

# ĢENĒTISKI MODIFICĒTU AUGU NEAPZINĀTAS IZPLATĪŠANAS VIDĒ MONITORINGS UN LATVIJĀ PIEEJAMO VIDES MONITORINGA PROGRAMMU IZVĒRTĒJUMS SAISTĪBĀ AR ĢMO VISPĀRĪGO UZRAUDZĪBU

Projekta vadītāja Dr. biol. Lelde Grantiņa-Ieviņa

---



**BIOR**

INSTITUTE OF FOOD SAFETY, ANIMAL HEALTH  
AND ENVIRONMENT

# Pētījuma mērķis

- **Projekta mērķis** - izvērtēt iespējamu neapzinātu ĢMO izplatību Latvijas vidē, sniegt analīzi par Latvijā pieejamajām vides monitoringa programmām, kā arī izstrādāt rekomendācijas esošo vides monitoringa programmu un sēklu un augu pavairošanas materiāla monitoringa programmas pielāgošanai ĢMO vispārīgās uzraudzības veikšanai saistībā ar vides riska novērtējumu un bāzes līniju noteikšanu.
- Projekta ilgums bija divi gadi: 2023-2024.



26.07.2023. Rīga, Daugavgrīvas iela.  
Krustojums ar Podraga ielu.

# Pētījumi par iespējamu neapzinātu ĢMO izplatību Latvijas vidē

Trīs apakšpētījumi:

1. Ruderālu rapša populāciju monitorings ar ģenētiski modificētiem augiem potenciāli piesārņotās teritorijās.
2. Monitorings, izmantojot ziedputekšņu paraugus;
3. Pētījums par zālāju un zālienu sēklām.



21.06.2023. Eleja, LatRaps apkārtnē.

# Šajos pētījumos iesaistītā ekspertu komanda

Vārds, uzvārds	Amats, zinātniskais grāds
Lelde Grantiņa – Ieviņa	Projekta vadītāja, vadošā pētniece, Dr. biol.
Ģederts Ieviņš	Projekta eksperts, vadošais pētnieks, profesors, Dr. hab. biol.
Juris Ķibilds	Projekta eksperts, pētnieks, MSc. biol, LU un BIOR doktorantūras students
Lilija Kovaļčuka	Projekta eksperte, pētniece, RSU un BIOR doktorantūras studente
Guntis Boikmanis	Projekta eksperts, pētnieks, MSc. biol, LU un BIOR doktorantūras students
Karīna Ortlova	Projekta izpildītāja, BIOR vecākā eksperte, MSc. biol.
Evija Bebre	Projekta izpildītāja, BIOR vecākā speciāliste
Artjoms Mališevs	Projekta eksperts, pētnieks, MSc. biol, LU un BIOR doktorantūras students

# Pētījums par iespējamu neapzinātu ĢMO izplatību Latvijas vidē

Pētījuma mērķis – veikt **ruđerālu rapša populāciju monitoringu** ar ģenētiski modificētiem augiem potenciāli piesārņotās teritorijās.

Uzdevumi:

1. Veikt monitoringu un ievākt ruđerālo rapša augu paraugus potenciāli ar ģenētiski modificētiem augiem piesārņotās teritorijās (ostu apkārtnē, dzelzceļa kravu pārkraušanas vietas, rapša pārstrādes rūpnīcu apkārtnē u.c.);
2. Noteikt ievāktajiem paraugiem ĢMO skrīninga gēnu klātbūtni apvienotos paraugos un nepieciešamības gadījumā identificēt konstatētos ĢMO notikumus individuālos paraugos.



Jēkabpils, dzelzceļa pārbrauktuve Madonas ielā.  
Pievedceļš "Elagro Trade". 29.08.2023.

# Kāpēc Latvijā varētu būt vidē kādi ĢM augi?

GM CROPS & FOOD  
Taylor & Francis Group

GM Crops & Food

Biotechnology in Agriculture and the Food Chain



ISSN: 2164-5698 (Print) 2164-5701 (Online) Journal homepage: <https://www.tandfonline.com/loi/kgmc20>

Potential risk evaluation for unintended entry of genetically modified plant Propagating material in Europe through import of seeds and animal feed – the experience of Latvia

Lelde Grantina-Ievina, Baiba Ievina, Velta Evelone, Solvita Berga, Lilija Kovalcuka, Ieva Bergspica, Alise Jakovele, Artjoms Malisevs, Olga Valcina, Ieva Rodze & Nils Rostoks



## Pirmo reizi Latvijā iznīcināti vasaras rapša sējumi. Kāds varēja būt risks videi? <sup>68</sup>

Ieteikt

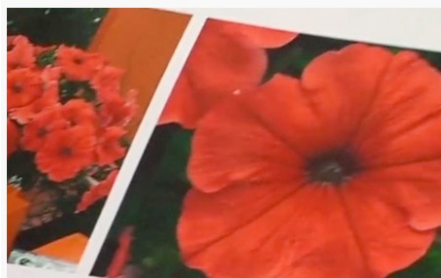
Sandra Dieziņa  
12:21, 6. jūlijs 2021

Sandra Dieziņa, “Latvijas Avīze”, AS “Latvijas Mediji”

Pirmo reizi Latvijā tiek iznīcināti vasaras rapša sējumi, jo sēklas materiālā konstatēts ģenētiski modificēto organismu (ĢMO) piejaukums.

## Latvijā atklāti ģenētiski modificētu petūniju audzētāji

Portāls nra.lv 15. jūn 2017

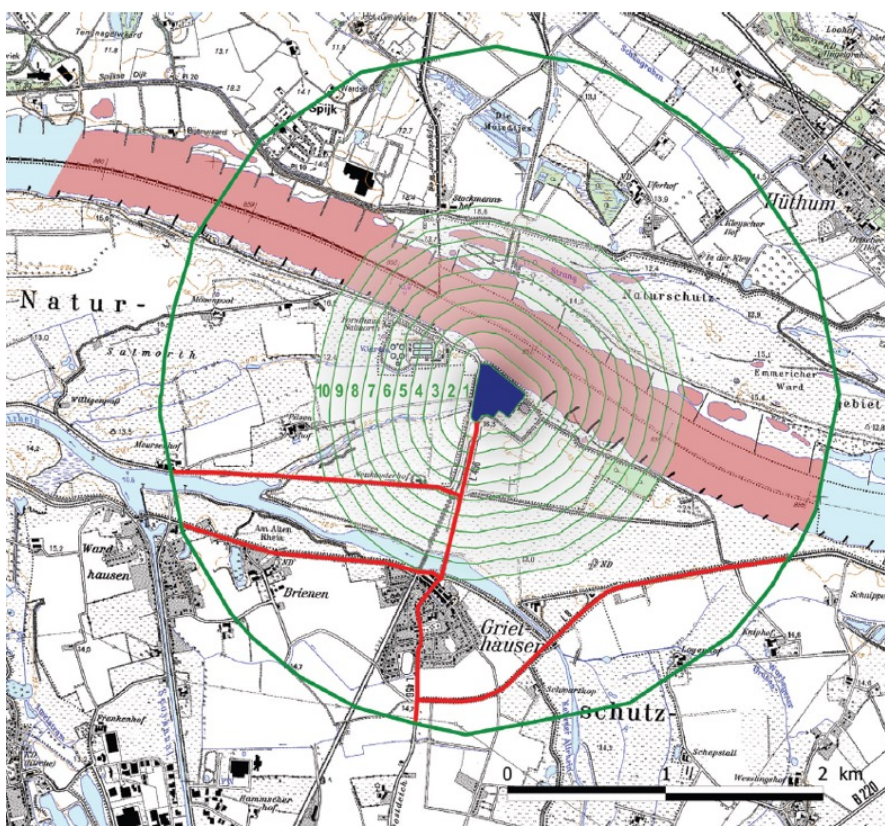


Ekrānuņēmums no video/ Bez Tabu

# Kāpēc Latvijā varētu būt vidē kādi ĢM augi?

- Sēklu monitorings, lai pārbaudītu, vai tajās nav ĢM augu piemaisījumi, Latvijā tiek veikts tikai kopš 2017. gada, sākumā zinātniskā projekta ietvaros, pēc tam kā valsts budžeta finansēts ikgadējais monitorings;
- Tiek pārbaudīti tikai 40 sēklu paraugi gadā, šogad paraugu skaits ir samazināts 2 x sakarā ar analīžu izmaksu pieaugumu;
- Izlases veidā tiek pārbaudītas rapša, kukurūzas un sojas sēklas;
- Pārējās Latvijā ievestās sēklas uz ĢMO netiek pārbaudītas;
- Latvijā ne tikai notiek rapša audzēšana, pārstrāde un eksports, bet notiek arī rapša imports - 2020.-2022.gadā imports bija virs 120 tūkstošiem tonnu gadā (pēc Centrālās statistikas pārvaldes datiem);
- ES nav brīvi pieejami dati par ĢM rapša importu.

# Pētījumam izvēlētā pieeja



- Vācijas inženieru asociācijas izstrādātā floristiskās kartēšanas metode (Sukopp and Schmitz, 2013) ietver 2 km zonu ap pārstrādes uzņēmumiem, ostām, pārkraušanas vietām.
- Ja uzņēmums atrodas pie upes, tad šajā zonā ietilpst upes posms 2 km augštecē un 3 km lejtecē.
- Divu kilometru rādiusā ap attiecīgo uzņēmumu tiek apsekoti pievedceļi, dzelzceļa līnijas un attiecīgie upes posmi.
- Tiek veikta precīza atrasto rapša augu kartēšana (ar pierakstiem, fotogrāfijām un GPS koordinātām).



