

**Pārskats par Latvijas Republikas Zemkopības ministrijas  
Lauku atbalsta dienesta zinātniskā projekta  
„Ģenētiski modificētu augu sēklu un  
pavairojamā materiāla iespējamo risku  
zinātniskā riska novērtēšana Latvijas teritorijā  
un risku vadības rekomendāciju izstrāde  
atbilstoši Latvijas agroekonomiskajiem  
apstākļiem”  
norisi 2016. gadā**



**Rīga, 2016**

## Lietotie saīsinājumi

ASV - Amerikas Savienotās Valstis

EK – Eiropas Komisija

EFSA – European Food Safety Authority

ES – Eiropas Savienība

FVO - Food and Veterinary Office

GMO – genetically modified organisms

ĢM – ģenētiski modificēts

ĢMO – ģenētiski modificēti organismi

ISO – International Organization for Standardization

ISTA - International Seed Testing Association

JRC - Joint Research Centre

LLP - low level presence

LR ZM LAD - Latvijas Republikas Zemkopības ministrijas Lauku atbalsta dienests

OECD - Organisation for Economic Co-operation and Development

PĶR – Polimerāzes ķēdes reakcija

PVD - Pārtikas un Veterinārais dienests

RASFF - Rapid Alert System for Food and Feed

VAAD – Valsts Augu aizsardzības dienests

ZM – Zemkopības ministrija

## Satura rādītājs

KOPSAVILKUMS .....	6
ZM LAD projekta 1. etapā 2016. gadā paveiktā darba apraksts.....	8
Projekta mērķis un uzdevumi .....	8
Projekta aktivitātes 2016. gadā.....	11
Potenciālie ĢM sēklu ienākšanas ceļi Latvijas teritorijā .....	13
Tīša vai netīša nemarķētu ĢM sēklu ieviešana.....	13
ĢM sēklu piemaisījumi konvencionālo sēklu partijās un citā augu pavairošanas materiālā .....	14
ĢM sēklu imports pārtikai vai dzīvnieku barībai .....	17
Cita veida ĢM sēklu nejauša ienākšana .....	18
Literatūras saraksts.....	19
Secinājumi.....	22
Pielikums Nr. 1. Projekta darba grupas sēdes PROTOKOLS 1 .....	23
Pielikums Nr. 2. Projekta darba grupas sēdes PROTOKOLS 2 .....	25
Pielikums Nr. 3. Projekta darba grupas sēdes PROTOKOLS 3 .....	27
Pielikums Nr. 4. Literatūras analīze.....	29
Sistemātiska literatūras analīze par ĢM sēklu un pavairojamā augu augu materiāla iespējamiem izplatības ceļiem.....	29
Datubāzes un analīzes metodika.....	29
Literatūras datu analīze.....	30
Literatūras saraksts .....	32
Plašāka literatūras analīze .....	38
Sēklu un pavairojamā materiāla ražošana Eiropas Savienībā .....	38
Pārskats par ES ĢM augu sēklu regulējumu .....	42
Sēklu partiju testēšanas metodiskā pieja, lai noteiktu neparedzētu ĢM sēklu klātbūtni .....	45
FVO veikto auditu rezultāti .....	46

OECD pētījums par zema līmeņa piesārņojuma klātbūtni sēklās.....	50
Starptautisko nevalstisko organizāciju ziņojumu analīze.....	55
Papildus zinātniskās literatūras analīze .....	56
Nākotnes prognozes.....	65
Atsevišķu ES valstu monitoringa programmas un to piemērotība Latvijas apstākļiem.....	67
Secinājumi .....	70
Izmantotā literatūra.....	71
<b>Pielikums Nr. 5. Publisko datu bāžu analīze par dzīvotspējīga ĢM sēklu un augu pavairojamā materiāla konstatēšanas gadījumiem Eiropas Savienībā.....</b>	<b>76</b>
RASFF.....	76
ĢMO piesārņojuma reģistrs .....	92
Literatūras atsauces .....	117
<b>Pielikums Nr. 6. ES dalībvalstu pieredzes sēklu materiāla testēšanai, lai noteiktu ĢM sēklas un pavairojamo augu materiālu .....</b>	<b>118</b>
Sēklu un augu pavairojamā materiāla paraugu ņemšana un sagatavošana ĢM testēšanai .....	118
ISO standartu saraksts, kas attiecināms uz Sēklu un augu pavairojamā materiāla paraugu ņemšanu un sagatavošanu ĢM testēšanai .....	124
<b>Pielikums Nr. 7. Pārskats par dalību seminārā “Meeting of the European Enforcement Project on Contained Use and Deliberate Release of GMOs”, Utrehta, Nīderlande, 2016. gada 26. – 27. maijs .....</b>	<b>131</b>
<b>Pielikums Nr. 8. Atsevišķu reprezentatīvu ĢM augu izvērtējums attiecībā uz to potenciālajiem riskiem saistībā ar ĢM sēklu apriti.....</b>	<b>134</b>
Kukurūza NK 603 .....	136
Kukurūza MON810.....	139
Rapsis GT73.....	142
Soja MON89788 .....	145
Kartupeļi EH92-527-1.....	148
<b>Pielikums Nr. 9. Augu sēklu imports Eiropas Savienībā un Latvijā .....</b>	<b>152</b>

Literatūras saraksts .....	154
Pielikums Nr. 10. Latvijā ievesto kukurūzas šķirņu apkopojums.....	157

# KOPSAVILKUMS

**Pārskats par Latvijas Republikas Zemkopības ministrijas Lauku atbalsta dienesta (LR ZM LAD) zinātniskā projekta „Ģenētiski modificētu augu sēklu un pavairojamā materiāla iespējamo risku zinātniskā riska novērtēšana Latvijas teritorijā un risku vadības rekomendāciju izstrāde atbilstoši Latvijas agroekonomiskajiem apstākļiem” pirmā etapa norisi.**

Ģenētiski modificētu organismu (ĢMO) izplatīšanu vidē, kā arī ģenētiski modificētas pārtikas un dzīvnieku barības izplatīšanu Eiropas Savienības (ES) tirgū nosaka direktīva 2001/18/EC, kā arī Regulas 1829/2003 un 1830/2003. Direktīva 2001/18/EC ir pārņemta Latvijas Republikas likumdošanā kā Ģenētiski modificēto organismu aprites likums no 15.11.2007. ar labojumiem un uz tā pamata izdotiem Ministru kabineta noteikumiem Nr.457 “Noteikumi par ģenētiski modificēto organismu apzinātu izplatīšanu”. ES augu sēklu un pavairojamā materiāla apriti (tai skaitā ģenētiski modificētu) regulē 12 direktīvas ([http://ec.europa.eu/food/plant/plant\\_propagation\\_material/legislation/review\\_eu\\_rules/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/food/plant/plant_propagation_material/legislation/review_eu_rules/index_en.htm)). Latvijas Republikā augu sēklu un pavairojamā materiāla izplatīšanu un kontroli nosaka Sēklu un šķirņu aprites likums no 07.10.1999. ar labojumiem un uz tā pamata izdotiem tiesību aktiem, kas paredz prasības ģenētiski modificētu sēklu un pavairojamā materiāla izplatīšanai LR teritorijā. Ne Latvijas, ne ES likumdošanā nav noteikts pieļautais ģenētiski modificētu (ĢM) sēklu piemaisījuma līmenis, taču ņemot vērā, ka ES audzēšanai autorizēta tikai MON810 kukurūza, tiek pieņemts, ka ĢM sēklu piemaisījums nedrīkst pastāvēt.

Latvijā ir veikti divi pētījumi ĢM lauksaimniecības augu jomā (“Ģenētiski modificēto organismu riska faktoru un ietekmes uz vidi novērtējums”, “Ģenētiski modificēto kultūraugu audzēšanas ekonomiskais novērtējums Latvijā”), taču Latvijā līdz šim nav veikti pētījumi par riskiem, kas saistīti ar ĢM augu sēklām un pavairojamo materiālu. Būtisks posms lauksaimniecības augu audzēšanā ir zināmas izcelsmes un kvalitatīvas sēklas un pavairojamais materiāls. Valsts augu aizsardzības dienesta (VAAD) kompetence un tiesības ĢMO aprītē ir definētas ĢMO aprites likuma 7. un 33. pantā. Lai arī ĢMO aprites likuma 33. pantā ir definētas uzraudzības un kontroles institūciju, tai skaitā VAAD tiesības, “ņemt paraugus, lai noteiktu, vai

pārtikā, dzīvnieku barībā, sēklās un augu pavairošanas materiālā, kā arī citos vides objektos ir ģenētiski modificētie organismi”, tomēr šo normatīvu ievērošanu kavē vadlīniju trūkums. VAAD ierosināja, ka, lai efektīvāk tiktu izmantoti finanšu resursi un, ņemot vērā, ka ĢMO sfēra ir salīdzinoši jauna, būtu nepieciešams veikt zinātnisku praktisku pētījumu, lai noskaidrotu kādā veidā ĢMO sēklas un pavairošanas materiāls varētu iekļūt Latvijā, kā arī, pēc tam, kad tiktu konstatētas riskantākās sugas, būtu nepieciešams izstrādāt vadlīnijas paraugu ņemšanai. ***Tādējādi projekta aktualitāti nosaka nepieciešamība izstrādāt ĢM augu sēklu un pavairojamā materiāla riska vadības rekomendācijas, kas būtu piemērotas Latvijas agroekonomiskajiem apstākļiem.***

2016. gadā ir uzsākta projekta realizācija ar Pārtikas drošības, dzīvnieku veselības un vides zinātniskais institūta BIOR (turpmāk Zinātniskais institūts BIOR), VAAD un Latvijas Universitātes Bioloģijas fakultātes ekspertu līdzdalību. Projekta gaitā ir veikta apjomīga literatūras un citu informācijas avotu analīze, kas dod iespēju identificēt potenciālos ĢM sēklu un augu pavairojamā materiāla nonākšanas ceļus Latvijā, noteikti specifiskie riski, kas saistīti ar konkrētu ĢM kultūru apriti, kā arī apkopota informācija par paraugu ņemšanas un analīzes metodēm, kuras tiks izmantotas tālākajā projekta gaitā.

# ZM LAD projekta 1. etapā 2016. gadā paveiktā darba apraksts

## Projekta mērķis un uzdevumi

Projekta mērķis ir ĢM augu sēklu un pavairojamā materiāla iespējamo risku novērtēšana Latvijā un risku vadības rekomendāciju izstrāde.

