

# **Latvijā plašāk audzēto lauka dārzeņu mēslošanas optimizācija ilgtspējīgu tehnoloģiju nodrošināšanai**

**projekta Nr. 23-00-S0INZ03-000005**



ATSKAITE PAR 2023. GADU

**Projekta izstrādātājs, informācijas sagatavotājs**

**Dārzkopības institūts**

Sadarbībā ar 10 zemnieku saimniecībām

## SATURS

Ievads .....	3
Darba uzdevumi .....	3
Literatūras apskats .....	5
Metodika .....	7
Rezultāti .....	11
Secinājumi .....	28
Literatūras saraksts .....	28

## Ievads

Saskaņā ar Eiropas zaļo kursu, lauksaimniecībā tiek ieviesti pastiprināti vidi saudzējošie pasākumi, kas ietver barības vielu zuduma, minerālmēsļu un pesticīdu lietojuma samazinājumu, ko iespējams īstenot lietojot zaļmēslojumus, ievērojot pareizu augu seku un lietojot pamatotas, uz augsnes analīžu rezultātiem balstītas mēslojuma devas. Minerālā mēslojuma lietojuma samazinājumam ir ne vien ekoloģiska nozīme, bet tas kļūst aktuāls arī ekonomisku apsvērumu dēļ. Zaļmēslojumu izmantošana ir saredzama kā alternatīva augsnes auglības uzlabošanai un augu nodrošināšanai ar barības elementiem.

Dārzeņu audzēšana kā viena no augkopības nozarēm ar augstāko pašizmaksu ir uzskatāma par nozari, kas visātrāk varētu ieviest tehnoloģiskus jauninājumus augu mēslošanas jomā. Līdz ar to Dārzkopības institūts jau trešo gadu turpina šo pētījumu **ar mērķi** noskaidrot esošo situāciju barības elementu nodrošinājumā dārzenkopības saimniecībās un izstrādāt Latvijā plašāk audzēto lauka dārzeņu (galviņkāpostu, burkānu, sīpolu, biešu) mēslošanas ieteikumus atbilstoši Eiropas Zaļā kursa mērķiem.

## Darba uzdevumi

Dārzkopības institūtā (DI), sadarbībā ar 10 zemnieku saimniecībām, kuras ir atšķirīgas augsnes granulometriskā sastāva, augsnes tipa un augu barības elementu - fosfora un kālija nodrošinājuma ziņā, kā arī atšķirīgu saimniekošanas veidu (integrēti un bioloģiski), veikti sekojoši uzdevumi:

1. Noskaidrot esošo augu barības elementu nodrošinājumu (NPK) vismaz 10 modeļsaimniecībās Latvijā plašāk audzētajiem dārzeņiem (galviņkāpostiem, burkāniem, sīpoliem, bietēm) veicot augsnes analīzes un rēķinot NPK bilances vismaz četru gadu periodā (2021 - 2024); šajās saimniecībās pārbaudīt pielietoto mēslošanas devu efektivitāti (2022-2025);
2. Analizēt iegūtos NPK uzskaites datus kontekstā ar augu maiņu, mēslojuma lietojumu, saimniekošanas sistēmu un dārzeņu ražību, kas tiks izmantota mēslošanas normatīvu izstrādei (2021-2025);

3. Izvērtēt augsnes bioloģisko aktivitāti dažādās saimniecībās pie dažāda barības vielu nodrošinājuma pārvaldības, kā arī lauka izmēģinājumos pie dažādas augu maiņas un zaļmēslojuma starpkultūru izmantošanas (2021-2025);
4. Noskaidrot augu barības elementu (NPK) iznesi ar ražu Latvijā plašāk audzētajiem dārzeņiem (galviņkāpostiem, burkāniem, sīpoliem, bietēm) (2021-2022);
5. Ierīkot lauka izmēģinājumus DI, kur tiks pārbaudīta dažādu zaļmēslojumu un starpkultūru augu ietekme uz NPK bilanci augsnē, dārzeņu ražību un ekonomisko efektivitāti (2021-2024);
6. Izstrādāt optimālas mēslošanas normas plašāk audzētajiem dārzeņiem atbilstoši plānotajai ražai un augsnes nodrošinājumam ar fosforu un kāliju (2025);
7. Sagatavot zinātniskās un populārās publikācijas zināšanu pārnesei (2023-2025).

## Īss ieskats literatūrā

Apkopojot nu jau trīs gadu rezultātus, redzams, ka apstiprinās literatūrā minētais, ka barības elementu bilanci augsnē nosaka vairāki faktori – augsnes tips, dabīgais augsnes agroķīmiskais nodrošinājums, ko ietekmē cilmiezis, audzētie kultūraugi, organiskās vielas sastāvs (augu atliekas, kūtsmēsli, komposts, u.c.), gan ar mēslošanas līdzekļiem iedoto elementu daudzums, gan izskalošanās ar nokrišņiem, gan ražas un zaļās masas (nezāles ieskaitot) veidošanai patērētie elementi. ***Ļoti nozīmīgs aspekts ir meteoroloģiskie apstākļi, kas ietekmē ražas veidošanos tieši un arī netieši caur augsnes procesiem.***

Šogad esam vairāk uzmanības pievērsuši organiskās vielas satura izmaiņām un tā ietekmei uz augsnes auglību un ražas veidošanos un iznesu izmaiņām atkarībā no genotipa un agrometeoroloģiskajiem apstākļiem.

Augsnes organiskās vielas mineralizācija ir process, kurā organiskās vielas sadalās neorganiskās vielās mikroorganismu noārdīšanās rezultātā, nodrošinot barības vielas kultūraugu augšanai un izdalot siltumnīcefekta gāzes, piemēram, aerobos apstākļos CO<sub>2</sub>, bet anaerobos CH<sub>4</sub> (Dai, Wang & Fu, 2017). Pirmais solis – organiskās vielas pārvēršanās amonija formās notiek ar amonifikācijas baktēriju palīdzību aerobos apstākļos. Optimālos mitruma un temperatūras apstākļos šis process notiek salīdzinoši efektīvi un strauji. Tam seko nitrifikācija, ko veic nitrifikācijas baktērijas. Arī šī procesa efektivitāte atkarīga no temperatūras un mitruma apstākļiem. Bez meteoroloģiskajiem apstākļiem, kā nozīmīgs faktors ir jāņem vērā augsnē iestrādātās organiskās masas (augu biomasas) daudzums un tās C:N attiecība, kas nosaka šo procesu efektivitāti. Turklāt bieži augsnēs veidojas dažādi organo-minerālie savienojumi, kuros tiek iesaistīti mineralizācijas procesā atbrīvotie joni (Possinger u.c., 2020; Kemmitt u.c., 2008). Līdz ar to redzams, ka organisko vielu mineralizācijas tempu un produktivitāti nosaka virkne dažādu faktoru. Raugoties no vides aspekta, mineralizācija ir nevēlama, jo izdala atmosfērā CO<sub>2</sub>, bet no augsnes auglības puses ir vēlama, jo nodrošina augiem barības vielas un uzlabo augsnes kopējo auglību. Tomēr, nodrošinot augsni visu laiku “aizņemtu” – tātad, uz tās visu laiku audzējot augus, no augsnes izdalītais CO<sub>2</sub> tiek izmantots šo augu fotosintēzē. Turklāt jāņem vērā, ka bioloģiski aktīvākās augsnēs, kurās arī tiek iestrādāta augu biomasa, pastāv lielāka iespēja, ka mineralizācijas procesā radītie joni tiks iesaistīti daudzveidīgākos un stabilākos organo-minerālos savienojumos (Kopittke u.c., 2020).

Vēl viena iespēja kā saistīt augsnē oglekli – sekmēt mikorizas sēņu vairošanos/augšanu augsnē, tādējādi “pa tiešo” no augiem oglekļa savienojumus “ievadīt” augsnē caur mikorizas sēņu hifu tīklu. Turklāt šīs sēnes gan uzlabo augsnes auglību, gan augu ražību.

Zaļmēslojuma lietojums augu sekā varētu būt viens no augsnes bioloģiskās daudzveidības un līdz ar to arī auglības celšanas risinājumiem (Kopittke u.c., 2020). Izvēloties zaļmēslojumu, kā augsnes bioloģiskās aktivitātes, un līdz ar to arī auglības veicinātāju, jāņem vērā dažādi faktori. Pats galvenais – cik daudz laika paliek pēc dārzeņu novākšanas vai pirms to sējas zaļmēslojuma augšanai.

Arī aplūkojot minerālvielu iznesu rādītājus pa šiem trīs izmēģinājuma gadiem, vērojama to svārstība. Gan pēc mūsu novērojumiem, gan arī pēc literatūras datiem to nozīmīgi ietekmē agrometeoroloģiskie apstākļi un augu genotips. Piemēram, sausākos periodos samazinās barības vielu uzņemšana augos (Rouphael u.c., 2012). To skaidro ar mikrobioloģisko procesu palēnināšanos sausuma apstākļos. Turklāt pārlicīgā mitrumā augi mazāk transpirē, tādējādi mazinot šūnsulu cirkulāciju un sakņu sūcēj spēku, līdz ar to neuzņemot barības vielas (Steffens u.c., 2005; Onyekachi u.c., 2019). Savukārt pie samazināta augsnes mitruma augiem kļūst apgrūtināta mitruma uzņemšana no augsnes, kur ir izšķīduši barības elementi, līdz ar to arī mazinās uzņemto barības elementu apjoms (Barooah et al., 2023).

## Metodika

Lai veiktu izmēģinājumu, tika izstrādāts metodiskais plāns darbībām, kas nepieciešamas uzdevumu sasniegšanai un galveno barības elementu bilances aprēķinam. Bilances aprēķins balstīts uz izdevumā “**Lauku kultūraugu mēslošanas normatīvi**” A.Kārklīņš, A. Ruža, 2013 sniegto metodiku, LLKC izstrādāto “**Kultūraugu mēslošanas plāna izstrādes metodiku**” Ozolnieki, 2008 un “**Dārzeņu mēslošanas plāna sastādīšana, izmantojot Augu minerālās barošanās laboratorijas rezultātus**” M.Gailīte, Agrotops, 2021/02.

Pētījuma darbs strukturēts vairākās darbībās:

- 1) **Iznesu aprēķinam** tika noteikts **barības elementu sastāvs augos**. Par iznesi (I) sauc to barības elementu daudzumu, ko kultūraugs augšanas laikā uzņem no augsnes un iekļauj savā organismā un ko, novācot ražu, aizvāc projām no lauka. To aprēķina, zinot ražas biomasas daudzumu un noteikta augu barības elementa koncentrāciju biomasā:

$$I = M * C / 100,$$

kur M – biomasas vienība; C – augu barības elementa koncentrācija šajā biomasā, %

Iznesi var izteikt kg barības elementu uz tonnu biomasas (kopraža) –  $\text{kg t}^{-1}$  vai uz laukuma vienību ( $\text{kg ha}^{-1}$ ). Bet jāņem vērā, ka ne visa kopraža tiek realizēta kā tirgus prece. Zemnieki vairāk orientējas uz tirgus preces ieguves apjomu.

