

Latvijā plašāk audzēto lauka dārzeņu mēslošanas optimizācija ilgtspējīgu tehnoloģiju nodrošināšanai

projekta Nr. 22-00-S0INV05-000009



ATSKAITE PAR 2022. GADU

Projekta izstrādātājs, informācijas sagatavotājs

Dārzkopības institūts

Sadarbībā ar 10 zemnieku saimniecībām

SATURS

Ievads	3
Darba uzdevumi	3
Literatūras apskats	5
Metodika	6
Rezultāti	11
Secinājumi	37
Literatūras saraksts	38

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 realizēt veicot tauriņziežu audzēšanu atmosfēras slāpekļa piesaistei, kā arī augsnes mikrobioloģiskās aktivitātes paaugstināšanai; lietojot zaļmēslojumus tādējādi bioloģiski saistot oglekli (C) augsnē, kas veido ilgstošu un stabilu C piesaisti augsnē un uzlabo augsnes auglību un fizikālās īpašības; ievērojot pareizu augu seku.

Ekonomiskās krīzes un straujā resursu izmaksu kāpuma dēļ minerālā mēslojuma lietojuma samazinājums iegūst ne vien ekoloģisku nozīmi, bet kļūst aktuāls arī ekonomisko 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 ir uzsācis realizēt pētījumu **ar mērķi** noskaidrot esošo situāciju barības elementu nodrošinājumā dārzenkopības saimniecībās un izstrādāt Latvijā plašāk audzēto lauka dārzeņu (galviņkāpostu, burkānu, sīpolu, biešu) mēslošanas normatīvus 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 izstrādāto mēslošanas normatīvu 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 divu 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, kūstmēsli, komposts, u.c.), gan ar mēslošanas līdzekļiem iedoto elementu daudzums, gan izskalošanās ar nokrišņiem, gan ražas un zaļās masas (nezāles ieskaitot) veidošanai patērētie elementi.

Apskatot literatūrā minēto pētījumu datus, redzams, ka visvairāk izskalošanās procesam ir pakļauts N un K, kas ir loģiski, jo tie abi ir salīdzinoši kustīgi elementi augsnē, kas salīdzinoši maz iesaistās stabilos savienojumos augsnē. Tomēr jāņem vērā, ka šie elementi izskalojas tikai tad, ja tie ir “lieki” – t.i. augu neizmantoti, nepiesaistīti (Czyżyk, Rajmund, 2014; Rashmi et al., 2017). Tas nozīmē, ka šo elementu nozīmīga piesaiste augsnē var tikt veikta, neturot augsni “melnu”. Tātad zaļmēslojumu (uztvērējaugu) audzēšana ne tikai nodrošina elementu piesaisti augsnē, bet arī palielina organisko vielu. Uztvērējaugi nodrošina nitrātu izskalošanās samazinājumu par 36-62% (Czyżyk, Rajmund, 2014). Te jāpiebilst, ka nitrāti ir tie N savienojumi augsnē, kas visātrāk izskalojās. Turpretī NH_4 formas N augsnē tiek iesaistīts dažādos organisko savienojumos un ir mazāk pakļauts izskalošanās procesam. Visefektīvāk augu augšana notiek, ja augsnē ir abas N formas (Hachiya, Sakakibara, 2017).

Izvēloties zaļmēslojumu, kā N piesaistītāju jāņem vērā dažādi faktori. Pats galvenais – cik daudz laika paliek pēc dārzeņu novākšanas vai pirms to sējas zaļmēslojuma augšanai. Jo agrāk pēc pamatkultūras novākšanas uztvērējaugi tiks iesēti, jo vairāk slāpekļa tie spēs izmantot, jo labāk izpaudīsies to potenciāls. Turklāt, nemot vērā, ka barības elementus vienmēr labāk izmanto veselīgi augi, kuri aug tiem piemērotā vidē un kurus netraucē konkurenti, vienmēr pirms uztvērējauga izvēles jāiepazīstas ar informāciju gan par attiecīgā auga prasībām, gan arī ar reālajiem (un iespējamiem) augšanas apstākļiem. Īpaši uzmanība jāpievērš augsnes skābuma rādītājiem – ne krustzieži, ne facēlija, kuriem ir lielāka pievienotā vērtība saistībā ar to ātro attīstību, nepildīs tiem paredzētās funkcijas skābā augsnē (L.Zariņa, 2018).

Vairāk uzmanības zaļmēslojumu augu ietekmei jāpievērš dārzeņu augsekās. Šādu pētījumu ir ļoti maz, jo īpaši mūsu platuma grādos.

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 (<https://www.vmd.gov.lv/public/ck/files/ZM/lauksaimnieciba/Lauku%20kulturaugu%20mesl%20normativi.pdf>) 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 (kopražā) – kg t⁻¹ vai uz laukuma vienību (kg ha⁻¹). Bet jāņem vērā, ka ne visa kopražā 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 (5 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**

2022. gadā augsnes analīzes veiktas minerālajam slāpeklim (NH₄ un NO₃) trijos periodos: veģētācijas perioda sākumā – aprīlī, vidū – jūlijā un beigās – oktobrī; pilnai augsnes analīzei (pH, organiskā viela, P₂O₅, K₂O, Ca, Mg, SO₄, B, Na, NH₄, NO₃) 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 2022. 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 CO₂ 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.

Izmēģinājumu laikā vērtēta *celulāzes aktivitāte*. Tā noteikta laboratoriski, vērtējot filtrpapīra sadalīšanās pakāpi procentos.



1.attēls. Celulāzes aktivitātes noteikšana pēc filtrpapīra sadalīšanās pakāpes (pa kreisi 70%, pa labi – 0%)

4) Saimniecību apsekojums un lauka vēstures izpēte

Aprīlī saimniecības tika apsekotas 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, P₂O₅, K₂O, 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.

1. tabula

Saimniecību īss raksturojums par 2022. gadu

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, 2022. gadā institūta teritorijā “Tauriņi” turpināts sešu lauku augsekas izmēģinājums:

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

Katra lauciņa izmērs ir 72 m², tajos randomizēti izvietoti uzskaites lauciņi 7 m² 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 parauglauciņu 3 m² izmērā, veikta auga visu daļu analīze – biomasas mērījumi, noteikta sausna, un barības elementi.

Rezultāti

Visi šīs sezonas dati vēl nav iegūti (agroķīmisko analīžu process vēl nav noslēdzies) un arī no dažām saimniecībām vēl nav saņemta neieciešamā informācija. Tomēr, balstoties uz atskaites gatavošanas brīdī esošo informāciju, esam apkopojuši savus novērojumus.

2022. 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, 2022. gadā

Saimniecības Nr.	Saimniekošanas sistēma	ražība, t/ha			
		kāposti	sīpoli	burkāni	bietes
2.	integrēta	50,0	x	40,0	43,0
3.	integrēta	x	x	x	45,0
4.	integrēta	?	x	?	x
5.	integrēta	?	?	?	?
6.	integrēta	33,5	x	x	x
7.	integrēta	x	22,0	x	x
8.	integrēta	x	x	x	60,0
11.	integrēta	x	23,8	70,0	39,0
12.	integrēta	36,4	17,1	64,3	55,7
1.	bioloģiska	x	8,0	20,0	15,0
9.	bioloģiska	24,0	12,0	14,0	24,0
10.	bioloģiska	18,3	11,9	21,6	24,0

Atkarībā no saimniecības saimniekošanas veida ir vērojama samērā liela iegūto dārzeņu ražu amplitūda. To nosaka konkrētās vietas meteoroloģiskie apstākļi, šķirnes ģenētiskās īpašības un audzēšanas sistēma. Piemēram, 5. saimniecība minēja, ka spēcīgo lietavu dēļ biešu lauks applūda un tas negatīvi ietekmēja biešu ražu. Bet 7. saimniecība minēja, ka sīpoliem nav veikta mēslošana, bet tā veikta priekšaugam, kas bija rapsis. Tā kā tas bija intensīvi audzēts rapsis, tad tika uzskatīts, ka lauks jau saturēja gana daudz barības elementus. Aplūkojot pavasara analīžu rezultātus šim laukam, redzams, ka tomēr barības elementu nodrošinājums

nebija tik augsts, vai drīzāk jāsaka – nebija sabalansēts sīpolu vajadzībām – bijis minerālaugsnēm neraksturīgi augsts Ca un Mg saturs (attiecīgi 3110 un 529 mg kg⁻¹), bet P₂O₅ un K₂O saturs ir bijis attiecīgi 153 un 163 mg kg⁻¹, kas tomēr nav bijis optimāli sīpolu augšanas nodrošināšanai bez papildus mēslošanas, īpaši K nodrošinājumam. Šis gadījums vērš uzmanību uz to, ka intensīvi audzējot graudaugus, ne vienmēr tiek lietotas agronomiski pamatotas mēslojuma devas, un nevar paļauties uz pieņēmumu, ka pēc intensīvas graudaugu audzēšanas augsnē ir palicis optimāls barības elementu nodrošinājums.

