

LATVIJAS UNIVERSITĀTE  
ĢEOGRĀFIJAS UN ZEMES ZINĀTŅU FAKULTĀTE  
VIDES ZINĀTNES NODAĻA

**KLIMATA PĀRMAIŅU IETEKME UZ VASARAS MIEŽU  
(*HORDEUM VULGARE*) UN ZIEMAS RUDZU (*SECALE  
CEREALE*) FENOLOĢIJU PRIEKUĻOS 20. UN 21.GADSIMTĀ**

MAGISTRA DARBS

Autore: Līga Zaharāne

Stud. apl. lz16013

Darba vadītājs: Prof.,dr.habil.chem.

Māris Kļaviņš

RĪGA 2018

## SATURS

ANOTĀCIJA.....	3
ANNOTATION.....	4
IEVADS .....	5
1. LITERATŪRAS APSKATS .....	7
1.1. Klimata pārmaiņas un to ietekmes .....	7
1.2. Klimata pārmaiņu ietekme uz lauksaimniecības kultūraugiem .....	9
1.2.1. Klimata pārmaiņu ietekme uz augšanas sezonas garumu un fenoloģisko fāžu iestāšanos.....	10
1.2.2. Klimata pārmaiņu ietekme uz ražu un tās kvalitāti .....	12
1.2.3. Klimata pārmaiņu ietekme uz kaitīgo organismu izplatību un tās ietekmi uz kultūraugu ražu.....	15
1.3. Klimata pārmaiņu ietekmes Latvijā .....	16
1.4. Klimata pārmaiņu ietekme uz lauksaimniecības kultūraugiem Latvijā .....	19
2. MATERIĀLI UN METODES .....	22
2.1. Pētījuma vietas vēsture .....	22
2.2. Pētījumā izmantotie dati .....	23
2.3. Vietas agroekoloģisko apstākļu raksturojums.....	26
2.4. Datu apstrādes metodes.....	27
3. REZULTĀTI UN DISKUSIJA .....	30
3.1. Klimatisko parametru mainība.....	30
3.2. Klimatisko parametru ietekmes uz vasaras miežu augšanas apstākļiem .....	33
3.3. Pētījumā izmantoto miežu šķirņu nomaiņas izpēte.....	37
3.4. Fenoloģisko izmaiņu raksturs ziemas rudziem .....	43
3.5. Klimata pārmaiņu ietekme uz vasaras miežu un ziemas rudzu augšanas un attīstības tendencēm .....	46
SECINĀJUMI .....	49
LITERATŪRAS SARAKSTS .....	50
PIELIKUMI.....	59

## ANOTĀCIJA

Maģistra darbā pētīta klimata pārmaiņu ietekme uz lauksaimniecības kultūraugu fenoloģisko fāžu iestāšanās mainību Priekuļos no 1928. līdz 2017.gadam. Lauksaimniecība ir viena no klimata pārmaiņu visvairāk ietekmētajām tautsaimniecības nozarēm. Latvijā klimata pārmaiņu ietekme uz lauksaimniecības kultūraugiem līdz šim ir maz pētīta.

Veicot pētījumu, analizēta zinātniskā literatūra, apkopti un analizēti Priekuļu meteoroloģisko novērojumu stacijas ilggadīgo novērojumu dati un Agroresursu un ekonomikas institūta Priekuļu pētniecības centra dati par vasaras miežu un ziemas rudzu sējas un ražas novākšanas laiku un fenoloģisko fāžu iestāšanos, kā arī analizēts, vai pastāv sakarība starp šiem rādītājiem. Pētījuma rezultāti parāda būtiskas izmaiņas graudaugu sējas un pilngatavības iestāšanās laikā.

**Atslēgas vārdi:** klimata pārmaiņas, vasaras mieži, ziemas rudzi, fenoloģija, raža

## ANNOTATION

In this Master's Thesis effect of climate change on crop phenology in Priekuļi from 1928 to 2017 were analysed. Currently climate change is very urgent discussion and research theme all over the world. Agriculture is one of the climate change most affected sectors of the economy. In Latvia effects of climate change on agricultural crops has so far been little studied.

Long term observation data from Priekuļi meteorological observation station and phenological data from Institute of Agricultural Resources and Economics Priekuļi research centre were used. Analyzed whether there is a correlation between long term climate conditions and time of sowing and harvest and start of different development stages of spring barley and winter rye. Results show significant changes in sowing time and rippening of grain cereals.

**Key words:** climate change, spring barley, winter rye, phenology, yield

## IEVADS

Klimata pārmaiņu problemātika globālā mērogā tika aktualizēta 1979. gadā Ženēvā, pirmajā Pasaules klimata mainības konferencē (Declaration of the World... 1979). Saskaņā ar Apvienoto Nāciju Organizācijas Vispārējās konvencijas par klimata pārmaiņām definīciju, klimata pārmaiņas ir ar cilvēka darbību tieši vai netieši izskaidrojamas klimata pārmaiņas, kas izmaina Zemes atmosfēras sastāvu un kas papildus klimata dabiskajām pārmaiņām novērotas noteiktos laika periodos (ANO Vispārējā konvencija par klimata pārmaiņām, 1995). Pēdējo vairāk nekā 30 gadu laikā klimata pārmaiņas visā pasaulē kļuvušas par ļoti aktuālu diskusiju un pētījumu tēmu. Klimats ietekmē visus dzīvus organismus un tieši vai netieši arī visas tautsaimniecības nozares, tajā skaitā lauksaimniecību, kas ir viena klimata pārmaiņu visvairāk ietekmētajām un no klimata atkarīgajām nozarēm.

No otras puses, lauksaimniecība uzskatāma par klimata pārmaiņas veicinošu nozari. Saskaņā ar Eiropas Savienības statistikas biroja datiem, 2012.gadā aptuveni 10% no kopējā Eiropas Savienībā radītā siltumnīcefekta gāzu (SEG) emisiju apjoma radījusi lauksaimniecības nozare, bet Latvijā lauksaimniecībā radīto SEG emisiju apjoms bija aptuveni 20% no kopējā emisiju apjoma (EuroStat, s.a). Latvijā klimata pārmaiņu ietekme uz lauksaimniecības kultūraugiem ir maz pētīta. Iespējams, tas saistīts ar to, ka klimats ir tikai viens no faktoriem, kas ietekmē lauksaimniecisko ražošanu. Kultūraugu raža veidojas vairāku faktoru mijiedarbības rezultātā, jo klimatiskie faktori ir cieši saistīti ar audzēto šķirņu izvēli, vietas agroekoloģiskajiem apstākļiem, augsnes apstrādi, augu aizsardzības un mēslošanas pasākumiem. Lauksaimniecībā nozīmīgs rādītājs ir augšanas sezonas garums un augu attīstības stadiju jeb fenoloģisko fāžu iestāšanās laiks. Šo rādītāju mainību un to, kā šos rādītājus ietekmē klimata pārmaiņas, ir nedaudz vieglāk novērtēt, nekā klimata pārmaiņu ietekmi uz kultūraugu ražu. Latvijā līdz šim veikti pētījumi par savvaļas augu un daudzgadīgo kultūraugu fenoloģisko rādītāju mainību klimata pārmaiņu ietekmē, mazāku uzmanību veltot laukaugu pētījumiem.

Klimata pārmaiņu ietekme uz vasaras miežu un ziemas rudzu fenoloģiju ne tikai Latvijā, bet arī pasaulē ir ļoti maz pētīta. Tas saistīts ar to, ka šīs graudaugu sugas, salīdzinot ar kviešiem, tiek audzētas daudz mazākās platībās un rudzu audzēšana vairāk raksturīga Eiropas centrālajai, austrumu un ziemeļu daļai, kā arī atsevišķām Āzijas, Ziemeļamerikas un Dienvidamerikas valstīm (Food and Agriculture Organization... S.a.). Neskatoties uz tendencēm citur pasaulē, Latvijā mieži un rudzi ir vienas no plašāk audzētajām graudaugu kultūrām. Izvēlētā pētījuma tēma šobrīd ir ļoti aktuāla, jo Latvijā pietrūkst šāda veida pētījumu, un līdz ar to nav iespējams objektīvi novērtēt klimata mainības ietekmi uz lauksaimniecības kultūrām.

Maģistra darba mērķis: raksturot klimata pārmaiņu ietekmi uz izmaiņām graudaugu fenoloģijā Priekuļos 20. un 21.gadsimtā.

Maģistra darba uzdevumi:

- Izvērtēt klimata mainības ietekmi uz lauksaimniecības kultūragu fenoloģisko fāžu mainību.
- Izveidot datu bāzi par hidrometeoroloģisko apstākļu (gaisa temperatūras un nokrišņu daudzuma) ietekmi uz vasaras miežu un ziemas rudzu augšanu, attīstību un ražas veidošanos.
- Salīdzināt klimata pārmaiņas raksturojošo parametru (gaisa temperatūras un nokrišņu daudzuma) mainību ar attīstību raksturojošo parametru mainību vasaras miežiem un ziemas rudziem Priekuļos 20. un 21.gadsimtā.

# 1. LITERATŪRAS APSKATS

## 1.1. Klimata pārmaiņas un to ietekmes

Laika apstākļi ir temperatūras, vēja ātruma un nokrišņu daudzuma izmaiņas īsā laika periodā (piemēram, diennakts laikā) noteiktā reģionā. Klimats ir noteiktai vietai vai teritorijai raksturīgs ilglaicīgs laika apstākļu režīms, attiecīgi klimata pārmaiņas ir jebkuras nozīmīgas laika apstākļu izmaiņas šajā reģionā ilgākā laika periodā (Mahato 2014). Saskaņā ar Klimata pārmaiņu starpvaldību padomes definīciju, klimata pārmaiņas ir klimata stāvokļa izmaiņas, kuras iespējams identificēt ar izmaiņām vidē vai to īpašību mainīgumu un tas turpinās ilgstoši, parasti desmitgades un ilgāk. Klimata pārmaiņas var būt gan dabiskas, gan cilvēka darbības ierosinātas (IPCC 2007b).

Nav iespējams viennozīmīgi novērtēt klimata izmaiņas. Piemēram, miljons gadu ilgā laika posmā tās atšķirsies no pārmaiņām vairākos gadu tūkstošos, gadsimtos vai tikai dažu gadu desmitu ilgā periodā. Salīdzinot klimata rādītājus ilgākā laika periodā, tie būs izteiktāki nekā īsā laika posmā (Aguado, Burt 2007). Neskatoties uz to, ka klimata pārmaiņu ietekmju novērtēšana ir neviennozīmīga un reizēm neskaidra, ir skaidrs, ka atmosfēras un okeānu temperatūra paaugstinās, sarūk ledus un sniega sega, tajā pat laikā pieaugot jūras līmenim un siltumnīcefekta gāzu koncentrācijai (Kocur – Bera 2016). Līdzšinējie pētījumi un novērojumi, liecina, ka 30 gadu periods no 1983. – 2012.gadam Ziemeļu puslodē, iespējams, bijis siltākais pēdējo 800 gadu laikā. Laikā no 1880.gada līdz 2012.gadam kombinētā sauszemes un okeāna virsmas temperatūra pieaugusi par 0.85°C. Daudzviet pasaulē kopš 1900.gada mainījušās tendences nokrišņu daudzumā – tas ievērojami palielinājies Ziemeļamerikas austrumos, Dienvidamerikā, Eiropas ziemeļu daļā un Centrālāzijā, bet Vidusjūras reģionā, Dienvidāfrikā, Sāhela zonā un Dienvidāzijā klimats ir kļuvis sausāks (IPCC 2014; IPCC 2007a). Aizvien biežāk daudzviet pasaulē novērojami reģionam neraksturīgi laikapstākļi, kā piemēram, aukstuma viļņi un sniega vētras Eiropas dienvidos.

Visā pasaulē veikti plaši pētījumi, kuros definētas klimata pārmaiņas un to izpausmes. Nozīmīgākās no tām ir jūras līmeņa paaugstināšanās, vidējo temperatūru un atmosfēras zemāko slāņu temperatūras paaugstināšanās, okeāna un jūru virsmas temperatūras paaugstināšanās, gaisa mitruma palielināšanās, sniega segas sarūkšana, ledāju kušana, ekstrēmu laikapstākļu intensitātes un biežuma palielināšanās (1.1.tabula) (The Climate Reality Project s.a.; NOAA s.a., Jansons et al. 2016).

## Klimata pārmaiņas un to izpausmes (pēc Jansons et al. 2016; IPCC 2007a; )

Klimata pārmaiņas	Klimata pārmaiņu izpausme
Gada vidējās temperatūras paaugstināšanās	<p>Lielāka sniega segas biezuma nenoteiktība.</p> <p>Kalnu ledāju un sniega segas sarukšana.</p> <p>Ziemas un vasaras vidējās temperatūras paaugstināšanās.</p> <p>Meteoroloģiskās ziemas ilguma samazināšanās, pārējo gadalaiku ilguma palielināšanās.</p> <p>Vēlāka ūdeņu aizsalšana.</p> <p>Agrāka sniega segas nokušana.</p> <p>Agrāka augsnes un grunts atkušana.</p> <p>Agrāka ledus kušana un iziešana upēs.</p>
Nokrišņu daudzuma izmaiņas	<p>Kopējā nokrišņu daudzuma samazināšanās vasarās.</p> <p>Gada kopējā nokrišņu daudzuma palielināšanās.</p>
Ekstrēmi laika apstākļi	<p>Ilgāku laika posmu ar ekstremālu temperatūru iespējamības palielināšanās. Biežāki un intensīvāki karstuma viļņi.</p> <p>Nokrišņu daudzuma palielināšanās rudenos.</p> <p>Pēkšņu un spēcīgu negaisu iespējamības palielināšanās vasarās.</p>
Plūdi	<p>Lielāks nokrišņu daudzums ziemās.</p> <p>Nokrišņu daudzuma palielināšanās rudenos.</p>
Sausums	<p>Biežāku un ilgāku sausuma periodu iespējamības palielināšanās vasarās (veģetācijas periodā).</p>

Visā pasaulē šobrīd plaši tiek pētītas iespējamās klimata pārmaiņas nākotnē, nedaudz mazāku uzmanību pievēršot līdz šim jau notikušajām pārmaiņām, to ietekmei un radītajām sekām. Klimata scenāriji ir pamatoti pieņēmumi par iespējamajām klimata izmaiņām nākotnē. Plaši tiek izmantoti scenāriji, kuros klimata pārmaiņas tiek prognozētas atkarībā no iespējamās CO<sub>2</sub> koncentrācijas atmosfērā. Jau 2003.gadā prognozēts, ka laika periodā no 2010. līdz 2039.gadam globālā vidējā gaisa temperatūra pieaugs par 1,2 – 1,8°C, bet laika periodā starp 2040. un 2060.gadu globālā vidējā gaisa temperatūra var paaugstināties pat par 3°C. Līdz 21.gadsimta beigām temperatūra varētu būt par 3,2°C augstāka nekā pašlaik (Özgür 2016; Hijmans 2003). Klimata pārmaiņu starpvaldību padome, balstoties uz vairākiem atšķirīgiem klimata pārmaiņu scenārijiem, prognozē, ka 21.gadsimta beigās gaisa temperatūra, salīdzinot

ar periodu no 1980. – 1999.gadam var pieaugt par 6.4°C. Ja CO<sub>2</sub> koncentrācija atmosfērā saglabātos 2000.gada līmenī, iespējamais temperatūras pieaugums nepārsniegtu 0.9°C (IPCC, 2007). Prognozētās klimata pārmaiņu ietekmes un sekas lielā mērā atkarīgas no reģiona. Izteiktākas tās jau šobrīd ir un arī nākotnē būs Vidusjūras reģionā, Eiropas ziemeļrietumos, kalnu apvidos un Arktikā (EVA 2010). Eiropas ziemeļos izteiktākas temperatūras izmaiņas būs novērojamas ziemas sezonā, bet dienvidos vasarā.

## 1.2. Klimata pārmaiņu ietekme uz lauksaimniecības kultūraugiem

Lauksaimnieciskā ražošana ir ekonomikas sektors, kas visvairāk atkarīgs no klimatiskajiem apstākļiem. Klimats ir viens no faktoriem, kas nosaka, vai konkrētajā reģionā iespējams nodarboties ar lauksaimniecību, īpaši augkopību. Ilgtermiņa meteoroloģisko apstākļu kopums ir viens no faktoriem, kas ietekmē audzējamo kultūraugu un to šķirņu izvēli, augsnes apstrādes metodes, augu aizsardzības pasākumus, augu attīstības gaitu, ražas lielumu un kvalitāti. Klimata pārmaiņu ietekme uz lauksaimniecību var būt gan pozitīva, gan negatīva. To nosaka atrašanās vieta, iespējas adaptēties klimata pārmaiņām un citi faktori (Bhatarai et al. 2017). Vairākos avotos norādītas klimata pārmaiņu galvenās ietekmes uz lauksaimniecību:

- temperatūras izmaiņas ietekmē augus, dzīvniekus, kaitīgo organismu izplatību un savairošanos;
- izmaiņas nokrišņu režīmā nosaka ūdens pieejamību un, līdz ar to vairākos reģionos arī iespējas nodarboties ar lauksaimniecību;
- pieaugot CO<sub>2</sub> koncentrācijai atmosfērā, augi efektīvāk izmanto ūdeni un palielinās fotosintēzes intensitāte;
- klimata pārmaiņas ir cēlonis ekstremāliem laikapstākļiem, tajā skaitā postošām vētrām, ilgstošiem sausuma periodiem, ilgstošiem un intensīviem nokrišņiem;
- jūras līmeņa paaugstināšanās noved pie lauksaimniecībā izmantojamo platību samazināšanās (Kanji 2016);
- temperatūras paaugstināšanās, ilgāki sausuma un ilgstošu nokrišņu periodi samazina augsnes organiskās vielas izturību, līdz ar to palielinās augsnes erozijas risks (Klimata pārmaiņas un Eiropas lauksaimniecība... 2010).

Lai gan lauksaimniecībā jau šobrīd vairāk novērojamas negatīvās klimata mainības sekas, pastāv iespējas, kā pārmaiņas izmantot nozares attīstībai. Klimatam kļūstot siltākam, vairākos reģionos iespējams audzēt kultūraugus, kuru audzēšana iepriekš bijusi neiespējama vai neizdevīga. Eiropas ziemeļu daļā aizvien lielākās platībās un iegūstot kvalitatīvu ražu audzē kultūraugus, kas līdz šim vairāk bija raksturīgi dienvidu reģioniem. Paredzams, ka Eiropā līdz

21.gadsimta beigām par 30 -50% pieaugs kukurūzas audzēšanai piemērotas platības, bet līdz šā gadsimta vidum enerģētisko jeb biodegvielas ražošanai paredzēto kultūraugu audzēšanas potenciālais areāls pārvietosies ziemeļu virzienā, dienvidu reģioniem kļūstot mazāk piemērotiem (Bindi, Olesen 2011).

### **1.2.1. Klimata pārmaiņu ietekme uz augšanas sezonas garumu un fenoloģisko fāžu iestāšanos**

Dzīvo organismu viena no jutīgākajām reakcijām uz klimata pārmaiņām ir izmaiņas to fenoloģijā (Sparks et al. 2011). Fenoloģija pēta sakarības starp klimatu un periodiskām bioloģiskām parādībām, piemēram, augu ziedēšanu, nogatavošanos un citām. Izmaiņas augu attīstības stadiju jeb fenoloģisko fāžu iestāšanās laikā kalpo kā indikators, kas ilgtermiņā parāda klimata mainības ietekmi uz dzīvajiem organismiem, tajā skaitā lauksaimniecības kultūraugiem.

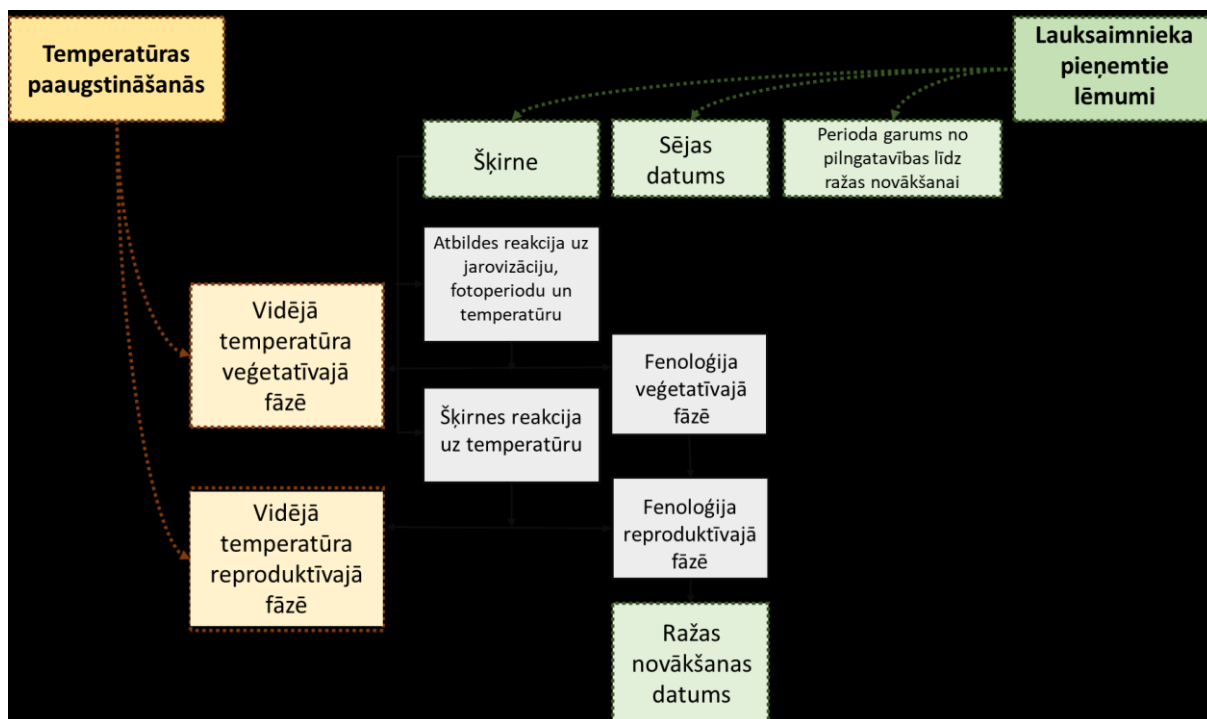
Lai gan klimata pārmaiņas notiek nepārtraukti, un līdz ar tām arī pārmaiņas dabā un dzīvajos organismos, īpaši straujas izmaiņas notikušas tieši pēdējā gadsimta laikā. 21.gadsimta sākums ir bijis siltākais kopš pieejami dati par globālo temperatūru (European Environment Agency 2015). To pierāda arī vairāki pētījumi un novērojumi. Piemēram, Eiropā lapu plaukšana pavasarī sākas ātrāk un lapkritis rudenī vēlāk nekā pirms aptuveni 50 gadiem, Kopumā augšanas sezona kopš 1960.gadu sākuma pagarinājusies vidēji par 10,8 dienām. Igaunijā augšanas sezonas garums ir vidēji 180 – 195 dienas. Laikā no 1965. – 2014.gadam tas pagarinājies par aptuveni divām nedēļām, galvenokārt tāpēc, ka veģetācija valsts ziemeļu daļā sākas 17 dienas agrāk, bet dienvidos 10 dienas agrāk. Igaunijā pavasaris iestājas par 8 dienām agrāk nekā pirms 80 gadiem, īpaši straujas pārmaiņas notikušas pēdējo 40 gadu laikā (Saue, Käremaa 2015; Grišule, Briede 2007).

ASV pētīts, kā no 1890. – 2015.gadam, salīdzinot ar ilgtermiņa vidējiem rādītājiem, mainījies augšanas sezonas garums un laiks, kad novērota pēdējā pavasara salna un pirmā rudens salna. Pētījumā rezultātos apkopoti vidējie rādītāji no 48 ASV štatiem. Konstatēts, ka augšanas sezona kopš 20.gadsimta sākuma pagarinājusies vidēji par gandrīz divām nedēļām, ievērojami straujas izmaiņas notikušas pēdējo 30 gadu laikā. Pēdējās pavasara salnas novērotas vidēji trīs dienas ātrāk, bet pēdējās rudens salnas trīs dienas vēlāk, salīdzinot ar ilgtermiņa vidējiem rādītājiem (Environmental Protection Agency 2016).