Tā kā precīzai mēslojumu devu aprēķināšanai ir jāzina arī augu atliekās, kas paliek uz lauka, esošais barības elementu sastāvs, tad ir veikts arī to apjoma izvērtējums un sastāva izpēte, secīgi veicot tajās esošo elementu daudzuma aprēķinu.

Iznesu aprēķinam ražas vākšanas brīdī tika savākti augu paraugi (3 augi no katras paraugu ņemšanas vietas) no visām saimniecībām, ko sagatavoja un nodeva LU Bioloģijas fakultātes Augu minerālās barošanās laboratorijā analīžu veikšanai. Augiem tika nodotas analīzēm gan produktīvās, gan neproduktīvās (augu atlieku) daļas. Analīzē noteikti N, P, K, Ca, Mg, S - % un B noteikts mg/kg.

### 2) **Augsnes agroķīmiskā sastāva noteikšana**

2023. gadā augsnes analīzes veiktas minerālajam slāpeklim ( $\text{NH}_4$  un  $\text{NO}_3$ ) trijos periodos: veģetācijas perioda sākumā – aprīlī, vidū – jūlijā un beigās – oktobrī; pilnai augsnes analīzei (pH, organiskā viela,  $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ , Ca, Mg,  $\text{SO}_4$ ,  $\text{NH}_4$ ,  $\text{NO}_3$ ) paraugi vākti divas reizes sezonā – aprīlī pirms veģetācijas un oktobrī, ražas vākšanas laikā. Analīzes veiktas VAAD.

Augsnes agroķīmiskās analīzes tiek veiktas paraugiem, kas ņemti katrā saimniecībā izvēloties reprezentatīvos kultūraugus vienā vai vairākos laukos, ja tādi ir bijuši, kopīgi vienojoties ar saimniekiem par optimālāko lauku ņemot vērā audzēšanas tehnoloģiju, augu maiņu un augsnes īpatnības.

### 3) **Augsnes bioloģiskās aktivitātes noteikšana**

Augsnes bioloģisko aktivitāti projektā nosakām visiem analizētajiem augsnes paraugiem, lai izzinātu procesus augsnē, un spētu veikt to monitoringu saimniecībās projekta gaitā veicot mēslošanas plānu korekcijas. Šīs analīzes veiktas DI augsnes laboratorijā.

Augsnes paraugi 2023. gada sezonā vākti trīs reizes sezonā (3 paraugu sērijas) gan Dārzkopības institūta izmēģinājuma laukos, gan saimniecībās. Augsnes paraugi ievākti katrā saimniecībā, no reprezentatīvajiem kultūraugiem, atbilstošajos laukos.

**Augsnes elpošana** noteikta pēc kolorimetriskās metodes. Traukā, kura tilpums 0.5 L, ievietoti 50 g augsnes, kas izsijāta caur 2 mm sietu. Papildus ievietots lēzens trauks ar 5 ml 0.1 M KOH. Trauks hermētiski noslēgts un atstāts tumsā uz 24 h pie 28°C. Pēc inkubācijas trauks ar KOH izņemts, šķīdums iekrāsots ar fenolftaleīnu un titrēts ar 0.1 M HCl, reģistrēts izlietotais titrāta daudzums. Lai noteiktu CO<sub>2</sub> daudzumu (mg), kas radies elpošanas procesā, aprēķinam izmantota formula:

$$CO_2(mg) = \frac{(K-A)*2.2*60}{m*t},$$

kur

K – iztitrētā 0.1 n HCl daudzums kontroles traukā, mL;

A – iztitrētā 0.1 n HCl daudzums izmēģinājuma traukā, mL;

m – augsnes iesvars, g,

t – izmēģinājuma laiks, min.

**DHA aktivitāte** noteikta pēc Garcia et.al. (1997) metodes, kurš modificēja Skujiņa (1976) izstrādāto metodi. Mēģenē tiek ievietots 1 g sijātas augsnes. Tam tiek pievienots 50 µL 1% glikozes šķīduma, 0.2 mL 0.4% INT (2-p-jodofenil-3-p-nitrofenil-5-feniltetrazola hlorīds) un 1 mL destilēta ūdens. Mēģeni noslēdz un atstāj tumsā vismaz uz 6 h pie 28°C (1.att.). Pēc inkubācijas paraugam tiek pievienots 10 mL metanola, tad to intensīvi maisa 1 min. Šķīduma



blīvums noteikts ar spektrofotometra palīdzību pie 485 nm viļņu garuma. DHA aktivitāte noteikta pēc izstrādātā INTF (2-p-jodofenil-3-p-nitrofenil-5-feniltetrazola formazāns) daudzuma, kas aprēķināts pēc formulas:

$$INTF(\mu L * L^{-1} * h) = \frac{(-3 * A_{485}^2 + 4 * A_{485}) * 86400}{(60 * h) + min},$$

kur

INTF – izstrādātā fermenta daudzums,  $\mu L * L^{-1} * h$

$A_{485}$  – spektrofotometra nolasījums;

h – inkubācijas laiks pilnās stundās;

min – minūtes pāri pilnai stundai.

Trīs reizes sezonā (veģetācijas perioda sākumā, vidū un beigās) visu lauku augsnes paraugiem vērtēta *celulāzes aktivitāte*. Tā noteikta laboratoriski, vērtējot filtrpapīra sadalīšanās pakāpi procentos pēc 14 dienām augsnes inkubācijas Petri platē 20-22 °C temperatūrā.

#### 4) Saimniecību apsekojums un lauka vēstures izpēte

Aprīlī saimniecības tika apsektas un pēc saimnieku ieteikuma izvēlēti apsekojamie lauki atkarībā no kultūrauga un audzēšanas tehnoloģijas. Tad arī tika ievākti pavasara augsnes analīžu paraugi kopējā slāpekļa, pH, organiskās vielas,  $P_2O_5$ ,  $K_2O$ , Ca, Mg, un augsnes bioloģiskās aktivitātes noteikšanai. Jūlijā tika veikti pirmie augu paraugu (sīpoli) ievākšanas darbi un augsnes minerālā slāpekļa un bioloģiskās aktivitātes paraugi veģetācijas perioda vidū. Oktobrī ievākti visi augsnes paraugi un augu produktīvās un neproduktīvās biomasas paraugi.

**Saimniecību raksturojums iekļauts 1. tabulā, neiekļaujot saimniecības nosaukumu, bet tikai novadu, lai nodrošinātu datu konfidencialitāti, kas tika solīts saimniekiem. 1.tabulā iekļautā informācija ir paredzēta tikai ZM un LAD lietošanai. Publiskojamajā atskaites variantā arī novadi tiks izdzēsti.**

Tabulā iekļautais saimniecības numurs tālāk tiek izmantots datu analīzē atsaucēs uz saimniecībām.

**Saimniecību īss raksturojums par 2023. gadu**

Saimniecības Nr.	Saimniekošanas sistēma	Analizējamie dārzeņi
2.	integrēta	burkāni, bietes, kāposti
3.	integrēta	bietes
4.	integrēta	kāposti, burkāni
5.	integrēta	burkāni, kāposti, sīpoli
6.	integrēta	kāposti
7.	integrēta	sīpoli
8.	integrēta	bietes
11.	integrēta	burkāni, sīpoli
12.	integrēta	bietes, burkāni, kāposti, sīpoli
1.	bioloģiska	sīpoli, bietes, burkāni, kāposti
9.	bioloģiska	burkāni, kāposti, sīpoli, bietes
10.	bioloģiska	kāposti, sīpoli

**5) Izmēģinājuma iekārtojums Dārzkopības institūtā**

Lai veiktu metodoloģiski korektu izmēģinājumu, kur veikt precīzus novērojumus un regulāri kontrolēt apstākļus un lietotos līdzekļus, kā arī izvērtēt zaļmēslojumu ietekmi uz barības vielu bilanci dārzeņu augu sekā, 2023. gadā Dārzkopības institūta Pūres pētījumu centrā, teritorijā “Tauriņi” turpināts sešu lauku augsekas izmēģinājums:

1. Bietes
2. Burkāni
3. Zālājs 1. gads
4. Zālājs 2. gads
5. Sīpoli / rudenī ziemas rudzi
6. Kāposti

Katra lauciņa izmērs ir 72 m<sup>2</sup>, tajos randomizēti izvietoti uzskaites lauciņi 3 m<sup>2</sup> izmērā. Laukus plānots secīgi mainīt, lai veidotu ilgtspējīgu augu seku. Visiem augiem veiktas barības vielu satura analīzes un noteikta raža un sausnas raža iznesu aprēķinam.

Ražas uzskaitē veikta novācot uzskaites lauciņus, veikta auga visu daļu analīze – biomasas mērījumi, noteikta sausna, un barības elementi.

## Rezultāti

Visi šīs sezonas dati vēl nav apkopoti, jo no dažām saimniecībām vēl nav saņemta nepieciešamā mēslošanas un ražas informācija. Tomēr, balstoties uz atskaites gatavošanas brīdī esošo informāciju, esam apkopējuši savus novērojumus.

2023. gada rezultāti sniedz ieskatu dārzeņu audzēšanas tehnoloģisko risinājumu saimniecību daudzveidībā to intensifikācijas pakāpes (saimniekošanas sistēmas) ziņā un atspoguļo tā ietekmi uz dārzeņu ražību (2. tabula). Šie rādītāji izmantojami dažādas intensitātes saimniekošanas ietekmes uz dārzeņu ražību un augsnes īpašībām aprēķinam – gan intensīvas audzēšanas tehnoloģijas, kur ir lielas ienesas un iznesas, gan integrētās saimniecības ar mazāku mēslošanas līdzekļu lietojumu, gan bioloģiskās saimniecības, kur barības elementu aprīte ir lēnāka.