Kopumā raksturojot 2022. gada veģetācijas sezonu, jāsecina, ka tā bija atšķirīga pa novadiem – austrumu pusē vasaras sākumā bija spēcīgas lietavas, kam sekoja ilgstošs sausuma periods jūlijā – augustā, bet Kurzemē un Zemgalē mitruma nodrošinājums bija tuvu optimālajam, brīžiem Zemgalē pat pārsniedzot optimālo normu, izņemot jūliju, kad bija karsts un sauss. Temperatūras apstākļi visā Latvijā bija līdzīgi – kopumā ilgs un vēss pavasaris, kam sekoja vasara ar svārstīgu temperatūru un nokrišņiem.

Analizējot iegūtās dārzeņu ražas, tās atspoguļo vidēju Latvijas ražību atbilstošajām kultūrām, vai ir nedaudz zem tās. Līdzīgi kā pērn, arī 2022. gadā bioloģiskajā saimniekošanas sistēmā iegūta zemāka raža, nekā integrētajā, vidēji sastādot ap 40-55 % no integrētās. Tas ir nedaudz mazāk nekā pasaulē definētai atšķirībai starp bioloģisko un konvencionālo ražas apjomu, kas dārzeņiem ir minēts ap 66% (Seufert u.c., 2012). Analizējot atsevišķi pa kultūrām, jāsaka, ka kāpostu raža bijusi relatīvi laba bioloģiskajā saimniekošanas sistēmā. Pēc citur minētiem datiem kāpostu raža bioloģiskajā lauksaimniecībā svārstās starp 23.7 un 53 t ha⁻¹ (Dumičič u.c., 2013; Conservation tillage for organic cabbage ...). Bet integrētajās saimniecībās kāpostu raža nebija tik liela, kā vidēji Latvijā iegūstama. Tas skaidrojams ar relatīvi mitro vasaru Zemgalē un vēso pavasari Vidzemē. Sīpolu, burkānu un biešu raža šogad ir bijusi atbilstoša Latvijā vidēji iegūstamajai.

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 no 7.65 līdz 11.58%, sīpoliem no 14.01 līdz 18.52%, burkāniem no 12.06 līdz 15.96% un bietēm no 14.71 līdz 20.57%. Iegūtie sausnas dati ir salīdzinoši līdzīgi ar literatūrā minētajiem, bet nedaudz augstāki nekā mūsu pētījumā pērn.

Piemēram, pēc literatūras burkānu saknēs sausnas saturs ir ap 13%, atkarībā no pētāmās šķirnes. Polijā kādā izmēģinājumā sausnas saturs variēja no 11.2-14.10% (Sekara et al., 2014).

3. tabula

Sausnas saturs analizējamo kultūraugu produktīvajā daļā 2022. gadā

Saimniecības Nr.	Saimniekošanas sistēma	Sausna, %			
		kāposti	sīpoli	burkāni	bietes
2	integrēta	x	x	12,06	x
3	integrēta	x	x	x	x
4	integrēta	11,58	x	12,75	x
5	integrēta	10,29	x	x	x
6	integrēta	9,92	x	x	x
7	integrēta	x	15,25	x	x
8	integrēta	x	x	x	14,71
11	integrēta	x	17,50	13,33	20,57
12	integrēta	x	18,52	14,07	15,10
1	bioloģiska	x	17,42	15,96	17,14
9	bioloģiska	7,65	14,01	12	18,67
10	bioloģiska	x	x	13,15	x

Līdzīgi arī sīpoliem, kāpostiem un bietēm – attiecīgi pēc literatūras ir 13 % sausnas (Geisseler, et al., 2022). Šogad visām kultūrā bijuši nedaudz augstāki sausnas rādītāji, nekā pērn. Iespējams, tas skaidrojams ar relatīvi silto rudeni, kad augi varēja ilgāk turpināt aktīvo veģetāciju un paguva uzkrāt vairāk sausnas. Zinātniskajā literatūrā atradām, ka, palielinot N mēslojuma devu sīpolos virs 200 kg ha⁻¹, nozīmīgi samazinās sausnas saturs (Geisseler, et al., 2022). Tas būtu skaidrojams ar leknāku veģetatīvo augumu (ne tikai sīpoliem, bet visiem augiem), kad veidojas sulīgi un salīdzinoši mīksti augi. Lai arī mūsu pētījumā N mēslojuma lietojums starp saimniecībām atšķīrās, ne vienmēr varējām saskatīt kādu likumsakarību šajā kontekstā. Līdzīgi arī pētījumā Horvātijā konstatēts, ka neatkarīgi no mēslojuma veida, sausnas saturs variēja no 14.2 līdz 15% (Tadič, et al., 2021). Pētījumos ar kāpostiem Slovēnijā novērots, ka sabalansēts mēslojums pozitīvi ietekmējis sausnas saturu. Sausnas raža augstāka bijusi variantos, kur lietots N kopā ar S, salīdzinājumā ar variantiem, kur S netika lietots (Kacjan Maršič, et al., 2021).

Barības elementu saturs noteikts ražas novākšanas brīdī kā augu produktīvajai, tā arī atlieku daļai. Tas apkopots 4. - 7. tabulās. Analizējot datus, konstatējām, ka barības vielu saturs atšķiras no pērnā gadā iegūtajiem skaitļiem, 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).

Divām saimniecībām sīpolu paraugi tika iegūti ilgāku laiku pēc ražas novākšanas, kad loki vairs nebija pieejami. Tādēļ loku saturs noteikts tikai trim paraugiem. Analizējot sīpolu datus, redzams, ka saimniekošanas veids – bioloģiski vai integrēti nav atstājis nozīmīgu ietekmi uz barības elementu saturu augos (4.tabula). Ja nu vienīgi slāpekļa īpatsvars sīpolos ir bijis augstāks bioloģiskajās saimniecībās. Savukārt 7. saimniecībā tas ir teju uz pusi mazāks nekā citās integrētajās un bioloģiskajās saimniecībās. Iespējamais skaidrojams varētu būt tāds, ka augi veģetācijas periodā netika mēsloāti. Savukārt tajā pašā saimniecībā augsnē tika konstatēti ļoti augsts Ca un Mg nodrošinājums, kas nekādi neatspoguļojas sīpolu sastāvā – šie elementi nav konstatēti vairāk nekā citu saimniecību paraugos.

4.tabula

Barības elementu saturs sīpolos (noteikti 2022. gada jūlijā)

Saimniecības Nr.	Parauga Nr.	Šķirne	N, %	P, %	K, %	Ca, %	Mg, %	S, %	B, mg/kg
lokos									
1 Biol.	1	Contado	1,27	0,05	1,77	4,45	0,74	0,13	20
12	21	Centurion	2,55	0,25	2,87	2,56	0,63	0,23	28
7	35	Sturon	2,7	0,18	2,99	2,56	0,52	0,22	46
vidēji			2,17	0,16	2,54	3,19	0,63	0,19	31,33
sīpolos									
1 Biol.	1	Contado	1,22	0,16	0,86	0,55	0,09	0,19	10
9 Biol.	17	Sturon	1,47	0,11	0,98	0,42	0,07	0,31	12
12	21	Centurion	1,07	0,17	1,26	0,47	0,11	0,25	12
11	33	Stuttgarten	1,08	0,11	1,02	0,73	0,12	0,21	15
7	35	Sturon	0,65	0,1	0,98	0,55	0,11	0,13	19
vidēji			1,10	0,13	1,02	0,54	0,10	0,22	13,60

Savukārt analizējot burkānu augu sastāvu, redzams, ka šeit 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. Pie augstāka K nodrošinājuma tas uzkrājas lapās (2., 4. un 12. saimniecības).

