

PRECĪZĀS TEHNOLOĢIJAS CĪŅĀ PRET NEZĀLĒM

Dzīvē nav labā un sliktā. Katram priekšmetam, dzīvai būtni, apstākļiem ir sava nozīme, katrs pilda savu lomu, taču ražošanas sektorā uzsvars tiek likts uz racionālu resursu izmantošanu, lai pēc iespējas efektīvāk saražotu izejvielas gala produkcijai. Ir lietas, kuras ir iespējams ietekmēt, taču ir lietas, piemēram, dabas spēki, ko ietekmēt cilvēki pagaidām neprot, un varbūt tas arī ir labi.

ANDREJS KOSTROMINS,

pētnieks, Latvijas Lauksaimniecības universitāte

Lauksaimniecībā viena no lielākajām problēmām ir nezāles, kas tiešā veidā ietekmē ražu un tādējādi arī ienākumus no hektāra. Par laimi, nezāles nav tas pats kas pārlieku liels un ilgstošs karstums vai lietavas, un nezāles cilvēks ir iemācījies kontrolēt.

Tradicionāli nezāles ierobežoja ar mehānisku ravēšanu, vēlāk ar ķīmiskām vielām – herbicīdiem. Vispārīgi uzsmidzināt ķīmiju ir daudz vienkāršāk, jo nav precīzi jātrāpa nezālei atšķirībā no mehāniskās ravēšanas, kur jābūt precīzam fiziskam kontaktam. Turklāt, ja runā par ravēšanu ar rokām, tad jāņem vērā papildu apgrūtinājumi – darbaspēka trūkums un atalgojuma pieaugums arī šajā nozarē. Būsim godīgi – kurš gribētu dienām ilgi ar salikūšu muguru kaplēt hektāriem lielu lauku, pat ja neņem vērā bieži vien ne visai patīkamos laika apstākļus?

Taču arī ar pesticīdiem viss nav tik vienkārši, jo regulas, kas nosaka pieļaujamo ķīmisko vielu daudzumu un apstrādājamo reišu skaitu, kļūst aizvien striktākas, un jāteic – ne bez pamata. Katru gadu pasaulē lauksaimnieki kopumā izsmidzina uz laukiem

divus miljonus tonnu pesticīdu 60 miljardu eiro vērtībā, no kuriem paliek atliekvielas augsnē, ūdens sistēmās un pašos augos, kurus pēc tam izmanto lopbarībā vai pārtikas produktu ražošanā.

Projekts robotizētas nezāļu ierobežošanas iekārtas izveidē

Mēdz teikt, ka cilvēkus uz priekšu dzen slinkums, ambīcijas, zinātkāre un citas īpašības, tāpēc notiek nemītīga tehnoloģiju attīstība, tostarp lauksaimniecībā. Latvijas Lauksaimniecības universitātes (LLU) Augu aizsardzības institūts *Agrihorts* ar zinātniskajiem partneriem – LLU Tehnisko fakultāti un Elektronikas un datorzinātņu institūtu – nu jau gandrīz divus gadus isteno zinātnisko projektu nr. 18-00-A01612-000024 *Robotizētas nezāļu ierobežošanas iekārtas izveide (RONIN)*. Projekta galvenais rezultāts paredz izstrādātu prototipu pašbraucošai robotizētai iekārtai, kas ir aprīkota ar borta datoru un vajadzīgajiem agregātiem nezāļu ierobežošanai. Borta dators ir aprīkots ar mākslīgo intelektu, un ir plānots to apmācīt atpazīt noteiktas nezāļu sugas un noteiktus kultūraugus.

Ideja par robotiem, kas veic noteiktus lauksaimniecības uzdevumus, nav jauna, tās

pirmsākumi meklējami pirms vairākiem gadu desmitiem, taču līdz pat mūsdienām ne visiem uzdevumiem ir atrasti sekmīgi risinājumi, kas no laboratorijas eksperimentiem nonākuši līdz ražošanai un lietošanai reālos lauka apstākļos. Viens no šādiem uzdevumiem ir nezāļu ravēšana, kur galvenie izaicinājumi ir pietiekams apstrādes ātrums, apstrādes precizitāte, noturība pret ārējiem laika apstākļiem, mehāniskām vibrācijām un ekonomiski pamatota gala iekārtas cena.