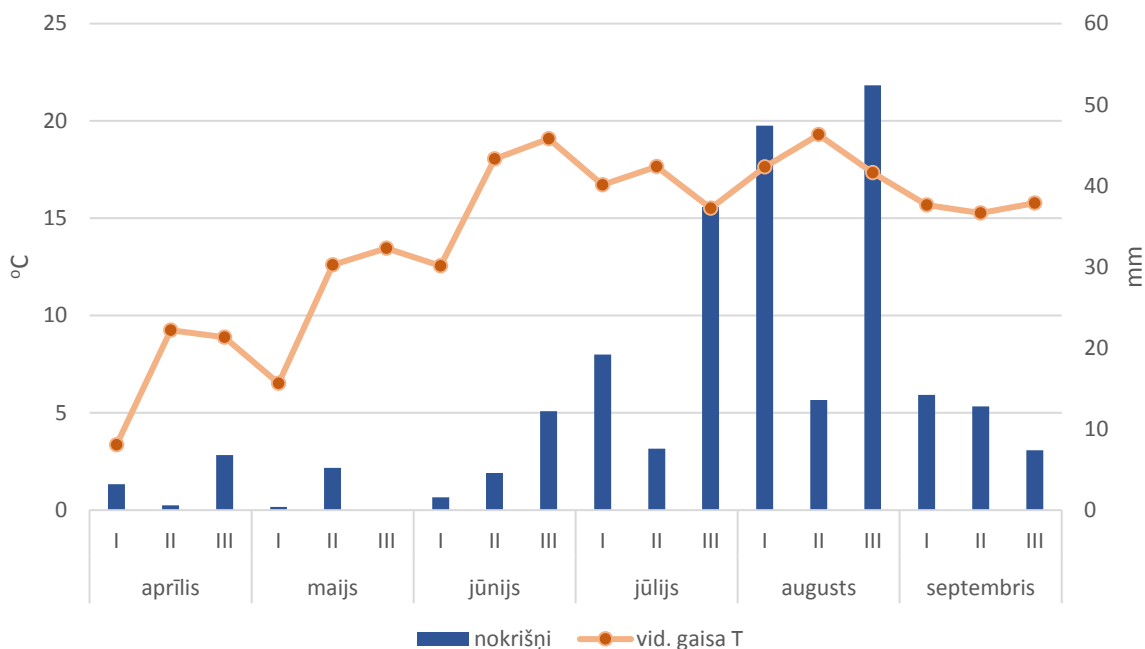
2. tabula

**Saimniekošanas sistēma un iegūtā vidējā ražība pa saimniecībām, 2023. gadā**

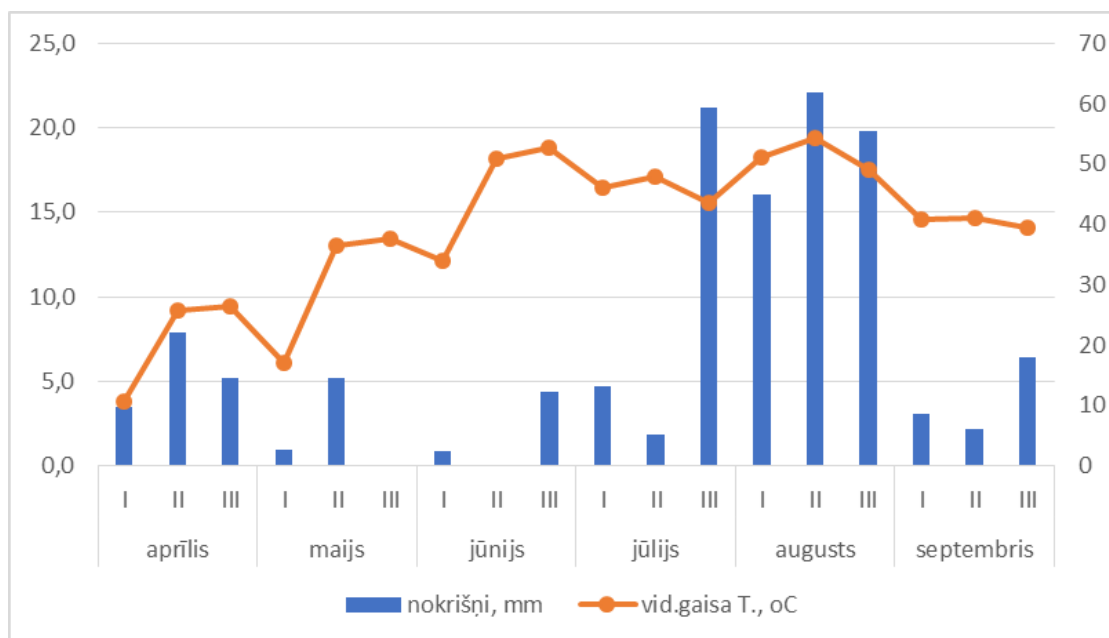
Saimniecības Nr.	Saimniekošanas sistēma	raža, t/ha			
		kāposti	sīpoli	burkāni	bietes
2.	integrēta	70	x	22	20
3.	integrēta	x	x	x	nav vēl datu
4.	integrēta	nav vēl datu	x	nav vēl datu	x
5.	integrēta	nav vēl datu	nav vēl datu	nav vēl datu	x
6.	integrēta	nav vēl datu	x	x	x
7.	integrēta	x	nav vēl datu	x	x
8.	integrēta	x	x	x	nav vēl datu
11.	integrēta	nav vēl datu	x	x	nav vēl datu
12.	integrēta	103	26	76	71
1.	bioloģiska	x	8	x	12
9.	bioloģiska	18	14	16	23
10.	bioloģiska	nav vēl datu	nav vēl datu	x	x

Atkarībā no saimniecības saimniekošanas veida un vietas ir vērojama samērā liela iegūto dārzeņu ražu amplitūda. To nosaka galvenokārt konkrētās vietas meteoroloģiskie apstākļi, šķirnes ģenētiskās īpašības un audzēšanas sistēma. Piemēram, kāpostiem bioloģiskajā saimniecībā iegūta raža  $18 \text{ t ha}^{-1}$ , bet konvencionālajā –  $80 \text{ t ha}^{-1}$ . Burkāniem vērojamas ievērojamas atšķirības arī integrētajās saimniecībās –  $22$  un  $76 \text{ t ha}^{-1}$ . To nozīmīgi ietekmējuši meteoroloģiskie apstākļi.

Kopumā raksturojot 2023. gada veģetācijas sezonu, jāatzīmē, ka tā bija atšķirīga pa novadiem ar krasām temperatūras un nokrišņu galējībām – veģetācijas perioda sākums bija sauss visā Latvijā, bet austrumu novados (konkrēti - Madonas novadā) tas ievilkās īpaši ilgstoši (1. un 2. attēls). Tas arī ir atstājis nozīmīgu ietekmi uz ražas veidošanos.



1. Attēls. Meteoroloģiskie apstākļi Pūrē 2023. gada veģetācijas periodā



2. attēls. Attēls. Meteoroloģiskie apstākļi Madonā 2023. gada veģetācijas periodā

Analizējot iegūtās dārzeņu ražas, tās atspoguļo vidēju Latvijas ražību atbilstošajām kultūrām, vai ir nedaudz zem tās. Līdzīgi kā iepriekšējos gados, arī 2023. gadā bioloģiskajā saimniekošanas sistēmā iegūta zemāka raža, nekā integrētajā, vidēji sastādot ap 25-70 % no integrētās. Bet pirmo reizi projekta īstenošanas laikā ir arī vērojama otrādāka ražas attiecība, kad bioloģiskajā saimniekošanas sistēmā bietēm ir iegūta par 15% augstāka raža salīdzinot ar vienu integrēto saimniecību, kurai ražas iznākumu nozīmīgi ietekmēja sausums. Vidēji ražu starpība starp bioloģisko un integrēto saimniecību ražām iekļaujas pasaulē definētās atšķirības intervālā – ap 66% (Seufert u.c., 2012). Analizējot 2023. gada rādītājus atsevišķi pa kultūrām, redzams, ka ražība ir ļoti krasi svārstījies visām kultūrām, bet kāpostu ražība šogad ir bijusi izcili augsta mitrā un siltā rudens dēļ.

Augi ražas ievākšanas brīdī tika analizēti gan pēc to sausnas satura, gan arī barības elementu satura, lai noteiktu iznesas, kas veidojas ar katru ražas tonnu, vai arī pārrēķinot pie noteiktas ražības un ha. Augu **sausnas** saturs analizējamiem kultūraugiem atspoguļots 3. tabulā.

Kāpostu sausnas dati pa saimniecībām variē līdzīgās robežās, kā iepriekšējos gados – no 7.6 līdz 11.4%, sīpoliem arī tuvu iepriekšējo gadu rādītājiem – no 13.2 līdz 18.8%, burkāniem šogad bija nedaudz zemāks sausnas saturs, bet tuvu iepriekšējo gadu rādītājam – no 11 līdz 14.2%, ko var skaidrot ar ļoti mitro rudeni, un bietēm izteikti zemāks sausnas saturs salīdzinot ar pārējiem gados – no 11.6 līdz 15.4%. Iegūtie sausnas dati ir salīdzinoši līdzīgi ar literatūrā minētajiem. Piemēram, pēc literatūras burkānu saknēs sausnas saturs ir ap 13%, atkarībā no pētāmās šķirnes. Polijā kādā izmēģinājumā sausnas burkānos saturs variēja no 11.2-14.10% (Sekara et al., 2014).

3. tabula

**Sausnas saturs analizējamo kultūraugu produktīvajā daļā 2023. gadā**

Saimniecības Nr.	Saimniekošanas sistēma	Sausna, %			
		kāposti	sīpoli	burkāni	bietes
11	integrēta	x	18,78	14,21	x
2	integrēta	8,82	x	10,99	11,59
3	integrēta	x	x	x	12,70
4	integrēta	8,70	x	12,44	x
5	integrēta	11,40	13,15	11,98	x
6	integrēta	8,08	x	x	x
7	integrēta	x	14,47	x	x

8	integrēta	x	x	x	12.38
12	integrēta	8,00	13,27	13,96	13,33
9	bioloģiska	7,65	16,39	13,02	12,83
10	bioloģiska	7,59	15,91	x	x
1	bioloģiska	10,00	13,15	x	15,38

Līdzīgi arī sīpoliem, kāpostiem un bietēm – pēc literatūras ir ap 13 % sausnas (Geisseler, et al., 2022). Tas ir arī atbilstoši mūsu izmēģinājumos iegūtajiem datiem, izņemot kāpostus, kam teju visās saimniecībās ir bijis nozīmīgi zemāks sausnas saturs. To skaidrojam ar ļoti mitro un silto rudeni, kad augs varēja veidot lielas šūnas, piesātinātas ar šūnsulu. Zinātniskajā literatūrā minēts, ka, palielinot N mēslojuma devu sīpolos virs 200 kg ha<sup>-1</sup>, nozīmīgi samazinās sausnas saturs (Geisseler, et al., 2022). Tas būtu skaidrojams ar leknāku veģetatīvo augumu, kad veidojas sulīgi un salīdzinoši mīksti augi. Līdzīgi kā pērn, lai arī mūsu pētījumā N mēslojuma lietojums starp saimniecībām atšķīrās, ne vienmēr varējām saskatīt kādu likumsakarību šajā kontekstā. Tas sakrīt ar pētījumiem Horvātijā, kur konstatēts, ka neatkarīgi no mēslojuma veida, sausnas saturs variēja no 14.2 līdz 15% (Tadič, et al., 2021).

**Barības elementu saturs** noteikts ražas novākšanas brīdī kā augu produktīvajai, tā arī atlieku daļai. Tas apkopots 4. - 7. tabulā. Analizējot datus, konstatējam, ka barības vielu saturs, līdzīgi kā pērn, atšķiras pa gadiem un tas variē arī gan starp saimniecībām, gan arī starp šķirnēm, gan arī starp vienas saimniecības laukiem. Tas sasaucas ar citu valstu pētījumiem, ka augu minerālvielu sastāvs ir atkarīgs no šķirnes un augšanas apstākļiem, tajā skaitā augsnes agroķīmiskā sastāva (Kacjan Marši’c et al., 2021; Sekara et al., 2014).

