

Rezultātu izvērtējums – pētījums “Pesticīdi tavas mājas putekļos”

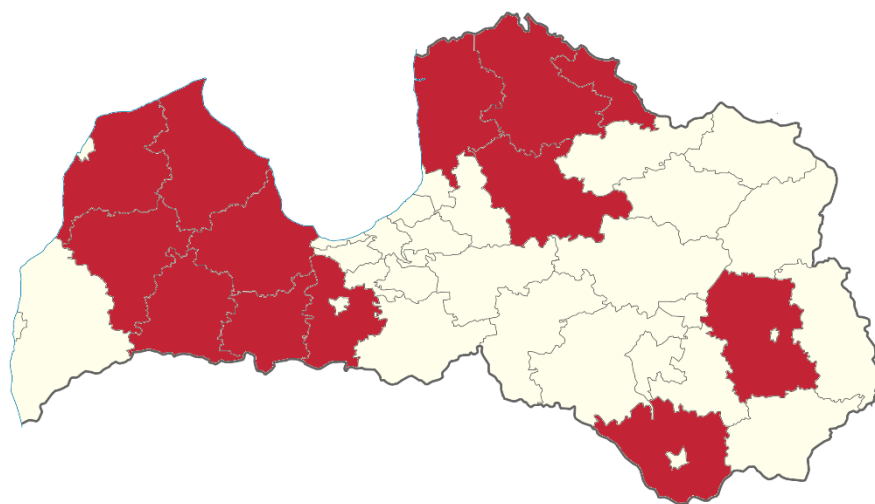
Eiropas Savienībā intensīvā lauksaimniecība ir dominējošais lauksaimniecības modelis. Eiropā ik gadu tiek izmantoti apmēram 400 000 tonnu pesticīdi kā līdzekli lauksaimniecības kultūru aizsardzībai no plēsējiem (galvenokārt kukaiņiem un zirnekļveidīgajiem), slimībām (sēnītēm un baktērijām), vai no citiem augiem (nezālēm). Ir dažādas metodes šo aktīvo vielu lietošanai. Izsmidzināšana ir visizplatītākais pielietošanas veids, kas var sekmēt to izplatību blakus teritorijās, tostarp savvaļas teritorijās un privātīpašumos.

Pētījums “Pesticīdi tavas mājas putekļos veikts AIF finansētā projekta “Lauku iedzīvotāju tiesību dzīvot kvalitatīvā vidē aizstāvība Latvijas KLP apstiprināšanas posmā” ietvaros, kur tika pētīta augu aizsardzības līdzekļu darbīgo vielu koncentrācija putekļos, kuri ievākti mājāsaimniecībās, kuras atrodas netālu no kultūraugu plantācijām – graudaugu, zirņu, pupiņu, kartupeļu, kukurūzas vai augļu dārzu, kurās potenciāli var tikt izmantoti dažādi augu aizsardzības līdzekļi (AAL) – gan herbicīdi, gan fungicīdi, gan insekticīdi. Katrai AAL grupai ir savs kaitējuma novēršanas mērķis – herbicīdi -nezāles, fungicīdi - sēnītes vai insekticīdi - kaitēkļi.

Cilvēki ir pakļauti pesticīdu iedarbībai trīs veidos – uzņemot tos ar pārtiku, ielpojot vai saskarē ar ādu, kur produkti vai materiāls satur šīs vielas. Iekštelpu vidē cilvēks pavada aptuveni 90% no sava laika, tāpēc īpaši svarīga ir pesticīdu un citu piesārņotāju saturs telpās. Pesticīdi iekštelpās var nokļūt četros veidos¹:

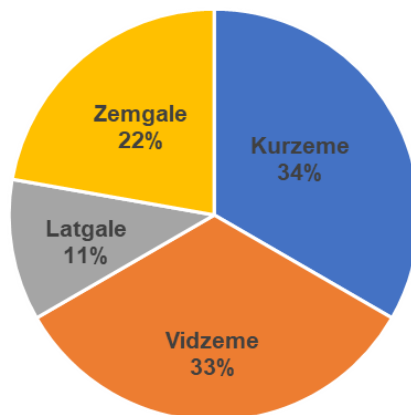
1. Ar AAL tiek apsmidzināta lauksaimniecības teritorija, atkarībā no metroloģiskajiem apstākļiem un izmantotā aprīkojuma veida – līdz 30 % pesticīdu nenasniedz savu mērķim tāpēc paliek gaisā vai nosēžas apkārtējā vidē, šo parādību sauc par izsmidzināšanas novirzi (*spray drift*). Pat vairākas nedēļas pēc lauksaimniecības teritoriju apstrādes pesticīdi var nokļūt gaisā iztvaikošanas rezultātā vai vēja rezultātā, kad tie kopā ar augsnes daļiņām paceļas gaisā. Attīstoties tehnoloģijām un aprīkojumam izsmidzināšanas novirze samazinās.
2. Lauksaimnieki telpās pesticīdus var ienest ar apaviem un apģērbu, turklāt arī tehnika, kas pārvietojas pa koplietošanas ceļiem, var radīt pesticīdu dispersiju vidē.
3. Pesticīdi var tieši tikt lietoti iekštelpās – pret kaitēkļiem, mušām utt.
4. Pesticīdi var iztvaikot no iekštelpās esošiem produktiem, piemēram, koka mēbelēm, tekstilizstrādājumiem.