5.tabula

Barības elementu saturs burkānos (noteikti 2022. gada oktobrī)

Saimniecības Nr.	Parauga Nr.	Šķirne	N, %	P, %	K, %	Ca, %	Mg, %	S, %	B, mg/kg
lapās									
2	7	Nazareth	1,58	0,13	1,64	2,56	0,34	0,38	44
12	24	Narbonne F1	2,03	0,18	1,29	1,93	0,34	0,28	38
4	29		1,22	0,14	0,97	1,68	0,29	0,5	30
11	32	Nerac,Cadance, Berlin	1,47	0,12	0,58	2,45	0,35	0,39	34
10 Biol.	38	Cadance	0,95	0,17	0,59	1,44	0,28	0,25	34
vidēji			1,45	0,15	1,01	2,01	0,32	0,36	36,00
saknēs									
2	7	Nazareth	0,77	0,11	0,46	0,25	0,09	0,14	21
12	24	Narbonne F1	0,78	0,16	0,67	0,22	0,09	0,13	24
4	29		0,84	0,15	0,59	0,27	0,11	0,15	20
11	32	Nerac,Cadance, Berlin	0,75	0,14	0,39	0,25	0,1	0,13	18
10 Biol.	38	Cadance	0,54	0,17	0,44	0,22	0,08	0,11	21
vidēji			0,74	0,15	0,51	0,24	0,09	0,13	20,80

Turklāt jāmin, ka ne vienmēr, dodot lielākas kāda elementa devas, tas atspoguļojas auga sastāvā. Piemēram, 2. saimniecībā ir iedoti 228 kg ha⁻¹ N, bet ne saknēs, ne lakstos tur nav augstākais N saturs. Ar P ir līdzīgi. Bet K tomēr ir vairāk lapu paraugos, kur dotas lielākas K mēslojuma devas vai ir bijis augsts K nodrošinājums augsnē. Uz sakņu sastāvu tas nav atstājis ietekmi. Arī izmēģinājumā Igaunijā augsnē bija noteikta augsta P un K koncentrācija, bet saknēs šie abi elementi bija maz. Tas skaidrots ar mitru un lietainu laiku veģetācijas periodā. Slikta augsnes aerācija var samazināt saknēs uzņemto P un K. Citā pētījumā teikts, ka zema K uzņemšana var būt saistīta arī ar zemu Ca saturu augsnē (Leis, Lepik, 2001), bet mūsu izmēģinājumā tas neapstiprinājās.

Bietes sastāva ziņā ir bijušas salīdzinoši ļoti izlīdzinātas – šeit nav vērojamas krasas atšķirības minerālaugsnēs to sastāvu neietekmē ne mēslojums, ne augsnes nodrošinājums ar barības elementiem (6. tabula).

6.tabula

Barības elementi bietēs (noteikti 2022. gada oktobrī)

Saimniecības Nr.	Parauga Nr.	Šķirne	N, %	P, %	K, %	Ca, %	Mg, %	S, %	B, mg/kg
lapās									
1 Biol.	2		2,55	0,14	2,71	2,35	1,52	0,45	22
9 Biol.	20	Boro F1	1,6	0,06	3,06	2,98	2,49	0,46	22
8	30	Bresko	2,73	0,16	2,49	2,56	1,13	0,48	34
11	31	Manolo,Manzu,Bazzu, Zeppo	2,35	0,33	7,04	2,27	1,84	0,53	42
vidēji			2,31	0,17	3,83	2,54	1,75	0,48	30,00
saknēs									
1 Biol.	2		1,12	0,17	1,44	0,15	0,21	0,14	13
9 Biol.	20	Boro F1	0,85	0,1	1,26	0,14	0,18	0,14	11
8	30	Bresko	1	0,13	1,51	0,13	0,17	0,12	16
11	31	Manolo,Manzu,Bazzu, Zeppo	1,07	0,17	1,4	0,14	0,18	0,14	17

Izņēmums ir 9. saimniecība, kurā ir atšķirīgs N un P saturs – tas ir zemāks kā citos paraugos gan lapās, gan saknēs. Lapās šīs saimniecības bietēm konstatēts augstāks K un Mg saturs. Kas ir pretrunā ar līdz šim uzskatīto, ka augsta K gadījumā samazinās Mg uzņemšana augā (Xie u.c., 2021).

Barības elementu saturs kāpostos noteikts gan produktīvajā daļā, gan augu atliekās, gan saknēs (7.tabula). Šogad kāpostu augšanu negatīvi ietekmēja mitrais laiks un spēcīgās lietavas Zemgalē un Kurzemē, kas sekmēja dažādu slimību izplatību. Tā kā vienai saimniecībai bija konstatēti sakņu augoņi uz saknēm, tad šiem paraugiem sakņu masa bija neadekvāti maza un barības elementu saturs šī parauga saknēm netika analizēts.

Barības elementi kāpostos (noteikti 2022. gada oktobrī)

Saimniecības Nr.	Parauga Nr.	Šķirne	N, %	P, %	K, %	Ca, %	Mg, %	S, %	B, mg/kg
galviņās									
5	16		1,42	0,11	1,76	0,28	0,1	0,3	18
9 Biol.	19	Domarna	1,62	0,09	1,61	0,42	0,12	0,4	23
4	27		1,21	0,11	1,86	0,26	0,09	0,29	16
6	36	Professor	2,2	0,2	2,42	0,5	0,15	0,4	20
vidēji			1,61	0,13	1,91	0,37	0,12	0,35	19,25
saknēs									
5	16		0,93	0,15	1,47	0,41	0,17	0,31	15
9 Biol.	19	Domarna	1,09	0,15	1,04	0,61	0,23	0,4	19
4	27		1,73	0,27	1,74	0,54	0,27	0,45	17
vidēji			1,25	0,19	1,42	0,52	0,22	0,39	17,00
pārējās auga atliekas									
5	16		1,17	0,17	1,43	2,11	0,29	0,28	30
9 Biol.	19	Domarna	1,65	0,21	1,13	3,1	0,34	0,65	48
4	27		1,35	0,21	1,07	2,54	0,28	0,55	34
6	36	Professor	1,85	0,23	2,37	1,5	0,25	0,45	21

Analizējot barības elementus kāpostos, redzama skaidri izteikta tendence, ka ne vienmēr augstas mēslojuma devas atspoguļojas augu sastāvā, un otrādi – ne vienmēr pie zema vai vidēja barības elementu nodrošinājuma būs zems barības elementu sastāvs augos. Tas redzams, skatoties uz 6. saimniecības galviņu saturu, kur ar mēslojumu N tika iedots 198 kg ha⁻¹. (vēl visi saimniecību dati nav iegūti).

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) (8. līdz 11. tabulas). Tomēr šīs auga daļas iznesas arī ir jāņem vērā, jo to izveidei nepieciešamās barības vielas ir jārēķina kopējā bilancē, 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.

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

8. tabula

Saimniecības Nr.	Parauga Nr.	sīpoli													
		Iznesa, kg no ha							Iznesa, kg ar tonnu						
		N	P	K	Ca	Mg	S	B	N	P	K	Ca	Mg	S	B
1	1	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
9	17	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
12	21	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
11	33	47,56	4,84	44,92	32,15	5,28	9,25	0,066	2,00	0,20	1,89	1,35	0,22	0,39	0,003
7	35	25,03	3,85	37,73	21,18	4,24	5,01	0,073	1,14	0,18	1,72	0,96	0,19	0,23	0,003
	vidēji	27,99	3,37	28,26	15,86	2,92	5,62	0,04	1,76	0,21	1,65	0,90	0,16	0,35	0,002
Saimniecības Nr.	parauga Nr.	loki													
		Iznesa, kg no ha							Iznesa, kg ar tonnu						
		N	P	K	Ca	Mg	S	B	N	P	K	Ca	Mg	S	B
1	1	1,45	0,06	2,02	5,07	0,84	0,15	0,002	1,3	0,1	1,8	4,5	0,7	0,1	0,002
12	21	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
7	35	9,33	0,62	10,34	8,85	1,80	0,76	0,016	3,0	0,2	3,3	2,8	0,6	0,2	0,005
	vidēji	5,76	0,44	6,55	6,81	1,41	0,50	0,008	2,31	0,17	2,70	3,33	0,66	0,21	0,003

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

9. tabula

Saimniecības Nr.	Parauga Nr.	saknes													
		Iznesa, kg no ha							Iznesa, kg ar tonnu						
		N	P	K	Ca	Mg	S	B	N	P	K	Ca	Mg	S	B
2	7	37,1 5	5,31	22,19	12,06	4,34	6,75	0,101	0,93	0,13	0,55	0,30	0,11	0,17	0,003
12	24	70,5 9	14,4 8	60,63	19,91	8,14	11,76	0,217	1,10	0,23	0,94	0,31	0,13	0,18	0,003
4	29														
11	32	73,0 0	13,6 3	37,96	24,33	9,73	12,65	0,175	1,00	0,19	0,52	0,33	0,13	0,17	0,002
10 Biol.	38	15,3 4	4,83	12,50	6,25	2,27	3,12	0,060	0,71	0,22	0,58	0,29	0,11	0,14	0,003
	vidēji	49,0 2	9,56	33,32	15,64	6,12	8,57	0,138	0,93	0,19	0,65	0,31	0,12	0,17	0,003
Saimniecības Nr.	parauga Nr.	laksti													
		Iznesa, kg no ha							Iznesa, kg ar tonnu						
		N	P	K	Ca	Mg	S	B	N	P	K	Ca	Mg	S	B
2	7	13,2 7	1,09	13,78	21,50	2,86	3,19	0,037	3,2	0,3	3,3	5,1	0,7	0,8	0,009
12	24	62,5 3	5,54	39,74	59,45	10,47	8,62	0,117	5,8	0,5	3,7	5,6	1,0	0,8	0,011
4	29														
11	32	42,0 6	3,43	16,59	70,10	10,01	11,16	0,097	3,43	0,28	1,36	5,76	0,82	0,92	0,008
10 Biol.	38	7,98	1,42 8	4,956	12,096	2,352	2,1	0,029	2,22	0,40	1,38	3,36	0,65	0,58	0,008
	vidēji	31,4 6	2,87	18,77	40,79	6,42	6,27	0,070	3,67	0,36	2,43	4,95	0,78	0,77	0,009