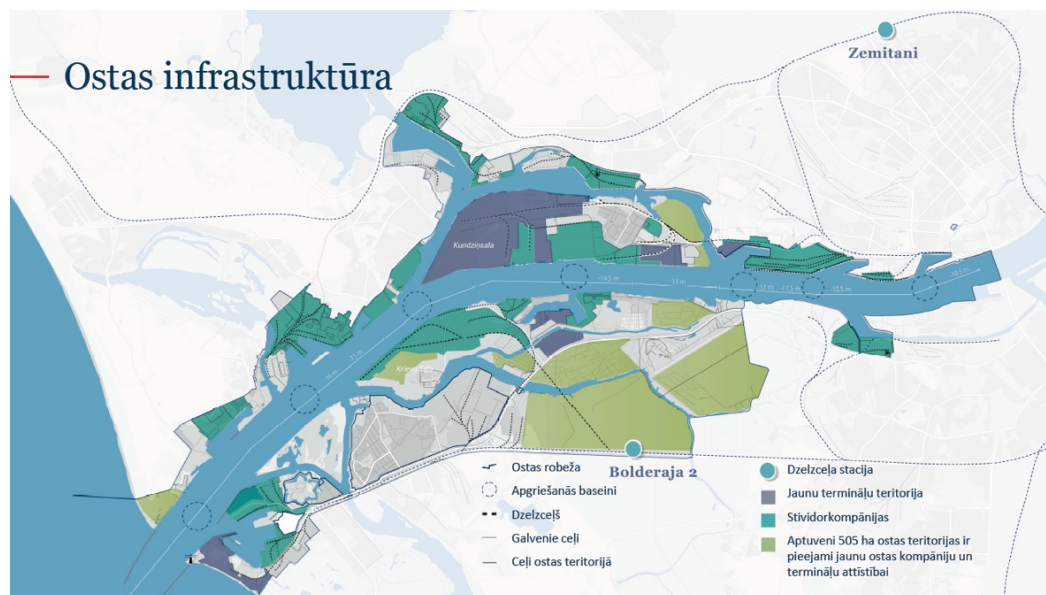
# Monitoringa vietu izvēle

- Masu mēdijos un nozarē strādājošo uzņēmumu (LATRAPS, VAKS, Linas Agro, Baltic agro, Rīgas Brīvostas) mājas lapās esošās informācijas analīze, lai noskaidrotu, kur atrodas ostas, dzelzceļa kravu pārkraušanas vietas, rapša pārstrādes rūpnīcas un rapša pieņemšanas punkti.
- Ostas, kurās notiek graudu pārkraušana, atrodas Rīgā, Liepājā, Venstpilī un Mērsragā.
- Rīgā 2021. gadā graudu pārkraušana notika 13 terminālos abos Daugavas krastos. Kā būtiskākie termināli minēti Alpha Osta, STREK termināls Krievu salā, osta “Lejasvoleri” Daugavas kreisajā krastā, kā arī SIA “Port Milgrāvis”.
- Rīgas ostās uz kuģiem tiek uzkrautas arī Lietuvas izcelsmes graudu ražas.
- Būtiskākās dzelzceļa kravu pārkraušanas vietas attiecībā uz graudu transportu ir Bolderāja 2 un Zemitāni. Intensīva kravas vilcienu satiksme notiek dzelzceļa posmā Zemitāni – Šķirotava.



10.07.2023. Rīga, Vecāķu prospekts.  
Pievedceļš ostām "Mīlgrāvis" un "AlfaOsta".

# Vietu izvēle – Rīgas ostu termināļi



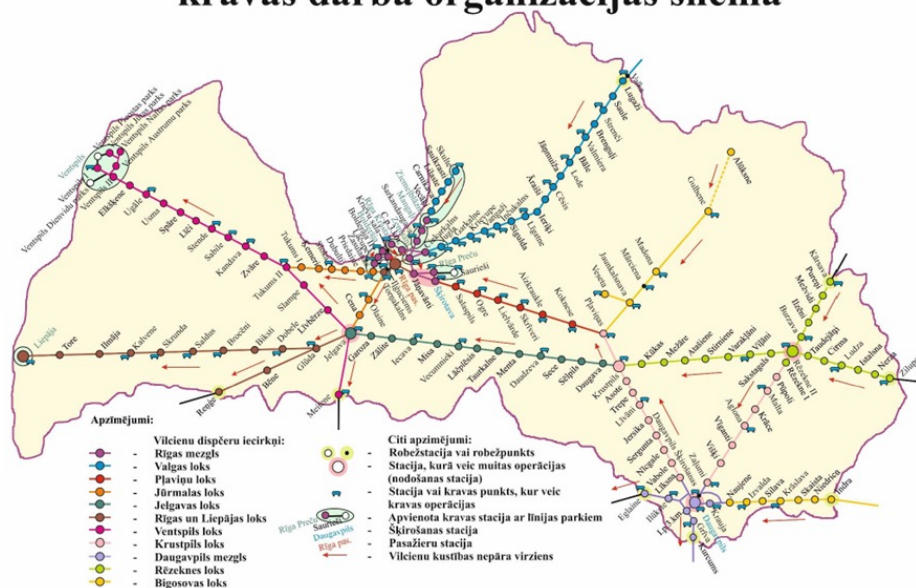
Rīgas Brīvostas infrastruktūras shēma (Rīgas Brīvosta, 2023).



08.07.2023. Rīga, ostu "KS Terminal" & "Lejasvoleri" apkārtnē.

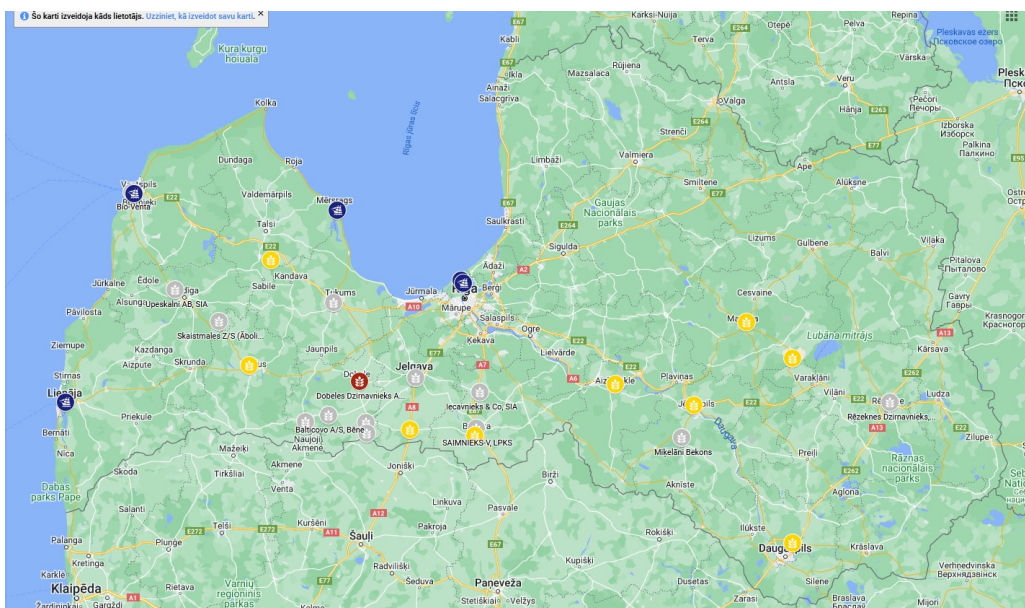
# Vietu izvēle – dzelzceļa infrastruktūra

## Latvijas dzelzceļa vilcienu kustības un kravas darba organizācijas shēma



29.08.2023. Jēkabpils, dzelzceļa pārbrauktuve uz Madonas ielas. Piebraucamais ceļš uz "Elagro Trade".

# Vietu izvēle – LATRAPs

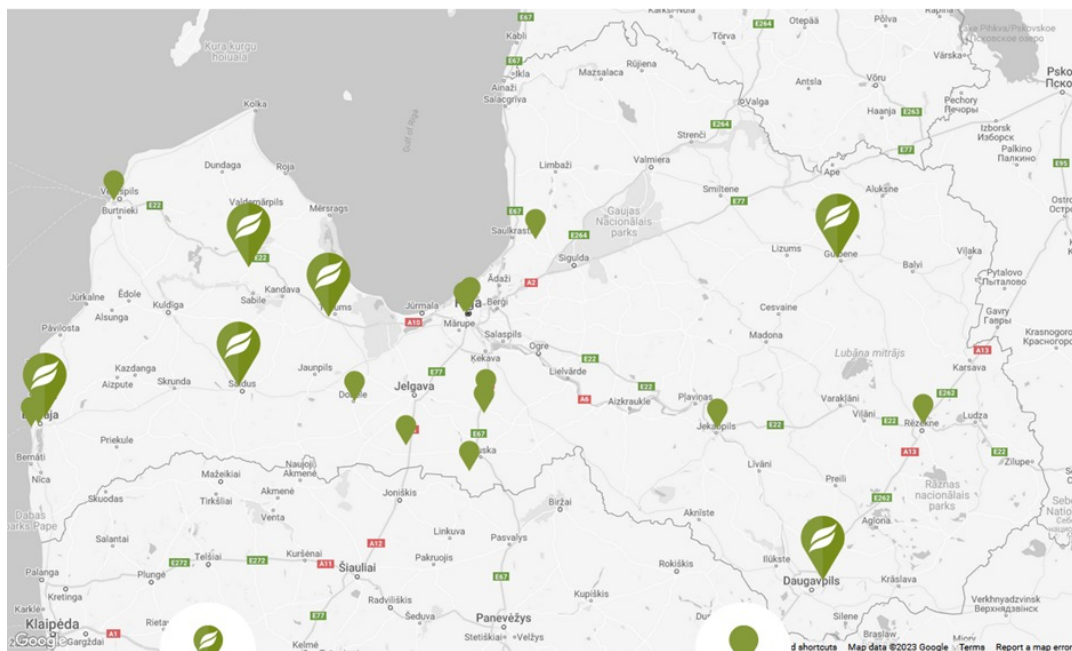


Lauksaimniecības pakalpojumu kooperatīvās sabiedrības LATRAPs graudu pieņemšanas punkti un sadarbības partneri Latvijas kartē