Kopumā projekta ietvaros tika ievākti 18 paraugi dažādos Latvijas novados – Talsu, Valmieras, Jelgavas, Limbažu, Kuldīgas, Dobeles, Cēsu, Rēzeknes, Saldus, Ventspils, Augšdaugavas, Tukuma un Valkas (skat. 1.att.). Paraugi tika ievākti attālumā no 7.5 m līdz 2000 m no kultūraugu plantācijām, kur no dzīvojamās teritorijas tos neatdala nekas vai atdala dzīvžogs, koki vai mākslīgs žogs.



1.att. Ievāktu putekļu paraugu sadalījums pa Latvijas novadiem (n=18)

Analizējot ievāktu paraugu statistiku pa reģioniem tika secināts, ka Vidzemē un Kurzemē ievāktais paraugu skaits ir lielāks kā Zemgalē vai Latgalē, dodot plašāku reģiona teritoriālo aptveri (skat. 2.att.).



2.att. Ievāktie putekļu paraugi pa Latvijas reģioniem (n=18)

Ievāktajos paraugos tika analizēta 28 savienojumu klātbūtne. Ņemot vērā, ka paraugi ievākti dažādās vietās un cilvēku dalība projektā bija anonīma, kā arī nav informācijas par meteoroloģiskajiem apstākļiem un to, vai paraugs ir ievākts, kad lauks tikko ticis apsmidzināts vai dažas dienas, nedēļas pēc apstrādes, rezultātiem ir informatīvs raksturs. 1.tabulā apkopotie dati pierāda, ka AAL darbīgās vielas ir mobilas, tās ir spējīgas pārvietoties vairāku desmitu un pat simtu metru attālumā no izmantošanas vietas. Izplatīšanās areāls var mainīties atkarībā no izmantotās tehnikas, meteoroloģiskajiem apstākļiem, darbīgās vielas fizikālķīmiskajām īpašībām, izmantotā augu aizsardzības līdzekļa koncentrācijas un esošajiem objektiem, šķēršļiem ap lauksaimniecības lauku un māsjaimecību. (skat. 1. tabulu).

1.tabula

**Kopējā pesticīdu koncentrācija un parauga ievākšanas attālums
no apstrādātā lauka**

| Parauga Nr. | Kopējā koncentrācija, ng/g | Attālums no lauka, m | Attālitājs |
|-------------|----------------------------|----------------------|------------|
| 5 | 246 | 7.5 | Žogs |
| 2 | 25.5 | 10 | Nav |
| 1 | 14.1 | 14 | Dzīvžogs |
| 9 | 0.0 | 15 | Dzīvžogs |
| 4 | 145 | 20 | Koki |
| 8 | 491 | 20 | Nav |
| 10 | 496 | 20 | Nav |
| 6 | 189 | 23 | Nav |
| 18 | 69.3 | 25 | Koki |
| 15 | 109 | 28 | Nav |
| 14 | 33.9 | 30 | Nav |
| 11 | 21.2 | 39 | Žogs |
| 3 | 7.1 | 50 | Dzīvžogs |
| 7 | 0.0 | 50 | Dzīvžogs |
| 13 | 2536 | 50 | Dzīvžogs |
| 17 | 466 | 50 | Nav |
| 16 | 84.9 | 100 | Nav |
| 12 | 99.9 | 2000 | Mežs |

2.tabula

Detektētie un kvantificētie savienojumi atkarībā no attāluma

| Attālums, m | Detektētie savien. | Kvantificētie savien. |
|-------------|--------------------|-----------------------|
| 7.5 | 2 | 2 |
| 10 | 1 | 1 |
| 14 | 2 | 0 |
| 15 | 0 | 0 |
| 20 | 4 | 2 |
| 20 | 1 | 1 |
| 20 | 2 | 6 |
| 23 | 5 | 3 |
| 25 | 4 | 1 |
| 28 | 0 | 1 |
| 30 | 2 | 1 |
| 39 | 3 | 0 |
| 50 | 1 | 0 |
| 50 | 0 | 0 |
| 50 | 1 | 1 |
| 50 | 3 | 1 |
| 100 | 3 | 0 |
| 2000 | 2 | 1 |