Augu attīstības stadiju iestāšanās atkarīga no tādiem faktoriem, kā temperatūra, dienas garums, nokrišņu daudzums, mitruma piesātinājums augsnē. Pēdējo dekāžu laikā novērota agrāka kultūraugu ziedēšana un nobriešana. Novērojumos, kas veikti 21 Eiropas valstī, un kuros

pētītas 524 augu 19 dzīvnieku sugas, novērots, ka pavasara un vasaras fāžu sākums laikā no 1971. – 2000.gadam 30% gadījumu būtiski paātrinājies. Agrāka fāžu iestāšanās cieši saistīta ar gaisa temperatūras paaugstināšanos. Konstatēts, ka gaisa temperatūras izmaiņas ietekmē arī tā sauktās “neīstās fāzes”, kas ietver augsnes apstrādi un ražas novākšanu (Menzel et al. 2006). Fenoloģisko fāžu iestāšanās izmaiņas plaši pētītas Vācijā. Laika posmā starp 1951. un 2004.gadu Vācijā fenoloģisko fāžu sākums paātrinājies par 1,1 – 1,3 dienām dekādē. Šo procesu paātrināšanās tiek saistīta ar siltākām temperatūrām pavasarī. Citā pētījumā salīdzināta dažādu augu fenoloģisko fāžu iestāšanās laika periodos no 1961. – 1990.gadam un no 1991. – 2005.gadam. Piemēram, lazdām visas 6 fenoloģiskās fāzes periodā no 1991. – 2005.gadam sākušās vidēji 9 dienas ātrāk nekā laikā no 1961. – 1990.gadam. Izmantojot nākotnes klimata scenārijus, aprēķināts, ka periodā no 2051. – 2080.gadam lazdu ziedēšana var sākties līdz pat 33 dienām agrāk, salīdzinot ar laika posmu no 1961. – 1990.gadam (Schmidt et al. 2014). Līdzīgs aprēķins veikts Anglijā, kur izmantojot nākotnes klimata scenārijus, prognozēts ziemas kviešu ziedēšanas un nogatavošanās laiks 2020. un 2050.gadā, par bāzes rādītāju izvēloties vidējo ziedēšanas un pilngatavības iestāšanās laiku, kas agrīnai šķirnei ‘Avalon’ ir attiecīgi 9.jūnijs un 8.augusts. Prognozētais ziedēšanas laiks 2020.gadā ir 4.jūnijs, bet 2050.gadā 24.maijs. Nogatavošanās 2020.gadā iespējama nedēļu, bet 2050.gadā pat 3 nedēļas agrāk, salīdzinot ar bāzes rādītāju (Semenov 2008). Ziemas kviešu attīstība Ziemeļamerikā kļuvusi vidēji par 0,8 – 1,8 dienām dekādē agrāka (Craufurd, Wheeler 2009). Kultūraugu attīstības stadiju iestāšanās pētīta arī citur pasaulē. Klimatam Ķīnā kļūstot siltākam, paātrinās ziemas kviešu attīstība. Novērots, ka šādos apstākļos samazinās potenciālā raža. Lai mazinātu klimata pasiltināšanās negatīvo ietekmi, kā risinājumu Ķīnas zinātnieki rosina audzēt šķirnes, kas ir siltumprasīgākas un ar garāku augšanas periodu (Xiao et al. 2017). Temperatūra ietekmē augu attīstību gan atsevišķi, gan mijiedarbībā ar citiem faktoriem, kā piemēram, fotoperioda garumu, līdz ar to globālas klimata pārmaiņas var būtiski iespaidot augu fenoloģiju. Izteiktāka ietekme novērota sugām, kuras ir agrīnākas (Cleland et al. 2007).

Fenoloģisko fāžu iestāšanās mainība ir atkarīga ne tikai no klimata (īpaši temperatūras), bet arī no audzēto kultūraugu šķirnēm, sējas laika un pielietotajiem agrotehniskajiem pasākumiem, līdz ar to klimata pārmaiņu ietekmes pētījumi var būt liels izaicinājums. Turklāt mainoties klimatam, mainās arī kultūraugu audzēšanas metodes (Abbas et al. 2017; Eyshi-Rezaei, Siebert, Ewert 2017). Ražas novākšanas laiku nosaka temperatūras mainība kultūraugu veģetatīvajā un reproduktīvajā fāzē un lauksaimnieka pieņemto lēmumu kopējā ietekme (1.1.attēls).



1.1.attēls. Shematiski attēlota temperatūras pieauguma un lauksaimnieka pieņemto lēmumu ietekme uz kultūraugu fenoloģiju (Eyshi Rezaei, Siebert, Ewert 2017)

Garāks augšanas periods ir cieši saistīts ar augstākām kultūraugu ražām, jo tādējādi tiek efektīvāk izmantoti pieejamie resursi – siltumenerģija, Saules starojums un ūdens resursi (European Environment Agency 2016).

### 1.2.2. Klimata pārmaiņu ietekme uz ražu un tās kvalitāti

Līdzšinējā klimata pārmaiņu ietekme uz lauksaimniecības kultūraugiem globālā mērogā vērtējama ļoti neviennozīmīgi. Dažos reģionos paaugstinoties temperatūrai, ražas ir palielinājušās, citos samazinājušās, bet citur ietekme ir bijusi niecīga (Lobell, Field 2007). Sagaidāms, ka klimata pārmaiņu ietekme uz lauksaimniecību būs negatīva, apdraudot globālo pārtikas drošību, lai gan pastāv viedokļi, ka pārmaiņas varētu radīt pozitīvu ietekmi – nepalielinot lauksaimniecības zemju platības, līdz 2050.gadam globālā kultūraugu raža varētu palielināties par aptuveni 50 % (Hampton 2016). Klimata pārmaiņu starpvaldību padome norāda, ka jau šobrīd klimata pārmaiņu ietekme lielākoties bijusi negatīva, par ko liecina rīsu un sojas, kas ir vieni no pasaulē visvairāk audzētajiem kultūraugiem, ražas samazināšanās galvenajos to audzēšanas reģionos (IPCC 2014).

Klimata pārmaiņas var negatīvi ietekmēt globālo lauksaimniecības produktivitāti, lai gan ir apgabali un kultūraugi, kas no šīm pārmaiņām gūst labumu (Bhatarai et al. 2017). Nereti galvenie lauksaimniecisko ražošanu ietekmējošie faktori starp reģioniem atšķiras, piemēram,

Eiropas ziemeļos lauksaimniecība ir atkarīga no temperatūras, bet dienvidos no ūdens pieejamības (Graczyk, Kundzewicz 2016). Eiropas dienvidaustrumos, kur atrodas tādas valstis, kā piemēram, Ungārija, Bulgārija, Serbija un Rumānija, regulāri novēroti gan karstuma viļņi, gan ilgstošs sausums, kas ļoti nelabvēlīgi ietekmē lauksaimniecību, tomēr, atšķirībā no citiem reģioniem, iespējas pielāgoties klimata pārmaiņām ir ļoti ierobežotas (Olesen et al. 2011). Augstāka gaisa temperatūra pavasarī un vasarā var veicināt ražas pieaugumu ziemeļu reģionos, turpretim dienvidu reģionos gaisa temperatūras paaugstināšanās un pieprasījums pēc ūdens var izraisīt kultūraugu ražu samazināšanos. Īpaši tas attiecas uz zemēm, kur jau šobrīd ir nepietiekams nodrošinājums ar ūdeni (Tubiello et al. 2002). Dažos pētījumos uzsvērts, ka ūdens pieejamības ietekme uz kultūraugu ražu ir pat lielāka nekā temperatūras mainības ietekme, tomēr šo apgalvojumu nevar attiecināt uz visām sugām. Piemēram, nokrišņu daudzuma izmaiņas miežu produktivitāti un ražas kvalitāti ietekmē nebūtiski (Högy et al. 2012) Vidējās gaisa temperatūras paaugstināšanās par 2°C mērenajā joslā var veicināt kviešu ražas palielināšanos par 10%, bet tuvāk ekvatoram šāds temperatūras pieaugums var izraisīt ražas samazināšanos (Gornall et al. 2010).

ASV zinātnieki veikuši plašu pētījumu, kurā skaidrots, kā klimata pārmaiņu ietekmē mainījusies raža sešiem pasaulē visvairāk audzētajiem kultūraugiem – kviešiem, rīsiem, kukurūzai, sojai, miežiem un sorgo. Pētījumā izmantoti ANO Pārtikas un lauksaimniecības organizācijas (FAO) dati par attiecīgo kultūru ražu no 1961. – 2002.gadam un attiecīgā laika posma meteoroloģiskie dati no galvenajiem audzēšanas reģioniem. Kā liecina pētījuma rezultāti, klimata ietekme uz ražu laikā no 1961. – 1981.gadam lielākoties bijusi negatīva vai nenozīmīga. Būtisks klimata ietekmētais ražas pieaugums šajā laika periodā konstatēts tikai sojai. No 1981. – 2002.gadam kopumā vērojama negatīva tendence – gandrīz visiem kultūraugiem ražas pakāpeniski samazinājušās (Lobell, Field 2007).

Palielinoties oglekļa dioksīda (CO<sub>2</sub>) daudzumam atmosfērā, teorētiski iespējama kultūraugu ražas paaugstināšanās, jo intensīvāk notiek fotosintēze - augi aktīvāk uzņem CO<sub>2</sub>, uzlabojas arī ūdens izmantošanas efektivitāte augiem. Īpaši raksturīgi tas ir C3 tipa augiem - kviešiem, kukurūzai un citiem (Climate Change: Water... 2014; Porter et al. 2014). Pie C3 tipa augiem pieder lielākā daļa mērenās joslas augu. Pētījumā, kur dažādos apstākļos (siltumnīcā un atklātā laukā) salīdzināta CO<sub>2</sub> ietekme uz kviešu ražu, noskaidrots, ka paaugstinoties CO<sub>2</sub> koncentrācijai, nodrošinot arī pārējos augšanas faktoros optimālā daudzumā, iespējams iegūt ražas pieaugumu līdz pat 37% (Amthor 2003). Tomēr citi pētījumi un nākotnes prognozes rāda, ka paaugstinoties CO<sub>2</sub> pieejamībai, ne vienmēr palielināsies arī raža un tās kvalitāte. Dānijā veiktā pētījumā salīdzināts, kā mainās ziemas kviešu ražas lielums un slāpekļa saturs ražā, palielinoties CO<sub>2</sub> daudzumam atmosfērā. Rezultāti liecina, ka paaugstinoties CO<sub>2</sub>

koncentrācijai, gan graudu raža, gan graudos esošais slāpekļa saturs samazinās (Ozturk 2016). Vairāku valstu zinātnieki apkopojusi informāciju par klimata mainības, galvenokārt CO<sub>2</sub> koncentrācijas atmosfērā palielināšanās, ietekmi uz sēklu ražu dažādām laukaugu, dārzenu, stiebrzāļu un lopbarības tauriņziežu sugām. Piemēram, burkāniem lielāks sēklu ražas pieaugums iegūts, kad līdz ar CO<sub>2</sub> koncentrācijas paaugstināšanos paaugstināta arī temperatūra, kurā tie audzēti. Citām sugām paaugstinoties gaisa temperatūrai novērots pretējs efekts – sēklu raža būtiski samazinājusies (Hampton et al. 2016).

Raža ir atkarīga ne tikai no klimatiskajiem apstākļiem un reģiona, kur konkrētais kultūraugs audzēts, bet gan no šo apstākļu un sugas īpašību mijiedarbības. Ir augi, kuriem paaugstinoties vidējai gaisa temperatūrai un izmainoties nokrišņu daudzumam augšanas periodā, samazinās ražība, bet citiem augiem tā pieaug. Kopš 1989.gada visā Eiropā kviešu un miežu ražas ir samazinājušas attiecīgi par 2,5% un 3,8%. Kukurūzas un cukurbiešu ražas ir nedaudz palielinājušās. Tomēr kontinenta mērogā rādītāji ir ļoti nevienmērīgi. Piemēram, Vidusjūras reģionā klimata pārmaiņas negatīvi ietekmējušas gandrīz visus kultūraugus. (Moore 2015). 21.gadsimta sākumā pētnieki Peru, Dienvidamerikā mēģinājuši paredzēt, kā klimata pārmaiņas ietekmēs globālo kartupeļu ražu. Pētījums izstrādāts balstoties uz ikmēneša vidējiem klimata datiem laika posmā no 1961. – 1990.gadam vairākos pasaules reģionos. Prognozēts, ka pieaugot gaisa temperatūrai, kartupeļu raža līdz 2039.gadam samazināsies par 10 – 19% un 2050.gados globālā kartupeļu raža varētu būt līdz 32% zemāka nekā 2003.gadā (Hijmans 2003). Līdzīgs pētījums veikts Igaunijā, kur, balstoties uz meteoroloģiskajiem novērojumiem pārskata periodā no 1965. – 2009.gadam un vairākiem klimata pārmaiņu scenārijiem, prognozēts, kā nākotnē varētu mainīties meteoroloģiski potenciālā raža agrīnai kartupeļu šķirnei ‘Maret’ un vēlīnai šķirnei ‘Anti’ trīs dažādās augšanas vietās – Tartu, Tallinas un Kuresāres apkārtnē. Agrīnajai šķirnei 2050. un 2100.gadā visos klimata scenārijos un visās audzēšanas vietās paredzama ražas samazināšanās. Prognozēts, ka 2100.gadā raža varētu būt pat par 38 % zemāka nekā pārskata periodā. Vēlīnajai šķirnei 9 – 11% liels ražas pieaugums visos scenārijos prognozēts 2050.gadā Tallinā. Būtiskas atšķirības starp scenārijiem iespējams 2100.gadā, kad dažos gadījumos ražas samazinājums būs nozīmīgs, bet pieaugums pavisam neliels – par aptuveni 7% (Saue, Kadaja 2011).

Saistībā ar klimata pārmaiņām aizvien biežāk novērojami ekstrēmi laikapstākļi. Tie var ietekmēt augu fizioloģiskos procesus, radīt tiešus fiziskus bojājumus augiem, kā arī ietekmēt lauksaimniecības darbu veikšanu (Van der Velde 2012). Ekstrēmi laikapstākļi izpaužas, kā nokrišņu daudzuma palielināšanās atsevišķos periodos, karstuma viļņi, bieži, pēkšņi un spēcīgi pērkona negaisi, vētras un krusa. Lauksaimniecībā šādi laikapstākļi var radīt ievērojamus postījumus un ražas zudumus. 2003.gada vasarā Eiropā vidējā gaisa temperatūra par 6°C

pārsniedza ilgtermiņa vidējos rādītājus, bet nokrišņu daudzums bija par 300mm zemāks, salīdzinot ar ilgtermiņa vidējo. Eiropas lauksaimniecībai tika nodarīti zaudējumi, kas novērtēti aptuveni 13 miljardu eiro apmērā (Tubiello 2007).

Viens no iemesliem, kāpēc pieaugot gaisa temperatūrai samazinās ražas, ir augu reakcija uz temperatūras izmaiņām dažādās to attīstības stadijās. Karstuma viļņi augšanas sezonā ir viena ekstrēmo laikapstākļu izpausmēm. Reproductīvajā periodā augi ir daudz jutīgāki pret paaugstinātu temperatūru nekā veģetatīvās augšanas laikā. Ja ziedēšanas laikā gaisa temperatūra ir virs optimālās, vairākām augu sugām ziedi kļūst sterili (neauglīgi) vai nobirst, līdz ar to no šiem augiem nav iespējams iegūt ražu (Rang et al. 2011; Ziska 2011a; Rapčan 2010). Lielbritānijā veiktā pētījumā apgalvots, ka 21.gadsimta vidū karstuma stresa ietekme uz ziemas kviešu ražu būšot mazāka nekā šobrīd. Tas skaidrojams ar to, ka, klimatam kļūstot siltākam, kviešu ziedēšana un graudu nogatavošanās sāksies agrāk, līdz ar to karstuma viļņi augus svarīgākajās to attīstības fāzēs skars retāk (Semenov 2008). Ražas zudumi vairākām augu sugām var rasties, ja diennakts maksimālā gaisa temperatūra dažas dienas pēc kārtas to ziedēšanas fāzē pārsniedz 32°C (Wheeler et al. 2000). Kviešiem, kukurūzai, sojai un kokvilnai ražas pieaugums iespējams, ja temperatūra augšanas laikā nepārsniedz attiecīgi 31°C, 29°C, 30°C un 32°C. Ja temperatūra pārsniedz norādīto, iespēja iegūt augstas ražas ievērojami samazinās. Kviešiem paaugstināta gaisa temperatūra īpaši nevēlama ir vārpošanas laikā (Mäkinen et al. 2017; Schenkler, Roberts 2009). Pat neliels temperatūras pieaugums var būtiski negatīvi ietekmēt ražu.

Karstuma un sausuma stresa ietekmē samazinās ne tikai kultūraugu raža, bet arī ražas kvalitāte. Paaugstināta temperatūra un sausums būtiski negatīvi ietekmē eļļas, cietes, proteīna un vairāku nozīmīgu barības elementu saturu ražā. Karstuma un sausuma stress ietekmē tādu procesus, kā skaņu augšana, bioloģiskā slāpekļa fiksācija, augsnes mikrobioloģisko aktivitāte, fenoloģija un citus. Līdz ar to augos samazinās gandrīz visu nozīmīgāko barības elementu, īpaši slāpekļa, fosfora un kālija saturs (Fahad et al. 2017; Hasanuzzaman et al. 2013).

### **1.2.3. Klimata pārmaiņu ietekme uz kaitīgo organismu izplatību un tās ietekmi uz kultūraugu ražu.**

Kaitīgie organismi ir viens no svarīgākajiem lauksaimniecības kultūraugu ražu un tās kvalitāti ietekmējošajiem faktoriem, to dēļ katru gadu visā pasaulē liela daļa no izaudzētās ražas iet bojā. Klimata pārmaiņas ir nozīmīgs to izplatību veicinošs faktors. Īpaši aktuāli tas ir reģionos, kur klimats kļūst šiem organismiem labvēlīgāks, līdz ar to, piemēram, organismi, kuru izplatību iepriekš ierobežoja sals, kļūst spējīgi pārziemot (Paraschivu et al. 2017). Neskatoties

uz kaitīgo organismu būtisko ietekmi un pieaugošo izplatību, ir salīdzinoši maz pētījumu par to ietekmi uz lauksaimniecības kultūraugiem. Publikācijās, kurās apskatīta kaitīgo organismu izplatība lauksaimniecībā, kā nozīmīgākos izplatību veicinošos faktoros visbiežāk uzsver gaisa temperatūras paaugstināšanos un izmaiņas nokrišņu daudzumā. Augstākas gaisa temperatūras un pieaugošs nokrišņu daudzums var veicināt jaunu slimību un kaitēkļu izplatību. Siltākās un īsākās ziemās aiziet bojā mazāk kaitēkļu nekā garās un aukstās ziemās, bet ilgstoši sausuma periodi veicina insektu pārnēsātu slimību izplatību (Wreford 2010). Latvijas mežzinātnes institūta “Silava” vadošais pētnieks Ā. Jansons, kā nozīmīgu draudu lauksaimniecībai uzsver varbūtību, ka agresīvas jaunās sugas varētu sākt dominēt pār tradicionālajām (Jansons 2017). Izmainoties temperatūras un nokrišņu režīmam, var parādīties jaunas slimību un kaitēkļu kombinācijas. Biežāki ekstrēmi laikapstākļi, tajā skaitā sausums, karstuma viļņi, vētras un plūdi var izjaukt plēsēju – upura skaitliskās attiecības, kas normālos apstākļos palīdz saglabāt līdzsvaru kaitēkļu populācijās.

Ne tikai temperatūra un nokrišņi var ietekmēt kaitīgo organismu izplatību un līdz ar to arī kultūraugu ražu. Ne mazāk svarīgs ir CO<sub>2</sub> saturs atmosfērā. Tam pieaugot iespējama ne tikai kultūraugu ražas palielināšanās, bet pieaug arī nezāļu konkurētspēja, kas var negatīvi ietekmēt kultūraugu ražību (Ziska 2011b). Kaitīgajiem organismiem savairojoties lielā daudzumā, var tikt veicināta pārmērīga ķīmisko augu aizsardzības līdzekļu lietošana, kas var novest pie bioloģiskās daudzveidības samazināšanās (Zargar et al. 2011). Klimatam kļūstot siltākam, ASV un Kanādā pavasaros novērota agrāka kukaiņu aktivitāte un intensīvāka atsevišķu sugu izplatība (Tubiello 2014). Ražas zudumus rada visas kaitīgo organismu grupas, tomēr lielākos potenciālās ražas zudumus – līdz pat 34% - rada nezāļu savairošanās. Kaitēkļu un patogēnu ietekmē potenciālā raža samazinās par attiecīgi 18% u 16% (Oerke 2006).

### **1.3. Klimata pārmaiņu ietekmes Latvijā**

Tāpat, kā citur pasaulē, arī Latvijā aizvien biežāk un izteiktāk novērojamas klimata pārmaiņu ietekmes. VSIA “Latvijas Vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas centrs” 2017.gadā publiskotajā ziņojumā “Klimata pārmaiņu scenāriji Latvijai” apzinātas un novērtētas līdzšinējās klimata pārmaiņu izpausmes Latvijā un nākotnes scenāriji. Tas ir jaunākais un viens no pēdējo gadu laikā apjomīgākajiem Latvijā veiktajiem klimata pētījumiem. Līdzšinējās klimata pārmaiņas atspoguļo tādi rādītāji, kā vidējo un ekstremālo gaisa temperatūras rādītāju izmaiņas, vidējo un ekstremālo atmosfēras nokrišņu rādītāju izmaiņas, kā arī vēja ātruma un vēja virziena izmaiņas (LVĢMC 2017).

Gaisa temperatūras izmaiņas ilgākā laika periodā uzskatāmas par vienu no galvenajiem

klimata pārmaiņu indikatoriem. Latvijā īpaši izteikts gaisa temperatūras pieaugums novērots tieši pēdējās desmitgadēs. Tai pieaugot, vienlaicīgi samazinās amplitūda starp diennakts augstāko un zemāko temperatūru. Latvijā galvenie klimata pārmaiņas un gaisa temperatūru ietekmējošie faktori ir atmosfēras cirkulācijas procesi, Saules starojuma intensitāte, ģeogrāfiskais novietojums Eirāzijas ziemeļrietumu daļā un Atlantijas okeāna tuvums (Avotniece et al. 2012; Lizuma et al. 2007). Latvijas Vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas centrs vairākkārt apkopojis datus par gada vidējās temperatūras izmaiņu būtiskumu, kas noteikts izmantojot Manna – Kendala testu. Laika periodā no 1950. – 2003.gadam gada vidējā gaisa temperatūra būtiski pieaugusi visās 22 meteoroloģisko novērojumu stacijās. Arī laika periodā no 1961. – 2010.gadam visās novērojumu stacijās konstatēta nozīmīga vai ļoti nozīmīga pozitīva gada vidējās temperatūras izmaiņu tendence (LVĢMC 2017; Latvijas Republikas Ceturtais nacionālais ziņojums... 2006).

Saskaņā ar vairākās Eiropas valstīs izstrādātiem klimata mainības modeļiem, Latvijas teritorijā līdz 2100.gadam sagaidāmas ievērojamas klimata pārmaiņas, kas saistītas ar temperatūras paaugstināšanos. Prognozēts, ka janvāra vidējā temperatūra sākot no 2040.gada varētu būt 0 - 5°C. Vācijā izstrādāts modelis rāda, ka gada vidējā temperatūra līdz 2100.gadam pieaugs par 5 - 7 °C, bet gada maksimālā temperatūra būs pat par 8 °C augstāka nekā 2000.gadā, kas nozīmē lielāku karstuma viļņu iespējamību (Kļaviņš et al. 2008). Baltijas reģionā iespējamās pat izteiktākas klimata pārmaiņu izpausmes, salīdzinot ar globālajiem vidējiem rādītājiem. Paredzams, ka ziemā gaisa temperatūra pieaugs par 4 - 8°C, bet vasarā par 2.5 – 5°C (Vides izglītības fonds S.a.)

Viena no redzamākajām klimata pārmaiņu ietekmēm ir izmaiņas augšanas sezonas garumā. Pastāv vairākas augšanas sezonas definīcijas. Vienā no tām norādīts, ka augšanas sezona ir periods gadā, kad augšanas apstākļi ir piemēroti vairumam savvaļas augu un kultūraugu un tie ir spējīgi dīgt un turpināt augšanu (Encyclopædia Britannica S.a.). Citā definīcijā norādīts, ka tas ir dienu skaits gadā starp periodiem, kad pirmo un pēdējo reizi gada laikā diennakts vidējā temperatūra sešas dienas pēc kārtas ir + 5°. Augšanas sezona Latvijā pārsvarā ilgst 184 – 208 dienas. 1990.gadā tās vidējais ilgums Latvijā sasniedzis pat 243,5 dienas (LVĢMC 2017). Augšanas sezona pagarinājusies vidēji par 3,7 dienām desmitgadē, pavasarī tai sākoties agrāk, bet rudenī saglabājoties līdzšinējās robežās (Kalvāne 2011). Straujākās izmaiņas notikušas Baltijas jūras piekrastē un Latvijas ziemeļaustrumos (Bruņeniece 2016). Lai gan kopumā vidējais augšanas sezonas ilgums ir pagarinājies, lielākajā daļā no 22 novērojumu stacijām konstatēta negatīva ilggadīgo izmaiņu tendence, pozitīva tendence novērota 9 novērojumu stacijās. Statistiski vērā ņemama pozitīva tendence novērota tikai Ventspils novērojumu stacijā (1.2.tabula).