Analizējot sīpolu datus, redzams, ka saimniekošanas veids – bioloģiski vai integrēti nav atstājis nozīmīgu ietekmi uz barības elementu saturu augos (4.tabula). Ja nu vienīgi šogad kālija īpatsvars lokos ir bijis zemāks bioloģiskajās saimniecībās, bet ne visās tajās ir bijis zems K nodrošinājums augsnē. Bet integrētajās saimniecībās, kur bijis augsts K saturs augos, arī augsnē ir bijis augsts K nodrošinājums. Sakarības starp citu elementu nodrošinājumu augsnē un to saturu augu daļās ir dažādas, ne vienmēr augstāks elementa nodrošinājums augsnē veicina tā akumulēšanos auga daļās, bet bieži šāda sakarība ir novērota.

4.tabula

**Barības elementu saturs sīpolos (noteikti 2023. gada jūlijā)**

Saimniecības Nr.	Parauga Nr.	Šķirne	N, %	P, %	K, %	Ca, %	Mg, %	S, %	B, mg/kg
<b>lokos</b>									
12	3	Sturgarten Riesen	1,92	0,20	3,34	1,31	0,32	0,20	23
5	13		2,30	0,19	4,94	3,60	0,48	0,17	20
10	17		2,70	0,20	1,96	2,54	0,60	0,28	20
9	24		2,33	0,21	2,73	1,22	0,42	0,20	20
1	25s		2,03	0,20	1,29	2,78	0,38	0,22	16
7	38		1,57	0,12	0,20	4,15	0,59	0,11	19
11	37		x	x	x	x	x	x	x
vidēji			2,1	0,2	2,4	2,6	0,5	0,2	19,7
<b>sīpolos</b>									
12	3	Sturgarten Riesen	0,95	0,17	1,08	0,42	0,10	0,21	12
5	13		1,09	0,18	1,00	0,68	0,09	0,16	13
10	17		0,94	0,11	0,69	0,37	0,08	0,23	11
9	24		0,95	0,17	0,84	0,55	0,11	0,13	12
1	25s		0,85	0,17	0,64	1,05	0,10	0,12	11
11	37		1,07	0,16	0,84	0,52	0,12	0,24	12
7	38		1,27	0,20	0,54	0,55	0,09	0,16	16
vidēji			1,0	0,2	0,8	0,6	0,1	0,2	12,4

Saimniecības Nr.	Parauga Nr.	Šķirne	N, %	P, %	K, %	Ca, %	Mg, %	S, %	B, mg/kg
<b>lokos</b>									
12	3	Sturgarten Riesen	1,92	0,20	3,34	1,31	0,32	0,20	23
5	13		2,30	0,19	4,94	3,60	0,48	0,17	20
10	17		2,70	0,20	1,96	2,54	0,60	0,28	20
9	24		2,33	0,21	2,73	1,22	0,42	0,20	20
1	25s		2,03	0,20	1,29	2,78	0,38	0,22	16
7	38		1,57	0,12	0,20	4,15	0,59	0,11	19
11	37		x	x	x	x	x	x	x
vidēji			2,1	0,2	2,4	2,6	0,5	0,2	19,7
<b>sīpolos</b>									
12	3	Sturgarten Riesen	0,95	0,17	1,08	0,42	0,10	0,21	12
5	13		1,09	0,18	1,00	0,68	0,09	0,16	13
10	17		0,94	0,11	0,69	0,37	0,08	0,23	11
9	24		0,95	0,17	0,84	0,55	0,11	0,13	12
1	25s		0,85	0,17	0,64	1,05	0,10	0,12	11
11	37		1,07	0,16	0,84	0,52	0,12	0,24	12
7	38		1,27	0,20	0,54	0,55	0,09	0,16	16
vidēji			1,0	0,2	0,8	0,6	0,1	0,2	12,4

Savukārt analizējot burkānu augu sastāvu, redzams, ka šeit arī šogad bioloģiskajā saimniecībā ir zemāks N saturs gan lakstos, gan saknēs salīdzinājumā ar integrētajām saimniecībām (5.tabula). Saknēs barības elementu saturs starp visām saimniecībām ir izlīdzinātāks, nekā lakstos. Šogad netika novērota sakarība, ka pie augstāka K nodrošinājuma tas uzkrājas lapās, kā tas bija pagājušajā gadā. Bet šogad bija vērojama interesanta tendence fosforam – viszemākais tā nodrošinājums augsnē bija tajās saimniecībās, kuru burkānos ir noteikts zemākais P saturs gan lakstos gan saknēs. Arī analizējot Ca nodrošinājumu augsnē un tā saturu augos (gan lakstos, gan saknēs), vērojama sakarība, ka, palielinoties tā saturam augsnē, arī augos tas ir bijis vairāk.

Tā kā mēs vēl šobrīd neesam saņēmuši saimniecību datus par lietotajiem mēslojumiem un to apjomu, tad ir neiespējami meklēt korelāciju starp iedoto mēslojumu un elementu sastāvu augos.

5.tabula

**Barības elementu saturs burkānos (noteikts 2023. gada oktobrī)**

Saimniecības Nr.	Parauga Nr.	Šķirne	N, %	P, %	K, %	Ca, %	Mg, %	S, %	B, mg/kg
<b>lapās</b>									
12	5	Solvita	1,50	0,15	4,85	1,40	0,23	0,14	31
2	9		2,00	0,20	5,01	2,21	0,30	0,28	24
5	14		1,70	0,14	2,92	2,18	0,39	0,21	31
9	21		1,53	0,11	3,79	3,00	0,29	0,50	25
4	29		1,90	0,17	3,44	2,19	0,39	0,21	25
4	31		1,73	0,23	4,67	1,67	0,35	0,21	28
11	35		1,40	0,10	5,61	3,55	0,41	0,24	31
vidēji			1,7	0,2	4,3	2,3	0,3	0,3	27,9
<b>saknēs</b>									
12	5	Solvita	1,00	0,17	3,60	0,23	0,12	0,11	21
2	9		0,93	0,19	4,03	0,26	0,11	0,13	18
5	14		1,37	0,19	2,59	0,30	0,26	0,14	22
9	21		0,89	0,11	2,81	0,28	0,09	0,15	19
4	29		1,03	0,19	2,89	0,24	0,13	0,11	21
4	31		0,96	0,23	3,53	0,21	0,12	0,08	21
11	35		0,59	0,13	3,42	0,18	0,11	0,12	17
vidēji			1,0	0,2	3,3	0,2	0,1	0,1	19,9

Pretēji Leis un Lepik pētījumam, mūsu novērojumos šogad neapstiprinājās apgalvojums, ka zema K uzņemšana burkānos var būt saistīta arī ar zemu Ca saturu augsnē (Leis, Lepik, 2001). Šī



gada novērojumos ir vērojama pretēja tendence – augstākais K saturs lakstos bija pie vidēja Ca nodrošinājuma.

Bietēm šogad vērojamas atšķirības elementu sastāva ziņā starp saimniecībām (6. tabula). Tā, piemēram, K saturam vērojama tendence palielināties gan saknēs gan lapās, ja tas ir bijis augstā nodrošinājumā augsnē. Un arī pretēji – pie zema nodrošinājuma augsnē tā saturs arī augos ir bijis zemākais. Arī P saturā vērojama līdzīga tendence, bet ne visām saimniecībām.

6.tabula

**Barības elementi bietēs (noteikti 2023. gada oktobrī)**

Saimniecības Nr.	Parauga Nr.	Šķirne	N, %	P, %	K, %	Ca, %	Mg, %	S, %	B, mg/kg
<b>lapās</b>									
12	2	Pablo	3,30	0,23	4,87	1,47	1,64	0,33	23
2	10		3,05	0,25	4,25	2,88	1,04	0,31	28
3	12		2,78	0,25	3,99	2,54	1,20	0,46	30
9	22		2,23	0,16	2,56	1,83	1,15	0,31	17
1	25b		2,05	0,21	2,49	2,84	0,89	0,38	21
8	34		2,30	0,26	4,35	1,61	0,96	0,43	30
vidēji			2,6	0,2	3,8	2,2	1,1	0,4	24,8
<b>saknēs</b>									
12	2	Pablo	1,70	0,27	2,99	0,07	0,20	0,11	12
2	10		1,68	0,20	2,24	0,15	0,17	0,09	14
3	12		0,98	0,20	1,80	0,10	0,16	0,06	12
9	22		0,78	0,11	1,31	0,07	0,11	0,05	10
1	25b		0,96	0,16	1,02	0,14	0,14	0,10	11
8	34		1,11	0,17	1,54	0,08	0,18	0,09	12
vidēji			1,2	0,2	1,8	0,1	0,2	0,1	11,8

Šogad atkal nepierādījās literatūrā minētais novērojums, ka bietēm pie augsta K nodrošinājuma augsnē samazinās Mg uzņemšana augā (Xie u.c., 2021).

Šogad kāpostu veģetatīvo augšanu ļoti pozitīvi ietekmēja ļoti mitrais un siltais rudens, kad galviņas varēja labi briest un veidot lielu masu. Barības elementu saturs kāpostos noteikts gan produktīvajā daļā, gan augu atliekās, gan saknēs (7.tabula).

7. tabula

**Barības elementi kāpostos (noteikti 2022. gada oktobrī)**

Saimniecības Nr.	Parauga Nr.	Šķirne	N, %	P, %	K, %	Ca, %	Mg, %	S, %	B, mg/kg
<b>galviņās</b>									
12	4	Jaguar	1,60	0,27	1,67	0,42	0,13	0,21	16
2	7		1,30	0,18	1,60	0,45	0,08	0,31	22
5	15		1,85	0,14	1,48	0,20	0,09	0,25	19
10	18		1,92	0,49	1,84	0,49	0,13	0,25	21
9	23		1,65	0,32	1,61	0,25	0,10	0,28	13
1	25k		1,65	0,23	1,26	0,27	0,08	0,22	22
4	28		1,49	0,21	1,52	0,16	0,07	0,28	15
4	30		1,89	0,16	1,52	0,33	0,08	0,41	21
6	41		1,24	0,16	1,41	0,18	0,11	0,28	12
vidēji			1,6	0,2	1,5	0,3	0,1	0,3	17,9
<b>saknēs</b>									
12	4	Jaguar	0,91	0,21	1,73	0,45	0,12	0,25	11
2	7		0,97	0,17	1,72	0,47	0,16	0,32	14
5	15		0,91	0,16	1,59	0,47	0,12	0,20	12
10	18		1,53	0,21	2,08	0,48	0,17	0,31	13
9	23		0,70	0,22	1,78	0,47	0,19	0,15	12
1	25k		1,15	0,23	1,75	0,75	0,25	0,20	13
4	28		1,21	0,22	1,81	0,42	0,18	0,35	15
4	30		1,06	0,18	2,30	0,49	0,15	0,27	15
6	41		1,01	0,14	1,46	0,37	0,16	0,31	12
vidēji			1,1	0,2	1,8	0,5	0,2	0,3	13,0
<b>pārējās auga atliekas</b>									
12	4	Jaguar	1,40	0,26	2,92	4,53	0,39	0,22	31
2	7		1,73	0,31	1,85	4,16	0,15	0,95	33
5	15		1,41	0,90	2,29	3,07	0,29	0,21	25
10	18		2,41	0,48	2,29	3,60	0,39	0,42	25
9	23		1,48	0,32	2,05	3,02	0,34	0,28	20
1	25k		1,40	0,31	1,43	2,80	0,19	0,12	22
4	28		1,80	0,32	2,13	1,85	0,18	0,47	27
4	30		2,45	0,38	3,37	1,06	0,17	0,62	27
6	41		2,00	0,25	1,89	2,12	0,42	0,52	17
vidēji			1,8	0,4	2,2	2,9	0,3	0,4	25,2

