Eesti Maaülikool
mahekeskus

Mahepõllumajanduse põhimõtted ja mahetoidu kasutamise eelised

Elen Peetsmann

Eesti Maaülikooli Mahekeskus

Elen.Peetsmann@emu.ee

11. november 2026

Mahetaimekasvatus

Mullaviljakus, ennetav taimekaitse ja elurikkuse hoidmine mahetootmises



Mullaviljakus

Mullaviljakust hoiavad mitmekesine **külvikord**, **liblikõielised, vahekultuurid, sõnnik ja kompost**.

Kunstväetisi ei kasutata.

Kunstväetised keelatud



Taimekaitse

Põhineb **ennetusel**: vastupidavad sordid, kahjurite looduslikud vaenlased, mehaanilised ja termilised võtted.

Sünteetilised pestitsiidid keelatud



Lubatud sisendid

Kasutada võib ainult mahetootmises **lubatud** väetisi ning taimekaitse-vahendeid.

Kontrollitud sisendid



Keskkonnahoid

Orgaaniliste väetiste kasutamine ja mitmekesine külvikord soodustavad mullaelustikku ja parandavad mulla struktuuri.

Pestitsiidijääke mulda ja vette ei satu.

Mulla ja vee kaitse

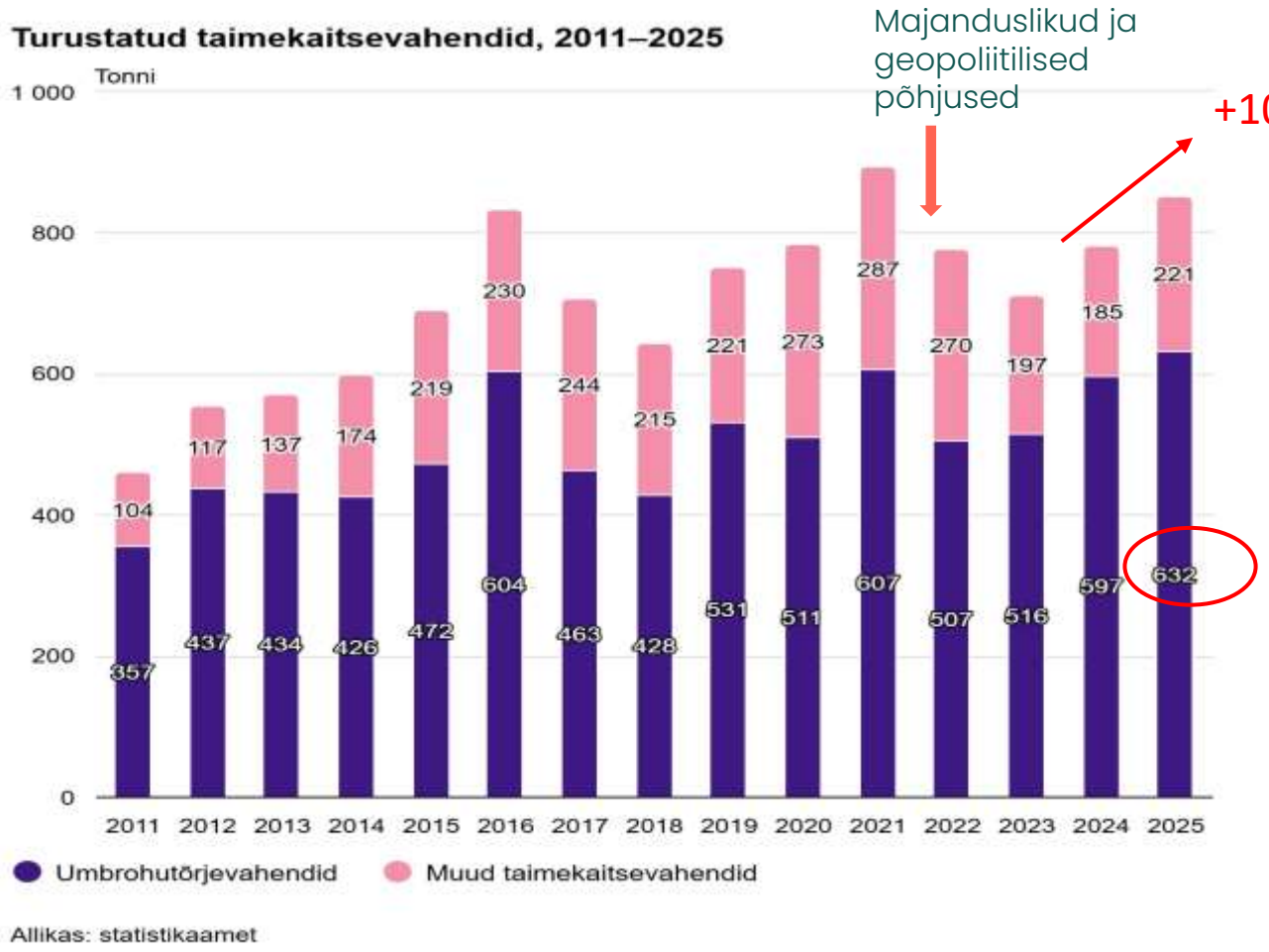


Elurikkus

Mitmekesine külvikord, liigendatud maastik ja liigirikkad põlluservad pakuvad toitu ning elupaiku tolmeldajatele, lindudele jt liikidele.

Elupaikade ja liigirikkuse hoidmine

Taimekaitsevahendite ehk pestitsiidide müük Eestis



Kõige rohkem: glüfosaat (herbitsiid)

40 pudelit Roundupi (800 ml) inimese kohta

- 600 g pestitsiide inimese kohta Eestis

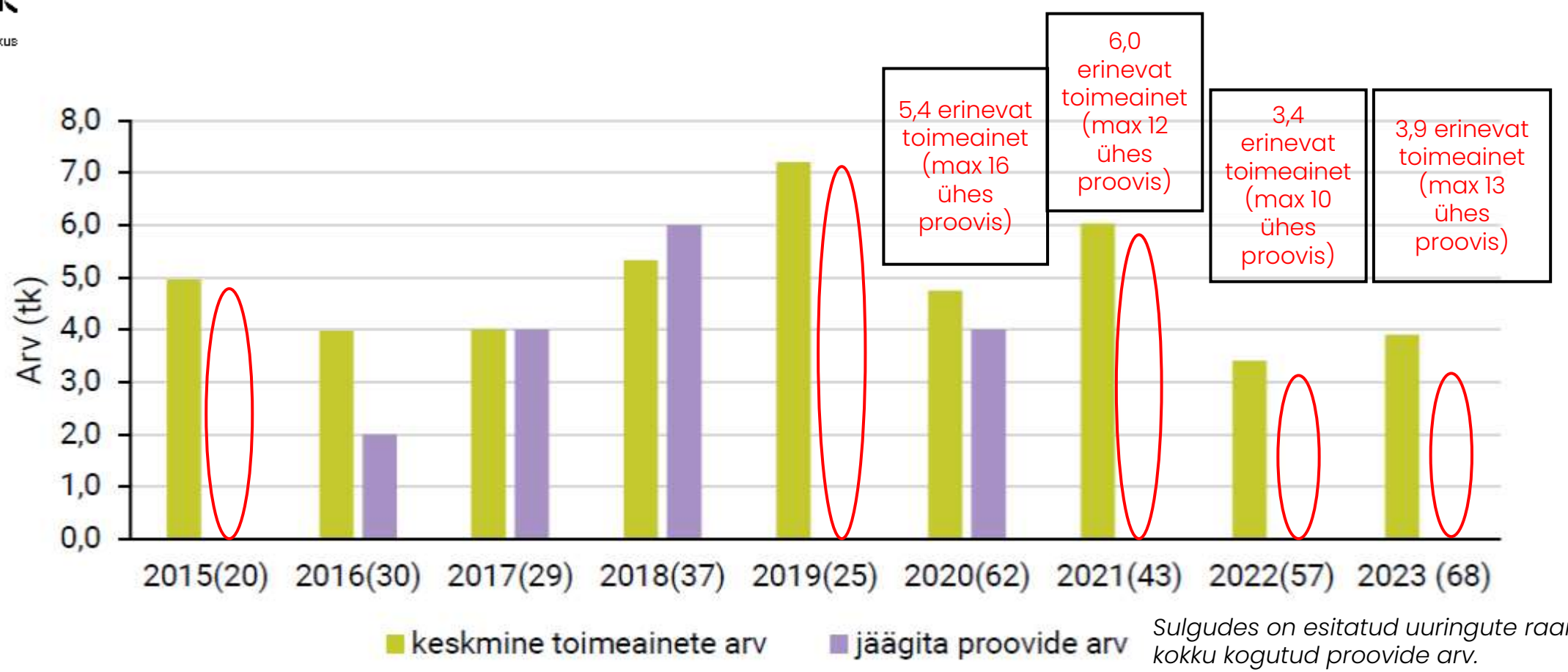
Taimekaitsevahendeid kasutatakse peale **põllumajanduse** ka

- metsanduses, puidutöötluses
- maantee- ja raudteeservade korrashoiul,
- spordi- ja mänguväljakutel ning parkides.
- Samuti võib teatud taimekaitsevahendeid soetada oma aias kasutamiseks.