Ilggadīgais vidējais augšanas sezonas ilgums un ilggadīgo izmaiņu tendences meteoroloģisko novērojumu stacijās periodā no 1961. – 2010.gadam (pēc LVĢMC 2017)

Novērojumu stacija	Ilggadīgais vidējais augšanas sezonas ilgums, dienas	Ilggadīgo izmaiņu tendence pēc Manna – Kendala testa
Ainaži	192	Negatīva tendence
Alūksne	184	Pozitīva tendence
Bauska	199	Negatīva tendence
Daugavpils	195	Negatīva tendence
Dobele	200	Negatīva tendence
Gulbene	188	Pozitīva tendence
Jelgava	200	Negatīva tendence
Kolka	194	Pozitīva tendence
Liepāja	208	Pozitīva tendence
Mērsrags	195	Pozitīva tendence
Pāvilosta	201	Pozitīva tendence
Priekuļi	193	Negatīva tendence
Rēzekne	188	Pozitīva tendence
Rīga	200	Pozitīva tendence
Rūjiena	190	Negatīva tendence
Saldus	196	Negatīva tendence
Skrīveri	197	Negatīva tendence
Skulte	195	Negatīva tendence
Stende	198	Negatīva tendence
Ventspils	203	Vērā ņemama pozitīva tendence
Zilāni	193	Pozitīva tendence
Zosēni	185	Negatīva tendence

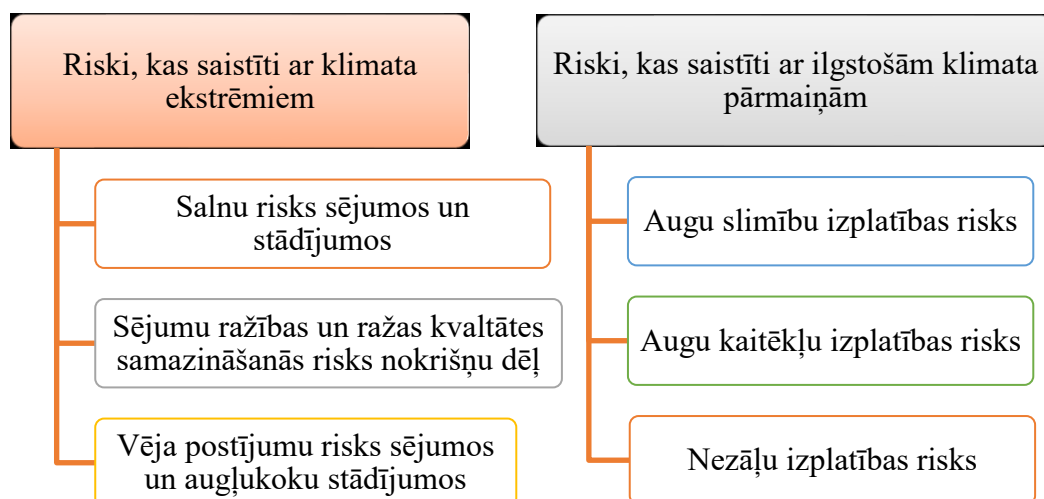
Augu un dzīvnieku fenoloģiskie novērojumi Latvijā tiek veikti jau sen, bet 1920. un 1930.gados tika īstenota visu Latvijas teritoriju aptveroša fenoloģisko novērojumu programma, kuras viens no mērķiem bija pētīt saikni starp dzīvo organismu fenoloģiju un meteoroloģiskajiem apstākļiem. Šie novērojumi uz turpmāku pētījumu fona izceļas ar to, ka apkoptas ziņas ne tikai par augļu kokiem, ogulājiem, dekoratīvajiem augiem un savvaļas koku sugām, bet arī par labībām – ziemas rudziem un ziemas kviešiem. Kā liecina pieejamā informācija, novērojumi veikti vairākos laika posmos no 1920.gadu sākuma līdz 1930.gadu otrajai pusei (Jansons, E. 1929; 1939) Guntas Kalvānes promocijas darbs “Fenoloģiskās izmaiņas un to ietekmējošie klimatiskie faktori” ir nozīmīgākais un apjomīgākais Latvijā veiktais pētījums par fenoloģisko fāžu iestāšanās mainību. Pētījumā analizēta parastās ievas *Padus racemosa* un liepas *Tilia cordata* ziedēšanas sākuma un āra bērza *Betula pendula* lapu dzeltēšanas sākuma izmaiņas laikā no 1927. – 1939.gadam un no 1959. – 2007.gadam. Visām sugām fenoloģisko fāžu iestāšanās trends ir bijis negatīvs – analizētās fāzes novērojumu perioda

beigās iestājušās agrāk nekā perioda sākumā. Galvenokārt fenoloģisko fāžu iestāšanās tendences ietekmē gaisa temperatūras izmaiņas (Kalvāne 2011).

#### 1.4. Klimata pārmaiņu ietekme uz lauksaimniecības kultūraugiem Latvijā

Latvijā klimata pārmaiņas par aktuālu problēmu lauksaimniecībā vēl nav kļuvušas, tāpēc to ietekme ir maz pētīta. Pieņēmumi par klimata pārmaiņu ietekmi galvenokārt balstīti lauksaimnieku un citu nozares speciālistu salīdzinoši īsos periodos veiktos novērojumos, bet zinātniski pamatotas informācijas ir ļoti maz.

Latvijas apstākļos nozīmīgākie, ar meteoroloģisko sezonu garuma izmaiņām un ziemas un vasaras vidējās temperatūras paaugstināšanos saistītie riski, kas skar lauksaimniecības kultūraugus, ir augu slimību, kaitēkļu un nezāļu izplatība, stādījumu izsalšana ziemas beigās, pavasara salnu bojājumi, straujāka augsnes un augu izžūšana (1.2.attēls).



1.2.attēls. Klimata pārmaiņu radītie riski augkopībā (izstrādājusi autore, izmantojot Jansons et al. 2016)

Novērojumi un informācija plašsaziņas līdzekļos liecina, ka kopumā graudaugu ražas novākšana 2016. un 2017.gadā daudzviet Latvijā uzsākta līdz pat divām nedēļām vēlāk, nekā ierasts. Tas skaidrojams ar salīdzinoši vēlo pavasara iestāšanos un mērenajām gaisa temperatūrām kultūraugu augšanas periodā. Ražas novākšanu aizkavē arī ilgstošās lietavas augustā, atsevišķos reģionos īsā laika periodā nolīstot nokrišņu daudzumam, kas ir tuvu visa mēneša normai (Bricis 2017). Laikapstākļi ietekmē ne tikai ražas novākšanu, bet arī ievāktās ražas daudzumu. Nelabvēlīgo meteoroloģisko apstākļu dēļ graudaugu ražība 2016.gadā bija vidēji 3.78 t ha<sup>-1</sup>, kas ir par 0.7 t mazāk nekā 2015.gadā. Neskatoties uz to tika sasniegta otra augstākā graudu kopražā Latvijas vēsturē (BNN 2017). Vides aizsardzības un reģionālās

attīstības ministrijas, Latvijas Valsts mežzinātnes institūta “Silava” un Latvijas Lauksaimniecības universitātes sagatavotā pētījumā “Risku un ievainojamības novērtējums un pielāgošanās pasākumu identificēšana lauksaimniecības un mežsaimniecības jomā” apkopoti ziemāju (ziemas rapša un ziemas rudzu) un vasarāju (lauka pupu un vasaras miežu) audzēšanu ietekmējošie riski un ar tiem saistītās klimata pārmaiņu izpausmes (1.3.tabula).

1.3. tabula

Riski un ar tiem saistītās klimata pārmaiņu izpausmes ziemājiem un vasarājiem (izstrādājusi autore, izmantojot Jansons et al. 2016)

Risks	Saistītā klimata pārmaiņu izpausme ziemājiem un vasarājiem
Augu slimību un kaitēkļu (tostarp jaunu sugu) izplatība	Meteoroloģiskās vasaras ilguma palielināšanās; ziemas vidējās temperatūras paaugstināšanās
Nezāļu izplatība	Meteoroloģiskās vasaras ilguma palielināšanās
Sējumu applūšana	Lielāks nokrišņu daudzums; biežākas ciklonu vētras; pēkšņu un spēcīgu pērkona negaisu iespējamības palielināšanās vasarās
Nevienmērīga sējumu sadīgšana	Agrāka sniega segas nokušana un augsnes un grunts atkušana; pavasara vidējās temperatūras paaugstināšanās
Ražas un tās kvalitātes zudums nokrišņu dēļ ražas novākšanas laikā	Nokrišņu daudzuma palielināšanās rudenos
Sējumu applūšana	Lielāks nokrišņu daudzums; biežākas ciklonu vētras; pēkšņu un spēcīgu pērkona negaisu iespējamības palielināšanās vasarās
Vētras risks	Vidējā vēja ātruma palielināšanās; biežākas ciklonu vētras; pēkšņu un spēcīgu pērkona negaisu iespējamības palielināšanās vasarās
Straujāka augsnes un augu izžūšana	Vasaras vidējās temperatūras paaugstināšanās
Izkalšanas risks	Kopējā nokrišņu daudzuma samazināšanās vasarās, biežāku un ilgāku sausuma periodu iespējamība vasarās, vasaras vidējās temperatūras paaugstināšanās
Risks	Saistītā klimata pārmaiņu izpausme ziemājiem
Sējumu izsalšana kailsalā	Lielāka sniega segas biezuma nenoteiktība
Ražas zudumi nepietiekoša aukstuma perioda ilguma/dziļuma dēļ	Meteoroloģiskās ziemas ilguma samazināšanās un ziemas vidējās temperatūras paaugstināšanās
Nevienmērīga sējumu sadīgšana	Kopējā nokrišņu daudzuma samazināšanās vasarās; biežāku un ilgāku sausuma periodu iespējamība vasarās; vasaras vidējās temperatūras paaugstināšanās

Kā redzams, lielākā daļa risku ziemājiem un vasarājiem ir kopīgi. Ziemājus papildus ietekmē laikapstākļi ziemā un agri pavasarī. Būtiskākie no nosauktajiem riskiem ir augu slimību un kaitēkļu izplatība, sējumu izsalšana kailsalā (ziemājiem), straujāka augsnes un augu izžūšana

un izkalšana un ražas un tās kvalitātes zudums nokrišņu dēļ ražas novākšanas laikā (Jansons et al. 2016). Draudus kultūraugu ražai rada augu slimības, kas Latvijā ir jaunas un iepriekš nebija sastopamas. Tāda ir, piemēram, kviešu dzeltenā rūsa *Puccinia striiformis*, kas pēdējo gadu laikā ir sasniegusi arī Eiropas ziemeļu daļu, kaut iepriekš tā vairāk bijusi sastopama reģionos ar daudz siltāku un mitrāku klimatu. Slimība bojā Latvijā vairāk audzētās un nozīmīgākās graudaugu sugas - kviešus, rudzus un miežus, un var radīt līdz 75% lielus ražas zudumus (Klimats un ilgtspējīga attīstība 2016; VAAD S.a.) Ir sarežģīti novērtēt, kā klimata pārmaiņas ietekmē lauksaimniecības kultūraugus Latvijā, tomēr kopumā ietekme ir līdzīga, kā citos reģionos, kur raksturīgi līdzīgi agroklimatiskie apstākļi.

## 2. MATERIĀLI UN METODEDES

### 2.1. Pētījuma vietas vēsture

Lauksaimniecības pētījumu vēsture Priekuļos aizsākās jau 1838.gadā, kad Priekuļu kroņa muižā, ar mērķi noteikt ražīgāko, tika salīdzinātas 119 dažādas kartupeļu šķirnes. Pirmā lauksaimniecības izmēģinājumu iestāde tika dibināta 1913.gada 23.aprīlī, kad darbu, kā Rīgas Lauksaimniecības Centrālbiedrības zinātniskā iestāde, sāka Cēsu izmēģinājumu stacija (Zariņa 2011). Sākotnēji ierīkoti izmēģinājumi minerālmēsļu iedarbības noskaidrošanai, veikti pētījumi par augu seku, kartupeļu stādāmā materiāla nozīmi, āboliņa ietekmi uz labībām un sakņaugiem, veikti pirmie šķirņu salīdzinājumi un darbs ar vietējām rudzu un miežu populācijām.

1917.gadā, apvienojot Lauksaimniecības vidusskolu, Priekuļu muižas saimniecību, Lauksaimniecības mašīnu izmēģināšanas staciju, meteoroloģisko staciju un Lauksaimniecības izmēģinājumu un selekcijas staciju, tika izveidots Priekuļu Lauksaimniecības Institūts. Tā paša gada nogalē, nodibinoties padomju varai, iesāktie darbi lauksaimniecības pētījumos uz laiku tika apturēti. Pēc Latvijas valsts nodibināšanas tika atjaunota Priekuļu selekcijas un izmēģinājumu stacijas darbība.

1920.gados tika atsākta šķirņu salīdzināšana labībām, kartupeļiem, sakņaugiem un zāļaugiem, iegādāts pētniecībai nepieciešamais inventārs, uzcelta jauna selekcijas ēka un paplašināta bibliotēka (Gaiķe et al. 2013). Divdesmitā gadsimta 20. un 30.gados Priekuļu selekcijas un izmēģinājumu stacijā veikts novērošanas, šķirņu salīdzināšanas un selekcijas darbs šādām sugām: ziemas rudziem (*Secale cereale*), ziemas un vasaras kviešiem (*Triticum aestivum*), ziemas un vasaras miežiem (*Hordeum vulgare*), auzām (*Avena sativa*), lauka pupām (*Vicia faba*), kartupeļiem (*Solanum tuberosum*), liniem (*Linum*), sarkanajam āboliņam (*Trifolium pratense*), baltajam āboliņam (*Trifolium repens*), lucernai (*Medicago*), timotiņam (*Phleum pratense*), pļavas auzenei (*Festuca pratensis*), pļavas lapsastei (*Alopecurus pratensis*), pļavas skarenei (*Poa pratensis*), kamolzālei (*Dactylis glomerata*), ganību airenei (*Lolium perenne*), bezakotu lācauzai (*Bromus inermis*), augstajai dižauzai (*Arrhenatherum elatius*) un baltajai smilgai (*Agrostis alba*). Jaunu šķirņu radīšana galvenokārt notika ar izlases metodi, sākotnēji izvēloties piemērotākos augus no vietējām populācijām. Šķirņu veidošanai tika izmantota arī krustošana un hibridizācijas metode, ko Priekuļos 1930.gados sāka izmantot kartupeļu selekcijā.

1945.gadā Priekuļu selekcijas un izmēģinājumu stacija tika iekļauta Padomju Savienības Lauksaimniecības Ministrijas vadītajā Padomju Socialistisko Republiku Savienības (PSRS) selekcijas staciju tīklā. Pēc Otrā pasaules kara iepriekš minētās sugas tika papildinātas ar vairākām Priekuļu selekcijas un izmēģinājumu stacijā pirms tam mazāk plaši vai vispār

neaudzētām sugām. 1940.gadu vidū un beigās esošās sugas papildināja vasaras vīķi (*Vicia sativa*), lupīnas (*Lupinus*), zirņi (*Pisum sativum*), bastarda āboliņš (*Trifolium hybridum*) un griķi (*Fagopyrum esculentum*). 1950.gados uzsākta kukurūzas (*Zea mays*), bet vēlāk arī tritikāles (*Triticosecale*) un viengadīgās airenēs (*Lolium multiflorum*) selekcija (Holms red. 1992). No 1955.gada stacijas darbu koordinēja Latvijas Zemkopības zinātniski pētnieciskais institūts Skrīveros. 1976.gadā Priekuļu selekcijas un izmēģinājumu stacija tika apvienota Jaunraunas kolhozu “Arājs”, tā kļūstot par lielsaimniecību, kurā darbinieki tika nodarbināti 6 nozarēs, tajā skaitā zinātnē. Līdz 1990.gadiem selekcijas darbs un pētījumi notika 8 grupās - kartupeļu, miežu, ziemas rudzu, zirņu, zālāju, agrotehnikas, kā arī agroķīmijas laboratorijā un meristēmu laboratorijā.

1998.gadā selekcijas stacija tika atdalīta no pārējās saimniecības. 2006.gadā iestāde ieguva Valsts Priekuļu laukaugu selekcijas institūta nosaukumu (Zariņa 2011; Gaiķe et al. 2013). 2015.gadā, saskaņā ar 21.10.2015. Ministru kabineta rīkojumu Nr. 640, apvienojot Valsts Priekuļu laukaugu selekcijas institūtu, Valsts Stendes graudaugu selekcijas institūtu, Latvijas Valsts agrārās ekonomikas institūtu un Latvijas Valsts augļkopības institūtu, izveidota atvasināta publiska persona Agrolesursu un ekonomikas institūts (AREI) (Agrolesursu un ekonomikas... 2015). AREI veido Ekonomikas pētniecības centrs, Priekuļu pētniecības centrs un Stendes pētniecības centrs. AREI tiek īstenoti pētījumi šādos virzienos:

- lopbarības un to izejvielu ražošana,
- laukaugu kvalitātes izvērtēšana to efektīvai izmantošanai,
- laukaugu selekcija un ģenētika to integrētai un bioloģiskai izmantošanai,
- ilgtspējīgu laukaugu tehnoloģiju attīstīšana dažādām izmantošanas sistēmām,
- bioresursu industriju ilgtspējīgas attīstības ekonomika,
- teritoriju ilgtspējīgas attīstības iespēju izpēte,
- ražošanas procesu efektivitāte un uzņēmumu konkurētspēja.

## 2.2. Pētījumā izmantotie dati

Pētījumā izmantota Agrolesursu un ekonomikas institūta (AREI) Priekuļu pētniecības centra darbinieku apkopotā informācija par vasaras miežu fenoloģiju un galvenajiem ražas rādītājiem kopš 1928.gada līdz 2017.gadam un meteoroloģiskajiem apstākļiem Priekuļu meteoroloģisko novērojumu stacijā attiecīgajā laika posmā (1.pielikums, 2.pielikums). Pētījumā izmantotos datus apkopojušas miežu selekcionāres Dr.agr. Maija Gaiķe un vadošā pētniece miežu selekcijā Dr.agr. Linda Legzdiņa.

Kā galvenais informācijas avots datu apkopošanai, izmantotas apskatītajā laika posmā

strādājušo selekcionāru un selekcijā nodarbinātā personāla veidotās lauka grāmatas. Tajās katru gadu tiek pierakstīta informācija par izmēģinājumos un selekcijai audzētajām līnijām un šķirnēm, to attīstības gaitu, augšanas parametriem, izturību pret slimībām, būtiskām katras šķirnes un līnijas pazīmēm, kā arī jebkura cita selekcionāram nozīmīga informācija. Miežu augšanu un attīstību tiek fiksē arī fotogrāfijās (2.1.attēls). Pēc ražas novākšanas lauka grāmatās tiek ierakstīta informācija par ražas lielumu un ražas kvalitāti raksturojošajiem rādītājiem.



2.1.attēls. Vasaras miežu selekcijas un izmēģinājumu lauciņi Priekuļos 2017.gada jūlijā (foto: L. Legzdiņa)

Dati par vidējo gaisa temperatūru, nokrišņu summu, graudu ražu un 1000 graudu masu apkopoti par visu periodu. Kā noprotams pēc tabulas (3.pielikums), 1948.gadā sākts noteikt proteīna saturu graudos, tomēr atsevišķos gados šis rādītājs iztrūkst. Dažādu apstākļu dēļ par laika posmu no 1940. līdz 1944.gadam nav datu par miežu sējas un fenoloģisko fāžu iestāšanās laiku. Datu tabulā norādīti tikai meteoroloģiskie rādītāji un graudu raža, līdz ar to nav iespējams precīzi noteikt, vai norādītā vidējā gaisa temperatūra un nokrišņu daudzums atbilst miežu augšanas laikam. Arī par periodu no 1934. – 1937.gadam dati dažviet iztrūkst. Ievadot programmā MS Excel skaitļus, kas norāda dienu skaitu no sējas līdz vārpošanai un pilngatavībai un datumus, kas norāda sējas laiku un attīstības fāžu iestāšanos, un veicot pārreķināšanu, noskaidrots, ka rokrakstā veidotajās tabulās esošie skaitļi daudzviet nesakrīt ar tiem, kas iegūti veicot aprēķinus. Vairākās vietās atšķirības bija no pāris dienām līdz pat gandrīz divām nedēļām.

Graudaugu attīstība iedalās 10 attīstības fāzēs, katra no tām sīkāk iedalīta vairākās stadijās. Pētījumā izmantota informācija par 3 attīstības stadijām – vārpošanas sākumu,

ziedēšanas sākumu un pilngatavības iestāšanos. Vārpošanas fāzes sākumā vārpas galotne parādās virs karoglapas maksts, saskatāmas pirmās vārpiņas. Ziedēšanas sākumā saredzamas pirmās putekšņīcas, bet miežiem tās var neatvērties, tāpēc ārēji nav redzamas. Pilngatavība iestājas, kad grauds ir ciets – graudu ir grūti saspīest, cietību parasti pārbauda ar nagu (Valsts augu aizsardzības dienests S.a.). Ziemājiem, tajā skaitā rudziem, attīstības sākumā vajadzīgs salīdzinoši garš periods pazeminātas temperatūras apstākļos (jarovizācijas jeb vernalizācijas periods), tāpēc to attīstība notiek divos periodos: rudenī no sējas līdz veģētācijas perioda beigām (40 – 60 dienas) un pavasarī no veģētācijas atjaunošanās līdz ražas novākšanai (Bankina, Gaile 2014).

**Audzētās vasaras miežu šķirnes.** Laikā no 1928.gada līdz 2017.gadam miežu selekcijā, kā standartšķirnes audzētas četras vasaras miežu šķirnes – ‘Zelta’, ‘Maja’, ‘Abava’ un ‘Ansis’. No 1928. līdz 1949.gadam audzēta Zviedrijā izveidotā Zelta miežu šķirne. Laikā no 1950. līdz 1978.gadam, kā standartšķirne audzēta dāņu selekcionāru, krustojot šķirnes ‘Binder’ un Zelta, izveidotā vasaras miežu šķirne ‘Maja’. Līdz 1982.gadam ‘Maja’ bija Latvijā visvairāk audzētā miežu šķirne. Tai raksturīgas alus miežu īpašības un augstāka ražība nekā Zelta miežiem, tomēr tā bija jutīga pret novēlotu sēju. Šķirne plaši izmantota selekcijā (Gaiķe 1992). Mūsdienās ne ‘Maja’, ne Zelta mieži vairs netiek audzēti, nav saglabājušies arī detalizētāki šķirņu apraksti.

Turpmākajos gados audzētas divas Valsts Stendes selekcijas stacijā (šobrīd Agroresursu un ekonomikas institūta Stendes pētniecības centrs) izveidotas vasaras miežu šķirnes – ‘Abava’ un ‘Ansis’. Abas šķirnes ir vidēji vēlīnas, ar augšanas periodu 88 – 100 dienas šķirnei ‘Abava’ un 88 – 102 dienas šķirnei ‘Ansis’. Atšķiras abu šķirņu potenciālā graudu raža. ‘Abava’ ir vidēji intensīva tipa šķirne, līdz ar to potenciālā raža ir aptuveni 5.0 – 6.5 t ha<sup>1</sup>, bet ‘Ansis’ ir intensīva tipa šķirne, no kuras iespējams iegūt ražu līdz 7.5 t ha<sup>-1</sup> (Agroresursu un ekonomikas institūts 2018; Valsts Stendes graudaugu... S.a.). Izvērtējot klimata ietekmi uz miežu ražību, jāņem vērā, ka apskatītajā 80 gadu posmā, pateicoties selekcijas attīstībai, pieaugusi miežu ražība – selekcionētas šķirnes ar augstāku potenciālo ražību un labāku spēju piemēroties audzēšanas apstākļiem, tāpēc ir sarežģīti novērtēt ražību klimata pārmaiņu ietekmē.

Dati par ziemas rudzu fenoloģiju no 1950. – 2009.gadam apkopoti nepilnīgāk – norādītas tikai dekādes, kad katra fāze iestājusies, līdz ar to iespējas veikt precīzus aprēķinus ir ļoti ierobežotas. Tāpat nav iespējams salīdzināt, kāda ir bijusi klimatisko apstākļu ietekme uz graudu ražu un tās kvalitāti. Atšķirībā no datiem, kas apkopti par miežiem, šajos datos norādīts lielāks skaits fenoloģisko fāžu, ne tikai sējas, vārpošanas un pilngatavības iestāšanās laiks, bet, tā kā rudzi ir ziemāju labība, arī aptuvenais veģētācijas beigu un atjaunošanās laiks (4.pielikums). Datus apkopojušas AREI vadošā pētniece Dr.agr. Arta Kronberga un pētniece Mg.agr. Aina Kokare.

**Audzētās ziemas rudzu šķirnes.** No 1999. līdz 2009.gadam apkopoti dati par ziemas rudzu šķirnes ‘Kaupo’ fenoloģisko fāžu iestāšanās mainību, pirms tam no 1950. – 1998. audzēta šķirne ‘Priekuļu’. Šī šķirne ir vidēji agrīna, vidēji izturīga pret veldrēšanos, tai raksturīga laba ziemcietība un tā ir par aptuveni 2 dienām vēlāka nekā ‘Kaupo’, kas audzēta kopš 1999.gada (Kronberga, Kokare 2010; Lindermanis 1992). Rudzu šķirne ‘Kaupo’ ir agrīna, tās veģetācijas periods svārstās no 315 līdz 321 dienai. Šķirnei raksturīga vidēja līdz laba ziemcietība. Izturība pret veldrēšanos vidēja līdz laba. Piemērota gan konvencionālai, gan bioloģiskai audzēšanai (Gaiķe et al. 2013).