Galviņkāpostu barības elementu saturs ļoti atšķirīgs vērojams gan galviņās, gan saknēs. Interesanti, ka ļoti atšķiras vienā bioloģiskajā saimniecībā ievāktu agro kāpostu parauga saturs – visu elementu saturs ievērojami pārsniedz pārējos paraugus. Šis novērojums vedina uz metodikas izmaiņām nākamajā gadā, kad Dārzkopības institūtā ierīkotajos izmēģinājumos plānojam izvērtēt dažādu agrīnumu dārzeņus – to sausnu un barības elementu sastāvu. Izvērtējot barības elementu saturu augos saistību ar to nodrošinājumu augsnē, skaidri izteiktas un vispārīgas tendences nav novērojamas. Ne vienmēr augsts barības vielu nodrošinājums augsnē nodrošina augstu šī elementa saturu augu daļās. Piemēram, K saturs galviņās un saknēs ir bijis augstākais laukos, kur tā nodrošinājums ir bijis teju zemākais no visām

saimniecībām. Bet Ca saturs divos zemākā satura paraugos ( $0.16$  un  $0.18 \text{ mg kg}^{-1}$ ) ir bijis no laukiem, kuros Ca nodrošinājums ir teju divkārtīgi atšķirīgs ( $1706$  un  $816 \text{ mg kg}^{-1}$ ).

Iegūtie barības elementu satura rādītāji tālāk izmantojami **iznesu aprēķinos**, ņemot vērā paraugu sausnu un ražību. Dārzeņu iznesas rēķinātas gan produktīvajai auga daļai (standarta raža, ko zemnieki uzskata par produkciju), gan atliekām/neproduktīvajai auga daļai, kas visbiežāk paliek uz lauka (sakņaugiem) vai daļēji tiek aizvesta no lauka uz noliktavām (kāpostiem, reizēm sīpoliem). Tomēr šīs auga daļas iznesas arī ir jāņem vērā, jo to izveidei nepieciešamās barības vielas ir jārēķina kopējā bilanci, tās ir neatņemamas auga sastāvdaļas ražas izveidei – bez šīs auga daļas neveidotos produktīvā daļa. Tas, kur paliek šīs auga daļas ražu novācot, ir jāņem vērā, rēķinot bilanci katrā atsevišķā saimniecībā. Vairumā gadījumu augu atliekas tiek iestrādātas laukā atpakaļ. Tātad – dod pienesumu augsnes organiskajai daļai un atgriežas atpakaļ augsnē arī tajās esošie barības elementi.

Tā kā uz šo brīdi ir iegūti trīs gadu iznesu rādītāji, likās interesanti tos apkopot un paskatīties vai ir kādas tendences un robežskaitļi, kas atkārtojas un ļauj cerēt uz vidēju skaitļu ieguvī, vēl pievienojot divu gadu rezultātus. Ieskatam un tendenču izvērtēšanai izvēlējamies divas integrētās un divas bioloģiskās saimniecības (8. līdz 11. tabulas). Šobrīd redzam, ka, skatoties iznesas ar tonnu produkcijas, vairumā gadījumu robežskaitļi ir loģiski, un neveido plašu diapazonu. Turpinot vākt vēl turpmāko gadu barības elementu satura rādītājus un rēķinot iznesas, tiks iegūti diezgan precīzi dati, ko izmantot tālāk barības elementu bilanci un izmantošanas efektivitātes aprēķiniem.

**Iznesu rādītāji analizētajiem sīpolu augiem visās saimniecībās trīs gados (produktīvai daļai un atliekām)**

8. tabula

Saimniecības Nr.	Gads	sīpoli													
		Iznesa, kg no ha							Iznesa, kg ar tonnu						
		N	P	K	Ca	Mg	S	B	N	P	K	Ca	Mg	S	B
12	2022	25,64	4,07	30,19	11,26	2,64	5,99	0,029	1,50	0,24	1,77	0,66	0,15	0,35	0,002
	2023	39,22	7,02	44,59	17,34	4,13	8,67	0,050	1,26	0,23	1,43	0,56	0,13	0,28	0,002
	vidēji	32,43	5,55	37,39	14,30	3,38	7,33	0,039	1,38	0,23	1,60	0,61	0,14	0,31	0,002
	9	2021	16,70	1,13	6,68	2,26	1,28	1,23	0,013	4,46	0,30	1,78	0,60	0,34	0,33
2022	24,71	1,85	16,48	7,06	1,18	5,21	0,020	2,06	0,15	1,37	0,59	0,10	0,43	0,002	
2023	21,80	3,90	19,28	12,62	2,52	2,98	0,028	1,56	0,28	1,38	0,90	0,18	0,21	0,002	
vidēji	21,07	2,29	14,15	7,31	1,66	3,14	0,020	2,69	0,24	1,51	0,70	0,21	0,33	0,002	
1	2021	2,76	0,11	0,43	1,49	0,31	0,49	0,003	2,24	0,09	0,35	1,21	0,25	0,40	0,002
	2022	17,00	2,23	11,98	7,66	1,25	2,65	0,014	2,13	0,28	1,50	0,96	0,16	0,33	0,002
	2023	8,94	1,79	6,73	11,05	1,05	1,26	0,012	1,12	0,22	0,84	1,38	0,13	0,16	0,001
	vidēji	9,57	1,38	6,38	6,73	0,87	1,47	0,009	1,83	0,20	0,90	1,18	0,18	0,30	0,002
Saimniecības Nr.	Gads	loki													
		Iznesa, kg no ha							Iznesa, kg ar tonnu						
		N	P	K	Ca	Mg	S	B	N	P	K	Ca	Mg	S	B
12	2022	6,49	0,64	7,30	6,51	1,60	0,59	0,007	2,7	0,3	3,0	2,7	0,7	0,2	0,003
	2023	24,41	2,54	42,47	16,66	4,07	2,54	0,029	1,66	0,17	2,89	1,13	0,28	0,17	0,002
	vidēji	15,45	1,59	24,89	11,58	2,84	1,56	0,018	2,18	0,22	2,96	1,92	0,47	0,21	0,002
	9	2021	15,90	2,27	9,54	2,73	0,91	2,39	0,011	2,27	0,32	1,36	0,39	0,13	0,34
2022	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
2023	61,34	5,53	71,87	32,12	11,06	5,26	0,053	2,59	0,23	3,03	1,36	0,47	0,22	0,002	
vidēji	38,62	3,90	40,70	17,42	5,98	3,83	0,032	2,43	0,28	2,20	0,87	0,30	0,28	0,002	
1	2021	16,86	3,07	11,91	5,07	0,94	3,66	0,014	2,16	0,39	1,53	0,65	0,12	0,47	0,002
	2022	1,45	0,06	2,02	5,07	0,84	0,15	0,002	1,27	0,05	1,77	4,45	0,74	0,13	0,002
	2023	6,02	0,59	3,83	8,25	1,13	0,65	0,005	2,21	0,22	1,41	3,03	0,41	0,24	0,002
	vidēji	8,11	1,24	5,92	6,13	0,97	1,49	0,007	1,88	0,22	1,57	2,71	0,42	0,28	0,002

Iznesu rādītāji analizētajiem burkānu augiem visās saimniecībās trīs gados (produktīvai daļai un atliekām)

9. tabula

Saimniecības Nr.	Gads	saknes													
		Iznesa, kg no ha							Iznesa, kg ar tonnu						
		N	P	K	Ca	Mg	S	B	N	P	K	Ca	Mg	S	B
12	2021	40,35	9,09	48,02	2,84	1,99	3,98	0,07	1,64	0,37	1,95	0,12	0,08	0,16	0,003
	2022	70,59	14,48	60,63	19,91	8,14	11,76	0,22	1,10	0,23	0,94	0,31	0,13	0,18	0,003
	2023	106,26	18,06	382,52	24,44	12,75	11,69	0,22	1,40	0,24	5,03	0,32	0,17	0,15	0,003
	vidēji	72,40	13,88	163,73	15,73	7,63	9,14	0,17	1,38	0,28	2,64	0,25	0,13	0,17	0,003
2	2022	37,15	5,31	22,19	12,06	4,34	6,75	0,10	0,93	0,13	0,55	0,30	0,11	0,17	0,003
	2023	22,49	4,59	97,45	6,29	2,66	3,14	0,04	1,02	0,21	4,43	0,29	0,12	0,14	0,002
	vidēji	29,82	4,95	59,82	9,17	3,50	4,95	0,07	0,98	0,17	2,49	0,29	0,11	0,16	0,002
9	2021	29,58	4,41	28,63	3,78	1,38	3,15	0,04	1,25	0,19	1,21	0,16	0,06	0,13	0,002
	2023	18,54	2,29	58,54	5,83	1,88	3,13	0,04	1,16	0,14	3,66	0,36	0,12	0,20	0,002
	vidēji	24,06	3,35	43,59	4,80	1,63	3,14	0,04	1,21	0,16	2,44	0,26	0,09	0,16	0,002
1	2021	32,32	4,11	23,11	3,72	4,31	3,13	0,04	2,08	0,27	1,49	0,24	0,28	0,20	0,003
Saimniecības Nr.	Gads	laksti													
		Iznesa, kg no ha							Iznesa, kg ar tonnu						
		N	P	K	Ca	Mg	S	B	N	P	K	Ca	Mg	S	B
12	2021	30,36	3,10	21,20	2,98	0,95	2,74	0,05	5,75	0,59	4,02	0,56	0,18	0,52	0,009
	2022	62,53	5,54	39,74	59,45	10,47	8,62	0,12	5,84	0,52	3,71	5,56	0,98	0,81	0,011
	2023	35,04	3,50	113,29	32,70	5,37	3,27	0,07	3,48	0,35	11,25	3,25	0,53	0,32	0,007
	vidēji	42,64	4,05	58,07	31,71	5,60	4,88	0,08	5,03	0,48	6,33	3,12	0,56	0,55	0,009
2	2022	13,27	1,09	13,78	21,50	2,86	3,19	0,04	3,16	0,26	3,28	5,12	0,68	0,76	0,009
	2023	13,32	1,33	33,37	14,72	2,00	1,87	0,02	3,12	0,31	7,81	3,44	0,47	0,44	0,004
	vidēji	13,30	1,21	23,57	18,11	2,43	2,53	0,03	3,14	0,29	5,54	4,28	0,57	0,60	0,006
9	2021	34,38	1,93	7,84	8,81	1,45	3,62	0,02	6,76	0,38	1,54	1,73	0,28	0,71	0,005
	2023	8,80	0,63	21,80	17,26	1,67	2,88	0,01	2,10	0,15	5,21	4,13	0,40	0,69	0,003
	vidēji	21,59	1,28	14,82	13,03	1,56	3,25	0,02	4,43	0,27	3,38	2,93	0,34	0,70	0,004
1	2021	18,64	0,86	2,32	5,24	1,19	2,05	0,02	7,94	0,37	0,99	2,23	0,51	0,87	0,009