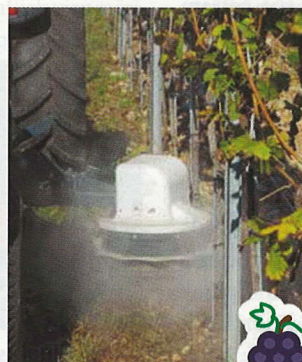
Ravēšanu var iedalīt starprindu un iekšrindu ravēšanā (starp augiem rindas ietvaros). Starprindu ravēšanā jau eksistē mehāniski agregāti, kas darbojas pietiekami efektīvi un atkarībā no tehniskā izpildījuma ierobežo nezāles izraujot, nogriežot, sasmalcinot vai aprokot. Lai arī iekšrindu ravēšanā ir izstrādāti dažādi mehāniskie risinājumi un tie ir pieejami tirgū, piemēram, vācu uzņēmuma *K.U.L.T. Kress* tā sauktais pirkstiņravētājs (*fingerweeder*), iekšrindu ravēšana ir sarežģītāka, jo process ir jāveic precīzi un uzmanīgi, lai nesabojātu kultūraugu. Turklāt eksistē kultūraugi, piemēram, burkāni un bietes, kas augšanas sākuma stadijās ir īpaši jutīgi pret mehānisku iedarbību, tāpēc mazākā auga sakņu sistēmas izkustināšana var būtiski ietekmēt turpmāko auga attīstību. Zinātnieki ir radījuši dažādas tehnoloģijas cīņai ar nezālēm.

Apstrāde ar ūdens strūklu

Jau 1975. gadā eksperimentāli tika novērtēta tievas ūdens strūklas spēja nogriezt/sabojāt augu. Rezultāti parāda, ka aptuveni 60–70% no augiem tika būtiski sabojāti, ja to kātiņa diametrs nepārsniedza 1,5 mm, savu-



Augstspiediena (1000 bar) ūdens strūklas nezāļu ierobežošanas iekārta *GrassKiller Mono no Caffini*.



Iekārtu var izmantot dažādiem kultūraugiem (www.caffini.com/media).

kārt augiem ar kātiņa diametru 3 mm efekts nebija novērojams.

Tehnoloģija ir nonākusi līdz gala lietotājam. Piemēram, itāļu uzņēmums *Caffini* piedāvā dažādas mūsdienīgas augstspiediena ūdens strūkļas nezāļu ierobežošanas iekārtas, kas paredzētas vīnogu audzētājiem un citiem augļu kokiem un krūmiem. Pateicoties lielajam 1000 bāru spiedienam, iekārta spēj tikt galā gan ar tām nezālēm, kas atrodas virs augsnes, gan ar tām, kas vēl tikai dīgst. Šī iekārta ir piemērota tikai pietiekami lieliem kokiem un krūmiem, kuriem spēcīgā ūdens strūkļa nespēj kaitēt.

Apstrāde ar liesmu



Gāzes degļu nezāļu ierobežošanas iekārta kultūrauga rindām no *Steam Weeding Ltd* (www.physicalweeding.com/flameweeding).

To var lietot: pirms sēšanas; pēc sēšanas, ja nezāles sadīgst ātrāk par kultūraugu; pēc kultūraugu sadīgšanas, lietojot aizsargvairogu, ja kultūraugs ir jutīgs pret paaugstinātu temperatūru. Piemēram, Jaunzēlandes uzņēmums *Steam Weeding Ltd* lepojas ar vismaz 30 gadu pieredzi šāda tipa iekārtu projektēšanā un izstrādē. Uzņēmums piedāvā gan vieglas cilvēkam paredzētas iekārtas rokas degļa variantā, gan lielas, karināmas aiz traktora. Viņi piedāvā vairākus veidus: visas dobes platumā, tikai kultūrauga rindā vai iekšrindā (piemērots tikai atsevišķiem kultūraugiem).

Visas dobes apstrādes iekārtas pārsvarā mēdz lietot gadījumos, ja starp kultūraugu rindām ir mazs attālums. Rindas apstrāde ļauj paātrināt procesu no divām līdz pat četrām reizēm, salīdzinot ar visas dobes apstrādi. Šādi var ietaupīt traktortehnikas degvielu, gāzi un arī paveikt darbu ātrāk. Rindstarpu apstrādi savukārt veic ar tradicionālajiem kultivatoriem.

