkin nopeakasvuisempi, ja niitto tuuheettaa heinää, joten niiton jälkeen heinä olisi voinut peittää kurjenkellon hyvin nopeasti alleen. Koelueella kasvusto niitettiin toisen kasvukauden lopussa. Kasvustoa ei niitetty aiemmin, jotta kasvien korkeus ja biomassa ensimmäisen kukinnan jälkeen voitiin mitata.

5.2.6 Lajin sisäinen kilpailu

Tässä kokeessa ei selvitetty lajin sisäisen kilpailun osuutta. Sen vaikutus voi olla merkittävä päivänkakkarakalla. Päivänkakkara kilpaili itsensä kanssa ainakin ruuduissa, joissa oli 50 tai 75 päivänkakkaraa neliometrillä. Päivänkakkaran kuivabiomassojen keskiarvojen ero näiden käsittelyjen välillä oli hyvin pieni, joten lajinsisäinen kilpailu oli rajoittanut päivänkakkaran kasvua käsittelyn ”75 päivänkakkaraa” ruuduissa. Kuivabiomassa ei kasvanut samassa suhteessa kuin taimimäärä verrattaessa käsitte-lyjä ”25 päivänkakkaraa” ja ”50 päivänkakkaraa” toisiinsa, joten lajinsisäinen kilpailu rajoitti kasvua myös 50 taimen ruuduissa.

Päivänkakkara ja punanata ovat erityyppisiä kasveja, toinen kaksisirkkinen, toinen yksisirkkinen, ja niiden ravinnevaatimukset

voivat poiketa toisistaan. Esimerkiksi Berendsen (1983) tutkimuksessa kaksisirkkaisella ratamolla (*Plantago lanceolata*) ja yksisirkkaisella tuoksusimakkeella (*Anthoxanthum odoratum*) kävi ilmi, että molemmilla lajeilla lajinsisäisen kilpailun vaikutus oli voimakkaampaa kuin lajien välisen kilpailun vaikutus.

5.3 Käytäntöön soveltaminen

5.3.1 Päivänkakkaran istutusmäärä

Tutkimuksessa oli tarkoitus selvittää sopiva kylvö- tai istutusmäärä kukkakasville. Kokeen tulos osoitti, että 25 päivänkakkaraa neliometrille on riittävä määrä. Kokeeseen ei suunniteltu pienempiä kappalemääriä, mutta taimikuolemien vuoksi päivänkakkaroita oli ruudussa alimmillaan 18. Tässä ruudussa päivänkakkaran peittävyys oli 12 %. Päivänkakkaran peittävyys oli jopa 95 % yksilömäärän ollessa 25. Toisaalta ruudussa, jossa oli 48 päivänkakkaran tainta keväällä, peittävyys olikin vain 42 %.

5.3.2 Heinän kylvötiheys

Tässä tutkimuksessa käytetty heinän kylvötiheys (5 kg/ha) on liian suuri kukkaniityillä käytettäväksi. Kukkakasveilla saa olla enemmän tilaa kasvamiseen ja leviämiseen. Kurjenkellon taimien elossa säilymisprosentti olisi ollut ilmeisesti korkeampi, jos heinä olisi ollut hyvin harvaa. Viherrakentamisessa pyritään luomaan nopeasti tasainen kauniisti vihertyvä alue, joten käytetään melko suuria kylvötiheyksiä. Siemenkustannuksissa säästetään, jos sallitaan hieman epätasainen vihreys ensimmäisenä vuonna. Oulun tiepiiriin kokeessa (Mahosenaho 1995) ensimmäisenä kasvukautena kaikilla nadoilla (puna- ja lampaan-nadat) kylvötiheyksillä 100–300 kg/ha (eli 10 000–30 000 siementä/m²) syksyn peittävyys oli noin 80–90 %, mutta osa oli kuluttanut kasvustoa. Kylvötiheydellä 50 kg/ha (eli 5 000 siementä/m²) syksyn peittävyys oli 50–60 % ja kuluttuneen kasvuston osuus oli