Projekta rezultātā tiks izstrādātas ar ĢM augu sēklu un pavairojamā materiāla apriti saistīto risku vadības rekomendācijas, kas ņems vērā konkrētos Latvijas agroekonomiskos apstākļus nodrošinot atbilstošo lauksaimniecības nozaru darba atbilstību ĢMO aprites likuma, Sēklu un šķirņu aprites likuma un uz to bāzes izdoto tiesību aktu prasībām.

### Projekta realizācijai izvirzīti sekojoši darba uzdevumi:

1. Identificēt potenciālo apdraudējumu un sagatavot tā aprakstu, skaidrojot tēmas aktualitāti un nosakot riska izraisītāju (ĢM augu sēklu un pavairojamā materiāla) izcelsmes avotus.
2. Raksturot potenciālos ĢM augu sēklu un pavairojamā materiāla ienākšanas ceļus Latvijas teritorijā.
3. Veikt ekspozīcijas novērtējumu – eksperimentālu situācijas novērtēšanu Latvijas teritorijā, ietverot sēklu un pavairojamā materiāla paraugu vākšanu un laboratoriskos izmeklējumus.
4. Raksturot risku un sniegt riska novērtējumu, pamatojoties uz zinātnisko informāciju par iespējamo apdraudējumu un iegūtajiem analītiskajiem rezultātiem.
5. Izstrādāt riska vadības rekomendācijas atbilstoši Latvijas agroekonomiskajiem apstākļiem.

Plānotā projekta uzdevumu realizācija parādīta 1. attēlā. Saskaņā ar plānoto grafiku 2016. gadā tika izveidota projekta darba grupa (1. tabula) un uzsākta projekta realizācija veicot darbus pie 1. un 2. darba uzdevuma izpildes.



Darba uzdevumi	Realizācijas laiks											
	2016				2017				2018			
	I.	II.	III.	IV.	I.	II.	III.	IV.	I.	II.	III.	IV.
1. uzdevums	■	■	■	■								
2. uzdevums		■	■	■	■	■						
3. uzdevums			■	■	■	■	■	■				
4. uzdevums							■	■	■	■		
5. uzdevums									■	■	■	■

1. attēls. Plānotais projekta realizācijas grafiks.

2016. gadā tika veikta projekta priekšizpēte, kuras rezultātā ir sagatavots detalizēts apraksts par dažādu ĢM augu sēklu un pavairojamā materiāla potenciālo apdraudējumu, kā arī noteikti iespējamie ĢM sēklu un pavairojamā materiāla izcelsmes avoti ES audzētajām un pārtikas un dzīvnieku barības vajadzībām importētajām sugām. Priekšizpēte balstījās uz zinātniskajā literatūrā pieejamajiem datiem, pieteicēja veikto monitoringa rezultātu analīzi, kā arī Latvijas un starptautisko pieredzi ĢM augu sēklu un pavairojamā materiāla aprītē (sadarbībā ar VAAD un International Seed Testing Association). Priekšizpētes rezultātā raksturots potenciālais apdraudējums ĢM augu kultūrām, kuras pārstāv plašāk sastopamos ģenētiskās modifikācijas veidus (herbicīdu tolerance, kukaiņu rezistence, kā arī antibiotiku rezistence). Priekšizpētes rezultātā noteiktie varbūtējie ĢM augu sēklu un pavairojamā materiāla ienākšanas ceļi Latvijā ļaus izstrādāt stratēģiju turpmāko projekta darba uzdevumu veikšanai, piemēram, identificēt iespējamās paraugu ievākšanas vietas, izstrādāt vadlīnijas un iegūt nepieciešamās atļaujas paraugu ievākšanai, vai identificēt kvalitatīvās un kvantitatīvās analīzes metodes noteiktiem ĢM augu sēklu un pavairojamā materiāla veidiem.

1. tabula. Projekta darba grupa un tās dalībnieku darba uzdevumi 2016. gadā.

Vārds, uzvārds	Amats, zinātniskais grāds	Darba pienākumi
Nils Rostoks	Projekta vadītājs, pētnieks, Dr. biol.	Zinātniskā projekta vispārējā vadība, darba mērķu un uzdevumu noteikšana un korekcija atbilstoši projekta realizācijas gaitai; Zinātniskās literatūras un datu bāzu analīze saistībā ar

		<p>dokumentētiem ĢM augu sēklu un pavairojamā materiāla un ar tiem kontaminētu konvenciālo šķirņu sēklu materiāla nonākšanas gadījumiem ES teritorijā un tiem saistītajiem riska vadības pasākumiem;</p> <p>Literatūras pārskata sagatavošana par riskiem, kas saistīti ar ĢM augu sēklām un pavairojamo materiālu izcelsmi;</p> <p>Potenciālo ĢM augu sēklu un pavairojamā materiāla ienākšanas ceļu ES un Latvijas teritorijā identifikācija un raksturojums;</p> <p>Riska vadības vadlīniju sagatavošana attiecībā uz raksturotajiem riskiem;</p> <p>Zinātnisko pārskatu sagatavošana atbilstoši projekta mērķim un uzdevumiem;</p> <p>Zinātnisko publikāciju sagatavošana.</p>
Lelde Grantiņa – Ieviņa	Projekta eksperte, biol. Dr.	<p>Dalība zinātniskā projekta realizācijā un darba mērķu un uzdevumu korekcijā atbilstoši projekta realizācijas gaitai;</p> <p>Zinātniskās literatūras un datu bāzu analīze saistībā ar dokumentētiem ĢM augu sēklu un pavairojamā materiāla un ar tiem kontaminētu konvenciālo šķirņu sēklu materiāla nonākšanas gadījumiem ES teritorijā un tiem saistītajiem riska vadības pasākumiem;</p> <p>Projekta eksperimentālā darba plānošana un realizācija atbilstoši projekta pieteikumā noteiktajiem darba uzdevumiem;</p> <p>Līdzdalība zinātnisko pārskatu sagatavošanā atbilstoši projekta mērķim un uzdevumiem;</p> <p>Zinātnisko publikāciju sagatavošana.</p>
Baiba Ieviņa	Projekta eksperte, biol. Mg.	<p>Dalība zinātniskā projekta realizācijā un darba mērķu un uzdevumu korekcijā atbilstoši projekta realizācijas gaitai;</p>

		<p>Potenciālo apdraudējumu raksturojums un apraksts attiecībā uz noteiktiem riska izraisītājiem (noteiktas sugas vai šķirnes ĢM augu sēklas un pavairojamais materiāls), ņemot vērā potenciālos ĢM augu sēklu un pavairojamā materiāla ienākšanas ceļus Latvijas teritorijā;</p> <p>Projekta eksperimentālā darba plānošana un realizācija atbilstoši projekta pieteikumā noteiktajiem darba uzdevumiem;</p> <p>Līdzdalība zinātnisko pārskatu sagatavošanā atbilstoši projekta mērķim un uzdevumiem;</p> <p>Zinātnisko publikāciju sagatavošana.</p>
<p>Velta Evelone</p>	<p>Mg. Agr., Mg.sc.Ing. Projekta eksperte</p>	<p>Dalība zinātniskā projekta realizācijā un darba mērķu un uzdevumu korekcijā atbilstoši projekta realizācijas gaitai;</p> <p>Informācijas nodrošināšana par <i>International Seed Testing Association</i> (ISTA) pieredzi ĢM sēklu materiāla analīzei;</p> <p>VAAD eksperta konsultācijas, sadarbības ar sertificētas sēklas importētājiem un audzētājiem organizēšana atbilstoši projekta pieteikumā noteiktajiem darba uzdevumiem</p> <p>Līdzdalība zinātnisko pārskatu sagatavošanā atbilstoši projekta mērķim un uzdevumiem.</p>

### Projekta aktivitātes 2016. gadā

Projekta gaitā 2016. gadā tika veiktas sekojošas aktivitātes:

1. Projekta darba koordinēšanas sanāksmes (1. – 3. pielikums).
2. Veikta literatūras analīze, lai iegūtu informāciju par ĢM augu sēklu un pavairojamā augu materiāla iespējamiem izplatības ceļiem (4. pielikums).
3. Veikta publisko datu bāzu analīze par dzīvotspējīga ĢM augu sēklu un pavairojamā materiāla konstatēšanas gadījumiem Eiropas Savienībā (5. pielikums).

4. Apkopota dažādu ES valstu pieredzes sēklu materiāla testēšanai, lai noteiktu ĢM augu sēklas un pavairojamo augu materiālu (6. pielikums).
5. Projekta darbība prezentēta starptautiskā seminārā “Meeting of the European Enforcement Project on Contained Use and Deliberate Release of GMOs” Utrehtā, Nīderlandē 2016. g. 26. – 27. maijā (7. pielikums).
6. Veikts riska izvērtējums saistībā ar ĢM sēklu un pavairojamām augu materiāla apriti Eiropas Savienībā un Latvijā reprezentatīviem ĢM augiem (8. pielikums).
7. Raksturots augu sēklu imports Eiropas Savienībā un Latvijā (9. pielikums), tai skaitā attiecībā uz sertificētām kukurūzas sēklām (10. pielikums).
8. Balstoties uz analizētajiem datiem ir noteikti un detalizēti apskatīti iespējamie ĢM sēklu un pavairojamā augu materiāla nonākšanas ceļi Latvijā.

## Potenciālie ĢM sēklu ienākšanas ceļi Latvijas teritorijā

Eiropas Savienībā ir spēkā brīvais tirgus, kā rezultātā sēklu un augu pavairojamā materiāla izsekošana ES iekšējā tirgū ir ļoti ierobežota. Tā kā nenotiek no ES valstīm ievesto sēklu uzskaitē un kontrole, trūkst datu par ievesto sēklu šķirnēm un apjomiem, kā arī to paredzēto pielietojumu.

ĢM līnijas drošums un potenciālie riski videi ir atkarīgi no modificētā kultūrauga sugas, īpaši tā reproduktīvajām īpašībām, kā arī no ievietotā ģenētiskā materiāla. Svešapputes sugas rada daudz lielāku risku nekā pašapputes sugas, jo DNS tai skaitā transgēnu pārnese ar ziedputekšņiem ir viens no galvenajiem gēnu pārneses ceļiem. Otrs veids, kādā var notikt ĢM sēklu piejaukuma rašanās konvencionālajās sēklās, ir sēklu sajaukšanās ražas novākšanas, pārstrādes un transporta laikā. Risks palielinās, ja izmantotas līnijas ar *stacked events*, kas ir ģenētiskās modifikācijas, kurās ievietoti vairāki gēni.