### 2.3. Vietas agroekoloģisko apstākļu raksturojums

**Reljefs un atrašanās vieta.** Pētījuma vieta atrodas Vidzemes augstienes ziemeļrietumos, Mežoles paugurainē, kam raksturīgs viļņots un vidēji paugurains reljefs. Pētniecības centra lauki lielākoties izvietoti līdzenumos un lēzenās nogāzēs. Lauku augstums virs jūras līmeņa svārstās robežās no aptuveni 110m līdz 123m (Latvijas Ģeotelpiskās informācijas aģentūra 2018). Katras laukaugu sugas audzēšanas vieta katru gadu mainās atkarībā no sugas vietas augsekā. Lauki izvietoti iespējami tuvu pētniecības centra ēkām, līdzās tām atrodas arī Priekuļu meteoroloģisko novērojumu stacija (2.2.attēls). AREI Priekuļu pētniecības centrs apsaimnieko lielāko daļu tā ēkām tuvumā esošās lauksaimniecībā izmantojamās zemes.



2.2. attēls. AREI Priekuļu pētniecības centra un tam līdzās esošās Priekuļu meteoroloģisko novērojumu stacijas atrašanās vieta (Latvijas Ģeotelpiskās informācijas aģentūra 2018)

**Augšņu raksturojums.** Pētījuma vieta izvietota Vidzemes pauguraino augšņu rajona Vidzemes augstienes apakšrajonā (Kārklīņš et al. 2009). AREI Priekuļu pētniecības centra

augšņu paraugiem gandrīz katru gadu tiek veiktas augsnes analīzes, ar kuru palīdzību tiek noskaidrots augsnes tips, granulometriskais sastāvs un nodrošinājums ar galvenajiem barības elementiem. Pētniecības centra laukos dominē velēnu podzolētā augsne, retāk sastopama velēnu podzolētā virspusēji glejotā augsne. Organisko vielu saturs augsnē nepārsniedz 3%. Lielākajā daļā lauku augsnes reakcija  $pH_{KCl}$  ir skāba, vidēji vai vāji skāba. Tikai atsevišķās vietās augsnes reakcija ir normāla ( $pH_{KCl} \geq 6$ ). Gandrīz visiem laukiem, kuriem pēdējo gadu laikā veiktas augsnes analīzes, raksturīgs augsts un ļoti augsts kustīgā fosfora saturs (120 – 280mg/kg) un vidējs līdz augsts kustīgā kālija saturs (110 – 225mg/kg). Augsnes agroķīmiskās iekultivēšanas pakāpe lielākoties ir laba vai vidēja, tikai dažos gadījumos tā ir zema. Miežu audzēšanai piemērotas velēnu karbonātaugsnes, iekultivētas brūnaugsnes un pozdolaugsnes ar vāji skābu vai neitrālu augsnes reakciju pH un labi noregulētu mitruma režīmu. Augiem viegli uzņemamā fosfora un kālija saturam jābūt augstam vai vismaz vidējam (Zariņa 2009; Elzebroek 2008), līdz ar to var pieņemt, ka iespēju robežās tiek nodrošināti vasaras miežu audzēšanai piemēroti apstākļi.

**Klimatiskie apstākļi.** Pētījumā izmantoti Priekuļu meteoroloģisko novērojumu stacijas dati. Novērojumu stacija atrodas Priekuļos, Selekcijas ielā 2, koordinātas: platumš 57°18'56.1" Z, garums 025°20'16.8" A, meteolaukuma augstums 122 m. Priekuļu meteoroloģisko novērojumu stacijā tiek veikti atmosfēras spiediena, atmosfēras parādību, gaisa temperatūras, aramkārtas temperatūras, gaisa mitruma, meteoroloģiskās redzamības, nokrišņu daudzuma un intensitātes, sniega segas biezuma, temperatūras zāles augstumā un vēja automātiskie novērojumi. Novērojumu stacija Priekuļos darbojas kopš 1912.gada (LVĢMC S.a.).

Priekuļiem raksturīgs mēreni mitrs un mēreni vēss klimats, kas ir siltāks un sausāks nekā Vidzemes augstienes centrālajā daļā, bet vēsāks un mitrāks nekā Rīgas līča piekrastē. Kā liecina Latvijas Vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas centra apkoptā informācija par ilgtermiņa klimatiskajiem rādītājiem laikā no 1961. – 2010.gadam, ilggadīgā vidējā gaisa temperatūra Priekuļos šajā laikā bijusi 5,7°C, bet gada vidējā nokrišņu summa 687 mm. Lauksaimniecībā nozīmīgs rādītājs ir augšanas sezonas garums, kas minētajā periodā Priekuļos bija 193 dienas, kas ir par aptuveni 2 dienām mazāk nekā vidēji Latvijā, bet vairāk, nekā novērojumu stacijās, kas atrodas uz ziemeļiem un austrumiem no Priekuļiem. Reģionā valdošie ir dienvidrietumu vēji, ilggadīgais vidējais vēja ātrums 3,2 m/s (LVĢMC 2017).

#### 2.4. Datu apstrādes metodes

Datu statistiskā analīze veikta izmantojot programmu MS Excel, tās pievienojumprogrammu Data Analysis, Excel veidne MAKESENS un programma SPSS

Statistics 22. Datu analīzei izmantota korelācijas analīze un neparametriskais Manna – Kendala tests.

**Korelācijas analīzi** izmanto, lai parādītu, vai starp diviem mainīgajiem pastāv sakarība, kas nozīmē, ka mainoties vienam rādītājam, mainās arī otrs. Korelācijas koeficients  $r$  parāda sakarības būtiskumu.

**Manna – Kendala tests** izmantots, lai noteiktu meteoroloģisko parametru ilggadīgo izmaiņu tendences. Tests tiek plaši pielietots vides zinātnē, jo tas ir salīdzinoši vienkāršs un pieļauj iztrūkstošās vērtības.

Testa pamatā ir rangu jeb pāru princips, kur katrs rindas  $y_t$  ( $t=1, \dots, N$ )  $i$ -tais tiek salīdzināts ar tam sekojošo rindas  $y_t$  locekli  $y_{i'}$ ,  $i'=i+1, i+2, \dots, N$ , un tiek izveidota jauna rinda  $Y_i$ , kuras  $j$ -tais loceklis ir:

$$y_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{ja } y_i < y_{i+j} \\ 0, & \text{ja } y_i = y_{i+j} \\ -1, & \text{ja } y_i > y_{i+j} \end{cases}$$

Manna – Kendala testa vērtības tiek aprēķinātas pēc formulas:

$$S = \sum_{k=1}^{n-1} \sum_{j=k+1}^n \text{sgn}(x_j - x_k)$$

Ja novērojumu skaits  $N$  ir lielāks par 10, papildus aprēķina statistikas dispersiju  $S$  pēc sekojošas formulas:

$$\text{VAR}(S) = \frac{1}{18} \left[ n(n-1)(2n+5) - \sum_{p=1}^q t_p(t_p-1)(2t_p+5) \right]$$

$S$  un tās dispersijas vērtības  $\text{VAR}(S)$  izmanto, lai aprēķinātu testa statistiku  $Z$ :

$$Z = \begin{cases} \frac{S-1}{\sqrt{\text{VAR}(S)}} & \text{if } S > 0 \\ 0 & \text{if } S = 0 \\ \frac{S+1}{\sqrt{\text{VAR}(S)}} & \text{if } S < 0 \end{cases}$$

$Z$  vērtību izmanto, lai noteiktu statistiskās tendences esamību – pozitīva  $Z$  vērtība norāda uz augošu tendenci, bet negatīva uz dīlstošu (LVGMC 2017; Salmi et al. 2002). Atkarībā no nozīmības līmeņa,  $Z$  statistikas vērtības iedala sekojošās grupās:

- vērā ņemama izmaiņu tendence (pie būtiskuma līmeņa  $p=0,1$ ), ja Manna – Kendala testa vērtība  $> 1,6$  pozitīvas tendences gadījumā un  $< -1,6$ , ja tendence ir negatīva;

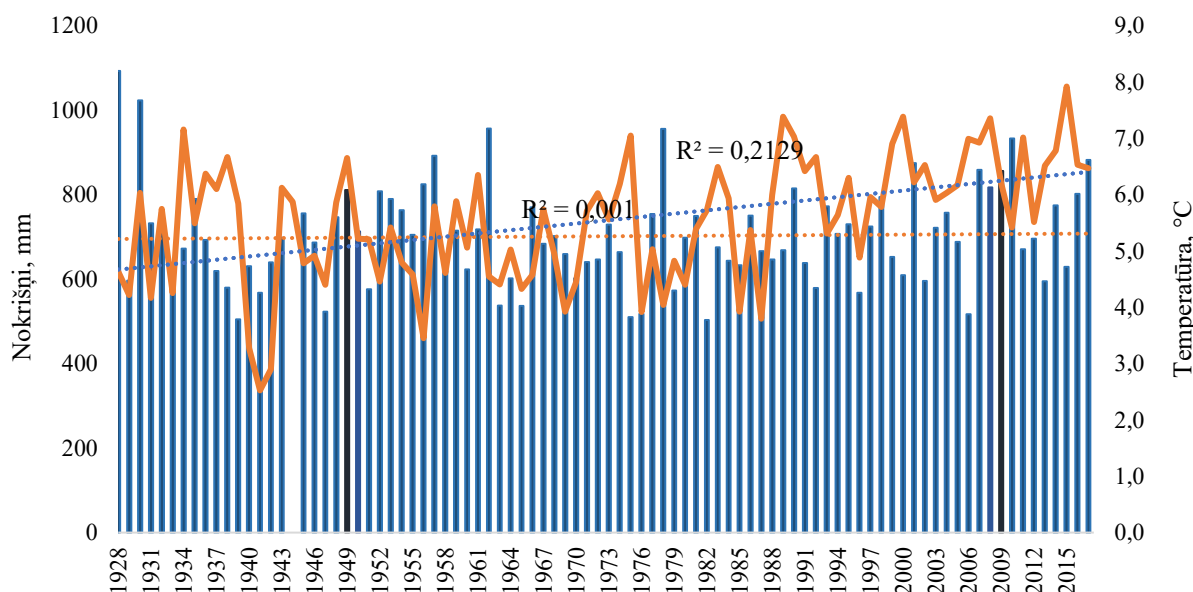
- statistiski būtiska izmaiņu tendence (pie būtiskuma līmeņa  $p=0,01$ ), ja Manna – Kendala testa vērtība  $>2,6$  pozitīvas tendences gadījumā un  $< -2,6$ , ja tendence ir negatīva;

- statistiski ļoti būtiska izmaiņu tendence (pie būtiskuma līmeņa  $p=0,001$ ), ja Manna – Kendala testa vērtība  $>3,3$  pozitīvas tendences gadījumā un  $< -3,3$ , ja tendence ir negatīva.

### 3. REZULTĀTI UN DISKUSIJA

#### 3.1. Klimatisko parametru mainība

Klimata mainības raksturošanai izmantota vidējā gaisa temperatūra un nokrišņu summa dažādos periodos, kas ir vieni no galvenajiem klimata mainību raksturojošajiem parametriem. Vidējās temperatūras un nokrišņu daudzuma izmaiņas apskatītas divos laika posmos – no 1928. – 2017.gadam un no 1950. – 2009.gadam (3.1.attēls). Šādi laika posmi izvēlēti, lai parādītu izmaiņu tendences katrā no pētījumā apskatītajiem laika posmiem.



3.1.attēls. Gada vidējā gaisa temperatūra (attēlota ar līkni) un nokrišņu summa (attēlota ar stabiņiem) Priekuļos no 1928. – 2017.gadam. Izcelti 1950. un 2009.gads

Redzams, ka gan gada vidējā gaisa temperatūra, gan nokrišņu summa pa gadiem ir ļoti svārstījušās un izmaiņas ir nevienmērīgas. Vidējā gaisa temperatūra Priekuļos ir svārstījies no 2,5°C 1941.gadā līdz 7,9°C 2015, bet lielākais un mazākais nokrišņu daudzums konstatēts attiecīgi 1928.gadā (1093 mm) un 1944.gadā (457 mm). Ja gaisa temperatūrai vērojams pakāpenisks pieaugums, pēdējo 30 gadu laikā atsevišķos gados sasniedzot iepriekš nepieredzētas vērtības, tad nokrišņiem šāda tendence nav novērota, izceļas daži gadi, kas vienmērīgi izkliedēti visā apskatītajā periodā.

Vērā ņemama vidējās gaisa temperatūras paaugstināšanās notikusi visos ziemas un pavasara mēnešos, kā arī jūlijā un augustā (3.1.tabula, 3.2.tabula). No 1928. – 2017.gadam visizteiktākās izmaiņas konstatētas martā un aprīlī, bet no 1950. – 2009.gadam – janvārī un martā. Nevienā no periodiem nav konstatēts būtisks vidējās gaisa temperatūras pieaugums jūnijā un rudens mēnešos. Salīdzinot abus periodus, nav iespējams viennozīmīgi apgalvot, ka ilgākā laika posmā izmaiņas būs izteiktākas, tomēr būtiskāka ietekme uz Manna – Kendala testa

vērtībām bijusi tieši pēdējām desmitgadēm, par ko liecina vidējās gaisa temperatūras no 1928. – 2017.gadam, no 1950. – 2009.gadam un mūsdienu klimatiskās normas periodā no 1981. – 2010.gadam un klimatiskās references periodā no 1961. – 1990.gadam. Abos pētījumā apskatītajos periodos vidējā gaisa temperatūra bija 5,5°C, kas ir par 0,2°C augstāka nekā klimatiskās references periodā, bet par 0,6°C zemāka nekā klimatiskās normas periodā.

3.1.tabula

Mēnešu vidējo gaisa temperatūru un nokrišņu summas izmaiņu tendences Priekuļos laikā no 1928. – 2017.gadam (Manna – Kendala testa vērtības) un izmaiņas gadā

	Vidējā gaisa temperatūra	Izmaiņas gadā, t°C	Nokrišņu summa	Izmaiņas gadā, mm
Janvāris	2,03	0,029	3,11	0,245
Februāris	2,05	0,035	2,60	0,181
Marts	3,49	0,039	1,77	0,122
Aprīlis	3,11	0,025	0,57	0,055
Maijs	1,97	0,017	-0,12	-0,017
Jūnijs	1,43	0,011	0,08	0,014
Jūlijs	1,81	0,013	-1,35	-0,278
Augusts	1,97	0,011	0,53	0,126
Septembris	0,92	0,006	-1,84	-0,296
Oktobris	0,21	0,000	0,60	0,090
Novembris	0,83	0,007	1,24	0,157
Decembris	1,79	0,023	2,78	0,204

	Vērā ņemama tendence (p=0,1)
	Statistiski būtiska tendence (p=0,01)
	Statistiski ļoti būtiska tendence (p=0,001)

Lai gan šķiet, ka dažos pēdējos gados ir būtiski pieaudzis kopējais nokrišņu daudzums vasarā un rudens sākumā, ilgtermiņa novērojumi liecina, ka, piemēram, 2017.gadā tas ir bijis mazāks nekā 1928.gadā, kad nokrišņu summa vasaras mēnešos sasniedza 540 mm, kas ir gandrīz puse no gada nokrišņu summas. Laikā no 1928. – 2017.gadam ir bijuši vairāki gadi ar procentuāli līdzīgu nokrišņu sadalījumu. Vidēji gada siltajos mēnešos (aprīlī – oktobrī) Priekuļos izkrīt aptuveni 70 % no gada kopējā nokrišņu daudzuma, atsevišķos gados līdz pat 85 %. Statistiski būtiska pozitīva izmaiņu tendence pēc Manna – Kendala testa vērtībām (3.1.tabula) pēdējo 90 gadu laikā lielākoties novērota nokrišņu summai ziemas mēnešos, bet septembrī nokrišņu daudzums ir pat būtiski samazinājies. Vērā ņemama pozitīva izmaiņu

tendence novērota martā. Mazāk būtiskas nokrišņu daudzuma izmaiņas notikušas no 1950. – 2009.gadam, kad nevienā no mēnešiem Manna – Kendala testa vērtības nenorāda uz statistiski būtiskām tendencēm (3.2.tabula). Priekuļos novērotās izmaiņas 20. un 21.gadsimtā norāda uz būtisku nokrišņu daudzuma palielināšanos, un ir līdzvērtīgas izmaiņām, kādas kopš 1900.gada notikušas visā Eiropas ziemeļu daļā (IPCC 2007a).

3.2.tabula

Mēnešu vidējo gaisa temperatūru un nokrišņu summas izmaiņu tendences Priekuļos laikā no 1950. – 2009.gadam (Manna – Kendala testa vērtības) un izmaiņas gadā

	Vidējā gaisa temperatūra	Izmaiņas gadā, t°C	Nokrišņu summa	Izmaiņas gadā, mm
Janvāris	2,93	0,075	2,07	0,304
Februāris	1,72	0,052	1,16	0,164
Marts	2,92	0,061	1,82	0,223
Aprīlis	2,51	0,043	-1,03	-0,144
Maijs	2,20	0,029	-0,36	-0,096
Jūnijs	0,27	0,002	0,91	0,247
Jūlijs	2,54	0,033	-0,11	-0,045
Augusts	2,57	0,029	-0,58	-0,228
Septembris	1,34	0,018	-2,14	-0,567
Oktobris	0,86	0,012	1,23	0,317
Novembris	1,29	0,017	0,05	0,018
Decembris	1,08	0,026	0,48	0,073

	Vērā ņemama tendence (p=0,1)
	Statistiski būtiska tendence (p=0,01)

Pēdējo 90 gadu laikā gada vidējās gaisa temperatūras izmaiņas parāda statistiski ļoti būtisku pozitīvu tendenci – gada vidējā gaisa temperatūra Priekuļos paaugstinājusies par 1,8°C. Priekuļos novērotās klimata izmaiņas ir līdzīgas tām, kādas novērotas citur Latvijā – 20.gadsimtā visā Latvijas teritorijā gada aukstajos mēnešos nokrišņu daudzums ir palielinājies, bet siltajos samazinājies (Lizuma et al. 2010). Būtiski pieaugusi gan gada vidējā minimālā un maksimālā gaisa temperatūra, gan gada vidējā gaisa temperatūra (LVĢMC 2017).

### 3.2. Klimatisko parametru ietekmes uz vasaras miežu augšanas apstākļiem

Novērtēt klimatisko parametru mainību periodos starp vasaras miežu sējas laiku un fenoloģiskajām fāzēm ir sarežģītāk. Galvenokārt tāpēc, ka katru gadu sējas laiks atšķiras, līdz ar to arī vārpošanas sākuma un pilngatavības iestāšanās laiks ir ļoti mainīgs.

Apskatītajā periodā konstatētas statistiski ļoti būtiskas izmaiņas sējas un pilngatavības iestāšanās laikā, kā arī perioda garumā starp sēju un vārpošanu (3.3.tabula). Fenoloģisko fāžu iestāšanās un ražas novākšana gan Eiropā, gan citur pasaulē kopumā tiek novērota agrāk, nekā pirms vairākām desmitgadēm un arī turpmākajos gados prognozēta agrāk, nekā pašlaik (Craufurd, Wheeler 2009; Semenov 2008; Menzel et al. 2000), lai arī ļoti nenozīmīga, šāda tendence konstatēta arī Priekuļos, kur vasaras miežu pilngatavība mūsdienās iestājas nedaudz agrāk, kā pirms vairākām desmitgadēm.

3.3.tabula

Sējas laika, fenoloģisko fāžu iestāšanās laika un periodu garuma starp fenoloģiskajām fāzēm izmaiņu tendences Priekuļos no 1928. – 2017.gadam

	Manna – Kendala testa vērtības	Izmaiņas gadā, dienas
Sēja (dienas no gada sākuma)	-5,34	-0,182
Perioda garums starp sēju un vārpošanu	3,38	0,111
Vārpošanas sākums (dienas no gada sākuma)	-1,22	-0,034
Pilngatavības iestāšanās (dienas no gada sākuma)	-0,88	-0,031
Perioda garums starp sēju un pilngatavību	3,31	0,132

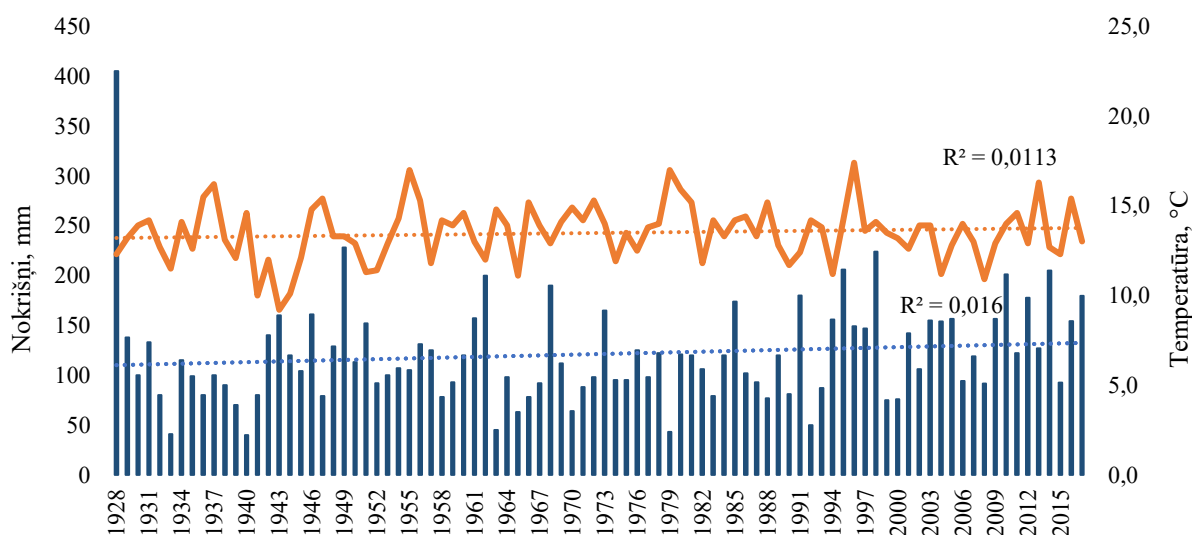
Statistiski ļoti būtiska tendence ( $p=0,001$ )

Lai gan sējas laiks ir būtiski paātrinājies, izmaiņas vārpošanas sākumā un pilngatavības iestāšanās laikā ir nenozīmīgas, līdz ar to miežu augšanas periods ir kļuvis būtiski garāks. Dienu skaits starp vārpošanu un pilngatavību 90 gadu laikā saglabājies gandrīz nemainīgs, ievērojami garāks kļuvis periods starp sēju un vārpošanu un dienu skaits no sējas līdz pilngatavībai.

Mieži parasti tiek sēti aprīļa trešajā vai maija pirmajā dekādē, atsevišķos gados, kad pavasaris bijis vēsāks, arī maija otrajā un pat trešajā dekādē. Lai gan pastāv būtiska negatīva korelācija starp pavasara mēnešu (īpaši aprīļa) vidējo gaisa temperatūru un sējas datumu, kas nozīmē, ka siltākos pavasaros mieži sēti agrāk, zema gaisa temperatūra tomēr ir tikai viens no vēlas sējas cēloņiem. Līdzīga sakarība konstatēta arī starp vārpošanas sākumu, kas visbiežāk novērojams jūnija beigās un jūlija pirmajā dekādē, un vidējo gaisa temperatūru jūnijā, kā arī starp pilngatavības iestāšanos un jūlija vidējo gaisa temperatūru. Vārpošanas sākums atkarīgs

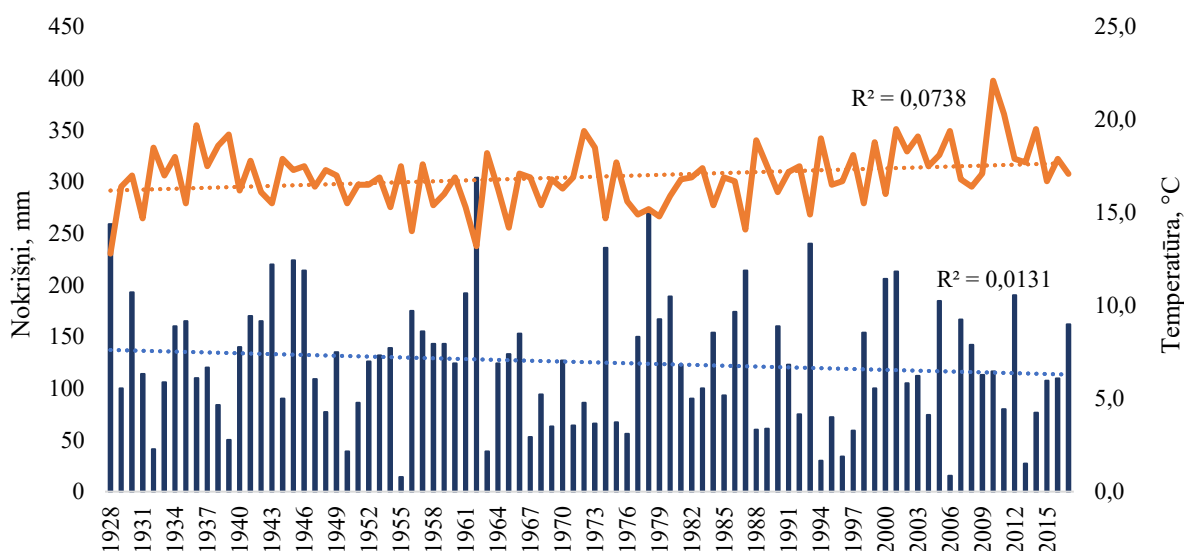
arī no nokrišņu daudzuma jūnijā – mitrākos gados vārpošana sākusies vēlāk. Nokrišņu daudzums jūlijā ietekmē pilngatavības iestāšanos, tomēr sakarība nav tik būtiska, kā starp nokrišņu summu jūnijā un vārpošanas sākumu. Šie novērojumi saskan ar kopējām tendencēm Eiropas ziemeļu daļā, kur lauksaimniecība vairāk atkarīga no gaisa temperatūras, nevis nokrišņu daudzuma izmaiņām, kā tas ir Eiropas dienvidos (Graczyk, Kundzewicz 2016).

