

VALGUST SELEKTEERIVA FILTRI MÕJU KASVUHOONES KASVANUD LEHTSALATI TAIMED KVALITEEDILE

M. Kleemann

ABSTRACT: *Effect of photosensitive plastics on the quality of greenhouse grown lettuce. The aim of the experiments was to assess the effect of far-red filter on the quality of lettuce plants. The experiments with lettuce were carried out in the greenhouses of University of Tartu, Institute of Plant Physiology in 2000 and 2001. The colour of plants grown under far-red filter was beautiful light green compared to plants grown in control, which were yellowish, darker green. Under far-red filter grown plants tasted less bitter compared to plants in control. Scattered radiation penetrated deeper inside of lettuce than direct beam. Therefore spectral filter affected also leaf orientation. Lettuce leaf position became more upright in control plants compared to plants grown under a far-red absorbing film. The incidence of tipburned leaves decreased under far-red filter. The yield was not significantly different. Calcium content was significantly higher under far-red filter. Plants grown under far-red filter contained less dry matter and chlorophyll.*

Keywords: *lettuce, tipburn, light quality, far-red filter, calcium content.*

Sissejuhatus

Katmikaianduse üks olulisemaid köögiviljakultuure on lehtsalat, mis rikastab meie sügistalvist söögi- lauda. Paljud teadlased on leidnud, et katmikalal salatit kasvatades on kaltsiumipuudus peamiseks toodangu kõr- get kvaliteeti ja saagikust limiteerivaks faktoriks (Collier, Tibbits, 1982, 1984; Bres, Weston, 1992; Cresswell, 1991). Kaltsiumipuuduse tõttu võib hävida kuni pool saaki (Benoit, Ceustermans, 1986).

Kaltsiumipuudus tekib tavaliselt kiire kasvu ajal taimekudedes, kuna kaltsium on omastatav passiivselt transpiratsiooniveega ja vanadest lehtedest noortesse ei liigu. Puudushaigust ei saa vältida mulla või lahuse kaudu omastatava kaltsiumi koguse suurendamisega. Kaltsiumi omastamist taimede poolt mulla kaudu mõjutab puudulik uute juurte juurdekasv (Kleemann, 1999a).

Paljudel köögiviljadel arenevad järgmised sümptomid: näiteks must-südamik (*black-heart* ingl k) selleril (Geraldson, 1954; Bible, Stiehl, 1986), kaltsiumipuudus salatil (Cox jt, 1976; Collier, Tibbits, 1982), pruunid lehe servad (*tipburn* ingl k) aed-harakputkel (Kleemann, 2000a), pruunid lehe servad (*tipburn* ingl k) hiina kapsal (Aloni, 1986; Aloni jt, 1986), viljatipumädanik (*blossom end rot* ingl k) tomatil (Adams, Ho, 1995; Adams, Holder, 1992) ja kaltsiumipuudus kurgil (Bakker, Sonneveld, 1988). See puudushaigus on ilmselt kogu aeg eksisteerinud, kuid probleem on muutunud tõsisemaks viimaste aastate jooksul, võib-olla seetõttu, et on kasutusele võetud intensiivsed kasvatussüsteemid.

Viimastel aastatel on hakatud kasutama valgust selekteerivat filtrit taimede kasvu kontrollimiseks. Valgust selekteerivad filtrid ei lase läbi filtri kaugpunast valgust. Kaugpunase valguse osakaalu vähenemine aga pidurdab taimede väljavenimist ning taimed on kompaktsemad ega kasva nii kiiresti. Saure (1998) väidab, et kasvukiiruse aeglustumine aitab ära hoida kaltsiumipuuduse teket taimedel.

Uurimistöö eesmärgiks oli selgitada spetsiaalse valgust selekteeriva filtri (kaugpunane filter) mõju leht- salati pikkuskasvule, kaltsiumipuuduse esinemisele ja keemilisele koostisele.

Võtmesõnad: kaugpunane filter, lehtsalat, kaltsiumipuudus, kvaliteet.

