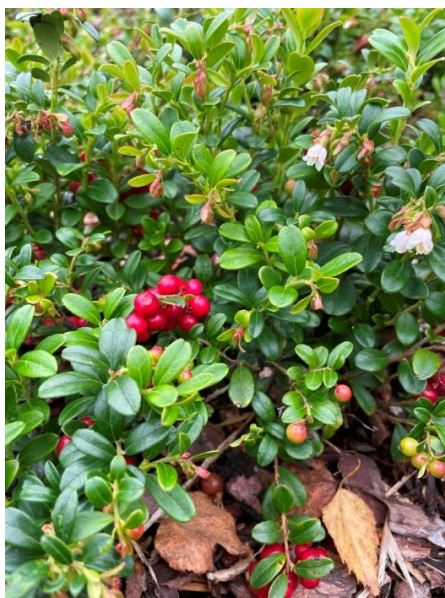


Brūkleņu *Vaccinium vitis-idaea* šķirņu pavairošanas un audzēšanas metodikas izveide

LAD projekta reģistrācijas Nr. 18-00-A01620-000011



NOSLĒGUMA ATSKAITE
2022. gads

Projekta izstrādātājs, informācijas sagatavotājs:
Latvijas Universitāte

Projekta partneri:
z/s Kaigi
SIA Stādaudzētava Dimzas
Nodibinājums „Stādu un kūdras inovāciju fonds”

NACIONĀLAIS
ATTĪSTĪBAS
PLĀNS 2020



EIROPAS SAVIENĪBA
EIROPA INVESTĒ LAUKU APVIDOS
Eiropas Lauksaimniecības fonds
lauku attīstībai

Atbalsta Zemkopības ministrija un Lauku atbalsta dienests

Informācijas sagatavotājs

Latvijas Universitāte: Signe Tomsone, Andis Karlsons, Madara Lazdāne

Projekta koordinators un tā kontaktinformācija

Signe Tomsone
Latvijas Universitāte
Tālrunis: 26390753
E-pasts: signe.tomsone@lu.lv
Adrese: Botāniskais dārzs, Latvijas Universitāte,
Kandavas iela 2, Rīga, LV-1083

Sadarbības partneri un to kontaktinformācija

Māris Paeglis
z/s Kaigi
Tālrunis: 22339733
E-pasts: kaigi.dzervernes@inbox.lv
Adrese: Līvberzes pagasts, Jelgavas novads, LV-3014

Andrejs Vītoliņš
SIA Stādaudzētava Dimzas
Tālrunis: 25951565
E-pasts: dimzas@dimzas.lv
Adrese: Aku ceļš 3, Jelgava, LV-3008

Sabīna Alta
Nodibinājumu „Stādu un kūdras inovāciju fonds”
Tālrunis: 29182962
E-pasts: sabina.alta@skif.lv
Adrese: Slēpotāju iela 17-1, Rīga, LV-1024

Projekta īstenošanas periods

No 02.07.2018. līdz 28.02.2022.

Kopējās projekta izmaksas

99569,00 eur

Projekta pamatjēdziens

Izstrādāt metodiku brūkleņu *Vaccinium vitis-idaea* šķirņu pavairošanai un audzēšanai.

Darbības un projekta kopsavilkums

Brūklenēm Latvijas agroklīmatiskie apstākļi ir piemēroti, jo tā ir sastopama savvaļā, tādēļ tās šķirnes varētu būt perspektīva ogulāju kultūra. Tomēr to pavairošanai un audzēšanai komerciālos nolūkos trūkst lauksaimniekam un dārzkopjiem izmantojamas metodikas, jo Latvijā un arī citviet ir nepietiekams sistemātisku brūkleņu pavairošanas un audzēšanas izmēģinājumu apjoms, līdz ar to nav uzkrāta un apkopota praktiskai pielietošanai noderīga informācija. Tādēļ projekta mērķis ir izstrādāt metodiku brūkleņu *Vaccinium vitis-idaea* šķirņu pavairošanai un audzēšanai, kas izmantojama komercstādījumu ierīkošanai un komerciālai stādu audzēšanai.

Uzdevumi:

1. eksperimentāli izmēģināt un konstatēt optimālo vides un bioloģisko faktoru kopumu brūkleņu dažādu šķirņu pavairošanai divos veidos:
 - a) ar dārzkopībā un augļkopībā tradicionālām metodēm (spraudņiem, noliektņiem, dalīšanu u.c.),
 - b) ar meristēmu kultūrām,
2. izmēģināt un noskaidrot optimālo faktoru kopumu brūkleņu audzēšanai lauka apstākļos, t. sk., mēslošanas režīmu,
3. balstoties uz pavairošanas un audzēšanas izmēģinājumos iegūtajiem rezultātiem, sagatavot brūkleņu pavairošanas un audzēšanas metodikas aprakstu,
4. izplatīt informāciju par brūkleņu audzēšanu, pavairošanu:
 - a) iepazīstināt tiešā labuma guvējus – stādaudzētājus, augļkopjus, dārzkopjus, pārstrādātājus u. c. interesentus, tajā skaitā rekultivējamo kūdras lauku apsaimniekotājus ar brūkleņu kultūras audzēšanas iespējām,
 - b) zinātniskās konferencēs un publikācijās atspoguļot pētījuma rezultātus,
 - c) informēt plašu sabiedrību par jaunas kultūras ieviešanas iespējām un projekta norisi.

Partneru funkciju sadalījums:

Latvijas Universitāte – projekta koordinācija un:

- Botāniskais dārzs – *in vitro* dzinumu kultūru iegūšana, klonēšana, apsākšana, *ex vitro* aklimatizācija, pavairošana tālākiem jaunstādu audzēšanas eksperimentiem siltumnīcās un lauka izmēģinājumiem, rezultātu apstrāde,
- Bioloģijas institūts – augu minerālās barošanās analīzes, lauka mēslošanas shēmu izstrāde, rezultātu apstrāde,
- Botāniskais dārzs un Bioloģijas institūts – brūkleņu pavairošanas un audzēšanas metodikas apraksta sagatavošana un publiskošana;

z/s „Kaigi” – pavairošanas un lauka audzēšanas izmēģinājumi, t. sk.:

- pavairošana izmantojot dārzkopībā un augļkopībā tradicionālas metodes,
- *in vitro* pavairoto jaunstādu audzēšanas izmēģinājumi līdz izstādīšanai uz lauka,
- audzēšanas un mēslošanas lauka izmēģinājumi.

SIA Stādaudzētava „Dimzas” – pavairošanas izmēģinājumi, t. sk.:

- pavairošana izmantojot dārzkopībā un augļkopībā tradicionālas metodes,

- *in vitro* pavairoto jaunstādu audzēšanas izmēģinājumi līdz izstādīšanai uz lauka rekultivējamos kūdras laukos.

Nodibinājums „Stādu un kūdras inovāciju fonds” - lauka audzēšanas izmēģinājumi rekultivējamos kūdras laukos, t. sk.:

- lauka izmēģinājumi, lai novērtētu pavairošanas veida ietekmi uz augu augšanu,
- mēslošanas lauka izmēģinājumi.

Visiem partneriem kopā: novērojumi, rezultātu fiksēšana, dalība informatīvajos un publicitātes pasākumu nodrošināšanā, līdzdalība brūkleņu pavairošanas un audzēšanas metodikas apraksta sagatavošanā.

Rezultātā ir izveidota brūkleņu šķirņu pavairošanas un audzēšanas metodika (1. pielikums), informēti interesenti (3. pielikums) un apzināti turpmāk pētāmās audzēšanas nianšes, kas būtu jāprecizē metodikas optimizēšanai un ir saistītas ar ražību, šķirņu dažādību, kultivēšanu lielākās platībās.

Saturs

Ievads	7
Materiāls un metodes	8
Pavairošana ar dažādām tradicionālām veģetatīvās pavairošanas metodēm un stādu audzēšana	10
1. Pavairošana ar lapainiem (daļēji pārkoksnējušos dzinumu) spraudeņiem, augu audzēšana uz lauka	10
2. Pavairošana ar spraudeņiem no steidzinātiem mātesaugiem, augu audzēšana uz lauka	10
3. Spraudeņošana uz lauka	11
4. Pavairošana ar sakneņu spraudeņiem	12
5. Pavairošana ar noliektņiem, augu audzēšana uz lauka	12
6. Ceru dalīšana, augu audzēšana uz lauka	12
Pavairošana ar augu audu kultūru metodi, jaunstādu iegūšana un stādu audzēšana uz lauka	13
Primāro dzinumu iegūšana <i>in vitro</i>	14
Dzinumu kultūras pavairošana <i>in vitro</i>	15
Jaunstādu iegūšana	16
Pavairošana ar jaunstādu galotņu spraudeņiem	17
Stādu audzēšana uz lauka	17
Audzēšana podos	17
Mēslošanas lauka izmēģinājumi	18
Rezultāti	19
Pavairošana ar dažādām tradicionālām veģetatīvās pavairošanas metodēm un stādu audzēšana	19
1. Pavairošana ar lapainiem (daļēji pārkoksnējušos dzinumu) spraudeņiem, augu audzēšana uz lauka	19
2. Pavairošana ar spraudeņiem no steidzinātiem mātesaugiem, augu audzēšana uz lauka	20
3. Spraudeņošana uz lauka	22
4. Pavairošana ar sakneņu spraudeņiem	22
5. Pavairošana ar noliektņiem, augu audzēšana uz lauka	24
6. Ceru dalīšana, augu audzēšana uz lauka	26
Pavairošana ar augu audu kultūru metodi, jaunstādu iegūšana un stādu audzēšana uz lauka	29
Primāro dzinumu iegūšana <i>in vitro</i>	29
Dzinumu kultūras pavairošana <i>in vitro</i>	33
Jaunstādu iegūšana	37
Pavairošana ar jaunstādu galotņu spraudeņiem	39
Stādu audzēšana uz lauka	39
Audzēšana podos	43
Mēslošanas lauka izmēģinājumi	43
Kūdras ķīmiskās analīzes	44
Brūkleņu lapu ķīmiskās analīzes	48

Brūkleņu veģetatīvās augšanas dinamika	50
Noslēguma piezīmes un secinājumi	51
Izmantotā literatūra	51
1. pielikums. Brūkleņu pavairošanas un audzēšanas metodika	55
2. pielikums. Rekomendācijas projekta partneriem augu un stādījumu uzturēšanai pēc projekta	61
3. pielikums. Publicitāte	63

Ievads

Brūklene *Vaccinium vitis-idaea* L. ir ēriku *Ericaceae* dzimtas daudzgadīgs mūžzaļš sīkrūms, raksturīgs Ziemeļu puslodes mēranajai un subarktiskajai joslai (Foley, 2006). Pasuga *V. vitis-idaea* var. *vitis-idaea* L. ir izplatīta Eirāzijā, bet *V. vitis-idaea* var. *minus* Lodd. – Ziemeļamerikā (Penhallegon, 2006). Latvijā savvaļā brūklene bieži sastopama mežos, īpaši priežu, un purvos uz ciņiem. Tai raksturīgs ložņājošs saknenis un koksains, zarojošs stublājs. Lapas novietotas pamīšus, tās ir ādainas, eliptiskas vai otrādi olveidīgas, virspuse spīdīga, apakša blāva, klāta ar dziedzeriem. Zied jūnijā, ziedi zvanveidīgi balti vai rožaini, sakārtoti ķekarā zara galā. Auglis sarkana, sulīga oga, nogatavojas jūlija beigās, augustā (<https://www.latvijasdaba.lv>). Brūklenes virszemes daļas – ogas, lapas un vasas – satur miecvielas, organiskās skābes, vitamīnus un citas vērtīgas vielas (Kylli et al., 2011; Klavins et al., 2015; Shamilov et al., 2020), tādēļ tās izmanto ārstniecībā, kosmētikā un pārtikā. Ogas var salīdzinoši ilgi uzglabāt svaigas, jo satur benzoscābi (Heidenreich, 2010).

Salīdzinot ar citiem ogulājiem, brūklenes ogas un veģetatīvās daļas lielākoties joprojām ievāc savvaļā. Latvijā un Ziemeļvalstīs tās tradicionāli ir starp lasītākajām savvaļas ogām (Turtiainen, 2011). Brūkleņu ražas savvaļas audzēs ir nelielas un būtiski mainās to apjoms gadu no gada kā arī ogu kvalitāte ir mainīga (Wallenius, 1999; Gustavsson, 2001; Исаева, 2001; Turtiainen, 2011). Pirmie pētījumi ar mērķi palielināt brūkleņu ražību savvaļas audzēs veikti 1960tajos gados Zviedrijā (Fernqvist, 1977), Vācijā (Dierking and Krüger, 1984), Somijā (Lehmushovi, 1977), ASV (Stang et al., 1993) un Latvijā (Ripa un Audriņa, 1986). Kopumā pētījumos konstatēts, ka papildus brūkleņu audžu mēslošanas rezultātā ogu raža var palielināties līdz piecām reizēm (Teār, 1972; Gustavsson, 2001). Vienlaikus ir novērotas vairākas vērā ņemamas tendences. Zviedrijā un Somijā veikto pētījumu rezultāti liecina par to, ka, augot valstu ekonomiskajai labklājībai, iedzīvotāju interese par ogošanu samazinās (Pouta et al., 2006). Tomēr gan Latvijā, gan citviet ir vērojams arvien pieaugošs pieprasījums pēc veselīgas un augstvērtīgas pārtikas, dabiskas izcelsmes izejvielām. Bez tam, ir jāņem vērā tas, ka savvaļas biotopi ir saudzējami. Tādēļ risinājums brūkleņu izcelsmes izejvielu iegūšanai, būtu to kultivēšana. Pirmie komerciālie plantāciju stādījumi ierīkoti 1980tajos Vācijā, bet pēdējā laikā stādījumu apjoms pieaug arī Zviedrijā, Somijā, Austrijā, Šveicē un ASV (Gustavsson, 1999; Burt and Penhallegon, 2003; Heidenreich, 2010). Tomēr arvien tas ir neliels, salīdzinot ar citām ogulāju kultūrām.

Sekmīga augu augšana un attīstība ir atkarīga no virknes biotisku un abiotisku faktoru – temperatūras, ūdens pieejamības un tā kvalitātes, gaismas, augsnes īpašībām, minerālelementu pieejamības, auga fizioloģijas un ģenētiskajām īpašībām (Marschner, 2012). Salīdzinot ar citiem kultūraugiem, brūklenes raksturojamas, kā skābu augšanas vidi mīlošs augs ar pieticīgām barības elementu prasībām. Tomēr, lai iegūtu augstu un kvalitatīvu ogu ražu, kā arī nodrošinātu adekvātu auga veģetatīvo augšanu, ir nepieciešama sabalansēta mēslošana. Jāatzīmē, ka brūklenēm ir kompakta un sekla sakņu sistēma, tādējādi pat neliels barības elementu disbalanss varētu būtiski ietekmēt auga augšanu. Bez tam, pārmērīga mēslošana varētu traucēt ne tikai brūkleņu augšanu, bet veicināt arī nezāļu augšanu, savukārt gadījumā, ja audzēšana notiek purvu teritorijā, tad piesārņot ekoloģiski jutīgo biotopu. Tieši nezāļu apkarošana varētu būt viens no būtiskākajiem izaicinājumiem brūkleņu kultivēšanā, jo brūklenes, kā neliels augs, slikti konkurē ar citām augu sugām laba minerālelementu nodrošinājuma apstākļos (Gustavsson, 1993; Debnath, 2009). Par to liecina arī Somijā veiktie pētījumi

dabisko brūkleņu audžu mēslošanā: mēslošana sekmē ražas pieaugumu līdz trim reizēm, bet, neapkarojot konkurējošos augus, tās rezultāts ir tuvu nullei (Lehmusovi, 1977).

Jāatzīmē, ka ir publicēta informācija par brūkleņu pavairošanu un selekciju (Pliszka, 2002; Ripa and Audriņa, 2009). Ir apskatītas audzēšanas iespējas, produktivitāte pasaulē (Penhallegon, 2006), īpaši ASV (Finn and Mackey, 2006), kā arī analizēts brūkleņu audzēšanas potenciāls Latvijā (LVMI Silava, Atskaite). Tomēr caurmērā informācija ir vispārīga vai arī šauriem specifiskiem aspektam veltītās publikācijās par brūkleņu pavairošanu un audzēšanu (Gustavsson, 1999; Penhallegon, 2006; Heidenreich, 2010), tajā skaitā pavairošanu *in vitro* (Mazurek and Siekierzyńska, 2018; Debnath and Arigundam, 2020). Informācijas par brūkleņu minerālo barošanu ir ļoti maz. Apkopojot var secināt, ka zinātnieki lielākoties pievēršas atsevišķu aspektu pētīšanai, bet praktiķi atklātās pavairošanas un audzēšanas īpatnības nepublicē. Latvijā un acīmredzami arī citviet, ir nepietiekams sistemātisku brūkleņu pavairošanas un audzēšanas izmēģinājumu apjoms, līdz ar to nav uzkrāta un apkopota praktiskai pielietošanai noderīga informācija, kuru izmantojot, iegūstams prognozējams rezultāts. Tādēļ brūklene vēl arvien ir tikai perspektīva, bet nav izplatīta ogulāju komercultūra, kāda tā mūsdienās ir radniecīgu sugu - krūmmelleņu un lielogu dzērveņu šķirnēm.

Nav izdevies atrast apkopotus precīzus datus par brūkleņu selekciju, bet no pieejamajiem informācijas avotiem izriet, ka pasaulē pašlaik ir izveidotas 30-50 šķirnes - galvenā to izcelsmes vieta ir Zviedrija, Vācija, Holande, Polija un ASV (Penhallegon, 2006; Heidenreich, 2010). Latvijā Biruta Audriņa ir selekcionējusi šķirnes 'Rubīna lāse', 'Salaspils ražīgā' un 'Jūlija' (<https://www.nbd.gov.lv>). Šķirnes iesaka izmantot ne tikai ogu iegūšanai, bet arī dekoratīvajā dārzkopībā (Heidenreich, 2010).

Sekmīgai brūkleņu kultivēšanai Latvijā ir visi nepieciešamie priekšnoteikumi: nepiesātināts tirgus, piemērota augsne, viegli pieejams laistāmais ūdens un salīdzinoši maigs klimats (Silamikele et al., 2011; Osvalde et al., 2018). Potenciālās audzēšanas platības varētu būt arī izstrādātie kūdras purvi (vairāk kā 17 000 ha), kuru rekultivācija kļūst arvien aktuālāka.

Projekta mērķis ir izstrādāt metodiku brūklenes *Vaccinium vitis-idaea* šķirņu pavairošanai un audzēšanai. Izmēģinājumus plānoja, analizējot pieejamo publicēto informāciju un to apvienojot ar pieredzi, kas projekta partneriem – Latvijas Universitātē, z/s „Kaigi” un SIA Stādaudzētavā „Dimzas” bija uzkrāta darbā ar citu ēriku dzimtas augu (krūmmelenes, virši, ērikas, lielogu dzērvenes, rododendri u.c.) pavairošanu, audzēšanu un tiem specifisko mēslošanas režīmu izveidi. Izmēģinājumiem ir divi virzieni:

- pavairošana - ar tradicionālām veģetatīvās pavairošanas metodēm un augu audu kultūrām,
- lauka izmēģinājumi, kas ietvēra arī augu minerālajās barošanās pētījumus.

Materiāls un metodes

Pavairošanu ar tradicionālām veģetatīvās pavairošanas metodēm veica SIA Stādaudzētava „Dimzas” (turpmāk „Dimzas”), z/s „Kaigi” un Latvijas Universitātes Botāniskajā dārzā (turpmāk LU Botāniskajā dārzā), pavairošanu laboratorijā ar sterilām augu audu kultūru metodēm – LU Botāniskajā dārzā.

Pavairoto augu **audzēšana uz lauka, kā arī mēslošanas lauka izmēģinājumus** veica:

- z/s „Kaigi” ar pašā saimniecībā pavairotiem augiem un LU Botāniskajā dārzā *in vitro* pavairotiem augiem,
- nodibinājumā „Stādu un kūdras inovāciju fonds” (turpmāk nodibinājums SKIF) ar „Dimzas” pavairotiem augiem un LU Botāniskajā dārzā *in vitro* pavairotiem augiem un ar spraudņiem pavairotiem augiem (iegūti no steidzinātiem mātesaugiem).

Mēslošanas lauka izmēģinājumus plānoja un augu minerālās barošanās pētījumiem nepieciešamās **augu un substrāta ķīmiskās analīzes** veica Latvijas Universitātes Bioloģijas institūta Augu minerālās barošanās laboratorijā.

Divus izmēģinājuma laukus, katru 500 m² platībā, ierīkoja atšķirīgās vidēs. Z/s „Kaigi” lauks atrodas Kaigu purva malā, dienvidrietumu pusē ~20 m attālumā tam piekļaujas mežs (1. att. a). Lauku sagatavoja, virs minerālaugsnes uzberot ~25 cm biezu slāni ar augstā sūnu purva kūdru no SIA Laflora Kaigu purva – kūdra nav apstrādāta, uz lauka to 3-4 reizes frēzēja, atstājot rupju, irdenu struktūru. Kūdrai ir zema sadalīšanās pakāpe - H2-H3 pēc Posta skalas, pH_{KCl} <4.



1. att. Izmēģinājumu lauki: a - z/s „Kaigi”, b - nodibinājuma „Stādu un kūdras inovāciju fonds” lauks izstrādātā un nosusinātā Kaigu purvā.

z/s „Kaigi” izmēģinājumu laukā iestādītos stādus, izņemot mēslošanas eksperimentā iekļautos, pirmajā gadā mēslo sekojoši: sākot no maija vidus ar komplekso mēslojumu YaraMila COMPLEX 12-11-18 ar mikroelementiem, kura deva ir vidēji līdz 5 g uz stādu. Pēc tam mulčē ar priežu mulču (0-35 mm). Mēslošanu atkārto jūnija otrajā pusē. Nākamajos gados maija sākumā caur lapām mēslo ar 0,1% varu saturošu mēslojumu YaraVita COPTRAC, pēc tam pirms ziedēšanas – 0,1% dzelzs helāta foliāro mēslojumu YaraVita Rexolin ABC, bet maija un jūnija beigās mēslo ar YaraMila COMPLEX 12-11-18, deva vidēji 5 g uz stādu. Mēslo katru augu atsevišķi, nemēslojot starp rindām.

Nodibinājuma SKIF izmēģinājumu lauks ir ierīkots izstrādātā un nosusinātā Kaigu purvā, atklātā laukā (1. att. b). Atlikušais kūdras slānis ir aptuveni 0,8 m ar pH_{KCl} 4,18-4,31 un zemu sadalīšanās pakāpi (H2-H3). Gruntsūdens līmenis vidēji ir 0,35 m, tas tiek regulēts ar novadgrāvjiem un kartu grāvjiem, kas vēsturiski izveidoti, sagatavojot lauku kūdras ieguvei, un renovēti izmēģinājuma lauka ierīkošanai. Lauks ir attīrīts no kūdrā esošajiem celmiem un citām koksnes atliekām, virskārta ir frēzēta līdz smalkai

strukturai un izlīdzināta, veidojot salīdzinoši blīvu virskārtu. Nodibinājuma SKIF izmēģinājumu laukā iestādītos stādus, izņemot mēslošanas eksperimentā iekļautos, mēslo maijā un jūnijā līdz 5 g uz stādu ar komplekso mēslojumu skābu vidi mīlošiem augiem Novatec Classic 12-8-16 ar mikroelementiem (COMPO GmbH & Co). Mēslo katru augu atsevišķi, nemēslojot starp rindām.

Projekta pavairošanas un audzēšanas izmēģinājumi ir iedalāmi grupās:

- pavairošana ar tradicionālām veģetatīvās pavairošanas metodēm un stādu audzēšana uz lauka,
- pavairošana ar augu audu kultūru metodēm, jaunstādu iegūšana un stādu audzēšana uz lauka,
- augu audzēšana podos,
- mēslošanas lauka izmēģinājumi.

Augu augšanu novērtēja, skaitot dzinumus, mērot to garumu, skaitot sakneņu atvases un sakneņu atvašu dzinumus, lielākiem augiem – mērot krūma augstumu un aprēķinot vainaga laukumu, aprēķināti vidējie aritmētiskie rezultāti un standartnovirze.

Pavairošana ar dažādām tradicionālām veģetatīvās pavairošanas metodēm un stādu audzēšana

1. Pavairošana ar lapainiem (daļēji pārkoksnējušos dzinumu) spraudeņiem, augu audzēšana uz lauka.

„Dimzas” šķirņu ‘Rubīna lāse’ un ‘Erntedank’ daļēji pārkoksnētu dzinumu spraudeņus griež 2019. – 2021. gadā no jūnija beigām līdz augusta vidum. Spraudeņi ir 5-7 cm gari divu veidu: ar galotni un bez galotnes. Apmēram vienu trešdaļu spraudeņa garuma sprauž kūdras substrātā KKS-M1, pH 4,1-4,9 (SIA Laflora), kas sajaukts ar perlītu (9:1). Substrāta biezums ir 15 cm. Attālums starp spraudeņiem rindā 1 cm un starp rindām ir 3 cm. Spraudeņo neapkurinātā plēves siltumnīcā esošā lecektī, noēnojums 50%. Siltumnīca aprīkota ar sprinklera tipa laistīšanu, ūdens pilienu izmērs ir uz robežas ar miglu: ūdens padeve no pl. 7:30 līdz 20.00 atkarībā no laika apstākļiem, caurmērā – 30 sekundes ik pēc 20 minūtēm, tuvojoties rudenim, intervālus pakāpeniski palielina līdz novembra sākumā laista reizi dienā. Laistīšanu atsāk martā. Mēnesi pirms izstādīšanas uz lauka augus pārstāda plastmasas podos 7x7x9 cm substrātā, kas sastāv no EKO kūdras (Naturāla sūnu kūdra 0-35 mm, pH 2,9-3,5, SIA Laflora), dārza augsnes un perlīta maisījuma proporcijās 6:3:1. Nodibinājuma SKIF izmēģinājumu laukā, kas ierīkots izstrādātā kūdras purvā, jaunstādus iestāda, atstājot 50 cm starp stādiem un 60 cm starp rindām.