Analizējot zinātnisko literatūru un pētot citu valstu pieredzi Latvijas kontekstā, ir identificēti potenciālie ĢM sēklu ienākšanas ceļi Latvijas teritorijā:

- 1) Tīši vai netīši kultivēšanai ievēdot nemarkētas ĢM sēklas;
- 2) Kā ĢM piejaukumi konvencionālo sēklu partijās un augu pavairošanas materiālā;
- 3) Ievēdot ĢM sēklas pārtikai vai dzīvnieku barībai;
- 4) Cita veida nejauša ienākšana.

Tālāk detalizētāk apskatīti katrs no potenciālajiem ienākšanas ceļiem.

### Tīša vai netīša nemarkētu ĢM sēklu ievēšana

Pastāv risks, ka Latvijas teritorijā vai nu apzināti, vai netīši kultivēšanas nolūkā var tikt ievestas neautorizētas ĢM kultūraugu sēklas. Ar nodomu audzētu neautorizētu ĢM kultūraugu gadījumi Eiropā ir bijuši, taču salīdzinoši ļoti nelielā skaitā. Piemēram, Rumānijā 2007. gadā tika konstatēti plaši nelegālas ĢM sojas lauki, kuras audzēšana pēc Rumānijas iestāšanās ES automātiski tika aizliegta. Teorētiski pastāv arī varbūtība, ka ĢM sēklas var tikt ievestas nejauši kļūdas pēc, tomēr šādu gadījumu iespējamība ir ar ļoti zemu varbūtību. Pašlaik ES kultivēšanai ir autorizēts tikai viens transgēnais kultūraugs – kukurūzas līnija MON810 ar rezistenci pret Eiropas kukurūzas svilni (*Ostrinia nubilalis*). Potenciāli šī kukurūzas līnija varētu

nonākt Latvijas teritorijā, ņemot vērā, ka tās audzēšana ES praktiski notiek. Lai gan MON810 sēklu tirdzniecība tiek stingri kontrolēta tajās dalībvalstīs, kur notiek MON810 audzēšana, bet pārējās šīs sēklas nav pieejamas, pastāv iespēja, ka līnija MON810 varētu tikt audzēta nelegāli, ja notiktu nelegāla sēklu ieviešana, vai arī kā sēklas materiāls tiktu izmantots F2 segregējošais sēklu materiāls, kas ievāks MON810 audzēšanas vietās. Pašreiz Ģenētiski modificēto organismu aprites likums nosaka, ka visiem audzētājiem, kas audzē ĢM kultūraugus, ir jāreģistrējas Ģenētiski modificētu kultūraugu audzētāju reģistrā. Varbūtība, ka Latvijas teritorijā varētu notikt neregistrēta ĢM līnijas MON810 audzēšana, ir ļoti zema, jo kukurūzas svilnis Latvijas teritorijā nav būtisks kaitēklis, tādēļ šo šķirņu audzēšanai nav iemesla, turklāt tās ir piemērotas Dienvideiropas agroklimatiskajiem apstākļiem. Turklāt Latvijā kukurūza galvenokārt tiek audzēta lopbarībai. Neregistrētas MON810 kukurūzas audzēšanas gadījumus varētu būt samērā grūti atklāt, ja kukurūza tiek audzēta tikai iekšējam patēriņam un sēklas netiek tālāk izplatītas. Pētījumā Argentīnā transgēnais glifosāta rezistentais rapsis GT73 tika novērots kā invazīva nezāle RR sojas un citos laukos (Pandolfo et al. 2016). Atbildīgās iestādes secinājušas, ka glifosāta rezistence nākusi no neautorizētiem modificētā rapša sējumiem vai arī rapša sēklu piemaisījumu ceļā.

Citu ĢM kultūraugu ienākšana Latvijas teritorijā ar kultivēšanai paredzētām sēklām ir ar vēl zemāku risku, jo neviena cita kultūraugu līnija nav autorizēta audzēšanai ES. Tādēļ risks, ka šādas sēklas varētu nokļūt Latvijas teritorijā nejaušības pēc, ir ļoti zems.

### **ĢM sēklu piemaisījumi konvencionālo sēklu partijās un citā augu pavairošanas materiālā**

Kukurūza un rapsis Latvijas teritorijā pašlaik netiek audzēti sēklu iegūšanai un sertificēšanai. Līdz ar to kukurūzas un rapša sēklas tiek ievestas no citām ES vai trešajām valstīm. Tā kā sēklu importēšana no trešajām valstīm ES tiek stingri kontrolēta, tad lielākā daļa sēklu Latvijas teritorijā tiek ievestas no ES valstīm. Eiropas Savienībā pastāvošā brīvā tirgus dēļ sēklu partiju izsekošana ES robežās ir praktiski ļoti grūti realizējama. Ja netiek veikta importēto/eksportēto sēklu partiju uzskaitē, iegūt nepieciešamos datus par ievestajām sēklām, ja tie notikuši ES ietvaros, nav iespējams.

Lielākais ĢM piesārņojuma risks varētu būt kukurūzas sēklas ar MON810 kukurūzas līnijas piejaukumu, jo tā ir atļauta audzēšanai ES. Īpaši kukurūzas sēklas ar Spānijas izcelsmi varētu būt paaugstināta riska grupā. Spānija ir lielākais modificētās kukurūzas audzētājs ES. Kukurūza MON810 Spānijā tiek plaši audzēta. 2014. gadā Spānijā modificētās kukurūzas sējumi sasniedza 29% no kopējās kukurūzas platības. Citu kukurūzas modifikāciju piemaisījumu klātbūtne ievestajā kukurūzas sēklu materiālā arī ir iespējama, īpaši, ja to izcelsme ir ne-ES valstis, kur konkrētās līnijas audzēšana ir atļauta (Brazīlija, Argentīna, Amerikas Savienotās Valstis (ASV)).

Otra iespēja ĢM piesārņojumam ir ģenētisko modifikāciju izplatīšana izmēģinājumiem vidē. Latvijā šādi izmēģinājumi nenotiek, tomēr pastāv varbūtība, ka ievēdot sēklas no valsts, kur šādi izmēģinājumi notiek, sēklās var būt šo ĢM piejaukumi.

Kukurūza ir kultūraugs ar vislielāko autorizēto ģenētisko modifikāciju skaitu pasaulē (148 gadījumi, no kopējā skaita 404; <http://www.isaaa.org/gmapprovaldatabase/default.asp>). ES ir autorizēti 25 ĢM kukurūzas gadījumi ([http://ec.europa.eu/food/dyna/gm\\_register/index\\_en.cfm](http://ec.europa.eu/food/dyna/gm_register/index_en.cfm)). Kukurūza ir otrs pasaulē plašāk audzētais ĢM kultūraugs (1. attēls), turklāt tās audzēšanas platības skābbarībai un zaļbarībai Latvijā turpina pieaugt (Centrālās statistikas pārvaldes dati), tādēļ kukurūzas sēklu iekļūša Latvijas teritorijā ir ar visaugstāko risku.

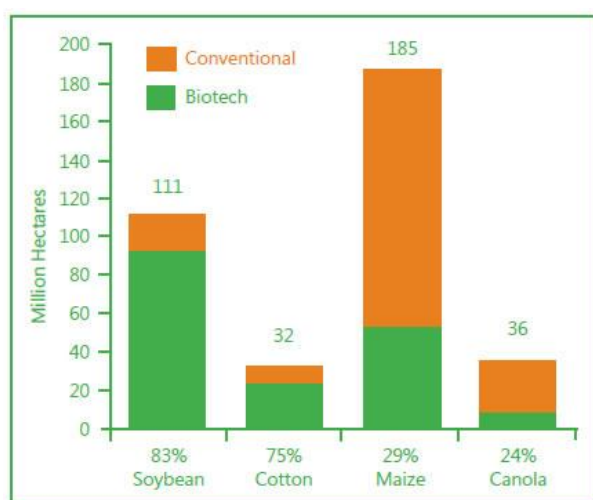


Figure 3. Biotech Crop Area as % of Global Area of Principal Crops, 2015 (Million Hectares)

Global Hectarages: Data for 2015 (FAO, 2013)  
Source: Compiled by Clive James, 2015.

1. attēls. Galveno ĢM lauksaimniecības kultūraugu audzēšanas platības pasaulē 2015. gadā.

Paaugstināts risks pastāv, jo kukurūza tiek ievesta gan kultivēšanai, gan salīdzinoši lielos apjomos dzīvnieku barībai un pārtikai. Lai gan ĢM kukurūzas sēklu iekļūšanas risks Latvijas teritorijā ir augsts, tomēr transgēnu izplatīšanās vidē, ir ar ļoti zemu varbūtību kukurūzas reproduktīvo īpatnību un saderīgu savvaļas sugu trūkuma dēļ. Tādēļ, pat ja šādas sēklas tiktu iesētas, tas, visticamāk, neradītu draudus Latvijas videi.

ĢM sēklu piejaukumi konvencionālajās sēklu partijās ES ir tikuši konstatēti vairākkārt. Gandrīz katru gadu ES tiek atklātas vairākas šādas sēklu partijas, citur pasaulē vēl biežāk. ES šādi gadījumi ir atklāti Spānijā, Portugālē, Austrijā, Čehijā, Beļģijā (OECD 2013). Piemēram, 2009. un 2010. gadā Portugālē tika konstatēts modificētās kukurūzas līnijas MON810 piemaisījums konvencionālo sēklu partijās (Food and Veterinary Office (FVO) dati). Francijā no 447 testētām konvencionālajām kukurūzas līnijām, 14 sēklu partijās konstatēja ĢM piejaukumu. Visos gadījumos ĢM piejaukums bija < 0,1 % (Petit et al. 2007). Būtiski, ka lielākajā daļā piesārņoto sēklu, tika konstatēti vairāki transformācijas gadījumi (*stacked events*). Tā kā ģenētisko modifikāciju skaits arvien palielinās, tā varētu kļūt par būtisku nākotnes problēmu. Lielākajā daļā konstatēto gadījumu ĢM piejaukumu līmenis ir zem 0,1 %. Tomēr ir gadījumi, kad piesārņojuma līmenis pārsniedz 0,1 %. Pētījumā Kanādā analizējot 27 sertificētas konvencionālā rapša sēklu partijas, 14 sēklu partijās konstatēja glifosāta tolerantu sēklu piemaisījumu 0,25 % apmērā. Trīs sēklu partijās piesārņojuma līmenis sasniedza 2,0 % (Friesen et al. 2003).