Iznesu rādītāji analizētajiem biešu augiem visās saimniecībās trīs gados (produktīvai daļai un atliekām)

10. tabula

Saimniecības Nr.	Gads	saknes													
		Iznesa, kg no ha							Iznesa, kg ar tonnu						
		N	P	K	Ca	Mg	S	B	N	P	K	Ca	Mg	S	B
12	2021	192,08	22,16	200,39	3,23	12,00	15,70	0,09	2,82	0,33	2,95	0,05	0,18	0,23	0,001
	2023	178,34	28,32	313,67	7,34	20,98	11,54	0,13	2,27	0,36	3,99	0,09	0,27	0,15	0,002
	vidēji	185,21	25,24	257,03	5,29	16,49	13,62	0,11	2,55	0,34	3,47	0,07	0,22	0,19	0,001
2	2021	104,73	10,47	85,60	6,37	10,93	7,29	0,07	2,62	0,26	2,14	0,16	0,27	0,18	0,002
	2023	38,94	4,64	51,92	3,48	3,94	2,09	0,03	1,95	0,23	2,60	0,17	0,20	0,10	0,002
	vidēji	71,84	7,55	68,76	4,93	7,43	4,69	0,05	2,28	0,25	2,37	0,17	0,24	0,14	0,002
9	2022	38,08	4,48	56,45	6,27	8,06	6,27	0,05	1,59	0,19	2,35	0,26	0,34	0,26	0,002
	2023	23,02	3,25	38,66	2,07	3,25	1,48	0,03	1,00	0,14	1,68	0,09	0,14	0,06	0,001
	vidēji	30,55	3,86	47,55	4,17	5,65	3,87	0,04	1,29	0,16	2,02	0,18	0,24	0,16	0,002
1	2021	39,61	3,56	32,02	1,66	2,85	3,56	0,02	2,20	0,20	1,78	0,09	0,16	0,20	0,001
	2022	28,80	4,37	37,03	3,86	5,40	3,60	0,03	1,92	0,29	2,47	0,26	0,36	0,24	0,002
	2023	17,72	2,95	18,83	2,58	2,58	1,85	0,02	1,48	0,25	1,57	0,22	0,22	0,15	0,002
vidēji	28,71	3,63	29,29	2,70	3,61	3,00	0,02	1,87	0,25	1,94	0,19	0,24	0,20	0,002	
Saimniecības Nr.	Gads	lapas													
		Iznesa, kg no ha							Iznesa, kg ar tonnu						
		N	P	K	Ca	Mg	S	B	N	P	K	Ca	Mg	S	B
12	2021	123,41	8,06	72,79	11,33	20,40	7,81	0,08	5,69	0,37	3,36	0,52	0,94	0,36	0,004
	2023	84,41	5,88	124,57	37,60	41,95	8,44	0,06	3,65	0,25	5,39	1,63	1,82	0,37	0,003
	vidēji	103,91	6,97	98,68	24,47	31,18	8,12	0,07	4,67	0,31	4,37	1,07	1,38	0,36	0,003
2	2021	63,33	5,46	27,60	16,67	10,51	7,01	0,06	6,46	0,56	2,81	1,70	1,07	0,71	0,006
	2023	24,48	2,01	34,11	23,11	8,35	2,49	0,02	2,72	0,22	3,79	2,57	0,93	0,28	0,002
	vidēji	43,90	3,74	30,85	19,89	9,43	4,75	0,04	4,59	0,39	3,30	2,13	1,00	0,50	0,004
9	2022	6,05	0,23	11,57	11,26	9,41	1,74	0,01	2,24	0,08	4,28	4,17	3,49	0,64	0,003
	2023	13,65	0,98	15,67	11,20	7,04	1,90	0,01	2,95	0,21	3,38	2,42	1,52	0,41	0,002
	vidēji	9,85	0,60	13,62	11,23	8,23	1,82	0,01	2,59	0,15	3,83	3,30	2,50	0,53	0,003
1	2021	24,62	1,06	8,11	10,80	6,99	1,68	0,01	8,43	0,36	2,78	3,70	2,40	0,58	0,004
	2022	6,65	0,37	7,07	6,13	3,96	1,17	0,01	3,50	0,19	3,72	3,23	2,09	0,62	0,003
	2023	5,72	0,59	6,95	7,92	2,48	1,06	0,01	2,47	0,25	3,00	3,42	1,07	0,46	0,003
vidēji	12,33	0,67	7,38	8,28	4,48	1,30	0,01	4,80	0,27	3,17	3,45	1,85	0,55	0,003	

Barības elementu iznesu rādītāji analizētajiem kāpostu augiem visās saimniecībās trīs gados (produktīvai daļai un atliekām)

11. tabula

Saimniecības Nr.	Gads	galviņas													
		Iznesa, kg no ha							Iznesa, kg ar tonnu						
		N	P	K	Ca	Mg	S	B	N	P	K	Ca	Mg	S	B
12	2023	153,60	25,92	160,32	40,32	12,48	20,16	0,15	1,28	0,22	1,34	0,34	0,10	0,17	0,001
2	2021	182,89	23,51	200,30	46,16	11,32	43,54	0,14	2,29	0,29	2,50	0,58	0,14	0,54	0,002
	2023	80,22	11,11	98,73	27,77	4,94	19,13	0,14	1,15	0,16	1,41	0,40	0,07	0,27	0,002
	vidēji	131,55	17,31	149,52	36,96	8,13	31,34	0,14	1,72	0,23	1,96	0,49	0,11	0,41	0,002
9	2021	107,18	8,79	70,45	293,44	9,19	42,49	0,11	7,94	0,62	5,98	12,12	0,61	2,72	0,008
	2022	29,76	1,65	29,57	7,71	2,20	7,35	0,04	1,24	0,07	1,23	0,32	0,09	0,31	0,002
	2023	22,72	4,41	22,17	3,44	1,38	3,86	0,02	1,26	0,24	1,23	0,19	0,08	0,21	0,001
	vidēji	53,22	4,95	40,73	101,53	4,26	17,90	0,06	3,48	0,31	2,81	4,21	0,26	1,08	0,004
Saimniecības Nr.	Gads	lapu atliekas + saknes													
		Iznesa, kg no ha							Iznesa, kg ar tonnu						
		N	P	K	Ca	Mg	S	B	N	P	K	Ca	Mg	S	B
12	2023	80,14	15,22	165,77	238,74	21,22	13,48	0,17	3,86	0,81	7,68	6,92	0,78	0,85	0,007
2	2021	160,20	20,68	148,18	419,79	14,31	104,98	0,26	9,98	1,71	11,86	10,29	0,82	3,76	0,012
	2023	88,73	15,88	99,27	201,42	8,18	47,36	0,17	5,02	0,89	7,20	7,07	0,64	2,19	0,008
	vidēji	124,46	18,28	123,72	310,60	11,24	76,17	0,21	7,50	1,30	9,53	8,68	0,73	2,97	0,010
9	2021	107,18	8,79	70,45	293,44	9,19	42,49	0,11	7,94	0,62	5,98	12,12	0,61	2,72	0,008
	2022	30,72	3,96	22,47	50,70	6,36	11,96	0,08	5,26	0,70	4,32	6,38	1,10	2,00	0,012
	2023	17,16	3,85	25,47	33,02	4,00	3,28	0,02	3,66	0,96	7,04	5,13	0,91	0,74	0,006
	vidēji	51,69	5,54	39,46	125,72	6,52	19,25	0,07	5,62	0,76	5,78	7,88	0,87	1,82	0,009

Bilances aprēķina otra nozīmīgākā datu kopa veidojas no **augu barības elementu** daudzuma augsnē. Augsnes agroķīmiskie parametri raksturo augsnē esošo augiem pieejamo barības elementu krāju un augu augšanas apstākļus. Šie saimniecību lauku raksturojumi iegūti veicot augsnes analīzes trīs reizes sezonā (12.tabula - EXCEL tabula (atsevišķā failā)).

Aplūkojot barības elementu izmaiņas veģetācijas sezonas laikā, redzams, ka šī dinamika ir atšķirīga katrā saimniecībā un pat vienas saimniecības divos laukos. Līdzīgi kā pagājušajos gados, vairumā gadījumu barības elementu saturs veģetācijas beigās ir zemāks, salīdzinot ar sākumu, bet ir arī lauki, kur to saturs rudenī ir augstāks nekā pavasarī. Tā, piemēram, saimniecībā Nr.11 gan sīpolu, gan burkānu laukos  $P_2O_5$  saturs rudenī ir augstāks, nekā bijis pavasarī. Līdzīgi ir arī bioloģiskajā saimniecībā Nr.9. Līdzīgi ir arī ar pārējiem elementiem visu saimniecību griezumā.

Analizējot N dinamiku augsnē, redzam, ka veģetācijas perioda laikā mainās N formu ( $NH_4$  un  $NO_3$ ) daudzums un attiecība augsnē. Vairumā gadījumu uz rudeni tas samazinās, kas ir skaidrojams ar to, ka dārzeņi to izmanto biomasas veidošanai. Turklāt izteiktāk tas ir vērojams vēlu novācamiem dārzeņiem. Sīpoliem šī tendence ir novērojama mazāk.

13. tabulā, kas arī ir pievienota atsevišķā failā, ir apkopota barības elementu dinamika DI izmēģinājuma laukā trīs gadu periodā. Arī šeit ir redzamas dažādas izmaiņas, kuras pašreiz ir grūti skaidrojamas. Kā viens no iespējamiem mainīgo tendenču iemesliem varētu būt dažādi meteoroloģiskie apstākļi un to ietekmētā mikroorganismu darbība augsnē, kas dažādās intensitātēs atbrīvo barības elementus.

Mēslošanas līdzekļu klāsts un to apjoms vēl no saimniecībām nav iegūts, jo šoruden ilgi ievilkās ražas vākšana un zemnieki ir aizņēmi ar LIZ pārvaldības sistēmas aizpildīšanu. Visi ir solījuši iesniegt šos datus līdz gada beigām.