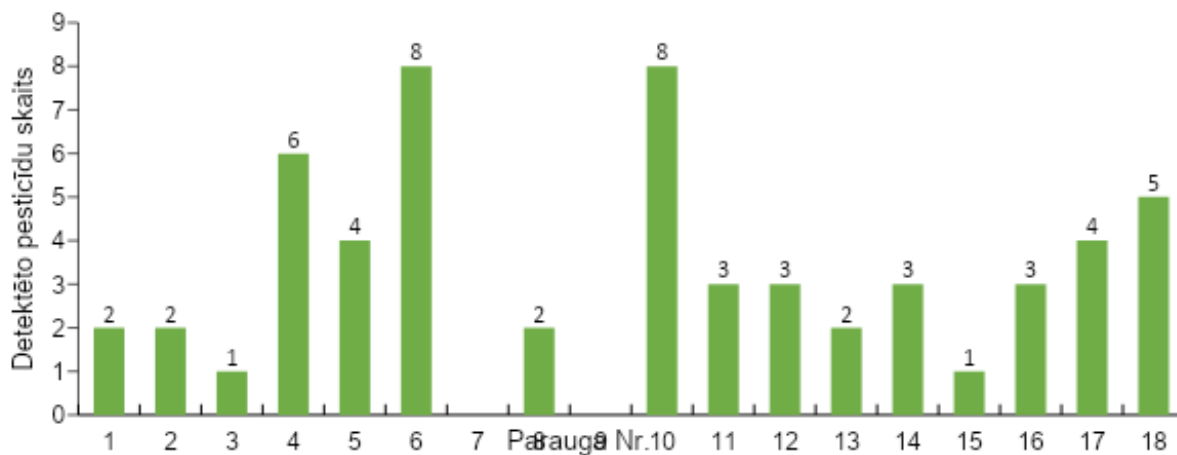
2.tabulā iezīmējas tendence, ka pēc 30 m attāluma kvantificēto savienojumu skaits pret detektētajiem kļūst gandrīz nulle, tas norāda, ka ne visi savienojumi ir pietiekami mobili, lai lielākos attālumos tiktu aiznestas augstas koncentrācijas. Tas arī norāda, ka noteiktā vērtība paliek starp laboratorijas LOD un LOQ vērtību, kas uzrāda pesticīda klātbūtni, bet ne skaitlisku vērtību pie kvantificēšanas

Savienojumu detektēšana laboratorijas izpratnē nozīme, ka tiek sasniegts tā saucamā detektēšanas robeža (LOD), bet kvantificēšana, ka tiek sasniegta kvantificēšanas robeža (LOQ), kur var tikt uzrādīta katra savienojuma atsevišķa koncentrācijas skaitliska vērtība. Visi savienojumi, kas pārsnieguši LOD robežu tiek ieskaitīti laboratorijas uzrādītajā summārajā koncentrācijā.

Lai izdarītu secinājumus par katra savienojuma izplatīšanās areālu, nepieciešams veikt modelēšanu, izmantojot arī meteoroloģiskos datus, kā arī, lai pārbaudītu to izplatības areālu no izsmidzināšanas vietas, nepieciešams no viena lauka ievākt paraugus dažādos attālumos. Viens ir skaidrs – neatkarīgi no mums, cilvēkiem, ķīmiskās vielas pārvietojas un nonāk mūsu dzīvojamajās telpās, kā rezultātā ilgtermiņā cilvēks var tikt pakļauts hroniskai ķīmisko vielu iedarbībai mazās koncentrācijās, tāpēc ir nepieciešams samazināt sintētisko un cilvēku veselībai bīstamo pesticīdu izmantošanu, jo kā pierāda ievāktie dati, to klātbūtne dzīvojamajās telpās ir konstatēta.

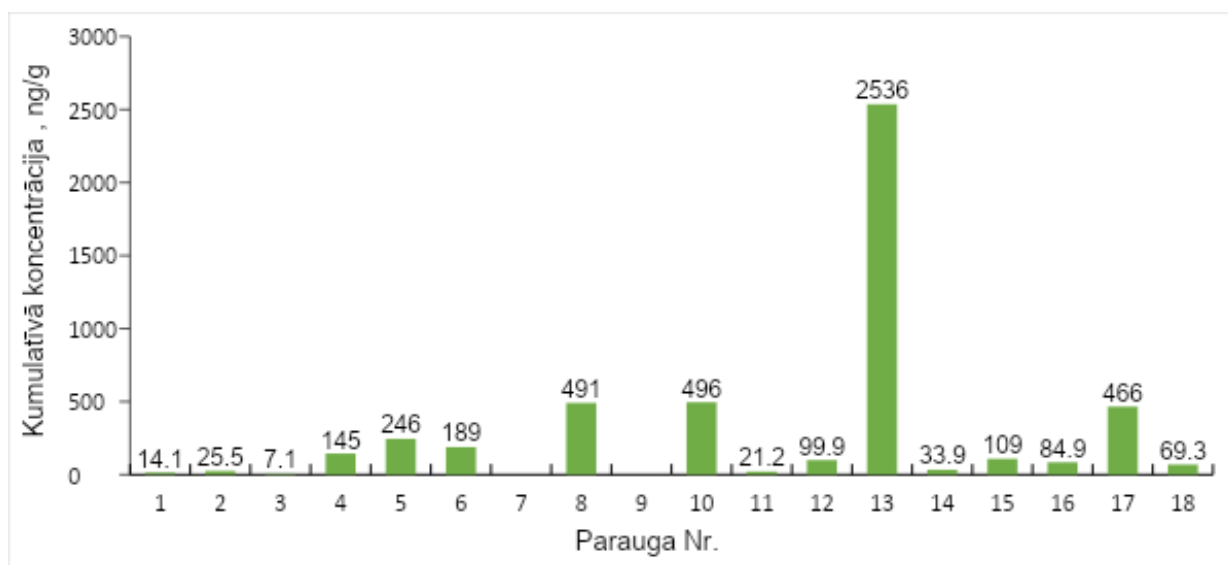
Pēdējos 50-60 gadu laikā ir palielinājusies vēža sastopamība, ko izraisa iedzīvotāju novecošanās un dažu vēža izraisītāju iedarbība.⁸ Papildus šo AAL savienojumu toksiskumam, pesticīdu iedarbības radītais risks veselībai ir saistīts arī ar iedarbības līmeni un ilgumu. Turklāt daži indivīdi, piemēram, bērni vai vecāka gadagājuma cilvēki, ir neaizsargātāki pret pesticīdu netiešu iedarbību. Pesticīdu iedarbība ir atkarīga no fizikālķīmiskajām īpašībām – spēja absorbēties caur ādu, mitruma, temperatūras. Vislielākais letālais risks pastāv, ja pesticīdi cilvēka organismā tiek uzņemti orāli.^{9,10}