2. Pavairošana ar spraudeņiem no steidzinātiem mātesaugiem, augu audzēšana uz lauka.

LU Botāniskajā dārzā spraudeņu iegūšanai izmanto steidzinātus ‘Koralle’ mātesaugus: iepodotus stādus pa ziemu tur neapkurinātā siltumnīcā, bet 20.03.2019 tos ienesa apkurinātā siltumnīcā (2. att.). Laista ar remdenu ūdeni, mēslo reizi 1,5-2 nedēļās ar 0,1% šķīstošo skābumu mīlošiem augiem SCHULTZ Azalea, Camellia, Rhododendron, Plant food 31-10-10.



2. att. Brūklenes 'Koralle' steidzināts mātesaugus: a - siltumnīcā 1 mēnesi (foto 20.04.2019); b – siltumnīcā 2 mēnešus (foto 20.05.2019).

Spraudeņo 6.06.2019: nogriež 35 vienposma ~ 5 cm garus daļēji pārkoksnētu dzinumu spraudeņus, substrātā tos sprauž ~3,5 cm dziļi. Apsakņošanai izmanto EKO kūdru (naturāla sūnu kūdra 0-35 mm, pH 2,9-3,5, SIA Laflora), ko neitralizē ar krītu līdz pH 4,8. To samitrina un pilda 30x40 cm dēstu kastēs. Audzēšanas telpā temperatūra 23±2 °C, gaisma – 16 stundas diennaktī, apgaismojums uz audzēšanas plaukta – 3000 lx. Lai nodrošinātu mitrumu, audzēšanas plaukti ir nosegti ar polietilēna plēvi, gaisa relatīvais mitrums 99% (LOG100/110/CRYO). Kad dzinumi apsakņojušies, audzēšanu turpina siltumnīcā. Laista ar remdenu ūdeni, mēslo reizi 1,5-2 nedēļās ar 0,1% šķīstošo mēslojumu skābumu mīlošiem augiem SCHULTZ Azalea, Camellia, Rhododendron, Plant food 31-10-10. Pēc diviem mēnešiem, t. i., augusta sākumā, dēstu kastes ar apsakņotiem spraudeņiem iznes no siltumnīcas un pārziemina ārā. Stādus iestāda nodibinājuma SKIF izmēģinājumu laukā 1.07.2020 atstājot 50 cm starp stādiem un 60 cm starp rindām.

3. Spraudeņošana uz lauka.

z/s „Kaigi” veic divus izmēģinājumus, tieši uz lauka spraudeņot šķirni 'Koralle' un 'Red Pearl'. Vispirms 2019. gada 7. jūlijā sākumā 5-7 cm garus daļēji pārkoksnējušos dzinumu spraudeņus bez galotnes spraudeņo vertikāli, virs augsnes atstājot apmēram 1,5-2 cm spraudeņa.

Nākamajā gadā, t. i., 2020. gada 27.-28. aprīlī griež 5-7 cm garus pārkoksnējušos dzinumu spraudeņus bez galotnes. Uz laukā esošās frēzētās kūdras uzber apmēram 7 cm biezu slāni ar kūdras substrātu KKS-M1, pH 4,1-4,9 (SIA Laflora), spraudeņo divos variantos:

- vertikāli – virs substrāta atstājot apmēram 1,5-2 cm spraudeņa,
- horizontāli – spraudeņus apberot ar 3-4 cm biezu kūdras substrāta KKS-M1 slāni.

Attālums starp spraudeņiem rindā ir 5 cm, starp rindām ir 10 cm. Maija vidū vertikālos spraudeņus caur lapām mēslo ar 0,1% YaraVita Rexolin ABC, bet maija un jūnija beigās mēslo ar YaraMila COMPLEX 12-11-18 (20 g/m²). Nākamajā gadā maija sākumā caur lapām mēslo ar 0,1% YaraVita COPTRAC, bet pēc tam turpina mēslo kā pārējās uz lauka augošās brūklenes.

4. Pavairošana ar sakneņu spraudņiem.

z/s „Kaigi” 2020. gada aprīļa vidū šķirnes ‘Red Pearl’ sakneņus sagriež 3-5 cm garos spraudņos, katram spraudenim vismaz viens pumpurs, kopā 40 spraudēni. Stāda dēstu kastēs ar šūnām (šūnas tilpums 86 ml), kurās ir kūdras substrāts KKS-M1, pH 4,1-4,9, (SIA Laflora), kas ir sajaukts ar perlītu 9:1 (3. att.). Tur 3 nedēļas neapkurināmā plēves seguma siltumnīcā. Maija pirmajā dekādē pārplūdo 9x9x10 cm podos KKS-M1 kūdras substrātā un novieto uz lauka aizvējā. Otrreiz pārplūdo nākamā gada maijā 3 l plēves podos. Mēslo maija sākumā caur lapām ar 0,1% varu saturošu mēslojumu YaraVita COPTRAC, pēc tam ar 0,1% dzelzs helāta foliāro mēslojumu YaraVita Rexolin ABC, bet maija un jūnija beigās mēslo ar YaraMila COMPLEX 12-11-18, deva – pirmajā gadā – līdz 2 g, otrajā – līdz 5 g uz augu.



3. att. Brūklenes ‘Red Pearl’ sakneņu spraudēni siltumnīcā.

„Dimzas” 2021. gada augsta beigās ‘Erntedank’ sakneņus sagriež 15 cm garos spraudņos, katram spraudenim bija vairāki dzinumus aizmetņi, kopā 25 spraudēni. Stāda dēstu kastēs kūdras substrātā KKS-M1, kas ir sajaukts ar perlītu (9:1). Tur plēves siltumnīcā tādos pašos apstākļos, kā lapainos spraudņus.

5. Pavairošana ar noliektņiem, augu audzēšana uz lauka.

z/s „Kaigi” pavairoja ar noliektņiem un turpināja uz lauka audzēt šķirnes ‘Koralle’, ‘Red Pearl’ un ‘Runo Bielawskie’. Aprīlī - maijā 10 l plēves podos augošu divgadīgu krūmu dzinumus noliec un apber ar kūdras substrātu KKS-M1, pH 4,1-4,9, SIA Laflora (15. att. no rezultātiem). Mēslo divas reizes veģetācijas sezonā ar YaraMila COMPLEX 12-11-18: jūnija vidū un jūlija sākumā uz vienu podu berot apmēram 5 g mēslojuma. Pēc pārziemošanas āra apstākļos, aprīlī-maijā nogriež galotnes, atstājot 3-5 cm garus dzinumus, apsakņojušos dzinumus atdala no mātesauga. Tos iestāda KKS-M1 kūdras substrātā, pa vienam 9x9x10 cm plastmasas podos. Aptuveni mēnesi audzē neapkurinātā plēves siltumnīcā. Sākot no maija vidus, stādus pārstāda uz atklāta lauka – attālums starp stādiem 40 cm, starp rindām – 60 cm.

6. Ceru dališana, augu audzēšana uz lauka.

z/s „Kaigi” šķirņu ‘Koralle’ un ‘Runo Bielawskie’ cerus dala aprīļa sākumā - maija sākumā: katram jaunajam stādām ir vismaz viens veselīgs dzinums ar saknēm. Nogriež galotnes, atstājot 3-5 cm garus dzinumus, stāda kūdras substrātā KKS-M1, pH 4,1-4,9, (SIA Laflora) plastmasas podos 9x9x10 cm. Audzē siltumnīcā vai aizvējā uz lauka. Mēslo maija un jūnija beigās ar YaraMila COMPLEX 12-11-18: deva 2 g uz

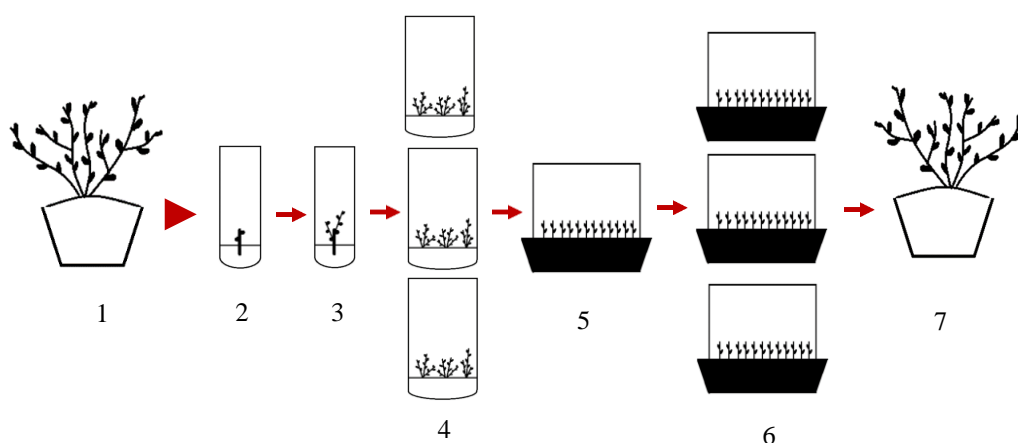
augu. Uz lauka stāda tā paša gada maija beigās līdz jūnija beigām, attālums starp stādiem 30 cm (attālums līdz citu izmēģinājumu rindām 60 cm).

„Dimzas” 2019. gadā šķirnes ‘Erntedank’ cerus daļa augusta trešajā dekādē katram jaunajam stādām ir vismaz viens veselīgs dzinums ar saknēm, galotnes nenogriež. Stāda plastmasas podos 7x7x9 cm substrātā, kas sastāv no EKO kūdras (naturāla sūnu kūdra 0-35 mm, pH 2,9-3,5, SIA Laflora), dārza augsnes un perlīta maisījuma proporcijās 6:3:1. Tur plēves siltumnīcā tādos pašos apstākļos, kā lapainos spraudņus. Pēc mēneša iestāda nodibinājuma SKIF izmēģinājumu laukā – 20 cm starp stādiem, 40 cm starp rindām.

„Dimzas” 2020. gadā jūnija beigās šķirņu ‘Rubina lāse’, ‘Salaspils ražīgā’ un ‘Jūlija’ cerus sadalīja pa dzinumiem ar saknēm, nenogriežot galotni, uzreiz iestāda nodibinājuma SKIF izmēģinājumu laukā – 40 cm starp stādiem, 60 cm starp rindām.

Pavairošana ar augu audu kultūru metodi, jaunstādu iegūšana un stādu audzēšana uz lauka

LU Botāniskā dārza Augu bioloģijas laboratorijā šķirnes ‘Koralle’, ‘Runo Bielawskie’ un ‘Red Pearl’ izmēģina stādu pavairošanai ar augu audu kultūru metodēm, klonējot sterilu dzinumu kultūru un iegūstot jaunstādus, ko turpina audzēt SIA Stādaudzētavai „Dimzas” un z/s „Kaigi”, visbeidzot izstādot uz z/s „Kaigi” un nodibinājuma SKIF izmēģinājuma. Pēc 4. attēlā redzamās shēmas laboratorijā vispirms no mātesauga iegūst spraudņus, tos dezinficē, novieto sterilos apstākļos uz barotnes (*in vitro*), lai no padušu pumpuriem stimulētu dzinumu attīstību, tad tos pavairo klonējot, apsakņo kūdras substrātā (*ex vitro*), iegūstot jaunstādus, kuru skaitu dubulto, apsakņojot no tiem grieztus galotņu spraudņus, visbeidzot jaunstādus nodod projekta partneriem tālākai audzēšanai.



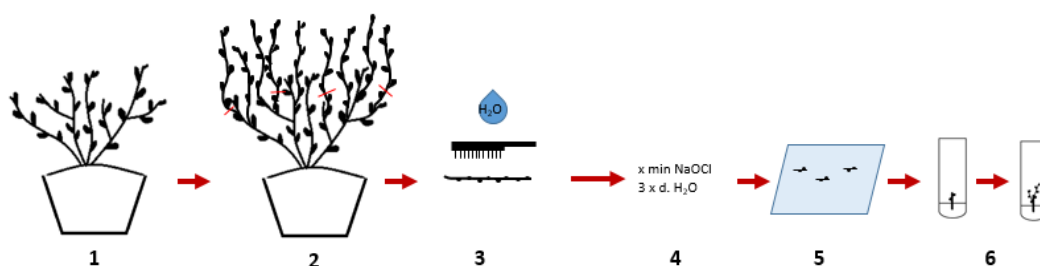
4. att. Eksperimenta shēma: 1 – mātesaugi; 2 – spraudņa izolēšana, dezinficēšana un novietošana uz barotnes sterilos apstākļos *in vitro*; 3 – primāro dzinumu attīstība; 4 – dzinumu klonēšana; 5 – dzinumu apsakņošana un adaptācija *ex vitro*; 6 – klonēšana *ex vitro*; 7 – jaunstādu audzēšana.

Primāro dzinumu iegūšana *in vitro*

Pirms eksperimentiem iepodoti mātesaugu stādi pa ziemu atradās neapkurinātā siltumnīcā un martā tos ienesa apkurinātā siltumnīcā, lai veicinātu ātrāku dzinumu attīstību (5. att., 1). Laista ar remdenu ūdeni, mēslo reizi 1,5-2 nedēļās ar 0,1% šķīstošo skābumu mīlošiem augiem SCHULTZ Azalea, Camellia, Rhododendron, Plant food 31-10-10. Dažādu faktoru ietekmes noskaidrošanai un dažādu šķirņu primāro dzinumu attīstības salīdzināšanai bija eksperimentu varianti, kas atšķiras ar:

- eksplantu izolēšanas laiku,
- eksplantu dezinficēšanas ilgumu,
- citokinīniem, to koncentrāciju barotnē,
- šķirnēm.

Dzinumus eksplantiem grieza 8, 12, 16, 20 un 24 nedēļas pēc mātesaugu ienešanas apkurinātā siltumnīcā (5. att., 2). Dzinumus atlapo, nomazgā ar antibakteriālām ziepēm Safeguard (Procter&Gamble) un birstīti, noskalo tekošā krāna ūdenī (5. att., 3). Darbu turpina sterilos apstākļos laminārajā boksā (Kojair, BW-130 standart). Dzinumu dezinficē 1% NaOCl (aktīvā viela šķīdrajā veļas balinātājā ACE, Procter&Gamble) un skalo 3 reizes dejonizētā sterilā ūdenī (5. att., 4). Dezinficēšanas ilguma varianti: 10, 15 un 20 minūtes. Pēc tam dzinumus sagriež apmēram 1 cm fragmentos – eksplantos, ar diviem-trim pumpuriem (5. att., 5) un vertikāli sprauž iepriekš sagatavotā sterilā gēlveida barotnē – pa vienam mēģenēs, kuru augstums ir 15 cm un diametrs 2,5 cm (6. att., 6). Mēģenes ir aizvērtas ar alumīnija foliju.



5. att. Brūkleņu primāro dzinumu kultūras iegūšanas shēma: 1 – dzinumu steidzināšana apkurinātā siltumnīcā; 2 – dzinumu griešana; 3 – dzinumu mazgāšana; 4 – dzinumu sterilizēšana; 5 – eksplantu izolēšana; 6 – eksplantu novietošana kultivēšanas traukā dzinumu attīstības stimulēšanai.

Primāro dzinumu augšanas stimulēšanai izmantoja Andersona barotni (Anderson, 1984), kam pievienota saharoze 25 g/l, nikotīnskābe 0,5 mg/l, piridoksīns 0,1 mg/l, tiamīns 0,4 mg/l, mezoinozīts 100 mg/l, adenīns 40 mg/l, kazeīna hidrolizāts 1 g/l un agars 7,8 g/l (Plant agar, Duchefa Biochemie). Barotnes pH 4,8-5. Dzinumu attīstības stimulēšanai, barotnei pievieno citokinīnus, izmēģinot četrus variantus: ar zeatīnu 0,5, 0,75 un 1,0 mg/l, vai N⁶-(2- izopentil)adenīnu (IPA) – 15 mg/l.

Brūkleņu primāro dzinumu attīstību novērtēja šķirnēm ‘Koralle’, ‘Runo Bielawskie’ un ‘Red Pearl’: eksplantus izolēja 8 nedēļas pēc mātesaugu ienešanas apkurinātā siltumnīcā, dezinficēja 20 min 1% NaOCl, kultivēšanai izmantoja iepriekš aprakstīto barotni, kam pievienots zeatīns 0,75 mg/l.

Barotni autoklāvē 20 minūtes 121 °C temperatūrā. Kultivē 8 nedēļas, audzēšanas telpā ir 23±2 °C temperatūra, gaisma – 16 stundas, apgaismojums – 3000 lx virs audzēšanas traukiem.

Dzinumu kultūras pavairošana *in vitro*

Dzinum kultūras pavairo, dzinumus klonējot ik pēc 12 nedēļām: mikrospraudeņus ar 2-3 pumpuriem vertikāli sprauž barotnē. Audzēšanas apstākļu ietekmes un dažādu šķirņu augšanas salīdzināšanai bija eksperimentu varianti, kas atšķirās ar:

- makroelementu sastāvu vai to daudzumu,
- citokinīniem, to koncentrāciju barotnē,
- kultivēšanas trauku tilpumu un mikrospraudeņu skaitu tajos,
- kultivēšanas trauka slēguma veidu,
- šķirnēm.

Visos izmēģinājuma variantos barotnē ir Andersona barotnes (Anderson, 1984) mikroelementi, saharoze 25 g/l, nikotīnskābe 0,5 mg/l, piridoksīns 0,1 mg/l, tiamīns 0,4 mg/l, mezoīnozīts 100 mg/l, adenīns 40 mg/l, kazeīna hidrolizāts 1 g/l un agars 7,8 g/l (Plant agar, Duchefa Biochemie). Barotnes pH 4,8-5. Audzēšanas trauki ir no stikla. Apstākļi audzēšanas telpā ir tādi paši kā primāro dzinumu iegūšanai.

- Makroelementu ietekmei pārbaudīja, barotnei tos pievienojot pēc receptūrām (1. tabula):

- Andersona (Anderson, 1984) (kontrolē),
- Woody plant medium (WPM) (Lloyd and McCown 1980),
- Murashiges un Skuga (MS) (Murashige and Skoog, 1962),
- puse Murashiges un Skuga (½ MS) (Murashige and Skoog, 1962).

Barotnēm bija pievienots zeatīns 0,75 mg/l. Audzēšanai izmanto 300 ml (augstums – 12,5 cm, diametrs – 7 cm) traukus, aizvērtus ar alumīnija foliju. Katrā traukā ir 15 mikrospraudeņi, katrā variantā – pieci atkārtojumi.

1. tabula

Barotnes makroelementu sastāva varianti dzinumu pavairošanai.

Makroelementi, g/l	Barotnes receptūra			
	Anderson	WPM	MS	1/2 MS
Ca(NO ₃) ₂ ·4H ₂ O	0,684	0,556	-	-
CaCl ₂ ·2H ₂ O	-	0,096	0,440	0,220
KNO ₃	0,190	-	1,900	0,950
K ₂ SO ₄	-	0,990	-	-
NH ₄ NO ₃	0,400	0,400	1,650	0,825
MgSO ₄ ·7H ₂ O	0,370	0,370	0,370	0,185
KH ₂ PO ₄	0,357	0,170	0,170	0,085

- Augšanas regulatoru ietekmi uz dzinumu augšanu izmēģināja Andersona barotnei (Anderson, 1984) pievienojot citokinīnus:

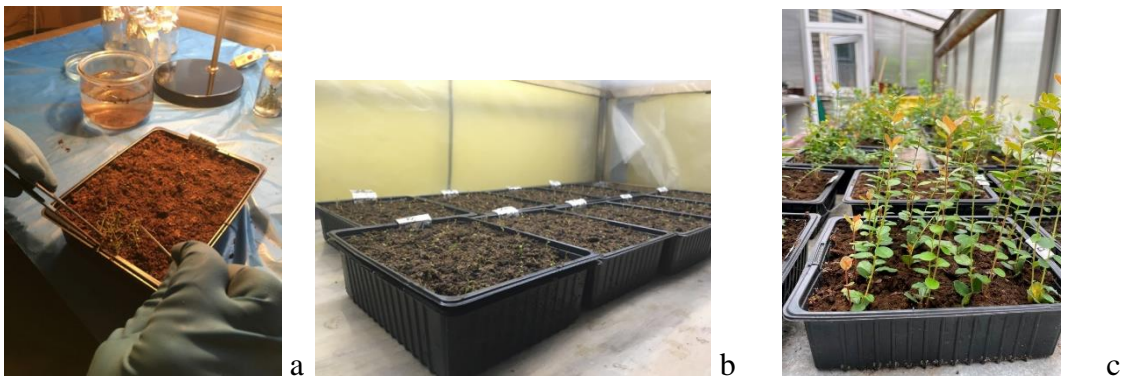
- zeatīns 0,25, 0,5, 0,75 un 1,0 mg/l,
- N⁶-(2- izopentil)adenīns (IPA) – 15 mg/l.

Audzēšanai izmanto 300 ml traukus aizvērtus ar alumīnija foliju. Katrā traukā ir 15 mikrospraudeņi, katrā variantā – pieci atkārtojumi.

- Kultivēšanas trauku ietekmi novērtēja, dzinumus audzējot uz Andersona barotnes (Anderson, 1984) ar zeatīnu 0,75 mg/l, četrus variantus traukos (aizvērti ar alumīnija foliju) piecos atkārtojumos:
 - mēģenēs (augstums 15 cm, diametrs 2,5 cm) ievietojot 1 mikrospraudeņi,
 - 50 ml traukos (augstums 9 cm, diametrs 4 cm) ievietojot 5 mikrospraudeņus,
 - 100 ml traukos (augstums 10,5 cm, diametrs 5,2 cm) ievietojot 8 mikrospraudeņus,
 - 300 ml traukos trauks (augstums 12,5 cm, diametrs 7 cm) ievietojot 15 mikrospraudeņus.
- Kultivēšanas trauku slēgumu ietekmei uz dzinumu augšanu novērtēja, tos audzējot uz Andersona barotnes (Anderson, 1984) ar zeatīnu 0,75 mg/l 100 un 200 ml traukos, trīs variantos ar pieciem atkārtojumiem katrā, aizvākot ar:
 - vates korķi,
 - alumīnija foliju,
 - alumīnija folijas, kas pārvilkta ar parafilmu (Bemis Company, Inc.).
- Dažādu brūkleņu šķirņu dzinumu kultūras augšanu salīdzināja, 'Koralle', 'Runo Bielawskie' un 'Red Pearl' dzinumus kultivējot 50 ml traukos, kas aizvērti ar alumīnija foliju, uz Andersona barotnes (Anderson, 1984) ar zeatīnu 0,75 mg/l.

Jaunstādu iegūšana

Dzinumus, kas izauguši *in vitro*, apsakņo un aklimatizē *ex vitro*. Dzinumus sprauž EKO kūdrā (naturāla sūnu kūdra 0-35 mm, pH 2,9-3,5, SIA Laflora), ko neitralizē ar krītu līdz pH 4,8, samitrina un pilda 13x17 cm dēstu kastēs. No *in vitro* audzēšanas traukiem dzinumus izņem un stādīšanas laikā tur traukā ar ūdeni. Dzinumi ir 2-8 cm gari, garākos griež uz pusēm un ar irbuļa un pincetes palīdzību sprauž substrātā (6. att., a), virs tā atstājot apmēram divus posmus. Attālums starp dzinumiem rindā un starp rindām ir 3 cm, kastē 20 dzinumi.



6. att. Brūklenes dzinumu apsakņošana un aklimatizācija *ex vitro*: a - dzinumu spraušana kūdrā; b - apsakņošanai un aklimatizācijai 1. mēnesī; c – jaunstādu audzēšana LU Botāniskā dārza siltumnīcā.

Vispirms 1-2 mēnešus dzinumus tur audzēšanas telpā 23 ± 2 °C, gaisma ir 16 stundas diennaktī, apgaismojums uz audzēšanas plaukta - 3000 lx. Lai nodrošinātu mitrumu, audzēšanas plaukti ir nosegti ar polietilēna plēvi (6. att., b), gaisa relatīvais mitrums 99%. Kad dzinumi apsakņojušies, audzēšanu turpina siltumnīcā (6. att., c), kas ziemā ir apkurināma 18 ± 2 °C. Laista ar istabas temperatūras ūdeni, mēslo reizi 1,5-2 nedēļās ar 0,1% šķīstošo mēslojumu SCHULTZ Azalea, Camellia, Rhododendron, Plant food 31-

10-10. Trūdodiņus apkaro ar nematodi *Steinernema felitae* saturošu preparātu, rīkojoties pēc instrukcijas uz iepakojumu.

Dzinumu apsākņošanās veicināšanas eksperimentos dzinumus apstrādāja pirms to spraušanas kūdras substrātā ar augsni β -indolilsviestskābi (ISS):

- iemērcot bazālo galu 0,016 %, 0,1%, 0,5 % ISS talka pulverī;
- dzinums 3 minūtes mērcēja 0,1%, 0,5%, 0,7%, 1% ISS ūdens šķīdumā.

Salīdzināta dzinumu apsākņošanās *ex vitro*, ņemot dzinumus, kam pavairošanas barotnē bija dažādi citokinīni - zeatīns 0,25 mg/l, 0,5 mg/l, 0,75 mg/l, 1 mg/l un IPA 15 mg/l).

Pavairošana ar jaunstādu galotņu spraudņiem

Kad jaunstādu dzinumi ir vismaz 6 cm gari, tiem nogriež apmēram 3 cm garas galotnes. Galotņu spraudņus iesprauž substrātā kāds izmantots jaunstādu iegūšanai, virs tā atstājot apmēram 1,5 cm dzinuma. Apsākņošana notiek vispirms 3-4 nedēļas audzēšanas telpā, pēc tam siltumnīcā. Kūdra, mēslošana un vides apstākļi ir tādi paši kā jaunstādu izaudzēšanai. Dēstu kastē attālums starp spraudņiem un rindām ir 4 cm.