Sēklu imports no trešajām valstīm potenciāli var radīt vislielāko risku. Sēklu importa uzskaiti no trešajām valstīm Latvijā veic Pārtikas un Veterinārā dienesta (PVD) Robežkontroles departaments. Pēc PVD datiem Latvijā tiek ievests salīdzinoši neliels daudzums sēklu kultivēšanai no trešajām valstīm un tās nav ĢM. Pēdējo piecu gadu laikā Latvijā nav ievestas kultūraugu sēklas kultivēšanai, kam būtu paaugstināts risks, piemēram, kukurūza, rapsis vai soja, lai gan 2012. g. tika ievestas lucernas sēklas kultivēšanai. Lai gan ES nav autorizēta ĢM lucernas audzēšana un tās ievēšana pārtikas vai dzīvnieku barības vajadzībām, pasaulē ir autorizēti pieci ĢM lucernas veidi

(<http://www.isaaa.org/gmapprovaldatabase/crop/default.asp?CropID=1&Crop=Alfalfa>). Pie ievestajām sēklām kultivēšanai jāmin mieži, saulespuķu sēklas, airenas, lucerna, paprika, pelargonija, petūnija, dekoratīvie pipari. Pārtikai un dzīvnieku



barībai gan tiek importētas paaugstinātā riska grupā esošas kultūraugu sēklas/graudi. Piemēram, kukurūza tiek importēta no Argentīnas, ASV, Krievijas un Ukrainas. Argentīna un ASV ir valstis ar palielinātu risku, jo šajās valstīs ir atļauts kultivēt vairākas modificētās kukurūzas līnijas (arī MON810 un NK603), kā arī līnijas, kurās ievietoti vairāki gēni (*stacked events*). Pēdējo piecu gadu laikā importēto kukurūzas graudu apjoms ir strauji palielinājies, attiecīgi nevar izslēgt nejaušu ĢM piemaisījumu. Vislielākais imports ir no Krievijas - vairāk kā 144 000 tonnu laika posmā no 2011. gada līdz 2015. gadam (PVD dati). Krievijā ir atļauta kukurūzas līniju MON810 un NK603 izmantošana pārtikai un dzīvnieku barībai, bet ne kultivēšanai. Īpaša uzmanība būtu jāpievērš sēkļu partijām no riska valstīm, tās ir valstis, kurās ir atļauta konkrētā kultūrauga ĢM līniju audzēšana. Pie riska valstīm būtu pieskaitāma Argentīna, ASV, Brazīlija un Kanāda. Tāpat jāpatur prātā nelegālas audzēšanas iespēja. ASV Lauksaimniecības departamenta (USDA) GAIN ziņojumā minētas baumas, ka trešā daļa no Ukrainā saražotās kukurūzas ir ĢM (Lefebvre et al., 2014).

Latvijas teritorijā kartupeļi tiek ievesti salīdzinoši nelielos apjomos, lielākā daļa kartupeļu ir vietējās izcelsmes. Modificētās kartupeļu līnijas EH92-527-1 audzēšana ES bija autorizēta no 2010. līdz 2013. gadam. ES tiesa 2013. gadā atcēla šo autorizāciju ([http://europa.eu/rapid/press-release\\_CJE-13-160\\_en.htm](http://europa.eu/rapid/press-release_CJE-13-160_en.htm)). Kartupeļi pieder pie kultūraugiem ar nelielu risku transgēnu izplatībai vidē. Lai gan kartupeļu bumbuļi reizēm spēj pārdzīvot Latvijas ziemas un attīstīties kā jauni augi nākamajā augšanas sezonā, kartupeļu reproduktīvās īpatnības samazina potenciālo gēnu pārneses risku.

### **ĢM sēkļu imports pārtikai vai dzīvnieku barībai**

Viens no lielākajiem potencialajiem riskiem ĢM sēkļu iekļūšanai Latvijas teritorijā ir dzīvnieku barībai domāto sēkļu un graudu imports. Dzīvnieku barībai tiek importētas noteiktas kultūraugu sugas. Galvenokārt tās ir soja, kukurūza, rapsis un saulespuķes. Tās var būt gan modificēto, gan konvencionālo šķirņu sēklas un graudi. Pašlaik ES izmantošanai dzīvnieku barībā ir autorizētas vairākas ĢM kukurūzas, sojas, rapša un kokvilnas līnijas (arī kukurūza MON810 un NK603, rapsis GT73 un soja MON89788). Vairums dzīvnieku barības ražotāju savās interneta vietnēs nemaz nenorāda dzīvnieku barības maisījumu sagatavošanā izmantoto sēkļu un graudu izcelsmi. Lielākā daļa sēkļu, kas paredzētas dzīvnieku barībai, Latvijā pašlaik tiek

ievestas kā pārstrādes produkti. Piemēram, tiek importēti rapšu spraukumi, rapšu rauši un rapša eļļa, bet ne dzīvotspējīgas rapša sēklas. Tāpat arī sojas spraukumi, bet ne dzīvotspējīgas sojas sēklas. Vienīgais kultūraugs, kuru ieved dzīvotspējīgu sēklu veidā, ir kukurūza, kura tiek plaši izmantota dzīvnieku barības maisījumos. Tādejādi kukurūza varētu radīt paaugstinātu risku attiecībā uz ĢM sēklu nokļūšanu vidē. Šādas piesārņotas kukurūzas sēklas var nonākt apkārtējā vidē zemnieku saimniecībās, kur tās tiek izmantotas mājlopu barībai vai sēklu transportēšanas laikā. Ņemot vērā, ka dzīvnieku barības ražotnes rada būtisku risku ĢM kukurūzas ienākšanai Latvijas teritorijā, šādas ražotnes būtu jāiekļauj paraugu ņemšanas plānā.

Ja pieļauj iespēju, ka dzīvnieku barībai paredzētajos rapša izstrādājumos varētu būt palikušas veselas (dzīvotspējīgas) sēklas, tās nokļūstot vidē varētu radīt risku. Rapsim Latvijas teritorijā ir zināmas radniecīgas savvaļas sugas, ar kurām var notikt krustojšanās. Kā arī rapsis var veidot dzīvotspējīgas savvaļas populācijas ārpus kultivētām teritorijām (Devos et al. 2012, pēc EFSA 2013). Tomēr dzīvotspējīgu rapša sēklu klātbūtne rapša pārstrādes produktos ir zema. Sojas pārstrādes produktos dzīvotspējīgu sēklu klātbūtne ir ar vēl zemāku iespējamību. Tāpēc dzīvnieku barībai importētie rapša un sojas pārstrādes produkti uzskatāmi par zema riska izraisītājiem.

Ņemot vērā, ka kukurūza ir otrajā vietā visvairāk reģistrēto ĢM piesārņojumu gadījumu ziņā (25 % no visiem gadījumiem, *GM Contamination Register*) var secināt, ka kukurūza ir kultūraugs ar ļoti augstu ĢM piejaukumu risku. Pirmajā vietā ir rīsi, taču rīsu sēklu ieviešana Latvijai nav aktuāla, tādēļ ka rīsi Latvijas teritorijā kultivēti netiek Latvijas klimatisko apstākļu nepiemērotības dēļ. Rapsis un soja ir attiecīgi trešajā un ceturtajā vietā šajā sarakstā (attiecīgi 10 un 9 % no kopējā gadījumu skaita).

Literatūras analīze parāda, ka visvairāk ĢM konstatē kā piejaukumus konvencionālo sēklu partijās vai lauka apskatēs. Kultūraugs ar visaugstāko risku ir kukurūza, jo tā tiek gan kultivēta ES, gan ir autorizēta izmantošanai pārtikā un dzīvnieku barībai. Turklāt Latvijā kukurūza dzīvnieku barībai tiek ieviesta salīdzinoši lielos apjomos. Tomēr ar transgēnu pārnesei saistītais risks kukurūzai ir zems kukurūzas reproduktīvo īpatnību un radniecīgu savvaļas sugu trūkuma dēļ.

### **Cita veida ĢM sēklu nejauša ienākšana**

Pastāv arī citi potenciālie ĢM sēklu ienākšanas ceļi. Piemēram, iespēja ievest ĢM augu pavairojamo materiālu, importējot augu stādus (ĢM kokaugi, dekoratīvie

augi). Lielākais risks ievest neautorizētu ĢM ir no valstīm, kurās tiek veikti lauka izmēģinājumi jaunu modificēto līniju izplatīšanai vidē.

ĢM sēklas var ienākt Latvijas teritorijā, ievedot sēklu/graudu partijas pārtikai. Ja šādas sēklas ir dzīvotspējīgas, tās potenciāli var nokļūt vidē un radīt apdraudējumu. ES 2009. gadā ir bijuši daudzi gadījumi, kad pārtikai tika ievestas ar ĢM piesārņotas linsēklas (Rapid Alert System for Food and Feed (RASFF) dati). Linsēklu partijās tika konstatēta herbicīdu tolerantā linsēklu līnija FP967 (CDC Triffid). Lielākajā daļā gadījumu piesārņoto linsēklu izcelsme bija Kanāda. Kanādā ĢM linsēklu līnijas FP967 kultivēšana bija autorizēta no 1996. gada, taču tagad tā ir atcelta.

### **Literatūras saraksts**

Devos Y., Hails R.S., Messean A., Perry J.N., Squire G.R. 2012. Feral genetically modified herbicide tolerant oilseed rape from seed import spills: are concerns scientifically justified? *Transgenic Research*, 21(1): 1-21.

EFSA 2003. Opinion of the Scientific Panel on Genetically Modified Organisms on a request from the Commission related to the safety of foods and food ingredients derived from herbicide-tolerant genetically modified maize NK603, for which a request for placing on the market was submitted under Article 4 of the Novel Food Regulation (EC) No 258/97 by Monsanto (Question No EFSA-Q-2003-002), *The EFSA Journal* (2003) 9, 1-14.

