

## SEZONALITĀTE LATVIJAS AINAVĀ: DABAS RITMU KALENDĀRS

### Seasonality in the landscape of Latvia: a phenological calendar

*Gunta Kalvāne, Andis Kalvāns*

Latvijas Universitāte, Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte

e-mail: gunta.kalvane@lu.lv

**Anotācija.** Fenoloģisko parādību, piemēram, lapu plaukšana, ziedēšana, putnu migrācija, izmaiņas ir viens no redzamākajiem, pamanāmākajiem klimata pārmaiņu indikatoriem. Pētījumā veikta līdz šim pilnīgākā fenoloģisko datu analīze Latvijas teritorijai laikā no 1970. līdz 2018. gadam. Ir apskatītas 148 sešu taksonomisko grupu fenoloģiskās fāzes: augi, dzīvnieki, kukaiņi, abinieki, zivis, sēnes, kā arī kultūraugi, atsevišķi nošķirot abiotiskās parādības, piemēram, pirmais sniegš, pēdējā pavasara salna un saimnieciskās darbības, piemēram, lopu ganīšanas sākums, kartupeļu stādīšana u.c. Pētījumā apkopoti vēsturiskie brīvprātīgo novērotāju dati no “Dabas un vēstures kalendāra” un “Latvijas Avīzes gadagrāmata”. Rezultātā ir izveidots Latvijas ainavas dabas ritmu kalendārs, norādot fenoloģisko fāžu visbiežāko jeb raksturīgāko iestāšanās laiku, kā arī visagrākās un vēlākās iestāšanās vērtības periodā no 1970. līdz 2018. gadam.

**Atslēgas vārdi:** *dabas ritmu kalendārs, sezonālitate, Latvija*

**DOI:** 10.22364/fg.18.11

#### Ievads

Fenoloģija ir zinātnes nozare, kas pēta sezonālās norises dabā, kontekstā ar tās ietekmējošajiem faktoriem. Fenologi fiksē un novēro “fenoloģiskās fāzes” – viegli identificējamas norises dabā, piemēram, ziedēšanas sākumu vai pirmo sniegu. Sezonālās norises visbiežāk ietekmē meteoroloģiskie apstākļi, piemēram, gaisa temperatūra un nokrišņu režīms. Tas nosaka pastiprināto interesi par fenoloģiju kā metodi klimata pārmaiņu novērtēšanā, definēšanā un pierādīšanā. Fenoloģisko datu analīze tiek raksturota “*kā lētākais, ērtākais, vieglākais veids, kā pierādīt un pamatot klimata mainību*” (Koch et al. 2009).

Identificējot svarīgākās indikatorsugas (konkrēta, raksturīga un viegli identificējama attīstības fāze (Kalvāne 2011)) vai arī aprakstot visas norises dabā, jau izsenis ir veidoti fenoloģiskie kalendāri. To veidošanas metodes un reprezentācijas formas ir atšķirīgas. Tomēr to visu mērķis ir parādīt norises dabā hronoloģiskā secībā. Fenoloģisko sezonu indikatori un sezonu skaits zinātniskajā literatūrā atšķiras, piemēram, Vācijā izšķir desmit fenoloģiskās sezonas, sākot ar pirmspavasari, ko iezīmē lazdas *Corylus avellana* ziedēšanas sākums, un beidzot ar ziemu, kuras sākumu definē kā ozola *Quercus robur* lapu krišanas sākumu (Kaspar et al. 2015). Lietuvā (Kuliene and Tomkus 1990) agrā pavasara sākuma indikatīvā fāze ir āra bērza *Betula pendula* sulu cirkulācijas sākums, pavasara sākums ir āra bērza *Betula pendula* lapu plaukšanas sākums. Latvijā ir tikušas nošķirtas 9 līdz pat 12 fenoloģiskās sezonas (Krauklis un Draveniece 2004; Sproģe 1979). Par pavasara sākumu tiek pieņemts

lazdas *Corylus avellana* ziedēšanas sākums (Krauklis un Draveniece 2004), sniega kušanas sākums (Sproģe 1979) vai mällēpes *Tussilago farfara* ziedēšana (Ģermanis 2003).

Pētījumā mēs apkopojām vairāk nekā 40 tūkstošus brīvprātīgo novērojumu par 148 fenoloģisko fāžu iestāšanās laiku Latvijā laika periodā no 1970. līdz 2018. gadam.