niukka. Tässä tutkimuksessa käytetty kylvötiheys oli vielä alhaisempi, vain 5 kg/ha (eli 500 siementä/m²). Koepellolla ensimmäisen kasvukauden alussa heinäkasvusto oli hieman aukkoinen. Toisena vuonna heinä kasvoi tuuheina mättäinä ja näytti jo tasaiselta. Heinän siementuotanto oli runsasta, joten heinäkasvusto tulee tuuheenamaan vuosi vuodelta. Viherrakentamisessa käytetyissä heinän kylvötiheyksissä on korjattavaa. Heinän määrää on vähennettävä, jotta kukkakasvit mahtuvat kasvamaan. Ihanteellisessa tilanteessa toteutuisi De Witin (1960) mallin perusoletus, että naapurit eivät vaikuta kasvin kasvuun. Kylvö- ja istutusvaiheessa on huomioitava yhtälön edellytykset: kasvien tulee kehittyä samanaikaisesti, eli hitaasti kehittyviä lajeja ei kannata kylvää nopeasti kehittyvien joukkoon. Siemenseoksia suunniteltaessa on tunnettava lajien kilpailustrategiset ominaisuudet.

5.3.3 Kurjenkellon ja päivänkakkaran sekä niiden sukulaislajien käyttö viherrakentamisessa

Päivänkakkaraa voi käyttää ravinteisuudeltaan erilaisilla kasvualustoilla ja isoissakin viherrakennuskohteissa, joissa kasvit kylvetään. Haluttu peittävyys on tietysti mielipidekysymys. Päivänkakkarakalla 25 tainta neliometrillä riittää aikaansaamaan noin 50 % peittävyyden ja tämä peittävyys vaikuttaa päivänkakkarakalla riittävältä. Vastaavaa taimitiheyttä voidaan käyttää kasvutavaltaan ja kehitysnopeudeltaan samankaltaisilla kasveilla, kuten puna-ailakilla ja nurmikaunokilla. Kylvö- tai istutusmäärän lisäksi peittävyyteen vaikuttaa hyvin paljon kasvukauden säätila. Kuivina kesinä kosteutta vaativat lajit kasvavat kituliaasti ja kuivuutta sietävät lajit pääsevät vallalle. Kosteina kesinä reheväkasvuiset lajit menestyvät ja haittaavat kuivuutta sietävien lajien kasvua. Yleensä niittybiotoopeissa kosteudesta hyötyvät eniten heinät, kuivuudesta taas kukkakasvit.

Kurjenkellon peittävyys jää ilmeisesti melko alhaiseksi muiden lajien seassa. Kurjenkellolla edes 100 tainta neliometrille istutettuna ei takaa kukkia ruutuun, sillä välttämättä yk-

sikään taimista ei selviydy kilpailusta heinän kanssa. Vaikka yksi tai kolmekin yksilöä kukkisivat ja siementäisivät, niiden siementaimien kehittyminen olisi aika epävarmaa, sillä heinä tihenee vuosi vuodelta. Koska vain murto-osa istutustaimista selviytyi heinän ollessa vielä suhteellisen matalaa ja harvaa, niin siementaimet tuskin menestyisivät lainkaan. Kurjenkello sopii paremmin pienempiin viherrakennuskohteisiin, joissa voidaan perustamiseen ja hoitoon panostaa enemmän työtä pinta-alaa kohti. Kurjenkellon kanssa samankaltaisia ovat muut kellokasvit, etenkin kissankello ja harakankello: kellokasvit itävät ja kehittyvät hitaasti (Kaunisto ym. 1996), joten ne ovat heikossa asemassa nopeasti kehittyvien heinién seassa. Kellokasvien kilpailukyky on heikko eivätkä ne selviä edes istutettuina heinän seassa. Kellokasvit on paras istuttaa kasvittomiin laikkuihin, jotka pidetään vapaana kasvuunlähtöä haittaavista rikkakasveista. Heikkoa kilpailijaa ei kannata kylvää eikä istuttaa pohjakasvien sekaan. Laikutus on ketojen perustamisessa käytetty tapa, joka on ainakin al-

kuvaiheessa osoittautunut onnistuneeksi ratkaisuksi (Kivi 1991).