Vidējā gaisa temperatūra starp sēju un vārpošanu svārstās no 9,2°C 1943.gadā līdz 17,4°C 1996.gadā, tomēr neviens no šiem gadiem novērojumu vēsturē neizceļas ar būtiski zemāku vai augstāku vidējo temperatūru maijā un jūnijā, kas visbiežāk ir vasaras miežu augšanas un attīstības pirmie mēneši (3.2.attēls). Arī periodā starp vārpošanu un pilngatavību situācija ir līdzīga – zemākā un augstākā vidējā temperatūra novērota attiecīgi 1928.gadā un 2010.gadā (3.3.attēls). 1928.gadā būtiska ietekme, iespējams, bijusi tam, ka mieži tika iesēti 24.maijā, kas ir salīdzinoši vēlu, līdz ar to arī vārpošana un pilngatavība iestājās vēlāk, nekā turpmākajos gados.



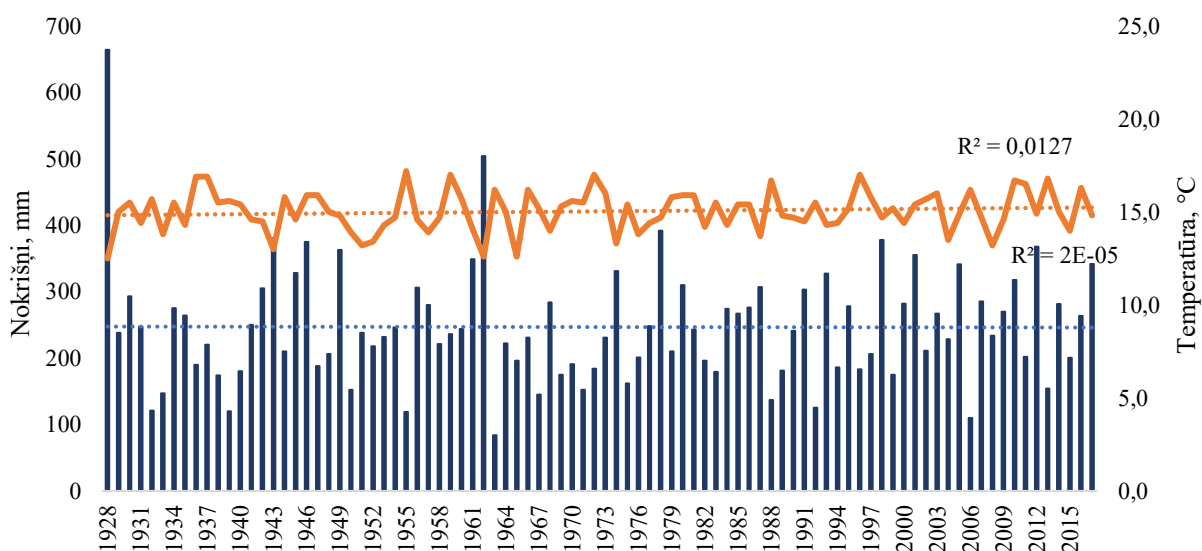
3.2.attēls. Vidējā gaisa temperatūra (attēlota ar līkni) un nokrišņu summa (attēlota ar stabiņiem) no sējas līdz vārpošanai no 1928. – 2017.gadam

Periods no vārpošanas līdz pilngatavībai ietver vārpošanu, ziedēšanu, piengatavību jeb augļa attīstību un dzeltengatavību jeb nogatavošanos. Šis periods parasti ir īsāks, nekā no sējas līdz vārpošanai. Vidējā gaisa temperatūra no vārpošanas līdz pilngatavībai parasti ir augstāka nekā no sējas līdz vārpošanai. No 1928. – 2017.gadam ir bijuši tikai 3 gadi – 1956., 1979. un 1996.gads, kad vidējā temperatūra starp sēju un vārpošanu bija augstāka, nekā no vārpošanas līdz pilngatavībai. Nokrišņiem līdzīga sakarība nav konstatēta, nokrišņu daudzums abos periodos pa gadiem ir ļoti mainīgs, un var būt ļoti liels vai ļoti mazs gan līdz vārpošanai, gan starp vārpošanu un pilngatavību (3.2.attēls, 3.3.attēls).



3.3.attēls. Vidējā gaisa temperatūra (attēlota ar līkni) un nokrišņu summa (attēlota ar stabiņiem) no vārpošanas līdz pilngatavībai no 1928. – 2017.gadam

Līdzīgi, kā periodos starp sēju un vārpošanu un no vārpošanas līdz pilngatavībai, visā miežu augšanas periodā vidējā gaisa temperatūra un nokrišņu summa pa gadiem ļoti svārstās un nav konstatētas būtiskas izmaiņu tendences (3.4.attēls). Dažos gados gan augšanas sākumā, gan beigās bijis ļoti maz nokrišņu, bet citos pretēji – visā augšanas periodā saglabājies liels nokrišņu daudzums. Tādi gadi bijuši, piemēram, 1963.gads, kad visā augšanas periodā (no 7.maija līdz 4.augustam) kopējais nokrišņu daudzums sasniedza tikai 84 mm un 1962.gads, kad salīdzinoši lietains bija gan periods no sējas līdz vārpošanai, gan no vārpošanas līdz pilngatavībai.




3.4.attēls. Vidējā gaisa temperatūra (attēlota ar līkni) un nokrišņu summa (attēlota ar stabiņiem) no sējas līdz pilngatavībai no 1928. – 2017.gadam

Vērā ņemama pozitīva tendence pēc Manna – Kendala testa vērtībām novērota nokrišņu summas izmaiņās starp sēju un vārpošanu un vidējās gaisa temperatūras izmaiņās periodā starp vārpošanu un pilngatavību (3.4.tabula). Pārējie rādītāji ir ļoti mainīgi un, veicot datu statistisko analīzi, nav konstatētas vērā ņemamas izmaiņu tendences. Iemesls tam varētu būt jau iepriekš minētā sējas laika nenoteiktība, kas ietekmē arī attīstības stadiju iestāšanos un līdz ar to arī augšanas apstākļus.

3.4.tabula

Klimatisko parametru izmaiņas periodos starp sēju un fenoloģisko fāžu iestāšanos Priekuļos no 1928. – 2017.gadam

		Manna – Kendala testa vērtības	Izmaiņas gadā
No sējas līdz vārpošanai	Vidējā gaisa temperatūra	0,45	0,002°C
	Nokrišņu summa	2,04	0,386 mm
No vārpošanas līdz pilngatavībai	Vidējā gaisa temperatūra	2,06	0,014°C
	Nokrišņu summa	-0,97	-0,258 mm
No sējas līdz pilngatavībai	Vidējā gaisa temperatūra	0,95	0,004°C
	Nokrišņu summa	0,79	0,275 mm

 Vērā ņemama tendence (p=0,1)

Korelācijas analīze parāda būtiskas sakarības starp klimatiskajiem rādītājiem, dienu skaitu starp fenoloģiskajām fāzēm un ražas rādītājiem (3.5.tabula). Gados, kad periodu garums starp fāzēm bijis ilgāks, arī periodā izkritušo nokrišņu daudzums bijis lielāks. Atšķirīga tendence novērota gaisa temperatūras mainībā. Būtiska negatīva korelācija konstatēta starp dienu skaitu starp fāzēm un vidējo gaisa temperatūru attiecīgajos periodos, kas nozīmē, ka gadījumos, kad dienu skaits starp fāzēm bijis mazs, vidējā gaisa temperatūra bijusi augstāka, nekā gadījumos, kad starp fāžu iestāšanos pagājis ilgāks laiks.

Korelācijas starp klimatiskajiem rādītājiem, dienu skaitu starp fenoloģiskajām fāzēm un ražas rādītājiem

		Sēja - vārpošana			Vārpošana - pilngatavība			Sēja - pilngatavība			Graudu raža
		Dienų skaits	Vidējā gaisa temperatūra	Nokrišņu summa	Dienų skaits	Vidējā gaisa temperatūra	Nokrišņu summa	Dienų skaits	Vidējā gaisa temperatūra	Nokrišņu summa	
	Vidējā gaisa temperatūra	-0,38									
	Nokrišņu summa	0,40	-0,14								
Vārpošana - pilngatavība	Dienų skaits	0,11	-0,23	0,11							
	Vidējā gaisa temperatūra	-0,11	0,10	-0,10	-0,76						
	Nokrišņu summa	0,19	-0,21	0,20	0,46	-0,51					
Sēja - pilngatavība	Dienų skaits	0,77	-0,41	0,38	0,72	-0,60	0,42				
	Vidējā gaisa temperatūra	-0,40	0,74	-0,24	-0,58	0,62	-0,44	-0,67			
	Nokrišņu summa	0,37	-0,23	0,73	0,39	-0,42	0,82	0,52	-0,45		
Graudu raža		0,34	0,02	0,07	0,16	-0,02	-0,14	0,39	-0,03	-0,05	
1000 graudu masa		0,07	0,11	-0,23	-0,07	0,09	-0,30	0,02	0,10	-0,35	0,48



korelācija būtiska, ja  $p \leq 0,01$

korelācija būtiska, ja  $p \leq 0,05$

Aprēķinātā Manna – Kendala testa vērtība (6,49) parāda statistiski ļoti būtisku graudu ražas pieauguma tendenci, tomēr šīs izmaiņas saistītas ne tikai ar klimata mainību, bet galvenokārt ar uzlabotām audzēto šķirņu īpašībām un izmaiņām agrotehniskajos pasākumos, kas ietver augsnes apstrādi, mēslošanu, augu aizsardzības pasākumus. Jāņem vērā, ka 90 gadu periodā vairākkārt mainītas audzētās standartšķirnes, kas nozīmē, ka jāizvērtē ne tikai klimata mainības ietekme uz sugu kopumā, bet arī uz katru no audzētajām šķirnēm.

### 3.3. Pētījumā izmantoto miežu šķirņu nomaiņas izpēte

Apskatītajā laika periodā audzētas četras vasaras miežu šķirnes – ‘Zelta’ (no 1928. – 1949.gadam), ‘Maja’ (no 1950. – 1978.gadam), ‘Abava’ (no 1979. – 2002.gadam) un ‘Ansis’ (no 2003. – 2017.gadam). Katra no šķirnēm, kā standartšķirne audzēta periodā, kad pirmajos

audzēšanas gados tā bijusi salīdzinoši jauna, tomēr ražojošās saimniecībās jau pārbaudīta šķirne, kas uzrādījusi labus ražas rādītājus un piemērotību audzēšanas apstākļiem.

Trīs no četrām 90 gadu laikā audzētajām standartšķirnēm pēc to augšanas perioda vidējā garuma ir ļoti līdzīgas. Ievērojami īsāks augšanas periods ir bijis šķirnei ‘Zelta’ (3.6.tabula). Tikai vienā no audzēšanas gadiem – 1928.gadā, kas izceļas gan ar ievērojami augstāko nokrišņu daudzumu, gan zemāko vidējo gaisa temperatūru no sējas līdz pilngatavībai visā pētījumā apskatītajā periodā, tas sasniedza 127 dienas, pārējos gados nepārsniedzot 99 dienas. Ja, aprēķinot augšanas perioda garumu, šo vērtību neņemtu vērā, vidējais dienu skaits no sējas līdz pilngatavībai būtu 91 diena.

3.6.tabula

Audzētās vasaras miežu šķirnes un to augšanas perioda vidējais garums

Šķirne	Audzēšanas periods	Dienu skaits no sējas līdz vārpošanai	Dienu skaits no vārpošanas līdz pilngatavībai	Dienu skaits no sējas līdz pilngatavībai
‘Zelta’	1928. – 1949.	52	43	93
‘Maja’	1950. – 1978.	58	43	101
‘Abava’	1979. – 2002.	60	43	103
‘Ansis’	2003. – 2017.	61	41	102

Katrai no audzētajām šķirnēm aprēķināts vidējais sējas laiks (diena no gada sākuma), kas starp šķirnēm ir ļoti atšķirīgs, tomēr ar gadiem kļūst aizvien agrāks. Visticamāk tas saistīts ar to, ka sējas laiks būtiski mainījies visā pētījumā apskatītajā periodā, tomēr īpaši izceļas šķirne ‘Zelta’, kas sēta vidēji 133.dienā no gada sākuma un, atšķirībā no pārējām šķirnēm, nevienā no audzēšanas gadiem nav sēta agrāk, kā 123. gada dienā. Visvēlāk (22.maijā) mieži ‘Zelta’ sēti 1939.gadā, bet visagrāk (4.maijā) – 1949.gadā. Diemžēl nav ziņu par laika posmu no 1940. – 1945.gadam. Šķirne ‘Maja’ sēta vidēji par 9 dienām agrāk, nekā ‘Zelta’, bet sējas datums saglabājas ļoti mainīgs – mieži sēti gan aprīļa 2.dekādē, gan maija 3.dekādē. Atšķirībā no abām iepriekšminētajām šķirnēm, ‘Abava’ un ‘Ansis’ nevienā no audzēšanas gadiem nav sētas vēlāk, kā 14.maijā. Vidēji tās sētas attiecīgi 121. un 119.dienā no gada sākuma.

Augšanas periods vasaras miežiem, atkarībā no sējas laika, vidēji ilgst no maija 1.dekādes līdz augusta 2.dekādei, līdz ar to miežu sējas laiku, augšanu un attīstību visvairāk ietekmē laikapstākļi no aprīļa līdz jūlijam. Periodos, kad audzēta katra no šķirnēm, mēnešu ilggadīgie rādītāji atšķiras, tomēr vērojama tendence ar katru periodu paaugstināties vidējām gaisa temperatūrām, maksimālās vērtības sasniedzot periodā no 2003. – 2017.gadam (3.7.tabula).

Mēnešu vidējā gaisa temperatūra un nokrišņu summa no aprīļa līdz augustam periodos, kad audzēta katra šķirne

Vidējā gaisa temperatūra, °C					
	Aprīlis	Maijs	Jūnijs	Jūlijs	Augusts
1928. – 1949.	4,2	11,0	14,3	17,0	16,1
1950. – 1978.	4,3	10,6	14,9	16,4	15,5
1979. – 2002.	5,7	11,6	15,1	16,9	16,0
2003. – 2017.	5,8	11,9	15,1	18,1	16,8
Nokrišņu summa, mm					
	Aprīlis	Maijs	Jūnijs	Jūlijs	Augusts
1928. – 1949.	36,3	58,0	87,2	114,2	82,3
1950. – 1978.	46,4	54,1	69,9	87,3	92,9
1979. – 2002.	34,7	54,0	77,4	89,6	74,2
2003. – 2017.	46,1	61,1	78,6	86,3	111,7

Analizējot vidējās vērtības, jāņem vērā, ka periodu garums, kad audzēta katra no šķirnēm, ir ļoti dažāds, un īsākā periodā katras atsevišķās vērtības ietekme uz vidējo vērtību pieaug. Visstraujāk gada vidējā gaisa temperatūra paaugstinājusies no 1979. līdz 2002.gadam, šajā periodā novērota arī vēra ņemama vidējās gaisa temperatūras paaugstināšanās no janvāra līdz aprīlim un jūlijā. Pārējos periodos ne gada, ne arī mēnešu vidējās gaisa temperatūras izmaiņas nav bijušas statistiski būtiskas.

Katras atsevišķās šķirnes ietvaros sakarības starp rādītājiem ir ļoti līdzīgas tām, kādas novērotas sugai kopumā, atšķiras tikai sakarību būtiskums. Šķirnēm ‘Zelta’ un ‘Ansis’ ražas rādītāji – graudu raža no hektāra un 1000 graudu masa – vairāk nekā abām pārējām šķirnēm atkarīgi no augšanas perioda garuma un gaisa temperatūras un nokrišņu summas šajā periodā (3.8.tabula, 3.11.tabula). Lai gan laikā no 1928. – 1949.gadam ir bijuši vairāki gadi ar salīdzinoši lielu nokrišņu daudzumu vasaras mēnešos, iegūtie rezultāti liecina, ka nokrišņu ietekme uz ražas lielumu ir bijusi nebūtiska. Šķirne ‘Zelta’ ir vienīgā, kura uzrāda pozitīvu korelāciju starp vidējo gaisa temperatūru visā augšanas laikā un graudu ražu, pārējām šķirnēm novērota pretēja tendence.

Pieejamie un pētījumā izmantotie dati par periodu, kad audzēti mieži ‘Zelta’, ir nepilnīgi – par laiku no 1934. – 1939.gadam iztrūkst informācija par dienu skaitu starp sēju un vārpošanu un vārpošanu un pilngatavību. Informācija par miežu sēju un pilngatavības iestāšanos no 1940.– 1945.gadam nav saglabājusies vai šajā laikā netika apkopota, tāpēc nav zināms, cik precīzi ir meteoroloģisko novērojumu un ražas dati. Minēto iemeslu dēļ konstatētās sakarības starp

augšanas perioda garumu, nokrišņu daudzumu, vidējo gaisa temperatūru un ražas rādītājiem šķirnei 'Zelta' vērtējamās ļoti neviennozīmīgi.

3.8.tabula

Korelācijas starp klimatiskajiem rādītājiem, dienu skaitu starp fenoloģiskajām fāzēm un ražas rādītājiem šķirnei 'Zelta'

		Sēja - vārpošana			Vārpošana - pilngatavība			Sēja - pilngatavība			Graudu raža
		Dienu skaits	Vidējā gaisa temperatūra	Nokrišņu summa	Dienu skaits	Vidējā gaisa temperatūra	Nokrišņu summa	Dienu skaits	Vidējā gaisa temperatūra	Nokrišņu summa	
	Vidējā gaisa temperatūra	0,03									
	Nokrišņu summa	0,82	-0,12								
Vārpošana - pilngatavība	Dienu skaits	0,37	-0,75	0,52							
	Vidējā gaisa temperatūra	-0,55	0,13	-0,63	-0,63						
	Nokrišņu summa	0,63	-0,16	0,54	0,42	-0,56					
Sēja - pilngatavība	Dienu skaits	0,90	-0,33	0,82	0,75	-0,72	0,67				
	Vidējā gaisa temperatūra	-0,48	0,63	-0,54	-0,95	0,75	-0,52	-0,75			
	Nokrišņu summa	0,83	-0,16	0,91	0,54	-0,69	0,84	0,84	-0,61		
Graudu raža		-0,30	0,29	-0,29	-0,66	0,30	-0,25	-0,45	0,39	-0,31	
1000 graudu masa		-0,30	0,31	-0,50	-0,80	0,43	-0,48	-0,63	0,51	-0,55	0,57



korelācija būtiska, ja  $p \leq 0,01$

korelācija būtiska, ja  $p \leq 0,05$

Šķirnēm 'Maja' un 'Abava' augšanas perioda garuma un klimatisko apstākļu ietekme uz ražas rādītājiem lielakoties ir nebūtiska (3.9.tabula, 3.10.tabula). Neliela vērā ņemama ietekme uz 1000 graudu masu šķirnei 'Maja' ir nokrišņu summai no sējas līdz pilngatavībai – pieaugot nokrišņu daudzumam, 1000 graudu masa samazinās. Graudu ražu pozitīvi ietekmē perioda garums starp vārpošanu un pilngatavību – gados, kad tas bijis lielāks, iegūta augstāka graudu raža.

Korelācijas starp meteoroloģiskajiem rādītājiem, dienu skaitu starp fenoloģiskajām fāzēm un ražas rādītājiem šķirnei 'Maja'

		Sēja - vārpošana			Vārpošana - pilngatavība			Sēja - pilngatavība			Graudu raža
		Dienu skaits	Vidējā gaisa temperatūra	Nokrišņu summa	Dienu skaits	Vidējā gaisa temperatūra	Nokrišņu summa	Dienu skaits	Vidējā gaisa temperatūra	Nokrišņu summa	
	Vidējā gaisa temperatūra	-0,70									
	Nokrišņu summa	0,32	-0,28								
Vārpošana - pilngatavība	Dienu skaits	0,01	-0,34	0,16							
	Vidējā gaisa temperatūra	-0,18	0,38	-0,27	-0,78						
	Nokrišņu summa	0,21	-0,29	0,29	0,47	-0,63					
Sēja - pilngatavība	Dienu skaits	0,65	-0,71	0,33	0,77	-0,71	0,50				
	Vidējā gaisa temperatūra	-0,57	0,86	-0,35	-0,56	0,68	-0,44	-0,79			
	Nokrišņu summa	0,30	-0,36	0,65	0,47	-0,63	0,91	0,55	-0,51		
Graudu raža		-0,09	-0,17	-0,15	0,42	-0,10	-0,04	0,26	-0,07	-0,07	
1000 graudu masa		-0,18	0,01	-0,26	-0,09	0,14	-0,35	-0,18	0,08	-0,39	0,37



korelācija būtiska, ja  $p \leq 0,01$

korelācija būtiska, ja  $p \leq 0,05$

Veicot datu statistisko analīzi, konstatēts, ka šķirnei 'Abava' pastāv būtiska sakarība starp graudu ražu un nokrišņu summu no sējas līdz vārpošanai (3.10.tabula). Tas skaidrojams ar to, ka šajā periodā novērojamas tās labības attīstības fāzes (dīgšana, dīgstu augšana, cerošana, stiebrošana un vārpas piebriešana karoglapas makstī), kurām ir būtiskākā ietekme uz graudu ražas veidošanos. Ja šajā laikā augšanas apstākļi, tajā skaitā gaisa temperatūra un mitruma nodrošinājums, ir nelabvēlīgi, attīstība nenotiek pilnvērtīgi.

Korelācijas starp klimatiskajiem rādītājiem, dienu skaitu starp fenoloģiskajām fāzēm un ražas rādītājiem šķirnei 'Abava'

		Sēja - vārpošana			Vārpošana - pilngatavība			Sēja - pilngatavība			Graudu raža
		Dienu skaits	Vidējā gaisa temperatūra	Nokrišņu summa	Dienu skaits	Vidējā gaisa temperatūra	Nokrišņu summa	Dienu skaits	Vidējā gaisa temperatūra	Nokrišņu summa	
	Vidējā gaisa temperatūra	-0,43									
	Nokrišņu summa	0,31	-0,13								
Vārpošana - pilngatavība	Dienu skaits	0,37	0,20	0,11							
	Vidējā gaisa temperatūra	-0,26	-0,26	0,08	-0,87						
	Nokrišņu summa	0,16	-0,03	-0,23	0,46	-0,56					
Sēja - pilngatavība	Dienu skaits	0,83	-0,13	0,25	0,83	-0,68	0,37				
	Vidējā gaisa temperatūra	-0,49	0,75	-0,06	-0,34	0,37	-0,41	-0,50			
	Nokrišņu summa	0,35	-0,12	0,48	0,49	-0,45	0,74	0,51	-0,41		
Graudu raža		0,40	-0,05	0,49	0,21	-0,18	-0,23	0,37	-0,10	0,14	
1000 graudu masa		-0,02	0,10	-0,02	0,26	-0,03	-0,31	0,15	-0,02	-0,29	0,08



korelācija būtiska, ja  $p \leq 0,01$

korelācija būtiska, ja  $p \leq 0,05$

Šķirne 'Ansis' audzēta laikā, kad mēnešu vidējās gaisa temperatūras no aprīļa līdz augustam bijušas augstākas, nekā periodos, kad audzētas pārējās šķirnes. Datu statistiskā analīze parāda ciešākas sakarības starp ražas rādītājiem, vidējo gaisa temperatūru un dienu skaitu starp attīstības fāzēm, salīdzinot ar pārējām audzētajām šķirnēm.