Pētījuma mērķis ir raksturot fenoloģisko fāžu iestāšanās vērtību hronoloģisko sadalījumu – iestāšanos laikā un temporālās svārstības jeb agrākās un vēlākās vērtības. Novērojumu datu kopa aptver 6 taksonomiskās grupas, kā arī abiotiskās parādības un saimnieciskās darbības.

## **Dati un metodes**

### **Fenoloģiskie dati**

Pētījuma pamatā ir brīvprātīgo novērotāju dati, kas iegūti visā Latvijas teritorijā. Fenoloģiskie dati digitalizēti no “Dabas un vēstures kalendāra” (no 2005. gada Daba un vēsture; no 2014. gada Latvijas Avīzes Gadagrāmata), aptverot 148 fenoloģiskās fāzes 81 novērojumu stacijā. Digitalizēti visi “Dabas un vēstures kalendārā” pieejamie dati. Datu bāzē ir vairāk nekā 40 tūkstoši ierakstu par augu, dzīvnieku, putnu, abinieku, kukaiņu, sēņu, zivju fenoloģiskajām fāzēm, kā arī saimniecisku darbību un abiotiskajām parādībām laika periodā no 1970. līdz 2018. gadam. Šis ir pilnīgākais fenoloģisko datu avots Latvijā digitālā formātā.

Dati pētījumā analizēti un apstrādāti R programmā (R Core Team 2019), kas ļauj operēt ar liela apjoma datiem. Digitalizētie dati pieejami MS Excel formātā, padarot datu bāzi lietotājiem draudzīgāku.

### **Datu kvalitāte**

Digitālo datu kvalitātes kontroles mērķis bija identificēt ekstrēmas, maz ticamas vērtības, konstatēt un novērst datu apstrādes laikā pieļautās kļūdas. Datu kvalitātes un ticamības kontrole tika veikta, izmantojot modificēto Rutishauzera un līdzautoru pieeju (Rutishauser et al. 2019), ietverot trīs soļus:

1. Globālā ekstremālo vērtību identifikācija (Tests-1): aprēķinot katra novērojuma novirzi dienās no konkrētā gada un fāzes mediānās vērtības un aprēķinot katrai fenoloģiskajai fāzei raksturīgās iestāšanās laika izkliedes vērtību kā standartnovirzi dienās. Visi novērojumi, kas atšķīrās vairāk kā par 4 fāzei raksturīgajām standartnovirzēm no gada mediānas vērtības, tika atzīmēti kā iespējami kļūdaini.
2. Lokālo ekstremālo vērtību identifikācija (Tests-2) tikai stacijām, kur ir vismaz 10 aktuālās fāzes novērojumi (65% no visiem novērojumiem): kā ekstrēmālus identificējot novērojumus, kas no fāzes un stacijas mediānās vērtības atšķīras par vairāk kā 3 standartnovirzēm. Šādi kā ekstrēmāli tika konstatēti 44 jeb 0,15% no visiem novērtētajiem novērojumiem.

3. Pareizās secības kontrole (Tests-3): tika novērtēts, vai vienā stacijā un gadā uzrādītās vienas sugas fenoloģiskās fāzes veido pareizu secību, piemēram, vai labības asnošanās fāze ir pēc sēšanas u. tml.

Novērojumi, kas tika identificēti kā, iespējams, kļūdaini, tika salīdzināti ar oriģinālo publikāciju, ja nepieciešams, un laboti. Atlikušos identificētos, iespējams, kļūdainos novērojumus vērtēja divi eksperti, atzīmējot kā maz ticamus vai ticamus.

### Fenoloģiskais kalendārs

Pētījuma mērķis bija izveidot dabas ritmu jeb fenoloģisko kalendāru, lai hronoloģiski raksturotu norises Latvijas ainavā. Pēc datu kvalitātes kontroles tika aprēķināta katras fāzes visbiežākā iestāšanās vērtība Latvijas teritorijā, neņemot vērā reģionālās atšķirības. Visbiežākā vērtība tika aprēķināta no visu pieejamo datu kopas (datu kopa: visi novērojumu punkti – viss fāzes iestāšanās laiks – visi gadi), kalendārā norādīta arī periodā fiksētā visvēlākā un visagrākā vērtība vai ekstremālās vērtības (individuālā novērojuma punkta vērtība) visā novērojumu periodā (1., 2. attēls). Atsevišķi ir norādītas savvaļas augu un dzīvnieku sugas un domesticētās jeb pieradinātās (mājas) augu un dzīvnieku sugas. Otrā grupa ietver arī saimnieciskās darbības, piemēram, sēšanas sākums, lopu ganīšanas sākums u. tml.