5.4 Jatkotutkimukset

Viherrakentamisen kannalta olisi tärkeää tietää pitkän aikavälin kehitys lajien välisessä kilpailutilanteessa. Tilanteeseen voidaan vaikuttaa niitolla, mikäli heinä näyttää pääsevän vallalle. Kukkakasvien lisääntyminen on vain toivottavaa. Miten niitty tulee kehittymään? Alueella voidaan jatkaa havainnointia lähivuosina. Kasvusto leikattiin syksyllä 1995, ja kilpailutilanne voi muuttua merkittävästi niiton seurauksena.

Erityisesti jatkoselvitystä kaippaa päivänkakkaran selviytyminen kylvettynä heinän seassa. Kylvö olisi viherrakentamisessa halvempi menetelmä kuin istutus. Heinän tiheyden vaikutus olisi myös syytä selvittää. Päivänkakkaran kylvö- tai istutusmäärän voisi pitää vakiona ja heinän kylvötiheys olisi muuttuva tekijä.

Kirjallisuus

Aerts, R., Berendse, F., De Caluwe, H. & Schmitz, M. 1990. Competition in heatland along an experimental gradient of nutrient availability. *Oikos* 57: 310–318.

Antere, J. 1990: Erikoisnummikoista ei ole tietoa. *Puutarha* 9: 651–653.

Berendse, F. 1983. Interspecific competition and niche differentiation between *Plantago lanceolata* and *Anthoxanthum odoratum* in a natural hayfield. *Journal of Ecology* 71: 379–390.

– 1994. Competition between plant populations at low and high nutrient supplies. *Oikos* 71: 253–260.

– & **Elberse, W. Th.** 1990. Competition and nutrient availability in heatland and grassland ecosystems. In: Grace, J. B. & Tilman, D. (eds.). *Perspectives on plant competition*. San Diego: Academic Press, Inc.. p. 93–116.

Black, J. N. 1960. An assessment of the role of planting density in competition between red clover and lucerne in the early vegetative stage. *Oikos* 11: 26–42.

Chapin, F. S. III 1980. The mineral nutrition of wild plants. *Annual Review of Ecology and Systematics* 11: 233–260.