Allikas: https://stat.ee/et/uudised/taimekaitsevahendite-turustamine-suurenes-teist-aastat-jarjest

Keskmine TKV toimeainete jääkide (2015-2023) ja jälgede (2015-2021) arv mulla proovides ja jäägita proovide arv 2015-2023

NB! Metoodika muutus 2022: ainult TKV jäägid, jälgesid ei arvestatud



Sulgudes on esitatud uuringute raames kokku kogutud proovide arv.

Enamlevinud TKV toimeainete liigiks 2023: köögiviljanduse ja aianduse uurimisaladel fungitsiidid ja teraviljamaadel herbitsiidid.

Allikas: https://metk.agri.ee/mullastik/mullastiku-uuring#taimekaitsevahendite

Mahetoit ja elurikkus

Mahepõllumajandus toetab liigirikkust ja ökosüsteemide toimimist



30%	rohkem liike
50%	rohkem isendeid
20–95%	rohkem taimeliike*
150%	suurem taimede arvukus*
23%	rohkem putukaliike
30%	rohkem tolmeldajaid



** Põldudel ja põlluservades.*

Allikas: IFOAM Organics Europe

Maheloomakasvatus

Loomade heaolu, mahesööda kasutamine ning taime- ja loomakasvatuse tasakaal



Mahesööt

Loomad saavad mahesööta. GMO-sööt on keelatud.

Rohusööjatel on keskne roll **karjatamisel ja värskel rohusöödal**.

GMO-sööt keelatud



Loomade heaolu

Loomadele on tagatud on sobivad pidamistingimused, avar liikumisruum ning vaba pääs õue ja karjamaale.

Liikumisruum & karjamaa



Loomade tervis

Põhirõhk on haiguste ennetamisel ja loomade heaolul. Haigestunud loomale tagatakse vajalik ravi.

Haiguste ennetamine



Keskkonnahoid

Loomakasvatus koos taimekasvatusega toetab toitainete ringlust.

Loomade arv on **tasakaalus** ettevõtte söödatootmise võimalustega.

Tasakaalustatud toitainete ringlus



Elurikkus

Sobiva koormusega karjatamine aitab säilitada rohumaade liigirikkust ja avatud maastikku.

Rohumaade liigirikkus

Mahetoit=ökotoit

Kohalik toit, talutoit ≠ mahetoit



Euroopa Liidu mahelogo



Eesti riiklik ökomärk

Mahetoodete töötlemine:

- Ilma sünteetiliste värvainete ja maitsetugevdajateta.
- Looduslikud lõhna- ja maitseained.
- Lubatud vaid loetelus olevad lisaained.

(EL 2018/848; EL 2021/1165)

- Ühised nõuded kogu Euroopa Liidus.
- **Kontrollitud tootmine ja tarneahel**, kõik osapooled on kantud **mahepõllumajanduse registrisse.**
- **Järelevalvet** mahetoidu tootmise, -töötlemise, toitlustamise ja turustamise osas teostab oma pädevuse piires **Põllumajandus- ja Toiduamet**.
- **Kontrollkood EE-ÖKO-03 (Eesti).**

Mahetoidu kvaliteet





Taimsed mahesaadused: antioksüdandid ja väiksem pestitsiidijääkide sisaldus

343 teadustöö metaanalüüsis leiti mahetoodangus võrreldes tavatoodanguga:

- **Kuni 60% rohkem mitmeid antioksüdante**, sh polüfenoole.
- Mahetoodete eelistamisel saadav antioksüdantide lisakogus võib olla võrreldav 1–2 täiendava puu- ja köögiviljaportsjoni söömisega päevas.
- Keskmiselt 48% vähem kaadmiumi.
- **Vähem pestitsiidijääke.**
- **Sageli vähem nitraate ja nitritit.**

Allikas: Barański jt.

Mahepuuviljad ja -marjad: näiteid uuringutest

- **Õun:** 66% rohkem flavonoole ja 31% rohkem fenoolhappeid.
- **Maasikas:** rohkem C-vitamiini ja β-karoteeni ning vähem nitraate.
- **Sidrun:** kolme peamise aroomiühendi sisaldus 20–38% kõrgem.
- **Apelsin:** 10,7% rohkem C-vitamiini ja 21,4% rohkem eeterlikke õlisid.
- **Spinat**: rohkem C-vitamiini ja oluliselt vähem nitraate.