EFSA 2003. Opinion of the Scientific Panel on Genetically Modified Organisms on a request from the Commission related to the Notification (Reference CE/ES/00/01) for the placing on the market of herbicide-tolerant genetically modified maize NK603, for import and processing, under Part C of Directive 2001/18/EC from Monsanto (Question No EFSA-Q-2003-003) *The EFSA Journal* (2003) 10, 1-13.

EFSA 2005. Opinion of the Scientific Panel on Genetically Modified Organisms on an application (Reference EFSA-GMO-UK-2004-01) for the placing on the market of glyphosate-tolerant and insectresistant genetically modified maize NK603 x MON810, for food and feed uses under Regulation (EC) No 1829/2003 from Monsanto (Question No EFSA-Q-2004-086) *The EFSA Journal* (2005) 309, 1-22.

- EFSA 2006. Opinion of the Scientific Panel on Genetically Modified Organisms on an application (Reference EFSA-GMO-UK-2005-14) for the placing on the market of genetically modified potato EH92-527-1 with altered starch composition, for production of starch and food/feed uses, under Regulation (EC) No 1829/2003 from BASF Plant Science (Question No EFSA-Q-2005-070)The EFSA Journal (2006) 324, 1-20.
- EFSA 2008. Opinion of the Scientific Panel on Genetically Modified Organisms on application (reference EFSA-GMO-NL-2006-36) for the placing on the market of the glyphosatetolerant genetically modified soybean MON89788, for food and feed uses, import and processing under Regulation (EC) No 1829/2003 from Monsanto (Question No EFSA-Q-2006-182)The EFSA Journal (2008) 758, 1-23.
- EFSA 2012. Scientific Opinion on an application (EFSA-GMO-NL-2012-107) for the placing on the market of maize MON 810 pollen under Regulation (EC) No 1829/2003 from Monsanto, EFSA Journal 2012;10(12):3022.
- EFSA 2013. Scientific Opinion on application (EFSA-GMO-NL-2010-87) for the placing on the market of genetically modified herbicide tolerant oilseed rape GT73 for food containing or consisting of, and food produced from or containing ingredients produced from, oilseed rape GT73 (with the exception of refined oil and food additives) under Regulation (EC) No 1829/2003 from Monsanto, EFSA Journal 2013; 11(2): 3079.
- Friesen L. F., Nelson A. G, Van Acker R. C.. 2003. Evidence of contamination of pedigreed canola (*Brassica napus*) seed lots in Western Canada with genetically engineered herbicide resistance traits. *Agronomy Journal*, Vol. 95 No. 5, p. 1342-1347.
- ISTA 2016, International Rules for Seed Testing, Vol.2016, Chapter 2: Sampling, 46 lpp.
- ISTA 2016, International Rules for Seed Testing, Vol.2016, Chapter 19: Testing for seeds of genetically modified organisms, 12 lpp.
- ISTA Handbook on Seed Sampling, 2nd Edition, ISTA 2004, 148 lpp.
- JRC Technical report 2014, Guidelines for sample preparation procedures in GMO analysis. Joint Research Centre, 42 lpp.

- JRC Technical report 2015, European Network of GMO Laboratories Working Group  
“Seed Testing” (WG-ST) Working Group Report. Joint Research Centre, 48  
lpp.
- Lefebvre L, Polet Y, Williams B. (2014) EU-28. Agricultural Biotechnology Annual.  
Biotechnology and Other New Production Technologies. USDA GAIN  
Report,  
[http://gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/Agricultural%20Biotechnology%20Annual Paris EU-28 1-9-2015.pdf](http://gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/Agricultural%20Biotechnology%20Annual%20Paris%20EU-28%201-9-2015.pdf)
- OECD, 2000. Consensus document on the biology of *Glycine max* (L.) merr.  
(soybean). ENV/JM/MONO(2000)9.
- OECD 2013. Low Level Presence of Transgenic Plants in Seed and Grain  
Commodities: Environmental Risk/Safety Assessment, and Availability and  
Use of Information. Series on Harmonisation of Regulatory Oversight in  
Biotechnology No. 55, ENV/JM/MONO(2013)19
- Pandolfo, C. E., Presotto, A., Carbonell, F. T., Ureta, S., Poverene, M., Cantamutto,  
M. 2016. Transgenic glyphosate-resistant oilseed rape (*Brassica napus*) as an  
invasive weed in Argentina: detection, characterization, and control  
alternatives. Environmental Science and Pollution Research, 1-11.
- Petit L., Pagny G., Baraige F., Nignol A.C., Zhang D., Fach P. 2007. Characterization  
of Genetically Modified Maize in Weakly Contaminated Seed Batches and  
Identification of the Origin of the Adventitious Contamination. Journal of  
AOAC International, 90 (4):1098-1106.

## Secinājumi

1. Projekta darba pirmajā gadā izanalizēts apjomīgs datu daudzums, kas saistīts ar ĢM sēklu un pavairojamā augu materiāla aprites jautājumiem.
2. Balstoties uz citu valstu pieredzi, zinātnisko literatūru, ĢM augu šķirņu bioloģiskajām īpašībām un pielietojumu (audzēšana, imports pārtikai un dzīvnieku barībai) noteikti varbūtējie ĢM sēklu un pavairojamā augu materiāla nonākšanas ceļi Latvijā - tīši vai netīši kultivēšanai importējot nemarkētas ĢM sēklas; kā ĢM piejaukumi konvencionālo sēklu partijās un augu pavairošanas materiālā; importējot ĢM sēklas pārtikai vai dzīvnieku barībai; cita veida nejauša ienākšana (augu stādu imports).
3. Noteiktas ĢM augu šķirnes ar paaugstinātu sēklu aprites risku - kukurūza, rapsis, soja, it sevišķi no trešajām valstīm, kurās ir atļauta konkrētā kultūrauga ĢM līniju audzēšana (Argentīna, ASV, Brazīlija un Kanāda).
4. Izanalizēti pastāvošie starptautiskie standarti un vadlīnijas attiecībā uz ĢM sēklām un augu pavairojamo materiālu un apkopota informācija par paraugu ņemšanas un testēšanas metodiku.

Projekta vadītājs: \_\_\_\_\_ /Nils Rostoks/

Rīga, 2016. gada 15. novembrī

# **Pielikums Nr. 1. Projekta darba grupas sēdes PROTOKOLS**

## **1**

Rīga, Zinātniskais institūts BIOR

2016.gada 4. jūlijā, plkst. 14:00

Nr.1

Sēdē piedalās:

**Olga Valciņa**, direktora vietniece laboratoriju jautājumos, Zinātniskais institūts BIOR

**Kristīne Kjago**, direktore, VAAD

**Nils Rostoks**, projekta vadītājs, vadošais pētnieks, Latvijas Universitāte

**Lelde Grantiņa-Ieviņa**, projekta eksperte, Molekulārās bioloģijas nodaļas vadītāja, Zinātniskais institūts BIOR

**Baiba Ieviņa**, projekta eksperte, laboratorijas vadītājas vietniece, VAAD

**Velta Evelone**, projekta eksperte, Sēkļu kontroles departamenta direktore, VAAD

Sēdi protokolē: vad. pētnieks Nils Rostoks

- 1. Par projekta “Ģenētiski modificētu augu sēkļu un pavairojamā materiāla iespējamo risku zinātniskā riska novērtēšana Latvijas teritorijā un risku vadības rekomendāciju izstrāde atbilstoši Latvijas agroekonomiskajiem apstākļiem” realizāciju.**

N. Rostoks informē, ka ir izveidota darba grupa projekta realizācijas nodrošināšanai, iepazīstina ar projekta mērķiem un uzdevumiem, kā arī ierosina sanāksmes gaitā vienoties par projekta praktiskās realizācijas aspektiem.

- 2. Par ĢMO un sēkļu aprites likumdošanu un zinātnisko datu pieejamību ES.**

L. Grantiņa-Ieviņa prezentē ievadu par sēkļu audzēšanu ES, kā arī informē par EK rekomendācijās (2003/556/EC) definētajiem iespējamiem sēkļu materiāla nejaušas sajaukšanās iemesliem. Tiek parādīts ES prasību salīdzinājums ar citu valstu

prasībām attiecībā uz pieļaujamo sēklu piemaisījumu saturu, audzēšanas buferzonām. Tālāk tiek sniegts ieskats sēklu partiju testēšanas metodiskā piejā, lai noteiktu neparedzētu ĢM sēklu klātbūtni, kā arī ieskats pašreizējā situācijā atsevišķās ES dalībvalstīs par ĢM piesārņojuma monitoringu sēklās. Noslēgumā tiek demonstrēti sēklu un pavairojamā materiāla piesārņošanas ar ĢMO gadījumu piemēri (datu bāzes RASFF un GM Contamination Register, zinātniskā literatūra).

### **3. Par projekta rezultātu izmantošanu VAAD darbā.**

K. Kjago informē par VAAD vēlmēm attiecībā uz projekta rezultātiem, uzsverot nepieciešamību veikt zinātnisku praktisku pētījumu, lai noskaidrotu kādā veidā ĢMO sēklas un pavairošanas materiāls varētu iekļūt Latvijā (ar tīšu vai netīšu sajaukšanos), kā arī, pēc tam, kad tiktu konstatēti riskantākās sugas, būtu nepieciešams izstrādāt metodiku paraugu ņemšanai.

### **4. Diskusija.**

Projekta darba grupa, kā arī O. Valciņa un K. Kjago apspriež projekta realizācijas plānus. Tiek apspriesti vairāki jautājumi, kas saistīti ar potenciālajiem ĢM sēklu un pavairojamā augu materiāla nonākšanas ceļiem Latvijā, lauksaimniecības kultūrām, kurām pievērst uzmanību, kā arī paraugu ņemšanas stratēģiju. Tiek apspriesta pieejamā informācija par sēklu importu Latvijas Republikā, paraugu ņemšanas tiesisko ietvaru, projektā iesaistīto iestāžu kompetences jomām. Projekta dalībnieki vienojas neskaidros jautājumus saskaņot ar ZM Biotehnoloģijas un kvalitātes nodaļas vadītāja vietnieci Inesi Aleksejevu un uzdod N. Rostokam noformulēt jautājumus.

Projekta darba grupas sēde slēgta plkst. 16:00.