- Connel, J. H.** 1990. Apparent versus "real" competition in plants. In: Grace, J. B. & Tilman, D. (eds.). Perspectives on plant competition. San Diego: Academicpress, Inc. 484 p.
- Dahlsson, S., Hammer, M. & Tuveesson, M.** 1987. Kunskaper om gräs. Stad & Land. 61. 77 p.
- De Wit, C. T.** 1960. On competition. Agric. Res. Rep. 66.8: 1–82.
- Eagles, C. F.** 1972. Competition for lights and nutrients between natural populations of *Dactylis glomerata*. Journal of Applied Ecology 9: 141–151.
- Ellison, A. M., Dixon, P. M. & Ngai, J.** 1994. A null model for neighborhood models of plant competitive interactions. Oikos 71: 225–238.
- Firbank, L. G. & Watkinson, A. R.** 1985. On the analysis of competition within twospecies mixtures of plants. Journal of Applied ecology 22: 503–517.
- & **Watkinson, A. R.** 1990. On the effects of competition: from monocultures to mixtures. In: Grace, J. B. & Tilman, D. (eds.) Perspectives on plant competition. San Diego: Academic Press, Inc.. p.165–192.
- Fowler, N. L.** 1984. The role of germination date, spatial arrangement, and neighbourhood effects in competitive interactions in *Linum*. Journal of Ecology 72: 307–318.
- Frankow-Lindberg, B. E.** 1985. Effect of couch grass and grass cultivars on competition between timothy and red clover. Journal of Applied ecology 22: 519–524.
- Golberg, D. E.** 1990. Components of resource competition in plant communities. In: Grace, J. B. & Tilman, D. (eds.). San Diego: Perspectives on plant competition. Academic Press, Inc. p. 27–49.
- Grace, J. B.** 1990. On the relationship between plant traits and competitive ability. In: Grace, J. B. & Tilman, D. (eds.). San Diego: Perspectives on plant competition. Academic Press, Inc. p. 51–65.
- Grime, J. P.** 1973. Competitive exclusion in herbaceous vegetation. Nature 242: 344–347.
- 1977. Evidence for existence of three primary strategies in plants and relevance to ecological and evolutionary theory. American Naturalist. 111: 1169–1194.
- & **Hunt, R.** 1975. Relative growth rate: its range and adaptive significance in a local flora. Journal of ecology 63: 393–422.
- Gross, K. L.** 1980. Colonization by *Verbascum thapsus* (mullein) of an old-field in Michigan: experiments on the effects of vegetation. Journal of Ecology 68: 919–927.
- Helgadóttir, Á. & Snaydon, R.W.** 1985. Competitive interactions between populations of *Poa pratensis* and *Agrostis tenuis* from ecologically-contrasting environments. Journal of Applied Ecology. 22: 525–537.
- Holm, C.** 1989. Nurmikkoheinien lajikekoheet Norjassa. Puutarha-Uutiset 33: 1066–1068.
- Hämet-Ahti, L., Suominen, J., Ulvinen, T., Uotila, P. & Vuokko, S.** 1986. Retkeilykasvio. 3. uudistettu painos. Helsinki: Suomen Luonnonsuojelun tuki Oy. 598 p. ISBN 951-983-15-5 (nid.)
- Kaunisto, A., Uosukainen, M., Kukkonen, A. & Kempainen, R.** 1997. Kaupalliseen siementuotantoon soveltuvia luonnonkasveja. Maatalouden tutkimuskeskuksen julkaisuja. Sarja A 17. Jokioinen: Maatalouden tutkimuskeskus, 1997. 32 p. ISBN 951-729-482-4
- Kivi, T.** 1991. Otaniemi: Luonnonkasvit viherakentamisessa. Teknillinen korkeakoulu. Arkkitehtiosasto. Maisemasuunnittelun laboratorio. 123 p.
- Köylijärvi, J.** 1988. Nurmikasvien siementuotanto. Punanata ja niittynurmikka. MTTK. Tieto tuottamaan 49. p. 42–50.
- Larcher, W.** 1975. Berlin: Physiological plant ecology. Springer-Verlag 303 p.
- Laurila, A.** 1987. Näpsä-punanata. Hyrylä: Hankkijan kasvinjalostuslaitos tiedote 29: 3–12.
- Mahosenaho, T.** 1995. Niitty- ja ketokasvi-koealueiden ensimmäisen kasvukauden seurantatuloksia. Tielaitos, Oulun tiepiiri. Oulu. 17 p.
- Mither, R., Harper, J. L. & Weiner, J.** 1984. Growth and mortality of individual plants as a function of "available area". Oecologia 62: 57–60.
- Niemeläinen, O. & Huusela-Veistola, E.** 1989. Nurmikkosiemenostajan oltava tarkkana. Puutarha 8: 586–587.
- Pacala, S. A. & Silander, J. A.** 1985. Neighborhood models of plant population dynamics. 1. Single species models of annuals. American Naturalist 125: 385–411.
- Ravanti, S.** 1989. Juliska-punanata. Jokioinen: Maatalouden tutkimuskeskus, kasvinjalostuslaitos. Tiedote 22/89. 51p.