Starprindu apstrāde ar liesmu esot izplatīts nezāļu ierobežošanas veids Ziemeļamerikā. To lieto kultūraugiem ar liela diametra stumbriem, piemēram, kukurūzai, kokvilnai, kāpostiem, parasti, kad nezāles ir mazas, bet kultūraugs jau pietiekami paaudzies. Šādā veidā pastāv iespēja nodarīt minimālus bojājumus kultūraugam.

Sasaldēšanas metode

1991. gadā pētnieki eksperimentāli ir noteikuši nepieciešamās šķidrā slāpekļa un oglekļa dioksīda devas, lai novājinātu un tādējādi būtiski ietekmētu nezāļu augšanu. Šī metode gan nav guvusi pietiekamu atzinību, un iekārtu tirgū neizdodas atrast pat prototipa limeni.

Apstarošana ar mikroviļņiem



Mikroviļņus izstarojoša iekārta nezāļu un to sēkļu ierobežošanai, *Melburnas universitāte* (www.futurity.org/microwaves-weeds-2177112-2).

Mikroviļņu radiācija jeb starojums spēj iznīcināt nezāles pēc līdzīga principa, kā notiek ūdens daļiņu sildīšana mikroviļņu krāsnīs. Ūdens, kas atrodas nezāļu šūnās, strauji uzsilst un izplešas, tādējādi pārraujot auga šūnu sienas, un nezāle iet bojā. *Melburnas universitātes* pētnieki Austrālijā ir izstrādājuši iekārtu ar mikroviļņu izstarotājiem, vēršot pret augsni. Iekārtu var izmantot gan pret sadīgušajām nezālēm, gan pašas augsnes apstrādei pirms kultūraugu sēšanas, jo mikroviļņi spēj iedarboties līdz pat pieciem centimetriem augsnē un *uzvārt* nezāļu sēklas.

Iekārta nelabvēlīgi ietekmē arī derīgo baktēriju daudzumu augsnē, taču zinātnieki norāda, ka mēneša laikā to apjoms normalizējas. Pēc kultūraugu iesašanās esošā izpildījumā iekārta ir piemērota tikai starprindu apstrādei, jo mikroviļņu apstrādes laukums ir salīdzinoši liels un ar to nevar precīzi notēmēt tikai uz konkrētām nezālēm, nenodarot kaitējumu pašiem kultūraugiem.

Ietekme ar infrasarkano starojumu



Infrasarkanā starojuma nezāļu ierobežošanas iekārta no *Adler* (<https://adler-arbeitsmaschinen.de/en/products/adlerheater-10001300>).

Līdzīgi kā citām termiskām metodēm, arī infrasarkanā starojuma mērķis ir sakarsēt nezāles, lai sabojātu to audus tālākai attīstībai. Tirgū ir pieejamas salīdzinoši nelielas iekārtas, kas paredzētas ceļmalu, taku un bruģa apstrādei pret nezālēm. Šāda iekārta spēj apstrādāt 2800–4200 m² atkarībā no nezāļu daudzuma.

Ir arī lielām platībām piemērotas iekārtas, piemēram, ražotāja *HOAF* iekārtas, ar kurām uzturēt melno papuvi pavasarī pirms dārzu sējas. Arī šajās iekārtās tiek dedzināta gāze, taču tā netiek vērsta tieši pret darba virsmu, bet gan uz speciāliem keramiskajiem sildītājiem, kas tālāk izstaro siltumu infrasarkanā starojuma veidā.

Apstrāde ar gaisa plūsmu



Gaisa plūsmas nezāļu ierobežošanas iekārta no *Egedal Maskinfabrik A/S* (<https://egedal.dk/en/produkter/blowing-machine-type-bm>).

2000. gadā zinātnieki prezentēja sistēmu, kurā no abām vagas pusēm caur sprauslām aptuveni 2 cm zem augsnes virskārtas tiek pūsta spēcīga gaisa plūsma, kas izrauj nezāli no augsnes. Līdzīgu metodi izmanto daņu uzņēmums *Egedal Maskinfabrik A/S*. Ar jūgvārpstas palīdzību tiek piedzīta viena vai divas liela izmēra gaisa turbīnas, kas pa caurulēm nogādā gaisu līdz sprauslām. Sprauslas ir novietotas pamišus no abām rindas pusēm virs augsnes. Konkrēto iekārtu uzņēmums piedāvā nezāļu iznīcināšanai starp rožu krūmiem.