Vidēji 18 paraugos tika konstatēti 3 pesticīdi. Visvairāk pesticīdu – 8, tika detektēti 2 paraugos, vismazāk – 0, arī divos no ievāktajiem paraugiem (skat. 3.att.)



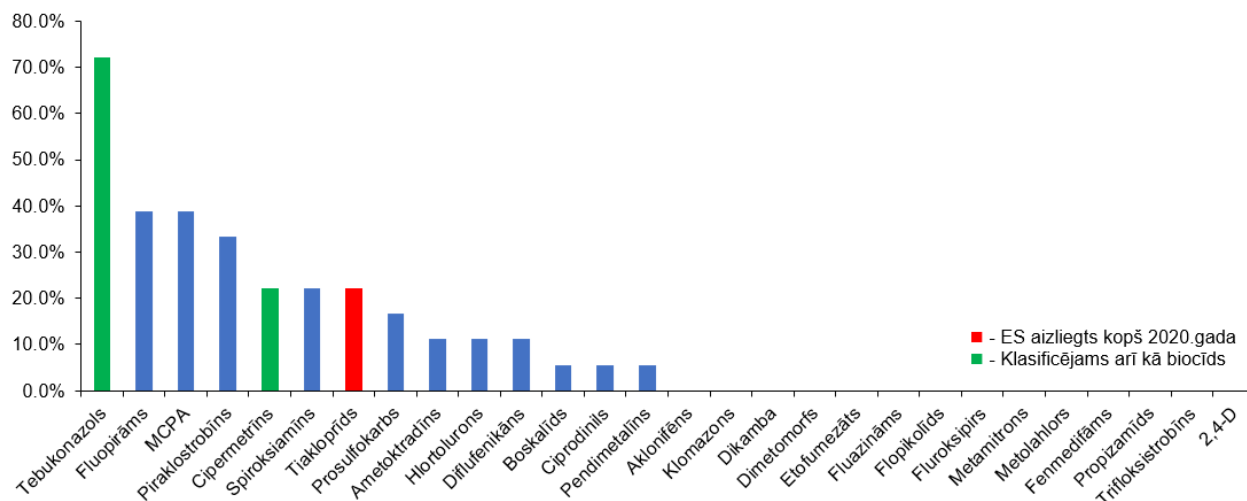
3.att. Detektēto pesticīdu skaits ievāktajos paraugos

Katrā no analizētajiem paraugiem tika noteikta kumulatīvā pesticīdu koncentrācija, visaugstākā summārā koncentrācija novērojama paraugā Nr. 13, sasniedzot 2536 ng/g jeb 2.536 mg/kg. (skat. 4.att.)



4.att. Kumulatīvā pesticīdu koncentrācija katrā no paraugiem ng/g

No 28 savienojumiem, kas bija iekļauti analīzes mērķlistē, kopumā tika detektēti 14 savienojumi, ar dažādu detektēšanas biežumu (skat. 5.att.).



5.att. Savienojumu detektēšanas biežums paraugos (n=18)

72% gadījumu tika detektēts tebukonzols, kurš plantāciju apstrādei tiek izmantots kā fungicīds. Tebukonzaols kā aktīvā viela tiek izmantots ne tikai plantāciju apstrādei, bet arī koksnes aizsardzības līdzekļos. Nevienā no paraugu ievākšanas punktiem netika norādīts, ka mājāsaimniecībā tiek izmantoti tebukonazola saturoši koksnes apstrādes līdzekļi. Pastāv arī cilvēku neinformētība, ka šis savienojums tiek izmantots gan kā AAL darbīgā viela, gan kā biocīds. Līdz ar to, ir grūti lokalizēt tebukonazola augstā detektēšanas biežuma rādītājus. Tas neļauj pārliecinoši apgalvot, ka izcelsme visos gadījumos saistāma ar lauksaimniecības platībām.