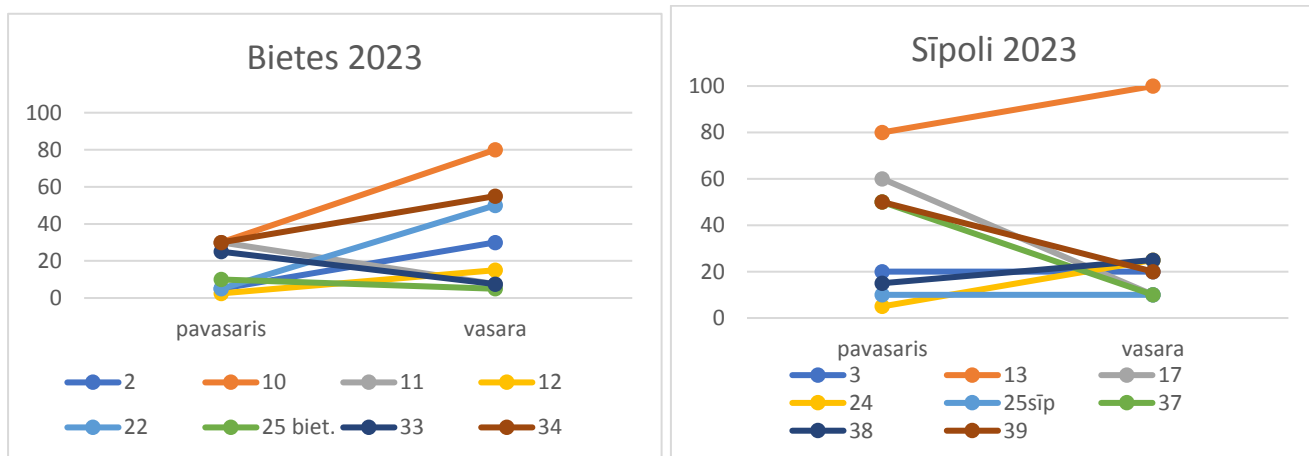
Lai gūtu priekšstatu par barības elementu līdzsvaru konkrētā laukā, pēc mēslojuma lietojuma saņemšanas tiks rēķinātas **barības elementu bilances konkrētai kultūrai**.



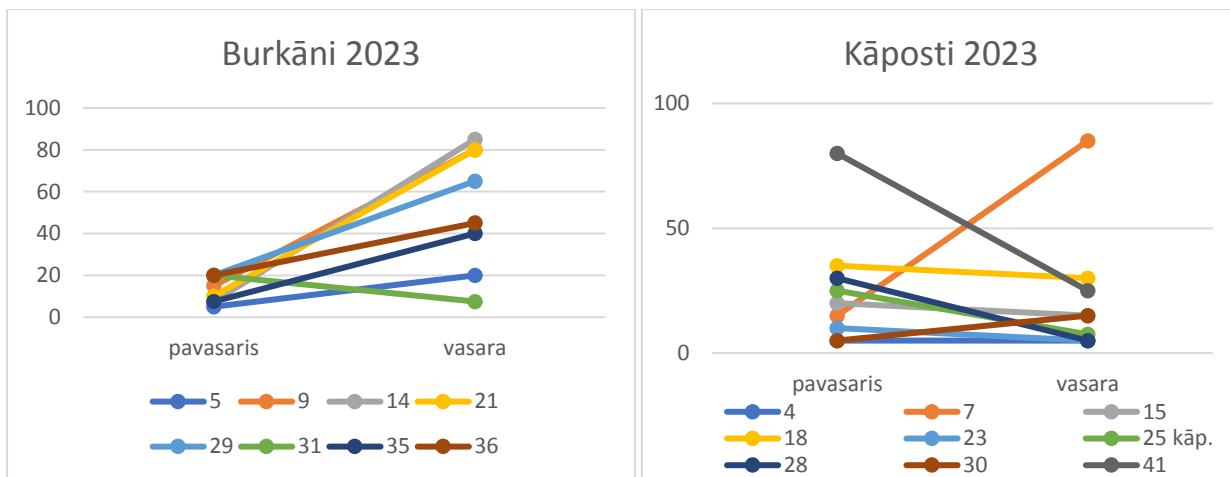
### Augsnes mikrobioloģiskā aktivitāte

Izvērtējot augsnes mikrobioloģisko aktivitāti pēc vairākiem parametriem, 2023. gadā nav atrastas nozīmīgas likumsakarības atkarībā no saimniekošanas veida (bioloģiski vai integrēti), bet ir vērojamas izteiktākas kopējās tendences, salīdzinājumā ar diviem iepriekšējiem gadiem.

Uz atskaites iesniegšanas brīdi vēl nav gatavi *celulāzes aktivitātes* novērtēšanas rudenī vāktu paraugu rezultāti, tāpēc šobrīd analizējam pavasara un vasaras rezultātus. Izvērtējot šos rādītājus, redzams, ka vairumā saimniecību bietēm un burkāniem tā ir pieaugusi uz vasaru, savukārt sīpoliem un kāpostiem tā ir palikusi nemainīga, vai nedaudz kritusies. Visbiežāk augstākā aktivitāte novērota 2. saimniecības augsnes paraugos, īpaši vasaras vidū. Kāpostos 6. s-bai novērojams straujš aktivitātes kritums uz vasaras vidu, kas grūti skaidrojams, jo ir vienīgais tik izteiktu tendenci (3. attēls). Kopumā salīdzinoši līdzīgās tendences skaidrojamas ar to, ka jūlija beigās, sākoties lietavām, augsne atguva mitrumu un, palielinoties augsnes temperatūrai un mitrumam, palielinās mikrobioloģisko procesu intensitāte – baktērijas intensīvāk darbojas. Kāpostu lapojums ir nosedzis augsnes virskārtu, līdz ar to, noēnojot to un pazeminot temperatūru, savukārt sīpolos iepriekšējā sausuma periodā acīmredzot augsne bija ļoti izkaltusi un nav spējusi atgūties līdz paraugu ievākšanas brīdim.



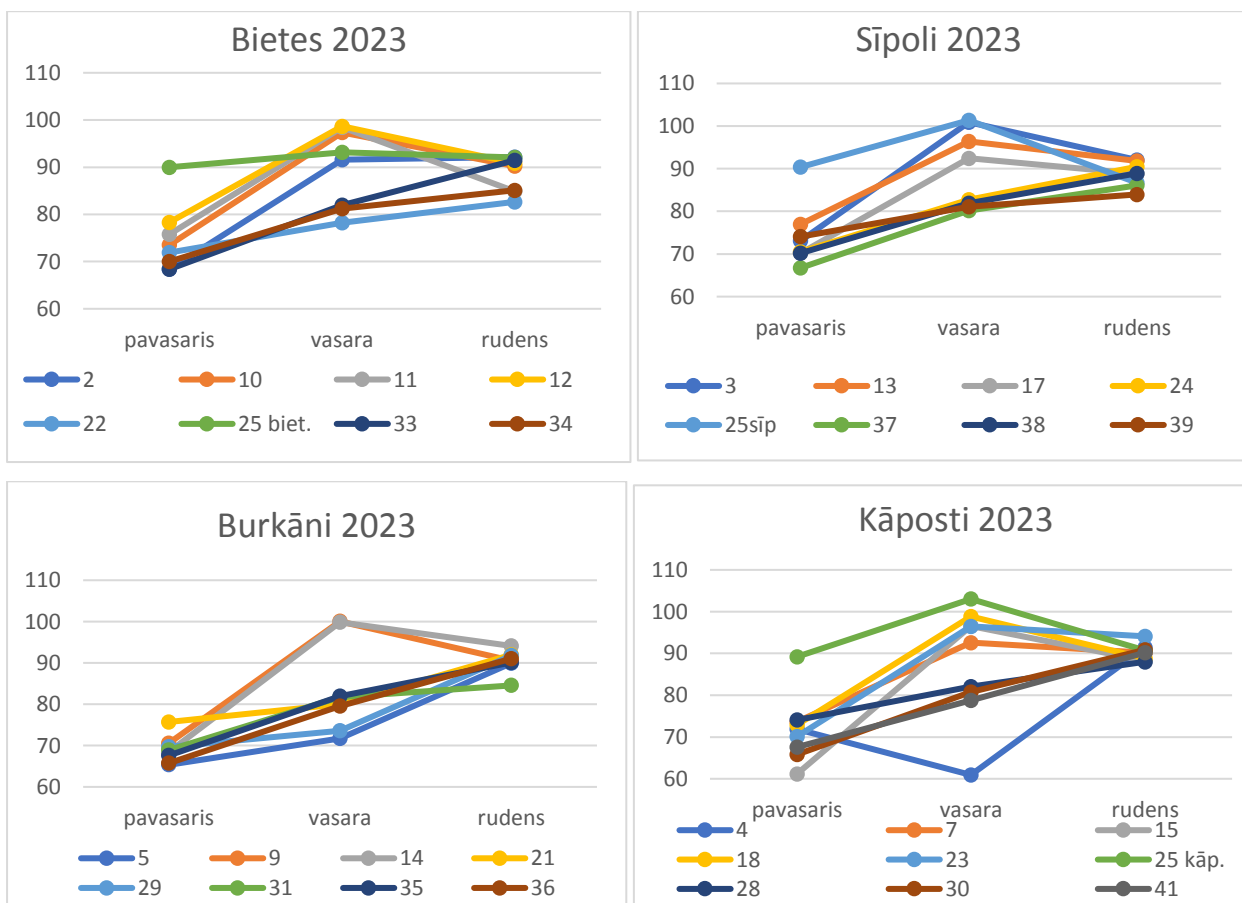
3. attēls. Celulāzes aktivitāte 2023. gadā sīpolu un biešu stādījumos apsekotajās saimniecībās (saimniecību numerācija sakrīt ar 1. tabulā norādīto), %



3. attēla turpinājums. Celulāzes aktivitāte 2023. gadā kāpostu un burkānu stādījumos apsekotajās saimniecībās (saimniecību numerācija sakrīt ar 1. tabulā norādīto), %

Vairumam paraugu 2 nedēļu periodā celulāzes aktivitātes rezultātā filtrpapīrs sadalījies starp 10 un 60 %.