Līdzīga rakstura fāzes, kas iestājas ar dažu dienu intervālu, ir apvienotas. Piemēram, upeņu un jāņogu (*Ribes rubrum L.*, *Ribes nigrum L.*) lapu plaukšana, kā arī nogatavošanās iestājas dažu dienu laikā, tāpēc kalendārā tās atainotas kā apvienota, proti, viena fāze. Līdzīgi, dzeltengatavība rudziem, miežiem un citiem ziemājiem vai vasarājiem ir apvienota vienā fāzē: dzeltengatavība. Lapu dzeltēšana Latvijā notiek divos posmos, līdz ar to ir nošķirtas divas lapu dzeltēšanas fāzes: pirmā, kas ietver bērza, kļavas, liepas un lazdas lapu krāsošanās sākumu, un otrā, kas ietver apses, zirgkastaņas un ozola lapu dzeltēšanas sākumu (1. attēls). Fāzē – lapu krišanas sākums – apvienotas sugas ar līdzīgu fāzes iestāšanās laiku, atsevišķi norādot sugas, kam lapu krišana sākas agrāk vai vēlāk. Gājputnu atlidošana ir sadalīta trīs grupās: pirmie gājputni (cīruļi, ķīvītes, slokas un strazdi (*Alauda arvensis*, *Vanellus vanellus*, *Scolopax rusticola*, *Sturnus vulgaris*); aprīļa (baltā stārķa *Ciconia ciconia* un cielavas *Motacilla alba*, zosu atlidošana) gājputni un maija gājputni (bezdelīgas *Hirundo rustica* atlidošana un dzirdama dzeguzes *Cuculus canorus* un lakstīgalas *Luscinia luscinia* pirmā dziesma).

### Rezultāti

Pētījumā ir izveidots Latvijas ainavas dabas ritmu jeb fenoloģiskais kalendārs, aptverot datus par 148 fenoloģisko fāžu norises laiku periodā no 1970. līdz 2018. gadam, aprēķinot visbiežāko fāzes iestāšanās vērtību, kā arī ietverot datus par fenoloģiskās fāzes izkliedi – agrākais un vēlākais fāzes iestāšanās laiks. Ir izveidoti divi kalendāri, nošķirot savvaļas sugas (1. attēls) un kultivētās sugas, ietverot arī saimnieciskās darbības norises (2. attēls).