39% gadījumu paraugos tika atrast fluopirāms, kas tāpat kā tebukonazols ir fungicīdu klases savienojums, kura atļautais pielietojums Latvijas teritorijā, pēc Valsts augu aizsardzības dienesta (VAAD) esošā AAL reģistra, ir dažādu graudaugu apstrādei. Latvijas teritorijā VAAD ir reģistrēti 3 dažādi fluopirāmu saturoši AAL.

39% gadījumu tika atrasts herbicīdu grupas savienojums - MCPA. Latvijas teritorijā ir atļauti lietot 15 dažādi MCPA saturoši līdzekļi, bet dažu AAL sastāvā MCPA nav vienīgā darbīgā viela, un dikamba vai fluoroksipīrs, kas atrodams kā papildus darbīgās vielas citos MCPA saturošos līdzekļos, netika detektēti nevienā no ievāktajiem paraugiem. Tāpēc pastāv liela iespēja, ka plantāciju apstrādei potenciālais izmantoto AAL skaits samazinās līdz tiem 11, kuros MCPA ir vienīgā darbīgā viela. Šādu metodoloģiju apstiprinājumam par lietoto AAL veidu plašāk varētu lietot, ja ievāktu arī, piemēram, augus, kas atrodas tuvumā apstrādājamajai platībai. Jāņem vērā, ka Latvijas Vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas centrs (LVĢMC) veiktajā pesticīdu monitoringā virszemes un pazemes ūdeņos, kurā tiek noteikti 18 Eiropas Savienības direktīvas un VAAD noteiktie savienojumi, 2020.gadā 10 urbumos un 2 avotos ir bijusi paaugstināta MCPA koncentrācija, vairākas reizes pārsniedzot robežlielumus.¹⁷

33% no 18 paraugiem tika atrasta piraklostrobīna klātbūtne, kurš pieder pie fungicīdu klases savienojumiem. Latvijas teritorijā ir atļauts izmantot 6 piraklostrobīnu saturošus līdzekļus

Interesanta situācija vērojama ar tiakloprīda klātbūtni ievāktajos paraugos, tas tika detektēts 22 % ievākto paraugu. Tiakloprīds ir neonicotinoīdu grupas savienojums, kas pieder

insekticīdu klasei. Neonikotinoīdi tūlītēji iedarbojas uz insekta nervu sistēmu, to paralizējot, tādā veidā nogalinot. Tiakloprīda lietošana lauksaimniecībā Eiropas Savienībā bija apstiprināta līdz 03.02.2020. Latvijā krājumu izmantošana, pēc VAAD mājaslapā pieejamās informācijas, bija atļauta līdz 2020.gada beigām, Tiakloprīds līdzīgi kā citi neonikotonoīdu grupas savienojumi – imidakloprīds, tiametoksāms, klotianidīns, dinotefurāns un nitenpirāms - ir aizliegti lietošanai Eiropas Savienībā dēļ negatīvās ietekmes uz apputeksnētājiem. Vienīgais šīs grupas savienojums, kura lietošana joprojām atļauta ir acetamiprīds. Šeit rodas jautājums – cik godīgi tiek ievērotas prasības pret AAL lietošanu, kuru darbīgās vielu izmantošana ir aizliegta Eiropas savienības līmenī?

Pētījuma rezultāti, detektēšanas biežums, vidējā un maksimālā koncentrācija (ng/g) paraugos un bīstamības klasifikācija skatāma 3.tabulā.

3.tabula

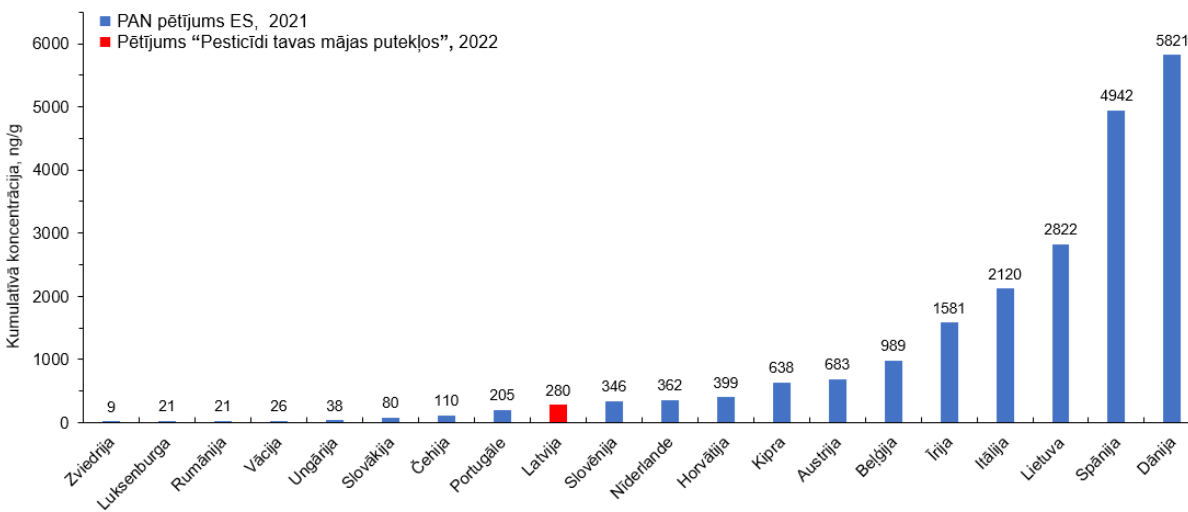
Pētījuma rezultāti (n = 18)