Materjal ja meetodika

Katsed lehtsalatiga viidi läbi Tartu Ülikooli taimefüsioloogia õppetooli kasvuhoonetes. Lehtsalati (*Lactuca sativa* L.) seemned külvati väetatud turbaga täidetud pottidesse. Istikuid ja hiljem taimi kasteti toite- lahusega, mille elektrijuhtivus oli 2,0 mS cm⁻¹. Toitelahus sisaldas järgmisi toitaineid (mg l⁻¹): N 166; P 47; K 280; Ca 100; Mg 24; S 32; Fe 2,8; Mn 0,8; B 0,4; Zn 0,3; Cu 0,15; Mo 0,05 ja Co 0,01. Katses oli kolm kordust, katset korraldati kaks korda. Kõigis katse variantides oli 54 taime.

Lisavalgustuse taimede tasandil oli umbes 12 000 luksit elavhõbelampidelt. Lisavalgustuse kestus oli 16 tundi ööpäevas (04.00–20.00). Minimaalne temperatuur kasvuhoones oli 20 °C päeval ja 15 °C öösel. Suhteline õhuniiskus oli 75±1%. Pooled taimed kasvasid valgust selekteeriva filtri all ja pooled filtrita.

Koristuse ajal taimed kaaluti, loeti haigestunud lehed. Kuivainesisalduse määramiseks kaaluti 10 g värs- keid lehtsalati lehti ja kuivatati termostaadis 105 °C juures konstantse kaaluni. Kuivainesisaldus väljendati

protsentides. Klorofüllisisaldus määrati fotoelektrokolorimeetriga (Bukatsch, 1964). Kaltsiumisisaldus määrati kuivaine proovidest, millest kaaluti 0,5 grammi. Siis teostati märgtuhastamine, st proovile lisati väävelhapet ja vesinikperoksiidi ning segati ettevaatlikult ja kuumutati 100 °C juures 60 minutit. Lisati uuesti vesinikperoksiidi ja kuumutati 2–3 minutit. Viimast protsessi korrati seni, kuni lahus muutus selgeks. Siis lahus jahutati ning püknomeeter täideti ülejäänud vaba ruumi ulatuses veega 100 ml mõõtekriipsuni ning segati (Helrich, 1990). Kaltsiumisisaldus määrati aatomabsorptsioonspektrofotomeetri abil. Saagi ja keemilise analüüsi andmed töödeldi ühefaktorilise dispersioonanalüüsi meetodil, kasutades statistikaprogrammi *Minitab for Windows*. Variantide vaheliste erinevuste usutavuse hindamiseks on arvatud piirdiferentsid Newman-Keulsi testi abil (Montgomery, 1997).

Tulemused

Lehtsalat kasvab ja areneb kasvuhoone tingimustes kiiresti. Valgust selekteeriva filtri all kasvanud taimed olid ilusa rohelise värvusega, kontrollvariandi taimed olid kollaka värvusega (joonised 1, 2). Filtri all kasvanud taimed olid vähem kibedad. Hajutatud valgus tungis paremini lehtede vahele, mistõttu taimede lehed muutsid kasvusuunda. Filtri all kasvanud taimede lehed olid rohkem allapoole suunatud ning ilma filtrita variandis rohkem ülespoole suunatud (joonis 2).



Joonis 1. Lehtsalati katse kasvuhoones. Vasakul taimed kontrollvariandis. Paremalt taimed, mis kasvasid valgust selekteeriva filtri all

Figure 1. The photo of leaf lettuce experiment in greenhouses. Left – plants grown on the open greenhouse bench. Right – plants grown under far-red filter



Joonis 2. Lehtsalati katse kasvuhoones. Vasakul kontrollvariandi taim, paremal valgust selekteeriva filtri all kasvanud taim

Figure 2. The photo of leaf lettuce experiment in greenhouses. Left – lettuce plant grown on the open greenhouse bench. Right – lettuce plant grown under far-red filter

Erinevates tingimustes kasvanud taimed ei erinenud saagi poolest (tabel 1). Taimed, mis kasvasid valgust selekteeriva filtri all, olid kasvult väiksemad ja vähem välja veninud kui taimed ilma filtrita variandis (tabel 1, joonis 2). Värske lehtede osakaal oli valgust selekteeriva filtri all kasvanud taimedel 30% suurem kui kontrollvariandi taimedel. Kaltsiumipuuduse esinemine oli suurem ilma filtrita variandis (tabel 1). 38% lehtedest oli kahjustunud kaltsiumipuudusega taimedel, mis kasvasid kontrollvariandis. Ainult 14% lehtedest oli kahjustunud taimedel, mis kasvasid valgust selekteeriva filtri all. Kuivaine sisalduse poolest erinevates tingimustes kasvades taimed ei erinenud (tabel 2). Klorofüllisisaldus oli 26% väiksem taimedel, mis kasvasid valgust selekteeriva filtri all (tabel 2). Kaltsiumisisaldus oli suurem taimedel, mis kasvasid valgust selekteeriva filtri all (tabel 2).