21.06.2023. Eleja, LATRAPs apkārtnē. Dzelzceļa pievedceļš uz uzņēmumu.

# Vietu izvēle – BalticAgro un citi uzņēmumi



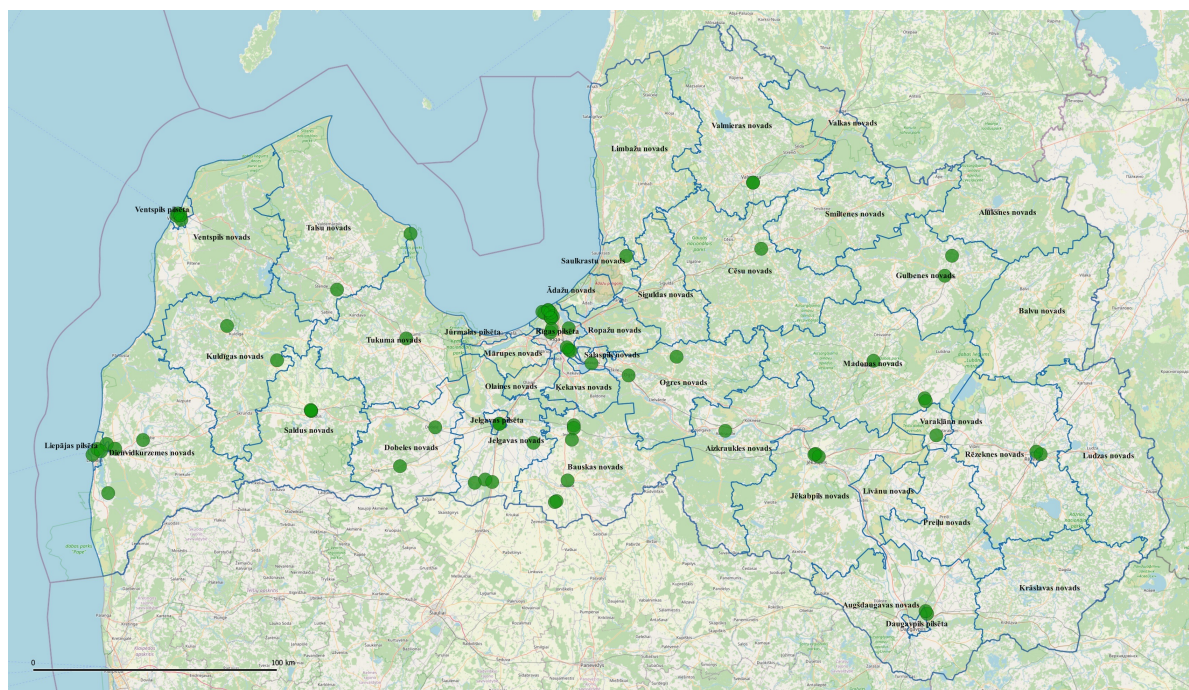
Citi uzņēmumi:

- ✓ Linas agro;
- ✓ VAKS;
- ✓ Balticovo;
- ✓ Vidzemes Eļļas fabrika.

BalticAgro graudu pieņemšanas punkti Latvijas kartē

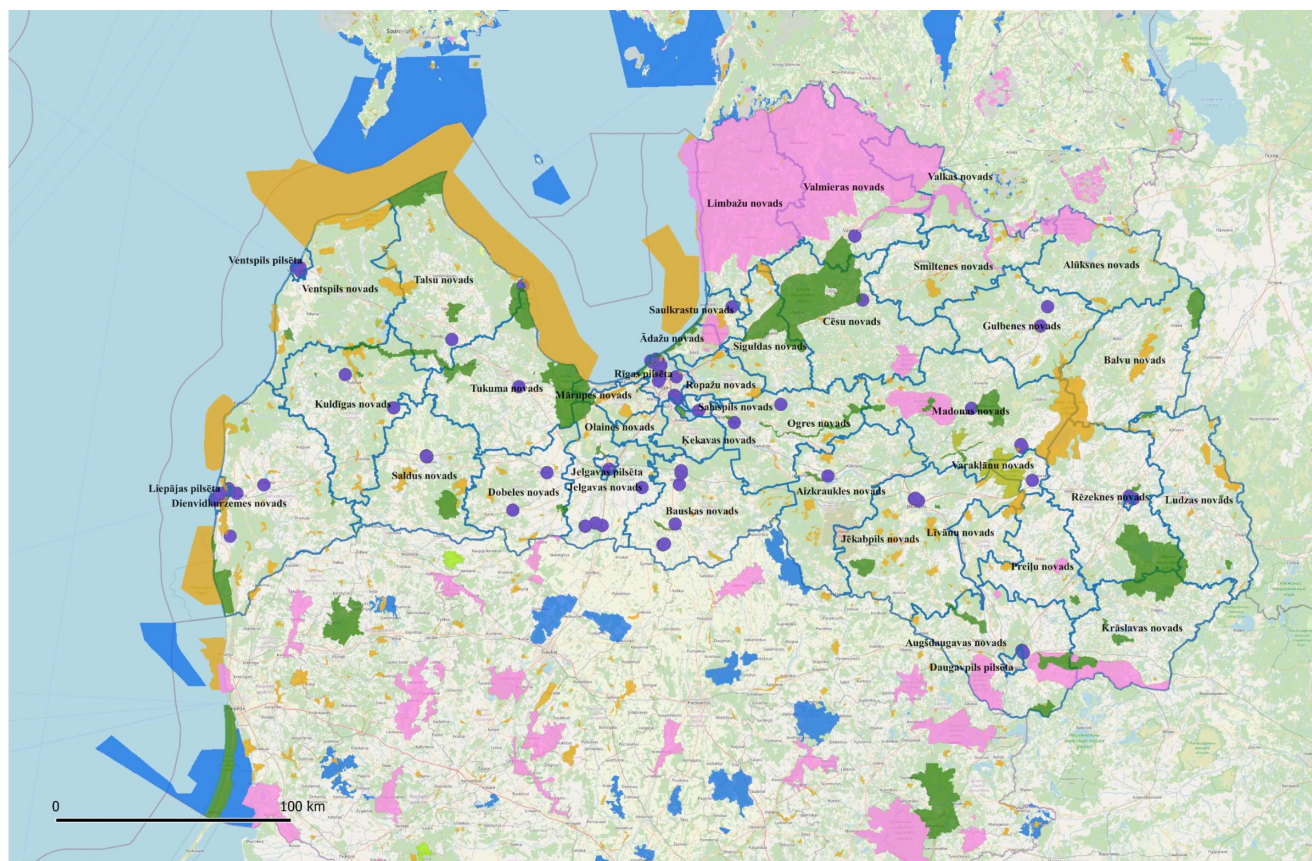
# Monitoringa rezultāti

- Monitorings veikts laika periodā no maija beigām līdz septembra beigām;
- Apsekota 69 objektu apkārtnē;
- Kopējais attālums 7500 km;
- Monitoringa ietvaros paņemto apvienoto paraugu skaits – 230, no tiem 223 rapša lapu paraugi, 4 – rapša sēklu paraugi, 1 – kvieši, 1 – mieži, 1 - sinepes;
- Apvienotie paraugi kopā ir no apm. 2200 augiem;
- Apvienotie rapša paraugi reprezentē populāciju no apm. 12800 augiem.



Apsekoto 69 objektu izvietojums Latvijas kartē.