| Nosaukums | Biežums | Vidēji, ng/g | Maksimāli ng/g | Toksicitāte un ES bīstamības klasifikācija |
|-------------------|---------|--------------|----------------|--|
| Tebukonazols | 72.2% | 17.7 | 129 | Rep. 2* |
| Fluopirāms | 38.9% | 7.0 | 62.8 | |
| MCPA | 38.9% | 52.1 | 484 | |
| Piraklostrobīns | 33.3% | 2.4 | 7.1 | |
| Cipermetrīns | 22.2% | 179 | 2529 | ED*** |
| Spiroksiamīns | 22.2% | 2.2 | 17.5 | Rep. 2* |
| Tiakloprīds | 22.2% | 4.6 | 41.0 | Carc.2. |
| Prosulfokarbs | 16.7% | 1.5 | 12.9 | CI**** |
| Ametoktradīns | 11.1% | 0.8 | 7.1 | |
| Hlortolurons | 11.1% | 0.8 | 7.1 | Rep.2*, Carc.2** |
| Diflufenikāns | 11.1% | 0.8 | 7.1 | |
| Boskalīds | 5.6% | 8.0 | 144 | |
| Ciprodinils | 5.6% | 0.4 | 7.1 | |
| Pendimetalīns | 5.6% | 2.1 | 38.5 | ED*** |
| 2,4-D | 0.0% | 0.0 | 0.0 | ED*** |
| Aklonifēns | 0.0% | 0.0 | 0.0 | Carc.2. |
| Klomazons | 0.0% | 0.0 | 0.0 | |
| Dikamba | 0.0% | 0.0 | 0.0 | |
| Dimetomorfs | 0.0% | 0.0 | 0.0 | |
| Etofomezāts | 0.0% | 0.0 | 0.0 | |
| Fluazināms | 0.0% | 0.0 | 0.0 | Repr.2*, ED*** |
| Flopikolīds | 0.0% | 0.0 | 0.0 | |
| Fluoksipirs | 0.0% | 0.0 | 0.0 | |
| Metamitrons | 0.0% | 0.0 | 0.0 | |
| Metolahlors | 0.0% | 0.0 | 0.0 | ED*** |
| Fenmedifāms | 0.0% | 0.0 | 0.0 | |
| Propizamīds | 0.0% | 0.0 | 0.0 | |
| Trifloksistrobīns | 0.0% | 0.0 | 0.0 | |

*iespējamais reproduktīvās sistēmas toksīns, **potenciāli kancerogēns,
 iespējamais endokrīnās sistēmas traucētājs, *holesterāzes inhibitoris