Tabel 1. Lehtsalati kaal, kõrgus ja lehtede arv sõltuvalt valgust selekteerivast filtrist

Table 1. The weight (g), height (cm), total number of leaves, the number of fresh and injured leaves per plant of lettuce according to spectral filters

Filter	Kaal Weight (g)	Kõrgus Height (cm)	Lehtede arv / Number of leaves		
			kokku total	värskeid fresh	Ca-puudusega Ca deficiency
Filter	34,0	15,4	25,1	21,6	3,5
Kontroll / Control	39,7	18,6	24,5	15,1	9,4
Statistilised erinevused Statistical differences	P=0,059	P=0,011	P=0,556	P<0,001	P<0,001

Tabel 2. Kuivaine- (%), klorofüll- (mg g⁻¹ biomassi kohta) ja kaltsiumi- (noortes lehtedes, g kg⁻¹ kuivaine kohta) sisaldus lehtsalati lehtedes sõltuvalt valgust selekteerivast filtrist

Table 2. The content of dry matter (%), chlorophyll (mg g⁻¹ fresh weight) and calcium (in young leaves, g kg⁻¹ dry weight) in lettuce plants according to spectral filters

Filter	Kuivaine Dry matter %	Klorofüll / Chlorophyll mg g ⁻¹ biomassi kohta mg g ⁻¹ fresh weight	Ca g kg ⁻¹ kuivaines g kg ⁻¹ dry weight
Filter	6,27	3,3	1,21
Kontroll / Control	8,48	4,5	0,89
Statistilised erinevused Statistical differences	P=0,114	P<0,001	P<0,001

Arutelu

Testimine näitas, et materjalil on väga efektiivne valguse absorbeerumine 730 nm juures, st taimedeni jõudva kaugpunase valguse osa juures. Fotosünteesiliselt aktiivse radiatsiooni 10% absorbeerumine (400–700 nm) eeldab, et materjali omadusi saab veelgi parandada. Taimed reageerivad punase ja kaugpunase valguse suhtele (P:KP). Kui P:KP suhe on kõrge, siis taimed on kompaktsed. Kui aga P:KP suhe on madal, siis taimed näevad välja väljaveninud. Valgust selekteeriv filter absorbeerib 45% punasest ja 90% kaugpunasest valgusest, seetõttu suhe P:KP suureneb ja taimed on kompaktsemad, mida näitas ka antud uurimus. Katsetes *Dendranthema × grandiflorum* taimedega leidis Hoffmann (1999a), et PMMA (kaugpunane) filter mõjus taimede väljavenimist vähendavana ja taimed olid kompaktsemad. Hoffmann (1999b) märkis, et P:KP suurendamine mitte ainult ei aita vähendada varre pikkuskasvu, vaid valgust selekteerivate filtrite abil saab ka taimede pikkuskasvu kontrollida. Tarbijad eelistavad kompaktseid salatitaimi.

Valgust selekteeriv filter sisaldab valguse hajutajaid, mis muudavad valguse suunda ilma valguse läbilaskevõimet vähendamata. Pearson ja Wheldon (1999) leidsid krüsanteemi katses, et kogufotosüntees valguse ühiku kohta tõusis 10%, kui tegu oli hajutatud valgusega. Hajutatud valgus tungis paremini lehtede vahele, mistõttu taimede lehed muutsid kasvusuunda. Lehtsalati lehed olid rohkem ülespoole suunatud, kasvades kontrollvariandis, ja allapoole suunatud, kasvades valgust selekteeriva filtri all. Valguse kvaliteedi ja DIF-i efektid on võrreldavad (tabel 3). Kui P:KP suhe tõuseb, siis lehed on rohkem allapoole suunatud, kui aga see suhe väheneb, siis lehed on ülespoole suunatud. Myster ja Moe (1995) märkisid, et positiivse DIF-i tingimustes va kasvava taime lehtede asetus on suunatud rohkem ülespoole kui negatiivse DIF-i tingimustes (tabel 3). Seetõttu taimed, kasvades valgust selekteeriva filtri all reageerivad sama moodi kui taimed, mis kasvavad negatiivse DIF-i tingimustes.