## Dabas ritmi Latvijas dabā

Viens no pirmajiem pavasara vēstnešiem dabā ir sniegpulkstenītes *Galanthus nivalis* L. ziedēšana, kas Latvijā visbiežāk vērojama marta vidū, ap 17. martu. Šajā pašā laikā var dzirdēt pirmās gājputnu dziesmas vai pamanīt tos atgriežamies – cīruļi, ķīvītes, slokas un strazdi (*Alauda arvensis*, *Vanellus vanellus*, *Scolopax rusticola*, *Sturnus vulgaris*) atlido 16.-19. martā. No stropiem izlido pirmās medus bites *Apis mellifera* (21. marts). Koku veģetācijas attīstības sākumu iezīmē āra bērza *Betula pendula* sulu cirkulācija (29. marts) vienlaikus ar ledus iešanas beigām Latvijas upēs. Vieni no agrākajiem ziedētājiem – parastā lazda *Corylus avellana* L., baltalksnis *Alnus incana* – visbiežāk zied aprīļa pirmajā nedēļā (ap 1. aprīli), vienlaikus ar līdaku *Esox lucius* L. nārstošanu un baltā stārķa *Ciconia ciconia*, cielavas *Motacilla alba* un zosu *Anser anser* atlidošanu. Otrajā aprīļa dekādē izlido pirmie taureņi, zied zilā vizbulīte *Hepatica nobilis* Mill., ziemas miegu “beidz” vai parādās eži un vardenes. Pirmajai no augiem lapas plaukst ērkšķogai *Grossularia reclinata* (L.) Mill. – 16. aprīlis, savukārt visvēlāk – osim *Fraxinus excelsior* L. – 24. maijā. Aprīļa beigās, maija sākumā Latvijas dabā vērojama masveida lapu plaukšana un ziedēšanas sākums – ap 22. aprīli notiek pļavu zaļošana un ievas *Padus racemosa* lapu plaukšanas sākums. Maija pirmajā nedēļā lapas plaukst jānogām *Ribes rubrum* L., upenēm *Ribes nigrum* L., ceriņiem *Syringa vulgaris* L.. Maija sākumā vienlaikus ar ziedēšanas sākumu plaukst arī bērzu *Betula pendula* lapas, atlido bezdelīgas *Hirundo rustica* un dzirdama dzeguzes *Cuculus canorus* un lakstīgalas *Luscinia luscinia* pirmā dziesma. Šajā laikā sākas arī lauka darbu sezona, piemēram, kartupeļus visbiežāk sāk stādīt 12. maijā. Maija vidum raksturīga ievu ziedēšana, šajā laikā zied arī upenes, ķirši un oši. Mājas un meža zemenes sākt ziedēt ap 17. maiju, vienā laikā ar ozoliem *Quercus robur* L. un zirgkastaņām *Aesculus hippocastanum*. Ābeles *Malus domestica* Borkh., ceriņi *Syringa vulgaris* L. un kreimenes *Convallaria majalis* L. sāk ziedēt ap 20. maiju, kad parasti tiek fiksēta arī pēdējā pavasara salna. Jūnijs atnāk ar brūklenes *Vaccinium vitis-idaea* L. un pīpenes *Leucanthemum vulgare* Lam. ziedēšanu, pirmajiem kartupeļu asniem (4. jūnijs), labības vārpošanu. Āboliņš un jasmīni *Philadelphus coronarius* L. zied jūnija vidū (ap 14. jūniju), kad sāk pļaut sienu. Mežrozēs (visbiežāk tiek novērota krokainā roze *Rosa rugosa* Thunb.), kas iezīmē fenoloģiskās vasaras sākumu (pēc Sproģe, 1979), zied ap 20. jūniju. Pēc fenoloģisko novērotāju datiem pirmās sēnes, piemēram, apšu bekas *Leccinum aurantiacum*, parādās ap 12. jūliju, savukārt baravikas (*Boletus* var.) ap 16. jūliju. Liepas *Tilia cordata* – vasaras vidus indikators (pēc Krauklis un Draveniece 2004) – zied ap 8. jūliju vienlaikus ar kartupeļiem. Jūlija otrajā nedēļā sāk nogatavoties pirmās ogas – mellenes *Vaccinium myrtillus* L. (ap 9. jūliju), jānogas un ķirši, upenes, mājas avenes (16. jūlijs). Ziemāji sasniedz dzeltengatavību jūlija beigās, vasarāji – augusta pirmās nedēļas beigās. Augusta beigās un septembra sākumā sāk nogatavoties āboli, aizlido stārķi. Ziemāju sēšana un kartupeļu novākšana ir septembra pirmie lauka darbi. Septembra vidū parasti tiek fiksēta pirmā rudens salna un sāk dzeltēt bērzu, kļavu, liepu un lazdu lapas. Septembra

trešajā dekādē aizlido dzērves un sāk dzeltēt ābeļu, ķiršu, ozolu lapas, vērojama arī ērkšķogu lapu krišana. Pārējiem kokiem lapas sāk krist oktobra pirmās nedēļas beigās (ap 6. oktobri), visvēlāk ceriņiem – 25. oktobrī, ozoliem – 20. oktobrī. No gājputniem pēdējie aizlido strazdi – 21. oktobrī. Oktobra beigās–novembra sākumā sāk veidoties ledus un uzsnieg pirmais sniegs, kas iezīmē fenoloģiskās ziemas (pēc Ģermanis 2003) iestāšanos.

Interesanti, ka oriģinālajās “Dabas un vēstures kalendāra” publikācijās viena un tā pati fāze var būt attiecināta uz dažādām sezonām. Piemēram, pīlādžu *Sorbus aucuparia* ziedēšana ir uzskatīta gan par vasaras, gan pavasara fāzi. Attēlos tika saglabāta šī savdabīgā variācija.