Stādu audzēšana uz lauka

LU Botāniskajā dārzā apsākņotos jaunstādu lauka audzēšanas izmēģinājumus veica projekta partneri:

- Stādu audzētava „Dimzas” pārziemināja jaunstādus lecektīs plēves siltumnīcā tādos pašos apstākļos kā lapainos spraudņus. Daļu stādu izmanto tālākai audzēšanai uz lauka, bet daļu – pavairošanai: jūlija beigās – augusta sākumā griež spraudņus (ar un bez galotnes), ko apsākņo tādos pašos apstākļos kā lapainos spraudņus. Pārzieminātus stādus un no spraudņiem iegūtos jaunstādus nākamajā veģetācijas sezonā (t.i., 2020., 2021. gadā) stāda nodibinājums SKIF izmēģinājumu laukā izstrādātā Kaigu kūdras purvā - stāda 50 cm starp stādiem un 60 cm starp rindām.
- Z/s „Kaigi” jaunstādus, ko saņem 2019., 2020., 2021. gada vasarā, uzreiz iestāda atklātā laukā, attālums starp stādiem 40 cm, starp rindām – 60 cm. Daļu jaunstādu uzreiz izmanto pavairošanai – spraudņus (apmēram 5-6 cm) spraudņojot tieši uz lauka – attālums starp augiem 3 cm, rindām – 6 cm.

Audzēšana podos

z/s „Kaigi” šķirņu ‘Koralle’, ‘Red Pearl’ un ‘Runo Bielawskie’ apsākņojušos noliektņus izmanto stādu iegūšanai: aprīļa vidū – maija pirmajā pusē nogriež galotnes, atstājot 3-5 cm garus dzinumus, dzinumus atdala no mātesauga, iestāda KKS-M1 kūdras substrātā, pa vienam 9x9x10 cm podos. Aptuveni mēnesi audzē siltumnīcā. Sākot no maija vidus podus pārvieto uz atklāta lauka. Viengadīgo stādu pārmodo aprīļa beigās – maija sākumā 2-3 l podos, divgadīgus stādus pārmodo 8-10 l podos. Mēslošanas režīms – tāds pats kā uz lauka augošiem augiem, mēslojumu YaraMila COMPLEX 12-11-18 berot 1. gadā līdz 3 g uz augu, bet nākamajos gados – apmēram 5 g uz augu.

Mēslošanas lauka izmēģinājumi

Mēslošanas lauka izmēģinājumus plānoja un augu minerālās barošanās pētījumiem nepieciešamās augu un substrāta ķīmiskās analīzes veica Latvijas Universitātes Bioloģijas institūta Augu minerālās barošanās laboratorijā. Divi atsevišķi brūkleņu mēslošanas eksperimenti iekārtoti z/s „Kaigi” un nodibinājuma SKIF izmēģinājuma laukā (1. att.). Izmēģinājumus z/s „Kaigi” iekārtoja 2019. gada pavasarī un uzturēti visu projekta laiku, bet nodibinājums SKIF – ierīkoja 2019. gada augustā. Stādīja gadu vecus stādus, kas iegūti dalot cerus: z/s „Kaigi” izmanto šķirni ‘Runo Bielawskie’ un nodibinājums SKIF – ‘Erntedank’. Stāda rindās, starp tām viena metra atstarpe, pilna apgaismojuma apstākļos. Eksperiments iekļāva kontroli (K) un trīs mēslošanas variantus (T1, T2, T3) ar 55 augiem katrā variantā. Nodibinājuma SKIF laukā mēslošanas eksperiments, sakarā ar sliktu augu iesaigšanu, atkārtots stādot 2020. un 2021. gadā, līdz ar to izmēģinājums neizdevās pilnvērtīgs. Tādēļ turpmāk pilnībā aprakstīts z/s „Kaigi” veiktais izmēģinājums un rezultāti. Abiem partneriem, pirmajā gadā pēc augu izstādīšanas maijā, katrs laukā iekārtotais eksperimentālais variants, izņemot kontroli, tika vienmērīgi mēslojums ar zemu (250 kg ha^{-1}) devu kompleksā mēslojuma, kurš piemērots skābu vidi mīlošiem augiem – Novatec Classic 12-8-16 ar mikroelementiem (COMPO GmbH & Co, Vācija). Turpmākajās veģetācijas sezonās z/s „Kaigi” (2020. un 2021. gadā) lietoja mēslošanas shēmu:

Variants	Kontrole (K)	Variants (T1)	Variants (T2)	Variants (T3)
Mēslošana	nemēslo	1x granulēts kompleksais mēslojums ar mikroelementiem Novatec Classic 12-8-16, 250 kg ha^{-1}		
			1x šķīstošais kompleksais mēslojums ar mikroelementiem Basfoliar SP 20-19-19	
				3x foliārais mēslojums ar mikroelementiem Omex Bio 20

2020. un 2021. gada jūnija sākumā visus variantus, izņemot kontroli, mēsloja ar lietojot 300 kg ha^{-1} iepriekš minēto komplekso mēslojumu. Veģetācijas sezonas vidū (jūlija vidū) variantos T2 un T3 papildus laistīja ar šķīstošo komplekso mēslojumu Basfoliar SP 20-19-19 ar mikroelementiem (COMPO GmbH & Co, Vācija). Savukārt T3 variantā brūklenes trīs reizes veģetācijas sezonā vēl migloja ar foliāro mēslojumu Omex Bio 20 (Omex Agrifluids Ltd, UK), kurš satur mikroelementus Fe, Mn, Zn, Cu, Mo, B.

Rezultātu novērtēšanai krūmu vainaga diametra, kopējo rizomu un dzinumu skaita uzskaiti un mērīšanu veica reizi 2020. gada veģetācijas sezonas beigās – novembra sākumā. Brūkleņu lapu un substrāta paraugi ķīmiskajām analīzēm ievāca reizi mēnesī no maija līdz septembrim.

Kūdras ķīmiskajām analīzēm paraugus ievāca katra gada maijā, bet 2020. un 2021. gadā reizi mēnesī no jūnija līdz septembrim. Vidējos augsnes paraugus sagatavoja, ievācot augsni augu sakņu zonā, ņemot kopumā 5 individuālos paraugus, kurus

sajaucot, izveidoja viens reprezentatīvais paraugs no eksperimentālā varianta. Augsnes paraugus atdzesēja zem +4 °C, lai pārtrauktu tālāko nitrifikāciju un žāvēja +35°C temperatūrā līdz gaissausam stāvoklim, sijāja caur 2 mm sietu.

Lapu ķīmiskajām analīzēm paraugus ievāca 2020. un 2021. gadā reizi mēnesī no jūnija līdz septembrim. Katram augu paraugam ievāca aptuveni 50 gramus svaiga augu materiāla, izvēloties raksturīgas lapas un dzinumus, izslēdzot varbūtējo slimības un kaitēkļu skartos. Augu materiāla paraugus līdz izžāvēšanai uzglabāja ledusskapī +4 °C temperatūrā ne ilgāk par 24 stundām. Paraugus nofiksēja 2-3 minūtes tos turot 105 °C, izžāvēja +60 °C līdz nemainīgam svaram un samala. Augsnes un augu paraugos noteica 12 augiem absolūti nepieciešamos barības elementus (makroelementi – N, P, K, Ca, Mg, S un mikroelementi – Fe, Mn, Zn, Cu, Mo, B), kā arī divus balasta elementus Na un Cl. Augsnei noteica arī divus augsnes īpašības raksturojošus rādītājus: kopējā ūdenī šķīstošo sāļu koncentrāciju (EC) un augsnes aktīvo reakciju (pH). Augu paraugu analizējamo šķīdumu ieguva, lietojot sauso pārpelnošanu HNO₃ tvaikos un pelnus izšķīdinot 3% HCl (Ринькис и др., 1987). K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn un Cu noteikšanai augu lapās izmanto mikroviļņu plazmas atomu emisijas spektrometru (MP-AES; Agilent 4200) (Sreenivasulu et al., 2017). N, P, Mo, B noteikšanai izmanto kolorimetrijas, bet S noteikšanai turbidimetrijas metodi (Ринькис и др., 1987). Kūdras paraugus analizēja 1M HCl izvilkumā – kūdras izvilkuma attiecība ir 1:5. Barības elementu noteikšanai kūdrā, lietotas tās pašas metodes, kuras augu analīžu gadījumā.

Rezultāti

Pavairošana ar dažādām tradicionālām veģetatīvās pavairošanas metodēm un stādu audzēšana

1. Pavairošana ar lapainiem (daļēji pārkoksnējušos dzinumus) spraudņiem, augu audzēšana uz lauka.

„Dimzas” 2019., 2020. un 2021. gadā ar lapainiem spraudņiem pavairo šķirnes ‘Rubīna lāse’ un ‘Erntedank’. Spraudņus 2019. gadā grieza 3. jūlijā, 2020. gadā – 11. augustā, bet 2021. gadā – 13. augustā, atbilstoši dzinumus nobriešanai, kad ir jūtams pārkoksnēšanās sākums (7. att.). Visos gados apsākņojas vidēji 75% šķirnes ‘Erntedank’ un 62% ‘Rubīna lāse’ spraudņi, neatkarīgi, vai tie ir bijuši ar, vai bez galotnes.



7. att. SIA Stādaudzētavā „Dimzas” šķirnes ‘Erntedank’ lapainie spraudēņi bez galotnes siltumnīcas lecektī: a - vienu mēnesi pēc spraudēņošanas; b – 11 mēnešus pēc spraudēņošanas.

Stādus izstāda uz lauka nākamajā gadā, mēnesi pirms tam iestādot podos labākai sakņu sistēmas un vasas attīstībai (8. att.) Nodibinājuma SKIF izmēģinājumu laukā Kagu izstrādātā kūdras purvā jaunstādi tikpat kā neauga garumā un neveidoja jaunus dzinumus. Pēc pārziemošanas izdzīvoja 2-5% augu.



8. att. SIA Stādaudzētavā „Dimzas” ar lapainiem spraudēņiem pavairotu jaunstādu stādīšana nodibinājuma „Stādu un kūdras inovāciju fonds” izmēģinājumu laukā izstrādātā Kaigu kūdras purvā 1.07.2020.

2. Pavairošana ar spraudēņiem no steidzinātiem mātesaugiem, augu audzēšana uz lauka.

Šķirnei ‘Koralle’ 13 mēnešus pēc spraudēņošanas 83% steidzinātu mātes augu spraudēņi LU Botāniskajā dārzā bija izveidojuši labi attīstītu sakņu kamolu, jaunstādi ir vidēji 16,1 cm gari ar 3,6 dzinumiem katrs (9. att.). Jaunstādus 1.07.2020 iestāda nodibinājuma SKIF izmēģinājumu laukā izstrādātā Kaigu kūdras purvā. Abās veģetācijas sezonās augi neauga garumā, toties pirmajā veģetācijas sezonā vidējais dzinumu skaits no 3,6 pieauga līdz 7,3 dzinumiem, bet nākamajā dzinumu skaits palielinās līdz vidēji 12,1 dzinumam uz stādu (10. att.).



9. att. Šķirnes ‘Koralle’: a - gadu vecs janstāds, kas iegūts, apsakņojot spraudeni no steidzināta mātesauga; b - stādi pirms izstādīšanas uz lauka.

Pārziemojot, nākamās veģetācijas sezonas beigās, tas ir pēc 15 mēnešiem, kopš iestādīšanas laukā, no 29 augiem bija izdzīvojuši 17 (58,6%). Nebija novērojamas dzinumu atvases, kas veidojas no sakneņiem.

Nepietiekama izmēģinājumu atkārtojumu, kā arī izstrādātā Kaigu kūdras lauka skarbo apstākļu – žāvējoša vēja un noēnojuma trūkuma dēļ, nevar izdarīt pilnvērtīgus secinājumus. Izmēģinājumi būtu jāturpina, variējot ar audzēšanas apstākļiem. Tomēr steidzināti mātesaugi dod iespēju spraudņot agrāk – jau jūnija sākumā, tādēļ tiem ir garāks veģetācijas periods, tie sekmīgāk izdzīvo un apsakņojas, bet pēc gada jaunstādi ir apmēram 3-4 reizes lielāki par tiem, kas iegūti no nesteidzinātu mātes augu spraudņiem. Bez tam, projekta beigās salīdzinot izstrādātā Kaigu kūdras purva laukā iestādītās brūklenes, kas pavairotas ar dažādiem paņēmieniem, jāatzīmē, ka kopumā izturīgākie augi bija ar lielāku vasu un attīstītāku sakņu sistēmu, tātad tieši augi, kas pavairoti ar spraudņiem no steidzinātiem mātes augiem.



10. att. Šķirnes ‘Koralle’ augu augšana izstrādātā Kaigu kūdras purvā nodibinājuma „Stādu un kūdras inovāciju fonds” izmēģinājumu laukā: a - 11 mēnešus auguši uz

lauka; b – otrās veģetācijas sezonas beigās (17.09.2021). LU Botāniskajā dārzā stādi izaudzēti, apsakņojot spraudeņus, kas griezti no steidzinātiem mātesaugiem.

3. Spraudeņošana uz lauka.

z/s „Kaigi” 2019. gada jūlijā uz lauka spraudeņoja ‘Koralle’ un ‘Red Pearl’. Spraudeņi bija griezti no daļēji pārkoksnētiem dzinumiem. Augi nepārziemoja. Pirms tam līdzīgu izmēģinājumu tai pat gadā veica, ar spraudeņiem, kas maija beigās griezti no meža augošanas pamatsugas: spraudeņus novietoja gan vertikāli, gan horizontāli. Tie arī nepārziemoja.

Ekspertimentu atkārtoja 2020. gadā. Aprīļa beigās abām šķirnēm spraudeņus grieza no pārkoksnētiem dzinumiem. Uz lauka sprauda KKS-M1 kūdras substrātā, kas uzbērts uz frēzētās kūdras. Horizontāli novietotie spraudeņi neapsakņojās, bet vertikāli iespraustie - abām šķirnēm apsakņojās un pārziemoja. Pēc gada maijā no 36 ‘Koralle’ spraudeņiem izdzīvojuši bija 58 %, bet ‘Red Pearl’ – no 35 spraudeņiem – 46% augu. Novērtējot rezultātus otrās veģetācijas sezonas beigās, individuāli augi vairs nebija identificējami (12. att.), jo veidojās augu klājiens, bet galotnes sniedzās vidēji 14-17 cm augstumā.



12. att. Šķirnes ‘Red Pearl’ spraudeņošana z/s „Kaigi” izmēģinājuma laukā: a - vertikālie spraudeņi (no pārkoksnētiem dzinumiem) mēnesi pēc spraudeņošanas; b - augi otrās veģetācijas sezonas beigās (16,5 mēnešus pēc spraudeņošanas).

Rezultāti liecina, ka spraudeņošana uz lauka ir iespējama, bet rezultāti ir atkarīgi no spraudeņa stāvokļa un substrāta. Rupji frēzētā kūdrā augi neattīstās. Arī horizontāli novietotie spraudeņi aiziet bijā. Perspektīvs pavairošanas veids ir vertikāli uz lauka sprauti spraudeņi, kas griezti aprīļa beigās – maija sākumā no pārkoksnētiem dzinumiem, par substrātu izmantojot salīdzinoši smalku kūdras substrātu KKS-M1 vai līdzvērtīgu. Šāda spraudeņošana varētu būt izdevīga gadījumos, kad ir pietiekams izejmateriāla daudzums, un tai nav nepieciešama siltumnīca.

4. Pavairošana ar sakneņu spraudeņiem

Brūkleņu sakneņiem veidojas dzinumi (13. att.), tādēļ z/s „Kaigi” sadalot sakneņus, tos izmēģināja izmantot pavairošanai.



13. att. Brūklenes ‘Koralle’ sakneņi ar dzinumiem z/s „Kaigi”.

‘Red Pearl’ sakneņu spraudējiem tālāk attīstība vērojama gadījumos, kad jau spraudēšanas laikā pumpuram bija manāms dzinumu aizmetnis. No 40 spraudējiem attīstību turpināja 6, ko maija pirmajā dekādē pārņēma un novieto ārā apstākļos (14. att.).



14. att. Brūklenes ‘Red Pearl’ 14 mēnešus vecs augs, kas z/s „Kaigi” iegūts no sakneņa spraudēja.

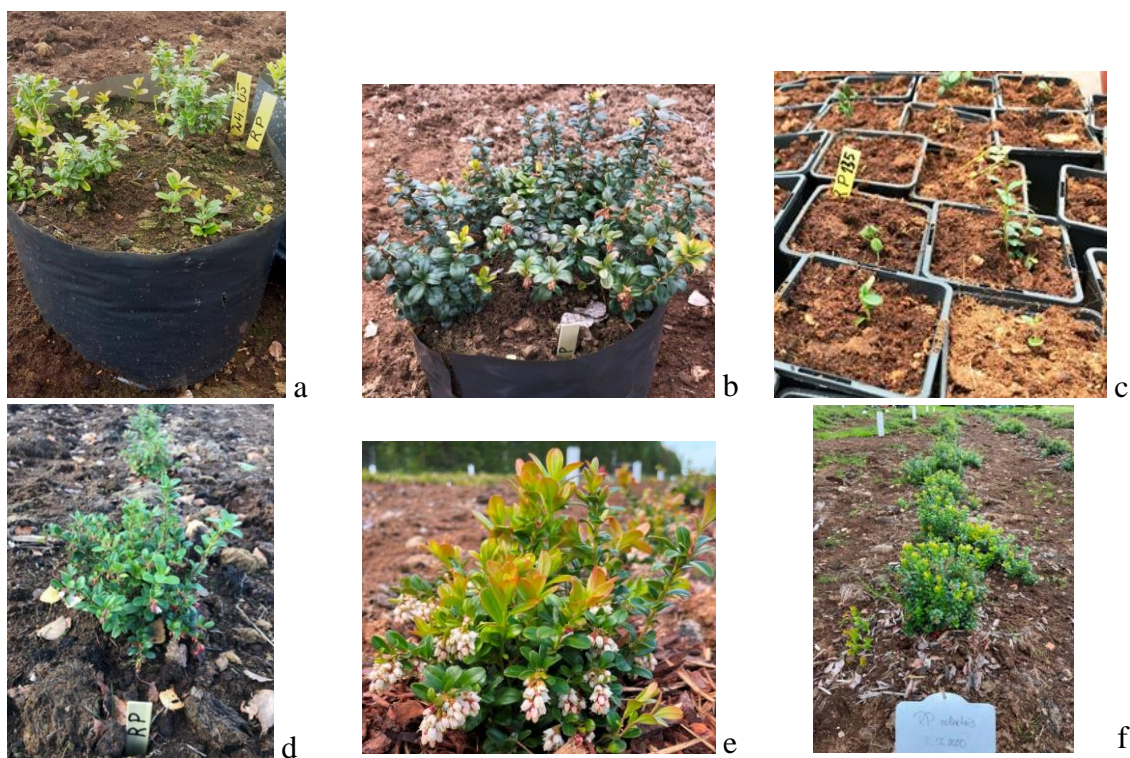
z/s Kaigi plašākus izmēģinājumus ar sakneņu spraudējiem neturpināja, jo trūka sākumposmā nepieciešamās siltumnīcas ar regulējamu mitruma un temperatūras režīmu, kas iespējams nodrošinātu sekmīgāku augu attīstību nekā tas notika neapkurinātā plēves siltumnīcā.

„Dimzas” šķirnei ‘Erntedank’ sakneņu spraudējus grieza pēdējā projekta veģetācijas sezonā - 2021. gada augsta beigās, tādēļ rezultātus novērtēs pēc projekta beigām.

5. Pavairošana ar noliektņiem, augu audzēšana uz lauka.

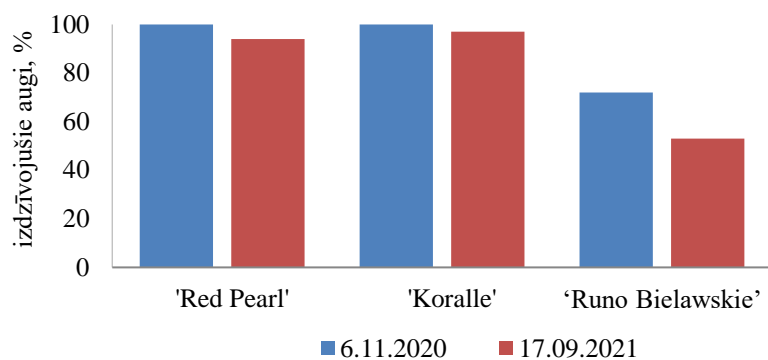
z/s „Kaigi” trim šķirnēm ‘Red Pearl’, ‘Koralle’ un ‘Runo Bielawskie’ izmēģināja pavairošanu ar noliektņiem (15. att.). Augus podos, kam dzinumus noliec un apber aprīļa sākumā, tur siltumnīcā. Nebija novērojamas atšķirības starp tiem un pāris nedēļas vēlāk noliektu dzinumu apsākņošanas, kas uzreiz notika āra apstākļos. Tādēļ jāsecina, ka noliektņu apsākņošanai siltumnīca nav nepieciešama, dzinumus pieliecot no aprīļa vidus līdz maija vidum.

Stādu izdzīvošana pēc divām veģetācijas sezonām vislabākā ir šķirnei ‘Red Pearl’ un ‘Koralle’ (16. att., A). Tām ir arī straujākā dzinumu stiepsšanās garumā un zarošanās, novērtējot vainaga laukuma pieaugumu, salīdzinājumā ar šķirni ‘Runo Bielawskie’ (16. att., B un C). Pēc pirmās veģetācijas sezonas novērtējot uz lauka augušos jaunstādus, visvairāk sakneņu ar virs augsnes redzamām dzinumu atvasēm bija attīstījušies šķirnei ‘Koralle’ – 0,53 sakneņi uz augu, bet visvairāk uz sakneņiem esošu dzinumu ir šķirnei ‘Red Pearl’ – vidēji 2,03 jauni dzinumi vienam augam.

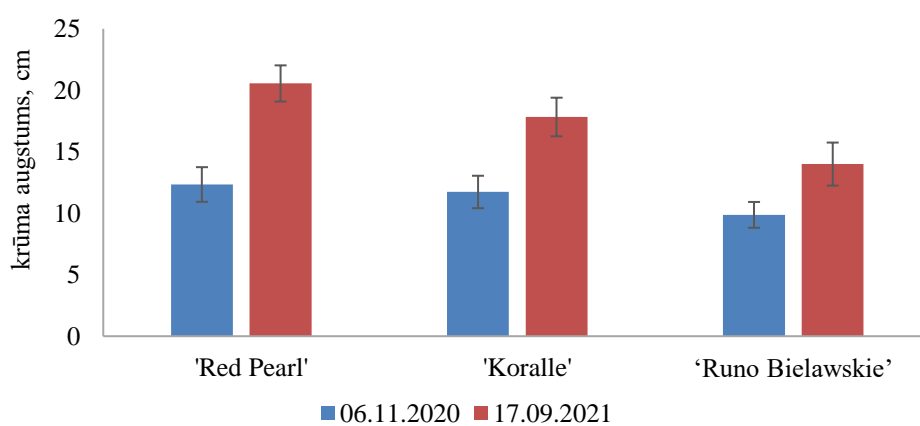


15. att. Brūklenes ‘Red Pearl’ pavairošana ar noliektņiem un audzēšana z/s „Kaigi”: a – dzinumi noliekti un apbērti ar kūdru 24.05.2019; b - augi 24.04.2020 - pēc pārziemošanas nākamajā pavasarī; c – no mātesauga 5.05.2020 atdalītus apsākņojušos dzinumus mēnesi audzē podos plēves siltumnīcā; d - stādi 10.06.2020 izstādīti uz lauka, attēlā augi uz lauka auguši 5 mēnešus; e – augi uz lauka auguši 12 mēnešus, f - rinda ar 15 mēnešus uz lauka augušiem augiem.

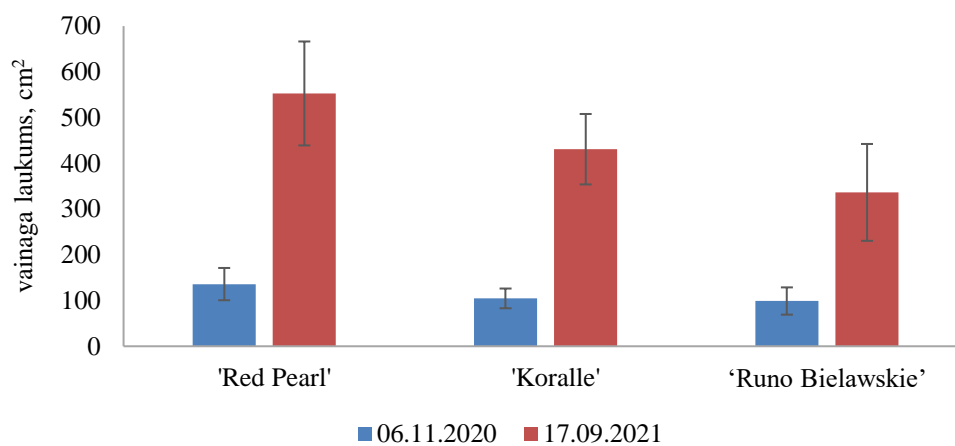
A



B



C



16. att. Ar noliektniem pavairotu brūkleņu krūmu augšana: apsakņojušies dzinumi no mātesauga atdalīti 2020. gada aprīlī-maijā, uz lauka iestādīti 10.06.2020, mērīti: 6.11.2020 un 17.09.2021. A – izdzīvojušie augi; B - vidējais krūma augstums; C – vidējais vainaga laukums.

6. Ceru dalīšana, augu audzēšana uz lauka.

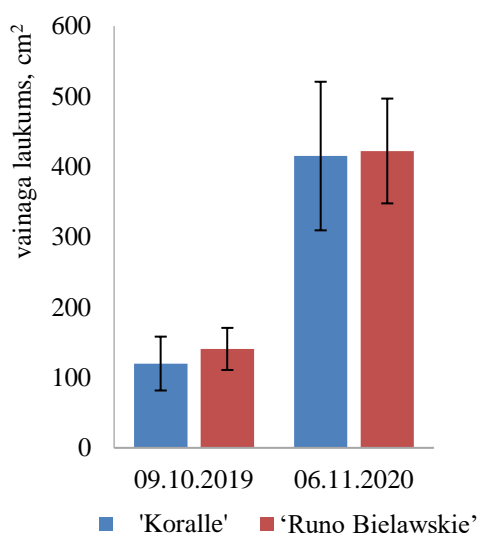
Brūkleņu krūms pakāpeniski veido ceru, no sakneņiem attīstoties jauniem dzinumiem (17. att.). Apsakņojušos dzinumus atdalīja no mātesauga un izmantoja pavairošanai.