Kaltsiumipuuduse esinemine oli suurem ilma filtrita variandis. Kirjandus ei sisalda märkmeid valgust selekteeriva filtri mõjust kaltsiumipuuduse esinemisele. Nagu eelpool märgitud, taimed, kasvades valgust selekteeriva filtri all, reageerivad sama moodi kui taimed, mis kasvavad negatiivse DIF-i tingimustes. Saure (1998) leidis, et kõik faktorid, mis aeglustavad taimede kasvukiirust, vähendavad kaltsiumipuuduse esinemist taimedel. Negatiivset DIF-i saab kasutada kaltsiumipuuduse ärahoidmisel, sest need tingimused vähendavad taimede

kasvukiirust. Valgust selekteerival filtril on ka kasvu aeglustav efekt. Kleemann (1999b) märkis, et parim kaltsiumipuuduse vastane võte on taimelehtede pritsimine kaltsiumi sisaldavate lahustega. Kaltsium liigub taimes vaid passiivselt transpiratsiooniveega. Kiire kasvu tingimustes avalduvad taimedel kaltsiumipuuduse tunnused. Antud uurimus näitas, et 38% lehtedest olid kahjustunud kontrollvariandis ja ainult 14% valgust selekteeriva filtri all. Taimede kasvatamine valgust selekteeriva filtri all on sobilik kiiresti kasvavatele taimedele, mis on kaltsiumipuudusele vastuvõtlikud.

Tabel 3. Valguse kvaliteedi ja DIF-i mõju võrdlus taimede kvaliteedile. DIF – päevase ja öise temperatuuri vahe
Table 3. Comparison of light quality and DIF influences on the development of plants. DIF – difference between day and night temperature

Taimede reageeringud <i>Plant responses</i>	Valguse kvaliteet <i>Light quality</i>		DIF	
	punane <i>red</i>	kaugpunane <i>far-red</i>	negatiivne <i>negative</i>	positiivne <i>positive</i>
Võrse väljavenimine <i>Shoot elongation</i>	–	+	–	+
Varre väljavenimine <i>Stem elongation</i>	–	+	–	+
Lehtede asetus / <i>Leaf orientation:</i>				
* ülespoole / <i>upright</i>	–	+	–	+
* allapoole / <i>downright</i>	+	–	+	–
Lehtede värv (punane) <i>Leaf colour (red)</i>	+	–	+	–
Klorootilised lehed <i>Chlorotic leaves</i>	–	+	+	–
Õitsemise / <i>Flowering:</i>				
* PPT – pikapäevataimed <i>LDP – long day plants</i>	+	–	+	–
* LPT – lühipäevataimed <i>SDP – short day plants</i>	–	+	+ või –	– või +

Taimede toitumus mõjutab suurel määral köögiviljade kvaliteeti. Kaltsiumi seostatakse kõige sagedamini köögiviljade kvaliteediga. Katse tulemused näitasid, et taimede kaltsiumisisaldus oli suurim valgust selekteeriva filtri all kasvades. Nagu eelpool märgitud, taimed, kasvades valgust selekteeriva filtri all reageerivad sama moodi kui taimed, mis kasvavad negatiivse DIF-i tingimustes. Kleemann (2000b) näitas, et negatiivse DIF-i tingimustes sisaldasid taimed rohkem kaltsiumi kui positiivse DIF-i tingimustes. Lehtsalati kasvatusel jääb igal aastal saamata suur osa saagist just kaltsiumipuuduse tõttu (Shear, 1975).

Valguse kvaliteet mõjutab lehtsalati maitset. Kibe maitse on mõjutatud P:KP suhtest. Kui see suhe on kõrge (valgust selekteeriva filtri all kasvanud taimedel), siis on taimed vähem kibedad kui madala P:KP suhte korral (kontrollvariandi taimed).