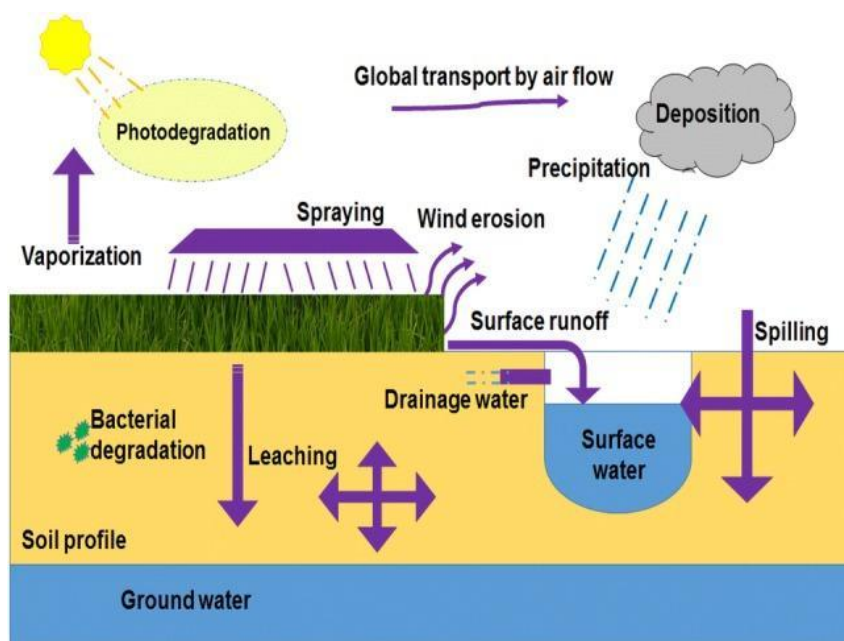
Līdzīgs pētījums tika veikts *Pesticide action network (PAN)* ietvaros, kur 2021. gadā iniciatīvas *Save bee and farmers* (Glābiet bites un lauksaimniekus) ietvaros tika organizēta akcija *Pesticide in our bedroom* (Pesticīdi mūsu guļamistabā). Šī projekta ietvaros tika analizēti 21 paraugs, kas ievākti sadarbībā ar nevalstiskām organizācijām, kopumā no 21 Eiropas Savienības valstīm. Vidēji paraugos konstatēta 8 pesticīdu klātbūtne. Augstākais rādītājs konstatēts paraugā no Beļģijas – 23 pesticīdi, bet viszemākais Maltā – 1 pesticīds. Kopumā 17 no 21 guļamistabas paraugos tika konstatēti pesticīdi, kuri var būr bīstami cilvēka reproduktīvajai sistēmai. Tā kā pētījumā tika ievākts tikai viens paraugs no katras valsts, kas piedalījās, tad tie ir tikai gadījuma pētījumi, kas norāda uz to, ka dzīvojot tuvumā lauksaimniecības platību tuvumā pastāv paaugstināts risks tikt pakļautam AAL darbīgo vielu iedarbībai. PAN pētījums nekādā mērā neataina kopainu valstī. Pētījuma galvenajā secinājumā, tika uzsvērta steidzama nepieciešamība aizstāt sintētiskos pesticīdus ar alternatīvām, kas nav ķīmiski ².

Pētījuma “Pesticīdi tavas mājas putekļos” iegūtie rezultāti tika salīdzināti ar 2021.gada PAN pētījumu “Pesticīdi mūsu guļamistabā” (skat. 6.att.)



6.att. Kumulatīvā pesticīdu koncentrācija. Salīdzinājums PAN 2021.gada ES pētījumā un Latvijas pētījumā “Pesticīdi tavas mājas putekļos” 2022.gadā

Pesticīdu pārvietošanās jeb aprīte dabā pēc to izsmidzināšanas var notikt vairākos virzienos (skat. 7.att.). Tie var iztvaikot, sadalīties gaismas ietekmē, vēja rezultātā tikt aiznesti uz blakus teritorijām, nokļūt augsnē un ūdenī. Augsnes ekosistēma ir liels komplekss ar baktērijām, sēnīšu tīkliem un citiem organismiem. Izmantoto ķīmisko vielu dēļ var tikt izmainīta augsnes ekosistēmas balanss.



7.att. Pesticīdu pārvietošanās cikla posmi ⁶

Intensīva augsnes apstrāde ar pesticīdiem samazina augsnes auglību. Šo ķīmisko vielu noārdīšanās var ilgt pat vairākus gadus atkarībā no tam piemītošajam ķīmiskajām īpašībām. Pesticīdu daudzums, kas nepieciešamas, lai tiktu ietekmēta augsne, atšķiras atkarībā no augsnes mitruma, temperatūras, saules gaismas, augiem un augsnes fizioloģiskajām atšķirībām.⁷ No šiem parametriem atkarīgs būs arī savienojumu degradācijas laiks.

Katru savienojumu raksturo pussabrukšanas periods ($T_{0.5}$), šajā laikā noārdās puse no sākotnējās vielas koncentrācijas. Un nākošajā periodā tas atkārtojas, līdz viela ir sadalījusies līdz galam. Dažādās vidēs šie sadalīšanas periodi ir dažādi – augsnē, ūdenī, gaisā, un mainās arī no mitruma, temperatūras u.c. parametriem. Kā arī svarīgs faktors vai vidē, kur savienojums atrodas ir vai nav skābeklis. Pussabrukšanas periodi dažādiem savienojumiem norādīti 4.tabulā. Augstāks pussabrukšanas laiks nozīmē, ka viela spēcīgāk saistās ar augsni.

4.tabula

Pesticīdu pussabrukšanas laiks augsnē ¹³⁻¹⁶

| Nosaukums | Pussabrukšana ($T_{0.5}$), dienās |
|--------------|-------------------------------------|
| Dikamba | 14 |
| 2,4-D | 10 |
| Karbofurāns | 50 |
| Glifosāts | 47 |
| Parakvāts | 1 000 |
| Tiakloprīds | 4 |
| Cipermetrīns | 30 |
| Fluopirāms | 30 |
| Tebukonazols | 37 |

Savienojumiem noārdoties rodas degradācijas produkti, kas var būt pat kaitīgāki nekā pati izejviela, tāpēc ir svarīgi ņemt vērā, cik lielām pesticīdu koncentrācijām cilvēki tiek pakļauti, kādi ir katra savienojuma noārdīšanās produkti un sadalīšanās laiks.