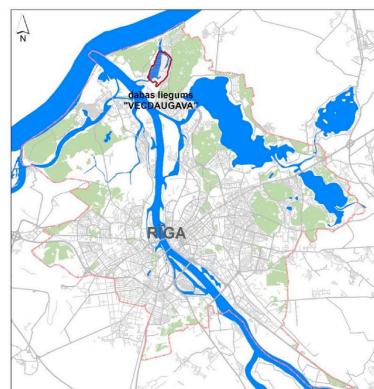
# Monitoringa objekti kontekstā ar Natura 2000



# Monitoringa rezultāti

Pastiprināta uzmanība tika pievērsta objektiem, kas atrodas **aizsargājamu dabas teritoriju tuvumā**, bet pie šiem objektiem rapšu bija maz vai nebija vispār:

- ✓ Alfa osta – atrodas netālu no dabas lieguma Vecdaugava (rapši netika atrasti);
- ✓ Mērsraga osta – atrodas netālu no Engures dabas parka (4 rapša augi);
- ✓ Vidzemes Eļļas fabrika – atrodas netālu no Gaujas Nacionālā parka teritorijas (10 rapša augi);
- ✓ Otaņķu Dzirnavnieks – atrodas apm. 500 m no NATURA 2000 dabas teritorijas pie Liepājas ezera (rapši neatrada).



Dabas lieguma „Vecdaugava” novietojums Rīgā (SIA “Vides Konsultāciju Birojs”)



04.09.2023. Mērsrags, Meža iela, Jūras un Lielās ielas krustojums. Mērsraga ostas apkārtnē.



# Monitoringa rezultāti

- Veicot monitoringu tika konstatētas četras vietas Rīgā, kurās esošās rapša populācijas varētu raksturot kā **daudzgadīgas** populācijas, un situācija tika novērota arī projekta otrajā gadā:
  1. Rīga, Daugavgrīvas iela, pirms Zilās ielas Bolderājas virzienā (2. gadā rapša nebija);
  2. Rīga, osta Lejasvoleri;
  3. Rīga, Bolderāja, Gaigalas iela, pretī veikalam Maxima;
  4. Rīga, Vecāķu prospekts.
- Kas par to liecina? – rapša augi aug vairāku metru (līdz pat 8 m) attālumā no brauktuves malas, konstatēti rapši dažādās augšanas stadijās, tai skaitā ziedoši augi un augi ar gatavām sēklām;
- Individuāliem augiem sēklu nav daudz un lielākoties tās ir slikti attīstītas (tabulā piemērs no Vecāķu prospekta).

Populācija	Augu skaits /m <sup>2</sup>
1	2
2	5
3	6,6
4	13

Paraugs	Pākstu skaits	Sēklu skaits
26.2	26	64
26.3	29	221
26.4	9	52
26.5	25	236

# Monitoringa rezultāti

- No 69 objektiem, 58 objektu (84%) apkārtnē konstatēti rapša augi vismaz vienā no monitoringa gadiem;
- Rapša augi netika konstatēti 11 apsekoto objektu apkārtnē;
- Rapša augu ziedēšana novērota no jūnija otrās puses, bet nesen uzdīguši augi masveidā tika konstatēti sākoties ražas novākšanai.



08.09.2023. Šoseja Smiltene–Gulbene. Gulbenes VAKS un BalticAgro pieņemšanas punktu apkārtnē. Masveidīgas rapša audzes abās ceļa pusēs apm. 400 m posmā. Savukārt pie paša Gulbenes VAKS rapšu nebija.

# Paraugu homogenizācija, DNS ekstrakcija

- Rapša lapas saberza izmantojot piestu;
- DNS izdalīja no 200 mg homogenizētā parauga divos atkārtojumos, izmantojot reaģentu komplektu NucleoSpin Food, Mini kit (Macherey-Nagel).
- DNS koncentrācija un absorbcija tika noteikta ar NanoDrop ND-1000 pie 230, 260 un 280 nm.
- Nākamais DNS kvalitātes kontroles solis ietvēra augu hloroplastu gēna amplifikāciju, kas parāda, vai paraugā ir amplificējama augu DNS, un/vai auga taksonam specifiskā gēna amplifikāciju:
- **Augu hloroplastu introna gēns *trnL*** - atbilstoši ISO 21569:2005 pielikumam A.2. „Augu hloroplastu daudzkopiju gēna (*trnL* introna) sekvenču noteikšana”,
- **Auga taksonam specifiskais gēns** - *cruA* (kruciferīna A gēns rapsim), atbilstoši GMOMETHODS: EU Database of Reference methods <https://gmo-crl.jrc.ec.europa.eu/gmomethods/>, *cruA* - CRL-GMFF: Protocol RT73.



# ĢMO skrīnings

Paraugu DNS ekstraktiem veica ĢMO skrīningu uz 6 ģenētiskajiem elementiem:

- Puķkāpostu mozaīkas vīrusa **CaMV 35S promoters** un nopalinā sintāzes terminators **T-nos** - ISO 21569:2005 pielikumam B.9. „Atsevišķu bieži ĢM organismos lietotu DNS sekvenču noteikšana, kuru izcelsme ir puķkāpostu mozaīkas vīrusa CaMV 35S promoters (P35S), kā arī Agrobacterium tumefaciens terminators (T-nos), pārtikas produktos – skrīninga metode”;
- fosfotricīna N-acetiltransferāzes gēns **pat** - „Quantitative PCR method for detection of phosphinothricin N-acetyltransferase gene”, JRC Compendium of Reference Methods for GMO Analysis;
- **pFMV** – cūknātru mozaīkas vīrusa 34S promoters, ISO/TS 21569-5:2016 „Uz reālā laika PĶR balstīta skrīninga metode FMV promotera (P-FMV) DNS sekvenču noteikšanai;
- **tE9** - zirņu ribulozes-1,5-bifosfāta karboksilāzes mazās subvienības (rbcS) gēna E9 terminators, GMO Methods: EU database of reference methods. Qualitative PCR method for detection of tE9 terminator (2016);
- **bar** gēns - fosfotricīna acetiltransferāzes gēns, ISO 21569:2005 pielikumam B.8. „Uz reālā laika PĶR metodes balstīta skrīninga metode, lai noteiktu Streptomyces hygroscopicus bar gēnu”.
- Papildus visus paraugus pārbaudīja uz ĢM rapša notikumu **DP-073496-4** un **MON94100** specifiska ģenētiskā materiāla klātbūtni, jo tiem nav neviena skrīninga gēna (Jacchia et al., 2014).

# ĢMO skrīninga rezultāti

3. tabula. Monitoringa ietvaros iegūto paraugu rezultātu kopsavilkums

Paraugs	CruA, Ct vidēji	Cut-off Ct	Skrīninga gēni						DP-073496-4
			p35S	tNOS	pat	tE9	pFMV	bar	
4.11. <sup>1</sup>	23,84	31,16	neg <sup>2</sup>	neg	neg	> 40	neg	neg	neg
5.3.	24,47	30,79	neg/> 40	neg	neg	neg	neg	neg	neg
7.1.	26,16	33,48	neg/> 40	neg	neg/> 39	neg	neg	neg	neg
8.4.	24,15	32,47	neg/> 39	neg	neg	neg	neg	neg	neg
8.5. <sup>1</sup>	23,57	28,89	neg/> 40	> 39	neg	> 40	neg	neg	neg
8.6. <sup>1</sup>	23,73	31,05	neg	neg	neg	> 40	> 40	neg	neg
8.9.	23,20	30,52	neg/> 40	neg	neg	neg	neg	neg	neg
10.6.	24,91	32,23	neg	neg	> 39	neg	neg	neg	neg
12.7. <sup>1</sup>	24,94	32,26	neg	neg	neg	> 40	neg	neg	neg
Pārējie (n=130)	24,82 <sub>3</sub>	31,93	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg

<sup>1</sup> – negatīvi uz RT73, MON88302 un citiem rapša notikumiem;

<sup>2</sup> neg – negatīvs; <sup>3</sup> – kviešu un miežu paraugam pozitīva amplifikācija uz hloroplastu introna gēnu trnL.

4. tabula. Parauga 8.5. individuālo lapu izmeklējumu rezultāti

Paraugs	CruA, Ct vidēji	Cut-off Ct	Skrīninga gēni				
			p35S	tNOS	pat	tE9	pFMV
8.5.-1	28,21	32,21	neg	neg	neg	> 40	neg
8.5.-2	27,03	31,03	neg	neg	neg	neg/> 40	neg
8.5.-3	25,22	29,22	> 40/neg	neg	neg	neg	neg
8.5.-4	23,3	27,3	neg	neg	neg	neg/> 40	neg
8.5.-5	24,23	28,23	neg	neg	neg	neg	neg
8.5.-6	24,7	28,7	neg	neg	neg	neg/> 40	neg
8.5.-7	23,83	27,83	neg	neg	neg	neg/> 40	neg
8.5.-8	24,18	28,18	neg	neg	neg	neg/> 40	neg
8.5.-9	23,58	27,58	neg	neg	neg/> 39	> 40	neg
8.5.-10	24,74	28,74	neg	neg	neg/> 39	neg	neg

Kopumā 216 no 230 paraugiem nebija amplifikācijas nevienam no 6 skrīninga gēniem, kā arī rapša notikumam DP-073496-4. Tomēr 14 apvienoto rapša lapu paraugiem tika novērota vēlā amplifikācija (Ct > 39) vienam vai vairākiem skrīninga gēniem (piemēri no 2023. gada 3. tab.). Atbilstoši Luijten un kolēģu (2019) izstrādātajai metodikai, šādas Ct vērtības ir vērtējamas kā negatīvas. Lai pārbaudītu Nīderlandē izstrādātās metodes ticamību, paraugam 8.5. tika izdalīta DNS no katras rapša lapas individuāli divos atkārtojumos, un tika veiktas visas skrīninga reakcijas, izņemot *bar* gēnu (4. tab.). Iegūtās Ct vērtības arī individuālajiem lapu paraugiem bija vēlas (> 39) un ir vērtējamas kā negatīvas.