Uurimus näitas, et kuivainesisaldus oli väiksem taimedel, mis kasvasid valgust selekteeriva filtri all. Valgust selekteeriva filtri all kasvavad taimed reageerivad sama moodi kui taimed, mis kasvavad negatiivse DIF-i tingimustes. Võrreldes positiivse DIF-iga on negatiivse DIF-i tingimustes väiksem kuivainesisaldus (Kleemann, 2000b). Sarnased tulemused saadi katsetes begooniaga (Willumsen jt, 1995). Põhjuseks võib olla öine hingamise kadude suurenemine negatiivse DIF-i tingimustes või see, et kõrge päevane temperatuur suurendab fotosünteesi. Kontrollvariandis oli lehtsalati lehtedes klorofüllisisaldus suurem kui taimedes, mis kasvasid valgust selekteeriva filtri all. Myster ja Moe (1995) leidsid, et positiivse DIF-i tingimustes suurenes ja negatiivse DIF-i tingimustes vähenes klorofüllisisaldus. Sarnaselt märkis Grindal (1997), et klorofüllisisaldus on väiksem negatiivse DIF-i tingimustes.

Järeldused

Uurimus näitas, et lehtsalat reageerib P:KP suhte muutusele. Valgust selekteeriva filtri all kasvanud taimed olid ilusa rohelise värvusega võrreldes kontrollvariandi taimedega, mis olid kollaka värvusega. Filtri all kasvanud taimed olid vähem kibedad. Hajutatud valgus tungis paremini lehtede vahele, mistõttu taimede lehed muutsid kasvusuunda. Lehtsalati lehed olid rohkem ülespoole suunatud kontrollvariandis ja allapoole suunatud valgust selekteeriva filtri all kasvades. Seetõttu on võimalik valgust selekteeriva filtriga kontrollida taimede pikkuskasvu. Kaltsiumipuuduse esinemine oli suurem ilma filtrita variandis. Kuivaine ja klorofüllisisaldus oli väiksem taimedel, mis kasvasid filtri all. Noorte lehtede kaltsiumisisaldus oli suurem filtri all kasvades. Et kaltsiumipuudust esineb vähem valgust selekteeriva filtri all kasvades ja taimed on kompaktsema ning ühtlasema

väljanägemisega, siis sobivad need tingimused kaltsiumipuudusele vastuvõtlikele taimedele, sh tomat, kurk, salat.