Projekta vadītājs

N. Rostoks



# **Pielikums Nr. 2. Projekta darba grupas sēdes PROTOKOLS**

## **2**

Rīga, Latvijas Universitātes Dabaszinātņu akadēmiskais centrs Torņakalnā

2016.gada 24. augustā, plkst. 10:00

Nr. 2

Sēdē piedalās:

**Nils Rostoks**, projekta vadītājs, vadošais pētnieks, Latvijas Universitāte  
**Lelde Grantiņa-Ieviņa**, projekta eksperte, Molekulārās bioloģijas  
nodaļas vadītāja, Zinātniskais institūts BIOR  
**Baiba Ieviņa**, projekta eksperte, laboratorijas vadītājas vietniece, VAAD  
**Velta Evelone**, projekta eksperte, Sēklu kontroles departamenta direktore,  
VAAD

Sēdi protokolē: vad. pētnieks Nils Rostoks

### **1. Par projekta “Ģenētiski modificētu augu sēklu un pavairojamā materiāla iespējamo risku zinātniskā riska novērtēšana Latvijas teritorijā un risku vadības rekomendāciju izstrāde atbilstoši Latvijas agroekonomiskajiem apstākļiem” realizāciju.**

N. Rostoks iepazīstina ar projekta realizācijas progresu un piedāvā precizēt atsevišķus projekta realizācijas aspektus.

### **2. Diskusija.**

Projekta darba grupa apspriež projekta realizācijas plānus un precizē individuālā darba uzdevumus saskaņā ar darba gaitā iegūtajiem rezultātiem. Īpaša uzmanība tiek pievērsta projekta 2. etapā paredzētajai paraugu ņemšanai un analīzei. Projekta darba grupa vienojas par mērķi uzstādīt 0.1% detekcijas limitu (1 sēkla no 1000), kā arī apspriež tehniskos jautājumus, kas saistīti ar šāda veida paraugu iegūšanu, paņemšanu, apstrādi un tālāko analīzi ar kvalitatīvām, kvantitatīvām un

konkrētām ĢM veidam specifiskām analīzes metodēm. Tiek identificēta nepieciešamība organizēt projekta sanāksmi ar ZM pārstāvju līdzdalību.

Projekta darba grupas sēde slēgta plkst. 12:00.

Projekta vadītājs

N. Rostoks

# Pielikums Nr. 3. Projekta darba grupas sēdes PROTOKOLS

## 3

Rīga, Zinātniskais institūts BIOR

2016.gada 5. septembrī, plkst. 15:00

Nr.3

Sēdē piedalās:

**Inese Aleksejeva**, Zemkopības ministrijas (ZM) Veterinārā un pārtikas departamenta Biotehnoloģijas un kvalitātes nodaļas vadītāja vietniece

**Gints Lanka**, ZM Lauksaimniecības departamenta Augkopības nodaļas vadītāja vietnieks

**Dace Guste**, ZM Lauksaimniecības departamenta Augkopības nodaļas vecākā referente

**Nils Rostoks**, projekta vadītājs, vadošais pētnieks, Latvijas Universitāte

**Lelde Grantiņa-Ieviņa**, projekta eksperte, Molekulārās bioloģijas nodaļas vadītāja, Zinātniskais institūts BIOR

**Baiba Ieviņa**, projekta eksperte, laboratorijas vadītājas vietniece, VAAD

Sēdi protokolē: A. Klišāne (Zinātniskais institūts BIOR)

- 1. Par projekta “Ģenētiski modificētu augu sēklu un pavairojamā materiāla iespējamo risku zinātniskā riska novērtēšana Latvijas teritorijā un risku vadības rekomendāciju izstrāde atbilstoši Latvijas agroekonomiskajiem apstākļiem” realizāciju.**

N. Rostoks iepazīstina ar projekta realizācijas progresu, kā arī ar stratēģiju ĢM sēklu un pavairojamā augu materiāla iespējamo risku novērtēšanai. Tiek uzsvērts, ka zinātniskā literatūra šajā jomā ir ierobežota, tomēr svarīgākie sēklu un pavairojamā materiāla piesārņojuma ar ĢM cēloņi ir identificēti un tie attiecas arī uz Latvijas agroekonomiskajiem apstākļiem. Lai ņemtu vērā Latvijas specifiskos agroekonomiskos apstākļus tiek rekomendēts ņemt vērā ES autorizēto ĢM lauksaimniecības augu bioloģiskās īpatnības un riska novērtējumā ņemt vērā gan

apdraudējumu (*hazard*), gan ekspozīciju (*exposure*). Tiek sniegta informācija par sagatavošanās darbiem 2017. gadam, kas saistīti ar paraugu paņemšanas tiesiskajiem un tehniskajiem aspektiem.

**2. I.Aleksejeva informē par:**

- VAAD nepieciešams ir zinātniski praktisks pētījums, ko VAAD varēs izmantot tālāk savam darbam;
- VAAD nepieciešamas vadlīnijas monitoringa plānam.

**3. L.Grantiņa-Ieviņa informē par:**

- Galvenie secinājumi pēc literatūras analīzes;
- Dažādu valstu ziņojumu analīze (katrā valstī ir savi ĢMO riska plāni);

**4. B.Ieviņa informē par:**

- Eksperimentālā darba plānošanu;
- ĢMO paraugu ņemšanu:
- Nav konkrētas likumdošanas attiecībā uz sēklām;
- Nav starptautiski apstiprinātas metodes;
- Nav noteikts pieļaujamo piemaisījumu sliekšnis, ja tiek identificētas ĢMO sēklas;
- Nav konkrētu direktīvu kā noņemt sēklu paraugus;
- Ļoti svarīgi ir sadalīt paraugu apakšparaugos, lai nezaudētu iespēju konstatēt ĢMO ;
- Kāds varētu būt Latvijā pieļaujamo piemaisījumu sliekšnis un metožu detekcijas limits..

Projekta darba grupas sēde slēgta plkst. 17:00.

Projekta vadītājs

N. Rostoks

Protokolists:

A.Klišāne

## **Pielikums Nr. 4. Literatūras analīze**

Zinātniskās literatūras analīzei par ĢM sēklu un pavairojamā augu materiāla iespējamiem izplatīšanās ceļiem tika izvēlētas divas stratēģijas. Pirmkārt, tika veikta sistemātiska literatūras analīze Scopus datubāzē, kas satur galvenokārt anonīmi recenzētas oriģinālas zinātniskas publikācijas, apskata rakstus, konferenču rakstus un tml. Papildus tam, tika veikta plašāka literatūras analīze par ĢM sēklu un pavairojamā augu materiāla izplatīšanās ceļiem ņemot vērā gan dažādu starptautisku organizāciju ziņojumus un audīta pārskatus un nevalstisko organizāciju ziņojumus, gan ES dalībvalstu specifiskās monitoringa programmas un to pārskatus.

### **Sistemātiska literatūras analīze par ĢM sēklu un pavairojamā augu materiāla iespējamiem izplatības ceļiem**

Zinātniskās literatūras analīzei par ĢM sēklu un pavairojamā materiālu iespējamiem izplatīšanās ceļiem, tika veikta sistemātiska literatūras analīze sekojot Eiropas pārtikas nekaitīguma iestādes izstrādātai metodikai (EFSA, 2010).

#### **Datubāzes un analīzes metodika**

Zinātniskās literatūras sistemātiskai meklēšanai tika izmantota Scopus datubāze, kas ir pasaulē plašākā zinātniskās literatūras datubāze (<https://www.elsevier.com/solutions/scopus/content>), kurā tiek indeksēti vairāk nekā 21 500 zinātnisko izdevumu.

Meklēšanā tika izmantoti atslēgas vārdi, kas tika kombinēti ar Būla operatoriem un attiecināti uz noteiktiem meklēšanas laukiem, piemēram, “( TITLE-ABS-KEY ( genetically modified ) OR TITLE-ABS-KEY ( transgenic ) AND TITLE-ABS-KEY ( seed ) AND TITLE-ABS-KEY ( import ) OR TITLE-ABS-KEY ( export ) )”, vai “TITLE-ABS-KEY ( genetically modified ) OR TITLE-ABS-KEY ( transgenic ) OR TITLE-ABS-KEY ( gm ) OR TITLE-ABS-KEY ( GMO ) AND TITLE-ABS-KEY ( seed ) OR TITLE-ABS-KEY ( grain ) OR TITLE-ABS-KEY ( plant material ) AND TITLE-ABS-KEY ( import ) OR TITLE-ABS-KEY ( export )”. Meklēšana tika veikta bez laika ierobežojuma. Kopumā tika atrasti vairāki simti zinātnisko publikāciju, kuras tika importētas EndNote datubāzē.

Aizvācot duplikātus, kopumā tika atrastas 207 unikālas zinātniskās publikācijas, kuras atbilda meklēšanas kritērijiem. Izmantojot *a priori* izstrādātus atlasē kritērijus tika manuāli skrīnēti visu atrasto publikāciju abstrakti, lai atlasītu publikācijas angļu valodā, kas saistītas ar ĢM sēklu un pavairojamā augu materiāla apriti, tai skaitā piesārņojumu. Turpmāk netika apskatītas publikācijas, kuras bija saistītas ar ĢM augu izmantošanu fundamentālos zinātniskos pētījumos, apskata raksti, kuri aprakstīja ĢM augu biotehnoloģijas attīstību, kā arī raksti, kas attiecas uz ĢM augu izplatības sociāli ekonomiskajiem aspektiem. Kopumā tika atlasīta 61 publikācija (skat. literatūras sarakstu).