Allikas: The Organic Center, „Discover Benefits of Organic Produce", 2024.

Mahepiim ja maheliha: kvaliteeti mõjutavad karjatamine ja sööt

MAHEPIIM

- Üle 50% rohkem **pika ahelaga oomega-3-rasvhappeid** ja 40% rohkem **konjugeeritud linoolhapet** (CLA).
- Parem **oomega-6- ja oomega-3-rasvhapete suhe.**
- Mõnevõrra rohkem **E-vitamiini ja rauda.**

MAHELIHA

- Keskmiselt ligikaudu **50% rohkem oomega-3-rasvhappeid.**

Hispaania maheveiseliha uuringus võrreldes tavaveiselihaga:

- **17% vähem kolesterooli ja 32% vähem rasva.**
- 24% rohkem **E-vitamiini** ja 53% rohkem **β-karoteeni.**



Allikad: Średnicka-Tober jt 2016 (piim ja liha), Ribas-Agustí jt 2019 (veiseliha).

Mahemunad: rasvhapped, vitamiinid ning antioksüdandid

- Muna koostis sõltub suurel määral **kana söödast ja pidamisviisist**.
- **Rohkem oomega-3-rasvhappeid**, sh ALA-d ja DHA-d, ning parem oomega-6- ja oomega-3-rasvhapete suhe.
- **Kõrgem A-, D- ja E-vitamiini sisaldus.**
- **Rohkem antioksüdantseid karotenoide**, sh luteiini ja zeaksantiini, mida soodustab kanade juurdepääs värskele rohusöödale.
- **Parem munavalge struktuurne kvaliteet** ning ühes uuringus suurem loodusliku kaitseensüümi lüsotsüümi aktiivsus.



Allikad: Chatzidimitriou jt, 2024; Drabik jt, 2026; Banaszewska jt, 2020.

Pestitsiidide seire toidus

Pestitsiidide ehk taimekaitsevahendite jääkide seire Eestis

Seire korraldus

- **Põllumajandus- ja Toiduamet:** proovid põllult, tootja laost, poest, turult ja hulgilaost.
- **Tootegrupid:** uuritakse vaid valitud tootegruppe, ELi kontrolliprogramm ja riskipõhine valik.
- **Tulemused:** kaup võib olla juba müüdud. 2025. aasta koond avaldati augustis 2026.

Piirnormid

- **MRL *(Maximum residude level)*:** Euroopa Komisjoni kehtestatud piirnorm, mg/kg toidu kohta.
- **Erinevate ainete sisaldusi ei liideta,** kõiki jääke vaadatakse üksikuna oma piirnormi osas.

TULEMUSED 2025

Tootmisviis / päritolu	Proove	Jääke ei leitud (proovid arv, osakaal)	Leitud jäägid (proovid arv, osakaal)
Mahetoit	70	70 (100%)	0
Tavatoit kokku	327	162 (49,5%)	165 (50,5%)
Eesti tavatoit	179	119 (66,5%)	60 (33,5%)
Teiste ELi riikide tavatoit	121	29 (24,0%)	92 (76,0%)
ELi-väline tavatoit	27	14 (51,9%)	13 (48,1%)

Nõuetele mittevastavaid: 4 proovi (1,01%),
kõik tavatoidust (spinat, maasikas, 2 viinamarja veini).

Allikas: Taimekaitsevahendite jääkide järelevalvetulemused 2026,
https://pta.agri.ee/saasteained#taimekaitsevahendite

Pestitsiidide jäägid Tartu koolitoidus: ÕUN

Kutman, A.; Parm, U.; Tamm, A.-L.; Andreson, H. 2025. Pesticide Residues in Organic and Conventional Apples and Potatoes Served in Tartu (Estonia) School Meals https://doi.org/10.3390/su172210269

MIDA ANALÜÜSITI?

- Mahe ja tava õun Tartu koolides.
- Proove võeti 18 koolisööklast (mis teenindavad 19 munitsipaalkooli).
- Proovivõtt: mahetooted okt 2024, tavatooted nov 2024.

PROOVIDE PÄRITOLU JA ETTEVALMISTUS

- Maheõunad: Eesti
- Tavaõunad: Euroopa Liit
- Õunad kaaluti ja toimetati laborisse tervete puuviljadena kilekottides.