- Ross, M. A. & Harper, J. L.** 1972. Occupation of biological space during seedling establishment. *Journal of Ecology* 68: 77–88.
- Schmitt, J., Eccleston, J. & Ehrhardt, D. W.** 1987. Dominance and suppression, size-dependent growth and self-thinning in a natural *Impatiens capensis* population. *Journal of Ecology* 75: 651–666.
- Schwinning, S. & Fox, G. A.** 1995. Population dynamic consequences of competitive symmetry in annual plants. *Oikos* 72: 422–432.
- Silander, J. A. & Pacala, S. W.** 1985. Neighborhood predictors of plant performance. *Oecologia*, 66: 256–263.
- Snaydon, R. W.** 1971. An analysis of competition between plants of *Trifolium repens* L. populations collected from contrasting soils. *Journal of Applied ecology* 8: 687–697.
- Statens vägverk** 1980. Alternativa gräsfröblandningar. Viltattraktion. BP 118. Linköping. (Ref. Kivi (1991)).
- Thomas, S. C. & Weiner, J.** 1989. Including competitive asymmetry in measures of local interference in plant populations. *Oecologia* 80: 349–355.
- Tilman, D.** 1977. Resource competition between planctonic algae: an experimental and theoretical approach. *Ecology* 58: 338–348.
- 1988. Plant strategies and the dynamics and structure of plant communities. *Monogr. Pop. Biol.* Princeton, New Jersey: Princeton Univ. Press. 360 p.
- Weiner, J. & Thomas, S. C.** 1986. Size variability and competition in plant monocultures. *Oikos* 47: 211–222.
- Wilson, S. D.** 1994. The contribution of grazing to plant diversity in alpine grassland and heath. *Australian Journal of Ecology* 19: 137–140.

Kilpailukoekentän maan viljavuusanalyysi kokeen alussa vuonna 1994 ja kasvien esikasvatuksessa käytetyn kennoston tyyppi ja koko:

Pintamaan maalaji	Hiesu (Hs)
Multavuus	Multava (m)
Johtoluku 10xmS/cm	0,95
Pintamaan pH	6,2
Kalsium (Ca) mg/l	1355
Fosfori (P) mg/l	12,5
Kalium (K) mg/l	90,6
Magnesium (Mg) mg/l	160,5

Esikasvatuskennosto:

valkoinen vefi-kennosto, potin koko 3,2 cm tai 4,5 cm

Kilpailukokeen koekenttäkaavio

II		IV		VI	
A	B	B	A	A	B
P75	N	K75	K100	K75	K75
K100	P75	N	K75	N	K50
K50	P50	P75		K50	K25
P50	K25	P50	P75	P25	N
K75	K50		K25		
P25		P25	K50	K100	K100
	K75	K100	P50	P50	P25
N	K100	K50	N	P75	P75
K25	P25	K25	P25	K25	P50