### **Literatūras datu analīze**

Kopumā jāuzsver, ka pasaules zinātniskajā literatūrā ir salīdzinoši neliels skaits zinātnisko publikāciju, kuras attiecas uz ĢM sēklu un augu pavairojamā materiāla apriti. Visbiežāk pētīta ir pārrobežu ĢM sēklu izplatība, kas saistīta ar ĢM sēklu importu pārtikai un dzīvnieku barībai (Aono et al., 2011; Devos et al., 2012; Fernandes et al., 2014; Gamarra et al., 2011; Han et al., 2015; Hanzer et al., 2012; Hecht et al., 2014; Kawata et al., 2009; Kim et al., 2006; Lamb and Booker, 2011; Macias-De Ia Cerda et al., 2012; Nikolić et al., 2010; Nishizawa et al., 2009; Nishizawa et al., 2010; Pandolfo et al., 2016; Park et al., 2010; Santa-Maria et al., 2014; Schoenenberger and D'Andrea, 2012; Schulze et al., 2014; Schulze et al., 2015; Serratos-Hernández et al., 2007; Turkec et al., 2016a; Turkec et al., 2016b; Yamaguchi et al., 2003; Zdjelar et al., 2014). Liela daļa šo gadījumu konstatēta ārpus ES (Koreja, Japāna, Meksika, Peru u.c.), un tā lielākoties saistīta ar ĢM sēklu importa vietām un transporta līnijām. Visbiežāk ĢM sēklu piemaisījumu gadījumi konstatēti rapsim, sojai un kukurūzai, kas atbilst ĢM lauksaimniecības augu kultūru veidiem un lauksaimniecības preču eksporta apjomam. Tomēr ir atsevišķi gadījumi, kad novērots komerciāli neizmantotu ĢM augu sēklu piemaisījums, piemēram, ĢM linsēklas Kanādā (Booker and Lamb, 2012; Lamb and Booker, 2011).

Eiropā šādi gadījumi nav daudz, vai arī tie neparādās zinātniskajā literatūrā, izņemot atsevišķus dokumentētus gadījumus Šveicē un Horvātijā. Piemēram, Šveicē ir novērots pret glifosātu tolerantā rapša piesārņojums gar transporta līnijām, kas iespējams saistīts ar importēto kviešu piesārņojumu ar ĢM rapša sēklām (Hecht et al., 2014; Schoenenberger and D'Andrea, 2012; Schulze et al., 2014; Schulze et al.,

2015). Savukārt Horvātijā ĢM rapša sēklas konstatētas dzīvnieku barības paraugos, bet ne audzēšanai paredzētajās sēklās (Nikolić et al., 2010), bet Serbijā ĢM soja, kukurūza un rapsis tika konstatēti dzīvnieku barības paraugos, lai gan tie iespējams nesaturēja dzīvotspējīgas sēklas (Zdjelar et al., 2014). Audzēšanai sertificētos sēklu paraugos Horvātijā 2010. – 2011. gadā netika konstatēts ĢM sojas piemaisījums (Hanzer et al., 2012). Vienā gadījumā ĢM sojas pupiņu klātbūtne bija saistīta ar iepriekšējo audzēšanu (Rumānija), kas tika pārtraukta saistībā ar iestāšanos Eiropas Savienībā turklāt tika uzsvērts, ka šādiem gadījumiem ir tendence samazināties (Zaulet et al., 2009).

Atsevišķos izolētos gadījumos neautorizēts ĢM sēklu materiāls nonāca aprītē ASV, kur konstatēja, ka ES neautorizēta bt10 kukurūza varēja nonākt sēklu aprītē (Milcamps et al., 2009), vai arī ASV Oregonas štatā konstatēja glifosāta tolerantu kviešu klātbūtni (Cowan, 2014). Nevienā no šiem gadījumiem netika noskaidrots ĢM sēklu izplatīšanās iemesls. Dotajā literatūras analīzē tika konstatēti tikai atsevišķi gadījumi, kad tika pētīta transgēno augu putekšņu pārnese, kā viens no iespējamajiem ĢM augu izplatīšanās veidiem, piemēram, papaija Taizemē (Sritakae et al., 2011), kukurūza Dienvidāfrikas Republikā (Viljoen and Chetty, 2011) un rapsis Japānā (Tsuda et al., 2012).

Daudzas no analizētajām publikācijām pievērsās vispārējiem ĢM sēklu materiāla aprites jautājumiem, it īpaši attiecībā uz kopējo tirgus regulējumu, testēšanas principu un metožu izstrādi, kā arī datubāzu izveidi (Açikgöz et al., 2002; Cantrill, 2008; Cummings, 2002; De Guzman, 2004; Fernandes et al., 2014; Fitting, 2008; Gerdes et al., 2012; Ghosh and Ramanaiah, 2000; Hileman, 2000; Hisano and Altoe, 2008; Horak et al., 2015; Kruger et al., 2012; Ma, 2012; Mousa, 2011; Mulvaney and Krupnik, 2014; Ryan and Smyth, 2012; Rola et al., 2010; Sanchez et al., 2016; Santos et al., 2016; Traynor and Komen, 2002; Zafar, 2007; Zhang and Pang, 2009).

Pieejamā zinātniskā literatūra liecina, ka lai arī pastāv iespēja, ka importētais sēklu materiāls var nonākt apkārtējā vidē un atkarībā no augu pielāgotības ES klimatiskajiem apstākļiem, piemēram, rapsis var veidot persistējošas augu populācijas, tomēr varbūtība, ka šādas populācijas nodos savas īpašības lauksaimniecības kultūrām hibridizācijas ceļā, ir ļoti neliela (Belter, 2016; Devos et al., 2012).

Tādējādi kopumā jāsecina, ka:

1. Zinātniskajā literatūrā ir salīdzinoši nedaudz dokumentētu ĢM sēklu aprites pārkāpumu gadījumu.
2. Par svarīgāko ĢM sēklu un pavairojamā augu materiāla piesārņojuma avotu tiek uzskatītas augu sēklas, kas tiek importētas pārtikai un dzīvnieku barībai.
3. Pastāv salīdzinoši daudz pētījumu, kas liecina, ka pārtikai un dzīvnieku barībai importētās sēklas var nonākt apkārtējā vidē, tomēr nav datu, kas liecinātu, ka tas būtu novedis pie sēklu materiāla piesārņojuma. Tāpat zinātniskajā literatūrā nav atrodami piemēri, kad ĢM sēklu materiāls, kas importēts pārtikai un dzīvnieku barībai, tiktu izmantots audzēšanai,.

### **Literatūras saraksts**

- Açikgöz, N., Abay, C., and Açikgöz, N. (2002). Progresses in the Turkish seed industry. *Journal of New Seeds* 4, 155-163.
- Aono, M., Wakiyama, S., Nagatsu, M., Kaneko, Y., Nishizawa, T., Nakajima, N., Tamaoki, M., Kubo, A., and Saji, H. (2011). Seeds of a possible natural hybrid between herbicide-resistant *Brassica napus* and *Brassica rapa* detected on a riverbank in Japan. *GM crops* 2, 201-210.
- Belter, A. (2016). Long-term monitoring of field trial sites with genetically modified oilseed rape (*Brassica napus* L.) in Saxony-Anhalt, Germany. Fifteen years persistence to date but no spatial dispersion. *Genes* 7.
- Booker, H.M., and Lamb, E.G. (2012). Quantification of low-level GM seed presence in Canadian commercial flax stocks. *AgBioForum* 15, 31-35.
- Cantrill, R.C. (2008). International development of methods of analysis for the presence of products of modern biotechnology. *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition* 17, 233-236.
- Cowan, T. (2014). Unapproved genetically modified wheat discovered in Oregon: Status and implications. In *Food Safety: Developments, Policies, Programs, and Research*, pp. 105-113.
- Cummings, C.H. (2002). Risking corn, risking culture. *World Watch* 15, 8-19.
- De Guzman, D. (2004). China Signals Green Light for Transgenic Oilseeds. *Chemical Market Reporter* 265, 12.



- Devos, Y., Hails, R.S., Messéan, A., Perry, J.N., and Squire, G.R. (2012). Feral genetically modified herbicide tolerant oilseed rape from seed import spills: Are concerns scientifically justified? *Transgenic Research* 21, 1-21.
- EFSA (2010). Application of systematic review methodology to food and feed safety assessments to support decision making. *EFSA Journal* 8:1637
- Fellous, M., and Messéan, A. (2004). Potential environmental impacts associated with large-scale herbicide-tolerant GM oilseed rape crops. *OCL - Oleagineux Corps Gras Lipides* 11, 246-252.
- Fernandes, T.J.R., Amaral, J.S., Oliveira, M.B.P.P., and Mafra, I. (2014). A survey on genetically modified maize in foods commercialised in Portugal. *Food Control* 35, 338-344.
- Fitting, E. (2008). Importing corn, exporting labor: The neoliberal corn regime, GMOs, and the erosion of mexican biodiversity. In *Food for the Few: Neoliberal Globalism and Biotechnology in Latin America*, pp. 135-158.
- Gamarra, L.F.R., Delgado, J.A., Villasante, Y.A., and Ortiz, R. (2011). Detecting adventitious transgenic events in a maize center of diversity. *Electronic Journal of Biotechnology* 14, 9.
- Gerdes, L., Busch, U., and Pecoraro, S. (2012). GMOfinder-A GMO Screening Database. *Food Analytical Methods* 5, 1368-1376.
- Ghosh, P.K., and Ramanaiah, T.V. (2000). Indian rules, regulations and procedures for handling transgenic plants. *Journal of Scientific and Industrial Research* 59, 114-120.
- Han, S.M., Oh, T.K., Uddin, M.R., Shinogi, Y., Lee, B., Kim, C.G., and Park, K.W. (2015). Monitoring the occurrence of genetically modified maize in korea: A 3-year observations. *Journal of the Faculty of Agriculture, Kyushu University* 60, 285-290.
- Hanzer, R., Ocvirk, D., Špoljarić Marković, S., and Fulgosi, H. (2012). Monitoring of GM soybean in high categories of seed on the Croatian seed market. *Agriculturae Conspectus Scientificus* 77, 127-130.
- Hecht, M., Oehen, B., Schulze, J., Brodmann, P., and Bagutti, C. (2014). Detection of feral GT73 transgenic oilseed rape (*Brassica napus*) along railway lines on entry routes to oilseed factories in Switzerland. *Environmental Science and Pollution Research* 21, 1455-1465.
- Hileman, B. (2000). At last: A biosafety pact. *Chemical and Engineering News* 78, 65-74.