Korelācijas starp meteoroloģiskajiem rādītājiem, dienu skaitu starp fenoloģiskajām fāzēm un ražas rādītājiem šķirnei ‘Ansis’

		Sēja - vārpošana			Vārpošana - pilngatavība			Sēja - pilngatavība			Graudu raža
		Dienu skaits	Vidējā gaisa temperatūra	Nokrišņu summa	Dienu skaits	Vidējā gaisa temperatūra	Nokrišņu summa	Dienu skaits	Vidējā gaisa temperatūra	Nokrišņu summa	
	Vidējā gaisa temperatūra	-0,70									
	Nokrišņu summa	0,32	0,06								
Vārpošana - pilngatavība	Dienu skaits	-0,12	-0,46	-0,38							
	Vidējā gaisa temperatūra	0,02	0,40	0,43	-0,86						
	Nokrišņu summa	0,07	-0,41	0,27	0,46	-0,31					
Sēja - pilngatavība	Dienu skaits	0,58	-0,86	-0,09	0,74	-0,69	0,43				
	Vidējā gaisa temperatūra	-0,56	0,93	0,19	-0,68	0,70	-0,41	-0,94			
	Nokrišņu summa	0,22	-0,27	0,71	0,14	0,00	0,87	0,26	-0,20		
Graudu raža		0,45	-0,64	0,04	0,69	-0,76	0,48	0,87	-0,81	0,37	
1000 graudu masa		0,34	-0,37	0,04	0,29	-0,53	0,40	0,47	-0,51	0,31	0,67



korelācija būtiska, ja  $p \leq 0,01$

korelācija būtiska, ja  $p \leq 0,05$

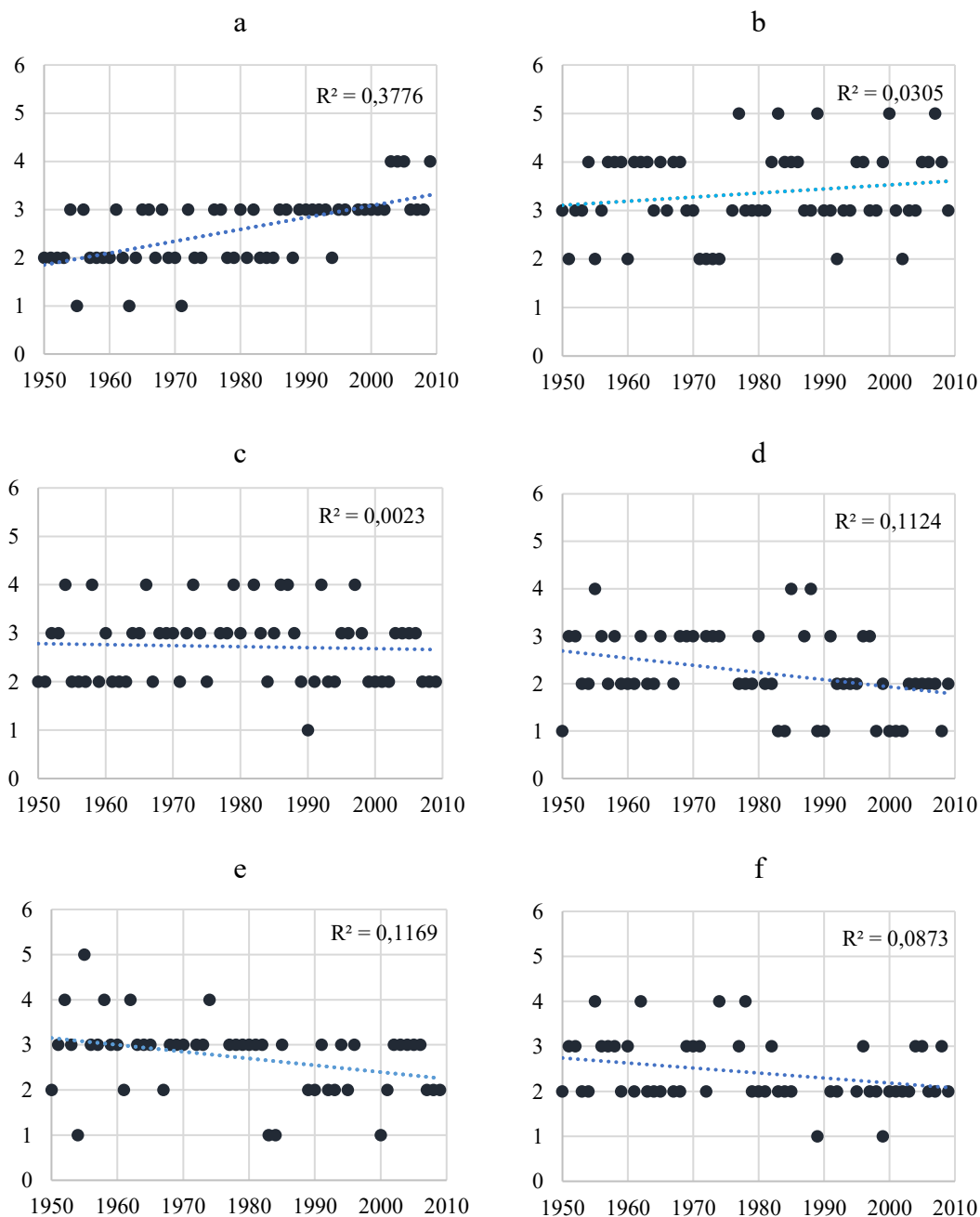
Iegūtie rezultāti parāda būtiskas atšķirības starp šķirnēm un to, kā klimatiskie apstākļi ietekmē to augšanu un ražas veidošanos. Ja šķirnēm ‘Zelta’ un ‘Ansis’ ražu ietekmē gan augšanas perioda garums, gan nokrišņu daudzums un vidējā gaisa temperatūra, tad šķirnēm ‘Maja’ un ‘Abava’ pētījumā apskatīto apstākļu ietekme uz ražas lielumu ir nebūtiska, un ražu, visticamāk, ietekmē citi, pētījumā neanalizēti apstākļi.

### 3.4. Fenoloģisko izmaiņu raksturs ziemas rudziem

Dati par ziemas rudzu fenoloģiju apkopoti par laika posmu no 1950. – 2009.gadam, datu tabulās atzīmējot tikai dekādes, kad iestājusies katra konkrētā attīstības stadija. Ziemas rudziem

atzīmēts sējas laiks un šādas attīstības stadijas: veģētācijas beigas (rudeni), veģētācijas atjaunošanās (pavasārī), vārpošanas sākums, ziedēšanas sākums un pilngatavības iestāšanās.

Ņemot vērā to, ka informācija par precīziem katras fāzes iestāšanās datumiem nav pieejama, nav iespējams objektīvi novērtēt fenoloģisko fāžu iestāšanās mainību, tomēr var novērot aptuvenas tendences. Izmantojot pieejamo informāciju, šīs tendences attēlotas grafiski, aizstājot dekādi, kad iestājusies katra fāze, ar koeficientu, kas pētījumā pieņemts, kā apzīmējums fāžu iestāšanās laikam (3.5.attēls).



3.5.attēls. Sējas laika un fenoloģisko fāžu iestāšanās novērtējums (attēlots uz y ass, 1 – agrs, 6 – vēls) no 1950. – 2009.gadam, a – sējas laiks, b – veģētācijas beigas, c – veģētācijas atjaunošanās, d – vārpošanas sākums, e – ziedēšanas sākums, f – pilngatavības iestāšanās

Vērā ņemama tendence novērota sējas laika izmaiņās – ja līdz 1980.gadu beigām ziemas rudzi vairumā gadījumu tika sēti augusta pēdējā un septembra pirmajā dekādē, tad no 1990.gada līdz 2009.gadam rudzu sēja gandrīz visos gados notikusi septembra otrajā un trešajā dekādē. Ja izmaiņas būtu sākušās no 1998.gada, to varētu saistīt ar audzētās šķirnes maiņu, bet šajā gadījumā nav iespējams noteikt sakarības starp šķirnes īpašībām un izmaiņām sējas laikā. Veģetācijas beigu un atjaunošanās laiks pa gadiem ir ļoti mainīgs un, kā redzams, nav novērojamas vērā ņemamas tendences. Arī pārējo fāžu iestāšanās laiks pa gadiem ļoti atšķiras un nav iespējams viennozīmīgi apgalvot, ka vārpošanas un ziedēšanas sākums un pilngatavības iestāšanās apskatītā laika posma beigās novērojama agrāk nekā sākumā.

Datu sadalījums pa dekādēm ļoti ierobežo iespējas noteikt, vai pastāv sakarības starp klimatisko parametru mainību un fenoloģiskajām izmaiņām, jo nav zināms, vai katra konkrētā fāze iestājusies dekādes sākumā, vidū vai beigās.

Ar datu statistiskās analīzes palīdzību, izmantojot fāžu iestāšanās agrinuma koeficientus, konstatētas sakarības starp fāžu iestāšanās sākumu. Noskaidrots, ka visciešākā pozitīvā korelācija pastāv starp fāzēm no veģetācijas atjaunošanās līdz pilngatavībai. Jo agrāk atjaunojas veģetācija, jo agrāk sākas vārpošana, bet veģetācijas atjaunošanās neietekmē pārējo fāžu iestāšanās laiku. Ciešākās sakarības konstatētas starp vārpošanas sākumu un ziedēšanas sākumu un ziedēšanas sākumu un pilngatavības iestāšanos (3.12.tabula).

3.12.tabula

Korelācijas starp ziemas rudzu sējas laiku un fenoloģisko fāžu iestāšanos Priekuļos no 1950. – 2009.gadam

	Sējas laiks	Veģetācijas beigas	Veģetācijas atjaunošanās	Vārpošanas sākums	Ziedēšanas sākums
Veģetācijas beigas	0,206				
Veģetācijas atjaunošanās	0,106	-0,094			
Vārpošanas sākums	-0,264	-0,293	0,335		
Ziedēšanas sākums	-0,290	-0,377	0,204	0,687	
Pilngatavības iestāšanās	-0,302	-0,290	0,062	0,409	0,531



korelācija būtiska, ja  $p \leq 0,01$

korelācija būtiska, ja  $p \leq 0,05$

Korelācijas analīze, nezinot precīzu katras fāzes iestāšanās laiku, parāda tikai iespējamās sakarības, tomēr arī neskatoties uz iegūtajiem rezultātiem, ir skaidrs, ka pastāv cieša sakarība starp vārpošanas sākumu un sekojošajām fāzēm. Mazāk būtiska un neviennozīmīgi vērtējama

ir sējas laika ietekme. Datu statistiskā analīze parāda, ka agra ziedēšana ir cieši saistīta ar vēlu sēju. Pārējo fāžu iestāšanos, visticamāk, būtiskāk ietekmē klimatiskie apstākļi augšanas periodā un iegūtie korelācijas koeficienti saistīti ar neprecīzajiem izejas datiem.

Iegūtos rezultātus iespējams salīdzināt ar līdzīgiem pētījumiem, kas veikti citur Eiropā. Polijas rietumos pētītas izmaiņas ziemas rudzu fenoloģijā laikā no 1957. – 2012.gadam, un iegūtie rezultāti parāda līdzīgas tendences tām, kādas 20.gadsimta otrajā pusē un 21.gadsimta sākumā novērtas Priekuļos. Arī Polijā novērota tendence ziemas rudzu sējas laikam ar katru gadu kļūt vēlākam, bet pavasara fenoloģiskās fāzes 20.gadsimta beigās un 21.gadsimta sākumā iestājušās agrāk, nekā pētījumā apskatītā perioda sākumā. Pretēji novērotajam Priekuļos, Polijā ražas novākšana perioda beigās sāka par aptuveni 8 dienām vēlāk, nekā perioda sākumā. Klimatisko apstākļu izmaiņu tendences abos reģionos atšķiras – nokrišņu summas pieaugums konstatēts tikai Polijā, bet gan Latvijā, gan Polijā apskatītajos periodos novērota būtiska gada vidējās temperatūras paaugstināšanās (Blecharczyk et al. 2016).

### **3.5. Klimata pārmaiņu ietekme uz vasaras miežu un ziemas rudzu augšanas un attīstības tendencēm**

Pētījuma rezultāti parāda būtiskas klimata izmaiņu tendences un izmaiņas graudaugu augšanas un attīstības tendencēs, tomēr jāņem vērā vairāki rezultātus ietekmējošie faktori – datu izcelsme un precizitāte, šķirņu mainība, izmaiņas pielietotajā agrotehnikā un augšanas apstākļi. Pētījumā ar datu statistiskās analīzes metodēm analizētas tikai skaitlisko rādītāju izmaiņas laikā un sakarības starp fenoloģiskajiem un klimata rādītājiem, neņemot vērā citus rezultātus ietekmējošos faktoros.

Par vasaras miežiem pieejamajos datos norādīti precīzi sējas, vārpošanas un pilngatavības iestāšanās datumi, fiksēts nokrišņu daudzums un vidējā gaisa temperatūra starp sējas laiku un attīstības fāzēm, kā arī atzīmēti periodi, kuros audzēta katra no šķirnēm, tāpēc analizējot datus bija iespējams iegūt daudz precīzākus un ticamākus rezultātus, nekā par ziemas rudziem. Analizējot datus par ziemas rudzu sējas un fenoloģisko fāžu iestāšanās laiku, iegūtās atziņas vairāk balstītas literatūrā un pētnieku un lauksaimnieku pieredzē, jo balstoties tikai uz aptuveni norādītu fāžu iestāšanās laiku nav iespējams objektīvi izvērtēt mainības raksturu.

Daudzpusīgākus un precīzākus rezultātus varētu iegūt, ja tiktu izmantoti meteoroloģisko novērojumu dati ne tikai par dažādu periodu vidējo gaisa temperatūru un nokrišņu daudzumu, bet arī, piemēram, diennakts maksimālo temperatūru, kas ir nozīmīgs labību ziedēšanu un līdz ar to arī auglību un ražu ietekmējošs rādītājs. Priekuļos datus par tukšo jeb neauglīgo ziedu skaitu vasaras miežu vārpās apkopo kopš 2004.gada, tāpēc nav iespējams objektīvi izvērtēt,

kāda bijusi augstu temperatūru ietekme uz auglību, tomēr arī no 2004. – 2017.gadam novērota cieša pozitīva korelācija starp vidējo maksimālo diennakts temperatūru no sējas līdz pilngatavībai un tukšo ziedu skaitu galvenajā vārpā. Vairākos avotos tieši karstuma viļņi, kad diennakts maksimālā temperatūra pārsniedz sugai optimālo, izcelti, kā viens no nozīmīgākajiem kultūraugu ražu ietekmējošajiem faktoriem (Wheeler et al. 2000; Rapčan 2010; Rang et al. 2011; Ziska 2011a). Kopš 1948.gada Priekuļos tiek noteikts proteīna saturs miežu graudu ražā, bet sakarības starp gaisa temperatūras izmaiņu tendencēm miežu augšanas periodā un proteīna saturu graudos nav konstatētas, kaut gan citur pasaulē veiktos pētījumos uzsvērtā temperatūras paaugstināšanās negatīvā ietekme uz ražas kvalitāti, tostarp arī proteīna saturu ražā (Fahad et al. 2017; Hasanuzzaman et al. 2013).

Piemērošanās izmaiņām īpaši aktuāla kļuvusi pēdējos gados. Vasarāju labības sējot ierastajā laikā, ilgstoši un spēcīgi nokrišņi ražas nogatavošanās periodā ierobežo iespējas iegūt kvalitatīvu ražu, bet mainīt sējas laiku daudzviet Latvijā ir neiespējami, jo ievērojami palielinājies nokrišņu daudzums no janvāra līdz aprīlim un laukos ilgstoši saglabājas pārmērīgs mitrums. Klimata pārmaiņas ietekmē ne tikai vasarāju labības, bet arī ziemājus, kuru sējas laiks, augšana un attīstība atkarīga no laikapstākļiem ne tikai pavasarī un vasarā, bet arī gada aukstajos mēnešos. Jau 21.gadsimta sākumā Priekuļos ziemas rudzi katru gadu sēti septembra otrajā un trešajā dekādē, bet līdz 1980.gadiem sēja lielākoties notikusi augusta trešajā un septembra pirmajā dekādē. Ja agrāk, kā optimālais sējas laiks ziemājiem tika rekomendēts 1. – 15.septembris, tad mūsdienas klimata pārmaiņu ietekmē ziemāju sēja ieteicama vēlāk (Urbāns, Gaile 2011). Agra sēja siltos un mitros rudeņos, kuriem seko ziemas ar ļoti nepastāvīgiem laikapstākļiem, veicina strauju ziemāju augšanu un bieza zelmeņa veidošanos, kas savukārt var būt viens no iemesliem sliktai ziemotspējai un, līdz ar to, arī zemai ražībai. Lai pielāgotos klimata pārmaiņām, lauksaimniekiem jāizvērtē, vai ierastais sējas laiks ir piemērots audzētajām šķirnēm un katra reģiona agroklimatiskajiem apstākļiem, kā arī jāizvēlas apstākļiem piemērotas kultūraugu sugas un šķirnes.

Neskatoties uz to, ka klimata pārmaiņu ietekme uz graudaugu fenoloģiju un ražas veidošanos Latvijā līdz šim ir ļoti maz pētīta, šī tēma ar katru gadu kļūst aizvien aktuālāka gan klimata pētniekiem, gan lauksaimniecības nozarē strādājošajiem, kuru darbību klimata pārmaiņas nereti skar ļoti tieši. Tāpēc klimata pārmaiņu novērtēšanā un iespējamo nākotnes stratēģiju izstrādē aktīvi iesaistās ne tikai klimata pētnieki, bet arī valsts institūcijas. Vides aizsardzības un reģionālās attīstības ministrija (VARAM) izstrādājusi Latvijas pielāgošanās klimata pārmaiņām stratēģiju laika posmam līdz 2030.gadam, kurā, kā vienu no rīcības virzieniem, paredz tautsaimniecībai nozīmīgu resursu mežsaimniecībā un lauksaimniecībā pasargāšanu no klimata pārmaiņu negatīvajām ietekmēm. Šis rīcības virziens ietver tādas

pasākumus, kā piemēram, audzējamo sugu daudzveidības veicināšanu, kaitīgo organismu izplatības monitoringa un ierobežošanas prasību pilnveidošanu, tiesiskā regulējuma pilnveidošanu, lai veicinātu pret klimata pārmaiņām tolerantu šķirņu attīstīšanu. Jaunu, ģenētiski daudzveidīgu un klimata pārmaiņām labāk adaptētu šķirņu izveide ir viena no iespējam, kā nodrošināt lauksaimnieciskās ražošanas stabilitāti valstī (Latvijas pielāgošanās klimata pārmaiņām... 2018; Agrosursu un ekonomikas institūts S.a.). Līdz šim paveiktais un nākotnē plānotie pasākumi graudaugu selekcijā Latvijā saskan ar VARAM stratēģijā ietvertajiem pasākumiem – tiek selekcionētas jaunas, augstražīgas, vietējiem apstākļiem un mainīgajam klimatam piemērotas šķirnes.

Citu autoru pētījumos lielākoties izmantoti novērojumu dati par daudz īsāku laiku laika periodu, visbiežāk no 1960.gadiem līdz mūsdienām, un balstoties uz šiem datiem izstrādāti vairāki iespējamo izmaiņu scenāriji. Lielākoties šajos pētījumos apskatīti savvaļas augi, daudzgadīgie kultūraugi un tādi pasaulē plaši izplatīti lauksaimniecības kultūraugi, kā kukurūza, kvieši un kartupeļi (Schmidt et al. 2014; Saue, Kadaja 2011; Menzel et al. 2006; Hijmans 2003). Līdz mūsdienām novēroto klimata pārmaiņu ietekmes uz lauksaimniecības kultūraugiem novērtēšanu ne tikai Latvijā, bet arī citur pasaulē apgrūtina kvalitatīvu ilgtermiņa datu pieejamība, izmaiņas lauksaimniecībā pielietotajās tehnoloģijās un tendences selekcijā. Minētie apstākļi varētu būt viens no iemesliem, kāpēc ir ļoti maz šāda veida pētījumu par laika posmu, kas pārsniedz 50 gadus, un nākotnes scenāriji balstās uz fenoloģiskajiem un ražas datiem par salīdzinoši neilgiem periodiem.

## SECINĀJUMI

1. Klimata pārmaiņu raksturs Priekuļos 20. un 21.gadsimtā, ir ar līdzīgu raksturu, kā citur Latvijā novērotajās izmaiņas – statistiski nozīmīgākās pārmaiņas gan Priekuļos, gan pārējā Latvijas teritorijā saistītas ar būtisku nokrišņu daudzuma un vidējās gaisa temperatūras paaugstināšanos gada aukstajos mēnešos.
2. Klimata pārmaiņu ietekmes uz graudaugu attīstību izpēte ir prioritāri nozīmīgs uzdevums, kura risinājumu ietekmē pieejamo datu apjoms un kvalitāte.
3. Klimata pārmaiņu ietekmes uz vasaras miežu ražību vērtējamas neviennozīmīgi, jo vairākkārt mainījušas audzētās standartšķirnes, un nav iespējams izvērtēt agrotehnisko pasākumu ietekmi uz pētītajiem fenoloģiskajiem rādītājiem. Lai pilnvērtīgi varētu izvērtēt klimata pārmaiņu ietekmi uz vasaras miežu ražu, pētījumā būtu jāņem vērā gan atšķirības starp šķirnēm, gan agrotehnisko pasākumu un augšanas apstākļu ietekme.
4. Būtiskākās izmaiņu tendences gan vasaras miežiem, gan ziemas rudziem konstatētas sējas laikā – miežiem tas kļuvis būtiski agrāks, bet rudziem vēlāks. Konstatētas ciešas sakarība starp miežu sējas laiku un aprīļa vidējo gaisa temperatūru, bet izmaiņas rudzu sējas laikā saistītas ar mēnešu vidējās gaisa temperatūras paaugstināšanos rudens un ziemas mēnešos.
5. 20. un 21.gadsimtā Priekuļos novērotās klimata pārmaiņas ietekmējušas vasaras miežu un ziemas rudzu fenoloģiju. Statistiski būtiskākas izmaiņas novērotas vasaras miežu augšanas un attīstības tendencēs.

## LITERATŪRAS SARAKSTS

### Literatūra

- Abbas, G., Ahmad, S., Ahmad, A., Nasim, W., Fatima, Z., Hussain, S., Rehman, M. H. U., Khan, M. A., Hasanuzzaman, M., Fahad, S., Boote, K., Hoogenboom, G. 2017. Quantification the impacts of climate change and crop management on phenology of maize-based cropping system in Punjab, Pakistan. *Agricultural and Forest Meteorology*. 247, 42-55.
- Agroresursu un ekonomikas institūta nolikums. Pieņemts 2015.gada 22.decembrī. Agroresursu un ekonomikas institūta zinātniskā padome.
- Aguado, E., Burt, J.E. 2007. *Understanding Weather & Climate*. New Jersey, Pearson Prentice Hall, 475–476.
- Apvienoto Nāciju Organizācijas Vispārējā konvencija par klimata pārmaiņām. Pieņemts 23.02.1995. Latvijas Republikas Saeima. Atsauce tekstā (ANO Vispārējā konvencija par klimata pārmaiņām, 1995).
- Avotniece, Z., Kļaviņš, M., Rodinovs, V. 2012. Changes of Extreme Climate Events in Latvia. *Environmental and Climate Technologies*. 9, 4–11.
- Bankina, B., Gaile, Z. 2014. *Ziemāju labības un to slimības*. Jelgava, LLU.
- Bhattarai, M.D., Secchi, S., Schoof, J. 2016. Projecting corn and soybeans yields under climate change in a Corn Belt watershed. *Agricultural Systems*, 152, 90–99.
- Bindi, M., Olesen J.E. 2011. The responses of agriculture in Europe to climate change. *Regional Environmental Change*, 11(1), 151–158.
- Blecharczyk, A., Sawinska, Z., Malecka, I., Sparks, T., Tryjanowski, P. 2016. The phenology of winter rye in Poland: an analysis of long-term experimental data. *International Journal of Biometeorology*. 60, 1341–1346.
- Bruņeniece, I. 2016. Development of Latvia's National Climate Change Adaptation Strategy. Rīga, VARAM.
- Cleland, E.E., Chuine, I., Menzel, A., Mooney, H.A., Schwartz, M.D. 2007. Shifting plant phenology in response to global change. *Trends in Ecology & Evolution*. 22(7), 357–365.

- Climate Change, Water and Agriculture: Towards Resilient Systems 2014. Paris, IWA Publishing.
- Craufurd, P.Q., Wheeler, T.R. 2009. Climate change and the flowering time of annual crops. *Journal of Experimental Botany*. 60(9), 2529–2539.
- Declaration of the World Climate Conference 1979. Geneva, World Meteorological Organization.
- Elzebroek, A.T.G., Wind, K. 2008. *Guide to cultivated plants*. CAB International.
- Eyshi – Rezaei, E., Siebert, S. Ewert, F. 2017. Climate and management interaction cause diverse crop phenology trends. *Agricultural and Forest Meteorology*., 233, 55–70.
- EVA, 2010. Vide Eiropā 2010 – stāvoklis un perspektīvas: Kopsavilkums. Kopenhāgena, Eiropas Vides aģentūra.
- Fahad, S., Bajwa, A., Nazir, U., Anjum, S. A., Farooq, A., Zohaib, A., Sadia, S., Nasim, W., Adkins, S., Saud, S., Ihsan, M. Z., Alharby, H., Wu, C., Wang, D., Huang, J. 2017. Crop production under drought and heat stress: plant responses and management options. *Frontiers in Plant Science*. 8, 1147.
- Gaiķe, M. 1992. Vasaras mieži. Grām.: Holms, I. (sast.) *Laukaugu selekcija Latvijā*. Rīga, Avots, 53–63.
- Gaiķe, M., Bebre, G., Skrabule, I. 2013. *Gadsimts lauksaimniecības pētījumos un selekcijā*. Priekuļi, Valsts Priekuļu laukaugu selekcijas institūts.
- Gornall, J., Betts, R., Burke, E., Clark, R., Camp, J., Willett, K., Wiltshire, A. 2010. Implications of climate change for agricultural productivity in the early twenty-first century. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 365(1554), 2973–2989.
- Graczyk, D., Kundzewicz, Z.W. 2016. Changes of temperature-related agroclimatic indices in Poland. *Theoretical and Applied Climatology*, 124(1–2), 401–410.
- Grišule, G., Briede A. 2007. Phenological time series in Latvia as climate change indicators. In: Kļaviņš, M., *Climate change in Latvia*. Rīga, LU Akadēmiskais apgāds (Latvijas Universitāte), 144–153.