Apstrāde ar elektrisko triecienu



Augstsprieguma (7 kV) nezāļu ierobežošanas iekārta *XPower* no *Zasso* (www.fwico.uk/machinery/technology/digital-weed-zapper-offers-alternative-to-chemical-herbicides).

2002. gadā prezentēta sistēma, kur zinātnieki pakļauj kādu no nezāles lapām 15 kV izlādei, tādējādi mazas nezāles tiek pilnībā

iznīcinātas, taču lielākām nezālēm tiek bojāta tikai konkrētā lapa.

Pirms aptuveni diviem gadiem Eiropas lauksaimniecības iekārtu tirgū kļuva pieejama elektriskā nezāļu ravēšanas iekārta *XPower*. Tā ģenerē līdz pat 7 kV maiņspriegumu noteiktā frekvencē un ar speciālu elektrodu (elektrību vadošu stieņu vai plāksni) palīdzību nogādā enerģiju uz nezālēm. Īsais, bet spēcīgais elektrotrieciens iznīcina nezāļu audu sistēmu, kas nodrošina ūdens un barības vielu transportēšanu, tādējādi nezāles sāk novist. Ietekme uz kukaiņiem, baktērijām un sliekām esot niecīga. Šobrīd iekārtas galvenais lietojuma veids ir kartupeļu lakstu likvidēšana, lai apturētu kartupeļu bumbuļu augšanu vēlamajā izmērā, saglabātu klientam pievilcīgu bumbuļu izskatu un nepieļautu infekciju izplatīšanos, līdz raža tiek novākta.

Līdzīgu sistēmu attīsta uzņēmums *RootWave*, kuru iekārtas izmantojamas gan individuālu augu, piemēram, latvāņu, ierobežošanai, gan pie traktora liekamas iekārtas nezāļu ierobežošanai augļudārzos.

Apstrāde ar karstu ūdeni/tvaiku



Karstā ūdens/tvaika nezāļu ierobežošanas iekārta no M.M.srl (www.vegemac.be/en/shop/products/i/750201).

Nezāles termiskā apdeguma dēļ iet bojā. Tirgū ir pieejamas dažādas iekārtas, kas sadedzina gāzi, dīzeļdegvielu vai eļļu un sasilda ūdeni, un izsmidzina to šķidrā vai tvaika veidā uz nezālēm.

Apstrāde ar lielas jaudas lāzeru



Ar lāzeru aprīkots robots nezāļu ierobežošanai no dCentralized Systems (www.geekwire.com/2018/dcentralized-systems-llc).

Te ir iespējamas vairākas pieejas: a) ar leņķi pavērstu lāzera staru nogriezt nezāli ar visu kātu; b) ar perpendikulāru lāzera staru ietekmēt tikai nezāles jutīgāko daļu centrā; c) ar mazāk jaudīgu starojumu veikt vienmērīgu