TULEMUSED



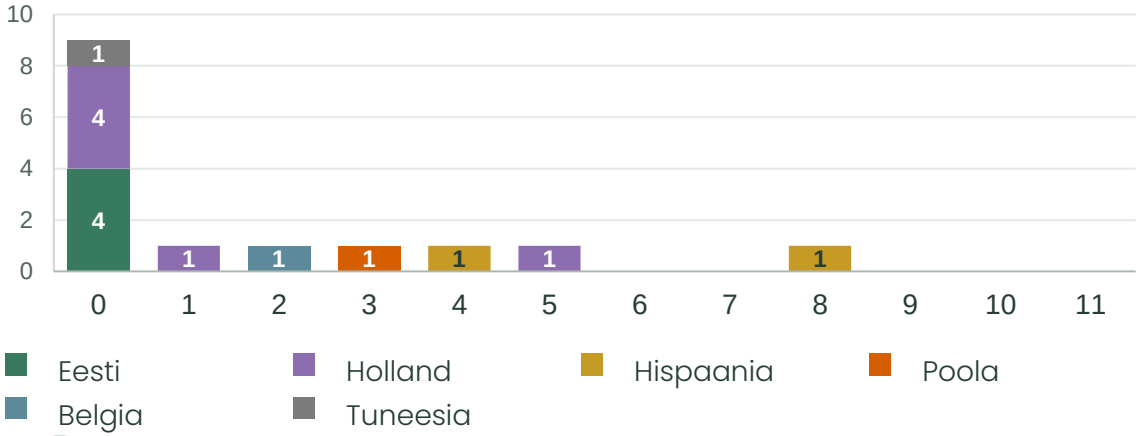
- **Maheõunad: 100% PUHTAD**
- **Tavaõunad: 94,4% JÄÄKIDEGA**
  - Jääke leiti 17 proovist 18-st (keskmiselt 3,06 jääki ühes proovis, max 7 jääki ühes proovis).
  - Sagedaim aine: Kaptaan (F; 15 proovi, 83%)
  - Teised leitud ained: klorantraniliprool (I; 10), atsetamipriid (I; 6), flonikamiid (I; 6), tsüprodiniil (F; 4), fludioksoniil (F; 4).
  - Keelatud ained: 3 proovist leiti EL-is keelatud aineid (karbendasiim (F), spirodiklofeen (I)). Kõik leiud jäid alla EL-i piirnorme (MRL).

Pestitsiidijäägid nelja kultuuri proovides

Allikas: Taimekaitsevahendite jääkide järelevalvetulemused 2025-2026, https://pta.agri.ee/saasteained#taimekaitsevahendite