# Secinājumi

1. Rapša izplatīšanās vidē ir saistīta ar sēklu nejaušu izbiršanu, kas var izraisīt noturīgas augsnes sēklu bankas veidošanos.
2. Teritorijās, kur nenotiek regulāra uzturēšana (pļaušana vai apstrāde ar herbicīdiem), augi var uzziedēt un ražot sēklas, kuras var izplatīties tālāk.
3. Ja šajās vietās dabiski aug citi kāpostu dzimtas augi, teorētiski var notikt to spontāna hibridizācija ar rapsi.
4. Noturīgu savvaļas rapša populāciju veidošanās palielina iespēju, ka ĢM rapša ģenētiskais materiāls var izplatīties vidē hibridizācijas ceļā, tālāk apdraudot savvaļas bioloģisko daudzveidību, tādēļ šādi pētījumi Latvijā būtu jāturpina.



30. septembris. Bauska, Īslīces iela, pie LATRAPs iebrauktuves. Rapsis un labība ceļa malā lietus notekūdens sistēmā.

# Pētījums par zālāju un zālienu sēklām

- Mērķis - noteikt nejaušus ĢMO piemaisījumus sēklās un augu pavairojamajā materiālā mazumtirdzniecībā tirdzniecības vietās klātienē, kā arī on-line vietnēs Latvijā, izmantojot mērķtiecīgu paraugu atlases stratēģiju, pārbaudot sēklas, kas paredzētas mazdārziņiem un citiem nelieliem audzētājiem, kā arī zālienu un zālāju ierīkošanai.
- Šī projekta uzdevuma izpildei bija paredzēts izmantot “slepenā pircēja” pieeju, kas ir it īpaši piemērojama paraugu ieguvei interneta tirdzniecības vidē (49. pants, Regula 2017/625 par oficiālo kontroli).

# Zālienu, zālāju un zaļmēslojuma sēklu paraugi

- Kopējais paraugu skaits – 50, no tiem 33 vienas augu sugas paraugi, bet 17 – divu un vairāk augu sugu paraugi.
- Izcelsmes valsts Latvija - 19 paraugi, Lietuva - 12, citas valstis - 19.

Parauga Nr.	Augu suga	Izcelsmes valsts	Parauga Nr.	Augu suga	Izcelsmes valsts
S-1	Sarkanais āboliņš <i>Trifolium pratense</i> , 'Jancis'	Latvija	S-19	Daudzgadīgā airene <i>Lolium perenne</i> L., 'Temprano'	Lietuva
S-2	Baltās sinepes <i>Sinapis alba</i> , 'Braco'	Latvija	S-22	Baltais zemais āboliņš	Latvija
S-3	Sarkanais āboliņš, 'Ārija'	Latvija	S-24	Parastā facēlija	Lietuva
S-9	Pļavas skarene <i>Poa pratensis</i> L., 'Balin'	Lietuva	S-26	Dzeltenais amoliņš <i>Melilotus officinalis</i>	Latvija
S-13	Baltais āboliņš siklapu, 'Euromic'	Lietuva	S-29	Viengadīgā airene <i>Lolium multiflorum</i> , 'Druva'	Latvija
S-14	Sējas vīķis <i>Vicia sativa</i> L., 'Hanka', zaļmēslojumam	Lietuva	S-30	Eļļas rutks <i>Raphanus sativus</i> , 'Romesa'	Latvija
S-15	Sējas lucerna <i>Medicago sativa</i> L., 'Eugenia'	Lietuva	S-31	Ganību airene <i>Lolium perenne</i> , 'Spīdola'	Latvija
S-16	Sarkanā auzene <i>Festuca rubra</i> L.	Lietuva	S-32	Sarkanā auzene <i>Festuca rubra</i> , 'Vaive'	Latvija
S-18	Pļavas skarene <i>Poa pratensis</i> L., 'Balin'	Lietuva	S-33	Lucerna <i>Medicago sativa</i> , 'Eride'	Latvija



# Vairāku augu sugu maisījumi

Parauga Nr.	Nosaukums	Augu sugas, procentuālais sastāvs	Izcelsmes valsts
S-4	Zāliena sēklas	Sarkanā auzene 40% 'Rozinante', ganību airene 30% 'Bokser', aitu auzene 10% 'Ridu', pļavas skarene 5% 'Evora', daudzziedu airene 15% 'Druva'	Latvija
S-5	Zāliena sēklas, Park	Sarkanā auzene 30%, aitu auzene 30%, niedru auzene 10%, ganību airene 10%, pļavas skarene 20%	Latvija
S-6	Zāliena sēklas, Sport	Sarkanā auzene 20%, ganību airene 55%, pļavas skarene 25%	Latvija
S-7	Zāliena sēklas, Parter	Sarkanā auzene 50%, ganību airene 25%, pļavas skarene 25%	Latvija
S-8	Zālāja sēklu maisījums	60% ganību airene (Lolium perenne L., 'Double'), 30% sarkanā auzene (Festuca rubra L., 'Maxima'), 10% pļavas skarene (Poa pratensis L., 'Geisha')	Dānija
S-10	Zāliena maisījums, Sport	40% ganību airene (Lolium perenne L., 'Double'), 10% sarkanā auzene (Festuca rubra L., 'Casanova'), 5% raupjā auzene (Festuca trachyphylla (Hack.), 'Krajina Ridu'), 10% pļavas skarene (Poa pratensis L. 'Geisha'), 35% sarkanā auzene (Festuca rubra L., 'Maxima')	Dānija
S-11	Zāliena maisījums, Park	64% ganību airene (Lolium perenne L. 'Temparo'), 8% airene (Lolium westerwoldicum 'Ducato'), 21% sarkanā auzene (Festuca rubra 'Relevant'), 7% daudzziedu airene (Lolium multiflorum 'Hunter')	Lietuva
S-12	Zāliena sēklu maisījums ātrai atjaunošanai, Lawn Correct	60% daudzgadīgā airene Lolium perenne L., 30% sarkanā auzene Festuca rubra L., 10% pļavas skarene Poa pratensis L.	Dānija
S-17	Zāliena sēklu maisījums, Flower meadow	10% Sarkanā auzene Festuca rub. Com., 30% Sarkanā auzene Festuca rub. Rub, 16% aitu auzene Festuca ovina, 10% Lolium perenne, 10% Poa pratensis, 10% pļavas timotiņš Phleum pratensis, 4% pākšaugi, 10% ziedu maisījums	Vācija
S-20	Zāliena sēklu maisījums	Sarkanā auzene 'Vaive' 45%, daudzgadīgā airene 'Spīdola' 30%, pļavas auzene 'Arita' 15%, viengadīgā airene 'Druva(Uva)' 10%	Latvija
S-23	Zāliena sēklu maisījums atjaunošanai	Auzene sarkanā 'Glida' 10%, Hibrīdā airene 'Gala' 30%, daudzziedu airene 'Turtetra' 30%, daudzgadīgā airene 'Grasslands Nui' 30%	Polija
S-25	Ziedošu augu maisījums	Phacelia tanacetifolia 15%, Trifolium incarnatum 15%, Linum usitatissimum 10%, Fagopyrum esculentum 10%, Trifolium resupinatum 10%, Borago officinalis 5%, Lolium multiflorum var. westerwoldicum 5%, Anetum graveolens 5%, Centaurea cyanus 5%, Papaver rhoeas 5%, Ornithopus sativus 5%, Sinapis alba 5%, Coriandrum sativum 5%	Lietuva
S-27	Zāliens, Sport	Poa pratensis 'Bariris Z' 10% DK, Festuca rubra commutata 'Bargreen II' 20% FR, Lolium perenne 'Baroday II' 15% DK, Lolium perenne 'Barorlando' 18% DK, Lolium perenne 'Barorlando' 12% NL, Lolium perenne 'Barlibro' 15% DK, Festuca rubra rubra 'Bardance' 10% DK	Nīderlande, Dānija, Francija
S-28	Baltais āboliņš	Clover seed, Baltais āboliņš S184 70% (Trifolium repens), Baltais āboliņš Avai On 30% (Trifolium repens).	Nīderlande