Kirjandus

- Adams, P., Ho, L. C. Differential effects of salinity and humidity on growth and status of tomato and cucumber grown in hydroponic culture. – *Acta Horticulturae*, 401, p. 357...363, 1995.
- Adams, P., Holder R. Effects of humidity, Ca and salinity on the accumulation of dry matter and Ca by the leaves and fruit of tomato (*Lycopersicon esculentum*). – *Journal of Horticultural Science*, 67(1), p. 137...142, 1992.
- Aloni, B. Enhancement of leaf tipburn by restricting root growth in Chinese cabbage plants. – *Journal of Horticultural Science*, 61(4), p. 509...513, 1986.
- Aloni, B., Pashkar, T., Libel, R. The possible involvement of gibberellins and calcium in tipburn of Chinese cabbage: study of intact plants and detached leaves. – *Plant Growth Regulation*, 4, p. 3...11, 1986.
- Bakker, J. C., Sonneveld, C. Calcium deficiency of glasshouse cucumber as affected by environmental humidity and mineral nutrition. – *Journal of Horticultural Science*, 63(2), p. 241...246, 1988.
- Benoit, F., Ceustermans, N. Survey of a decade of research (1974–1984) with nutrient film technique (NFT) on glasshouse vegetables. – *Soilless culture*, 2(1), p. 12...14, 1986.
- Bible, B. B., Stiehl, B. Effect of atmospheric modification on the incidence of blackheart and the ation content of celery. – *Scientia Horticulturae*, 28, p. 19...28, 1986.
- Bres, W., Weston, L. A. Nutrient accumulation and tipburn in NFT grown lettuce at several potassium and pH levels. – *HortScience*, 27(7), p. 790...792, 1992.
- Bukatsch, F. Das kleine pflanzenphysiologische Praktikum. – Leipzig, 1964. – 288 S.
- Collier, G. F., Tibbits, T. W. Tipburn of lettuce. – *Horticultural reviews*, 4, p. 49...65, 1982.
- Collier, G. F., Tibbits, T. W. Effects of relative humidity and root temperature on calcium concentration and tipburn development in lettuce. – *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 109(2), p. 128...131, 1984.
- Cox, E. F., McKee, J. M. T., Dearman, A. S. The effect of growth rate on tipburn occurrence in lettuce. – *Journal of Horticultural Science*, 51, p. 297...309, 1976.
- Cresswell, G. C. Effect of lowering nutrient solution concentration at night on the leaf calcium levels and the incidence of tipburn in lettuce (var. Gloria). – *Journal of plant nutrition*, 14(9), p. 913...924, 1991.
- Geraldson, C. M. The control of blackheart of celery. – *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 63, p. 353...358, 1954.
- Grindal, G. Thermoperiodic stem elongation in *Pisum sativum* L. and *Cucumis sativus* L. – the role of gibberellins and phytochrome. – Doctor Scientiarum Theses 1997: 27. Agricultural University of Norway. 1997. – 80 p.
- Helrich, K. Official methods of analysis. 15th Edition. Association of Official Analytical Chemists, Inc., Virginia, USA, vol. 1, 1990. – 684 p.
- Hoffmann, S. The effect of photoselective cladding materials on the growth of ornamental plants. I. Review. *Gartenbauwissenschaft*, 64 (3), p. 100...105, 1999a.
- Hoffmann, S. The effect of photoselective cladding materials on the growth of ornamental plants. II. Effect of far-red ratio on stem elongation. *Gartenbauwissenschaft*, 64 (6), p. 253...260, 1999b.
- Kleemann, M. Physiological calcium deficiency in chervil (*Anthriscus cerefolium* (L.) Hoffm.) and curled parsley (*Petroselinum crispum* (Mill.) Nym. Convar. *Crispum*). – Doctor Scientiarum Theses 1999: 12. Agricultural University of Norway. 1999a. – 69 p.
- Kleemann, M. Development of calcium deficiency symptoms in chervil (*Anthriscus cerefolium* (L.) Hoffm.) and curled parsley (*Petroselinum crispum* (Mill.) Nym. Convar. *Crispum*). Natural and economic importance of alternative plants. Warszawa 1999, 468, p. 335...348, 1999b.
- Kleemann, M. Effects of salinity, nutrients and spraying with CaCl₂ solution on the development of calcium deficiency in chervil (*Anthriscus cerefolium* (L.) Hoffm.) and curled parsley (*Petroselinum crispum* (Mill.) Nym. Convar. *Crispum*). Integrated view of fruit and vegetable quality. International multidisciplinary conference, University of Georgia. P. 41...53, 2000a.
- Kleemann, M. Tipburn incidence in chervil in response to day and night temperature alternations. – *Transactions of Estonian Agricultural University*, 208, p. 69...74, 2000b.
- Montgomery, D. C. Design and analysis of experiments. Wiley. 4th edition. P. 63...117, 1997.
- Myster, J., Moe, R. Effect of diurnal temperature alternations on plant morphology in some greenhouse crops – a mini review. – *Scientia Horticulturae*, 62, p. 205...215, 1995.
- Pearson, S., Wheldon, A. Filtering out P&D. *Grower*, 7, p. 22...24, 1999.
- Saure, M. C. Causes of the tipburn disorder in leaves of vegetables. – *Scientia Horticulturae*, 76, p. 131...147, 1998.
- Shear, C. B. Calcium related disorders of fruits and vegetables. – *HortScience*, 10(4), p. 361...365, 1975.

Willumsen, K., Fjeld, T., Moe, R. The effects of different day and night temperature regimes on growth, flowering, and keep ability of *Begonia* × *hiemalis* Fotsch. – *Gartenbauwissenschaft*, 60(4), p. 167...170, 1995.