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

10. tabula

Saimniecības Nr.	Parauga Nr.	saknes													
		Iznesa, kg no ha							Iznesa, kg ar tonnu						
		N	P	K	Ca	Mg	S	B	N	P	K	Ca	Mg	S	B
1	2	28,80	4,37	37,03	3,86	5,40	3,60	0,033	1,92	0,29	2,47	0,26	0,36	0,24	0,002
9	20	38,08	4,48	56,45	6,27	8,06	6,27	0,049	1,59	0,19	2,35	0,26	0,34	0,26	0,002
8	30	88,24	11,47	133,24	11,47	15,00	10,59	0,141	1,47	0,19	2,22	0,19	0,25	0,18	0,002
11	31	85,84	13,64	112,32	11,23	14,44	11,23	0,136	2,20	0,35	2,88	0,29	0,37	0,29	0,003
	vidēji	60,24	8,49	84,76	8,21	10,73	7,92	0,090	1,79	0,25	2,48	0,25	0,33	0,24	0,003
Saimniecības Nr.	parauga Nr.	lapas													
		Iznesa, kg no ha							Iznesa, kg ar tonnu						
		N	P	K	Ca	Mg	S	B	N	P	K	Ca	Mg	S	B
1	2	6,65	0,37	7,07	6,13	3,96	1,17	0,006	3,5	0,2	3,7	3,2	2,1	0,6	0,003
9	20	6,05	0,23	11,57	11,26	9,41	1,74	0,008	2,2	0,1	4,3	4,2	3,5	0,6	0,003
8	30	25,61	1,50	23,36	24,01	10,60	4,50	0,032	3,82	0,22	3,49	3,58	1,58	0,67	0,005
11	31	14,48	2,03	43,37	13,98	11,33	3,26	0,026	3,29	0,46	9,86	3,18	2,58	0,74	0,006
	vidēji	13,20	1,03	21,34	13,85	8,83	2,67	0,018	3,21	0,24	5,34	3,54	2,43	0,67	0,004

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

11. tabula

Saimniecības Nr.	Parauga Nr.	galviņas													
		Iznesa, kg no ha							Iznesa, kg ar tonnu						
		N	P	K	Ca	Mg	S	B	N	P	K	Ca	Mg	S	B
5	16														
9	19	29,76	1,65	29,57	7,71	2,20	7,35	0,042	1,24	0,07	1,23	0,32	0,09	0,31	0,002
4	27														
6	36	73,11	6,65	80,42	16,62	4,98	13,29	0,066	2,18	0,20	2,40	0,50	0,15	0,40	0,002
	vidēji	51,43	4,15	55,00	12,17	3,59	10,32	0,05	1,71	0,13	1,82	0,41	0,12	0,35	0,00
Saimniecības Nr.	parauga Nr.	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
5	16														
9	19	30,72	3,96	22,47	50,70	6,36	11,96	0,083	5,3	0,7	4,3	6,4	1,1	2,0	0,012
4	27														
6	36*	53,60	6,66	68,66	43,46	7,24	13,04	0,061	4,00	0,50	5,12	3,24	0,54	0,97	0,005
	vidēji	42,16	5,31	45,57	47,08	6,80	12,50	0,072	4,63	0,60	4,72	4,81	0,82	1,49	0,008

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. Vairumā gadījumu barības elementu saturs veģetācijas beigās ir zemāks, salīdzinot ar sākumu. Lai arī augiem ir doti mēslojumi (reizēm pat vairāk, nekā pēc bilances aprēķina būtu jādod), bieži ir vērojams to satura augsnē kritums. Un otrādi – bioloģiskajā saimniecībā Nr. 10, nedodot mēslojumu, K saturs ir palielinājies visu kultūraugu laukos, bet P bietēs un kāpostos. Atšķirīga dinamika izteikti ir redzama 2. saimniecības divos kāpostu laukos (parauga Nr. 8 un 9.). Salīdzinot agroķīmisko analīžu datus, redzams, ka pie vienāda mēslojuma vienā laukā K saturs ir nozīmīgi pieaudzis, bet otrā saglabājies gandrīz nemainīgs.

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 dārzeni to izmanto biomasas veidošanai. Turklāt izteiktāk tas ir vērojams vēlū novācamiem dāržeņiem. Sīpoliem šī tendence ir novērojama mazāk.

Mēslošanas līdzekļu klāsts un to apjoms iegūts apmeklējot saimniecības un veicot saimnieku aptauju par lietotajiem mēslojuma līdzekļiem. 2022. gads bija īpatnējs minerālmēsļu sadārdzinājuma dēļ, tādēļ saimnieki centās pēc iespējas optimizēt mēslojuma lietojumu. Tas ietekmēja mēslojumu lietojumu, brīžiem arī apgrūtināja tā iestrādi. Līdz ar to diezgan bieži saimniecībās norādīja, ka šogad nav veikta mēslošana, jo īpaši tas redzams sīpolu laukos. 13. tabulā apkopotas N,P,K ienesas ar mēslojuma līdzekļiem. Galvenokārt tie ir minerālmēsli, bet bija lietoti arī kūtsmēsli.

Lai gūtu priekšstatu par barības elementu līdzsvaru konkrētā laukā, rēķinājām **barības elementu bilanci konkrētai kultūrai**. Bilances aprēķinā optimālā augsnes nodrošinājuma līmenis ņemts pēc W.Sady, 2000 ieteikumiem (iekļauti 2021. gada atskaitē). Tā kā šajos ieteikumos elementi ir doti tūrvielā un mg L^{-1} , tad ir veikts pārrēķins, izmantojot koeficientu un pieņemot, ka 1 L augsnes sver 1.3 kg. Pārējie parametri ņemti no projektā iegūtajiem lielumiem konkrētā saimniecībā. Atskaitē ievietotas piemēru bilances katram kultūraugam (14. līdz 17. tabula).

Iegūtie mēslojumu lietojumu dati rāda diezgan plašu diapazonu lietoto mēslojumu apjomā. Tomēr, veicot mēslojuma un iegūto ražu, kā arī augu elementu satura analīzi, redzams, ka 2022. gadā ne vienmēr iegūtā raža bijusi atkarīga no mēslojuma lietojuma, kā arī no augsnes nodrošinājuma ar barības vielām.

Ar mēslojumu iedotais NPK saturs tīrvielā kg ha⁻¹ 2022. gada sezonā

PAGAIĀM NEPILNA (vēl no visām saimniecībām nav saņemti dati)

Saimniecības Nr.	parauga Nr.	N, kg/ha	P, kg/ha	K, kg/ha	Mg, kg/ha	Ca, kg/ha	S, kg/ha	B, kg/ha	Cu, kg/ha	Fe, kg/ha	Mn, kg/ha	Zn, kg/ha	Mo, kg/ha
sīpolu lauki													
1	1	108	26,4	83									
5	12												
9	17	nav mēsloji											
12	21	31,00	x	x	x	38,00	x	x	x	x	x	x	x
11	33	13,22	8,22	85,90	4,08	x	42,45	0,08	0,001	0,002	0,07	0,001	x
7	35	nav mēsloji											
10	37	nav mēsloji											
	vidēji	50,74	17,31	84,45	4,08	38,00	42,45	0,08	0,001	0,002	0,07	0,001	
burkānu lauki													
1	3	108	26,4	83									
2	7	125,45	60,95	147,43	0,48	39,09	45,71	0,72	x	x	0,18	x	0,03
5	13												
9	18	nav mēsloji											
12	24	31,00	x	x	x	38,00	x	x	x	x	x	x	x
4	29												
11	32	71,92	30,84	57,43	0,05	x	23,94	0,17	0,003	0,01	0,01	0,002	0,0002
10	38	nav mēsloji											
	vidēji	84,09	39,40	95,95	0,26	38,55	34,83	0,44	x	0,01	0,09	x	0,03