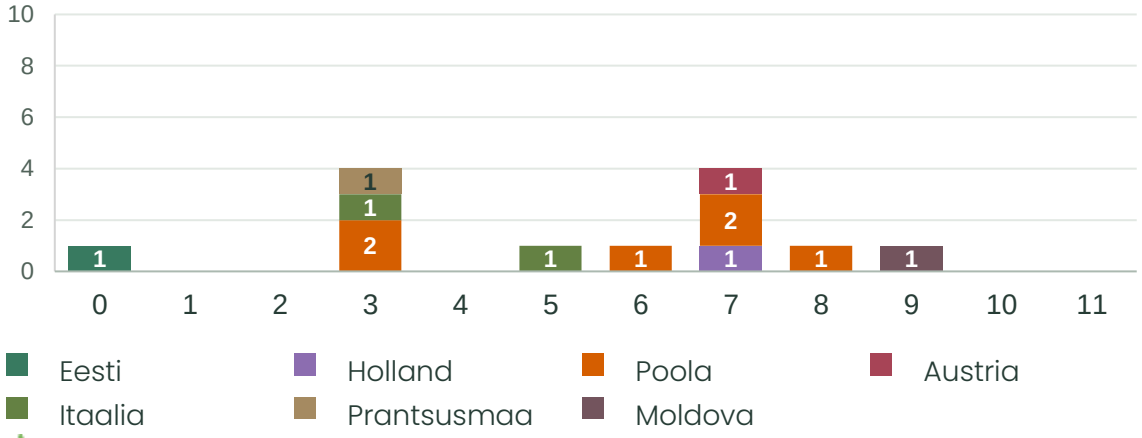
Tomat · 2025

15 proovi · 6 jääkidega (40%) · 9 jääkideta



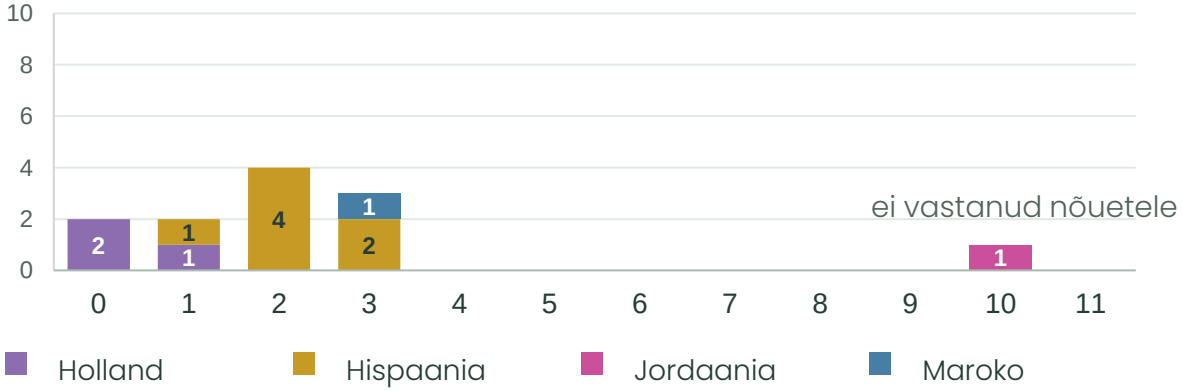
Õun · 2025

13 proovi · 12 jääkidega (92%) · 1 jääkideta



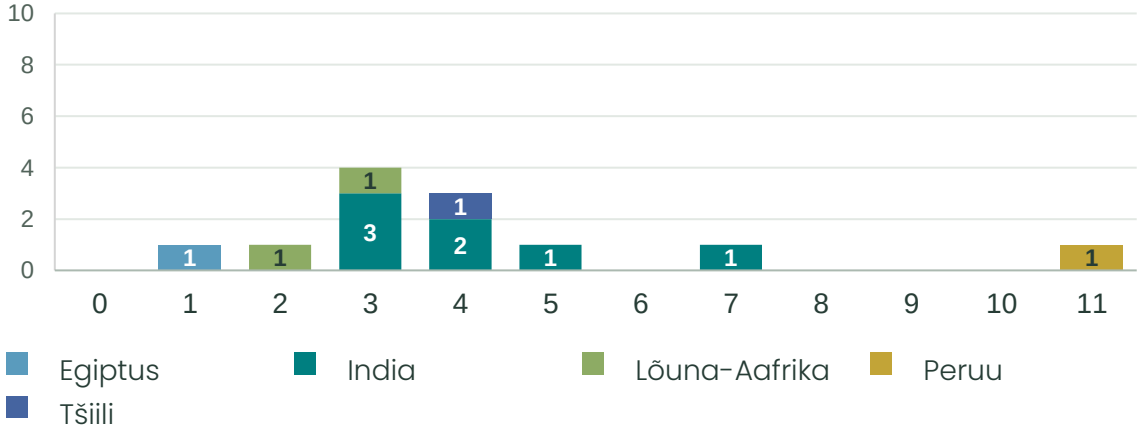
Paprika · 2024

12 proovi · 10 jääkidega (83%) · 2 jääkideta



Viinamari · 2024

12 proovi · 12 jääkidega (100%)

