

This is an electronic reprint of the original article.

This reprint *may differ* from the original in pagination and typographic detail.

Author(s): Juha Kaitera & Jouni Karhu

Title: Kuusen tuomiruosteen (*Thekopsora areolata*) helmi-itiöiden itäminen eri lämpötiloissa suomalaisten siemenviljelmien ruostepopulaatioissa

Year: 2021

Version: Published version

Copyright: The Author(s) 2021

Rights: CC BY-SA 4.0

Rights url: <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>

Please cite the original version:

Kaitera J., Karhu J. (2021). Kuusen tuomiruosteen (*Thekopsora areolata*) helmi-itiöiden itäminen eri lämpötiloissa suomalaisten siemenviljelmien ruostepopulaatioissa. Metsätieteen aikakauskirja vuosikerta 2021 artikkeli id 10527. <https://doi.org/10.14214/ma.10527>

All material supplied via *Jukuri* is protected by copyright and other intellectual property rights. Duplication or sale, in electronic or print form, of any part of the repository collections is prohibited. Making electronic or print copies of the material is permitted only for your own personal use or for educational purposes. For other purposes, this article may be used in accordance with the publisher's terms. There may be differences between this version and the publisher's version. You are advised to cite the publisher's version.



Juha Kaitera ja Jouni Karhu

Kuusen tuomiruosteen (*Thekopsora areolata*) helmi-itiöiden itäminen eri lämpötiloissa suomalaisten siemenviljelmien ruostepopulaatioissa

Kaitera J., Karhu J. (2021). Kuusen tuomiruosteen (*Thekopsora areolata*) helmi-itiöiden itäminen eri lämpötiloissa suomalaisten siemenviljelmien ruostepopulaatioissa. Metsätieteen aikakauskirja 2021-10527. Tutkimuseloste. 3 s. <https://doi.org/10.14214/ma.10527>

Yhteystiedot Luonnonvarakeskus (Luke), Luonnonvarat, Oulu

Sähköposti juha.kaitera@luke.fi

Hyväksytty 22.2.2021

Seloste artikkelista Kaitera J., Karhu J. (2021). Temperature range for germination of *Thekopsora areolata* aeciospores from Finnish Norway spruce seed orchards. *Silva Fennica* vol. 55 no. 1 article id 10422. <https://doi.org/10.14214/sf.10422>

Kuusen tuomiruoste (*Thekopsora areolata* (Fr.) Magnus) on eräs pahimmista kuusilajien (*Picea* spp.) käpytuholaisista Euroopassa ja Aasiassa. Sieni aiheuttaa merkittäviä tappioita kuusen siemensadolle etenkin kaupallisilla siemenviljelmillä, jotka ovat erikoistuneet pitkälle jalostetun siemenen tuotantoon. Kuusen siemenestä on jatkuva pula, sillä kuusen kukinta ja siemensadot ovat hyvin epäsäännöllisiä. Kuusen tuomiruoste on alentanut siemensatoa merkittävästi hyvinä kukintavuosina, kuten esimerkiksi vuosina 1989, 2000 ja 2006. Sieni aiheuttaa ennen aikaista käpysuomujen avautumista, vähentää siementen määrää kävyissä ja voi alentaa kymmenkertaisesti siementen itämistä. Sieni leviää vanhoista sairaista kävyistä nuoriin tuomien (*Prunus* spp.) lehtiin keväällä ja alkukesästä. Tutkimuksissa selvitettiin vastikään, ettei sieni leviä suoraan kuusesta toiseen, vaan aina väli-isäntäkasvien kautta. Sienen helmi-itiöt ovat itämiskykyisiä vuosia vanhoissa kävyissä (Kuva 1). Sienen itiöiden itämlämpötilan vaihtelua ei tunneta. Sieni muodostaa kesäitiöpesäkkeitä tuomella, joista kesäitiöt levittävät tautia tuomesta toiseen. Sieni muodostaa talvi-itiöpesäkkeitä tuomella, joissa lehtien talvehtimisen jälkeen muodostuvat itiökannat ja kantaitiöt, jotka tartuttavat keväällä emikukintoja.

Maa- ja metsätalousministeriön rahoittamassa MESIKE-projektissa selvitettiin vuosina 2018–2019 tuomiruoste-epidemioihin vaikuttavia tekijöitä ja erilaisia hoitotoimenpiteitä, joilla saataisiin vähennettyä ruostetuhoja. Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää kuusen tuomiruosteen helmi-itiöiden itämisen lämpötilavaihtelu ja -optimi. Hypoteesina oli, että sienen optimi itämlämpötila on noin 20 °C. Tietoa tarvittiin sienen patogeenisuustestejä varten ja antamaan tietoa lämpötilavaihtelusta, jonka vallitessa sieni olisi leviämiskykyinen.