Fenoloģiskajām fāzēm ir raksturīga liela starpgadu variācija jeb izkliede. Agrās pavasara fāzes, kuru iestāšanās raksturu lielākoties ietekmē gaisa temperatūras fluktuācijas, variē lielākā amplitūdā nekā vasaras vai vēlā pavasara fāzes, piemēram, lazda un baltalksnis Latvijas teritorijā visbiežāk zied ap 1. aprīli, savukārt visagrākā vērtība fiksēta 1990. gadā, kad lazda un baltalksnis sākuši ziedēt jau 24. decembrī, vēlākā perioda vērtība ir bijusi 12. maijs, kas norāda, ka agrā pavasara fāzes iestāšanās vērtības gadu no gada var variēt līdz pat 4 mēnešu intervālā. Nehomogēns raksturs parādās arī rudens fāzēm, kad lapu krāsošanās vai lapu krišanas sākuma iestāšanās vērtības variē divu mēnešu amplitūdā. Lielas svārstības no visbiežākās vērtības raksturīgas arī abiotiskajām parādībām, piemēram, pēdējais sniegs, pirmā/pēdējā salna, pirmais sniegs – gadu no gada iestāšanās laiks atšķiras.

Klimata pārmaiņu rezultātā augu un dzīvnieku fenoloģisko fāžu norises ir mainījušās: pavasara fāzes vidēji iestājas agrāk nekā analizētā perioda sākumā, turklāt agrajām pavasara fāzēm pārmaiņas ir būtiskākas. Rudens fāžu iestāšanās raksturu, visticamāk, ietekmē lokālu faktoru kopa un diennakts garums, jo atsevišķās teritorijās rudens fāzes iestājas agrāk, atsevišķās – vēlāk.



1. attēls. Latvijas savvaļas sugu fenoloģiskais kalendārs (laika periodā no 1970. līdz 2018. gadam)

*Uz x ass – diena no gada sākuma, uz y-ass fenoloģiskā fāze.*

*Kastveida diagrammu šķērsojoša līnija norāda fenoloģiskās fāzes visbiežāko iestāšanās vērtību Latvijas teritorijā; kastveida diagramma norāda vērtības, kas reprezentē 50% no vērtībām, t.i., 50% no gadījumiem fenoloģiskā fāze iestājas kastītes izmēra norādītajā diapazonā. Nogriežņi raksturo vērtību izkliedi – ekstremālās agrākās un vēlākās vērtības individuālajos novērojumu punktos.*



2. attēls. **Kultūraugu un saimniecisko parādību dabas ritmu hronoloģiskā iestāšanās gaita Latvijas teritorijā laika periodā no 1970. līdz 2018. gadam**

*Uz x ass – diena no gada sākuma, uz y-ass fenoloģiskā fāze.*

*Kastveida diagrammu šķērsojoša līnija norāda fenoloģiskās fāzes visbiežāko iestāšanās vērtību Latvijas teritorijā; kastveida diagramma norāda vērtības, kas reprezentē 50% no vērtībām, t.i., 50% no gadījumiem fenoloģiskā fāze iestājas kastītes izmēra norādītajā diapazonā. Nogriežņi raksturo vērtību izkliedi – ekstremālās agrākās un vēlākās vērtības individuālajos novērojumu punktos.*

## Secinājumi

Pētījumā veikts brīvprātīgo novērotāju Latvijas teritorijā savākto fenoloģisko datu novērtējums laika periodā no 1970. līdz 2018. gadam.

Datu analīze veikta 148 fenoloģiskajām fāzēm, kas aptver sešas taksonomiskās grupas, piemēram, augi, dzīvnieki, kukaiņi, abinieki, zivis, sēnes, kā arī kultūraugi, atsevišķi nošķirot abiotiskās parādības – pirmais sniegs, pēdējā pavasara salna un saimnieciskās darbības, piemēram, lopu ganīšanas sākums, kartupeļu stādīšana u.c., izveidojot divus dabas ritmu hronoloģiskos kalendārus – savvaļas sugu un kultūraugu (ietverot arī saimniecisko darbību).

Veģētācijas attīstības sākums Latvijā visbiežāk sākas marta vidū, ko iezīmē sniegpulkstenītes ziedēšanas sākums.