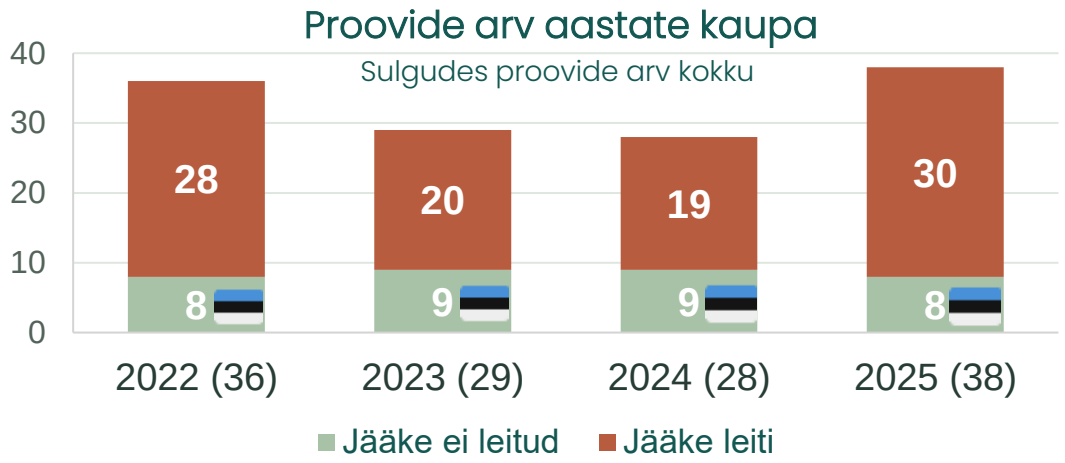


X-telg: erinevate toimeainete jääkide arv ühes proovis · Y-telg: proovide arv

Pestitsiidijäägid maasikates 2022–2025

Allikas: Taimekaitsevahendite jääkide järelevalvetulemused 2023-2026, https://pta.agri.ee/saasteained#taimekaitsevahendite

Jääkidega oli 68–79% uuritud proovidest



Jääkidega proovid	2022	2023	2024	2025
Osakaal	78%	69%	68%	79%

Mitu erinevat jääki ühes proovis?

Aasta	0	1 jääk	2 jääki	3 jääki	4 jääki	5 jääki	6 jääki	7 jääki	8 jääki	9 jääki	15 jääki	Proove kokku
2022	8	**7**	**8**	**5**	3	1	2		1	1		**36**
2023	9	2	**6**	**6**	4		1	1				**29**
2024	9		**6**	2	3	1	4	2	1			**28**
2025	8	4	4	3	4	**6**	5	2	1		1	**38**

Tumedam toon = rohkem proove. 10–14 erineva jäägiga proove ei olnud.

*2025. a Poola proov ei vastanud nõuetele. „Jääke ei leitud" tähendab, et jääke ei tuvastatud analüüsimeetodi määramisvõime piires.

Mitu erinevat pestitsiidijääki on ühes proovis?

Numbrid näitavad suurimat leitud erinevate toimeainete jääkide arvu ühes proovis.
Allikas: Taimekaitsevahendite jääkide järelevalvetulemused, https://pta.agri.ee/saasteained#taimekaitsevahendite

Toode	Eesti (jäägi arv proovis ja aasta)	Euroopa Liit (jäägi arv proovis ja aasta)	Muu maailm (jäägi arv proovis ja aasta)	Päritolu täpsustamata
Maasikas	9 (2021) 8 (2024, 2025) 7 (2024), 6 (2022)	15 – Poola (2025), 9 – Hispaania (2022) 8 – Kreeka (2022) 7 – Kreeka (2024), Holland (2023) 6 – Kreeka (2022)		10 (2021, 2 proovi) 9 (2021, 1 proov)
Greip			14 – Türgi (2022) 12 – Türgi (2021) 12 – Türgi (2022)	11, 10, 9 (2021)
Viinamarjavein				
Õun		8 – Poola (2025) 7 – Poola, Itaalia (2022)	9 – Moldova (2025)	11 (2021)
Viinamari			11 – Peruu (2024), 7 – India (2024)	9 (2021)
Sidrun				10 (2021, 2 proovi)
Apelsin		10 – Hispaania (2023)	8 ja 7 – Lõuna-Aafrika Vabariik (2024)	
Paprika			10 – Jordaania (2024)*	9 (2021)
Tomat		8 – Hispaania (2025), 6 – Hispaania (2022)		
Spinat		8 – Itaalia (2022), 5 – Itaalia, Hispaania (2025)		
Vaarikas	7 (2023)			
Sibul		7 – Poola (2023)		
Pirn		6 – Holland, Belgia (2023)		

*Jordaania paprikaproov ei vastanud nõuetele.

Kokteiliefekt

Numbrid näitavad maksimaalset leitud erinevate toimeainete jääki ühes proovis. Kõik need jäägid võivad olla lubatud piirnormides, **erinevate toimeainete koosmõju ei hinnata!**

Laste kokkupuude

Lapsed söövad kehakaalu kohta rohkem. **Sama portsjoni korral saab 20 kg laps kehakaalu kilogrammi kohta 3 korda suurema annuse kui 60 kg täiskasvanu.**
Imiku- ja väikelapsetoidule kehtivad erinõuded.