Kuusen tuomiruosteen helmi-itiöitä kerättiin seitsemältä eteläsuomalaiselta kuusen siemenviljelmältä. Itiomateriaali kerättiin puiden latvaan kiinnijääneistä, maahan katkenneissa latvoissa

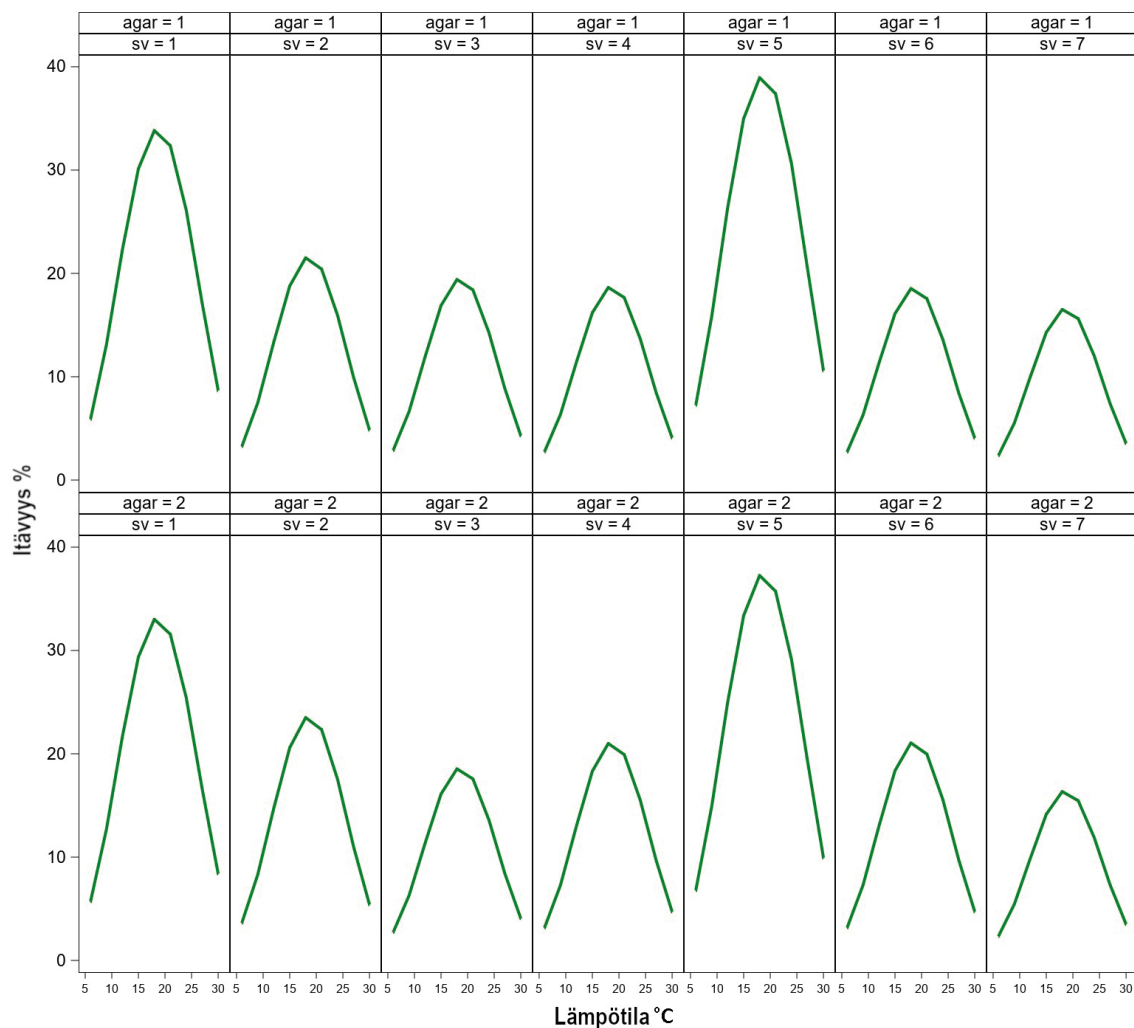


Kuva 1. Kuusen tuomiruosteen helmi-itiöpesäkkeitä kuusen käpysuomuilla. Kuva: Juha Kaitera / Luonnonvarakeskus.