“Latvijā plašāk audzēto lauka dārzeņu mēslošanas optimizācija ilgtspējīgu tehnoloģiju nodrošināšanai” 2022. gads

biešu lauki													
1	2	108	26,4	83									
2	5	115,73	22,03	40,82	2,77	20,04	7,98	0,74	x	x	0,43	x	0,02
2	6	23,63	22,03	40,82	0,74	1,52	1,78	0,32	x	x	0,20	x	0,01
3	10	34,79	10,10	38,34	3,89	0,98	27,80	0,14	x	0,18	x	0,03	x
5	15												
9	20	nav mēsloji											
12	22	31,00	x	x	x	38,00	x	x	x	x	x	x	x
8	30	301,60	80,00	60,00	x	74,07	x	0,12	x	x	x	x	x
11	31	78,50	11,02	41,83	4,34	46,81	30,27	0,35	0,002	0,19	0,04	0,04	0,001
10	40	nav mēsloji											
	vidēji	99,04	28,60	50,80	2,94	30,24	16,96	0,33	0,002	0,18	0,22	0,03	0,01
kāpostu lauki													
1	4	108	26,4	83									
2	8	444,52	102,90	253,39	0,31	306,17	91,77	0,48	0,004	0,02	0,05	0,03	0,001
2	9	429,16	102,69	252,06	0,34	288,04	91,76	0,11	0,003	0,004	0,04	0,01	0,001
5	16	162	39,6	124,5									
9	19												
12	25	31,00	x	x	x	38,00	x	x	x	x	x	x	x
4	27												
6	36	198,00	x	249,00	x	358,00	108,00	x	x	x	x	x	x
10	39	nav mēsloji											
	vidēji	228,78	67,90	192,39	0,32	247,55	97,17	0,30	0,00	0,01	0,05	0,02	0,00

“Latvijā plašāk audzēto lauka dārzu mēslošanas optimizācija ilgtspējīgu tehnoloģiju nodrošināšanai” 2022. gads

Kāposti integrētā saimniecība Nr. 6.								14. tabula							
Iznesas	N	P	K	Ca	Mg	S	B								
vid.galv	1,711098	0,1336388	1,816391	0,408714	0,120318	0,351461	0,001872								
vid.atliekas	4,6317499	0,5973463	4,722368	4,812771	0,819159	1,487413	0,008377								
kopā	6,3428478	0,7309851	6,538759	5,221485	0,939477	1,838874	0,010249								
Raža t/ha	33,5														
Augsnes sast.	granulomet riskais sastāvs	priekšaugšs	augsnes apmaiņas reakcija pH KCl		organiskās vielas saturs, %		augiem izmantojamā fosfora (P ₂ O ₅) saturs augsnē, mg/kg		augiem izmantojama kālija (K ₂ O) saturs augsnē, mg/kg		augiem izmantojama magnija (Mg) saturs augsnē, mg/kg				
			pavasaris	rudens	pavasaris	rudens	pavasaris	rudens	pavasaris	rudens	pavasaris	rudens			
	sM	kāposti	6,4	6,5	3,1	2,3	164	180	272	163	109	86			
		augiem izmantojama kalcija (Ca) saturs	N-NH ₄ mg kg ⁻¹			N-NO ₃ mg kg ⁻¹			kopā N						
		pavasaris	rudens	pavasaris	vasara	rudens	pavasaris	vasara	rudens	pavasaris	vasara	rudens			
		852	1643	73,9	8,3	47,3	2,1	121,2	10,4	0					
Optimālie barības elementu daudzumi augsnē,															
	Kultūraugs	Ražība, t/ha	Max N normas (MK 834)	N	P	K	Ca	Mg							
mg/l	Galviņkāposti vēlie	<45	135	125	65	195	900	70							
		45-70	210												
		>70	240												
				P2O5	K2O										
				125	149	235	900	70							

“Latvijā plašāk audzēto lauka dārzeņu mēslošanas optimizācija ilgtspējīgu tehnoloģiju nodrošināšanai” 2022. gads

mg/kg (dalīt ar 1,3)	*2,5 aramkārtas dziļums												
			240,4	286,5	451,9	1730,8	134,6						
iztrūkums			119,2	122,5	179,9	878,8	25,6						
iznesas ar T			6,3	0,7	6,5	5,2	0,9						
uz plānoto ražu t/ha			212,5	24,5	219,0	174,9	31,5						
nepieciešams			331,7	147,0	399,0	1053,7	57,1						
korekc SM			0,9	1,1	1,0	1,0	1,0						
			298,5	161,7	399,0	1053,7	57,1						
N korekc o.v.			0,9	1,0	1,0	1,0	1,0						
			268,7	161,7	399,0	1053,7	57,1						
korekc. pēc Ph			1,0	1,0	1,0	1,0	1,0						
Mēsl. vajadzība			268,7	161,7	399,0	1053,7	57,1						
ledots ar mēslojumu			198,0		249,0		358,0						
rudens-pavasaris pēc analīzēm			-121,2	16,0	-109,0	791,0	-23,0						

“Latvijā plašāk audzēto lauka dārzeņu mēslošanas optimizācija ilgtspējīgu tehnoloģiju nodrošināšanai” 2022. gads

		Kāposti integrētā saimniecība Nr. 10.						15. tabula					
Iznesas	Iznesa, kg ar tonnu												
	N	P	K	Ca	Mg	S	B						
vid.galv	1,711098	0,133639	1,816391	0,408714	0,120318	0,351461	0,001872						
vid.atliekas	4,6317499	0,597346	4,722368	4,812771	0,819159	1,487413	0,008377						
kopā	6,3428478	0,730985	6,538759	5,221485	0,939477	1,838874	0,010249						
Raža t/ha	20												
Augsnes sast.	granulomet riskais sastāvs	priekšaug s	augšnes apmaiņas reakcija pH KCl		organiskās vielas saturs, %		augiem izmantojamā fosfora (P ₂ O ₅) saturs augsnē, mg/kg		augiem izmantojama kālija (K ₂ O) saturs augsnē, mg/kg		augiem izmantojama magnija (Mg) saturs augsnē, mg/kg		
			pavasaris	rudens	pavasaris	rudens	pavasaris	rudens	pavasaris	rudens	pavasaris	rudens	pavasaris
		ķirbji	4,8	5,1	3,9	3,3	105	126	100	151	73	72	
		augiem izmantojama kalcija (Ca) saturs	N-NH ₄ mg kg ⁻¹			N-NO ₃ mg kg ⁻¹			kopā N				
			pavasaris	rudens	pavasaris	vasara	rudens	pavasaris	vasara	rudens	pavasaris	vasara	rudens
			755	700	10	9,722222	4,8	12,5	6,3	2,1	13	1,2	6,9
Optimālie barības elementu daudzumi augsnē,													
mg/l	Kultūraugs	Ražība, t/ha	Max N normas (MK 834)	N	P	K	Ca	Mg					
	Galviņkāposti vēlie	<45	135	125	65	195	900	70					
		45-70	210										
		>70	240										
				P2O5	K2O								
				125	149	235	900	70					

“Latvijā plašāk audzēto lauka dārzeņu mēslošanas optimizācija ilgtspējīgu tehnoloģiju nodrošināšanai” 2022. gads

	*2,5 (aršanas dziļums)											
mg/kg (dalīts ar 1,3)			240,4	286,5	451,9	1730,8	134,6					
iztrūkums			227,4	181,5	351,9	975,8	61,6					
iznesas ar T			6,3	0,7	6,5	5,2	0,9					
uz plānoto ražu t/ha			126,9	14,6	130,8	104,4	18,8					
nepieciešams			354,2	196,2	482,7	1080,2	80,4					
korekc SM			0,9	1,1	1,0	1,0	1,0					
			318,8	215,8	482,7	1080,2	80,4					
N korekc o.v.			0,9	1,0	1,0	1,0	1,0					
			286,9	215,8	482,7	1080,2	80,4					
korekc. pēc Ph			1,1	1,3	1,1	1,0	1,0					
Mēsl. vajadzība			315,6	280,5	506,8	1080,2	80,4					
ledots ar mēslojumu												
rudens-pavasaris pēc analīzēm			-6,1	21	51	-55	-1					

“Latvijā plašāk audzēto lauka dārzeņu mēslošanas optimizācija ilgtspējīgu tehnoloģiju nodrošināšanai” 2022. gads