I-VII = kerranteet

P=päivänkakkara
K=kurjenkello

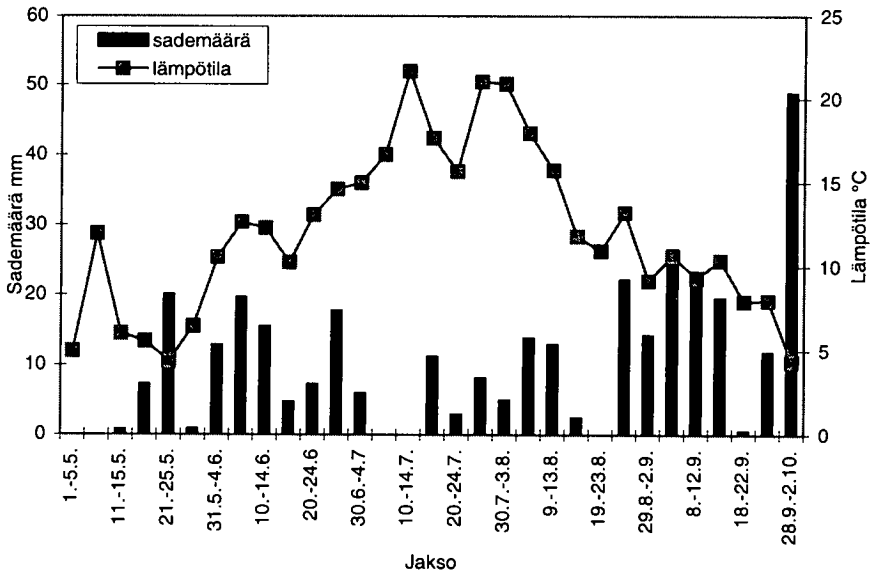
N=vain heinää

A = heinä 1:punanata Juliska
B = heinä 2:punanata Näpsä

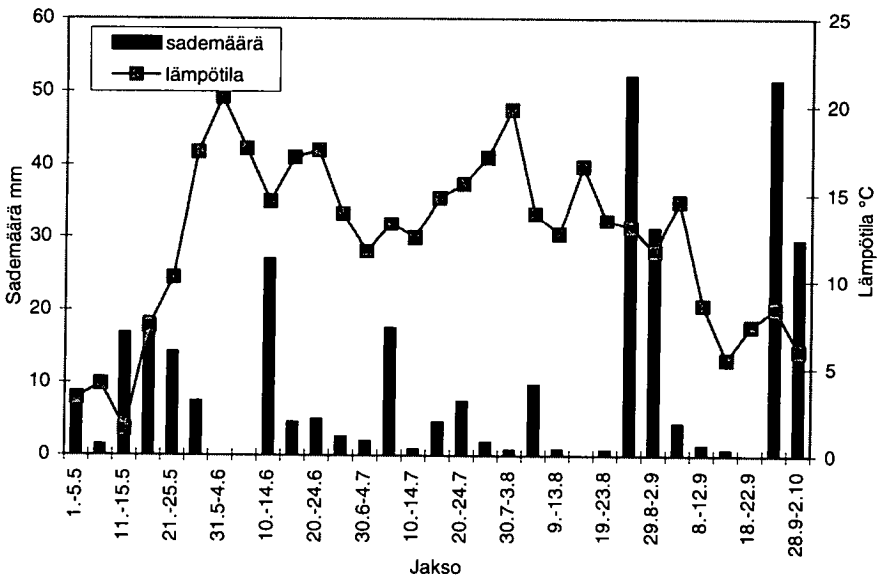
25, 50, 75 ja 100 = ruutuun istutettujen taimien määrä

I		III		V		VII	
A	B	B	A	B	A	B	A
		P75	K25	K100	K75	K100	P75
K75	K25	K25		P50	K25	P50	K50
P75	P25	K100	N		P75	K50	
P50	N	N	K50	K25	N	N	P25
N	K75	K75	P75	K50	P50	P25	K25
K100	K50		K75	N	P25	K25	K75
K50	K100	P50	P25	K75	K50		P50
K25	P50	K50	P50	P25	K100	P75	N
P25	P75	P25	K100	P75		K75	K100

Kasvukausien 1994–1995 sademäärät ja lämpötilat



Kuva 1. Kasvukauden 1994 sademäärät ja keskilämpötilat viiden vuorokauden jaksoissa Jyväskylän lentoasemalla. Lähde Ilmatieteen laitos. Kuukausikatsaus 1994/05–10.



Kuva 2. Kasvukauden 1995 sademäärät ja keskilämpötilat viiden vuorokauden jaksoissa Jyväskylän lentoasemalla. Lähde: Ilmatieteen laitos/maatalouden sääpalvelu. Kasvukauden ilmastotiedot 1995.

Vapon kasvuturpeet

Raaka-aine vähän maatonut (H 1-3) raakaturve. Peruslannoitettu ja kalkittu. Kuiva-ainepitoisuus 70 kg/m^3 , hehkutusjäännös 10% kuiva-aineesta.

Karkeusaste:

A = karkea B = keskikarkea C = hieno

Lannoitteen määrä kg/m^3	Puristenesteen sähkönjohtokyky mS/cm
1. 0,8	1. 1,2
2. 1,2	2. 1,8
3. 1,6	3. 2,4

Peruslannoite: Tyypeä (N) 9,7 %, josta NO_3 -typen osuus 5,2 % ja NH_4 -typen osuus 4,5 %, fosforia (P) 7,5 %, (josta vesiliukoista fosforia 5,6 %), kaliumia (K) 14,4 %, kalsiumia (Ca) 5,0 %, rikkiä (S) 6,6 %, magnesiumia (Mg) 3,8 %, rautaa (Fe) 0,27 %, mangaania (Mn) 0,13 %, booria (B) 0,04 %, sinkkiä (Zn) 0,05 %, kuparia (Cu) 0,25 % ja molybdeeniä (Mo) 0,09 %.