sijainneista tai maahan varisseista sairaista kävyistä. Kävyistä karistettiin itiöitä vesi- ja mallasagarille. Maljoja kasvatettiin 9 eri lämpötilassa kasvatus- tai olosuhdekaapissa. Kasvatustilapöytätilat olivat 6 °C, 9 °C, 12 °C, 15 °C, 18 °C, 21 °C, 24 °C, 27 °C ja 30 °C. Alin lämpötiloista vastasi lämpötilaa, jolloin terminen kasvukausi alkaa keväällä. Korkein lämpötila vastasi kesähelteen lämpötilaa, joka saattaisi olla tappava itiöille estäen itämisen. Maljoja kasvatettiin 2, 6 ja 24 tuntia, jonka jälkeen itiöiden itävyys laskettiin 10:stä satunnaisesti valitusta kohdasta agarin pinnalta valomikroskoopilla. Itiöiden itävyyttä mallinnettiin agaralustan, lämpötilan ja itiöalkuperän suhteen erikseen 6 ja 24 tunnin idätyksen jälkeen SAS-ohjelmiston glimmix-proseduurilla. Mallissa itävyys oli jatkuva muuttuja, joka sai arvoja 0–1 (tai 0 % – 100 %) betajakaumalla. Itiöalkuperä ja agaralusta toimivat itsenäisistä muuttujista faktorimuuttujina ja lämpötila jatkuvana muuttujana. Lämpötilan vaihtelua kuvattiin toisen asteen yhtälöllä. Kiinteän vaikutuksen testillä selvitettiin eri muuttujien ja niiden yhdysvaikutusten vaikutusta itiöiden itämiseen. Paras itämistä kuvaava malli oli muotoa:

$$\text{Itäminen} = \text{itiöalkuperä} + \text{agaralusta} + \text{itiöalkuperä} \times \text{agaralusta} + \text{lämpötila} + \text{lämpötila}^2$$

Itiöiden itämistä tapahtui 6–27 °C:ssa, josta itäminen oli korkeinta 15–24 °C:ssa 24 tunnin kasvatuksen jälkeen. Itäminen oli korkeinta 18 °C:ssa. Itämisen vaihtelu oli samanlaista kaikilla itiöalkuperillä. Itämishuippu oli kuitenkin korkeampi kahdella itiöalkuperällä (Paronen ja Suhola) kuin muilla itiöalkuperillä (Kuva 2). Agaralustojen välillä ei ollut eroja itämisessä. Itäminen oli vähäistä 2 tuntia kasvatuksen jälkeen, mutta itäminen kiihtyi 6 tuntia idätyksen jälkeen ja kasvoi 24 tunnin idätykseen asti. Useimmat itiöalkuperät saavuttivat korkeimman itävyytensä 24 tunnin idätyksen jälkeen. Parhaassa itiöiden itämismallissa lämpötila oli merkittävin itävyyteen vaikuttaja



Kuva 2. Kuusen tuomiruosteen helmi-itiöalkuperien itämismalli (%) eri siemenviljelmiltä (sv = 1–7) 6–30 °C:een lämpötiloissa 24 tunnin idätyksen jälkeen vesiagarilla (agar = 1) ja mallasagarilla (agar = 2). Itiöalkuperät (sv = 1–7): Paronen (1), Metsä-Ihala (2), Imatra (3), Sillanpää (4), Suhola (5), Taavetti (6) ja Riihimäki (7) siemenviljelmät.

tekijä sekä 6 että 24 tunnin idätyksen jälkeen. Myös itiöalkuperällä oli lievästi merkitsevä vaikutus itävyyteen. Sen sijaan agaralustalla ei ollut merkitsevää vaikutusta itävyyteen.

Tulosten perusteella kuusen tuomiruosteen helmi-itiöillä on kyky itää hyvin laajalla lämpötila-alueella. Itämiskyvystä alhaisissa lämpötiloissa on hyötyä sienien leviämälle keväällä sienien väli-isäntäkasvien lehtien kehittyessä. Korkeat lämpötilat voivat hillitä sienien leviämistä. Sienen optimaalinen itämislämpötila oli suunnilleen sama kuin tervasrososienellä. Tutkittujen itiöalkuperien välillä oli itämiseroja, jotka voivat johtua käpyjen ikävaihtelusta. Osa sairaista kävyistä jää vuosiksi puiden latvaan sisältäen kuitenkin itämiskykyisiä itiöitä vuosia. Myös maahan varisseet sairaat kävyt voivat sisältää itämiskykyisiä itiöitä. Sekä puuhun jääneet että maahan varisseet kävyt sisältävät itiöitä, jotka tartuttavat tuomia. Kuusen tuomiruosteen torjuntaa voidaan tehostaa ja sienien itiölevintää vähentää etenkin kuusen siemenviljelmillä poistamalla puiden latvoista sairaat kävyt.