- Hampton, J.G., Conner, A.J., Boelt, B., Chastain, T.G., Rolston, P. 2016. Climate change: seed production and options for adaptation. *Agriculture*, 6(3), 1–17.
- Hasanuzzaman, M., Nahar, K., Alam, M., Roychowdhury, R., Fujita, M. 2013. Physiological, biochemical, and molecular mechanisms of heat. *International Journal of Molecular Sciences*. 14, 9643–9684.
- Holms, I. (red.) 1992. *Laukaugu selekcija Latvijā*. Rīga, Avots.
- Högy, P., Poll, C., Marhan, S., Kandeler, E., Fangmeier, A. 2012. Impacts of temperature increase and change in precipitation pattern on crop yield and yield quality of barley. *Food Chemistry*, 136, 1470–1477.
- IPCC 2007a. *Climate Change 2007: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Geneva, IPCC.
- IPCC 2014. *Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, IPCC, Geneva, Switzerland.
- Jansons, Ā., Zēverte – Rivža, S., Bērziņa, L., Kampuss, K., Popluga, D. 2016. Risku un ievainojamības novērtējums un pielāgošanās pasākumu identificēšana lauksaimniecības un mežsaimniecības jomā: gala ziņojums. VARAM, Silava, LLU.
- Jansons, E. 1929. *Augu fenoloģiskie novērojumi Latvijā 1927*. Rīga, Latvijas Universitātes Meteoroloģiskā Institūta darbi.
- Jansons, E. 1929. *Fenoloģiskie novērojumi Latvijā 1936*. Rīga, Latvijas Universitātes Ģeofizikas un Meteoroloģijas Institūta darbi.
- Kalvāne G. 2012. Changes of phenological seasons in Latvia. In: Kļaviņš, M., Briede, A. *Climate change in Latvia and adaptation to it*. Rīga, University of Latvia, 107 – 118.
- Kalvāne, G. 2011. *Fenoloģiskās izmaiņas un to ietekmējošie faktori*. Promocijas darbs. Rīga, LU Akadēmiskais apgāds.
- Kanji, L. 2016. Famine or feast: climate change and the future of food production. *Harvard International Review*. 37(3), 55–58.

- Kārklīņš, A., Gemste, I., Mežals, H., Nikodemus, O., Skujāns, R. 2009. *Latvijas augšņu noteicējs*. Jelgava, LLU.
- Klimats un ilgtspējīga attīstība* 2016. Māra Kļaviņa un Jāņa Zaļokšņa redakcijā. Rīga, LU Akadēmiskais apgāds.
- Klimata pārmaiņas un Eiropas lauksaimniecība. Jauni uzdevumi 2010. Eiropas Savienība, Publikāciju birojs.
- Kļaviņš, M., Briede A. 2008. Latvijas klimats un tā mainības raksturs. Grām.: Kļaviņš, M. un Andrušaitis, A. *Klimata mainība un globālā sasilšana*. Rīga, LU Akadēmiskais apgāds. 75–110.
- Kocur – Bera, K. 2016. Climate change and its importance for agricultural production. *Geomatics, Landmanagement and Landscape*. 3, 77–87.
- Lindermanis, J. 1992. Rudzi. Grām.: Holms, I. (sast.) Laukaugu selekcija Latvijā. Rīga, Avots, 18–31.
- Lizuma, L., Briede, A., Kļaviņš, M. 2010. Long-term changes of precipitation in Latvia. *Hydrology Research*. 41 (3-4), 241–252.
- Lizuma, L., Kļaviņš, M., Briede, A., Rodinovs, V. 2007. Long-term changes of air temperature in Latvia. In: Kļaviņš, M. *Climate Change in Latvia*. Rīga, LU Akadēmiskais apgāds, 11–20.
- Lobell, D.B., Field, C.B. 2007. Global scale climate–crop yield relationships and the impacts of recent warming. *Environmental Research Letters*. 2(1), 1–7.
- LVĢMC 2017. *Klimata pārmaiņu scenāriji Latvijai*. Ziņojums. Rīga, VSIA “Latvijas Vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas centrs”.
- Mahato, A. 2014. Climate change and its impact on agriculture. *International Journal of Scientific and Research Publications*. 4(4), 1–6.
- Mäkinen, H., Kaseva, J., Trnka, M., Balek, J., Kersebaum, K.C., Nendel, C., Gobin, A., Olesen, J.E., Bindi, M., Ferrise, R., Morindo, M., Rodríguez, A., Ruiz-Ramos, M., Takáč, J., Bezák, P., Ventrella, D., Ruget, F., Capellades, G., Kahiluoto, H. 2017. Sensitivity of European wheat to extreme weather. *Field Crops Research*.

- Menzel, A., Sparks, T., Estrella, N., Koch, E., Aasa, A., Ahas, R., Alm-Kübler, K., Bissolli, P., Braslavská, O., Briede A., Chmielewski, F., Crepinsek, Z., Curnel, Y., Dahl, A., Defila, C., Donnelly, A., Filella, Y., Jatczak, K., Mage, F., Mestre, A., Nordli, O., Penuelas 2006. European phenological response to climate change matches the warming pattern. *Global Change Biology*, 12, 1969–1976.
- Moore, F.C., Lobell, D.B. 2015. The fingerprint of climate trends on European crop yields. *Proceedings Of The National Academy Of Sciences Of The United States Of America*. 112(9), 2670–2675.
- Oerke, E.C. 2006. Crop losses to pests. *The Journal of Agricultural Science*, 144, 31 – 43.
- Olesen, J.E., Trnka, M., Kersebaum, K.C., Skjelvåg, A.O., Seguíne, B., Peltonen-Sainio, P., Rossig, F., Kozyrah, J., Micalei, F. 2011. Impacts and adaptation of European crop production systems to climate change. *European Journal of Agronomy*. 34(2), 96–112.
- Özgür, T. 2016. Climate Change impacts on crop production in Turkey. *Agronomy Series of Scientific Research*. 59(2), 135–140.
- Ozturk, I., Sharif, B., Baby, S., Jabloun, M., Olsen, J.E. 2017. The long-term effect of climate change on productivity of winter wheat in Denmark: a scenario analysis using three crop models. *Journal of Agricultural Science*. 1–18.
- Paraschivu, M., Cotuna, O., Olaru, L., Paraschivu, M. 2017. Impact of climate change on wheat-pathogen interactions and concerning about food security. *Research Journal of Agricultural Science*, 49(3), 87–95.
- Porter, J.R., Xie, L., Challinor, A.J., Cochrane, K., Howden S.M., Iqbal, M.M., Lobell, D.B., Travasso, M.L. 2014. Food security and food production systems. In: : *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, 485–533.
- Rang, Z.W., Jagadish, S.V.K., Zhou, Q.M., Craufurd, P.Q., Heuer S. 2011. *Effect of high temperature and water stress on pollen germination and spikelet fertility in rice*. *Environmental and Experimental Botany*, 70(1), 58–65.

- Rapčan, I., Bukvić, G., Grljušić, S., Teklić, T., Jurišić, M. 2010. Yield of green mass, grain and other yield components of field pea (*Pisum sativum* L.) in dependence of agroecological conditions and seed maturity. *Mljekarstvo*, 60(2), 104–112.
- Salmi, T., Määttä, A., Anttila, P., Ruoho-Airola, T., Amnell, T. 2002. Detecting trends of annual values of atmospheric pollutants by the Mann – Kendall test and Sen’s slope estimates – the Excel template application Makesens. *Publications of air quality*, 31, 1–35.
- Saue, T., Käremaa, K. 2015. Lengthening of the thermal growing season due climate change in Estonia. *Towards Climatic Services*, Nitra, Slovakia, 1–4.
- Schenkler, W., Roberts, M. 2009. Nonlinear temperature effects indicate severe damages to U.S. crop yields under climate change. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106 (37), 15594–15598.
- Schmidt, G., Schönrock, S., Schroeder, W. 2014. Phenological Trends in Germany. In: *Plant Phenology as a Biomonitor for Climate Change in Germany*. Springer International Publishing, 7–28.
- Semenov, M. A. 2008. Impacts of climate change on wheat in England and Wales. *Journal of The Royal Society Interface*, 6, 343–350.
- Sparks, T.H., Górska-Zajączkowska, M., Wójtowicz, W., Tryjanowski, P. 2011. Phenological changes and reduced seasonal synchrony in western Poland. *International Journal of Biometeorology*, 55(3), 447–453.
- Tubiello, F.N., Rosenzweig, C., Goldberg, R. A., Jagtap, S., Jones, J. W. 2002. Effects of climate change on US crop production: Simulation results using two different GCM scenarios. Part I: Wheat, potato, maize, and citrus. *Climate Research*, 20(3), 259–270.
- Tubiello, F.N., Soussana, J.F., Howden, S.M. (2007). Crop and pasture response to climate change. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104(50), 19686–19690.
- Urbāns, R., Gaile, Z. 2011. Ziemas kviešu raža atkarībā no sējas termiņa, izsējas normas un šķirnes. *Ražas svētki „Vecauce – 2011”*: LLU mācību un pētījumu saimniecībai Vecauce–90, 57–61.

- Van der Velde, M., Tubiello, F.N., Vrieling, A., Bouraoui, F. 2012. Impacts of extreme weather on wheat and maize in France: evaluating regional crop simulations against observed data. *Climatic Change*. 113(3), 751–765.
- Wheeler T.R., Craufurd P.Q., Ellis R.H., Porter J.R., Prasad P.V.V. 2000. Temperature variability and the yield of annual crops. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 82 (1–3), 159–167.
- Wreford, A., Moran, D., Neil, A. 2010. Climate change and agriculture. Impacts, adaptation and mitigation. OECD.
- Xiao, D., Oi, Y., Li, Z., Wang, R., Moiwo, J., Liu, F. 2017. Impact of thermal time shift on wheat phenology and yield under warming climate in the Huang-Huai-Hai Plain, China. *Frontiers of Earth Science*. 11(1) 148–155.
- Zargar, S., Nazir, M., Cho, K., Kim, D., Jones, O., Sarkar, A., Agrawal, S., Shibato, J., Kubo, A., Jwa, N., Agrawal, G., Rakwal, R. 2011. Impact of Climatic Changes on Crop Agriculture. OMICS for Sustainability and Next-Generation Crops. In: *Sustainable Agriculture and New Biotechnologies*. CRC Press, 454–477.
- Ziska, L.H. 2011a. Climate change, carbon dioxide and global crop production: food security and uncertainty. In: Dinar, A., Mendelshon, R. *Handbook on Climate Change and Agriculture*. Northampton, Edward Elgar Publishing. 9–31.
- Ziska, L.H. 2011b. Global climate change and carbon dioxide: assessing weed biology and management. In: Hillel, D., Rosenzweig, C. *Handbook of Climate Change and Agroecosystems: Impacts, Adaptation, and Mitigation*. Imperial College Press, 191–208.

### **Interneta resursi**

- Agroresursu un ekonomikas institūts. 2018. Sēklas piedāvājums Stendes pētniecības centrā. Sk. 07.02.2018. Pieejams <http://www.arei.lv/lv/seklas-piedavajums-stendes-petniecibas-centra>.
- Agroresursu un ekonomikas institūts S.a. Laukaugu ģenētika un selekcija integrētai un bioloģiskai saimniekošanas sistēmai. Sk. 23.05.2018. Pieejams <http://www.arei.lv/lv/laukaugu-genetika-un-selekcija-integretai-un-biologiskai-saimniekosanas-sistemai>

- BNN 2017. Yield of cereals declines due to unfavourable meteorological conditions in Latvia. Baltic News Network, February 17. Sk. 16.02.2018. Pieejams: <http://bnn-news.com/yield-of-cereals-declines-due-to-unfavourable-meteorological-conditions-in-latvia-160560>
- Bricis, T. 2017. Trešdien Latvijas austrumos sāksies ilgstošas lietavas. Latvijas Sabiedriskie Mediji, 23.augusts. Sk. 24.08.2017. Pieejams <http://www.lsm.lv/raksts/laika-zinas/laika-zinas/tresdien-latvijas-austrumos-saksies-ilgstosas-lietavas.a247596/>
- Encyclopædia Britannica S.a. Growing season. Sk. 04.05.2017. Pieejams <https://www.britannica.com/topic/growing-season>
- Environmental Protection Agency 2016. Climate change indicators. Sk. 18.05.2017. Pieejams <https://www.epa.gov/climate-indicators/climate-change-indicators-length-growing-season>
- European Environment Agency 2015. Climate change impacts and adaptation. Sk. 08.03.2018. Pieejams <https://www.eea.europa.eu/downloads/3c41eb6c0bac4523a57943b4796d1a44/1499332556/climate-change-impacts-and-adaptation.pdf>
- European Environment Agency 2016. Agrophenology. Sk. 20.02.2018. Pieejams <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/timing-of-the-cycle-of-2/assessment>
- EuroStat. S.a. Agriculture – greenhouse gas emission statistics. Sk. 18.05.2017. Pieejams [http://ec.europa.eu/eurostat/statisticsexplained/index.php/Agriculture\\_\\_greenhouse\\_gas\\_emission\\_statistics#Agriculture.27s\\_contribution](http://ec.europa.eu/eurostat/statisticsexplained/index.php/Agriculture__greenhouse_gas_emission_statistics#Agriculture.27s_contribution)
- Food and Agriculture Organization of United Nations S.a. Crops. Sk. 19.05.2018. Pieejams <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC/visualize>
- IPCC 2007b. Observed changes in climate and their effects. Sk. 23.03.2018. Pieejams [https://www.ipcc.ch/publications\\_and\\_data/ar4/syr/en/mains1.html](https://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/syr/en/mains1.html)
- Jansons, Ā. 2017. No klimata pārmaiņām nav jābaidās, tām ir jāpielāgojas. LV portāls, 13.aprīlis. Sk. 18.05.2017. Pieejams <http://m.lvportals.lv/visi/likumi-prakse/286515-no-klimata-parmainam-nav-jabaidas-tam-ir-japielagojas/>
- Latvijas Ģeotelpiskās informācijas aģentūra 2018. Karšu pārliks. Sk. 07.05.2018. Pieejams <https://kartes.lgia.gov.lv/karte/>
- LVĢMC S.a. Novērojumu stacijas. Sk. 24.08.2017. Pieejams <https://www.meteo.lv/meteorologijas-staciju-karte/?&nid=460>

NOAA. S.a. Global climate change indicators. Sk. 08.05.2017. Pieejams <https://www.ncdc.noaa.gov/monitoring-references/faq/indicators.php>

The Climate Reality Project S.a. Ten clear indicators our climate is changing. Sk. 08.05.2017. Pieejams <https://www.climaterealityproject.org/blog/10-indicators-that-show-climate-change>

Valsts augu aizsardzības dienests S.a. Graudaugu attīstības stadijas. Sk. 26.04.2018. Pieejams <http://noverojumi.vaad.gov.lv/kulturaugu-fenologija/laukaugi/51-graudaugu-attistibas-stadijas>

Valsts Stendes graudaugu selekcijas institūts S.a. Šķirnes, sēklkopība. Mieži. Sk. 07.02.2018. Pieejams <http://www.stendeselekcija.lv/?ucat=39>

Vides izglītības fonds S.a. Klimata pārmaiņas. Sk. 06.02.2018. Pieejams <http://www.videsfonds.lv/documents/metodiskais-materials-klimats.pdf>

Zariņa, L. 2011. *Priekuļu pētniecības centra vēsture*. Agroresursu un ekonomikas institūts. Sk. 12.03.2018. Pieejams <http://www.arei.lv/lv/priekulu-petniecibas-centra-vesture>

Zariņa, L. 2009. Tehnoloģiskie risinājumi graudkopības nozarē: ieguldījumi un ieguvumi miežu audzēšanā. Valsts Stendes graudaugu selekcijas institūts. Sk. 08.03.2018. Pieejams [http://www.stendeselekcija.lv/jaunumi/data/ausgsuplades/files/Miezu\\_audzšana\\_2008.pdf](http://www.stendeselekcija.lv/jaunumi/data/ausgsuplades/files/Miezu_audzšana_2008.pdf)

### **Nepublicētie materiāli**

Kronberga, A., Kokare, A. 2010. *Climate change influence on winter cereal grain development*. Priekuli plant breeding institute.

*Latvijas pielāgošanās klimata pārmaiņām stratēģija laika posmam līdz 2030.gadam*. 2018. Vides aizsardzības un reģionālās attīstības ministrija.

# **PIELIKUMI**

## Mēnešu vidējā gaisa temperatūra (°C) Priekuļos no 1928. – 2017.gadam

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1928	-4.4	-5.2	-3.4	3.9	10.1	10.1	13.9	14.1	11.0	5.8	4.5	-4.8
1929	-9.0	-15.6	-3.6	-0.7	13.0	12.2	15.6	15.8	11.3	8.0	2.9	0.7
1930	-0.9	-5.5	-0.4	6.8	12.2	15.2	16.3	15.7	9.1	7.1	2.1	-5.3
1931	-6.5	-7.9	-5.6	2.3	13.0	12.4	17.3	15.4	8.5	4.5	0.1	-3.5
1932	-1.2	-9.5	-6.2	4.6	12.9	12.8	19.5	16.2	12.4	5.6	1.2	0.7
1933	-8.4	-6.2	-0.9	2.9	9.2	15.2	17.6	14.3	11.2	5.7	-2.5	-7.1
1934	-3.0	-2.1	-0.4	7.2	12.8	14.5	17.7	16.3	15.0	8.6	3.6	-4.3
1935	-8.1	-3.3	-1.3	4.9	8.1	16.3	14.8	15.7	11.5	8.2	1.0	-1.9
1936	-2.2	-8.4	1.0	5.0	12.0	18.3	19.2	16.1	10.5	2.9	1.9	0.2
1937	-8.6	-4.5	-1.1	7.1	14.0	17.5	16.5	17.9	13.5	6.8	1.8	-7.7
1938	-3.9	-2.4	1.9	3.6	10.3	13.8	18.5	19.1	14.2	7.6	3.8	-6.5
1939	-4.4	-0.3	-1.9	4.2	9.4	15.8	18.1	20.7	10.1	2.0	1.4	-5.0
1940	-14.3	-13.7	-6.8	2.3	12.8	15.4	17.3	14.3	10.1	4.7	2.2	-5.0
1941	-12.9	-7.4	-4.2	0.6	7.3	12.4	19.1	15.7	8.9	1.9	-4.3	-6.8
1942	-15.1	-11.4	-9.9	3.3	8.9	11.9	15.0	16.7	11.8	7.6	-1.5	-2.5
1943	-8.8	-0.7	1.2	5.7	9.9	15.1	15.0	15.4	12.0	8.4	0.4	-0.1
1944	-1.8	-3.8	-1.8	2.3	9.3	12.9	17.9	17.3	12.0	7.0	1.3	-2.1
1945	-6.7	-2.8	-2.6	4.4	8.9	13.5	18.1	16.7	9.8	4.2	0.2	-6.3
1946	-5.0	-5.8	-2.9	5.6	10.3	14.9	17.5	16.0	12.4	2.4	-2.1	-4.3
1947	-9.0	-13.1	-4.4	4.3	11.3	16.5	17.1	15.8	13.0	4.5	-0.4	-2.8
1948	-4.2	-7.5	-1.1	6.3	13.2	14.9	15.9	15.6	11.8	5.6	0.8	-1.0
1949	-1.5	-2.1	-2.1	5.2	12.9	13.5	16.3	14.1	13.9	7.0	2.5	0.1
1950	-13.2	-3.3	-1.0	7.7	11.1	14.0	15.0	15.5	12.2	5.6	0.5	-1.5
1951	-7.3	-5.6	-4.1	5.9	7.7	14.5	15.3	18.0	12.3	5.4	0.2	0.2
1952	-2.0	-4.8	-8.9	6.6	8.4	13.2	15.9	15.5	9.3	4.4	-0.9	-3.2
1953	-6.1	-8.2	-1.3	6.3	10.7	16.7	16.8	14.8	11.2	7.6	0.2	-3.7
1954	-9.3	-12.0	-0.1	2.2	12.8	15.4	16.0	15.2	11.9	6.2	-0.3	-0.5
1955	-5.0	-6.3	-4.4	-0.1	7.7	12.4	17.4	18.3	14.1	7.3	0.0	-6.4
1956	-6.2	-13.5	-3.2	0.6	9.4	17.2	14.7	12.7	9.4	5.3	-3.0	-2.0
1957	-2.1	-1.2	-3.8	4.5	10.3	13.4	17.3	14.9	10.0	6.9	1.8	-2.5
1958	-6.0	-6.5	-5.7	2.6	10.8	13.3	15.8	14.3	10.8	7.4	2.4	-3.9
1959	-2.8	-2.5	1.2	5.8	9.8	15.4	18.6	17.2	8.8	5.1	0.3	-6.3
1960	-8.4	-7.7	-3.2	4.1	11.7	15.0	17.0	15.4	10.4	4.0	1.0	1.4
1961	-2.9	-0.3	1.0	5.4	10.5	16.5	15.3	14.0	11.1	8.2	1.8	-4.4
1962	-2.1	-4.8	-6.5	6.3	8.8	11.9	14.2	13.4	10.1	7.1	1.7	-5.5
1963	-11.9	-9.9	-7.2	3.8	15.0	13.8	17.9	17.2	13.1	6.5	0.6	-6.0
1964	-3.7	-9.3	-5.5	4.5	10.7	16.5	16.7	14.3	11.0	6.9	0.5	-2.3
1965	-4.1	-8.3	-2.8	4.2	7.9	14.8	14.0	14.3	13.3	6.0	-4.7	-2.7
1966	-10.8	-9.4	-0.5	3.1	11.8	17.1	17.4	14.5	9.6	6.9	0.4	-5.2
1967	-11.2	-3.8	1.7	4.6	12.4	14.2	16.7	15.8	13.4	9.5	3.1	-7.5
1968	-10.9	-5.2	-0.6	5.7	9.4	16.5	14.9	16.9	11.7	4.1	-0.3	-2.7
1969	-11.1	-7.8	-5.5	4.1	10.2	15.3	17.0	15.7	10.7	5.8	1.4	-8.7
1970	-10.3	-9.1	-1.6	4.2	11.4	15.9	16.3	15.5	10.3	4.3	0.4	-4.0
1971	-2.0	-3.9	-3.8	4.3	12.2	14.5	16.8	16.7	10.0	5.6	-1.0	-0.9
1972	-10.4	-2.9	-1.1	3.5	11.1	17.1	19.6	17.4	10.7	4.7	1.6	1.0
1973	-4.1	-2.2	1.1	4.6	10.9	16.1	18.5	15.4	8.3	3.6	-0.7	-4.8
1974	-3.3	-0.4	0.6	3.8	8.2	14.2	15.0	14.9	12.7	6.3	2.1	0.2