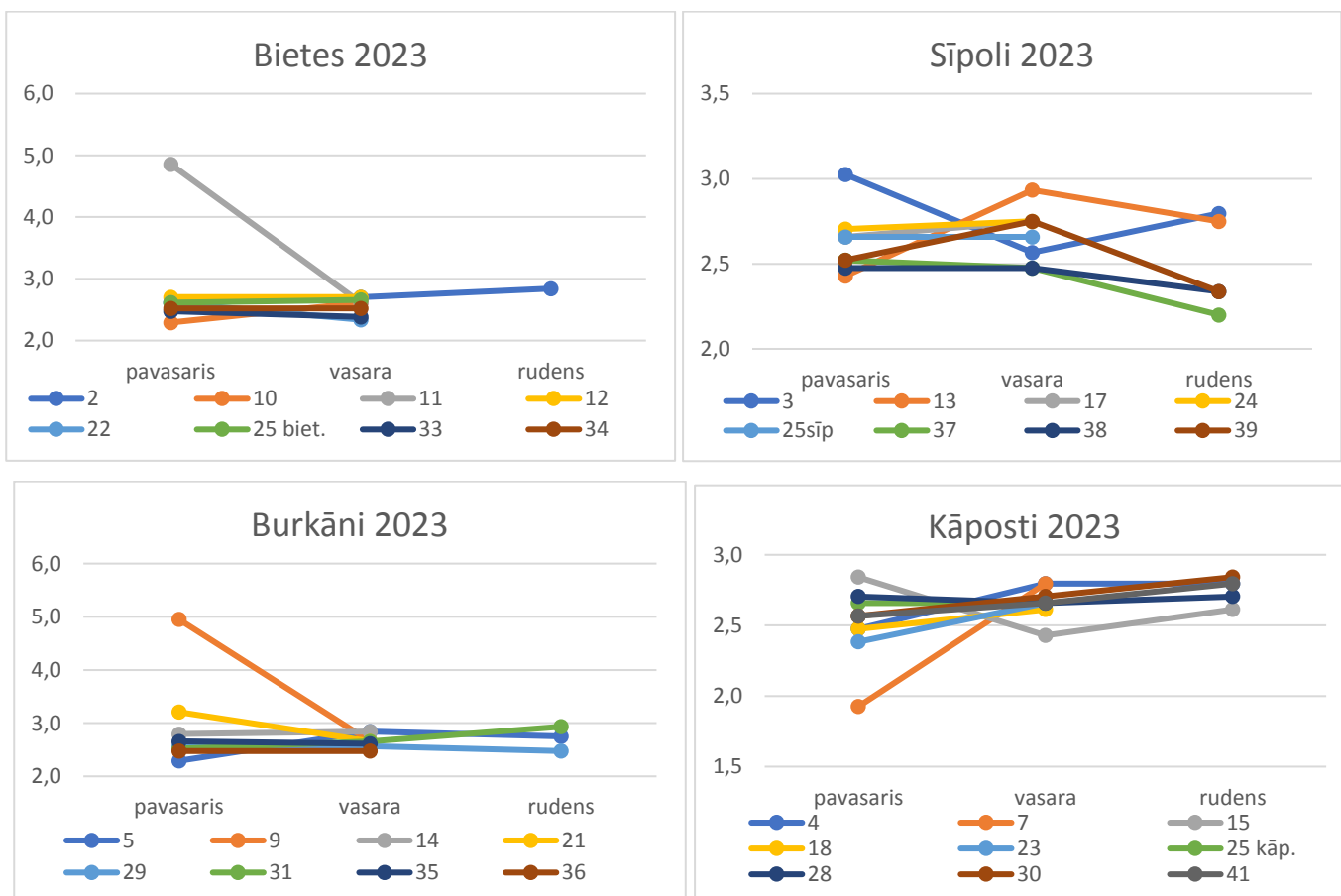
**Dehidrogenāzes aktivitāte**, kas arī ir ferments, kas raksturo mikroorganismu darbības aktivitāti, tika noteikta trīs periodos – pavasarī, vasarā un rudenī. Līdzīgi kā celulāzei, arī te ir redzamas izteiktas kopīgas tendences (4. attēls). Vienīgi kāpostiem ir vērojamas lielākas atšķirības starp paraugiem, īpaši izceļoties 4. paraugam – vasarā izteikts aktivitātes kritums.



4. attēls. Dehidrogenāzes aktivitāte 2023. gadā kāpostu, burkānu, sīpolu un biešu stādījumos apsekotajās saimniecībās (saimniecību numerācija sakrīt ar 1. tabulā norādīto),  $INTF(\mu L * L^{-1} * h)$

Kopumā skatoties, dehidrogenāzes aktivitātes rādītāji sakrīt ar celulāzes aktivitāti, kas kopumā ir loģiski skaidrojami – abas šīs augsnes enzīmu grupas abējādi raksturo augsnes bioloģisko aktivitāti.

Analizējot augsnes elpošanas rādītāju – izdalīto CO<sub>2</sub> ml, varam raksturot mikroorganismu aktivitāti, konkrēti elpošanu (5. attēls). Tā kā abi iepriekšējie rādītāji raksturo līdzīgas tendences, būtu sagaidāms arī, ka šis rādītājs būtu līdzīgs. Vairumā gadījumu tā arī tas ir vērojams.



5. attēls. Augsnes elpošanas aktivitāte 2023. gadā kāpostu, burkānu, sīpolu un biešu stādījumos apsekotajās saimniecībās (saimniecību numerācija sakrīt ar 1. tabulā norādīto), ml CO<sub>2</sub>

Šis gads ir savdabīgs ar to, ka visos laukos ir līdzīgi augsnes aktivitātes rādītāji – gan minerālaugsnēs, gan organiskās augsnēs. Šis ir pretrunā ar citos pētījumos iegūtiem datiem, kur ziņots, ka organiskās augsnes izdala salīdzinoši vairāk CO<sub>2</sub> nekā minerālaugsnes. Turklāt visā veģetācijas periodā tas ir salīdzinoši nemainīgs – robežās starp 2 un 3 ml CO<sub>2</sub>.

Kopumā aplūkojot visus augsnes bioloģiskās aktivitātes rādītājus, redzams, ka šogad sezonālais raksturs nav vērojams, jo paraugu ņemšanas laikā mitruma un temperatūras apstākļi bija optimāli mikroorganismu darbībai.

## SECINĀJUMI

- Apkopojot trīs gadu pētījuma rezultātus, secinām, ka gadam ir ietekme ne tikai uz dārzeņu ražas veidošanos, bet arī uz barības elementu saturu augos, kā arī to izmaiņām augsnē. Tādēļ secinām, ka **pareizu ieteikumu izstrādei ir nepieciešami vēl vismaz 1-2 veģetācijas periodu rezultāti.**
- Aplūkojot barības elementu izmaiņas 2023. gada veģetācijas sezonas laikā, redzams, ka šī dinamika ir atšķirīga katrā saimniecībā un pat laukos. Vairumā gadījumu barības elementu saturs veģetācijas beigās ir zemāks, salīdzinot ar sākumu.
- Analizējot N dinamiku augsnē, redzam, ka veģetācijas perioda laikā mainās N formu ( $\text{NH}_4$  un  $\text{NO}_3$ ) daudzums un attiecība augsnē. Vairumā gadījumu uz rudeni tas samazinās, kas ir skaidrojams ar to, ka dārzeņi to izmanto biomasas veidošanai.
- Veicot mēslojuma un iegūto ražu, kā arī augu elementu satura analīzi, redzams, ka arī 2023. gadā ne vienmēr iegūtā raža bijusi atkarīga no augsnes nodrošinājuma ar barības vielām.
- Apkopojot trīs gadu iznesas ar tonnu produkcijas pa kultūrām un saimniecībām, vairumā gadījumu robežskaitļi ir loģiski, un neveido plašu diapazonu, bet to precizēšanai vēl ir nepieciešami dati.
- Kopumā aplūkojot visus augsnes bioloģiskās aktivitātes rādītājus 2023. gadā, redzams, ka tie atkarīgi no mitruma un temperatūras apstākļiem. Īpašas tendences augsnes aktivitātes intensitātē nav vērojamas atkarībā no saimniekošanas veida vai kultūras.
- Pilnīgu likumsakarību izpētei nepieciešams turpināt pētījumus.

### Izmantotā literatūra

Barooah L., Dutta S.A., Das S., Bordoloi A. (2023). Drought stress in vegetable crops: a review. *The Pharma Innovation Journal*. Vol. 12, Issue 4, p. 1115-1119.

Dai X.Q., Wang H.M., Fu X.L. (2017). Soil microbial community composition and its role in carbon mineralization in long-term fertilization paddy soils. *Science of the Total Environment*. Vol. 580, p. 556–563. doi: 10.1016/j.scitotenv.2016.11.212.

Geisseler D., Ortiz R.S., Diaz J. (2022). Nitrogen nutrition and fertilization on onions (*Allium cepa* L.) – A literature review. *Scientia Horticulturae*. Vol. 291. (online).

Kacjan Maršič N., Može K.S., Mihelič R., Nečemer M., Hudina M., Jakopič J. (2021). Nitrogen and sulphur fertilisation for marketable yields of cabbage (*Brassica oleracea* L. var. *Capitata*), leaf nitrate and glucosinolates and nitrogen losses studied in a field experiment in Central Slovenia. *Plants*. Vol. 10, Issue 7, p. 1 – 16.

Kemmitt S.J., Lanyon C.V., Waite I.S., Wen Q., Addiscott T.M., Bird N.R.A., O'Donnell A.G., Brookes P.C., (2008). Mineralization of native soil organic matter is not regulated by the size, activity or composition of the soil microbial biomass—a new perspective, *Soil Biology and Biochemistry*, Vol. 40, No.1, p.61-73, <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2007.06.021>.

Kopittke P.M., Dalal R.C., Hoeschen C, Li C., Menzies N.W., Mueller C.W. (2020). Soil organic matter is stabilized by organo-mineral associations through two key processes: The role of the carbon to nitrogen ratio. *Geoderma*, Vol. 357, <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2019.113974>.

Leis L., Lepik A. (2001). Macro – and micronutrients in white cabbage and carrot. *Horticulture and Vegetable growing*. Vol. 20, No. 3, p. 300 – 307.

Onyekachi O.K., Boniface O.O., Gelmack N.F., Nicholas N. (2019). The effect of climate changes on abiotic plant stress: a review. **In:** *Abiotic and Biotic Stress in Plants*. Ed. by A. de Oliveira. IntechOpen, p. 1–13.

Possinger A.R., Zachman M.J., Enders, A. Levin B.D.A., Muller A.D., Kourkkoutis L.F., Lehmann J. (2020). Organo–organic and organo–mineral interfaces in soil at the nanometer scale. *Nature Communications*, Vol. 11, No. 6103 (2020). <https://doi.org/10.1038/s41467-020-19792-9>

Rouphael Y., Cardarelli M., Schwarz D., Franken P., Colla G. (2012). Effects of drought on nutrient uptake and assimilation in vegetable crops. **In:** Aroca, R. (eds) *Plant Responses to Drought Stress*. Springer, Berlin, Heidelberg. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-32653-0\\_7](https://doi.org/10.1007/978-3-642-32653-0_7)

Sekara A., Pohl A., Kalisz A., Grabowska A., Cebula S. (2014). Evaluation of selected Polish carrot cultivars for nutritive value and processing – a preliminary study. *Horticulture and Landscape Architecture*. No 35, p. 3 – 14.

Seufert V., Ramankutty N., Foley J. A. (2012). Comparing the yields of organic and conventional agriculture, *Nature*, Vol. 485, No. 7397, p.229-32. DOI:10.1038/nature11069

Steffens D, Hütsch B.W., Eschholz T., Lošák T., Schuber S. (2005). Water logging may inhibit plant growth primarily by nutrient deficiency rather than nutrient toxicity. *Plant, Soil and Environment*. Vol. 51, No. 12, p. 545-552. DOI: 10.17221/3630-PSE

Tadić J., Žutić I., Urlić B., Jukić Špika M., Dumičić G. (2021). Effect of fertilization on onion growth, yield and storage. *Acta Horticulturae*. Vol. 1329, Issue 32, p. 247 – 253.

Xie K., Cakmak I., Wang S., Zhangd F., Guo S., 2021. Synergistic and antagonistic interactions between potassium and magnesium in higher plants. *The Crop Journal*, Vol.9, Issue 2, p. 249-256.



Projekta vadītāja L.Lepse

15.11.2023.