# Sēklu paraugu analīžu rezultāti

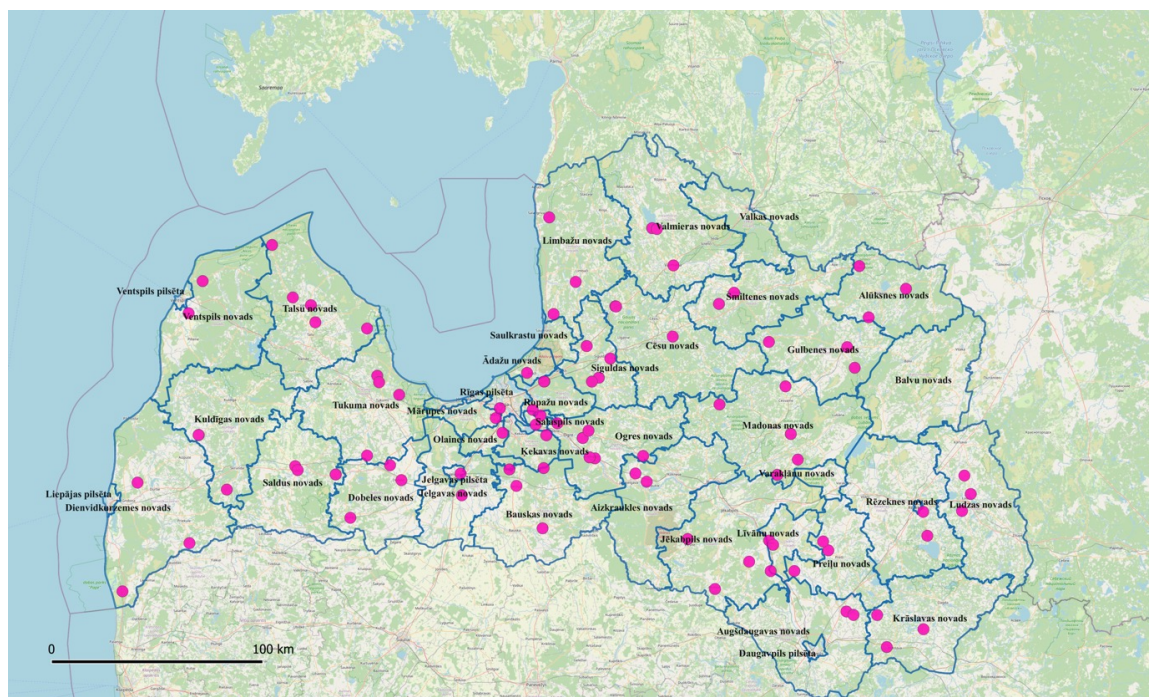
Paraugi	trnL	Skrīninga gēni						
		p35S	tNOS	pat	tE9	pFMV	Cry1Ab/Ac	bar
Kopā n=50	pozitīvi	negatīvi	negatīvi	negatīvi	negatīvi	negatīvi	negatīvi	negatīvi

Visiem zālāju un zālienu sēklu paraugiem tika iegūta pozitīva amplifikācija uz hloroplastu introna gēnu trnL, un tie bija negatīvi uz visiem septiņiem pārbaudītajiem skrīninga gēniem.

# Pētījums par ziedputekšņu paraugiem

- Ziedputekšņu paraugu pētījuma mērķis bija, noteikt iespējamu neapzinātu ĢMO izplatību Latvijas vidē.
- Ziedputekšņi ir izmantoti ĢMO pētījumos arī citur. Piemēram, Vācijā tika meklēts ĢM kukurūzas piejaukums ziedputekšņu paraugos, salīdzinot tos, kas ievākti ar speciālām ierīcēm, ar tiem, ko ievākušas bites. Konstatēja, ka bišu ievāktajos ziedputekšņos ĢM kukurūzas ziedputekšņu īpatsvars bija līdzīgs kā tajos paraugos, kas iegūti ar ziedputekšņu savākšanas ierīcēm (Hofmann et al., 2010).
- Ziedputekšņi var tikt izmantoti kā pārbaudāmais rādītājs, lai noteiktu transgēnu iespējamo izplatību vidē kontekstā ar sauszemes ekosistēmu aizsardzības mērķi – bioloģiskās daudzveidības aizsardzību (ģenētisko variabilitāti, sugu un to funkciju daudzveidību, dzīvotņu un ekosistēmu daudzveidību), kā arī gaisa piesārņojuma novēršanu. Bišu saimes var tikt izmantotas kā bioloģiskais ziedputekšņu ieguves veids līdzīgi kā tehniskās ziedputekšņu ieguves ierīces (Züghart et al., 2013).
- Bišu saime ievāc nektāru un ziedputekšņus 2 km rādiusā no dravas atrašanās vietas (Mizis, 2015), bet citos literatūras avotos minēti 3 km.

# Ziedputekšņu paraugu izcelsme

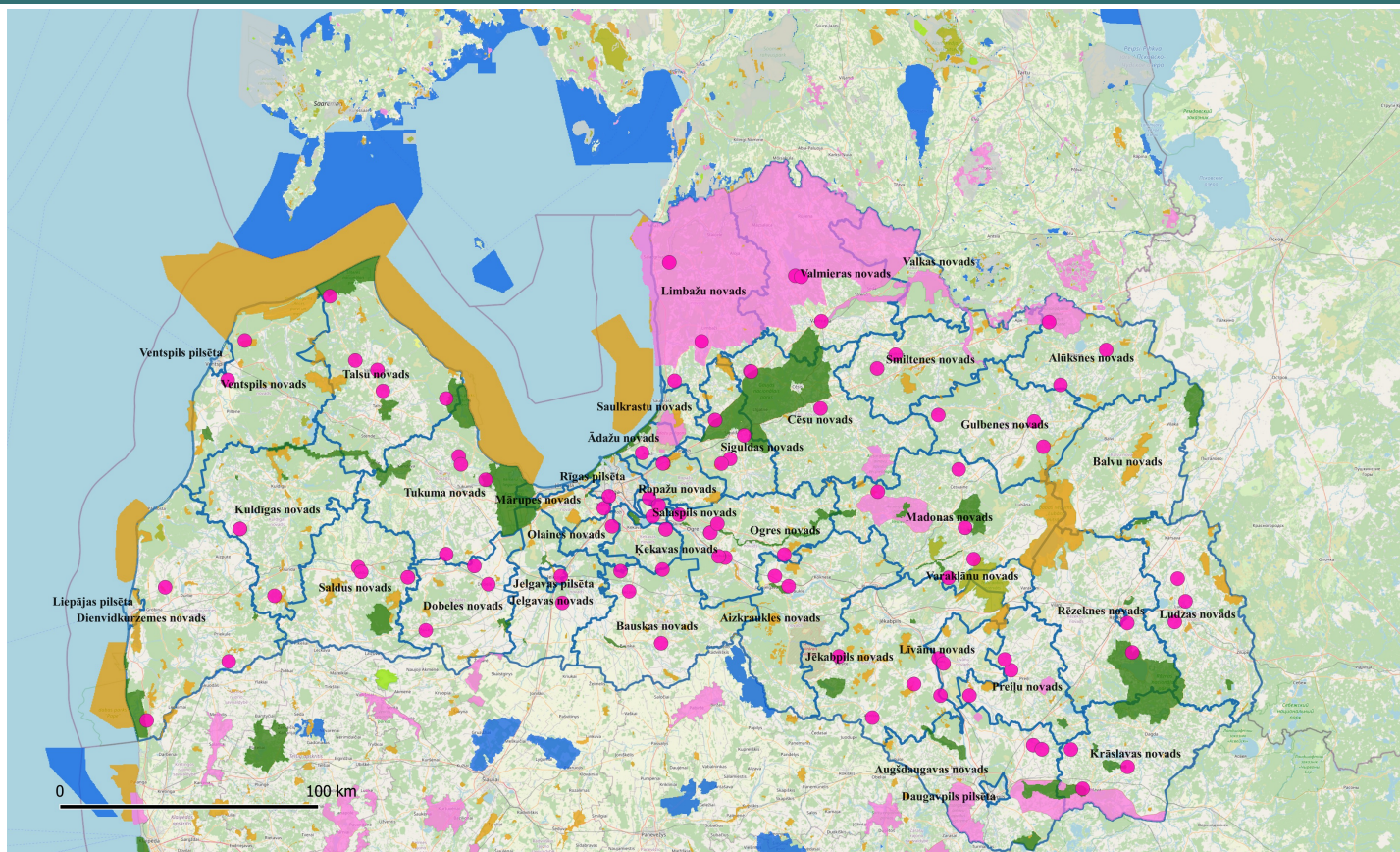


97 ziedputekšņu un 3 bišu maizes paraugu izcelsmes vietas Latvijas kartē.

Paraugu sadalījums pa novadiem

Novads	Paraugu skaits	Novads	Paraugu skaits
Aizkraukles	3	Madonas	6
Alūksnes	3	Mārupes	1
Augšdaugavas	2	Ogres	8
Ādažu	1	Olaines	2
Bauskas	3	Preiļu	3
Cēsu	3	Rēzeknes	2
Dienvidkurzemes	3	Rīga	2
Dobeles	3	Ropažu	3
Gulbenes	3	Salaspils	2
Jelgavas	2	Saldus	4
Jēkabpils	3	Siguldas	5
Krāslavas	3	Smiltenes	2
Kuldīgas	4	Talsu	5
Ķekavas	2	Tukuma	4
Limbažu	2	Valmieras	3
Līvānu	3	Ventspils	2
Ludzas	3	-	-

# Ziedputekšņu paraugi kontekstā ar Natura 2000



# Ziedputekšņu pētījuma rezultāti

Paraugi	trnL/ CruA	Skrīninga gēni							DP-073496-4	MON94100
		p35S	tNOS	pat	tE9	pFMV	Cry1Ab/Ac	bar		
Kopā n=100	poz	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg

- Visiem paraugiem tika iegūta amplifikācija uz kruciferīna A gēnu CruA, izņemot vienu paraugu no Rēzeknes novada. Reālā laika PĶR amplifikācijas Ct vērtības variēja no 22,45 līdz 38,27 (vidēji 26,27), norādot uz to, ka gandrīz visi paraugi saturēja ziedputekšņus no rapša un citiem kāpostu dzimtas augiem.
- Ar izmantoto metodi pozitīvu amplifikāciju var iegūt ne tikai rapsim, bet arī citu sugu augiem: Tāla sīkplikstiņam *Arabidopsis thaliana*, dažādām Sareptas sinepes *B. juncea* apakšsugām, melnajai sinepei *B. nigra*, dažādām dārza kāposta *B. oleracea* apakšsugām un kultivāriem, dažādām tīruma rāceņa *B. rapa* apakšsugām, eļļas rutkam *R. sativus* un baltajai sinepei *S. alba* (Wu et al., 2010).
- Visi paraugi bija negatīvi uz pārbaudītajiem skrīninga gēniem, kā arī uz atsevišķo rapša notikumu DP-073496-4 (skat. tabulu).
- Visi paraugi bija negatīvi uz pārbaudītajiem skrīninga gēniem, kā arī uz atsevišķajiem rapša notikumiem DP-073496-4 un MON94100 (skat. tabulu).