## 1.pielikuma nobeigums

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1975	-0.7	-2.3	1.4	4.9	13.2	14.4	18.2	17.1	13.9	6.0	-0.8	-0.7
1976	-7.9	-7.1	-3.5	3.4	10.7	12.1	16.3	14.3	9.8	1.5	1.4	-4.0
1977	-6.0	-6.2	-0.9	3.3	11.6	15.6	15.0	14.5	9.1	6.1	2.7	-4.4
1978	-4.9	-8.7	0.2	3.6	10.0	13.7	14.9	14.8	9.0	5.0	4.2	-13.3
1979	-9.2	-8.0	-0.9	3.4	12.8	16.9	13.5	15.9	10.8	4.8	0.7	-2.8
1980	-8.4	-8.0	-4.8	5.4	7.2	17.0	16.3	14.5	11.0	6.2	-1.5	-2.1
1981	-4.7	-4.2	-2.9	2.4	13.4	14.9	16.9	14.7	11.3	7.4	0.5	-5.0
1982	-7.3	-5.5	-0.1	3.9	11.1	12.4	17.1	16.2	11.4	6.3	3.6	-0.4
1983	-0.2	-6.3	-1.6	7.0	14.0	14.0	17.4	16.5	12.5	7.0	-0.1	-2.3
1984	-3.1	-5.2	-2.4	7.8	13.8	14.0	14.8	15.9	10.7	8.5	-0.1	-3.5
1985	-12.0	-14.5	-1.5	3.0	12.2	14.2	15.5	17.4	9.7	8.1	-0.7	-4.3
1986	-4.4	-11.0	0.5	5.4	12.6	16.4	16.9	15.1	8.1	6.3	3.3	-4.7
1987	-15.9	-4.6	-5.4	3.3	10.3	14.0	15.5	13.8	10.1	6.8	0.7	-3.0
1988	-2.7	-3.2	-1.3	3.6	13.8	17.2	19.3	14.8	12.2	5.6	-3.0	-4.3
1989	1.0	1.5	2.7	7.1	12.2	16.0	17.4	15.3	12.3	6.3	0.1	-3.3
1990	-1.2	2.8	3.1	7.8	10.4	14.5	15.1	15.9	9.3	6.4	2.2	-1.9
1991	-1.7	-5.0	0.5	5.6	9.0	13.6	17.4	16.9	11.6	7.0	3.2	-1.1
1992	-1.0	-1.4	2.0	3.6	12.1	16.3	17.7	17.3	12.4	2.2	-0.6	-0.6
1993	-1.9	-1.8	-1.0	6.1	15.0	12.7	15.7	14.0	7.0	4.7	-5.2	-1.6
1994	-2.2	-10.7	-1.4	7.5	9.7	12.9	19.4	16.3	12.6	4.9	0.5	-1.8
1995	-4.0	0.6	0.9	5.3	11.0	17.6	16.6	16.2	11.4	8.3	-1.4	-6.9
1996	-7.6	-9.8	-2.7	6.2	11.8	13.9	14.8	18.1	9.3	7.4	3.7	-6.5
1997	-3.7	-1.6	-0.4	2.9	9.1	16.0	18.2	19.1	10.8	4.3	1.0	-4.2
1998	-0.7	-1.9	-1.7	7.0	12.3	15.9	15.9	14.2	11.4	6.0	-5.3	-3.7
1999	-3.7	-5.6	1.1	8.8	9.0	18.7	18.7	15.8	13.6	6.5	1.2	-1.3
2000	-2.8	-0.6	0.2	10.2	11.6	14.4	16.0	15.5	10.0	9.2	4.5	0.4
2001	-1.7	-4.8	-1.1	7.5	10.9	14.1	20.6	16.5	12.0	7.8	0.1	-7.3
2002	-2.5	0.2	1.6	6.6	14.0	15.8	19.3	19.2	11.2	1.7	-0.1	-8.7
2003	-6.3	-6.3	0.0	3.7	12.2	13.8	19.7	15.6	12.0	3.9	2.5	0.1
2004	-7.2	-3.6	0.3	6.5	10.2	13.4	16.6	17.6	12.3	6.4	-0.6	0.5
2005	-1.1	-6.4	-5.3	5.6	11.1	14.5	18.4	16.3	13.5	7.7	2.9	-3.2
2006	-6.6	-7.7	-3.7	6.0	11.6	16.4	19.8	17.7	14.4	9.0	3.3	3.7
2007	-0.7	-9.1	4.7	5.0	12.5	16.6	16.5	18.1	11.8	6.8	0.4	0.5
2008	-1.2	1.0	0.8	7.7	11.1	14.7	16.9	16.6	10.4	8.4	2.3	-0.4
2009	-3.0	-4.4	-0.6	7.0	11.7	14.0	17.2	15.8	13.2	4.2	3.0	-3.7
2010	-12.6	-6.0	-1.2	6.6	13.0	15.0	22.1	18.7	11.2	4.5	1.3	-7.6
2011	-3.8	-9.8	-1.0	7.3	11.6	17.6	20.3	16.8	13.0	7.4	3.5	1.3
2012	-4.4	-9.9	-0.1	5.7	12.0	13.8	18.1	15.3	12.4	6.0	2.9	-5.6
2013	-7.3	-2.8	-6.5	3.8	14.8	17.8	17.7	17.0	11.4	7.3	3.8	1.2
2014	-7.7	0.0	2.7	7.1	11.9	13.5	19.5	16.7	12.2	5.7	1.4	-1.6
2015	-1.7	-1.1	3.1	5.4	10.2	14.4	15.5	16.5	11.9	5.0		
2016	-8.2	0.6	0.2	6.1	14.5	16.4	18.0	16.3	10.7	4.0	-0.3	0.1
2017	-3.4	-2.9	1.7	3.8	10.8	13.9	15.9	16.5	12.3	5.7	2.9	0.4

## Mēnešu nokrišņu summa (mm) Priekuļos no 1928. – 2017.gadam

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1928	26	28	2	21	121	224	166	150	180	74	85	16
1929	7	5	15	21	65	113	53	64	50	82	89	33
1930	30	8	51	38	78	66	176	208	44	81	210	34
1931	49	11	25	55	63	101	120	72	101	48	25	61
1932	36	11	7	26	85	72	66	115	120	153	38	28
1933	14	40	26	79	45	29	96	78	91	39	41	23
1934	29	28	47	12	98	32	164	62	21	76	79	23
1935	22	48	46	36	12	94	163	68	151	100	10	39
1936	46	19	26	36	47	46	116	89	69	114	41	43
1937	29	36	68	31	49	77	116	54	50	21	38	49
1938	39	10	63	30	41	75	80	23	38	95	53	32
1939	59	33	13	60	56	31	73	6	33	48	56	37
1940	16	28	31	19	22	27	96	74	158	35	72	51
1941	22	25	35	13	15	113	66	119	43	64	8	43
1942	19	10	5	17	39	125	134	40	65	101	50	35
1943	21	32	13	47	69	120	122	138	50	28	29	29
1944	47	18	22	37	100	62	50	55	-	-	40	25
1945	27	16	32	59	60	80	208	67	113	52	16	26
1946	18	31	40	24	50	117	219	59	80	19	23	8
1947	16	13	32	35	23	54	103	52	58	40	37	59
1948	33	17	34	34	45	108	27	107	142	87	83	30
1949	42	33	28	67	91	151	98	108	5	88	34	65
1950	23	48	19	68	47	75	22	36	194	44	92	45
1951	26	32	37	57	84	55	114	5	17	12	71	66
1952	49	32	15	31	70	52	60	162	120	117	55	46
1953	59	41	28	19	45	64	122	107	183	41	65	16
1954	21	5	18	30	19	84	77	167	109	101	52	80
1955	28	23	35	43	136	87	23	50	65	88	67	60
1956	54	19	16	114	28	103	147	104	47	98	63	31
1957	52	81	25	26	55	88	76	198	126	86	32	46
1958	33	59	24	15	88	75	98	62	20	74	37	69
1959	87	19	13	81	31	83	126	76	62	72	33	33
1960	21	23	35	26	28	117	103	66	47	53	56	48
1961	30	19	52	22	72	133	143	92	38	28	36	54
1962	54	25	33	58	109	90	163	199	97	65	41	23
1963	17	28	22	15	43	38	31	121	64	64	81	14
1964	12	24	13	24	58	60	40	111	70	56	69	65
1965	42	21	30	9	29	39	113	28	87	47	40	54
1966	37	37	32	56	77	18	118	140	146	43	33	34
1967	26	15	42	30	65	67	28	82	71	123	79	56
1968	26	21	28	30	65	125	52	75	104	104	37	33
1969	10	18	16	104	53	36	69	73	78	55	119	30
1970	31	12	19	64	19	49	78	61	76	73	74	47
1971	30	45	37	9	26	80	41	69	71	76	71	86
1972	6	6	23	98	55	50	84	102	48	54	90	31
1973	18	37	12	50	82	85	60	104	89	66	102	25
1974	13	24	13	3	49	47	146	100	84	107	38	40
1975	56	11	34	60	37	50	40	16	43	35	47	83

## 2.pielikuma nobeigums

	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>	<b>V</b>	<b>VI</b>	<b>VII</b>	<b>VIII</b>	<b>IX</b>	<b>X</b>	<b>XI</b>	<b>XII</b>
1976	34	10	28	54	25	76	71	45	46	26	53	50
1977	16	23	24	97	35	52	133	42	131	59	91	53
1978	27	22	50	53	42	51	152	202	154	55	120	27
1979	21	18	25	25	37	22	136	99	66	13	68	45
1980	16	15	16	21	64	52	71	160	52	129	28	74
1981	31	22	52	23	56	77	114	84	62	116	60	52
1982	30	7	29	31	19	84	65	54	60	34	39	52
1983	70	22	51	56	31	58	84	36	63	81	66	58
1984	57	5	11	8	63	70	133	30	132	89	21	24
1985	24	11	30	44	81	94	63	66	72	58	40	51
1986	41	5	27	30	34	106	136	105	122	44	45	56
1987	28	31	16	15	89	92	95	117	96	10	39	39
1988	21	19	31	43	32	60	81	146	75	22	50	67
1989	36	34	55	41	33	100	44	89	45	117	40	35
1990	83	62	82	12	52	33	111	102	86	60	100	33
1991	37	30	24	39	51	147	44	85	53	42	46	43
1992	90	40	39	53	46	13	49	50	72	45	57	27
1993	91	36	43	29	20	67	195	90	76	67	6	54
1994	44	12	75	51	57	99	5	79	64	71	94	55
1995	63	71	63	44	94	113	46	52	44	85	20	35
1996	33	39	8	29	58	71	85	11	46	71	84	32
1997	27	58	14	53	109	92	56	6	81	130	64	35
1998	53	51	21	18	121	104	101	92	57	108	8	60
1999	77	50	19	27	29	75	66	49	46	103	23	90
2000	36	41	58	18	36	40	152	85	25	44	46	30
2001	25	49	20	100	54	88	174	94	63	69	100	41
2002	70	73	33	23	31	103	46	1	49	63	76	28
2003	37	12	17	55	77	44	88	176	9	68	77	63
2004	20	43	70	10	31	123	68	89	74	103	57	71
2005	59	15	26	31	96	61	60	156	51	45	52	36
2006	16	22	25	24	60	34	7	40	58	81	64	86
2007	116	26	37	37	70	79	119	113	69	96	66	31
2008	55	66	70	77	9	66	65	156	25	107	77	45
2009	52	31	47	8	23	134	112	82	93	145	55	76
2010	19	43	42	41	90	111	116	113	94	82	98	84
2011	47	26	17	19	76	46	80	115	54	61	48	82
2012	64	46	54	53	87	91	146	-	-	-	107	48
2013	58	33	8	53	96	31	27	76	43	51	65	54
2014	40	28	43	32	97	108	77	158	30	92	25	45
2015	83	18	37	76	53	40	106	18	46	8	63	81
2016	56	64	34	82	10	94	121	176	23	62	55	25
2017	27	58	47	95	42	118	101	97	131	74	52	40

Vasaras miežu fenoloģisko fāžu ilgums, meteoroloģiskie rādītāji miežu augšanas laikā un galvenie ražas rādītāji

Priekuļos no 1928. – 2017.gadam

Gads	Sēja - vārpošana			Vārpošana - pilngatavība			Sēja - pilngatavība			Graudu raža, c/ha	1000 graudu masa, g	Proteīna saturs, %	Datumi			Šķirne (konkursa salīdz.) standarts
	dienu sk.	nokrišņi, mm	vidējā d/n t°C	dienu sk.	nokrišņi, mm	vidējā d/n t°	dienu sk.	nokrišņi, mm	vidējā d/n t°C				Sēja	Vārpošana	Pilngatavība	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1928	71	405	12.3	56	259	12.8	127	664	12.5	7.6	29.8		24.05.1928	03.08.1928	28.09.1928	Zelta
1929	46	138	13.2	42	100	16.4	88	238	15.0	26.04	44.2		16.05.1929	01.07.1929	12.08.1929	Zelta
1930	45	100	13.9	42	193	17.0	87	293	15.5	29.95	42.9		06.05.1930	20.06.1930	01.08.1930	Zelta
1931	44	133	14.2	42	114	14.7	86	247	14.4	29.4	41.3		12.05.1931	25.06.1931	06.08.1931	Zelta
1932	40	80	12.7	41	41	18.5	81	121	15.7	29.1	40.4		19.05.1932	28.06.1932	08.08.1932	Zelta
1933	47	41	11.5	50	106	17.0	97	147	13.8	14.5	39.9		18.05.1933	04.07.1933	23.08.1933	Zelta
1934		115	14.1		160	18.0	97	275	15.5	30.2	41.5		09.05.1934		14.08.1934	Zelta
1935		99	12.6		165	15.5	97	264	14.3	26.8	40.4		21.05.1935		26.08.1935	Zelta
1936		80	15.5		110	19.7	79	190	16.9	27.1	46.7		19.05.1936		06.08.1936	Zelta
1937		100	16.2		120	17.5	91	220	16.9	26.9	39.7		10.05.1937		09.08.1937	Zelta
1938	49	90	13.1	39	84	18.6	88	174	15.5	25.7	40.8		09.05.1938	27.06.1938	05.08.1938	Zelta
1939		70	12.1		50	19.2	85	120	15.6	25.2	43.5		22.05.1939		15.08.1939	Zelta
1940		40	14.6		140	16.2		180	15.4	25.9						Zelta
1941		80	10.0		170	17.8		250	14.6	17.4						Zelta
1942		140	12.0		165	16.1		305	14.5	28.4	44.5					Zelta
1943		160	9.2		220	15.5		380	13.0	28.6	43.0					Zelta
1944		120	10.1		90	17.9		210	15.8							Zelta
1945	51	104	12.1	46	224	17.3	97	328	14.6	37.4	34.8		10.05.1945	30.06.1945	15.08.1945	Zelta

## 3.pielikuma turpinājums

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1946	58	161	14.8	36	214	17.5	94	375	15.9	26	44.3		15.05.1946	12.07.1946	17.08.1946	Zelta
1947	55	79	15.4	37	109	16.4	92	188	15.9	34.5	49.6		14.05.1947	08.07.1947	14.08.1947	Zelta
1948	54	129	13.3	42	77	17.3	96	206	15.0	41.2	47.9	10.2	08.05.1948	01.07.1948	12.08.1948	Zelta
1949	58	228	13.3	41	135	17.0	99	363	14.8	36.2	43.6	9.4	04.05.1949	01.07.1949	11.08.1949	Zelta
1950	61	113	12.9	41	39	15.5	102	152	13.9	22.1	44.9	10.6	04.05.1950	04.07.1950	14.08.1950	Maja
1951	64	152	11.3	37	86	16.5	101	238	13.2	38.5	46.2	9.9	01.05.1951	04.07.1951	10.08.1951	Maja
1952	64	92	11.4	39	126	16.5	103	218	13.4	39.6	46.2	12.2	05.05.1952	08.07.1952	16.08.1952	Maja
1953	66	100	12.9	36	132	16.9	102	232	14.3	32.2	48.8	11.1	23.04.1953	28.06.1953	03.08.1953	Maja
1954	56	107	14.3	38	139	15.3	94	246	14.7	29.7	43.7	9.2	09.05.1954	04.07.1954	11.08.1954	Maja
1955	56	105	17.0	33	14	17.5	89	119	17.2	41.3	48.1	8.5	23.05.1955	18.07.1955	20.08.1955	Maja
1956	52	131	15.3	52	175	14.0	104	306	14.6	34.3	41.3	11.0	15.05.1956	06.07.1956	27.08.1956	Maja
1957	62	125	11.8	38	155	17.6	100	280	13.9	38.7	47.8	10.4	04.05.1957	05.07.1957	12.08.1957	Maja
1958	48	78	14.2	47	143	15.4	95	221	14.7	43.2	45.5	12.4	22.05.1958	09.07.1958	25.08.1958	Maja
1959	56	93	13.9	41	143	16.0	97	236	17.0	45	47.3	9.6	30.04.1959	25.06.1959	05.08.1959	Maja
1960	51	120	14.6	44	124	16.9	95	244	15.7	35.8	37.5	12.3	10.05.1960	30.06.1960	13.08.1960	Maja
1961	59	157	13.0	47	192	15.3	106	349	14.1	43.1	44.5	11.7	25.04.1961	23.06.1961	09.08.1961	Maja
1962	64	200	12.0	54	304	13.2	118	504	12.6	39.7	39.7	9.1	11.05.1962	14.07.1962	06.09.1962	Maja
1963	52	45	14.8	37	39	18.2	89	84	16.2	40.1	44.9	9.7	07.05.1963	28.06.1963	04.08.1963	Maja
1964	53	98	13.9	45	124	16.3	98	222	15.0	45.7	51.2	9.8	05.05.1964	27.06.1964	11.08.1964	Maja
1965	62	63	11.1	56	133	14.2	118	196	12.6	46.2	44.1	10.7	28.04.1965	29.06.1965	24.08.1965	Maja
1966	47	78	15.2	42	153	17.1	89	231	16.2	40.1	52.6	9.1	12.05.1966	28.06.1966	09.08.1966	Maja
1967	52	92	13.9	43	53	16.9	95	145	15.2	51.7	53.0	7.7	08.05.1967	29.06.1967	11.08.1967	Maja
1968	60	190	12.9	47	94	15.4	107	284	14.0	33	46.4	7.7	02.05.1968	01.07.1968	17.08.1968	Maja
1969	58	112	14.1	42	63	16.8	100	175	15.3	43.5	51.7	9.7	10.05.1969	07.07.1969	18.08.1969	Maja
1970	53	64	14.9	45	127	16.3	98	191	15.6	34.8	49.3	8.8	09.05.1970	01.07.1970	15.08.1970	Maja

## 3.pielikuma turpinājums

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1971	61	88	14.2	43	64	16.9	104	152	15.5	38.7	44.9	8.6	24.04.1971	24.06.1971	06.08.1971	Maja
1972	54	98	15.3	32	86	19.4	86	184	17.0	29.5	34.6	12.0	05.05.1972	28.06.1972	30.07.1972	Maja
1973	61	165	14.0	35	66	18.5	96	231	16.0	38.1	39.5	10.5	27.04.1973	27.06.1973	01.08.1973	Maja
1974	73	95	11.9	50	236	14.7	123	331	13.3	44.3	39.8		17.04.1974	29.06.1974	18.08.1974	Maja
1975	63	95	13.5	39	67	17.7	102	162	15.4	38.4	45.6		21.04.1975	23.06.1975	01.08.1975	Maja
1976	56	125	12.5	61	56	15.6	117	201	13.8	55.2	46.8		07.05.1976	02.07.1976	01.09.1976	Maja
1977	56	98	13.8	45	150	14.9	101	248	14.4	39.8	37.9		12.05.1977	07.07.1977	21.08.1977	Maja
1978	58	122	14.0	50	270	15.2	108	392	14.7	33.3	39.7	8.7	06.05.1978	03.07.1978	22.08.1978	Maja
1979	57	43	17.0	50	167	14.8	107	210	15.8	31.9	49.5		30.04.1979	26.06.1979	15.08.1979	Abava
1980	65	121	15.9	46	189	15.9	111	310	15.9	52.1	44.5		01.05.1980	05.07.1980	20.08.1980	Abava
1981	57	120	15.2	38	123	16.8	95	243	15.9	45.5	36.4	9.8	07.05.1981	03.07.1981	10.08.1981	Abava
1982	69	106	11.8	44	90	16.9	113	196	14.2	52	43.9		27.04.1982	05.07.1982	18.08.1982	Abava
1983	57	79	14.2	38	100	17.4	95	179	15.5	47.1	47.2	9.8	04.05.1983	30.06.1983	07.08.1983	Abava
1984	55	120	13.3	45	154	15.4	100	274	14.3	53	46.3	11.3	02.05.1984	26.06.1984	10.08.1984	Abava
1985	58	174	14.2	46	93	16.9	104	267	15.4	53	43.5	11.1	09.05.1985	06.07.1985	21.08.1985	Abava
1986	56	102	14.4	41	174	16.7	97	276	15.4	57.2	45.9	10.2	01.05.1986	26.06.1986	06.08.1986	Abava
1987	65	93	13.3	53	214	14.1	118	307	13.7	56.9	49.3	10.4	04.05.1987	08.07.1987	30.08.1987	Abava
1988	52	77	15.2	33	60	18.9	85	137	16.7	41.2	44.6	11.5	03.05.1988	24.06.1988	27.07.1988	Abava
1989	59	120	12.8	42	61	17.5	101	181	14.8	66.9	47.7	10.2	25.04.1989	23.06.1989	04.08.1989	Abava
1990	70	81	11.7	47	160	16.1	117	241	14.7	44.3	44.6	9.9	14.04.1990	23.06.1990	09.08.1990	Abava
1991	63	180	12.4	45	123	17.2	108	303	14.5	55.2	49.6	12.7	04.05.1991	06.07.1991	20.08.1991	Abava
1992	50	50	14.2	39	75	17.5	89	125	15.5	23.5	48.1	12.0	14.05.1992	03.07.1992	11.08.1992	Abava
1993	60	87	13.8	49	240	14.9	109	327	14.3	55	45.3	12.2	29.04.1993	28.06.1993	16.08.1993	Abava
1994	68	156	11.2	34	30	19.0	102	186	14.4	59.2	47.5	9.4	30.04.1994	07.07.1994	10.08.1994	Abava
1995	63	206	14.2	46	72	16.5	109	278	15.2	58.7	53.0	9.9	28.04.1995	30.06.1995	15.08.1995	Abava

## 3.pielikuma nobeigums

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1996	62	149	17.4	48	34	16.7	110	183	17.0	68.7	51.9	8.8	08.05.1996	09.07.1996	26.08.1996	Abava
1997	57	147	13.6	42	59	18.1	99	206	15.8	53.4	47.9	11.2	12.05.1997	08.07.1997	19.08.1997	Abava
1998	62	224	14.1	49	154	15.5	111	378	14.7	41.4	44.7	10.9	30.04.1998	01.07.1998	19.08.1998	Abava
1999	57	75	13.5	39	100	18.8	96	175	15.2	28	53.7	11.1	30.04.1999	26.06.1999	04.08.1999	Abava
2000	63	76	13.2	47	206	16.0	110	282	14.4	33.1	47.1		26.04.2000	28.06.2000	14.08.2000	Abava
2001	60	142	12.6	36	213	19.5	96	355	15.4	36.5	40.2	15.2	06.05.2001	05.07.2001	10.08.2001	Abava
2002	54	106	13.9	42	105	18.3	96	211	15.7	37.8	49.4	10.4	24.04.2002	17.06.2002	29.07.2002	Abava
2003	58	155	13.9	38	112	19.1	96	267	16.0	44.9	41.9	11.7	10.05.2003	07.07.2003	14.08.2003	Ansis
2004	70	154	11.2	42	74.4	17.5	112	228.5	13.5	57.4	45.4	10.9	23.04.2004	02.07.2004	13.08.2004	Ansis
2005	64	156.5	12.8	40	184.6	18.1	104	341.1	14.9	46.5	48.5	10.3	30.04.2005	03.07.2005	12.08.2005	Ansis
2006	60	94.1	14.0	37	15.5	19.4	97	109.6	16.2	31.5	41.1	15.0	03.05.2006	02.07.2006	08.08.2006	Ansis
2007	58	118.8	13.0	45	166.5	16.8	103	285.3	14.7	51	48.1	10.1	26.04.2007	23.06.2007	07.08.2007	Ansis
2008	58	91.5	10.9	51	142	16.4	109	233.5	13.2	49	45.9	9.8	26.04.2008	23.06.2008	13.08.2008	Ansis
2009	63	156.6	12.9	42	113.1	17.1	105	269.7	14.6	52.4	46.0	10.9	29.04.2009	01.07.2009	12.08.2009	Ansis
2010	60	201.3	14.0	31	116.4	22.1	91	317.7	16.7	30.7	41.5	11.5	28.04.2010	27.06.2010	28.07.2010	Ansis
2011	59	122.1	14.6	35	79.8	20.3	94	201.9	16.5	37.7	45.0	11.0	26.04.2011	24.06.2011	29.07.2011	Ansis
2012	62	177.8	12.9	41	190.1	17.9	103	367.9	14.9	51.5	48.6	10.3	02.05.2012	03.07.2012	13.08.2012	Ansis
2013	53	127	16.3	36	27.1	17.7	89	154.1	16.8	38.4	47.9	10.2	04.05.2013	26.06.2013	01.08.2013	Ansis
2014	68	205	12.7	35	76.5	19.5	103	281.5	15.0	48.9	48.6	11.3	25.04.2014	02.07.2014	06.08.2014	Ansis
2015	63	92.7	12.3	46	107.5	16.7	109	200.2	14.0	58.6	49.7	10.9	28.04.2015	30.06.2015	15.08.2015	Ansis
2016	53	154.3	15.4	47	109.5	17.9	100	263.8	16.3	43.8	40.3	11.4	06.05.2016	28.06.2016	14.08.2016	Ansis
2017	60	179.7	13.0	48	162	17.1	108	341.7	14.8	58.9	50.3	10.9	05.05.2017	04.07.2017	21.08.2017	Ansis



#### 4.pielikuma nobeigums

	Sēja				Veģetācijas beigas				Veģetācijas atjaunošanās				Vārpošanas sākums				Vārpošanas beigas					Pilngatavības iestāšanās							
	Augusts		Septembris		Oktobris			Novembris	Marts		Aprīlis		Majis		Jūnijs		Majis	Jūnijs			Jūlijs	Augusts		Septembris					
	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	2	3	1	2	3	1	2	3	1	3	1	2	3			
1991																													
1992																													
1993																													
1994																													
1995																													
1996																													
1997																													
1998																													
1999			*																										
2000																													
2001																													
2002																													
2003																													
2004																													
2005																													
2006																													
2007																													
2008																													
2009																													

\* No 1998. – 2009.gadam audzēta šķirne ‘Kaupo’