Par fenoloģiskā pavasara indikatoru mēdz uzskatīt lazdas ziedēšanu, kas lielākoties notiek paralēli ar baltalkšņa ziedēšanu – ap 1. aprīli (pēdējos gados agrāk – jau martā). Agrie migranti, piemēram, cīruļi, ķīvītes, slokas un strazdi atlido 16.–19. martā.

Masveida lapu plaukšana Latvijā notiek aprīļa beigās–maiņa sākumā; ziedēšana – maiņa beigās. Vasaras vidus indikatorsuga – liepa – visbiežāk zied ap 8. jūliju, vienlaikus ar kartupeļiem un pirmo sēņu parādīšanos.

Fenoloģisko rudeni iezīmē lapu krāsošanās sākums septembra vidū, savukārt pabeidz pirmais sniegs, kura iestāšanās vērtības gadu no gada būtiski variē tāpat kā agrā pavasara fāzes.

Fenoloģisko fāžu ikgadējās iestāšanās vērtībām raksturīga liela novirze no noteiktām vidējām vērtībām, agrās fāzes var iestāties pat 4 mēnešu intervālā (piemēram, lazdas ziedēšanas amplitūda ir decembra beigās–maiņa sākums).

## Pateicības

Paldies Ivannai Tokarei par vēsturisko datu digitalizāciju un Andrim Ģermanim par fenoloģiskā tīkla uzturēšanu un datu apkopošanu.

Pētījums veikts pēcdoktorantūras projekta “Klimata pārmaiņu ietekme uz fitofenoloģiskajām fāzēm un ar to saistītie riski Baltijas reģionā” ietvaros (projekta līguma nr. 1.1.1.2/VIAA/2/18/265).

## Summary

Phenological parameters such as blooming, maturity phases and bird migration are among the most visible indicators of climate change. In this study, we carried out a complete evaluation of available phenological data for the territory of Latvia for the period from 1970 to 2018. We examined 148 phenological phases spanning six taxonomic groups – plants, animals, insects, amphibians, fish and mushrooms. Separately we considered crops and abiotic phenomena like the first snowfall, the last spring frost and agricultural activities such as the beginning of livestock grazing, potato planting, etc. As a result, a calendar of natural rhythms was established for the Latvian landscape, indicating the most frequent or most representative



accession time for these phenological phases and the earliest and latest accession values between 1970 and 2018.

### **Izmantotā literatūra**

Ģērmanis, A. (2003). *Bioklimatiskie gadalaiki Zemgales līdzenuma DR perifērijā*. Maģistra darbs. Rīga: Latvijas Universitāte.

Kalvāne, G. (2011). *Fenoloģiskās izmaiņas un to ietekmējošie klimatiskie faktori*. Rīga: LU Akadēmiskais apgāds.

Koch, E., Bruns, E., Chmielewski, F. M., Defila, C., Lipa, W. and Menzel, A. (2009). *Guidelines for plant phenological observations*. [https://library.wmo.int/pmb\\_ged/wmo-td\\_1484\\_en.pdf](https://library.wmo.int/pmb_ged/wmo-td_1484_en.pdf) (1.02.2020).

Krauklis, A. and Draveniece, A. (2004). Landscape seasons and air mass dynamics in Latvia. *Folia Geographica XII*, 16-48.

Kuliene, L. and Tomkus, J. (1990). *Bendroji fenoloģija (Vispārīgā fenoloģija)*. Vilnius: Mokslas.

Kaspar, F., Zimmermann, K. and Polte-Rudolf, C. (2015). An overview of the phenological observation network and the phenological database of Germany's national meteorological service (Deutscher Wetterdienst). *Advances in Science and Research*, 11, 93-99.

R Core Team 2019. *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing: Vienna, Austria. Available at: <https://www.r-project.org/> (1.02.2020).

Rutishauser, T., Jeanneret, F., Brügger, R., Brugnara, Y., Röthlisberger, C., Bernasconi, A., Bangerter, P., Portenier, C., Villiger, L. and Lehmann, D. (2019). The BernClim plant phenological data set from the Canton of Bern (Switzerland) 1970-2018. *Earth System Science Data Discussions*, 11, 1645-1654.

Sproģe, Ē. (1979). *Bioklimatiskās sezonas Latvijā. Dabas un vēstures kalendārs 1979*. 67-71.