# Monitoringa programmu izvērtējums

Projekta pirmajā gadā (04.10.23.) tika nosūtīta uzaicinājuma vēstule ekspertu nominēšanai 21 institūcijai:

APP Agrolesursu un ekonomikas institūts

APP Latvijas Biomedicīnas pētījumu un studiju centrs

Daugavpils Universitātes Sistemātiskās bioloģijas institūts

Estonia, Latvia and Lithuania Environment

Latvijas Biozinātņu un tehnoloģiju universitātes

Augsnes un augu zinātņu institūts

Latvijas Biozinātņu un tehnoloģiju universitātes Augu aizsardzības zinātniskais institūts "Agrihorts"

Latvijas Biškopības biedrība

Latvijas Dabas fonds

Latvijas Dabas muzejs

Latvijas Entomoloģijas biedrība

Latvijas Ģenētiķu un selekcionāru biedrība

Latvijas Ornitoloģijas biedrība

Latvijas Universitāte, Bioloģijas fakultāte

Latvijas Universitātes (LU) Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte

Latvijas Universitātes Bioloģijas institūts

Latvijas Valsts mežzinātnes institūts "Silava"

Latvijas Vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas centrs

LU Mikrobioloģijas un biotehnoloģijas institūts

Nacionālais botāniskais dārzs

Valsts augu aizsardzības dienests

Vides risinājumu institūts



# Monitoringa programmu izvērtējums

Tika saņemtas sekojošas ekspertu nominācijas un pieteikumi:

- Augsnes kvalitātes monitorings - **Guntis Tabors**, Dr. biol., Latvijas Universitāte (LU), Medicīnas un dzīvības zinātņu fakultāte (MDZF),
- Putekšņu monitorings - **Olga Sozinova**, Dabaszinātņu doktora grāds dabas ģeogrāfijā, LU Eksakto zinātņu un tehnoloģiju fakultāte (EZTF),
- Natura 2000 vietu monitorings – bezmugurkaulnieku daļa **Maksims Balalaikins**, Dr. biol., Daugavpils Universitāte Dzīvības zinātņu un tehnoloģiju institūts (DU DZTI), **Normunds Stivriņš**, PhD Earth Sciences, LU Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte,
- Vides monitoringa fona un speciālais monitorings - bezmugurkaulnieku daļa **Maksims Balalaikins**, Dr. biol., DU DZTI, **Normunds Stivriņš**, PhD Earth Sciences, LU Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte;
- Lauksaimniecības noteču monitorings - **Guntis Tabors**, Dr. biol., LU MDZF,
- Augu kaitēkļu un slimību monitorings – **Zigmunds Orlovskis**, PhD in Biological Sciences, APP "Latvijas Biomedicīnas pētījumu un studiju centrs",
- ĢMO mērķa un ne-mērķa kukaiņu monitorings – **Maksims Balalaikins**, Dr. biol., DU DZTI,
- Nezāļu monitorings - **Līvija Zariņa**, Dr.agr., Agroresursu un ekonomikas institūts,
- ĢM augu ietekme uz savvaļas augu populācijām – **Ģederts Ieviņš**, Dr. hab. biol., LU MDZF,
- Kolembolu monitorings - **Edīte Juceviča**, maģistra grāds bioloģijā, LU Bioloģijas institūts,
- Apputeksnētāju un tauriņu monitorings - **Maksims Balalaikins**, Dr. biol., DU DZTI,
- Augsnes izmaiņu indikatoru monitorings – **Guntis Tabors**, Dr. biol., LU MDZF,
- Ar gēnu noteikšanas metodēm nosakāmo indikatoru monitorings, sēkļu monitorings – **Lelde Grantiņa-Ieviņa**, Dr. Biol., BIOR,
- ĢMO un NGT augu vides monitorings attiecībā uz to spēju hibridizēties ar savvaļas augu sugām - **Nils Rostoks**, Dr. biol., LU MDZF, BMC,
- Slieku monitorings – **Jānis Ventīņš**, Dr. biol., LU EZTF ,
- Putnu monitorings – **Indriķis Krams**, . Dr. biol., BIOR.

# Secinājumi no monitoringa programmu izvērtējuma

1. Lai gan Latvijas nevalstisko un zinātnisko institūciju pieredze un kapacitāte ļauj veikt lielu daļu no nepieciešamajām vides fona un speciālajām monitoringa programmām, esošās regulārā monitoringa sistēmas ir tikai daļēji piemērotas ĢMO vispārīgās uzraudzības veikšanai. Vairākas būtiskas organismu grupas, kuras nonāktu tiešā saskarē ar ĢMO to potenciālās audzēšanas vai nejaušas izbiršanas gadījumā, tādas kā **sliekas, kolembolas, augsnes mikroorganismi, kā arī tādi apputeksnētāji kā savvaļas bites un kameņes**, vispār netiek monitorētas. Līdz ar to šiem organismiem bāzes līnijas dati visas Latvijas mērogā nav pieejami.
2. Daudz informācijas tiek uzkrāts **Lauku atbalsta dienesta datu bāzē**, piešķirot Eiropas Savienības finansējumu lauksaimniekiem, kas attiecināma gan uz izmantoto augu aizsardzības līdzekļu veidiem un apjomiem, gan konkrētu lauku vēsturi un daudziem citiem aspektiem. Šo informāciju var izmantot, lai nepieciešamības gadījumā izvērtētu ĢMO un/vai NGT (*New Genomic Technique*) šķirņu audzēšanas vai nejaušas nonākšanas vidē ietekmi.

# Secinājumi no monitoringa programmu izvērtējuma

3. Bezmugurkaulnieku monitorings ir nozīmīgs Latvijā, jo tie veido pamatu ekosistēmu veselīgai funkcionēšanai un iegūtie rezultāti var tikt tiešā un netiešā mērā izmantojami ĢMO konstatēšanā un izpētē. Īpaši svarīgi ir izstrādāt vienotu **metodiku kolembolu un citu augsnes sīkposmkāju ilglaicīgai izpētei** ar ĢMA (ģenētiski modificētiem augiem) kultivētās lauksaimniecības zemēs, ja ĢMA audzēšana tiktu atļauta, kas ļautu novērtēt ietekmi uz augsnes bioloģisko daudzveidību un ekosistēmas funkcionēšanu.

4. Faunistisko grupu izmantošanai kā augsnes kvalitātes indikatoriem ir nepieciešams izvēlēties tādus organismus, kas ir dominējošie un sastopami visos augsnes tipos, ir liela to pārpilnība un **augsta bioloģiskā daudzveidība**, un svarīga nozīme augsnes funkcionēšanā, ieskaitot, barības ķēdēs. Augsnes funkcijas, ko nodrošina vairākas sugas, ir izturīgākas pret dažādu apstākļu izmaiņām nekā tās augsnes funkcijas, kuras nodrošina tikai viena vai divas sugas. Tāpēc augsnes ekosistēmas noturība ir vēl viena augsnes īpašība, kas saistīta ar bioloģisko daudzveidību, un to uzskata par vērtīgu faktoru, kas būtu jāsauglabā.

# Secinājumi no monitoringa programmu izvērtējuma

5. Esošajās monitoringa programmās ĢMO potenciālās ietekmes novērtēšanai nozīmīgākā ir **Fona monitoringa programma**, kuras mērķis sniegt informāciju par sugu populāciju lieluma (vai relatīvā lieluma) un biotopu platību izmaiņu tendencēm valstī. Atšķirībā no Natura 2000 monitoringa, kas tiek veikts tikai īpaši aizsargājamās dabas teritorijās, fona monitorings nodrošina sugu un biotopu monitoringu, kas ir reprezentatīvs visai valsts teritorijai kopumā.

6. Natura 2000 teritorijās ir būtiski veikt ilgtermiņa vides fona un speciālo monitoringu, lai novērtētu ĢMO ietekmi uz vietējām sugām un ekosistēmām. Ņemot vērā šo teritoriju saikni ar piegulošajām zemēm un Baltijas jūru, potenciālo ĢMO monitorēšana ir vitāli svarīga gan lokālā, gan reģionālā līmenī. Šajā kontekstā svarīgi **izstrādāt specifiskas monitoringa metodikas** (ņemot par pamatu jau aprobētās metodikas), kas pielāgotas vietējām dabas īpatnībām (sugām, ekosistēmām) un ņem vērā klimata izmaiņu radītas sugu migrācijas tendences.