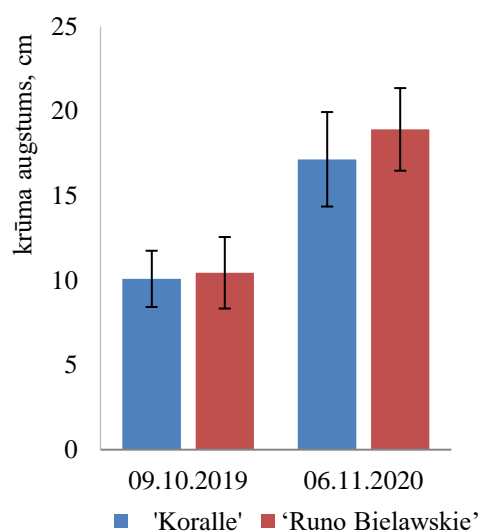
17. att. Šķirnes 'Runo Bielawskie' cers z/s „Kaigi”.

Z/s „Kaigi” dalīja šķirņu 'Koralle' un 'Runo Bielawskie' cerus daļa aprīļa sākumā - maija sākumā un trīs gadus novēroja atdalīto stādu augšanu. Apmēram 1,5 mēnešus audzēja podā un pēc tam izstādīja uz lauka. Pirmajā veģetācijas sezonā jaunstādiem attīstās dzinumi, veidojot krūmu. Šķirnei 'Koralle' jaunstādiem attīstījās arī sakneņi ar dzinumu atvasēm - vidēji 0,5 sakneņi uz jaunstādu. Otrajā veģetācijas sezonā krūmu dzinumi aug garumā, veidojas jauni dzinumi, līdz ar to palielinās vainaga laukums (18. att.). Vienlaikus ap augiem virs zemes izaug arvien jaunas dzinumu atvases, kas liecina par sakneņu augšanu un pakāpenisku cera veidošanos (2. tabula). Pēc trešās veģetācijas sezonas nav iespējams identificēt mātesaugu, jo tam visapkārt no sakneņiem ir attīstījušies jauni dzinumi, veidojot ceru (19. att.).

A



B



18. att. Ar dalīšanu pavairotu šķirņu 'Koralle' un 'Runo Bielawskie' stādu: A - vainaga laukums un B - krūma augstums pēc pirmās (2019. gads) un otrās veģetācijas sezonas (2020. gads).

2. tabula

Ar ceru dalīšanu pavairotu brūkleņu 'Runo Bielawskie' un 'Koralle' augšanas salīdzinājums.

Augšana un dzīvotspēja	'Runo Bielawskie' (atdalīto un iestādīto augu skaits ir 36)	'Koralle' (atdalīto un iestādīto augu skaits ir 54)
Vidējais dzinumu skaits pēc 1. veģetācijas sezonas vienam krūmam	23,7	17,8
Vidējais sakneņu skaits pēc 2. veģetācijas sezonas vienam augam	1,5	1,9
Vidējais sakneņu dzinumu atvašu skaits pēc 2. veģetācijas sezonas vienam augam	19,9	15
Pēc trim veģetācijas sezonām izdzīvojušie augi	94%	88,9%



19. att. Ar dalīšanu pavairoti šķirnes ‘Koralle’ stādi z/s „Kaigi”: a - otrās veģetācijas sezonas sākumā (5.05.2020); b – trešās veģetācijas sezonas beigās (17.09.2021).

z/s „Kaigi” novērotais citos izmēģinājumos liecina, ka stādu augšanu neietekmē tas, vai atdalītos augus podos sākotnēji audzē siltumnīcā vai ārā apstākļos, kā arī tas, vai tos jau pirmajā gadā maija beigās - jūnijā izstāda uz lauka, vai arī uz lauku izstāda tikai nākamā gada aprīļa beigās - maija sākumā.

„Dimzas” šķirnes ‘Erntedank’ cerus daļa augusta beigās, audzē siltumnīcā podos tādos pašos apstākļos kā lapainos spraudņus un septembra beigās izstāda uz nodibinājuma SKIF lauka izstrādātā Kaigu kūdras purvā (20. att.). No iestādītajiem 24 jaunstādiem pārziemojuši ir 75%, vidējais dzinumu skaits uz vienu augu ir 2,3, bet stāda garums – 11,4 cm. Pēc otrās veģetācijas sezonas pārziemojuši ir 5 % augu.



20. att. Ar dalīšanu pavairoti šķirnes ‘Erntedank’ jaunstādi iestādīti izstrādātā Kaigu kūdras purvā nodibinājuma „Stādu un kūdras inovāciju fonds” izmēģinājumu laukā: a - mēnesi pēc izstādīšanas uz lauka (29.10.2019); b – pēc pirmās pārziemošanas (24.04.2020).

„Dimzas” 2020. gadā jūnija beigās daļa cerus šķirnēm ‘Rubina lāse’ (60 jaunstādi), ‘Salaspils ražīgā’ (40 jaunstādi) un ‘Jūlija’ (20 jaunstādi). Jaunstādus uzreiz iestāda izstrādātā nodibinājuma SKIF izmēģinājumu laukā izstrādātā Kaigu kūdras purvā (21. att., a). Pirmajā veģetācijas sezonā lauka apstākļi kavēja jaunstādu tālāko attīstību, jo nevienai no četrām šķirnēm jaunstādi neveidoja sazarotu krūmu, kas acīm redzami ietekmēja arī stādu turpmāko izturību, jo nākamajā pavasarī varēja konstatēt, ka pārziemojuši ir aptuveni 5% augu. Lielākajai daļai izdzīvojušo stādu sākotnējie dzinumi bija nekrotizējuši, bet jaunie dzinumi bija maz un strupi (21. att., b). Ar dalīšanu pavairotie augi izstrādātā kūdras purva apstākļos neveidoja sakneņu atvases nevienā no abiem izmēģinājumiem.



a

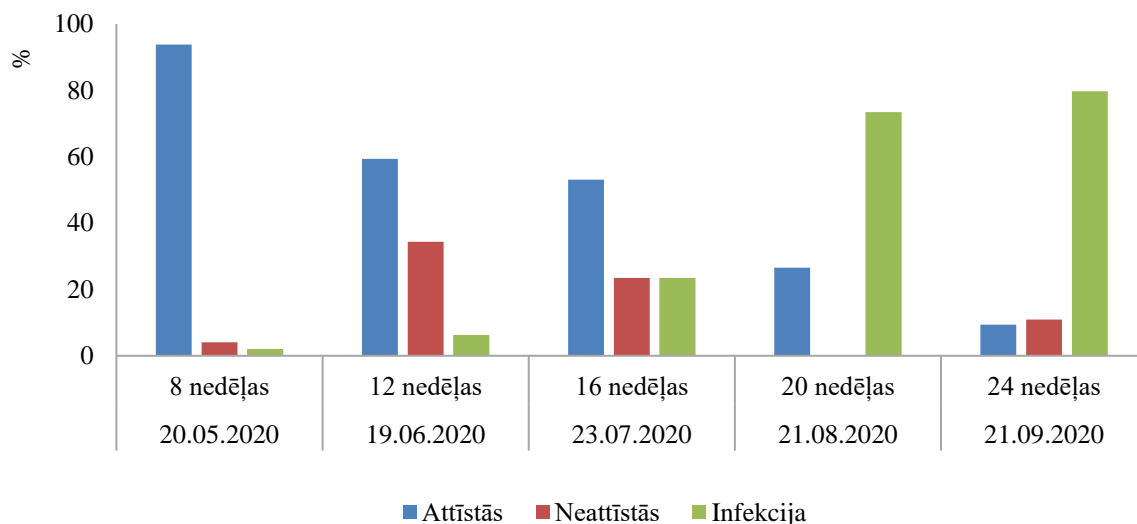
b

21. att. Šķirnes ‘Jūlija’ stādi iegūti dalot cerus un uzreiz izstādīti izstrādātā Kaigu kūdras purvā nodibinājuma „Stādu un kūdras inovāciju fonds” izmēģinājumu laukā: a – augi pirmajā veģetācijas sezonā; b – augs nākamā gada jūnija sākumā.

Pavairošana ar augu audu kultūru metodi, jaunstādu iegūšana un stādu audzēšana uz lauka

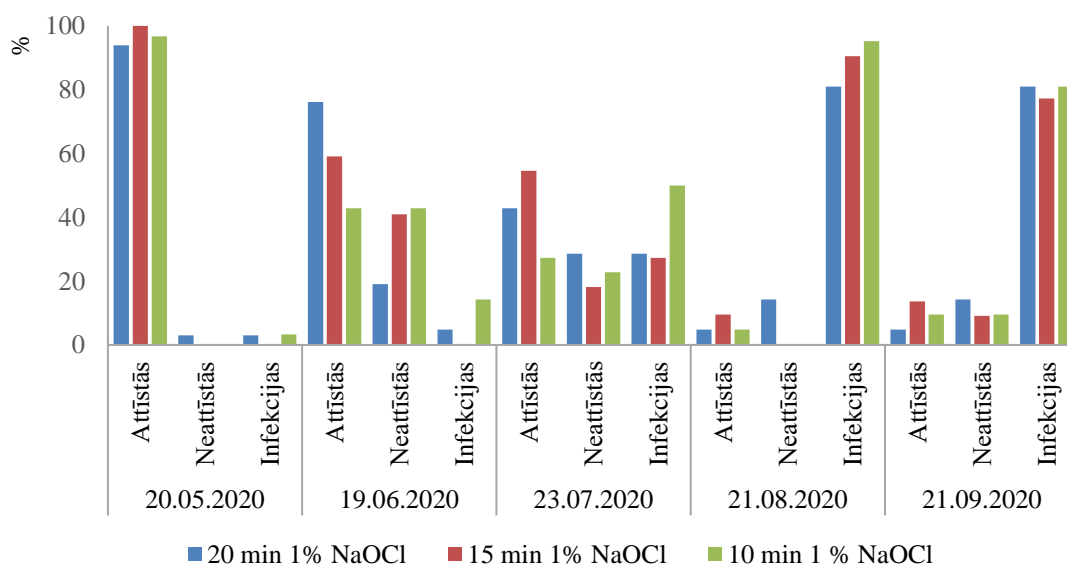
Primāro dzinumu iegūšana *in vitro*

Sekmīgai primāro dzinumu iegūšanai *in vitro* vispirms ir jānoskaidro labākais eksplantu izolēšanas laiks un to dezinficēšanas paņēmieni, kas nodrošinātu gan sterilitāti, gan neizraisītu eksplanta audu bojājumus. Novērojumi liecina, ka steidzinot mātesaugu, tā dzinumu attīstības un nobriešanas stāvoklis jau maijā ir piemērots eksplantu izolēšanai – tas ir, astoņas nedēļas pēc mātesauga ienešanas apkurinātā siltumnīcā: maijā izolēti primārie dzinumi veidojas vairāk nekā no 90 % eksplantu, vienlaikus *in vitro* apstākļos eksplants ir ar viszemāko risku būt par infekcijas avotu, kā arī vismazāk eksplantu ir tādi, no kuru pumpuriem nenotiek dzinumu attīstība, salīdzinājumā ar jūnijā, jūlijā, augustā un septembrī izolētiem eksplantiem (22. att.). Pieredze ar citiem augiem liecina, ka siltumnīcas vide aizkavē infekcijas izraisītāju nokļūšanu uz mātesauga jaunajiem dzinumiem, salīdzinājumā ar atklātu lauku, tādēļ siltumnīcā attīstījušies dzinumi vismaz sākotnēji ir ar mazāku mikrobioloģisko piesārņojumu.



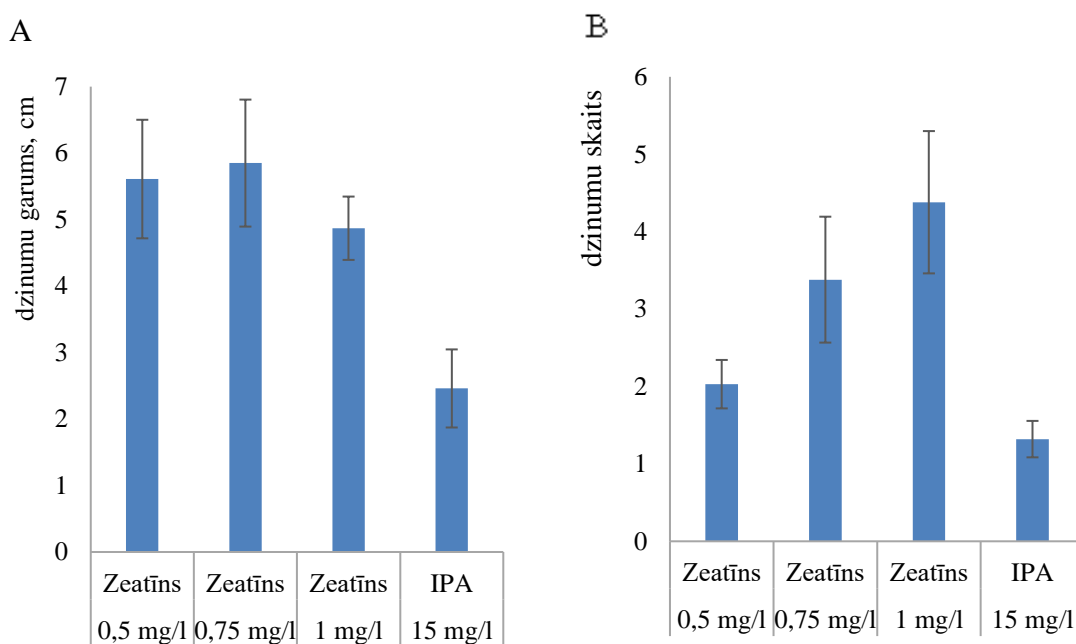
22. att. Šķirnes ‘Koralle’ eksplanti, kam attīstās/neattīstās primārie dzinumi un infekcijas gadījumi *in vitro*, atkarībā no spraudņu izolēšanas laika: 8, 12, 16, 20 un 24 nedēļas pēc mātesaugu ienešanas apkurinātā siltumnīcā.

In vitro vismazāk infekciju izraisoši ir maijā izolēti eksplanti, neatkarīgi no eksplantu dezinficēšanas ilguma 1% NaOCl (23. att.). Vizuāli novērojami infekciju attīstības gadījumi *in vitro* pieaug ar katru nākamo mēnesi, kurā izolē eksplantus. Vienlaikus ar katru mēnesi samazinās eksplantu daudzums, no kuru pumpuriem attīstītās primārie dzinumi (22. un 23. att.). Eksplantus izolējot 12 nedēļas pēc mātesauga ienešanas apkurinātā siltumnīcā, primāro dzinumu attīstība novērojama apmēram 60% eksplantu (22. att.), bet efektīgākais dezinficēšanas ilgums ir 20 minūtes, kad primārie dzinumi attīstās 76% eksplantu (23. att.). Pēc 20 nedēļām izolētiem eksplantiem dzinumu attīstība novērojama mazāk kā 30% eksplantu, bet infekcijas *in vitro* attīstās vairāk nekā no 70% eksplantu (22. att.) neatkarīgi no to dezinficēšanas ilguma (23. att.).

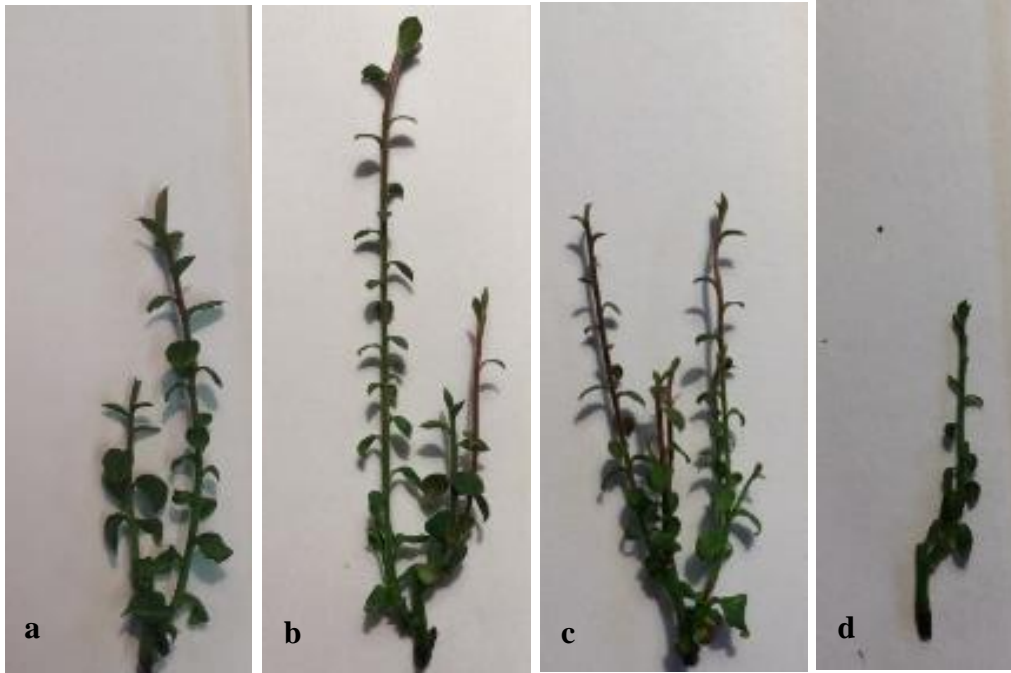


23. att. Šķirnes ‘Koralle’ eksplanti, kam pēc 8 nedēļām ir attīstījušies/neattīstījušies primārie dzinumi un infekcijas gadījumi *in vitro*, atkarībā no eksplantu izolēšanas laika un to dezinficēšanas ilguma 1% NaOCl: 10, 15 vai 20 minūtes.

Salīdzinot zeatīna un IPA ietekmi uz primāro dzinumu augšanu, visos variantos dzinumi veidojās vairāk nekā 80% eksplantu. Novērtējot dzinumu skaitu vidēji vienam eksplantam un to garumu, varēja konstatēt, ka IPA 15 mg/l kavēja dzinumu attīstību, jo tie bija salīdzinoši īsi un neveidoja atvases (24., 25. att.), bez tam lapu tonis liecināja par pastiprinātu antociānu sintēzi, kā arī lapas bija deformētas (25. att., d). No izmantotajām zeatīna koncentrācijām, vislabāk dzinumu attīstību stimulēja zeatīns 0,75 mg/l, jo primāro dzinumu garuma un skaita attiecība ir vispiemērotākā turpmākai dzinumu klonēšanai, lai primāros dzinumus maksimāli izmantotu tālākā pavairošanas procesā (24., 25. att.). Lielāko atvašu skaitu stimulē zeatīns 1 mg/l, tomēr tās ir īsas un vārgākas (25. att., c).

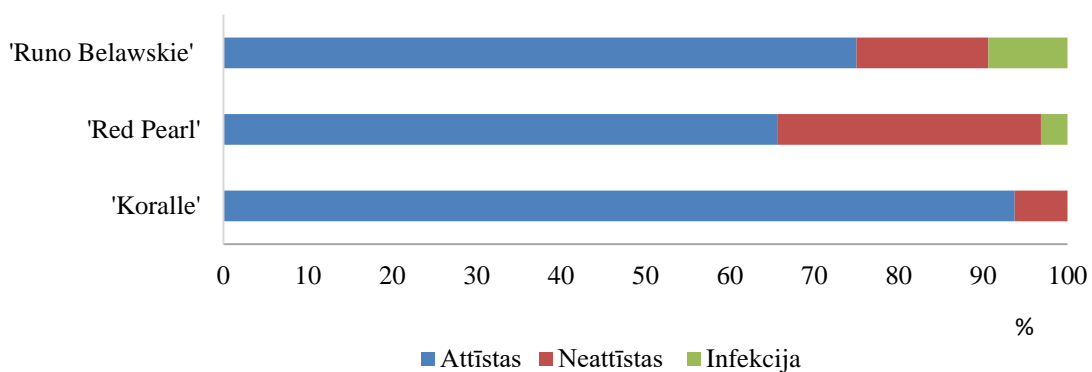


24. att. Citokinīnu ietekme uz šķirnes ‘Koralle’ primārajiem dzinumiem pēc 8 nedēļu augšanas: A – dzinumu vidējais garums; B – dzinumu vidējais skaits vienam eksplantam.



25. att. Citokinīnu ietekme uz šķirnes ‘Koralle’ primāro dzinumu augšanu (attēlā primārie dzinumi no eksplantiem, kas *in vitro* atrodas 8 nedēļas): a - zeatīns 0,5 mg/l, b - zeatīns 0,75 mg/l, c - zeatīns 1 mg/l, d - IPA 15 mg/l.

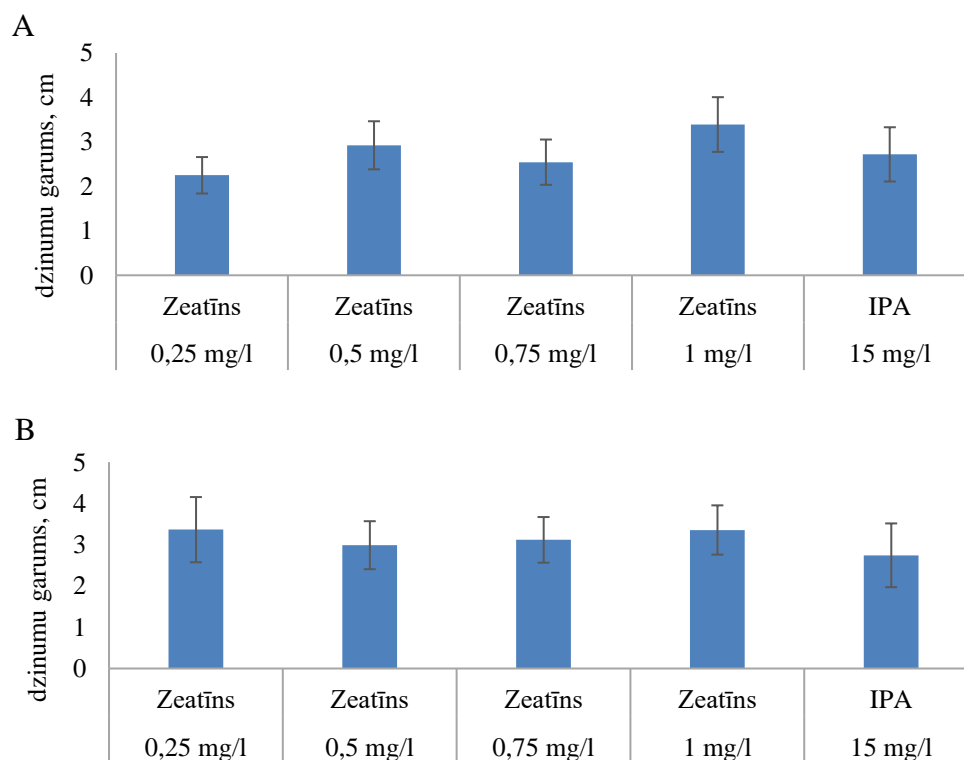
Salīdzināja trīs brūklenes šķirņu ‘Red Pearl’, ‘Koralle’ un ‘Runo Belawskie’ primāro dzinumu attīstību apstākļos, kuros iepriekš konstatēta labākā to attīstība: eksplanti izolēti 8 nedēļas pēc mātesauga ienešanas apkurinātā siltumnīcā dezinficēti 20 min 1% NaOCl un barotnei pievienots zeatīns 0,75 mg/l. Primārie dzinumi veidojās visām šķirnēm, bet visvairāk – 93% eksplantu to bija šķirnei ‘Koralle’, vismazāk – 65 % šķirnei Red Pearl’. Eksplantu izraisīta vides inficēšanās bija salīdzinoši neliela visām šķirnēm, tomēr jāatzīmē, ka ‘Red Pearl’ un ‘Runo Belawskie’, attiecīgi 31% un 15%, eksplanti neattīstīja dzinumus, vai arī tie nekrotizēja (26. att.).



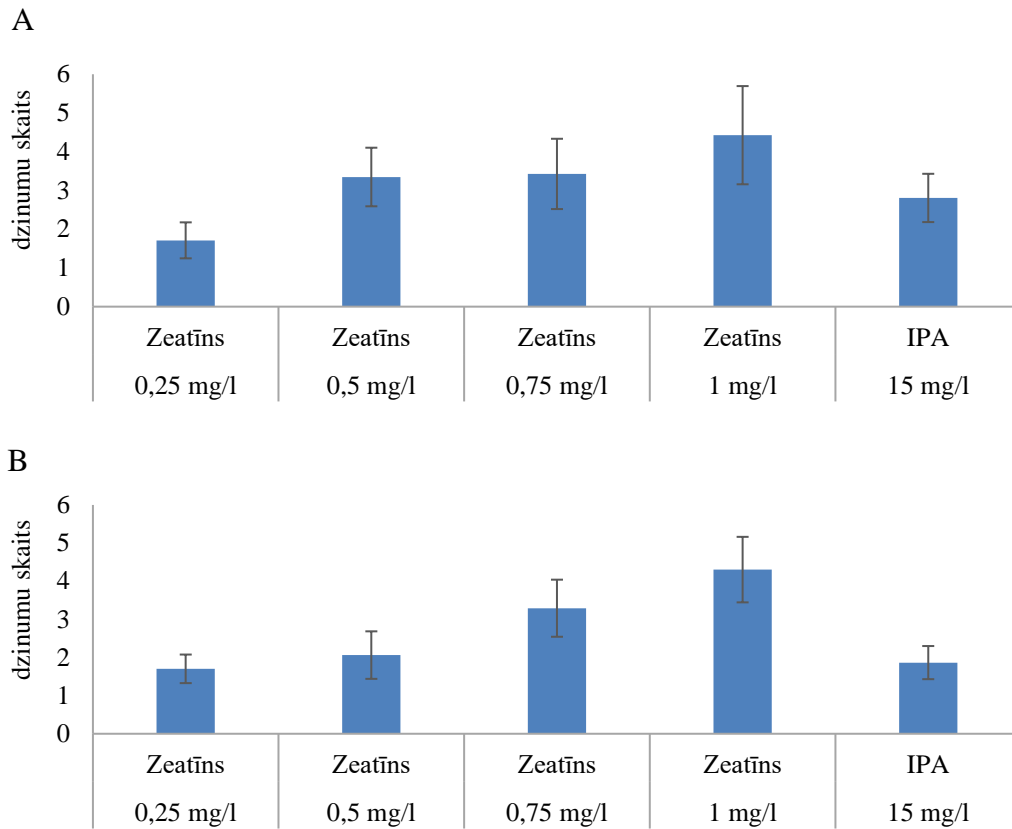
26. att. Šķirņu ‘Runo Belawskie’, ‘Red Peral’ un ‘Koralle’ primāro dzinumu attīstība no eksplantiem, kas izolēti 8 nedēļas pēc mātesauga ienešanas apkurinātā siltumnīcā, dezinficēti 20 min 1% NaOCl un kultivēti barotnei pievienojot zeatīnu 0,75 mg/l.