BILANCES aprēķina piemērs pēc 2021.g. iznesām				Bietes		bioloģiskā saimniecība Nr. 1.		16. tabula					
Iznesas	Iznesa, kg ar tonnu												
	N	P	K	Ca	Mg	S	B						
vid.saknes	2,20	0,20	1,78	0,16	0,09	0,20	0,92						
vid.lapas	1,18	0,05	0,39	0,34	0,52	0,08	0,62						
kopā	3,38	0,25	2,17	0,49	0,61	0,28	1,54						
raža, t/ha	15												
augnes s	granulometriskais sastāvs	priekšaug	augšnes apmaiņas reakcija pH KCl		organiskās vielas saturs, %		augiem izmantojamā fosfora (P ₂ O ₅) saturs augsnē, mg/kg		augiem izmantojama kālija (K ₂ O) saturs augsnē, mg/kg		augiem izmantojama magnija (Mg) saturs augsnē, mg/kg		
			pavasaris	rudens	pavasaris	rudens	pavasaris	rudens	pavasaris	rudens	pavasaris	rudens	
	Sm	burkāni	7,7	4,3	3,2	4,3	60	63	100	88	699	173	
pārrēķins kg/ha							115	121	192	169	1344	333	
			augiem izmantojama		N-NH ₄ mg kg ⁻¹			N-NO ₃ mg kg ⁻¹			kopā N		
			pavasaris	rudens	pavasaris	vasara	rudens	pavasaris	vasara	rudens	pavasaris	vasara	rudens
			1553	885	2,5	4,2	3,3	10,6	10,2	3,9	13,1	14,4	7,2
			2987	1702	5	8	6	20	20	8	25	28	14
Optimālie barības elementu daudzumi augsnē													
	Kultūraug	Ražība,	Max N										
	s	t/ha	normas (MK 834)	N	P	K	Ca	Mg					
mg/l	Galda	<40	110										
	bietes	40-60	170	70-90	50-70	175-250	1500-2500	60-80					
		>60	200										
aprēķinam				80	60	200	2000	70					
					P2O5	K2O							
				80	138	241	2000	70					

“Latvijā plašāk audzēto lauka dārzeņu mēslošanas optimizācija ilgtspējīgu tehnoloģiju nodrošināšanai” 2022. gads

mg/kg (dalīt ar 1,3)			61,5	106,2	185,4	1538,5	53,8		
iztrūkums			48,4	46,2	85,4	-14,5	-645,2		
pārrēķins kg/ha (reizināt ar 2,5 - aršanas dziļums 0,25 m)			121,1	115,4	213,5	-36,3	-1612,9		
iznesas ar T			3,38	0,25	2,17	0,49	0,61		
uz plānoto ražu t/ha			51	4	33	7	9		
nepieciešams			172	119	246	-29	-1604		
korekc SM			0,9	1,1	1	1	1		
			155	131	246	-29	-1604		
N korekc o.v.			0,9	1	1	1	1		
			139	131	246	-29	-1604		
korekc. pēc Ph			1	1	1	1	1		
Mēsl. vajadzība			139	131	246	-29	-1604		
ledeva			netika mēslots						
rudens-pavasaris pēc analīzēm			-11	6	-23	-1285	-1012		

“Latvijā plašāk audzēto lauka dārzeņu mēslošanas optimizācija ilgtspējīgu tehnoloģiju nodrošināšanai” 2022. gads

Balances aprēķina piemērs		Burkāni integrētā saimniecībā Nr. 12						17. tabula					
Iznesas	Iznesa, kg ar tonnu												
	N	P	K	Ca	Mg	S	B						
vid.sakne	0,9121271	0,193785	0,692074	0,300127	0,113463	0,165476	0,00289						
vid.laksti	3,740202	0,391616	2,790101	4,678687	0,770707	0,716465	0,009224						
kopā	4,6523291	0,585401	3,482175	4,978814	0,88417	0,881941	0,012115						
Raža t/ha	64												
Augsnes sast.	granulometriskais sastāvs	priekšaugšs	augsnes apmaiņas reakcija pH KCl		organiskās vielas saturs, %		augiem izmantojamā fosfora (P ₂ O ₅) saturs augsnē, mg/kg		augiem izmantojama kālija (K ₂ O) saturs augsnē, mg/kg		augiem izmantojama magnija (Mg) saturs augsnē, mg/kg		
			pavasaris	rudens	pavasaris	rudens	pavasaris	rudens	pavasaris	rudens	pavasaris	rudens	
		bietes	6,5	6,7	2,9	2,7	120	146	284	309	128	104	
			augiem izmantojama kalcija (Ca) saturs		N-NH ₄ mg kg ⁻¹			N-NO ₃ mg kg ⁻¹			kopā N		
			pavasaris	rudens	pavasaris	vasara	rudens	pavasaris	vasara	rudens	pavasaris	vasara	rudens
			812	747	6,3	7,2	7,5	22	5,5	14,9	9,3	16,8	22,4
Optimālie barības elementu daudzumi augsnē,													
	Kultūraugs	Ražība, t/ha	Max N normas (MK 834)	N	P	K	Ca	Mg					
mg/l	Burkāni	<30	80										
		30-50	130	120	70	110	2200	70					
		>50	160										
				P2O5	K2O								
				120	161	132	900	70					

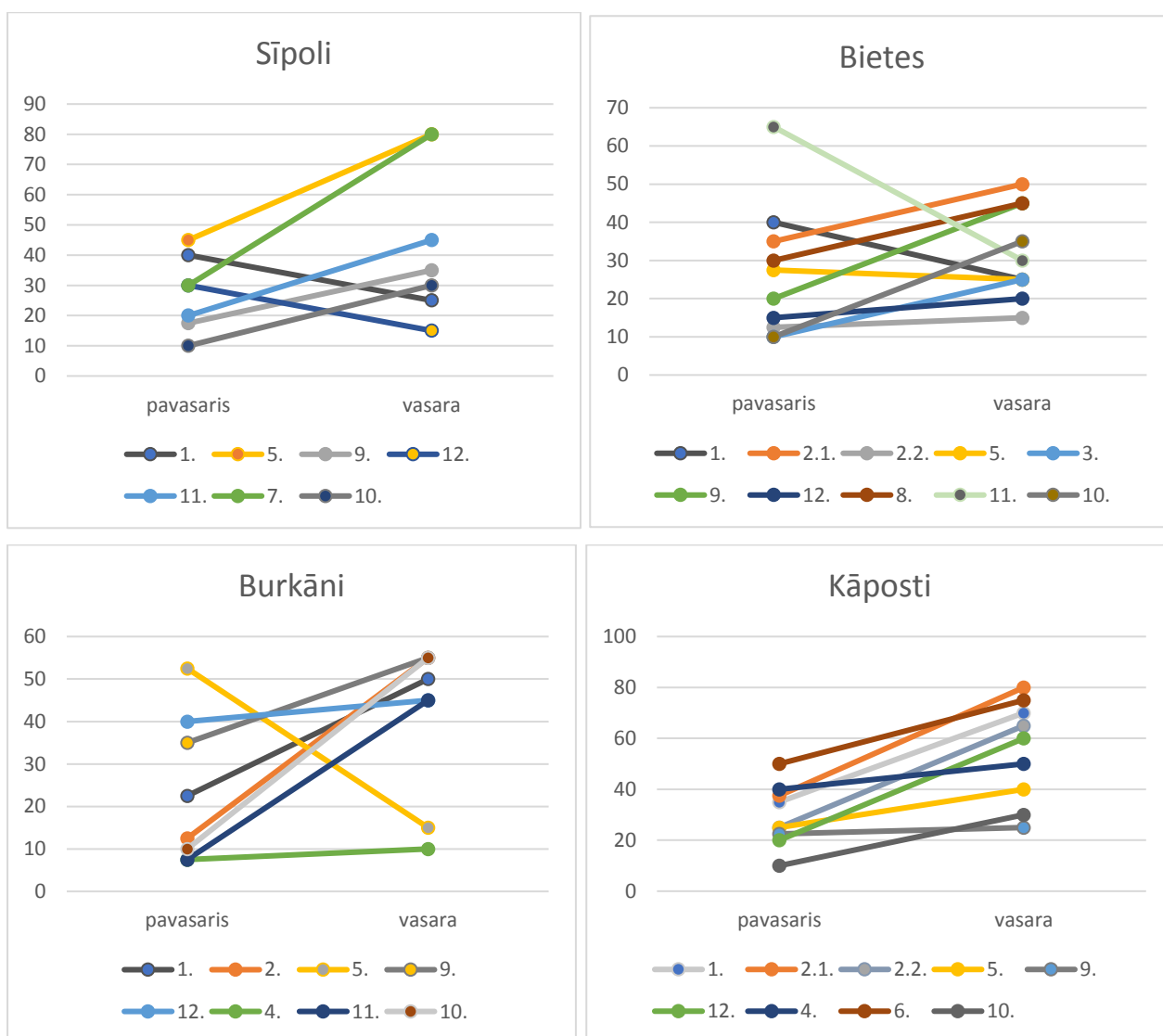
“Latvijā plašāk audzēto lauka dārzeņu mēslošanas optimizācija ilgtspējīgu tehnoloģiju nodrošināšanai” 2022. gads

mg/kg (dalīt ar 1,3)			92,3	123,8	101,5	692,3	53,8			
iztrūkums			83,0	3,8	-182,5	-119,7	-74,2			
pārrēķins kg/ha (reizināt ar 2,5 - aršanas			207,5	9,6	-456,2	-299,2	-185,4			
iznesas ar T			4,7	0,6	3,5	5,0	0,9			
uz plānoto ražu t/ha			297,7	37,5	222,9	318,6	56,6			
nepieciešams			505,3	47,1	-233,3	19,4	-128,8			
korekc SM			0,9	1,1	1,0	1,0	1,0			
			454,7	51,8	-233,3	19,4	-128,8			
N korekc o.v.			1,0	1,0	1,0	1,0	1,0			
			432,0	51,8	-233,3	19,4	-128,8			
korekc. pēc Ph			1,1	1,3	1,05	1	1			
Mēsl. vajadzība			475,2048	67,3259	-244,959	19,4133	-128,798			
ledeva			31			38				
rudens-pavasaris pēc analīzēm			13,1	26	25	-65	-24			

Augsnes mikrobioloģiskā aktivitāte

Izvērtējot augsnes mikrobioloģisko aktivitāti pēc vairākiem parametriem, 2022. gadā nav atrastas nozīmīgas likumsakarības atkarībā no saimniekošanas veida (bioloģiski vai integrēti) vai mēslošanas intensitātes, vai augsnes auglības.