Tuotteeseen on lisätty Mg-pitoista kalkkikivijauhetta 5 kg/m^3 , käytetyn kalkin neutralointikyky kalsiumiksi laskettuna vähintään 30 % ja magnesiumipitoisuus on vähintään 5 %. Ravinnelisäyksen jälkeen pH on noin 5,8.

Rikkakasvilajit kilpailukoealueella

Ahosuolaheinä	<i>Rumex acetosella</i> L.
Jauhosavikka	<i>Chenopodium album</i> L.
Kirjopillike	<i>Galeopsis speciosa</i> Miller
Leskenlehti	<i>Tussilago farfara</i> L.
Lutukka	<i>Capsella bursa-bastoris</i> (L.) Medicus
Pelto-orvokki	<i>Viola arvensis</i> Murray
Peltoemäkki	<i>Fumaria officinalis</i> L.
Peltohatikka	<i>Spergula arvensis</i> L.
Peltokorte	<i>Equisetum arvense</i> L.
Peltolemmikki	<i>Myosotis arvensis</i> (L.) Hill
Peltoretikka	<i>Raphanus raphanistrum</i> L.
Peltosaunio	<i>Tripleurospermum inodorum</i> Schultz Bip.
Peltoukonnauris	<i>Erysimum cheiranthoides</i> L.
Peltovalvatti	<i>Sonchus arvensis</i> L.
Peltovirvilä	<i>Vicia hirsuta</i> (L.) S. F. Gray
Piharatamo	<i>Plantago major</i> L.
Pihasaunio	<i>Matricaria matricarioides</i> (Less.) Porter
Pihatatar	<i>Polygonum aviculare</i> L.
Pihatahtimö	<i>Stellaria media</i> (L.) Vill.
Punapeippi	<i>Lamium purpureum</i> L.
Rönsyleinikki	<i>Ranunculus repens</i> L.
Savijäkkärä	<i>Gnaphalium uliginosum</i> L.
Valkoapila	<i>Trifolium repens</i> L.
Voikukka	<i>Taraxacum</i> sp.

Julkaisun sarja ja numero
Maatalouden tutkimuskeskuksen julkaisuja.
Sarja A 21

Julkaisuaika (kk ja vuosi)
Kesäkuu 1997

Tekijä(t)

Anja Kaunisto

Tutkimushankkeen nimi

Toimeksiantaja(t)

Maatalouden tutkimuskeskus

Nimike

Kurjenkellon ja päivänkakkaran kilpailukyky punanatapohjaisilla kedoilla

Tiivistelmä

Tutkimuksessa selvitettiin kahden kukkakasvin, kurjenkellon (*Campanula persicifolia* L.) ja päivänkakkaran (*Leucanthemum vulgare* Lam.) kilpailukykyä punanatapohjaisessa (*Festuca rubra* L.) nurmessa. Tutkimuksen lähtökohtana oli tarve selvittää viherrakentamisen sopiva heinä-kukkakasvi suhde. Heinät ja kukkakasvit kilpailevat yhteisistä resursseista. Nopeakasvuisemmat heinät saattavat tukahduttaa kukkakasvien taimet, jos heinä on kylvetty liian tiheäksi.

Tutkimukseen valittiin pohjaheinäksi punanata, koska se on viherrakentamisessa yleisesti käytetty laji. Punanatalajikkeita otettiin mukaan kaksi kasvatavaltaan eroavaa kotimaista jalostetta: lyhytrönsyinen 'Juliska' ja rönsytön 'Näpsä'. Punanataa kylvettiin koalueelle koneellisesti kylvötiheydellä 5 kg/ha. Päivänkakkaran ja kurjenkellon taimet esikasvatettiin ja istutettiin, jotta kukkakasvin taimia saatiin haluttu määrä koeruuuihin. Kurjenkellon taimia istutettiin 25, 50, 75 tai 100 ja päivänkakkaraa 25, 50 tai 75 taimea/ neliömetrin osaruutu. Rikkakasvit hävitettiin torjunta-aineella tai kitkemällä.