Dzinumu kultūras pavairošana *in vitro*

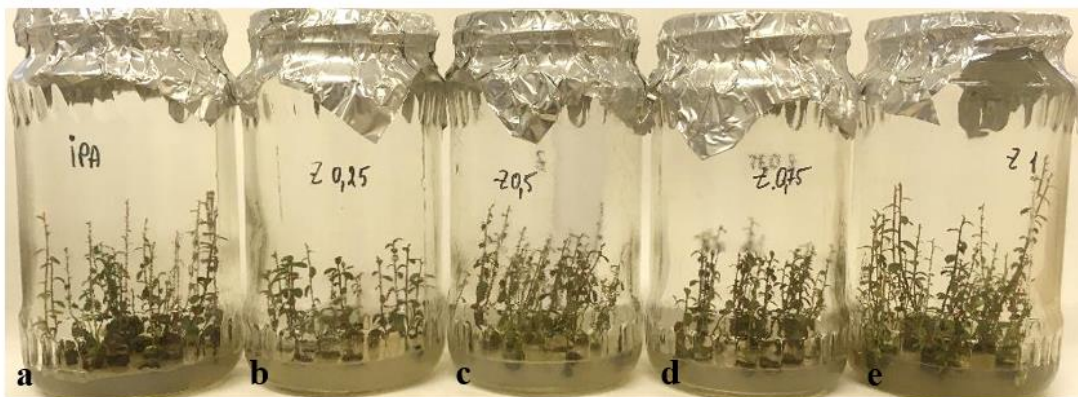
Dzinumu kultūras pavairošana notiek ik pēc 12 nedēļām *in vitro* dzinumus klonējot, kad mikrospraudeņus novieto uz svaigi pagatavotas barotnes. Dzinumu attīstību no mikrospraudeņu veģetatīvajiem pumpuriem ietekmē vides ķīmiskie un fizikālie faktori, tādēļ eksperimentējām ar barotņu dažādiem makroelementu sastāviem, citokinīniem, kā arī izmēģinājām audzēšanu atšķirīgu tilpumu traukos un dažādus trauku slēgumus, kas ietekmē atmosfēru kultivēšanas traukos. Izmēģinājumā, kur barotnēm pievienoja dažādu receptūru makroelementus (1. tabula), dzinumu attīstība un augšana notika tikai variantā, kur izmantoja Andersona barotnes (Anderson, 1984) makroelementus. WPM (Lloyd and McCown 1980), MS un ½ MS (Murashige and Skoog, 1962) receptūru makroelementi izraisīja eksplantu nekrozi. Novērtējot citokinīnu ietekmi uz šķirņu ‘Koralle’ un ‘Runo Belawskie’ dzinumu attīstību, varēja konstatēt, ka dzinumu stiepšanās īpaši neatšķiras, ja barotnē ir zeatīns vai IPA izmēģinātajās koncentrācijās (27. att.). Toties IPA ietekmē veidojas salīdzinoši maz dzinumu atvašu, ir novērojama pastiprināta antociānu veidošanās un dzinumiem ir deformētas lapas. Abām šķirnēm pie zemākās zeatīna koncentrācija (0,25 mg/l) no mikrospraudeņa pumpuriem attīstās tikai galvenais dzinums (28. att.), bet, palielinot zeatīna koncentrāciju, palielinās atvašu skaits (28.-30. att.). Barotnē optimāla ir zeatīna koncentrācija 0,75 mg/l, jo abām šķirnēm dzinumu garums un atvašu skaits pēc 12 nedēļu kultivēšanas ir tāds, lai iegūtu lielāko un kvalitatīvāko klonēšanai nepieciešamo mikrospraudeņu skaitu. Barotne, kurā ir zeatīns 1 mg/l, stimulē daudz, smalku atvašu veidošanās, kas nav piemērotas klonēšanai, jo smalku dzinumu mikrospraudeņi nekrotizē, bet *ex vitro* apstākļos – neapsakņojoties aiziet bojā.



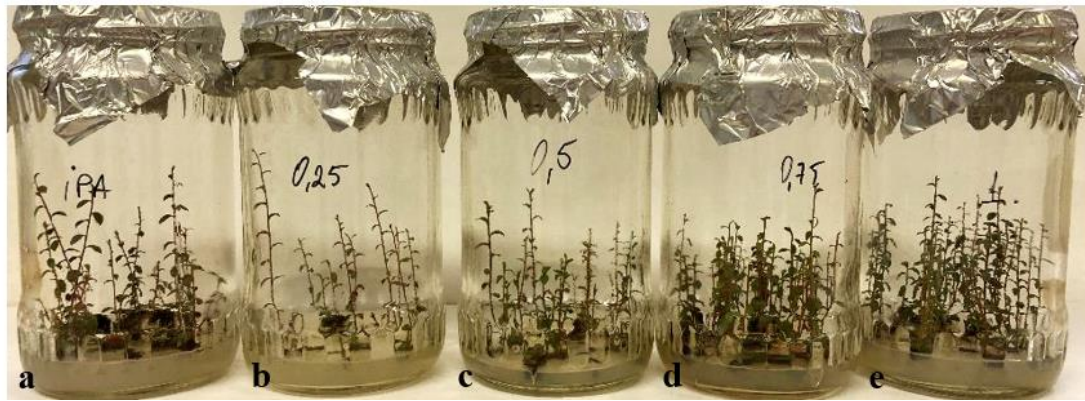
27. att. Citokinīnu ietekme uz dzinumumu kultūras pavairošanu – dzinumumu garums pēc 12 nedēļu augšanas šķirnēm: A – ‘Runo Belawskie’; B – ‘Koralle’.



28. att. Citokinīnu ietekme uz dzinumu kultūras pavairošanu – dzinumu skaits no viena mikrospraudeņa pēc 12 nedēļu augšanas šķirnēm: A – ‘Runo Belawskie’; B – ‘Koralle’.



29. att. Citokinīnu ietekme uz ‘Runo Belawskie’ dzinumu augšanu *in vitro*. Dzinumi pēc 12 nedēļu kultivēšanas, barotne ar: a – IPA 15 mg/l, b – zeatīns 0,25 mg/l, c – zeatīns 0,5 mg/l, d – zeatīns 0,75 mg/l, e – zeatīns 1 mg/l.



30. att. Citokinīnu ietekme uz ‘Koralle’ dzinumu augšanu *in vitro*. Dzinumi pēc 12 nedēļu kultivēšanas, barotne ar: a – IPA 15 mg/l, b – zeatīns 0,25 mg/l, c – zeatīns 0,5 mg/l, d – zeatīns 0,75 mg/l, e – zeatīns 1 mg/l.

Šķirnes ‘Runo Belawskie’ dzinumu kultūras pavairošanai izmēģināja dažāda tilpuma kultivēšanas traukus. Mēģenēs veidojās spēcīgākie dzinumi (31. att., d), tomēr kultivēšana mēģenēs ir iespējama tikai eksperimentāliem nolūkiem, jo klonēšana ir darbietilpīga un audzēšanas telpā mēģenes aizņem vairāk vietas. Kopumā – mazāk teicami, tomēr dzinumi aptuveni vienādi aug arī 50, 100 un 300 ml traukos, tādēļ pavairošanai racionālāk ir izmantot lielākos – 300 ml kultivēšanas traukus (augstums – 12,5 cm, diametrs – 7 cm).

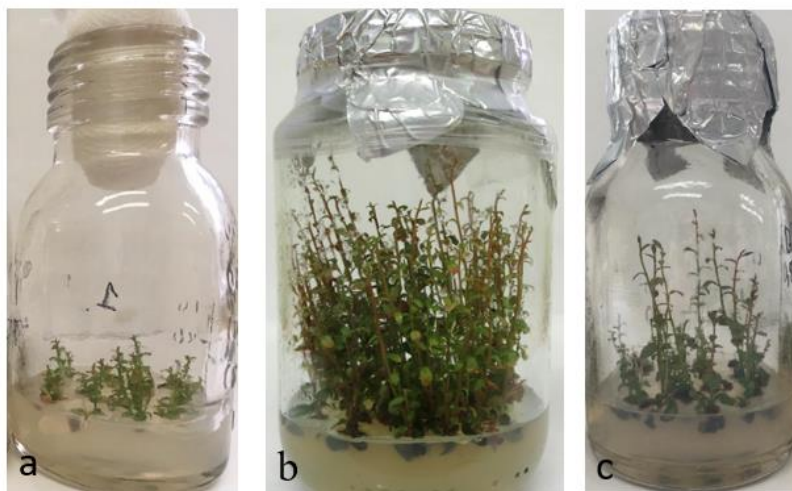


31. att. Šķirnes ‘Runo Belawskie’ dzinumi pēc 12 nedēļu audzēšanas dažāda tilpuma kultivēšanas traukos: a - 50 ml, b - 100 ml, c - 300 ml, d - mēģene.

Gāzu apmaiņu starp vidi kultivēšanas traukā un ārpus tā ietekmē trauka slēgums, tādēļ izmēģināja trīs dažādus slēguma veidu ietekmi uz dzinumu augšanu:

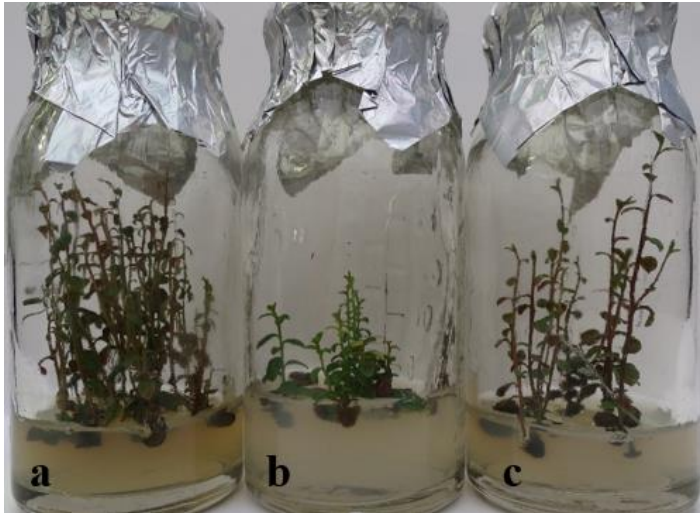
- vates korķi, kas nodrošina labāko gāzu apmaiņu, vienlaikus saglabājot sterilitāti, bet veicina barotnes izzūšanu,
- alumīnija folija ar pārvilkto parafilma plēvi, kas ir hermētiskākais slēguma veids,
- alumīnija folija, kas nodrošina gāzu apmaiņu – vidēju starp abiem iepriekšējiem slēguma veidiem.

Šķirne 'Runo Belawskie' vislabāk dzinumi attīstās un aug kultivēšanas traukos, kas ir noslēgti ar foliju (32. att., c). Kultivēšanas traukā, kas aizdarīts ar vates korķi (32. att., a), dzinumu attīstība notiek, bet barotnei žūstot, dzinumi būtu jāklonē biežāk nekā reizi 12 nedēļās, kad tie nav sasnieguši klonēšanai nepieciešamo briedumu. Hermētiskākā trauka aizdare – ar foliju, kas notīta ar parafilma plēvi, izraisa intensīvu dzinumu zarošanos (32. att., b) – dzinumi ir daudz un sīki, nepiemēroti tālākai kultūras pavairošanai, jo, klonējot, no to mikrospraudeņu pumpuriem, neattīstās jauni dzinumi.



32. att. Šķirnes 'Runo Belawskie' dzinumi pēc 12 nedēļu kultivēšanas traukos, kas noslēgti ar:
a – vates korķi,
b – foliju, notītu ar parafilmu,
c – foliju.

Salīdzināja trīs brūkleņu šķirņu 'Red Pearl', 'Koralle' un 'Runo Belawskie' dzinumu augšanu apstākļos, kuros iepriekš konstatēta labākā augšana: mikrospraudeņi novietoti uz barotnes ar Andersona receptūras (Anderson 1984) makroelementiem un zeatīnu 0,75 mg/l, kultivēšanas traukus aizdarot ar alumīnija foliju. Šķirnes 'Koralle' un 'Runo Belawskie' dzinumi aug līdzīgi, bet 'Red Pearl' veido īsākus dzinumus (33. att.).



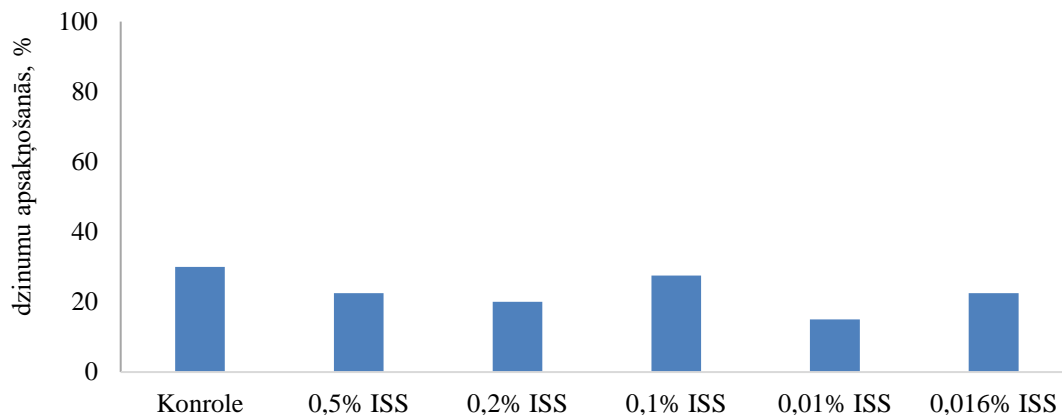
33. att. Dažādu brūkleņu šķirņu dzinumi 12 nedēļas pēc klonēšanas:

a - 'Koralle',
b - 'Red Pearl',
c - 'Runo Belawskie'.

Jaunstādu iegūšana

Jaunstādu iegūšanai, dzinumus, kas izauguši sterilā vidē, apsakņo *ex vitro*, t. i., ārpus steriliem apstākļiem. Tādēļ sakņu veidošanās notiek vienlaikus ar augu aklimatizāciju augšanai ārpus sterilas vides. Novērojumi projekta laikā liecina, ka apsakņošana var notikt laikā no septembra līdz maijam, kad mēneša laikā apsakņojas un izdzīvo 30-50% dzinumu.

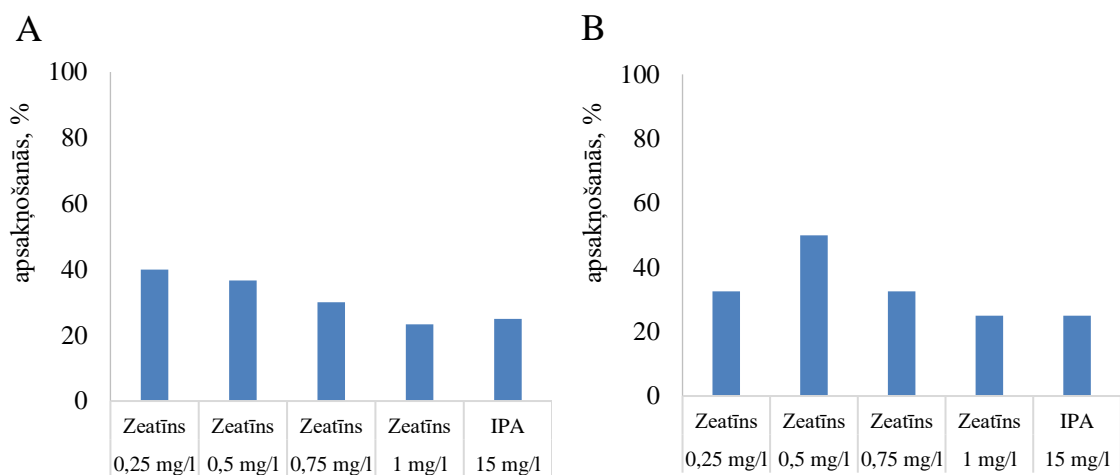
Rizoģenēses stimulēšanai izmēģināja ISS. Tomēr rezultāti liecina, ka šķirnēm 'Runo Belawskie' un 'Koralle' ISS kavēja sakņu veidošanos – gan variantos, kur ISS, bija ir sajaukts ar talku (34. att.), gan ūdens šķīdumā.



34. att. Šķirnes 'Koralle' spraudēņu apsakņošanās mēneša laikā atkarībā no dzinumu apstrādes ar dažādas koncentrācijas ISS (ISS un talka maisījums).

Apsakņošanas salīdzināja dzinumiem, kas *in vitro* pavairoti, izmantojot barotnes ar dažādiem citokinīniem. Šķirnei 'Runo Belawskie' labāk apsakņojās dzinumi, kas auguši uz barotnes ar zemākām zeatīna koncentrācijām – 0,25 mg/l vai 0,5 mg/l: apsakņojas attiecīgi 40% un 37% dzinumu, bet 'Koralle' vislabāk - 50% apsakņojas dzinumi, ja barotnē ir bijis 0,5 mg/l zeatīns (35. att.) Pieaugot zeatīna koncentrācijai pavairošanas barotnē, apsakņošanās un dzinumu izdzīvošana *ex vitro* pasliktinās. IPA 15 mg/l kavē apsakņošanas, salīdzinājumā ar variantiem, kur barotnē ir bijis zeatīns. Tomēr jāņem vērā, ka pavairošanai *in vitro* ir nepieciešams zeatīns 0,75 mg/l (28. att.), tādēļ *in vitro* pavairošanas un *ex vitro* apsakņošanās rezultativitāte ir savstarpēji

ietekmējošs kompromiss apstākļu kopums. Citokinīni kavē sakņu augšanu, iespējams, ka šajā gadījumā ir vērojama citokinīnu lielāko koncentrāciju pēcietekme uz apsākņošanas, pavairošanas laikā tiem uzkrājoties audos.



35. att. Dzinumu apsākņošanās un izdzīvošana pēc mēneša *ex vitro*: dzinumi pavairoti, izmantojot barotnes ar dažādiem citokinīniem: A – šķirne ‘Runo Belawskie’; B – šķirne ‘Koralle’.

Sakņu veidošanās laikā, dzinumu bojāeju līdz pat 100% izraisa trūdodziņu invāzija. Izmēģinājumu laikā konstatējām, ka labākais līdzeklis ir savlaicīga nematodi *Steinernema felitae* saturoša preparāta lietošana: ieteicams to lietot pat profilaktiski, pirms trūdodziņu invāzijas novēršanas.

Visi apsākņojušies dzinumi turpina augt un tie izaug par jaunstādiem (36. att.).



36. att. Jaunstādi, kas iegūti apsākņojot dzinumus *ex vitro*, no kreisās: ‘Koralle’ (*ex vitro* 16.10.2020), ‘Red Pearl’ (*ex vitro* 10.12.2020) un ‘Runo Bielawskie’ (*ex vitro* 7.10.2020). Foto 2.08.2021 LU Botāniskajā dārzā.

Pavairošana ar jaunstādu galotņu spraudņiem

Rudenī apsakņotos jaunstādus izmēģināja izmantot pavairošanai, nogriežot spraudņiem apmēram 3 cm garas dzinumus galotnes (4. att., 6). Spraudņošanu veic martā – jūnijā. Šajā laikā no viena jaunstāda galotņu spraudņus var paspēt izolēt divas reizes, jo galotnes ātri ataug. Spraudņi apsakņojas 100% (37. att.). Tādēļ no viena *in vitro* dzinuma var iegūt trīs jaunstādus: pirmais jaunstāds ir izaudzis no dzinuma, kas pavairots *in vitro* apstākļos, bet otrais un trešais – no pirmā jaunstāda galotnes spraudņiem.



37. att. Jaunstādi, kas iegūti apsakņojot galotņu spraudņus siltumnīcā: 28.-30.04.2021 galotnes izolētas no 2020. gada rudenī *ex vitro* apsakņotajiem un aklimatizētajiem dzinumiem. No kreisās šķirne ‘Red Pearl’, ‘Runo Bielawskie’ un ‘Koralle’. Foto 2.08.2021 LU Botāniskajā dārzā.

Stādu audzēšana uz lauka

Jaunstādus, kas pavairoti LU Botāniskajā dārzā, vasarā nodod projekta partneriem. Audzētavā „Dimzas” jaunstādus turēja lecektī plēves siltumnīcā, kur arī pārziemināja (38.att., a). Stādus jūnija beigās iestādīja nodibinājuma SKIF laukā. Izstrādātā kūdras purvā pārziemoja 5-10% stādu. Pārziemojušie augi neveidoja sakneņu atvases ar dzinumiem, kā arī augi tikpat kā nezarojās (38. att., b).



38. att. Šķirnes ‘Runo Bielawskie’ stādi, kas iegūti pavairojot ar augu audu kultūru metodi: a – pēc pirmās pārziemošanas SIA Stādaudzētava „Dimzas”, b – pēc otrās

veģetācijas sezonas un pārziemojušas nodibinājuma „Stādu un kūdras inovāciju fonds” izmēģinājuma laukā izstrādātā Kaigu kūdras purvā.

Audzētavā „Dimzas” izmēģināja arī pavairošanu, spraudņus griežot no jaunstādiem, kas iegūti, pavairojot *in vitro*. Jūlija beigās – augusta sākumā spraudņus sprauda plēves siltumnīcā esošā lecektī. Rezultātā šķirnei ‘Koralle’ un ‘Red Pearl’ apsākņojās un pārziemoja vairāk nekā 90% spraudņu neatkarīgi no tā, vai spraudņi bija ar vai bez galotnes (39. att.).



39. att. Augi, kas iegūti 2020. gada jūlija beigās apsākņojot spraudņus plēves siltumnīcas lecektī SIA Stādaudzētava „Dimzas”.

Attēlā: 11 mēnešus veci stādi (foto 01.06.2021): pirmā rinda pa kreisi – šķirne ‘Koralle’, pa labi – ‘Red Pearl’.

Augu biogrāfija: 2019. gadā augi pavairoti *in vitro* > 2019. gada rudenī apsākņoti *ex vitro* > 2020. gada pavasarī apsākņotajiem jaunstādiem divas reizes grieztas galotnes, kas apsākņotas > 2020. gada jūlijā LU Botāniskais dārzs nodod jaunstādus audzētavai „Dimzas” > 2020. gada jūlija beigās „Dimzas” griež spraudņus no jaunstādiem.

z/s „Kaigi” eksperimentēja ar jaunstādu stādīšanu uzreiz, pirmajā vasarā, uz atklāta lauka. Šķirnes ‘Runo Bielawskie’ un ‘Koralle’ augu izdzīvošana visa projekta laikā bija 96-100%. Augšana bija līdzīga visiem ar audu kultūru metodi pavairotajiem augiem – dzinumu garuma pieaugums un krūmu apjoms ir aptuveni vienāds: gan tiem, kas bija iegūti, *ex vitro* apsākņojot *in vitro* pavairotos dzinumus, gan to nākamajai paaudzei, ko ieguva, no *ex vitro* apsākņoto jaunstādu galotnēm (40. un 41. att.). Šķirnes ‘Runo Bielawskie’ abu veidu stādus laukā iestādīja 6.07.2020 un tā paša gada rudenī vienam stādam bija attīstījušies vidēji 2,6-3,6 dzinumi, bet pēc nākamās veģetācijas sezonas, tas ir, 2021. gada septembrī, dzinumi vairs nebija saskaitāmi un vidējais krūma vainags bija 194,08 cm² (*ex vitro* apsākņotiem jaunstādiem) un 199,02 cm² (nākamajai paaudzei, ko ieguva no *ex vitro* apsākņoto jaunstādu galotnēm).



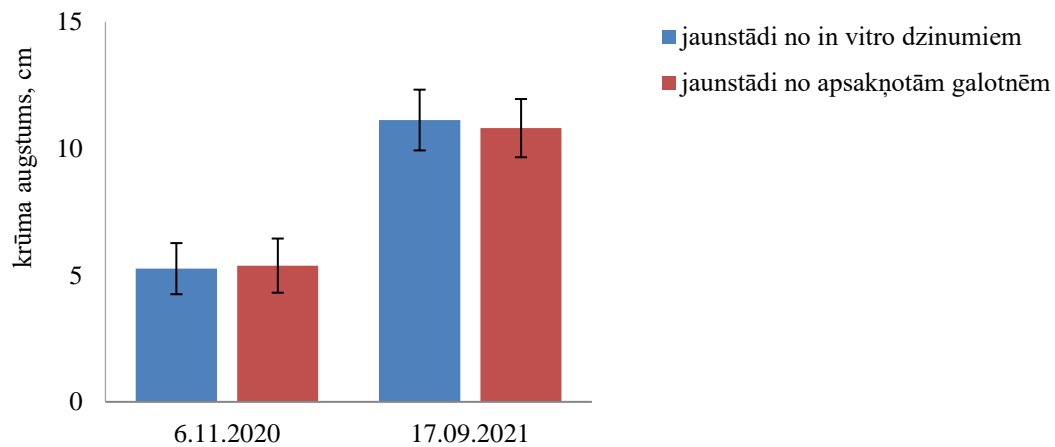
a



b

40. att. Šķirnes ‘Koralle’ stādi z/s ‘Kaigi’ laukā auguši 26 mēnešus (augi pavairoti ar augu audu kultūru metodi).

Stādu biogrāfija – 17.07.2019 laukā iestādīti jaunstādi, kas iegūti: a – 2018. gada decembrī dzinumi apsakņoti *ex vitro*; b – 2018. gada decembrī *ex vitro* apsakņotajiem jaunstādiem 2019. gada pavasarī nogriez un apsakņoto galotņu spraudņus. Attēlā stādījumi z/s ‘Kaigi’ 17.09.2021.



41. att. Dzinumu stiepšanās šķirnes ‘Runo Bielawskie’ stādiem z/s ‘Kaigi’ laukā (augi pavairoti ar augu audu kultūru metodi).