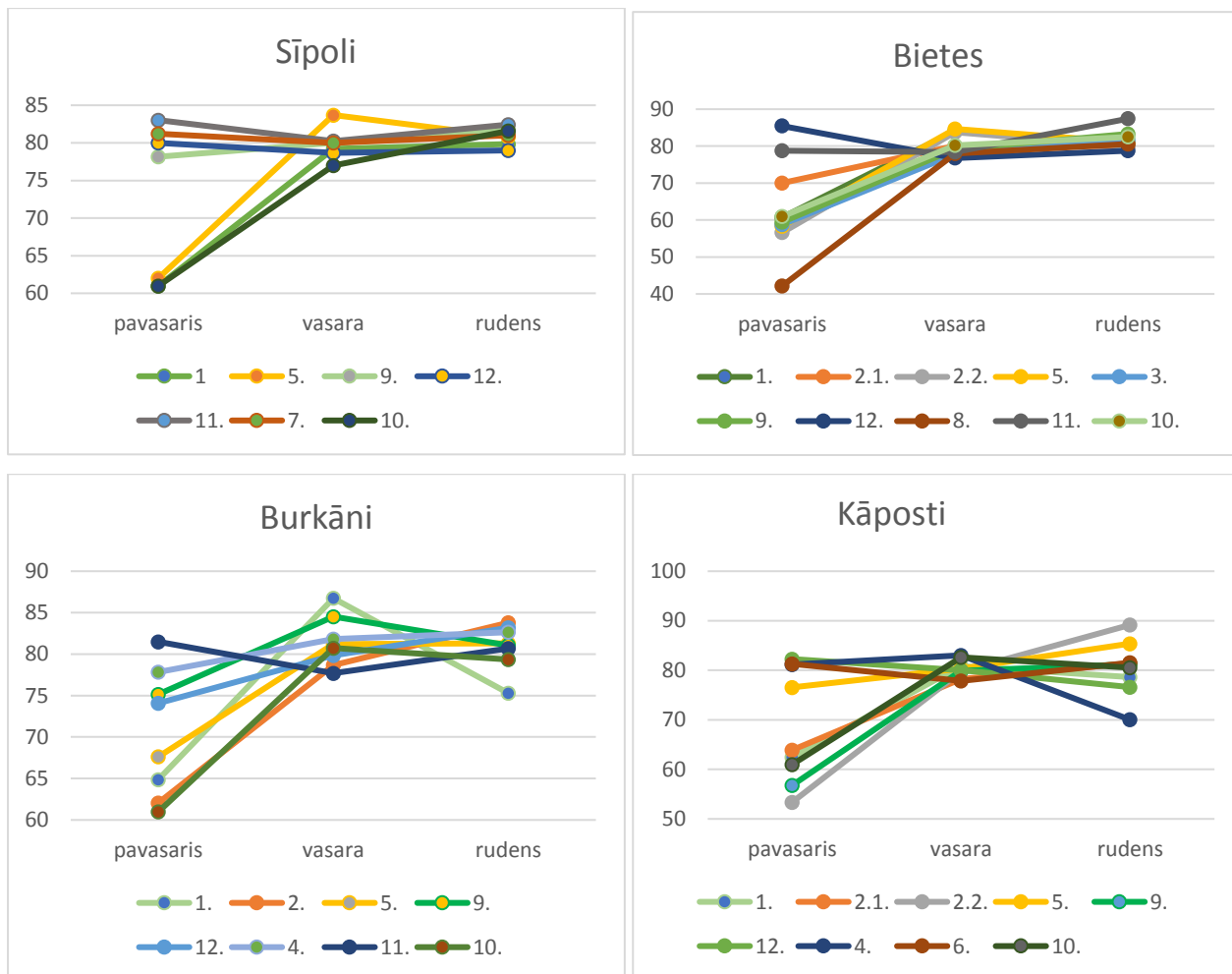
Uz atskaites iesniegšanas brīdi vēl nav gatavi celulāzes aktivitātes novērtēšanas rudenī vākto paraugu rezultāti, tāpēc šobrīd analizējam pavasara un vasaras rezultātus. Izvērtējot šos rādītājus, redzams, ka vairumam kultūru tā ir pieaugusi uz vasaru (1. attēls). Tas arī ir loģiski, jo, palielinoties augsnes temperatūrai un mitrumam, palielinās mikrobioloģisko procesu intensitāte – baktērijas intensīvāk darbojas.



1. attēls. Celulāzes aktivitāte 2022. gadā kāpostu, burkānu, sīpolu un biešu stādījumos apsekotajās saimniecībās (saimniecību numerācija sakrīt ar 1. tabulā norādīto), %

Starp kultūrām nav novērotas atšķirības arī celulozes noārdīšanas intensitātē – vairumam paraugu 2 nedēļu periodā filtrpapīrs sadalījies starp 10 un 50 %.

Dehidrogenāzes aktivitāte, kas arī ir ferments, kas raksturo mikroorganismu darbības aktivitāti, tika noteikta trīs periodos – pavasarī, vasarā un rudenī un arī visi dati ir iegūti uz atskaites sagatavošanas brīdi. Tādēļ ir iespējams analizēt kopējās tendences (2. attēls).

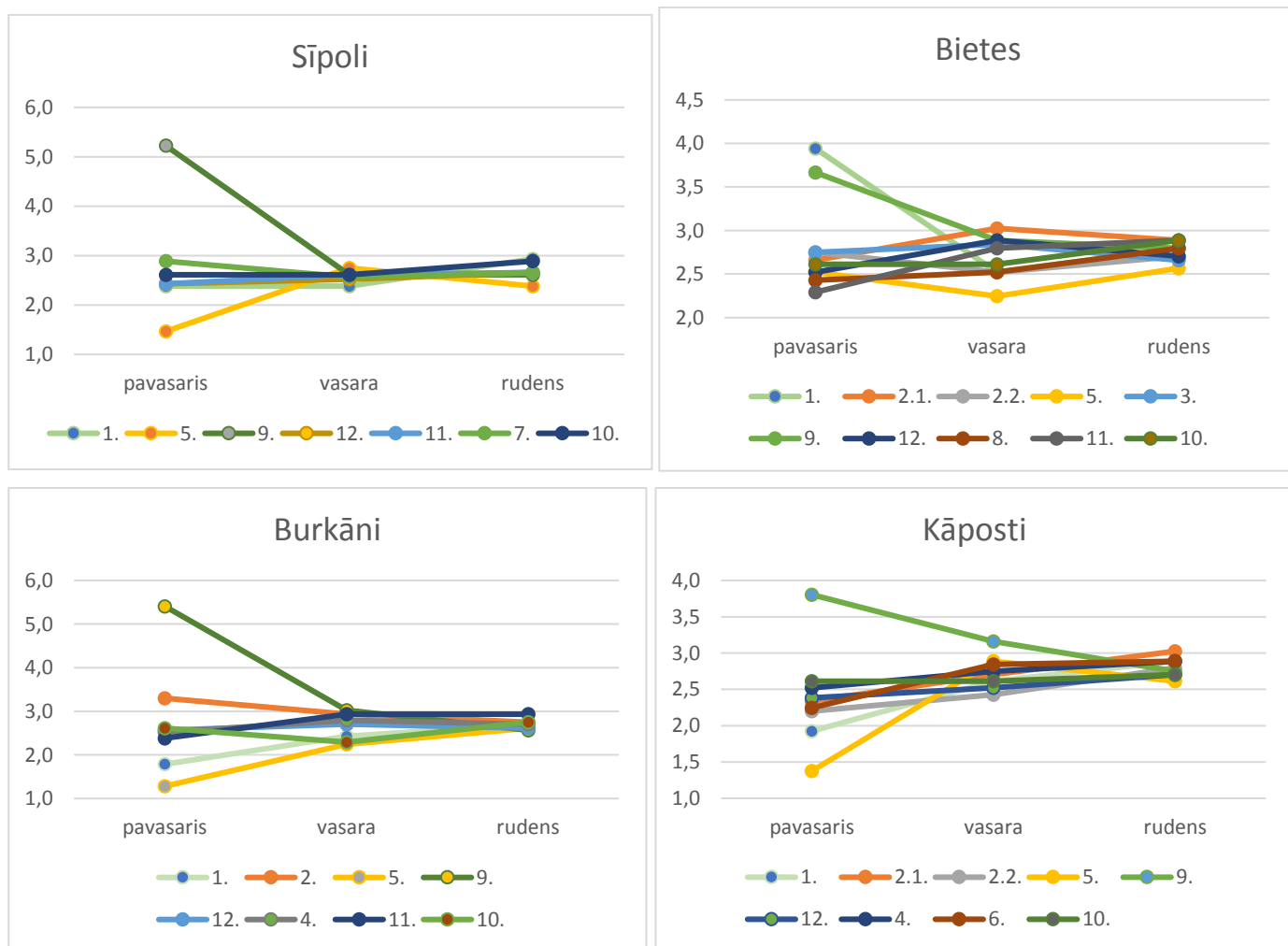


2. attēls. Dehidrogenāzes aktivitāte 2022. gadā kāpostu, burkānu, sīpolu un biešu stādījumos apsekotajās saimniecībās (saimniecību numerācija sakrīt ar 1. tabulā norādīto), $INTF(\mu L * L^{-1} * h)$