Pilsētu reģionos pesticīdi tiek uzskatīti par vienkāršu un lētu risinājumu nezaļēm, kaitēkļu apkarošanai un augu augšanas veicināšanai. Un šobrīd augsnes/vides attīrīšana no pesticīdiem jau ir kļuvusi par nopietnu problēmu, jo nav pieejami pienācīgi resursi. Ir nepieciešams ieviest integrēto kaitēkļu apkarošanu, tās galvenie mērķi ir – lietotājam draudzīgi, videi draudzīgi (zems toksiskums, nekaitīgi augsnei un bioloģiski efektīvas metodes, lai likvidētu ķīmisko vielu piesārņojumu augsnē.¹²

Ņemot vērā pētījumā “Pesticīdi tavas mājas putekļos” iegūtos rezultātus ir redzams, ka ik dienas, it īpaši intensīvajā lauksaimniecības sezonā no pavasara līdz rudenim, cilvēki var tikt pakļauti gan īslaicīgām lielām pesticīdu koncentrācijām, gan ilglaicīgai hroniskai ietekmei, kad pesticīdi nokļuvuši iekštelpās. Izdarot secinājumus par riska faktoriem un ietekmi, ko rada katra savienojuma bīstamība un koncentrācija, ir jāņem vērā fakts, ka lauksaimniecībā tiek izmantoti vairāk kā 1 vai 2 savienojumi, veidojas summārā ietekme, kas iespējamo veselības risku cilvēkam padara augstāku.

Atsauces:

- (1) Degrendele, C.; Prokeš, R.; Šenk, P.; Jílková, S. R.; Kohoutek, J.; Melymuk, L.; Přibylková, P.; Dalvie, M. A.; Rössli, M.; Klánová, J.; Fuhmann, S. Human Exposure to Pesticides in Dust from Two Agricultural Sites in South Africa. *Toxics* **2022**, *10* (10). <https://doi.org/10.3390/toxics10100629>.
- (2) Pesticide in our bedroom Pieejams: <https://www.pan-europe.info/press-releases/2021/09/pesticides-our-bedrooms>
- (3) Valsts augu aizsardzības dienesta AAL reģistrs. Pieejams: http://registri.vaad.gov.lv/reg/aal_saraksts.aspx
- (4) Eiropas Komisijas pesticīdu datu bāze. Pieejams <https://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/eu-pesticides-database/mrls/?event=search.pr>
- (5) ECHA Pesticide classification. Pieejams: https://echa.europa.eu/lv/eu-pesticides_statistics-anx_iii
- (6) Rajmohan KS, Chandrasekaran R, Varjani S. A Review on Occurrence of Pesticides in Environment and Current Technologies for Their Remediation and Management. *Indian J Microbiol.* 2020 Jun;60(2):125-138
- (7) Arias-Estévez M, López-Periago E, Martínez-Carballo E, Simal-Gándara J, Mejuto JC, García-Río L. The mobility and degradation of pesticides in soils and the pollution of groundwater resources. *Agric Ecosyst Environ.* 2008;123:247–260.
- (8) Debost-Legrand A, Warembourg C, Massart C, Chevrier C, Bonvallet N, Monfort C, Rouget F, Bonnet F, Cordier S. Prenatal exposure to persistent organic pollutants and organophosphate pesticides, and markers of glucose metabolism at birth. *Environ Res.* 2016;146:207–217.
- (9) Meenakshi, Sharon P, Bhawana M, Anita S, Gothecha VK. A short review on how pesticides affect human health. *Int J Ayurvedic Herb Med.* 2012;2(5):935–946.
- (10) Matthews G, editor. *Pesticides: health, safety and the environment.* 2. New York: Wiley; 2015.
- (11) Kim KH, Kabir E, Jahan SA. Exposure to pesticides and the associated human health effects. *Sci Total Environ.* 2017;575:525–535.
- (12) Mariyono J. Direct and indirect impacts of integrated pest management on pesticide use: a case of rice agriculture in Java, Indonesia. *Pest Manag Sci.* 2008;64:1069–1073.
- (13) PESTICIDE ADSORPTION AND HALF-LIFE. Pieejams: <https://extension.usu.edu/waterquality/files-ou/Agriculture-and-Water-Quality/Pest/FactSheet151.pdf>
- (14) Thiacloprid. Pieejams: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Thiacloprid>
- (15) Cypermethrin. Pieejams: <http://npic.orst.edu/factsheets/cypermethrin.pdf>

- (16) Yogendraiah Matadha, N., Mohapatra, S., Siddamallaiah, L., Udupi, V. R., Gadigeppa, S., Raja, D. P., ... Hebbar, S. S. (2020). Persistence and dissipation of fluopyram and tebuconazole on bell pepper and soil under different environmental conditions. *International Journal of Environmental Analytical Chemistry*, 1–20.
- (17) Latvijas Vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas centrs. “VIRSZEMES UN PAZEMES ŪDEŅU KVALITĀTES DATI (2015 – 2020) ATTIECĪBĀ UZ PESTICĪDIEM”, 2022