Stādu biogrāfija: diagrammā zilie stabiņi – 2019. gada rudenī dzinumi apsakņoti *ex vitro*; diagrammā sarkani stabiņi – 2019. gada rudenī *ex vitro* apsakņotajiem jaunstādiem 2020. gada pavasarī nogriez un apsakņoto galotņu spraudņus. Jaunstādi z/s ‘Kaigi’ laukā iestādīti 6.07.2020.

z/s „Kaigi” izmēģina arī pavairošanu, spraudņus griežot no jaunstādiem, kas iegūti ar augu audu kultūru metodi. Apmēram 5-6 cm garus dzinumus vasarā spraudņo atklātā laukā (43. att., a). Lai attīstītos saknes, ir nepieciešams vismaz mēnesis (42. att.). Pēc gada krūmi bija izauguši vismaz 10 cm augsti un izveidojuši blīvu audzi, kurā nevarēja izšķirt atsevišķus stādus, tādēļ būtu ieteicams stādīt retāk, nekā tas ir izmēģinājumā, kur starp augiem bija 3 centimetri (43. att., b, c).



42. att. Šķirnes ‘Red Pearl’ spraudenis pēc 7 nedēļu sakņošanās z/s „Kaigi” laukā: galotnes spraudenis augusta sākumā ir nogriezts jaunstādam.

Auga biogrāfija: 2020. gadā augi pavairoti *in vitro* > 2020. gada rudenī apsāknoti *ex vitro* > 2021. gada augusta sākumā no LU Botāniskā dārza jaunstādus nodod z/s „Kaigi” > 2021. gada augusta sākumā z/s „Kaigi” griež spraudņus un uzreiz stāda atklātā laukā > foto 17.09.2021.



43. att. Šķirnes ‘Runo Bielawskie’ pavairošana spraudņojot uz z/s „Kaigi” lauka. Attēlā: a – 2020. gadā 7 nedēļas pēc spraudņošanas uz lauka, b un c – stādījuma virsskats un sānskats 2021. gadā – 14 mēnešus pēc spraudņošanas uz lauka.

Augu biogrāfija: 2019. gadā augi pavairoti *in vitro* > 2019. gada rudenī apsāknoti *ex vitro* > 2020. gada pavasarī apsāknotajiem jaunstādiem divas reizes grieztas galotnes, kas apsāknotas > 2020. gada jūlijā LU Botāniskais dārzs nodod jaunstādus z/s „Kaigi” > 2020. gada jūlijā z/s „Kaigi” griež spraudņus un uzreiz stāda atklātā laukā.

Izmēģinājumu rezultāti liecina, ka *ex vitro* apsākņojās mazāk par pusi no visiem *in vitro* pavairotajiem dzinumiem. Toties iegūtie jaunstādi ir ļoti piemēroti tālākai pavairošanai: ja *in vitro* izaudzis dzinums rudenī ir apsāknots *ex vitro*, tad nākamajā pavasarī no katra jaunstāda divas reizes var nogriezt dzinumu galotnes spraudņus, jo galotnes ātri ataug. Tā paša gada vasarā no visiem jaunstādiem vēlreiz var griezt spraudņus, kas 90-100% gadījumā apsākņojas gan siltumnīcās, gan lauka apstākļos.

Līdz ar to iznāk, ka otrajā gadā, uzreiz pēc augu audu kultūru etapa, no viena *in vitro* dzinuma var iegūt sešus jaunstādus. Tas nozīmē, ka *in vitro* pavairošanas metode ir jāoptimizē, lai uzlabotu apsākņošanas *ex vitro*, tomēr šī metode jau tagad ir perspektīva kombinācijā ar tai sekojošu augu pavairošanu ar spraudņiem, tātad, kombinējot augu *in vitro* klonēšanu un tai sekojošu vairākkārtēju tradicionālu spraudņošanas metodi. Bez tam, z/s „Kaigi” izmēģinājumi liecina, ka *in vitro* pavairoti jaunstādi uz lauka ir izstādāmi uzreiz pirmajā veģetācijas sezonā, tos nepārzieminot siltumnīcā.

Audzēšana podos

Vizuāli novērtējot z/s „Kaigi” izmēģinājuma rezultātus brūkleņu audzēšanā podos, var secināt, ka jau pirmajā veģetācijas sezonā, intensīvi veidojas jauni dzinumi un notiek to stiepšanās garumā, tādēļ krūmi labi veidojas. Nākamajos gados augi pakāpeniski sāk ziedēt un ražot ogas (44. att.). Tas nozīmē, ka brūklenes var audzēt podos dekoratīviem mērķiem vai nelielas ražas iegūšanai.



44. att. Podos audzēti šķirnes ‘Koralle’ vien-, div- un trīsgadīgi augi z/s „Kaigi”.

Mēslošanas lauka izmēģinājumi

Mēslošanas lauka izmēģinājumus 2019. gadā ierīkoja z/s “Kaigi” (šķirne ‘Runo Bielawskie’) un nodibinājuma SKIF (šķirne ‘Erntedank’) izmēģinājuma laukā. Klimatiskie apstākļi projekta laikā bija samērā maigi un būtiski neapdraudēja augu izdzīvošanu. Tomēr 2020. gada pavasara salnu rezultātā neizdzīvoja 12% no visiem izmēģinājumam z/s “Kaigi” iestādītajiem šķirnes ‘Runo Bielawskie’ augiem. Jāatzīmē, ka zaudētie augi bija gandrīz vienmērīgi no visiem eksperimentālajiem variantiem.

Pirmās veģetācijas sezonas beigās 2019. gada rudenī ‘Runo Bielawskie’ stādiem bija salīdzinoši maz jauno dzinumu, tomēr katram krūmam veģetācijas sezonas beigās bija vidēji vairāk nekā 10 dzinumu, bet jau 2020. un 2021. gada vasarā brūkleņu augšana bija daudz vitālāka. Vairums krūmu ziedēja jau 2020. gadā tomēr, ņemot vērā, ka ražības novērtēšana nebija projekta mērķis, ogu raža netika uzskaitīta.

Nodibinājuma SKIF stādījumus izstrādātā Kaigu kūdras purvā ierīko 2019. gada augustā. Šķirnes ‘Erntedank’ augus stāda atkārtoti 2020. un 2021. gadā, jo pārziemojot izdzīvoja mazāk nekā 10% augu, kas ir nepietiekami mēslošanas efektivitātes novērtēšanai. Atšķirībā no z/s ‘Kaigi’, nodibinājuma SKIF izmēģinājumu lauks ir izvietots vietā, kur stādījumi pilnībā ir pakļauti vējam, abos laukos bija atšķirīga kūdras struktūra, tomēr jāatzīmē, ka ķīmiskās analīzes liecina, ka kūdras sastāvs ir līdzīgs (3. un 4. tabula). Izstrādātā kūdras purvā izdzīvojušo augu augšana būtiski atpalika no z/s ‘Kaigi’ laukā augošajiem. Lai arī augsnes un augu lapu paraugi tika ievākti no abiem stādījumiem, projekta atskaitē analizēti rezultāti no z/s ‘Kaigi’ eksperimentālā lauka (45. att.).



45. att. Mēslošanas lauka izmēģinājuma stādījumi z/s ‘Kaigi’, šķirne ‘Runo Bielawskie’: a – 10.07.2019; b – 17.09.2021.

Kūdras ķīmiskās analīzes

Sākot izmēģinājumu, lai raksturotu barības elementu nodrošinājumu abu izmēģinājumu lauku kūdrā – gan z/s ‘Kaigi’, gan nodibinājuma SKIF, substrāta paraugus ņēma 2019. gada maijā pirms stādījumu ierīkošanas, kā arī 2020. un 2021. gada pavasarī pirms kārtējās veģetācijas sezonas, nosakot 12 barības elementu un 2 augsnes īpašību (pH un EC) līmeni (3. un 4. tabula). Ņemot vērā, ka neizdevās atrast informāciju par tieši brūklenēm domātiem barības elementu optimālo koncentrāciju standartiem, projektā analizēto substrāta un lapu paraugu ķīmisko analīžu rezultātu izvērtēšanai izmatoti radniecīgai purva augu kultūrai – Amerikas lielo dzērvenēm radīti optimālo koncentrāciju līmeņi (Nollendorfs, 1998).

Abu izmēģinājumu lauku kūdrā 2019. gada maijā konstatēja zemas N, P, S, B koncentrācijas, zemu pH_{KCl} (3,47 un 4,23) un augstu organiskās vielas saturu (<95%). Jāatzīmē, ka šāda aina ir visai tipiska Latvijas augsto purvu kūdrai. Kūdra raksturīga ar

zemām vairuma makro un mikroelementu koncentrācijām, bet kopumā uzskatāma par piemērotu skābu visi augošu kultūru audzēšanai. Arī lauku atsevišķie paraugi 2019. gada pavasarī bija ar ļoti līdzīgu barības elementu saturu, tādējādi eksperimentālais lauki atzīstami par derīgu mēslošanas eksperimentu veikšanai. Atšķirībā no z/s Kaigi lauka, nodibinājuma SKIF laukā izstrādātājā kūdras purvā konstatētas vairāku elementu nedaudz augstākas koncentrācijas – Ca, Mg, Fe un Mn, bet zemākas K, Zn, Cu un B koncentrācijas, ja salīdzina ar nepieciešamajiem šo elementu līmeņiem priekš dzērvenēm. Īpaši jāatzīmē nevajadzīgi augstais Mn saturs (virs 10 mg l⁻¹), bet kombinācijā ar nedaudz augstāku kūdras pH (kas būtiski samazina Mn uzņemšanu) un ievērojami augstākām antagonista Fe koncentrācijām mangāna toksikozes lapās iespējamība samazinās. Protams, pilnīgu šo faktoru ietekmes summu varētu novērtēt tikai veicot brūkleņu lapu analīzes.

3. tabula

Barības elementu saturs 1M HCl izvilkumā (mg l⁻¹) substrātā z/s “Kaigi” (optimālās koncentrācijas pēc Nollendorfa (1998)).

Elements	2019	2020				2021				Optimāli Amerikas lielo dzērvenēm		
	Maijs	Maijs				Maijs						
	Variants											
	K+T1+T2+T3	K	T1	T2	T3	K	T1	T2	T3			
N	24	6	5	5	5	28	28	30	25	60	-	120
P	8	3	3	4	3	11	15	21	20	50	-	100
K	37	35	27	42	25	68	60	64	55	50	-	100
Ca	755	996	766	906	632	1582	850	890	900	500	-	1000
Mg	168	242	130	191	122	311	200	218	169	100	-	180
S	7.6	2.5	3.8	4.4	3.2	9.5	25	26	21	40	-	80
Fe	98	97	72	87	59	113	80	82	76	60	-	150
Mn	3.4	6.5	3.7	3.95	2.35	4.7	4.2	3.6	4.0	3	-	6
Zn	3.96	4.2	2.9	2.8	2	5.4	4.00	4.15	4.96	4	-	8
Cu	0.8	0.4	0.5	0.6	0.55	0.65	0.63	0.8	0.7	4	-	8
Mo	0.02	0.04	0.06	0.04	0.04	0.02	0.02	0.02	0.02	0.1	-	0.2
B	0.3	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1	0.2	0.3	0.2	0.6	-	1.2
pH _{KCl}	3.47	3.5	3.45	3.35	3.37	3.74	3.60	3.55	3.69	4.5	-	4.8
EC (mS/cm)	0.2	0.1	0.08	0.12	0.07	0.18	0.26	0.28	0.30	0.8	-	1.2

4. tabula

Barības elementu saturs 1M HCl izvilkumā (mg l^{-1}) substrātā nodibinājuma „Stādu un kūdras izmēģinājumu fonds” izmēģinājumu laukā izstrādātā Kaigu kūdras purvā (optimālās koncentrācijas pēc Nollendorfa (1998)).

Elements	2019	2020	2021	Optimāli Amerikas lielogu dzērvenēm		
	Maijs	Maijs	Maijs			
	Variants					
	K+T1+T2+T3	K+T1+T2+T3	K+T1+T2+T3			
N	14	9	15	60	-	120
P	12	13	13	50	-	100
K	12	17	39	50	-	100
Ca	1642	1652	1673	500	-	1000
Mg	310	309	306	100	-	180
S	5	10	17	40	-	80
Fe	288	283	273	60	-	150
Mn	10.5	11.5	11	3	-	6
Zn	1.00	1.8	1.4	4	-	8
Cu	0.19	0.18	0.2	4	-	8
Mo	0.15	0.1	0.05	0.1	-	0.2
B	0.03	0.03	0.03	0.6	-	1.2
pH _{KCl}	4.23	4.18	4.22	4.5	-	4.8
EC (mS/cm)	0.25	0.19	0.28	0.8	-	1.2

Ir vispār zināms, ka augsto purvu kūdra raksturīga ar izteiktu tās skābumu, zemām barības elementu koncentrācijām un pastiprinātu izskalošanos (Osvalde et al., 2018). Kopumā, substrāta analīžu rezultāti pirms eksperimenta iekārtošanas abos izmēģinājuma laukos parādīja, ka lauki ir visai homogēni – barības elementu saturī dažādās to vietās atšķīrās nebūtiski, tādējādi šie lauki ir piemēroti mēslošanas eksperimentu uzsākšanai. Arī konstatētais augsnes pH (3.30-3.50, z/s “Kaigi”) un (4.18–4.31, SKIF) pēc vairākiem autoriem uzskatāms par piemērotu brūkleņu audzēšanai (Fernqvist, 1977; Ripa un Audriņa, 1986; Gustavsson, 2001). Izvērtējot katra gada pavasara ķīmisko analīžu rezultātus z/s „Kaigi”, redzams, ka atsevišķu makroelementu (N, P, K, S) koncentrācijas 2021. gada maijā, lai arī nesasniedz optimāli nepieciešamo (izņemot K), tomēr ir augstākas salīdzinot ar iepriekšējiem gadiem. Tas norāda, ka iepriekšējā gadā veiktās mēslošanas efekts jūtams vēl nākošā gada pavasarī un ne viss iestrādātais mēslojums izskalojies vai patērēts (3. tabula).

5. tabula

Barības elementu saturs 1M HCl izvilkumā (mg l⁻¹) substrātā z/s „Kaigi” (2020/2021 gads).

Elements	Jūnijs				Jūlijs			
	K	T1	T2	T3	K	T1	T2	T3
N	11/10	15/20	17/22	14/18	5/8	15/18	18/40	53/60
P	3/9	28/30	31/32	35/29	5/8	25/30	30/40	85/90
K	44/40	129/104	103/109	113/120	44/40	87/90	204/200	288/260
Ca	1072/990	1100/1000	1094/1050	986/960	919/956	1025/988	1076/1056	1427/1256
Mg	279/200	260/250	256/250	244/255	202/242	217/256	276/236	340/290
S	13/9	23/22	28/30	25/26	3.2/5.0	12/16	60/55	88/70

Elements	Augusts				Septembris			
	K	T1	T2	T3	K	T1	T2	T3
N	5/10	6/12	6/9	5/8	5/5	6/5	5/4	5/25
P	5/5	13/20	49/50	53/55	5/8	8/10	17/22	15/26
K	35/36	84/79	100/120	144/160	48/32	83/75	141/99	109/125
Ca	1028/1056	1559/1425	1120/1256	959/1056	1489/1290	1386/1266	1105/1369	987/1102
Mg	248/222	313/250	233/256	226/200	343/269	255/244	242/250	193/280
S	5/11	4/9	14/11	6/20	2.5/5	2.5/25	4.4/11	4.4/12

Apkopojot z/s „Kaigi” kūdras analīžu rezultātus veģetācijas sezonas laikā, secināms, ka pavasarī iestrādātais kompleksais mēslojums nodrošinājis optimālas K koncentrācijas visos eksperimentālajos variantos (izņemot kontroli) līdz pat rudenim (5. tabula). Kamēr P un S gadījumā tikai papildus mēslošana jūlijā nodrošināja adekvātas šo elementu koncentrācijas apstrādes variantā T2 un T3 līdz septembra paraugu ņemšanas reizei. Ņemot vērā, ka sērs ir viens no elementiem, kurš izteikti pakļauts izskalošanās zudumiem, likumsakarīgi, pēc S optimizēšanas veģetācijas sezonas vidū – jūlijā, tā koncentrācijas augustā un septembrī pietuvojušās fona līmenim visos mēslošanas variantos 2020. un mazākā mērā arī 2021 gadā. Kopumā mēslošanas eksperiments parāda iestrādāto mēslošanas līdzekļu būtisku ietekmi uz N nodrošinājumu brūkleņu substrātā. Tomēr 2020. un 2021. gada veģetācijas sezonā optimālas slāpekļa koncentrācijas kūdrā tika sasniegtas tikai apstrādes variantā T3 jūlijā, pēc papildus mēslošanas ar komplekso mēslojumu, bet jau augustā un īpaši septembrī N koncentrācijas nokritās tuvu kontroles līmenim. Lai gan slāpekļa gadījumā, tā saturs augsnē netiek uzskatīts par pilnīgi ticamu diagnostikas rīku purvu kultūrām (Roper, 1992), tomēr vairāki pētījumi ar Amerikas lielogu dzērvenēm Latvijā parāda, ka biežs N trūkums novērojams ne tikai dzērveņu stādījumu substrātā, bet arī lapās (Karlsons and Osvalde, 2017). Ir labi zināms, ka slāpekļis ir viens no atslēgas elementiem, lai nodrošinātu adekvātu auga veģetatīvo augšanu, ražas veidošanos un ziedēšanu. Tomēr jāatceras, ka pārmēslošana ar slāpekli var novest pie pārmērīgas veģetatīvas auga augšanas un sekojoši var veicināt pastiprinātu ogu bojāšanos, nezāļu augšanu kā arī radīt vides piesārņošanas risku (Davenport, 1996).

Lai arī lietotie kompleksie minerālmēsli saturēja arī mikroelementus - Fe, Mn, Zn, Cu, Mo, B netika novērota šo elementu būtiska koncentrācijas pieaugšana eksperimentālo variantu kūdrā (dati nav atspoguļoti). Jāatzīmē, ko mūsdienās komerciālajās platībās, kur audzē citas purvu kultūras (krūmmellenes, lielogu dzērvenes) tieši foliārais mēslojums kalpo par galveno metodi mikroelementu

pievadišanai kultūraugiem. Tādējādi tieši lapu ķīmiskās analīzes lietojamas, kā diagnostikas rīks augu nodrošinājuma ar mikroelementiem novērtēšanai.

Brūkleņu lapu ķīmiskās analīzes

Ir plaši dokumentēts, ka mainīgi klimatiskie un vides apstākļi – gaisa un augsnes relatīvais mitrums, temperatūra un mikrobioloģiskais fons būtiski ietekmē augu fizioloģiskos procesus kā arī barības elementu pieejamību augsnē, tādējādi būtiski ietekmējot auga spēju uzņemt augsnē esošos barības elementus. Kopumā brūkleņu mēslošanas eksperiments demonstrēja būtisku iestrādātā mēslojuma ietekmi uz brūkleņu lapu ķīmisko sastāvu (6. un 7. tabula).

Lai arī mēslošana nenodrošināja pietiekamas N koncentrācijas brūkleņu substrātā (dzērvenēm ieteicams virs 60 mg l⁻¹), tā tomēr bija pietiekoša, lai brūkleņu lapās N koncentrācija būtu optimāla visos mēslotajos variantos no jūnija līdz pat septembrim un sasniedza 0,93 - 1,33 % 2020. gadā un 0,99 - 1,40% 2021. gadā, kas uzskatāms par pietiekošu N līmeni lieloģu dzērvenēm (Davenport et al., 1995; Nollendorfs, 1998). Parādība, kad nepietiekama augsnes N nodrošinājuma apstākļos brūklenes spējušas nodrošināt optimālas šī elementa koncentrācijas lapās apstiprina iepriekš aprakstīto, ka *Vaccinium* ģints augiem piemīt īpaši adaptācijas mehānismi elementu uzņemšanai suboptimālos nodrošinājuma apstākļos, tādējādi samazinot mēslošanas intensitātes nepieciešamību. Zemās N koncentrācijas eksperimentālo variantu kūrā skaidrojamas ar pazeminātajām mēslojuma devām un N īpaši izteikto izskalošanās tieksmi (Stackpole et al., 2008).

6. tabula

Makroelementu koncentrācija (%) šķirnes ‘Runo Bielawskie’ lapās z/s ‘Kaigi’
(2020/2021 gads)

Elements	Jūnijs				Jūlijs			
	K	T1	T2	T3	K	T1	T2	T3
N	0.81/0.80	1.22/0.99	1.16/1.11	1.18/1.15	0.72/0.80	1.25/1.25	1.29/1.25	1.28/1.30
P	0.15/0.18	0.21/0.20	0.2/0.25	0.21/0.25	0.11/0.12	0.21/0.23	0.21/0.22	0.21/0.25
K	0.61/0.55	0.6/0.60	0.59/0.62	0.65/0.63	0.46/0.50	0.59/0.62	0.62/0.62	0.64/0.65
Ca	0.51/0.50	0.5/0.52	0.47/0.49	0.55/0.52	0.48/0.49	0.45/0.49	0.51/0.49	0.52/0.55
Mg	0.14/0.13	0.16/0.15	0.17/0.16	0.14/0.15	0.13/0.15	0.21/0.20	0.17/0.20	0.18/0.21
S	0.10/0.09	0.12/0.13	0.13/0.12	0.13/0.12	0.09/0.10	0.14/0.12	0.15/0.20	0.17/0.20
Elements	Augusts				Septembris			
	K	T1	T2	T3	K	T1	T2	T3
N	0.87/0.85	0.93/0.99	1.00/1.40	1.03/1.15	0.88/0.80	1.09/0.99	1.33/1.12	1.27/1.25
P	0.11/0.12	0.17/0.18	0.17/0.19	0.18/0.18	0.13/0.12	0.18/0.19	0.20/0.19	0.18/0.20
K	0.59/0.55	0.61/0.63	0.67/0.59	0.65/0.60	0.47/0.45	0.44/0.50	0.50/0.55	0.46/0.52
Ca	0.49/0.50	0.56/0.52	0.54/0.55	0.57/0.55	0.50/0.50	0.52/0.49	0.51/0.49	0.51/0.52
Mg	0.14/0.13	0.19/0.18	0.16/0.20	0.17/0.19	0.13/0.14	0.21/0.18	0.18/0.19	0.18/0.18
S	0.11/0.10	0.14/0.12	0.14/0.18	0.15/0.16	0.11/0.09	0.12/0.12	0.15/0.15	0.12/0.13

Līdzīga tendence novērojama arī P gadījumā, kad augsnē šim elementam visbiežāk esot zem optimāli nepieciešamajiem 60 mg l⁻¹, tomēr tā nodrošinājums lapās bija optimāls (virš 0,2 %) visos mēslotajos variantos sākot no jūnija līdz augustam gan 2020. gan 2021. gadā. Šādi rezultāti saskan ar ASV veiktajiem izmēģinājumiem ar lieloģu dzērvenēm, kad samērā zema P mēslojuma deva – 20 kg ha⁻¹ bija pietiekama

optimālas ražas nodrošināšanai, bet par nepieciešamo augstāka P izsauca pastiprinātu ogu ražas bojāšanos (DeMoranville and Davenport, 1997). Kopumā lauka izmēģinājumu rezultāti parāda, ka izmantotās kompleksā un foliārā mēslojuma devas bijušas pietiekams, lai nodrošinātu optimālas Mo ($>0,5 \text{ mg kg}^{-1}$), B ($>20 \text{ mg kg}^{-1}$) un daļēji Fe ($>60 \text{ mg kg}^{-1}$) koncentrācijas brūkleņu lapās (7. tabula). Īpaši eksperimentālajā variantā T3, kur tika lietots foliārais mēslojums 3 reizes veģetācijas sezonas laikā.

7. tabula

Mikroelementu koncentrācija (mg kg^{-1}) šķirnes ‘Runo Bielawskie’ lapās z/s ‘Kaigi’ (2020/2021 gads)

Elements	Jūnijs				Jūlijs			
	K	T1	T2	T3	K	T1	T2	T3
Fe	39/40	40/45	40/42	42/45	31/40	29/40	31/51	41/55
Mn	980/950	520/600	640/520	560/500	880/960	480/520	500/520	460/510
Zn	34/30	30/28	32/30	30/32	30/28	34/30	34/35	44/42
Cu	4.0/3.8	4.2/4.0	3.8/4.2	3.6/3.8	3.6/4.2	3.4/3.8	2.8/3.5	3.6/4.2
Mo	0.4/0.4	0.4/0.4	0.4/0.4	0.4/0.4	0.4/0.3	0.4/0.3	0.5/0.5	0.7/0.6
B	14/15	13/16	14/13	15/16	15/14	13/15	15/16	16/20

Elements	Augusts				Septembris			
	K	T1	T2	T3	K	T1	T2	T3
Fe	32/42	32/35	30/45	59/62	30/35	32/36	33/40	50/53
Mn	1060/990	600/590	500/480	440/420	1090/1050	614/580	506/490	478/420
Zn	22/25	26/30	24/35	26/36	26/25	32/30	36/32	37/38
Cu	2.6/3.2	2.8/2.6	2.4/2.6	3.2/3.0	2.4/3.2	2.6/2.8	1.8/2.9	2.0/3.2
Mo	0.5/0.4	0.4/0.5	0.4/0.4	0.7/0.6	0.4/0.3	0.3/0.4	0.3/0.4	0.4/0.5
B	12/11	12/15	11/20	16/22	16/16	15/15	16/14	20/21

Jāatzīmē, ka par spīti Fe trūkumam (zem 60 mg kg^{-1}) brūkleņu lapās visas sezonas laikā, gandrīz visos variantos, Fe saturs brūkleņu substrātos bija optimāls visos variantos ($60\text{-}114 \text{ mg l}^{-1}$), ieskaitot kontroli (dati nav atspoguļoti). Šāda parādība skaidrojama ar virkni biotisku un abiotisku faktoru, kuri ietekmē barības elementu pieejamību uzņemšanai. Tas pasvīturo kompleksas (augu + augsnes analīzes) augu minerālās barošanās stāvokļa diagnostikas metodes nepieciešamību, lai korekti noteiktu augu mēslošanas vajadzības un ļautu izvēlēties piemērotāko mēslošanas līdzekli. Jo apstākļos, kad augs nespēj konkrēto barības elementu uzņemt no augsnes ir maznoderīgi šo elementu papildus pievadīt augsnē, šādos apstākļos efektīvāk to darīt mēslojot foliāri – caur lapām. Kā būtisks Fe uzņemšanu bremzējošs faktors minams augstās Mn koncentrācijas brūkleņu lapās ($478\text{-}1090 \text{ mg kg}^{-1}$) pat apstākļos, kad zemas šī elementa koncentrācijas atrodamas brūkleņu substrātā ($2,35\text{-}13,50 \text{ mg l}^{-1}$).