# Secinājumi no monitoringa programmu izvērtējuma

7. Ar agroekosistēmām tieši saistītie vai robežbiotopi tiek monitorēti tikai atsevišķos gadījumos, jo pārsvarā esošais monitoringa koncentrējas uz Eiropas nozīmes aizsargājamiem biotopiem. **GMA iespējamās ruderālās populācijas** būtu jāuzrauga tādās vietās kā tīrumu malas, ceļmalas lauku teritorijās un pārstrādes uzņēmumu apkārtnē, kā arī dzelzceļa tuvumā.

8. **Nezāļu monitoringam** būtu jānotiek regulāri visas Latvijas teritorijā, pastiprinātu uzmanību pievēršot iespējamai nezāļu rezistencei un izturībai pret herbicīdiem. Tā kā ir tendence pieaugt to gadījumu skaitam, kad potenciāli radusies herbicīdu rezistence, regulāra monitoringa sistēma palīdzētu savlaicīgi identificēt rezistences parādīšanos konkrētās teritorijās un veikt preventīvus pasākumus. Tas ļautu saglabāt lauksaimniecības efektivitāti un samazināt herbicīdu pārmērīgu lietošanu, vienlaikus ierobežojot rezistentu nezāļu izplatīšanos un mazinot ietekmi uz ekosistēmām un vidi.

# Secinājumi no monitoringa programmu izvērtējuma

9. Būtu nepieciešams izstrādāt **anemofilo augu putekšņu monitoringa metodes pielāgojumu** ĢMO un/vai NGT augu monitoringa veikšanai.

10. ĢMA ietekme uz **putniem** un to populācijām ir atkarīga no konkrētā auga, tehnoloģijas un vietējās ekosistēmas. ĢMA audzēšana var samazināt nepieciešamību pēc pesticīdu pielietošanas, tādējādi potenciāli uzlabojot putnu fizioloģiskās norises un putnu dzīves apstākļus, taču tajā pašā laikā intensīva herbicīdu izmantošana vai kukaiņu skaita samazinājums var negatīvi ietekmēt barības ķēdes un biotopus. Putnu populācijām un retajām sugām jāpievērš īpaša uzmanība, lai nodrošinātu, ka ĢM tehnoloģijas neapdraud bioloģisko daudzveidību. Esošās putnu uzskaites un monitorings ir jāturpina un jāpilnveido, lai tie tiktu ciešāk piesaistīti potenciālajām ĢM kultūraugu platībām. Monitoringa programmas ir jāmodificē arī saskaņā ar jaunākajiem pētījumiem par ĢM kultūraugu ietekmi uz putnu sugu un populāciju daudzveidību. Būtu jāparūpējas, ka notiek ne tikai putnu skaita izvērtēšana, bet arī tieša putnu populāciju ģenētiskās daudzveidības regulāra izpēte un monitorings.

# Secinājumi no monitoringa programmu izvērtējuma

11. Latvijas **augu kaitēkļu un slimību izraisītāju monitorings** eksperta vērtējumā nav vienlīdz attīstīts kā daudzu savvaļas aizsargājamo organismu uzskaitē, bet to paredz EFSA vadlīnijas un tam ir milzīga ekonomiskā nozīme, lai izstrādātu efektīvus veidus kaitēkļu un slimību apkarošanā, kā arī CRISPR tehnoloģiju izmantošanā ilgtspējas veicināšanā nākotnē. Jaunu CRISPR/Cas vai citādi selekcionētu augu šķirņu un sējmateriāla izmantošana var tikt monitorēta kontekstā ar slimību un kaitēkļu izplatību un uzliesmojumiem, ļaujot zinātniski izsecināt šo uzlaboto kultūru efektivitāti augu rezistences palielināšanā reālos lauka apstākļos.

12. **Jaunās paaudzes GMO izmantošana Eiropā ir atbalstāma** konkurētspējas, vides drošības un veselīgas pārtikas nodrošināšanā; monitoringa programmas šīs tehnoloģijas izmantošana būtu jāintegrē ar agroekosistēmu izmantošanas, ražas datu, kaitēkļu un slimību efektīvāku monitoringu, lai palīdzētu izstrādāt jaunu kultūraugu šķirnes ar molekulārām metodēm un novērtētu to efektivitāti kaitēkļu rezistencē.

# Secinājumi no monitoringa programmu izvērtējuma

13. GMO un/vai NGT augu monitoringa veikšana prasa papildu izmaksas, kas saistītas ar **ISO/IEC 17025 standarta iegūšanu un uzturēšanu**, reaģentu iegādi, papildus darbinieku algošanu un papildu aparatūras nodrošinājumu. Pašlaik Latvijā ir tikai viena akreditēta laboratorija, kurā ir metodes ĢMO kvalitatīvai un kvantitatīvai noteikšanai pārtikā, barībā, sēklās un augu pavairojamajā materiālā. Šobrīd īstenojams ir pirmās paaudzes ĢMO monitorings, bet NGT1 un NGT2 prasa katrai mutācijai specifisku metožu un pozitīvo kontroļu nodrošinājumu.
14. Pēc jaunā NGT regulējuma Eiropas Savienībā apstiprināšanas, varētu būt **nepieciešams aktualizēt sēklu un augu pavairošanas materiāla monitoringa programmu**.



# Secinājumi no monitoringa programmu izvērtējuma

15. Atbilstoša finansējuma gadījumā un iesaistot monitoringā attiecīgās jomas speciālistus, varētu ievākt augu paraugus un veikt to molekulārās analīzes, tai skaitā DNS sekvences analīzi, lai novērtētu iespējamu ĢMA klātbūtni savvaļā vai lauksaimniecības zemēs, kā arī iespējamu gēnu plūsmu. Lai veiktu šādas darbības, būtu nepieciešama cieša sadarbība ar pārējām vides monitoringa jomām, tai skaitā informācijas aprietei, paraugu ievākšanai un tml. Piemēram, lai izsekotu iespējamai gēnu plūsmai no savvaļā nonākušām ĢM rapša populācijām uz rapša savvaļas radniekiem, būtu vispirms nepieciešams **identificēt šādas populācijas pēc morfológiskām pazīmēm** piesaistot botānikas jomas ekspertus, kā arī noteikt iespējamus hibrīdus. Lai sašaurinātu monitoringa apjomu un attiecīgi samazinātu izmaksas paraugu molekulārajām analīzēm, būtu nepieciešama salīdzinoši precīza informācija par iespējamām vietām, kur ĢM rapša sēklas var nonākt apkārtējā vidē. Lai to darītu nepieciešama cieša koordinācija starp pētniecības iestādēm, BIOR, VAAD un PVD, tieši BIOR speciālistiem uzņemoties koordinatora lomu.

# Projekta rezultātu prezentēšana

1. Seminārs projekta rezultātu izplatīšanai klātienē un attālināti 01.11.2024.
2. Konferences un citi pasākumi:
  - 1) 82. LU starptautiskā zinātniskā konference 2024. Augu bioloģijas sekcija 01.02.2024. Mutiska prezentācija: **Grantiņa-leviņa L.**, Ķibilds J., Kovaļčuka L., Boikmanis G., Ortlova K., Mališevs A., Bebre E., leviņš Ģ. Ruderālo rapša populāciju monitorings ar ģenētiski modificētiem augiem potenciāli piesārņotās teritorijās;
  - 2) Annual meeting of European Enforcement Project on Contained Use and Deliberate Release of GMOs, Vīne, Austrija, 23.-24.05.2024. Mutiska prezentācija: **L. Grantina-levina**, J. Kibilds, L. Kovalcuka, G. Boikmanis, K. Ortlova, A. Malisevs, E. Bebre, I. Aleksejeva, G. levins. Monitoring of ruderal rapeseed populations in Latvia in territories potentially contaminated with genetically modified plants;
  - 3) 20. Nacionālo references laboratoriju par ĢMO seminārs, Ispra, Itālija, 12.11.2024. Mutiska prezentācija: **L. Grantina-levina**, J. Kibilds, L. Kovalcuka, G. Boikmanis, K. Ortlova, A. Malisevs, E. Bebre, I. Aleksejeva, G. levins. Two years long monitoring of ruderal rapeseed populations in Latvia in territories potentially contaminated with genetically modified plants and country-wide pollen sample screening for GMO contamination.
3. Lekcijas par Institūta BIOR funkcijām ĢMO jomā un ĢMO noteikšanu pārtikā, barībā un sēklās: 12. aprīlī LBTU Lauksaimniecības un pārtikas tehnoloģijas fakultātes maģistrantūras studentiem studiju kursa "Jaunā Pārtika" ietvaros, savukārt 20. novembrī LU akadēmiskās bakalaura programmas "Biotehnoloģija un bioinženierija" studentiem.
4. Populārzinātnisks raksts žurnāla "Saimnieks" novembra izdevumā: L. Grantiņa-leviņa, J. Ķibilds, L. Kovaļčuka, K. Ortlova, G. Boikmanis, A. Mališevs, E. Bebre, Ģ. leviņš. Vai Latvijā kaut kur ir sastopami ģenētiski modificēti augi un kādas pārmaiņas mūs sagaida nākotnē?

# Paldies par uzmanību!