Ensimmäisenä vuonna kukkakasvit eivät kehittyneet taimivaihetta pidemmälle, eikä kilpailun vaikutusta voitu vielä tutkia. Toisena kasvukautena päivänkakkara ja punanata kasvoivat hyvin, mutta kurjenkello kehittyi heikosti. Kilpailua havainnoitiin mittaamalla ruuduista heinän ja kukkakasvien korkeudet, arvioimalla niiden peittävyudet sekä punnitsemalla kuivabiomassat. Kurjenkelloruuduissa näkyi muutamaa poikkeusta lukuunottamatta vain heinää. Päivänkakkaruuduissa kukkakasvin peittävyys oli useimmiten yli 90 %, joten heinän peittävyys jäi alhaiseksi. Päivänkakkarella osaruuduissa, joihin oli istutettu 50 tai 75 tainta, lajinsisäinen kilpailu rajoitti yksilöiden kasvua. Tämän perusteella 25 tainta neliömetrillä on päivänkakkarella riittävä tiheys rehevällä kasvalustalla. Kurjenkello ei menestynyt kilpailussa edes suurimmalla kasvimäärällä/m². Jos kurjenkelloa halutaan käyttää viherrakennuskohteessa, taimia ei kannata kylvää eikä edes istuttaa tiheään heinänurmeen. Punanatalajikkeiden kilpailukyvyissä ei ollut eroa.

Avainsanat

päivänkakkara, kurjenkello, punanata, kedot, kilpailukyky, viherrakennus

Toimintayksikkö

Laukaan tutkimus- ja valiotaimiasema, 41330 Vihtavuori

ISSN

1238-9935

ISBN

951-729-488-3



Tuloksia voi soveltaa luomuviljelyssä

Myynti: MTT tietopalveluyksikkö, 31600 JOKIOINEN

Puh. (03) 41 881

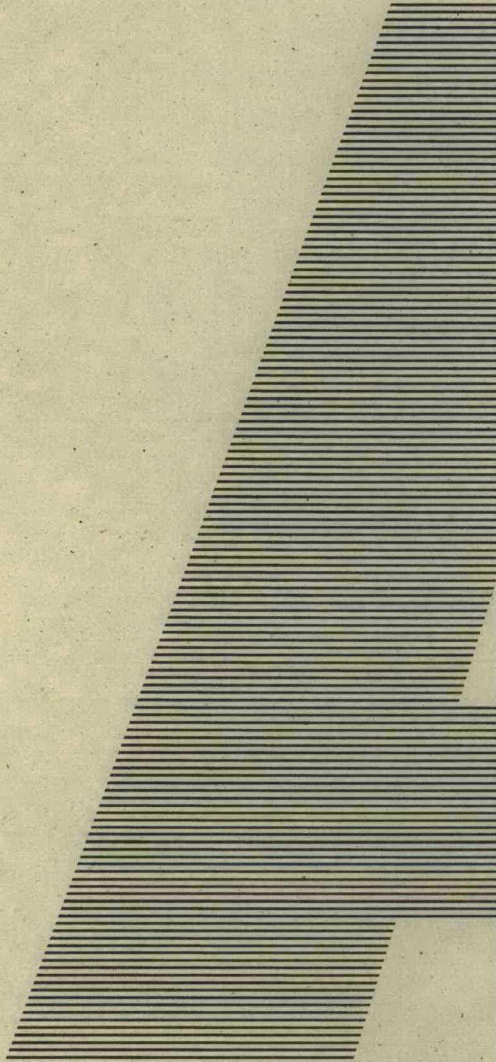
Telekopio (03) 418 8339

Sivuja

29 s. + 5 liitettä

Hinta

40 mk + alv 12 %



Jokioinen 1997
ISBN 951-729-488-3
ISSN 1238-9935