Nezāļu apstrādes veidu kopsavilkums

Apstrādes veids	Priekšrocības	Trūkumi
Ar ūdens strūklu	Tiek lietots ūdens bez iepriekšējas sildīšanas.	Ir mehānisks kontakts ar augsni. Piemērots tikai kultūraugiem ar pietiekami lielu stuburu. Regulāri jāpapildina ūdens tvertne. Nav precīza mērķēšana uz nezāli
Ar liesmu	Piemērots dažādām kultūraugu attīstības stadijām. Nav mehāniska kontakta ar augsni	Nepieciešams dedzināt gāzi. Regulāri jāmaina gāzes baloni. Maziem kultūraugiem jālieto aizsargvairogs, lai termiski nesabojātu augus. Nav precīza mērķēšana uz nezāli.
Ar mikroviļņiem	Nav mehāniska kontakta ar augsni. Nav jāveic regulāras uzpildes, jo darbojas ar traktortehnikas enerģiju.	Pagaidām paredzēts tikai lauka apstrādei pirms kultūraugu sēšanas un starpvāgu apstrādei pēc kultūraugu sēšanas. Uz lauku samazina derīgo baktēriju daudzumu augsnē. Nogalina kukaiņus, sliekas un citus bezmugurkaulniekus. Nav precīza mērķēšana uz nezāli.
Ar infrasarkanā starojumu	Nav mehāniska kontakta ar augsni.	Nepieciešams dedzināt gāzi. Regulāri jāmaina gāzes baloni. Nav precīza mērķēšana uz nezāli.
Ar gaisa plūsmu	Nav mehāniska kontakta ar augsni (ir ietekme uz virskārtu). Nav jāveic regulāras uzpildes, jo darbojas ar traktortehnikas mehānisko enerģiju caur jūgvārpstu.	Nav precīza mērķēšana uz nezāli. Daļēji ietekmē nezāļu sēklu izplatību augsnes virskārtā gaisa plūsmas dēļ. Pagaidām ierobežots kultūraugu lietojums.
Ar elektrisko spriegumu	Nav mehāniska kontakta ar augsni. Nav jāveic regulāras uzpildes, jo darbojas ar traktortehnikas mehānisko enerģiju caur jūgvārpstu (ir ģenerators). Iedarbība norisinās ne tikai nezāles virszemes daļā, bet arī sakņu sistēmā.	Pagaidām mērķēšana uz nezāli nav precīza. Nedaudz ietekmē kukaiņu un citu augsnes bezmugurkaulnieku, kā arī baktēriju daudzumu. Pagaidām ierobežots kultūraugu lietojums.
Ar karstu ūdeni/tvaiku	Piemērots dažādām kultūraugu attīstības stadijām. Nav mehāniska kontakta ar augsni.	Nepieciešams dedzināt gāzi, dīzeļdegvielu, eļļu vai citu degvielas veidu. Regulāri jāpapildina gan degvielas rezerves, gan ūdens tvertne. Nav precīza mērķēšana uz nezāli.
Ar augstas jaudas lāzeru	Piemērots dažādām kultūraugu attīstības stadijām. Nav mehāniska kontakta ar augsni. Var realizēt bez lielām kustīgām mehāniskām daļām. Liels apstrādes ātrums. Precīza mērķēšana un ietekme.	Sarežģīts maksliģā intelekta apmācības process līdz brīdim, kad iekārta var nonākt tirgū. Maksliģais intelekts jāapmāca katram kultūraugam.

visas nezāles virsmas termisku apstrādi. Katrai no pieejām ir priekšrocības un trūkumi.

Kāta nogriešana ir ļoti efektīva, un to var veikt nosacīti aptuvenā augstumā, taču, griežot leņķi, var trāpīt arī kultūraugam, ja tas atrodas blakus. Nezāles jutīgākās daļas ietekmēšana centrā ar perpendikulāru staru ir visdrošākā un efektīvāka metode, taču ar datorredzes un maksliģā intelekta palīdzību noteikt nezāles centru ir izaicinošs uzdevums, turklāt āra apstākļos vismazākā vēja brāzma izkustinās nezāli un lāzers tai netrāpīs. Kā pēdējā atliek vienmērīga nezāles virsmas apstrāde ar perpendikulāru mazākas jauda starojumu. Lai gan šī metode ir lēnāka par pirmajām divām, jo jāveic daudz vairāk griezumumu auga virsmā, tās galvenā priekšrocība ir saglabāta drošība attiecībā uz tuvu blakus esošo kultūraugu neietekmēšanu un izslēdz iespēju, ka lāzers netrāpīs nezālei vēja ietekmē.

Kopumā lāzera pieejas galvenās priekšrocības ir ļoti augstā precizitāte un iedarbības ātrums. Lāzera punkta izmērs ir mazāks par milimetru, un to ir iespējams ārkārtīgi precīzi pozicionēt telpā ar dažādiem mehāniskiem un optiskiem paņēmieniem.

RONIN projekta risinājums



Projekta Robotizētas nezāļu ierobežošanas iekārtas izveide ietvaros izstrādātā iekārta nezāļu apstrādei ar lāzeru un precīzo mehānisko agregātu.

Zinātnieki un uzņēmumi jau labu laiku cenšas atrast pietiekami efektīvu un finansiāli izdevīgu risinājumu cīņā ar nezālēm. LLU RONIN projekta komanda veiksmīgi turpina attīstīt lāzera izmantošanu cīņā ar nezālēm, jo lāzera tehnoloģijas ir kļuvušas daudz pieejamākas un tām ir būtiskas priekšrocības salīdzinājumā ar citām metodēm: zibenīgs ātrums, ļoti augsta precizitāte un iedarbība bez fiziska kontakta ar augsni. Lāzera starojums pēc būtības ir gaisma, un, kā zināms, pagaidām cilvēki neko ātrāku par gaismu nav atklājuši. **a**