Mahetoit ja tervis

Mahetoit ja laste tervisenäitajad

ORGANIKO: 149 Küprose koolilast (10–12 a), 40 päeva tava ja 40 päeva mahetoitu

	Pestitsiidid ja oksüdatiivne stress Makris jt 2019	Põletikunäitaja CRP Abimbola jt 2024
Uurimisküsimus	Kas mahetoit vähendab pestitsiidikoormust ja rakkude oksüdatiivset stressi?	Kas mahetoit vähendab põletikunäitajaid ja kas need seostuvad pestitsiididega?
Uriinist mõõdeti	Pestitsiidide (püretroidide, neonikotinoidide) jääke ning rakkude oksüdatiivse stressi (DNA ja lipiidide kahjustuse) markereid.	CRP-d (põletikumarker) ja selle seoseid pestitsiidide näitajatega
Põhitulemused	Püretroidide näitaja vähenes umbes **70%**. DNA kahjustuse marker 8-OHdG vähenes.	CRP vähenes maheperioodil järk-järgult. Kõrgem püretroidide näitaja seostus kõrgema CRP-ga.
Tähendus	Väiksem pestitsiidikoormus ja vähem oksüdatiivse stressi tunnuseid	Võimalik põletikukoormuse vähenemine mahetoidu tarbimisel

- Mahetoidule üleminekul **väheneb laste pestitsiidikoormus** juba mõne nädalaga.
- Maheperioodil **vähenesid põletiku ja oksüdatiivse stressi näitajad**, mis võivad olla seotud pikemaajaliste terviseriskidega.
- **Mahetoidu eelistamine aitab vähendada laste igapäevast kokkupuudet pestitsiididega**.

Mahetoit: pestitsiidikoormus ja vähirisk

Eriti oluline on vähendada areneva ja kasvava organismi kokkupuudet pestitsiididega

kuni 89–91%

väiksemad uriini pestitsiidinäitajad
1–2 nädalaga mahedieedil
Oates et al 2014; Rempelos et al 2022

6 päeva mahedieeti: USA peredel vähenes 13 pestitsiidi või metaboliidi sisaldus uriinis.
Hyland et al 2019

+41%

mitte-Hodgkini lümfoomi suhteline risk

Suurim tööalane glüfosaadiga kokkupuude.
Zhang et al 2019

↓ 25%

väiksem üldine vähirisk
sagedamal mahetoidu tarbimisel (68 946 osalejat)
Baudry et al 2018

↓ 10%

menopausijärgse rinnavähi risk (31 179 osalejat)

Mudelis 100 g tavapuu- ja köögivilju päevas asendatud mahetoodetega.
Berlivet et al 2026

Väiksema pestitsiidikoormuse tähtsus

Sünnieelne pestitsiididega kokkupuude seostus kehvema motoorse arengu ja madalama IQ-ga.
Silver et al 2017; Coker et al 2017

Mahetoit: kehakaal ja ainevahetuse tervis

↓ 23%
ülekaalulisuse risk

↓ 31%
rasvumise risk

↓ 35%
II tüüpi diabeedi risk

Seosed sagedama mahetoidu tarbimisega (Kesse-Guyot et al 2017, 2020).

Aeglasem KMI tõus. Soodsaid seoseid toetavad ka Gosling et al (2021) ja Sun et al (2018).

Südame tervis

Vähem kõrgvererõhktõbe ja südame-veresoonkonnahaigusi.
Baudry et al 2015; Andersen et al 2025

Paremad verenäitajad

Madalam CRP ja tsüstatiin C. Kõrgem karotenoidide ja magneesiumi tase.
Ludwig-Borycz et al 2021; Baudry et al 2019

Laste kognitiivne areng

Mahetoidu tarbimine seostus parema mälu ja probleemi lahendamise oskusega.
6–11-aastased lapsed (1298 last) (ISGlobal, 2021).

70% küsitletutest kirjeldas paremat tervist ja energiataset
Van de Vijver & Van Vliet, 2012

Seoseid võib osaliselt selgitada mahetoidu tarbijata üldisem tervislikum eluviis
(Poulia et al 2025; Baudry et al 2015, 2018).


Maheviljelus soodustab liigirikkust
Vali mahetoit!
Hea sinule, hea loodusele


Ei mingeid sünteetilisi pestitsiide
Vali mahetoit!
Hea sinule, hea loodusele


Mahepiimas on kuni 50% rohkem
oomega-3 rasvhappeid
Vali mahetoit!


Miks eelistada mahetoitu?
Nii vähendad kokkupuudet pestitsiididega
Vali mahetoit!


Miks eelistada mahetoitu?
Nii teed head planeedile ja hoiad elurikkust
Vali mahetoit!


Maheaedviljades on kuni 60% rohkem
antioksüdante kui tavaaedviljades
Vali mahetoit!