Attiecības starp Fe un Mn augos, kuri aug skābā augšanas vidē ir plaši pētīti. Mūsu pētījums sakrīt ar Lokharta un Langilles (Lockharta and Langilles, 1962) veiktajiem pētījumiem ar skābu vidi mīloša Ēriku dzimtas augu – zemo šaurlapu krūmmelleni, kur secināta Mn negatīvā ietekme uz Fe uzņemšanu zema augsnes pH apstākļos. Līdzīgi, vairāki pētījumi ar Amerikas lielogu dzērvenēm un krūmmellenēm Latvijā parāda, ka īpaši augstās Mn koncentrācijas lapās (virs 450 mg kg^{-1}) korelē ar zemu substrāta pH (Karlsons and Osvalde, 2017; Osvalde et al., 2018) un negatīvi ietekmē Fe uzņemšanu. No otras puses, mūsu veiktais pētījums skaidri parāda, ka

papildus mēslošana ar citiem barības elementiem, samazina nevēlami augstās Mn koncentrācijas, darbojoties kā antagonisti. Visaugstākās Mn koncentrācijas atrastas tieši kontroles variantā, bet viszemākās apstrādes variantā T3. Jāatzīmē, ka nepietiekamas Fe koncentrācijas purva kūdrā un sekojoši purva kultūru lapās ir fundamentāla atšķirība starp Latviju un ASV, kur atrodas lielākās krūmmelleņu un lielogu dzērveņu plantācijas un, kur veikti vairums no pētījumiem par purva kultūru kultivēšanu. ASV purva augšanas vidē nereti Fe un citi metāli sastopami pat pārmērīgi augstās koncentrācijās, tādējādi vienmēr jāpatur prātā, ka, tiešai pārņemot citu valstu audzēšanas tehnoloģijas, var nesasniegt iecerēto rezultātu.

Nemot vērā, ka purva kūdra satur no ļoti augstu organiskās vielas saturu, tajā esošais Zn ir maz saistītā veidā, tāpēc, lai arī substrātā tā koncentrācijas bija ļoti zemas, visos eksperimentālajos variantos, pat kontrolē, Zn saturs brūkleņu lapās vērtējams kā optimāls.

Molibdēns ir vienīgais mikroelements, kura pieejamība augiem samazinās, apstākļos, kad samazinās augsnes pH. Likumsakarīgi, ka optimālas Mo koncentrācijas brūkleņu lapās (virs rekomendētajiem – 0,5 mg kg⁻¹) izdevās sasniegt vien eksperimentālajā variantā T3, kur tika lietots lapu mēslojums. Līdzīgi novērojumi B gadījumā, tikai papildus foliārā mēslošana variantā T3 nodrošinājusi šī elementa pietiekamu saturu augu lapās 20 – 60 mg kg⁻¹ robežās, līdz pat veģētācijas sezonas beigām. Tādējādi mūsu pētījums spilgti parāda, ka foliārā mēslošana var būt efektīva papildus metode mēslošanai caur augsni kā augus nodrošināt ar nepieciešamajiem barības elementiem apstākļos, kad kāds no barības elementiem nav pieejams pietiekamai uzņemšanai no augsnes. Papildus, foliārai mēslošanai parasti lieto mazas mēslojamā līdzekļa devas, kuras tiek tieši uzmiglotas uz auga lapām, tādējādi sekmējot vides drošību.

Sastādot turpmāko gadu mēslošanas plānu īpaša uzmanība jāpievērš tieši Cu optimizācijas uzlabošanai. Mūsu pētījumā lietotais foliārais mēslojums nedeva būtisku nepietiekamā Cu satura pieaugumu brūkleņu lapās, tādējādi jāieplāno atsevišķi miglojumi tikai ar varu saturošiem mēslošanas līdzekļiem.

Brūkleņu veģetatīvās augšanas dinamika

Vidējais brūkleņu krūma augstums kā arī tā diametrs būtiski atšķirās pa eksperimentālajiem izmēģinājuma variantiem 2020. un 2021. gada veģētācijas sezonā. Augstākie un platākie krūmi veidojās tieši mēslotajos variantos salīdzinot ar kontroli. Brūkleņu veģetatīvās augšanas mērījumi veikti 2020. gada novembrī. Jo 2021. gada rudenī, brūkleņu krūmi kopā ar sakneņu atvašu dzinumiem bija izauguši tik lieli, ka rindā nevarēja atšķirt atsevišķus stādus, tādēļ korekti mērījumi vairs nebija veicami. Zināms, ka vitāla auga, arī brūkleņu augšana, tieši korelē ar gaidāmo ražu (Gustavsson, 2001). Augstāks augs vienkāršo ražas novākšanu, bet lielāks dzinumu daudzums eventuāli nodrošina augstāku ogu ražu. Papildus, labāk attīstīts brūkleņu stāds nosedz lielāku laukumu, tādējādi nomācot nevēlamu nezāļu dīgšanu un augšanu. Z/s „Kaigi” stādījumā mēslo variantu brūkleņu krūmiņi bija būtiski augstāki un lielāks to diametrs salīdzinot ar kontroli, bet savstarpēji mēslo variantu brūklenes būtiski neatšķītās (8. tabula). Līdzīgus rezultātus ieguvus Lehmusovs (Lehmushovi, 1977) eksperimentos ar brūkleņu mēslošanu, kur mēslojums veicināja to vitālāku augšanu un ražību. Bet pārmērīgi augstas mēslojuma devas ražu samazināja. Kā norāda cits pētījums ar brūklenēm – salīdzinoši zemas mēslojuma devas nepieciešamas adekvātai brūkleņu augšanai un ražas veidošanai (Holloway, 1981).

Dažādu mēslojuma devu ietekme uz šķirnes 'Runo Bielawskie' auga garumu, krūma diametru un sakneņu skaitu 2020. gadā

Variants	Krūma augstums (cm)	Krūma diametrs (cm)	Mātes auga sakneņu skaits
Kontrole	11.14±0.45a*	11.13±0.52a	3.02±0.80a
T1	17.79±0.76b	18.09±0.87b	4.69±0.89a
T2	15.67±0.69b	16.79±0.97b	4.14±0.95a
T3	16.31±0.64b	17.54±0.80b	5.17±0.97a

*Skaitļi ar atšķirīgiem burtiem kolonnā būtiski atšķiras (t-Test, $p < 0.05$).

Arī Trajkovskis (Trajkovski, 1987) atzīmē, ka intensīva mēslošana nevajadzīgi stimulē brūkleņu veģetatīvo augšanu, bet samazina to ražu. Pozitīvu korelāciju starp brūkleņu mēslošanu un to krūma augstumu novērojuši arī Ripa un Audriņa (1986) eksperimentos Latvijā un Gustavsons (Gustavsson, 2001) līdzīgos pētījumos Zviedrijā. Līdzīgi kā pētījumos ko veicis Tears (Teār, 1972) arī mūsu pētījumā parādās tendence, ka papildus mēslošana nedaudz palielina rizomu skaitu.

Noslēguma piezīmes un secinājumi

Projekta rezultātā ir iegūti dati par brūklenes šķirnēm izmantojamiem pavairošanas veidiem, audzēšanu un mēslošanu. Izmēģinājumu rezultātus ietekmēja sākotnēji nelielais brūkleņu stādu daudzums, kas ir loģiski, kultūrai, kas nav plaši izplatīta. Projektā centāties izmēģināt iespējami vairāk pavairošanas paņēmieni, līdz ar to jebkura neveiksme ietekmēja tālākos eksperimentos izmantojamo stādu daudzumu. Atkarībā no mērķa, lielākajai daļai izmēģināto pavairošanas veidu ir savs pielietojums, jo tās atšķiras ar darbietilpību, izmaksām un nepieciešamo aprīkojumu. Ne īpaši veiksmīgā brūkleņu audzēšana izstrādātā kūdras purvā nenoliedz to, ka brūklenes būtu audzējamas šādās teritorijās, jo kūdras analīzes liecināja, ka izstrādātā kūdras purvā ir piemērots substrāts. Tādēļ nākotnē būtu nepieciešami papildus izmēģinājumi, kas nebija iespējami šī projekta ierobežotā laika un resursu dēļ. Purvu rekultivēšanai būtu ieteicams eksperimentēt ar vidi un stādmateriālu: iespējams, ka brūklenes jastāda kopā ar kaimiņaugiem, tādējādi radot saudzīgāku mikroklimatu, stādiem ir jābūt ar attīstītākām saknēm un vasu, uz ko vedina domāt lielāko stādu sekmīgāka izdzīvošana, projektā tie bija, stādi, kas iegūti no steidzinātu mātesaugu spraudņiem.

Novērotais mēslošanas izmēģinājumos liecina, ka pat nelielas mēslojuma devas būtiski stimulē brūkleņu augšanu, tām veidojot lielākus un augstākus krūmus ar vairāk sakneņiem, no kuriem attīstās dzinumu atvases. Foliārā, jeb mēslošana caur lapām ir efektīva metode ar kuras palīdzību iespējams optimizēt mikroelementu saturu brūkleņu lapās. Metode lietojama kā papildinoša, pamatmēslošanai caur augsni. Jāatzīmē, ka projektā izvēlētais mēslojuma devas nav izsaukušas neviena elementa pārmērīgi augstas koncentrācijas ne brūkleņu lapās, ne substrātā.

Nākamais pētījumu komplekss ir jāplāno, lai izveidotu tehnoloģiju komerciāliem stādaudzētājiem un ražojošu stādījumu ierīkotājiem – tam ir nepieciešamas lielākās stādījumu platības, šķirņu salīdzināšana, ražības novērtēšana, kopšanas paņēmieni

izstrādāšanai, ogu un lapu vākšanas tehnoloģiju izstrāde utt. Precīzas un ilgtspējīgas mēslošanas sistēmas izstrādei konkrētā brūkleņu stādījumā būtu jābalstās uz kompleksu lapu un augšņu analīžu rezultātiem.

Secinājumi ir apkopoti metodikā (1. pielikums), rekomendācijas projekta partneriem augu un stādījumu uzturēšanai pēc projekta ir 2. pielikumā, projekta publicitātes saraksts - 3. pielikumā.

Izmantotā literatūra

1. Anderson W. C. 1984. A revised tissue culture medium for shoot multiplication of rhododendron. – J. Ame. Soc. Hort. Sci., 109 (3), 343 – 347.
2. Burt L., Penhallegon R. 2003. Economic Evaluation of Lingonberry Production in Oregon. Oregon State University Extension Service Publication EM 8847.
3. Davenport J., DeMoranville C., Hart J., Patten K., Peterson L., Planer T., Poole A., Roper T., Smith J. 1995. Cranberry Tissue Testing for producing beds in North America. UW-Extension publication A3642, Madison, WI.
4. Davenport J. R. 1996. The effect of nitrogen fertilizer rates and timing on cranberry yield and fruit quality. Journal of the American Society for Horticultural Science 121(6), 1089–1094.
5. Debnath S. C. 2009. Propagation and cultivation of vaccinium species and less known small fruits. Latvian Journal of Agronomy, 12, 22-29.
6. Debnath S. C., Arigundam U. 2020. *In vitro* propagation strategies of medicinally important berry crop, lingonberry (*Vaccinium vitis-idaea* L.). Agronomy, 2020, 10, 5, 744; <https://doi.org/10.3390/agronomy10050744>
7. DeMoranville C. J., Davenport J. R. 1997. Phosphorus forms, rates, and timing in Massachusetts cranberry production. Acta Horticulturae 446, 381-388.
8. Dierking W., E. Krüger. 1984. Anbauerfahrungen mit Preiselbeeren. Erwerbsobstbau, 11, 280–281.
9. Fernqvist I. 1977. Results of experiments with cowberries and blueberries in Sweden. Acta Horticulturae, 61, 295–300.
10. Finn C. E., Mackey T. 2006. Growth, yield and Fruit Quality of 10 lingonberry (*Vaccinium vitis-idaea*) cultivars and selections in the Pacific Northwest, USA, Proc VIII IS on Vaccinium Culture, Eds. L. de Fonseca et al., Acta Hort, 715, 289-294.
11. Foley S. L. 2006. Influence of *in vitro* and *ex vitro* propagation on the growth and development of lingonberry. Masters thesis, Memorial University of Newfoundland. https://research.library.mun.ca/10500/1/Foley_ShawnL.pdf
12. Gustavsson B. A. 1999. Effects of mulching on fruit yield, accumulated plant growth and fungal attack in cultivated lingonberry, cv. Sanna, *Vaccinium vitis-idaea* L. Gartenbauwissenschaft, Verlag Eugen Ulmer GmbH & Co., Stuttgart, 64 (2), 65–69.
13. Gustavsson B. A. 2001. Genetic variation in horticulturally important traits of fifteen wild lingonberry *Vaccinium vitis-idaea* L. populations. Euphytica, 120, 173–182.
14. Heidenreich C. 2010. The lowdown on lingonberries. New York Berry News 9 (6).
15. Holloway P. S. 1981. Studies on vegetative and reproductive growth of lingonberry, *Vaccinium vitis-idaea* L. Saint Paul, MN: University of Minnesota. 148 p. Thesis.
16. Исаева, Л. Г. 2001. Динамика урожайности плодов *Vaccinium vitis-idaea* L. в центральной части Кольского полуострова (1963-1999 г.). Раст. ресурсы. 37, 22–31.

17. Karlsons A., Osvalde A. 2017. Nutrient status of the American cranberry in Latvia (2005–2016). *Agronomy Research* 15(1), 196-204.
18. Klavins L., Klavina L., Huna A., Klavins M. 2015. Polyphenols, Carbohydrates and Lipids in Berries of *Vaccinium* Species. *Environmental and Experimental Biology*, 13, 147–158.
19. Kylli P., Nohynek L., Puupponen-Pimiä R., Westerlund-Wikström B., Leppänen T., Welling J., Moilanen E., Heinone, M. J. 201., Lingonberry (*Vaccinium vitis-idaea*) and European cranberry (*Vaccinium microcarpon*) proanthocyanidins: isolation, identification, and bioactivities. *Agricultural and Food Chemistry*, 59 (7), 3373-3384.
20. Lehmushovi A. 1977. Trials with the cowberry in Finland. *Acta Horticulturae*, 61, 301-308.
21. Lloyd G., McCown B. 1980. Commercially – feasible micropropagation of Mountain Laurel, *Kalmia latifolia*, by use of shoot-tip culture. *Proc. Intl. Plant Prop. Soc.* 30: 421-427.
22. Lockhart C. L., Langille W. M. 1962. The mineral content of lowbush blueberry. *Canadian Plant Disease Survey* 42, 124-128.
23. LVMI Silava, Atskaite. Par paveikto zinātniskās priekšizpētes pētījumā “Izstrādāto kūdras lauku izmantošana zemkopībai”, līguma Nr. 5-5.5_002h_101_16_67, http://www.silava.lv/userfiles/file/Projektu%20parskati/2016_Lazdina_LVM_kudra.pdf
24. Marschner H., 2012. Mineral Nutrition in Higher Plants. Academic Press, London, 672 pp.
25. Mazurek M., Siekierzyńska A. 2018. Efficient *in vitro* propagation of *Vaccinium vitis-idaea* L. plants on the double phase medium. *EJPAU*, 21 (4), #01, <http://www.ejpau.media.pl/volume21/issue4/art-01.html>
26. Murashige T., Skoog F. 1962. A revised medium for rapid growth and bio assays with tobacco tissue cultures. *Physiologia Plantarum*, 15, 473–497.
27. Nollendorfs V. 1998. Augu barošanās līmeņa noteikšana lielo dzērvenēm, Dzērvenaudzētāju gadagrāmata '98, Latvijas dzērveņu audzētāju asociācija, Rīga, 53-57 lpp.
28. Osvalde A., Karlsons A., Cekstere G., Pormale J., Apse J. 2018. Influence of soil type on nutrients status of highbush blueberry leaves in Latvia. *Acta Horticulturae*, 1217, 399-404.
29. Penhallegon R. 2006. Lingonberry production guide for the Pacific Northwest. Oregon State university, PNW, 538-E, 12 pp., <https://catalog.extension.oregonstate.edu/sites/catalog/files/project/pdf/pnw583.pdf>
30. Pliszka K. 2002. Promising highbush blueberry and lingonberry selections in Poland. *Acta Horticulturae*, 574, 157-158.
31. Pouta E., Sievänen T., Neuvonen M. 2006. Recreational Wild Berry Picking in Finland—Reflection of a Rural Lifestyle. *Society and Natural Resources*, 19 (4), 285-304.
32. Ринькис Г., Рамане Х., Куницкая Т. 1987. Методы анализа почв и растений, Рига, Зинатне, 174 стр.
33. Ripa A., Audriņa B. 1986. Dažādu substrātu un mēslošanas līdzekļu ietekme uz brūkleņu augšanu, attīstību un ražību. Red. Lāce B., Tautsaimniecībā derīgo augu augu agrrotehnika un bioloģija. Rīga, Zinātne, 87–97. lpp.
34. Ripa A., Audriņa B. 2009. Rabbiteye blueberry, American blueberry, American cranberry and lingonberry breeding in Latvia. *Latvian Journal of Agronomy*, 12, 93-98.

35. Roper T. R. 1992. Cranberry soil and tissue analysis: Diagnostic tools. The Wisconsin Cranberry IPM Newsletter 6, 1-2.
36. Shamilov A. A., Bubenchikova V. N., Chernikov M. V., Pozdnyakov D. I., Garsiya E. R. 2020. *Vaccinium vitis-idaea* L.: Chemical Contents, Pharmacological Activities Pharmaceutical Sciences, 26 (4), 344-362.
37. Silamikele I., Klavins M. and Nikodemus O. 2011. Major and trace element distribution in the peat from ombrotrophic bogs in Latvia. Journal of Environmental Science and Health. Part A, Environmental Science and Engineering & Toxic and Hazardous Substance Control, 46 (7), 805-12.
38. Sreenivasulu V., Kumar N. S., Dharmendra V., Asif M., Balaram V., Zhengxu H., Zhen Z. 2017. Determination of Boron, Phosphorus, and Molybdenum Content in Biosludge Samples by Microwave Plasma Atomic Emission Spectrometry (MP-AES). Applied Sciences 7(3), 264.
39. Stackpoole S. M., Workmaster B. A. A., Jackson R. D., Kosola K. R. 2008. Nitrogen conservation strategies of cranberry plants and ericoid mycorrhizal fungi in an agroecosystem. Soil Biology & Biochemistry 40, 2736–2742.
40. Stang E. J., Anderson M. D., Pan S., Klueh J. 1993. Lingonberry cultural management research in Wisconsin, USA. Acta Horticulturae, 346, 327–333.
41. Teär J. 1972. Vegetative growth and fruit production in wild and cultivated cowberry. Ph D Dissertation. Agricultural College of Sweden, 107 pp.
42. Trajkovski V. 1987. Facts about lingonberries (cowberries, partridgeberries). Fruit Varieties Journal 41(1) 39.
43. Turtiainen M., Salo K., Saastamoinen O. 2011. Variations of Yield and Utilisation of Bilberries (*Vaccinium myrtillus* L.) and Cowberries (*V. vitis-idaea* L.) in Finland. Silva Fennica, 45 (2), 237–251.
44. Wallenius T. H. 1999. Yield variations of some common wild berries in Finland in 1956–1996. Annales Botanici Fennici, 36, 299–314.
45. <https://www.latvijasdaba.lv/augi/vaccinium-vitis-idaea-l/>
46. <https://www.nbd.gov.lv/lv/slavas-zale/gints/57>

Brūkleņu pavairošanas un audzēšanas metodika

Pavairošana ar tradicionālām veģetatīvās pavairošanas metodēm

Pavairošana ar lapainiem (daļēji pārkoksnētu dzinumu) spraudņiem

Spraudņu griešanas laiks	Jūnija beigas - augusta vidus, kad ir jūtams dzinumu pārkoksnēšanās sākums.
Spraudņi	Vienposma spraudņi, ieteicams 5-7 cm gari ar un bez galotnes.
Substrāts	Sūnu kūdra (smalki sijāta, 0-10 mm), pH 4,1-4,9 vai līdzvērtīgs substrāts, var piejaukt perlītu (9:1).
Spraudēošana	Vienu trešdaļu spraudņa garuma sprauž substrātā.
Vide	Neapkurināta siltumnīca ar miglu, noēnojums 50%, pārziemina siltumnīcā, temperatūrai noslīdot zem -15 °C, piesedz ar agrotīklu.
Mēslošana	Ja nepieciešams, mēslo ar 0,1% šķīstošo mēslojumu skābumu mīlošiem augiem SCHULTZ Azalea, Camellia, Rhododendron, Plant food 31-10-10 vai līdzvērtīgu.
Stādīšana uz lauka	Nākamā gada jūnijs-jūlijs.

Pavairošana ar lapainiem (daļēji pārkoksnētu dzinumu) spraudņiem no steidzinātiem mātesaugiem

Mātesaugu steidzināšana	Iepodotus stādus pārziemina neapkurinātā siltumnīcā, marta otrajā pusē tur apkurinātā siltumnīcā un laista ar remdenu ūdeni, mēslo reizi 1,5-2 nedēļās ar 0,1% šķīstošo skābumu mīlošiem augiem SCHULTZ Azalea, Camellia, Rhododendron, Plant food 31-10-10 vai līdzvērtīgu.
Spraudņu griešanas laiks	Jūnija sākums, kad ir jūtams dzinumu pārkoksnēšanās sākums.
Spraudņi	Vienposma spraudņi ~ 5 cm gari bez galotnes.
Substrāts	Sūnu kūdra (smalki sijāta, 0-10 mm), pH 4,1-4,9 vai līdzvērtīgs substrāts.
Spraudēošana	Divas trešdaļas spraudņa garuma sprauž substrātā.
Vide	Līdz apsakņojas 23±2 °C, apgaismojums 16 stundas diennaktī 3000 lx, gaisa relatīvais mitrums 99% (aptuveni mēnesis). Pēc tam audzē neapkurinātā siltumnīcā, noēnojums 50%. Jūlija beigās – augusta sākumā stādus iznes no siltumnīcas, kur arī pārziemina.
Mēslošana	Reizi 1,5-2 nedēļās lieto 0,1% šķīstošais mēslojumu skābumu mīlošiem augiem SCHULTZ Azalea, Camellia, Rhododendron, Plant food 31-10-10 vai līdzvērtīgu.
Stādīšana uz lauka	Nākamā gada maija vidus – jūlija vidus.

Pavairošana ar pārkoksnētu dzinumu spraudņiem uz lauka

Spraudņu griešanas laiks	Aprīļa beigas - maija vidus.
Spraudņi	~ 5-7 cm gari bez galotnes.
Substrāts	Sūnu kūdra (smalki sijāta, 0-10 mm), pH 4,1-4,9 vai līdzvērtīgs

	substrāts, vizmaz 7 cm biezs slānis.
Spraudenošana	Divas trešdaļas spraudņa garuma vertikāli sprauž substrātā.
Mēslošana	Maija vidū - 0,1% YaraVita Rexolin ABC, maija un jūnija beigās mēslo ar YaraMila COMPLEX 12-11-18 (20 g/m ²). Nākamajā gadā maija sākumā caur lapām mēslo ar 0,1% YaraVita COPTRAC (vai līdzvērtīgiem mēslojumiem), bet pēc tam – mēslo tā pat kā pirmajā gadā.

Pavairošana ar noliektniem

Dzinumu apsaknošana	Aprīlī – maijā divgadīgu krūmu dzinumus pieliec un apber ar kūdru.
Substrāts	Sūnu kūdra (smalki sijāta, 0-10 mm), pH 4,1-4,9 vai līdzvērtīgs substrāts.
Mēslošana	Divas reizes jūnija vidū un jūlija sākumā ar YaraMila COMPLEX 12-11-18 (vai līdzvērtīgs): 5 g mēslojuma uz augu.
Vide	Atklāts lauks, kur arī pārziemo.
Stādu iegūšana:	
Laiks	Nākamā gada aprīlis – maijs.
Apsakņoto dzinumu atdalīšana	Nogriež galotnes, atstājot 3-5 cm garus dzinumus, tos atdala no mātesauga, stāda ~ 9x9x10 cm plastmasas podos.
Substrāts	Sūnu kūdra, 0-35 mm, pH 4,1-4,9 vai līdzvērtīgs substrāts.
Audzēšana	Mēnesi neapkurinātā siltumnīcā.
Stādīšana uz lauka	Maija vidus – jūnija beigās.

Ceru dalīšana

Laiks	Aprīļa vidus - maija sākums.
Apsakņoto dzinumu atdalīšana	Jaunajam stādām jābūt vismaz ar vienu veselīgu dzinumu un saknēm. Nogriež galotnes, atstājot 3-5 cm garus dzinumus, tos atdala no mātesauga, stāda ~ 9x9x10 cm plastmasas podos.
Substrāts	Sūnu kūdra (smalki sijāta, 0-10 mm), pH 4,1-4,9 vai līdzvērtīgs substrāts.
Vide	Neapkurinātā siltumnīcā ar noēnojumu 50% vai aizsargātā vietā uz lauka. Jūlija beigās – augusta sākumā stādus tur ārpus siltumnīcas, kur arī pārziemina.
Stādīšana uz lauka	Pēc mēneša – maija-jūnija beigās.