Effect of Photosensitive Plastics on the Quality of Greenhouse Grown Lettuce

M. Kleemann

Summary

Leaf lettuce is a very important greenhouse crop in the wintertime. Many scientists have found that tipburn is a major limitation to production of lettuce and products quality. The unpredictability of tipburn occurrence and the absence of totally effective control procedures make the problem very serious. In experiments with lettuce that losses to the grower from tipburn could reach up to 50% of production. Tipburn is caused by physiological calcium deficiency.

In recent years photosensitive plastics has been used to control plant height. Reduction of growth might reduce tipburn incidence.

The first objective here was to show that far-red filter could be used to control the height of lettuce plants. The other aim of the experiments was to assess the effect of far-red filter on the level of tipburn on lettuce. Another aim of present investigation was to assess the effect of far-red filter on the chemical composition of lettuce plants.

Leaf lettuce (*Lactuca sativa* var. *crispa* L.) seeds were sown in 12 cm plastic pots with capacity 0.6 L filled with limed and fertilized peat on 6 March 2000. The seedlings were transferred to the greenhouses of University of Tartu on 19 March 2000, and plants were harvested on 11 April 2000. Half of the plants were growing under a far-red absorbing film, (other half part of plants were grown on an open growth chamber bench), but illumination level was the same at the plant level. Each treatment consisted of 48 plants. Experiment was repeated twice. The basic nutrient solution at 2 mS cm⁻¹ contained the following nutrients (mg L⁻¹): N 166; P 47; K 280; Ca 100; Mg 24; S 32;; Fe 2.8; Mn 0.8; B 0.4; Zn 0.3; Cu 0.15; Mo 0.05 and Co 0.01. The illumination in growth chambers at plant level was 242 μmol m⁻² s⁻¹ from high pressure mercury (HPI/T) lamps (in both treatments, i.e. under far-red filter was light intensity set to the same level). The plants were illuminated in the period of 14 hours (07.00–21.00). The relative humidity was 75±1%.

At harvest the plants were weighed. At harvest the height of plants were measured. Total number of leaves, the numbers of fresh and injured leaves were counted at harvest. After harvest the content of dry matter, chlorophyll, and calcium were determined. Analyses of variance were carried out on the data obtained using Minitab for Windows. Newman-Keuls test was carried out on the means obtained (Montgomery, 1997).

Leaf lettuce develops quite quickly in controlled environment such as greenhouses. The colour of plants grown under far-red filter was beautiful light green compared to plants grown in control, which were yellowish, darker green (Figure 1, 2). Under far-red filter grown plants tasted less bitter compared to plants in control. Scattered radiation penetrated deeper inside of lettuce than direct beam. Therefore spectral filter affected also leaf orientation. Lettuce leaf position became more upright in control plants compared to plants grown under a far-red absorbing film (Figure 2). The incidence of tipburn injury was low (14% of leaves were damaged) when plants were grown under a far-red absorbing film (Table 1). At harvest 38% of leaves were damaged (calcium deficiency), when grown in the open greenhouse bench.

Fresh weight of leaf lettuce plants did not show statistically different results (Table 1). The plants grown under far-red absorbing filter were smaller and less elongated than plants grown in control (Table 1, Figure 2). The number of fresh leaves was 30% higher when plants were grown under a far-red absorbing film compared to plants in control. The incidence of tipburned leaves was highest in control treatment (Table 1). The content of dry matter did not show statistically different results (Table 2). The content of chlorophyll was 26% lower in plants grown under a far-red absorbing filter. The content of calcium was higher in plants grown under a far-red absorbing film (Table 2). Light quality and DIF effects are comparable (Table 3).

It can be concluded following. The present investigation showed that lettuce is a crop, which responds to change in R/FR ratio. The colour of plants grown under far-red filter was beautiful light green compared to plants grown in control, which were yellowish, darker green. Under far-red filter grown plants tasted less bitter compared to plants in control. Scattered radiation penetrated deeper inside of lettuce than direct beam. Therefore spectral filter affected also leaf orientation. Lettuce leaf position became more upright in control plants compared to plants grown under a far-red absorbing film. It means that far-red filter could be used to control the height of lettuce. Reduction of growth rate reduced the incidence of tipburn injury on leaves under far-red absorbing film in greenhouses. The calcium content of lettuce young leaves was higher under far-red filter. Far-red filter could be used for fast growing plants, which are susceptible for calcium deficiency.