Līdzīgi kā celulāzes aktivitātei, arī dehidrogenāzes aktivitātei nebija novērojamas kādas kopības tendences atšķirībām starp saimniecībām un pa kultūrām atkarībā no augsnes nodrošinājuma ar barības vielām, vai saimniekošanas sistēmas. Vairāk dehidrogenāzes aktivitāti ir ietekmējusi augsnes temperatūra – pavasarī vairumā saimniecību tā ir zemāka nekā vasaras un rudens mērījumos. Nedaudz izkļiedētāka tā ir vasaras burkānu augsnes paraugos, bet arī nelielās robežās – no 78 līdz 87 $\mu L * L^{-1} * h$. Trīs kultūrām – sīpoliem, bietēm un kāpostiem Madonas novada

integrētās saimniecības vasaras augsnes paraugi ir bijuši ar augstāku dehidrogenāzes aktivitāti, salīdzinājumā ar citām saimniecībām. Izanalizējot augsnes agroķīmiskā sastāva atšķirības, netika atrastas kādas īpašas atšķirības šai saimniecībai no citām. Vienīgā atšķirība bija tā, ka paraugi tika ņemti ļoti karstā laikā, kad gaisa temperatūra dienā tuvojās +30°C.

Analizējot augsnes elpošanas rādītāju – izdalīto CO₂ ml, no pārējām saimniecībām ļoti atšķiras bioloģiskās ZS “Atvases” līknes – visām kultūrām pavasarī ir bijusi ļoti augsta CO₂ izdalīšanās intensitāte – 3.7 līdz 5.4 ml, kas uz vasaru ir krietni samazinājusies, noslīdot līdz 2.6 -3.2 ml, un līdz rudenim daudz nav mainījusies (3. attēls). Līdzīga situācija bija novērojama arī ZS “Vizbuļi” biešu laukā. Kopīgas pazīmes šiem laukiem ir saskatāmas pēc reakcijas – visiem šiem laukiem ir salīdzinoši augsts pH – starp 6 un 7,7 un fosfora saturs – visos šajos laukos tas ir relatīvi zems - P₂O₅ saturs svārstās no 42 līdz 66 mg kg⁻¹. Turklāt jāatzīmē, ka ZS “Atvases” šajos laukos ir kūdrainas melnzemes augsnes.



3. attēls. Augsnes elpošanas aktivitāte 2022. gadā kāpostu, burkānu, sīpolu un biešu stādījumos apsekotajās saimniecībās (saimniecību numerācija sakrīt ar 1. tabulā norādīto), ml CO₂

Šie novērojumi apstiprina iepriekš ziņoto un citos pētījumos iegūtos datus, ka organiskās augsnes izdala salīdzinoši daudz CO₂. Tagad ir redzams, ka tas notiek tieši pavasarī, pirms aktīvās veģetācijas uzsākšanās. Tātad šajās augsnēs pa ziemu noteikti ir jāaudzē ziemāji, kas pavasarī izmanto CO₂ biomasas veidošanai.

Kopumā aplūkojot visus augsnes bioloģiskās aktivitātes rādītājus, redzams, ka visbiežāk tiem ir sezonāls raksturs, kas atkarīgs arī no mitruma un temperatūras apstākļiem. Tas arī ir minēts citu pētījumu rezultātu aprakstos (Zhang et al., 2017). Īpašas tendences, izņemot iepriekš aprakstītās, nav redzamas arī atkarībā no saimniekošanas veida.

SECINĀJUMI

- Apkopojot nu jau divu 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 2 veģetācijas periodu rezultāti.**
- Aplūkojot barības elementu izmaiņas 2022. gada veģetācijas sezonas laikā, redzams, ka šī dinamika ir atšķirīga katrā saimniecībā. Vairumā gadījumu barības elementu saturs veģetācijas beigās ir zemāks, salīdzinot ar sākumu.
- Analizējot N dinamiku augsnē, redzam, ka veģetācijas perioda laikā mainās N formu (NH₄ un NO₃) daudzums un attiecība augsnē. Vairumā gadījumu uz rudenī tas samazinās, kas ir skaidrojams ar to, ka dārzeni to izmanto biomasas veidošanai. Turklāt izteiktāk tas ir vērojams vēlu novācamiem dāržeņiem. Sīpoliem šī tendence ir novērojama mazāk.
- Veicot mēslojuma un iegūto ražu, kā arī augu elementu satura analīzi, redzams, ka 2022. gadā ne vienmēr iegūtā raža bijusi atkarīga no mēslojuma lietojuma, kā arī no augsnes nodrošinājuma ar barības vielām.
- Pēc agrāk novācamiem dāržeņiem (sīpoliem) ir jāapsver iespēja audzēt zaļmēslojumu. Nākošgad šo risinājumu pielietosim kā DI izmēģinājumos, tā arī ieteiksim saimniecībās veikt ātri augoša zaļmēslojuma sēju pēc sīpolu novākšanas.
- Liela NH₄ un NO₃ attiecība augsnē traucē Ca uzņemšanu augos, jo īpaši īsa veģetācijas perioda augos (sīpolos).

- Kopumā aplūkojot visus augsnes bioloģiskās aktivitātes rādītājus 2022. gadā, redzams, ka visbiežāk tiem ir sezonāls raksturs, kas atkarīgs arī no mitruma un temperatūras apstākļiem. Īpašas tendences, izņemot iepriekš aprakstītās, nav redzamas arī atkarībā no saimniekošanas veida.
- Pilnīgu likumsakarību izpētei nepieciešami vairāku gadu rezultāti.

Izmantotā literatūra

- Conservation tillage for organic cabbage: Yield, weed growth, and management costs. Project Overview. Sustainable Agriculture Grants. 2014. (https://projects.sare.org/sare_project/fne12-736/)
- Czyżyk F., Rajmund A. (2014). Leaching of biogenic elements (NPK) from fertilized soil. Proceedings of ECOpole. Vol. 8, Issue 2., p. 369-375.
- G. DUMIČIĆ, M. VUKOBRATOVIĆ, Ž. VUKOBRATOVIĆ, B. URLIĆ, M. ŽANKO, H. KUDIĆ, 2013. Effect of Fertilization on Cabbage Yield Characteristics. Journal article; Conference paper : Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 2013 No. Special Issue Volume 2, 399-403
- 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).
- Hachiya T., Sakakibara H. (2017). Interactions between nitrate and ammonium in their uptake, allocation, assimilation, and signaling in plants. *Journal of Experimental Botany*. Vol. 68, Issue 10, p. 2501–2512.
- 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.
- Leis L., Lepik A. (2001). Macro – and micronutrients in white cabbage and carrot. *Horticulture and Vegetable growing*. Vol. 20, No. 3, p. 300 – 307.
- Rashmi I., Shirale A., Kartikha K.S., Shinogi K.C., Meena B.P., Kala S. (2017). Leaching of plant nutrient from agricultural lands. In: *Essential Plant Nutrients*. Springer, pp.465-489.
- 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* 485(7397):229-32. 10.1038/nature11069
- 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.
- Zhang C., Zhang X.Y., Zou H.T., Kou L., Yang Y., Wen X.F., Li S.G., Wang H.M., Sun X.M. (2017) Contrasting effects of ammonium and nitrate additions on the biomass of soil

microbial communities and enzyme activities in subtropical China. Biogeosciences, Vol. 14, p. 4815–4827.

Zariņa Līvija, 2018. Slāpekli piesaistošu kultūraugu potenciāls. Saimnieks LV / 2018.gads (Februāris.)

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, 9 (2), 249-256.



Projekta vadītāja L.Lepse

15.11.2022.