Pavairošana ar augu audu kultūru metodi un jaunstādu iegūšana

***In vitro* - primāro dzinumu kultūras iegūšana un dzinumu kultūras klonēšana**

Mātesaugu steidzināšana	Iepodotus stādus pārziemina neapkurinātā siltumnīcā, marta otrajā pusē - apkurinātā siltumnīcā. Laista ar remdenu ūdeni, mēslo reizi 1,5-2 nedēļās ar 0,1% šķīstošo skābumu mīlošiem augiem SCHULTZ Azalea, Camellia, Rhododendron, Plant food 31-10-10 vai līdzvērtīgu.
Dzinumu	8-10 nedēļas pēc mātesauga ienešanas apkurinātā siltumnīcā.

griešanas laiks	
Nogriezto dzinumu dezinficēšana	Dzinumus atlapo, nomazgā ar antibakteriālām ziepēm Safeguard (Procter&Gamble), vai līdzvērtīgām, un birstīti, noskalo tekošā krāna ūdenī. Laminārajā boksā dzinumu 20 min dezinficē 1% NaOCl (veļas balinātājā ACE, Procter&Gamble, vai līdzvērtīgs) un skalo 3 reizes dejonizētā sterilā ūdenī.
Eksplants	1 cm dzinuma fragments ar diviem-trim pumpuriem.
Mikrospraudeņu kolonēšanai	Dzinuma fragments ar 2-3 pumpuriem.
Eksplanta un mikrospraudeņa stāvoklis <i>in vitro</i>	Vertikāls.
Barotne	Andersona barotne (Anderson, 1984), saharoze 25 g/l, nikotīnskābe 0,5 mg/l, piridoksīns 0,1 mg/l, tiamīns 0,4 mg/l, mezoinozīts 100 mg/l, adenīns 40 mg/l, kazeīna hidrolizāts 1 g/l, zeatīns 0,75 mg/l, agars 7,8 g/l (Plant agar, Duchefa Biochemie vai līdzvērtīgs tam atbilstošā koncentrācijā). Barotnes pH 4,8-5.
Intervāli	Primāro dzinumu iegūšana – 8 nedēļas, klonēšana – ik pēc 12 nedēļām.
Kultivēšanas trauki	Primāro dzinumu iegūšanai – mēģenes, aizvākot ar alumīnija foliju vai ekvivalentu aizdari. Dzinumu kultūras pavairošanai – mēģenes kā primāro dzinumu iegūšanai vai lielāki kultivēšanas trauki, aizvākot ar alumīnija foliju vai līdzvērtīgu aizdari.
Vide	23±2 °C temperatūra, gaisma – 16 stundas, apgaismojums – 3000 lx virs audzēšanas traukiem.

***Ex vitro* apsakņošana un aklimatizācija jaunstādu iegūšanai**

Laiks	Septembris – maijs.
Substrāts	Svaiga sūnu kūdra 0-35 mm, neitralizē ar krītu līdz pH 4,8.
Stādīšana	No <i>in vitro</i> audzēšanas traukiem dzinumus izņem un stādīšanas laikā tur traukā ar ūdeni. Dzinumi ir 2-8 cm gari, garākos griež uz pusēm un ar irbuļa un pincetes palīdzību sprauž dēstu kastē esošā substrātā virs tā atstājot apmēram divus posmus. Attālums starp dzinumiem rindā un starp rindām ir 3 cm.
Vide	1-2 mēnešus telpā 23±2 °C, gaisma ir 16 stundas diennaktī, apgaismojums uz audzēšanas plaukta - 3000 lx, gaisa relatīvais mitrums 99%. Kad dzinumi apsakņojušies, audzē siltumnīcā, kas ziemā ir apkurināta (18±2 °C).
Mēslošana	Reizi 1,5-2 nedēļās lieto 0,1% šķīstošais mēslojumu skābumu mīlošiem augiem SCHULTZ Azalea, Camellia, Rhododendron, Plant food 31-10-10 vai līdzvērtīgu. Laista ar istabas temperatūras ūdeni.
Trūdodiņu ierobežošana	Laicīgi lieto nematodi <i>Steinernema felitae</i> saturošu preparātu (atbilstoši instrukcijai uz iepakojumu).
Stādīšana uz lauka	Pirmajā veģetācijas sezonā pēc tam, kad ir beigušās salnas.

Pavairošana un audzēšana podos

Laiks	Aprīļa vidus - maija sākums.
Stādi	Apsakņotiem dzinumiem (pavairoti ar noliektņiem, vai ceru dalīšanu) nogriež galotnes, atstājot 3-5 cm garus dzinumus, tos atdala no mātesauga, stāda 9x9x10 cm podos.
Substrāts	Sūnu kūdra, 0-35 mm, pH 4,1-4,9, vai līdzvērtīgs substrāts.
Vide	Mēnesi - neapkurinātā siltumnīcā, pēc tam podus pārvieto uz lauka.
Pārmodošana	Aprīļa beigās - maija sākumā: viengadīgus stādus - 2-3 l podos, divgadīgus - 8-10 l podos.
Mēslošana	Maija sākumā caur lapām mēslo ar 0,1% YaraVita COPTRAC, maija vidū - caur lapām mēslo ar 0,1% YaraVita Rexolin ABC, maija un jūnija beigās mēslo ar YaraMila COMPLEX 12-11-18 vai līdzvērtīgiem mēslojumiem (1. gadā – līdz 3 g uz augu, nākamajos – 5 g uz augu).

Lauka stādījumi un to mēslošana

Brūkleņu stādījumu optimālam audzēšanas režīmam, nepieciešams veikt pilnu plānotā purva kūdras agroķīmisko izpēti, lai 1) noteiktu kūdras piemērotību brūkleņu audzēšanai un 2) mēslojuma veidu un devu precizēšanai. Jānosaka kūdras skābums pH vienībās, tās sadalīšanās pakāpe, ūdenī šķīstošo sāļu kopējā koncentrācija pēc īpatnējās elektrovadāmības (EC), barības elementu saturs tilpuma vienībā, ko sekmīgi var noteikt 1 M HCl izvilkumā.

Precīzi noteikt brūklenēm izmantojamo barības elementu daudzumu kūdrā ir izaicinošs uzdevums, jo ķīmiskā šķīdinātāja īpašības nevar tieši pielīdzināt auga sakņu uzņemšanas spējām. Analīžu rezultātus, kas iegūti ar dažādiem izvilkumiem, praktiski savā starpā nevar salīdzināt. Katram šādam izvilkumam ir jāizstrādā savs, tā saucamais optimālais barības elementu līmenis. 1 M HCl ir universāls šķīdinātājs, kas dod labus rezultātus, sevišķi kūdrā ar zemu karbonātu saturu. Šajā izvilkumā var noteikt visus 12 augiem absolūti nepieciešamos, biogēnos elementus: slāpekli, fosforu, kāliju, kalciju, magniju, sēru, dzelzi, mangānu, cinku, varu, boru un molibdēnu, kā arī balasta elementu – nātriju.

Barības elementu daudzuma noteikšana lapās – metode, lai kontrolētu brūkleņu minerālās barošanās stāvokli, kas radies visu augu augšanu ietekmējošo faktoru iespaidā. Starp ogu ražas lielumu un kvalitāti, no vienas puses, un barības elementu saturu lapās, no otras puses, pastāv zināmas likumsakarības. Augstai produktivitātei atbilst noteikts barības elementu daudzums lapās, kuru sauc par normālo jeb optimālo līmeni. Faktiski auga lapu ķīmiskais sastāvs parāda visu augšanas faktoru kopiedarbības summāro efektu. Vislabāk barības elementu apgādes līmeni parāda jaunās lapas, kuras tikko pabeigušas augšanu un sasniegušas normālus izmērus. Lapu diagnostikas metode un substrāta agroķīmiskā analīze ir savstarpēji papildinoši paņēmieni precīzai augu minerālās barošanās stāvokļa kontrolēšanai.

- Ierīkojot stādījumu augstajā sūnu purvā, kur bieži sastopams zems Ca saturs kūdrā, vēlams veikt lauka ģipšošanu ($\text{CaSO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$.) Ģipšošana nodrošina brūkleņu sakņu apgādi ar kalciju bez būtiskām pH izmaiņām kūdrā. Šīs kultūras sekmīgai audzēšanai vidējā ģipša deva uz 1 ha ir 2-3 tonnas. Ģipšošana jāizdara

gadu pirms brūkleņu stādīšanas, lai pagātu izskaloties daļa no ģipsī esošajiem sulfātioniem un samazinātos kopējā ūdenī šķīstošā sāļu koncentrācija.

Purva ģipšošanas priekšrocības salīdzinot ar tā kaļķošanu:

1. Kūdras pH paaugstināšana veicina nezāļu augšanu, kuras dabiski ierobežo kūdras skābā reakcija. Nezāļu apkarošana prasa papildus darbu un līdzekļus visu audzēšanas laiku.
 2. Pat neliela kūdras kaļķošana veicina tās ātrāku sadalīšanos un tās fizikālo īpašību pasliktināšanos.
- Pēc brūkleņu iestādīšanas līdz ogu ražas sākumam, pavasarī, pēc kūdras atkušanas, jāiestrādā skābā augšanas vidē augošiem augiem paredzēts kompleksais mēslojums, konkrētā ražotāja noteiktajā apjomā. Ieteicams izmantot komplekso mēslojumu ar N nitrifikācijas inhibitoru, tādējādi mēslojumu var dot vienā reizē, to nesadalot vairākās devās. Lietojot atsevišķus elementus saturošus minerālmēslus:
 1. Divas trīs nedēļas pirms brūkleņu stādīšanas pamatmēslojumā: uz 1 ha apmēram 150 kg vienkāršo superfosfātu un 150 kg kālija magnēziju. Pēc iesakņošanās pavasara stādījumiem uz 1 ha vēl jāiedod 5-6 kg slāpekli. To var izdarīt ar 15 kg amonija nitrātu vai 25 kg amonija sulfātu. Nav ieteicams dot karbamīdu, jo amīdu formas slāpekli saknes tiešā veidā nevar uzņemt. Slāpekļa mēslojumu ieteicams sadalīt divās līdz trīs daļās un iedot ar viena mēneša starplaiku.
 2. Ražojošā laukā pavasarī uz 1 ha lieto 200 kg vienkāršo superfosfātu un 200 kg kālija magnēziju. Tikko atjaunojas veģetācija uz 1 ha jāiedod 5 kg slāpekli (N). Kopējā maksimālā slāpekļa deva veģetācijas periodā ir 30 kg N uz 1 ha. Šo slāpekļa (N) devu sadalot vairākās devās.
 - Pavasarī veic brūkleņu stādījuma augsnes/kūdras analīzes, lai gadam izstrādātu mēslošanas plānu un vajadzības gadījumā koriģētu iepriekš izmantotās mēslojuma devas. Savukārt lapu analīzes vēlams veikt vismaz reizi veģetācijas sezonas laikā, jo tās ir būtiskas, lai izvērtētu, cik sekmīga ir izvēlēta mēslošanas programma.
 - Nelietot viegli šķīstošos kompleksos minerālmēslus, kas domāti kartupeļiem vai citām lauku kultūrām (ar paaugstinātu Mn saturu). Tie ir noderīgi minerālaugsnes ar pH/KCl 5,5-7,5 un ir absolūti nederīgi sūnu purvā ar skābu reakciju. Skābā vidē augošām kultūrām bieži ir problēmas ar mangāna pārbagātības toksikozi. Pie pH/KCl 5,5 un zemāk viss substrātā esošais mangāns ir reducētā divvērtīgā formā un ļoti viegli uzņemams augā. Izraisot ne tikai tiešu Mn toksikozi, bet papildus bloķējot Fe uzņemšanu.
 - Ļoti vēlama ir arī mikroelementu piebarošana caur lapām, ja to trūkumu uzrāda lapu analīzes. To uzsāk pēc veģetācijas atjaunošanās un pārtrauc augusta vidū. Caur lapām piebaro 2-3 reizes mēnesī ar atbilstošu mikroelementu lapu mēslojumu.
 - Mēslojumu iestrādāt tikai pavasarī, jo purvi raksturīgi ar intensīvu barības elementu izskalošanos ziemas mēnešos.
 - Vēlams nepārsniegt kopējo slāpekļa devu sezonā – 30 kg/ha (tīrviela). Augstākas N devas veicina sabiezinātu augšanu un sekojoši pastiprinātu slimību izplatību kā arī pasliktina augu salizturību un veicina nezāļu augšanu.
 - Optimālā kopējā P deva veģetācijas sezonas laikā – 20 kg/ha (P tīrviela). Jāņem vērā, ka vēss laiks būtiski pasliktina P pieejamību augiem.
 - Brūklenes audzējamas atklātā laukā, pilna apgaismojuma apstākļos labi drenētā, skābā (pH/KCl 4,5-5,5) substrātā.

- Kamēr brūkleņu augi jauni, ieteicams tos papildus mulčēt, lai ierobežotu nezāles un saglabātu kūdras mitrumu.

Barības elementu satura apgādes līmeņi brūklenēm sūnu kūdrā (mg/l) 1M HCl izviljumā

Barības elements	Nepietiekams	Zems (var būt nepietiekams)	Optimāls	Augsts (var būt pārbagāts)	Pārbagāts
Slāpeklis – N	<60	60-80	80-120	120-140	>140
Fosfors – P	<50	50-60	60-100	100-120	>120
Kālijs – K	<60	60-70	70-120	120-150	>150
Kalcijs – Ca	<400	400-500	500-1000	1000-1500	>1500
Magnijs – Mg	<80	80-120	120-200	200-300	>300
Sērs – S	<40	40-50	50-80	80-100	>100
Dzelzs – Fe	<80	80-100	100-200	200-300	>300
Mangāns – Mn	<2	2-4	4-8	8-10	>10
Cinks – Zn	<2	2-4	4-8	8-10	>10
Varš – Cu	<4	4-6	6-10	10-12	>12
Bors – B	<0,8	0,8-1,0	1,0-1,5	1,5-2,0	>2,0
Molibdēns – Mo	<0,04	0,04-0,10	0,10-0,25	0,25-0,40	>0,4
pH _{KCl}	<4,0	4,0-4,5	4,5-5,5	5,5-5,8	>5,8
EC (mS/cm)	<0,6	0,6-0,8	0,8-1,2	1,2-1,5	>1,5

Barības elementu satura apgādes līmeņi brūkleņu lapās

Barības elements	Nepietiekams	Zems (var būt nepietiekams)	Optimāls	Augsts (var būt pārbagāts)	Pārbagāts
% gaisa sausās lapās					
Slāpeklis – N	<0,80	0,80-1,00	1,00-1,50	1,50-1,80	>1,80
Fosfors – P	<0,15	0,15-0,20	0,20-0,30	0,30-0,40	>0,40
Kālijs – K	<0,40	0,40-0,50	0,50-0,80	0,80-0,90	>0,90
Kalcijs – Ca	<0,50	0,50-0,60	0,60-0,80	0,80-1,00	>1,00
Magnijs – Mg	<0,15	0,15-0,20	0,20-0,30	0,30-0,40	>0,40
Sērs – S	<0,10	0,10-0,15	0,15-0,25	0,25-0,30	>0,30
mg/kg gaisa sausās lapās					
Dzelzs – Fe	<60	60-80	80-150	150-200	>200
Mangāns – Mn	<25	25-40	40-100	100-120	>120
Cinks – Zn	<20	20-30	30-80	80-100	>100
Varš – Cu	<6	6-8	8-12	12-15	>15
Bors – B	<20	20-30	30-60	60-80	>80

Rekomendācijas projekta partneriem augu un stādījumu uzturēšanai pēc projekta

z/s „Kaigi” un Nodibinājums „Stādu un kūdras inovāciju fonds”

Lauka izmēģinājumu stādījumus turpināt kopt un mēslot:

1. pavasarī, pēc kūdras atkušanas, jāiestrādā skābā augšanas vidē augošiem augiem paredzēts kompleksais mēslojums, piemēram, 250 – 300 kg/ha Novatec Classic 12-8-16 ar mikroelementiem vai ekvivalents, ar zemu Mn saturu,
2. veģetācijas sezonas gaitā 2-3 reizes mēnesī lietot foliāro mēslojumu mikroelementu deficīta novēršanai lapās,
3. kamēr brūkleņu augi jauni, ieteicams tos papildus mulčēt, lai ierobežotu nezāles un saglabātu kūdras mitrumu, pēc nepieciešamības laistīt,
4. mēslojumu iestrādāt tikai pavasarī, jo purvi raksturīgi ar intensīvu barības elementu izskalošanos ziemas mēnešos,
5. pavasara salnu un bargas ziemas apstākļos izvērtēt pretsalnu aizsadzības iespējas un lietderību.

Ja ir iespējams, pavasarī veic brūkleņu stādījuma augsnes/kūdras analīzes, lai gadam izstrādātu mēslošanas plānu un vajadzības gadījumā korigētu iepriekš izmantotās mēslojuma devas. Savukārt lapu analīzes vēlams veikt vismaz reizi veģetācijas sezonas laikā, jo tās ir būtiskas, lai izvērtētu, cik sekmīga ir izvēlētajā mēslošanas programma. Tās parāda visu augšanas faktoru savstarpējās iedarbības ietekmi uz makro- un mikroelementu uzņemšanu. Lapu analīzes papildina augsnes analīzes rezultātus un parāda barības elementu nodrošinājumu augos konkrētos augšanas apstākļos.

Lapu analīze veģetācijas periodā parāda, kuru barības elementu uzņemšanu no augsnes negatīvi ietekmē tādi faktori kā:

1. vēss, mitrs laiks samazina: P, N, Mg, Zn pieejamību augiem,
2. pārbagāti nokrišņi izskalo no vieglām augsnēm anjonus: nitrātus, sulfātus, bora anjonus u.c.,
3. barības elementu kustīgumu augsnē ietekmē tās temperatūra, redokspotenciāls u.c.,
4. viena vai vairāku elementu pārbagātība augsnē ietekmē citu elementu uzņemšanu.

Mikroelementi, kā varš, bors, cinks vai molibdēns augiem ir vajadzīgi nesalīdzināmi mazākos daudzumos nekā makroelementi - slāpekļis, fosfors, kālijs vai kalcijs; bet tas nesamazina to nozīmi ražas lieluma un kvalitātes nodrošināšanā. Ir kļūdaini domāt, ka mikroelementiem nav sevišķas nozīmes augu dzīvē un bez tiem var arī iztikt. Mikroelementu piebarošana caur lapām var ātri un efektīvi likvidēt to deficītu augiem un nodrošināt augstu ražu un labu tās kvalitāti. Tādējādi mēslojums caur lapām būtiski papildina augsnes mēslošanas programmu. Apstākļi, kas rada nepieciešamību pielietot foliāros/lapu mēslojumus ir:

1. augsnē iedotie mikroelementi var tajā saistīties grūti šķīstošos savienojumos, kā arī sausas vasaras gadījumā palikt augsnē neizšķīdušā veidā,
2. stipra lietus gadījumā daļa augsnē iestrādāto barības elementu var tikt izskalota,
3. caur lapām iedotie tūlīt iedarbojās,
4. caur lapām iespējams precīzi dozēt mikroelementu daudzumu,

5. viegli izstrādāt mikroelementu mēslošanas programmu.

SIA Stādaudzētava „Dimzas”

2022. gadā 1 litra podos iestādīt:

- pārziemojušos, stādu audzētavā 2021. gadā pavairotos stādus,
- pārziemojušos stādus, kas 2021. gadā saņemti no LU Botāniskā dārza (pavairoti *in vitro*).

Stāda sūnu kūdrā (smalki sijāta, 0-35 mm), pH 4,1-4,9. Tur ārpus siltumnīcas. Turpmākajos gados pārmodo vai izstāda mātesaugu stādījumos. Kopt un mēslojot pēc nepieciešamības ar sekojošiem vai līdzvērtīgiem mēslojumiem, režīmu mainot atbilstoši augu stāvoklim:

- maija un jūnija beigās mēslo ar skābā augšanas vidē augošiem augiem paredzēts kompleksais mēslojums, piemēram, Novatec Classic 12-8-16 ar mikroelementiem vai līdzvērtīgs, ~5 g uz augu,
- ja nepieciešams – mēslo arī caur lapām.

Ja iespējams, pavasarī veikt barības elementu satura analīzes lapās un kūdrā, lai gadam izstrādātu mēslošanas plānu un vajadzības gadījumā koriģētu iepriekš izmantotās mēslojuma devas.

Latvijas Universitātes Botāniskā dārza Augu bioloģijas laboratorija

Uzturēt *in vitro* šķirņu ‘Koralle’, ‘Runo Bielawskie’ un ‘Red Pearl’ dzinumu kultūras (katrai šķirnei vismaz pieci kultivēšanas trauki, minimālais trauka tilpums 50 ml):

- klonēt ik pēc 12 nedēļām,
- barotne - Andersona barotne (Anderson, 1984), saharoze 25 g/l, nikotīnskābe 0,5 mg/l, piridoksīns 0,1 mg/l, tiamīns 0,4 mg/l, mezoinozīts 100 mg/l, adenīns 40 mg/l, kazeīna hidrolizāts 1 g/l, zeatīns 0,75 mg/l, agars 7,8 g/l, pH 4,8-5,
- 23±2 °C temperatūra, gaisma – 16 stundas, apgaismojums – 3000 lx virs audzēšanas traukiem.

Publicitāte

1. Latvijas Universitātes **mājaslapā** <https://www.lu.lv/zinatne/programmas-un-projekti/es-strukturfondi/>.
2. Latvijas Universitātes Botāniskā dārza **mājaslapā** <https://www.botanika.lu.lv/projekti/elfla/bruklenu-skirnu-pavairošanas-un-audzēšanas-metodikas-izveide/>.
3. Latvijas Universitātes Bioloģijas institūta **mājaslapā** <https://lubi.lu.lv/lv/zinatne/projekti/eiropas-lauksaimniecibas-fonda-projekti/>.
4. Latvijas Universitātes **mājaslapā** ziņa LU Botāniskais dārzs izpētījis brūkleņu pavairošanas un audzēšanas īpatnības, 19.01.2022 <https://www.lu.lv/par-mums/lu-mediji/zinas/zina/t/69811/>
5. Lauku tīkla **mājaslapā** <http://www.laukutikls.lv/bruklenu-vaccinium-vitis-idaea-skirnu-pavairošanas-un-audzēšanas-metodikas-izveide>.
6. Nodibinājuma „Stādu un kūdras inovāciju fonds” **mājaslapā** http://www.skif.lv/bruklenu_vaccinium.html.
7. **Seminārs-lauka demonstrējums** z/s Kaigi 10.09.2020.
8. **Seminārs tiešsaistē** ZOOM platformā Brūkleņu pavairošanas pieredze, 1.07.2021, <http://www.laukutikls.lv/nozares/lauku-telpa/notikumi/2021-07-01-000000/zoom-platformaseminars-bruklenu-pavairošanas-pieredze>
9. S. Tomsone, **mutisks ziņojums** par brūkleņu pavairošanu un audzēšanu Latvijas Universitātes Jauno tehnoloģiju un inovāciju dienā 17.05.2019.
10. S. Tomsone, M. Lazdāne, A. Karlsons, L. Zīra Brūkleņu *Vaccinium vitis-idaea* pavairošanas un audzēšanas izmēģinājumi, Latvijas Universitātes 78. starptautiskā **zinātniskā konference**, 30.01.2020: **mutisks ziņojums, kopsavilkums publicēts** DOI: 10.22364/lukbot.2020, <https://dSPACE.lu.lv/dSPACE/handle/7/50027>
11. S. Tomsone, M. Lazdāne, L. Zīra, A. Karlsons, Brūkleņu *Vaccinium vitis-idaea* šķirņu pavairošanas veidi un stādu augšanas dinamika, LU 79. starptautiskās **zinātniskās konference**, 4.02.2021, <https://www.konference79.lu.lv/programma/prioritara-petnieciba/augu-daudzveidibas-petijumi-ex-situ/>, **mutisks ziņojums, kopsavilkums publicēts** DOI: 10.22364/luszk.79.bds.tk, <https://dSPACE.lu.lv/dSPACE/handle/7/54094>
12. A. Karlsons, S. Tomsone, M. Lazdāne, A. Osvalde 2021. Effect of fertilization on growth of lingonberry (*Vaccinium vitis-idaea* L.). 12th International conference “Biosystems Engineering 2021”, May 5-7, Tartu, Estonia, Abstract book: 75., **dalība starptautiskā konferencē**.
13. M. Lazdāne, Brūkleņu *Vaccinium vitis-idaea* L. Mikropavairošana. Latvijas Universitātes 80. starptautiskā **zinātniskā konference**, 01.02.2022: **mutisks ziņojums**, https://conferences.lu.lv/event/130/attachments/77/132/Programma_Augu_daudzv



7.



9.

eidibas_petijumi_ex-situ.pdf.

14. A. Karlsons, S. Tomsone, M. Lazdāne, A. Osvalde Effect of fertilization on growth of lingonberry (*Vaccinium vitis-idaea* L.). *Agronomy Research* Vol. 19, SI 2, 2021, p.1039–1051: tab. <https://doi.org/10.15159/AR.21.041>., URL: https://dspace.emu.ee/xmlui/bitstream/handle/10492/6431/Vol19_S2_-Karlsons.pdf ISSN 1406-894X. **SCOPUS publikācija.**
15. Nodrukāts **informatīvas materiāls** – informācijas lapa, A5 izmērs:
 - izplatīta 5.-6.06.2021 pasākumā Stādu parādē.
16. Nodrukāts **informatīvas materiāls** S. Tomsone, M. Lazdāne, A. Karlsons, M. Paeglis, A. Vītoliņš, S. Alta, 2022. Brūkleņu pavairošanas un audzēšanas metodika, Latvijas Universitāte, Rīga, 16 lpp.
17. **Informatīvas materiāls** S. Tomsone, M. Lazdāne, A. Karlsons, M. Paeglis, A. Vītoliņš, S. Alta, 2022. Brūkleņu pavairošanas un audzēšanas metodika, Latvijas Universitāte, Rīga, 16 lpp. pieejams:
 - <https://dspace.lu.lv/dspace/handle/7/56972>,
 - https://www.botanika.lu.lv/fileadmin/user_upload/lu_portal/botaniskais/Bruklenu_pavairošanas_un_audzšanas_metodika.pdf,
 - http://www.skif.lv/Bruklenu_pavairošanas_un_audzšanas_metodika_2022_v2.pdf
18. S. Tomsone, 3.07.2021, pl. 17:05 **intervija** Latvijas Radio 2 raidījumā „Nākotnes pietura”, <https://lr2.lsm.lv/lv/raksts/nakotnes-pietura/signe-tomsone-darbs-pie-bruklenu-skirnu-pavairošanas-un-audzsan.a146281/>



14.



15.