- Hisano, S., and Altoé, S. (2008). Brazilian farmers at a crossroads: Biotech industrialization of agriculture or new alternatives for family farmers? In *Food for the Few: Neoliberal Globalism and Biotechnology in Latin America*, pp. 243-266.
- Horak, M.J., Rosenbaum, E.W., Phillips, S.L., Kendrick, D.L., Carson, D., Clark, P.L., and Nickson, T.E. (2015). Characterization of the ecological interactions of Roundup Ready 2 Yield® soybean, MON 89788, for use in ecological risk assessment. *GM crops & food* 6, 167-182.
- Kawata, M., Murakami, K., and Ishikawa, T. (2009). Dispersal and persistence of genetically modified oilseed rape around Japanese harbors. *Environmental Science and Pollution Research* 16, 120-126.
- Kim, C.G., Yi, H., Park, S., Ji, E.Y., Do, Y.K., Dae, I.K., Lee, K.H., Taek, C.L., In, S.P., Won, K.Y., et al. (2006). Monitoring the occurrence of genetically modified soybean and maize around cultivated fields and at a grain receiving port in Korea. *Journal of Plant Biology* 49, 218-223.
- Kimani, V., and Gruère, G. (2010). Implications of import regulations and information requirements under the Cartagena Protocol on Biosafety for GM commodities in Kenya. *AgBioForum* 13, 222-241.
- Kruger, M., Van Rensburg, J.B.J., and Van den Berg, J. (2012). Transgenic Bt maize: Farmers' perceptions, refuge compliance and reports of stem borer resistance in South Africa. *Journal of Applied Entomology* 136, 38-50.
- Lamb, E.G., and Booker, H.M. (2011). Quantification of low-level genetically modified (GM) seed presence in large seed lots: A case study of GM seed in Canadian flax breeder seed lots. *Seed Science Research* 21, 315-321.
- Leitão, F.O., Granemann, S.R., and da Silva, W.H. (2016). Costs of segregation in soybean supply chain for delivery of a free transgenic product. *Custos e Agronegocio* 12, 220-244.
- Li, Y., Peng, Y., Hallerman, E.M., and Wu, K. (2014). Biosafety management and commercial use of genetically modified crops in China. *Plant Cell Reports* 33, 565-573.
- Ma, M. (2012). Anticipating and reducing the unfairness of Monsanto's inadvertent infringement lawsuits: A proposal to import copyright law's notice-and-takedown regime into the seed patent context. *California Law Review* 100, 691-720.
- Macias-De la Cerda, C.G., Cantú-Iris, M., Cruz-Requena, M., Rodríguez-Herrera, R., González-Vázquez, V.M., Aguilar-González, C.N., Loyola-Licea, J.C., and

- Contreras-Esquivel, J.C. (2012). Transgenic sequences detected in corn, soybean and cotton grains imported to Mexico. *Indian Journal of Genetics and Plant Breeding* 72, 38-45.
- Mangal, M., Malik, K., and Randhawa, G.J. (2003). Import of transgenic planting material: National scenario. *Current Science* 85, 454-458.
- Manjunatha, B.L., Rao, D.U.M., and Dastagiri, M.B. (2013). Trends in seed production, growth drivers and present market status of Indian seed industry: An analytical study. *Indian Journal of Agricultural Sciences* 83, 315-320.
- Milcamps, A., Rabe, S., Cade, R., De Framond, A.J., Henriksson, P., Kramer, V., Lisboa, D., Pastor-Benito, S., Willits, M.G., Lawrence, D., et al. (2009). Validity assessment of the detection method of maize event bt10 through investigation of its molecular structure. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 57, 3156-3163.
- Mousa, H. (2011). Saudi Arabia: Biotechnology annual report. In *Biotechnology: Global Policies, Perspectives and Issues*, pp. 483-488.
- Mulvaney, D., and Krupnik, T.J. (2014). Zero-tolerance for genetic pollution: Rice farming, pharm rice, and the risks of coexistence in California. *Food Policy* 45, 125-131.
- Nikolić, Z., Vujaković, M., Jeromelač, A.M., and Jovičić, D. (2010). Implementation of monitoring for genetically modified rapeseed in Serbia. *Electronic Journal of Biotechnology* 13.
- Nishizawa, T., Nakajima, N., Aono, M., Tamaoki, M., Da Kubo, A., and Saji, H. (2009). Monitoring the occurrence of genetically modified oilseed rape growing along a Japanese roadside: 3-year observations. *Environmental Biosafety Research* 8, 33-44.
- Nishizawa, T., Tamaoki, M., Aono, M., Kubo, A., Saji, H., and Nakajima, N. (2010). Rapeseed species and environmental concerns related to loss of seeds of genetically modified oilseed rape in Japan. *GM crops* 1, 143-156.
- Pandolfo, C.E., Presotto, A., Carbonell, F.T., Ureta, S., Poverene, M., and Cantamutto, M. (2016). Transgenic glyphosate-resistant oilseed rape (*Brassica napus*) as an invasive weed in Argentina: detection, characterization, and control alternatives. *Environmental Science and Pollution Research*, 1-11.
- Park, K.W., Lee, B., Kim, C.G., Kim, D.Y., Park, J.Y., Ko, E.M., Jeong, S.C., Choi, K.H., Yoon, W.K., and Kim, H.M. (2010). Monitoring the occurrence of genetically modified maize at a grain receiving port and along transportation routes in the Republic of Korea. *Food Control* 21, 456-461.

- Ryan, C.D., and Smyth, S.J. (2012). Economic implications of low-level presence in a zero-tolerance European import market: The case of Canadian triffid flax. *AgBioForum* 15, 21-30.
- Rola, A.C., Chupungco, A.R., Elazegui, D.D., Tagarino, R.N., Nguyen, M.R., and Solsoloy, A.D. (2010). Consequences of bt cotton technology importation. *Philippine Agricultural Scientist* 93, 9-21.
- Sánchez, M.A., and León, G. (2016). Status of market, regulation and research of genetically modified crops in Chile. *New Biotechnology* 33, 815-823.
- Santa-Maria, M.C., Lajo-Morgan, G., and Guardia, L. (2014). Adventitious presence of transgenic events in the maize supply chain in Peru: A case study. *Food Control* 41, 96-101.
- Santos, E., Sánchez, E., Hidalgo, L., Chávez, T., Villao, L., Pacheco, R., and Navarrete, O. (2016). Status and challenges of genetically modified crops and food in Ecuador. In *Acta Horticulturae*, pp. 229-235.
- Schoenenberger, N., and D'Andrea, L. (2012). Surveying the occurrence of subspontaneous glyphosate-tolerant genetically engineered *Brassica napus* L. (Brassicaceae) along Swiss railways. *Environmental Sciences Europe* 24.
- Schulze, J., Brodmann, P., Oehen, B., and Bagutti, C. (2015). Low level impurities in imported wheat are a likely source of feral transgenic oilseed rape (*Brassica napus* L.) in Switzerland. *Environmental Science and Pollution Research* 22, 16936-16942.
- Schulze, J., Frauenknecht, T., Brodmann, P., and Bagutti, C. (2014). Unexpected diversity of feral genetically modified oilseed rape (*Brassica napus* L.) despite a cultivation and import ban in Switzerland. *PLoS ONE* 9.
- Serratos-Hernández, J.A., Gómez-Olivares, J.L., Salinas-Arreortua, N., Buendía-Rodríguez, E., Islas-Gutiérrez, F., and De-Ita, A. (2007). Transgenic proteins in maize in the Soil Conservation area of Federal District, Mexico. *Frontiers in Ecology and the Environment* 5, 247-252.
- Singh, M., and Randhawa, G. (2016). Transboundary movement of genetically modified organisms in India: Current scenario and a decision support system. *Food Control* 68, 20-24.
- Sritakae, A., Praseartkul, P., Cheunban, W., Miphokasap, P., Eiumnoh, A., Burns, P., Phironrit, N., Phuangrat, B., Kitsubun, P., and Meechai, A. (2011). Mapping airborne pollen of papaya (*Carica papaya* L.) and its distribution related to land use using GIS and remote sensing. *Aerobiologia* 27, 291-300.

- Traynor, P., and Komen, J. (2002). Regulating genetically-modified seeds in emerging economies. *Journal of New Seeds* 4, 213-229.
- Tsuda, M., Okuzaki, A., Kaneko, Y., and Tabei, Y. (2012). Relationship between hybridization frequency of *brassica juncea* × *B. napus* and distance from pollen source (*B. napus*) to recipient (*B. juncea*) under field conditions in Japan. *Breeding Science* 62, 274-281.
- Turkec, A., Lucas, S.J., and Karlik, E. (2016a). Monitoring the prevalence of genetically modified (GM) soybean in Turkish food and feed products. *Food Control* 59, 766-772.
- Turkec, A., Lucas, S.J., and Karlik, E. (2016b). Monitoring the prevalence of genetically modified maize in commercial animal feeds and food products in Turkey. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 96, 3173-3179.
- Viljoen, C., and Chetty, L. (2011). A case study of GM maize gene flow in South Africa. *Environmental Sciences Europe* 23.
- Yamaguchi, H., Sasaki, K., Umetsu, H., and Kamada, H. (2003). Two detection methods of genetically modified maize and the state of its import into Japan. *Food Control* 14, 201-206.
- Zafar, Y. (2007). Development of agriculture biotechnology in Pakistan. *Journal of AOAC International* 90, 1500-1507.
- Zaulet, M., Rusu, L., Kevorkian, S., Luca, C., Mihacea, S., Badea, E.M., and Costache, M. (2009). Detection and quantification of GMO and sequencing of the DNA amplified products. *Romanian Biotechnological Letters* 14, 4733-4746.
- Zdjelar, G., Nikolić, Z., Vasiljević, I., Jovičić, D., Ignjatov, M., Milošević, D., and Tamindžić, G. (2014). Detection of genetically modified crops in animal feed in Serbia. *Romanian Agricultural Research*.
- Zhang, W., and Pang, Y. (2009). Impact of IPM and transgenics in the Chinese agriculture. In *Integrated Pest Management*, pp. 525-553.

## Plašāka literatūras analīze

### Sēklu un pavairojamā materiāla ražošana Eiropas Savienībā

ES ir lielākais sēklu eksportētājs pasaulē - nodrošina vairāk nekā 60 % no tirgus. 67 % no tā nodrošina 10 lielas kompānijas, bet arī mazajiem un vidējiem uzņēmumiem ir būtiska loma. 2013. gadā sēklu ražošana ES aizņēma vairāk nekā 2 miljonus ha. Lielākais pieaugums pēdējos gados novērots kukurūzai, pākšaugiem un graudaugiem. Pirmajā vietā 2013. gadā pēc platības ir graudaugi (1.2 miljoni ha), tālāk seko zālāji/ lopbarības sugas (307 985 ha), kukurūza (196 110 ha), rapsis (134 860 ha), kartupeļi (106 600 ha) un pākšaugi (60 000 ha) (JRC 2015).

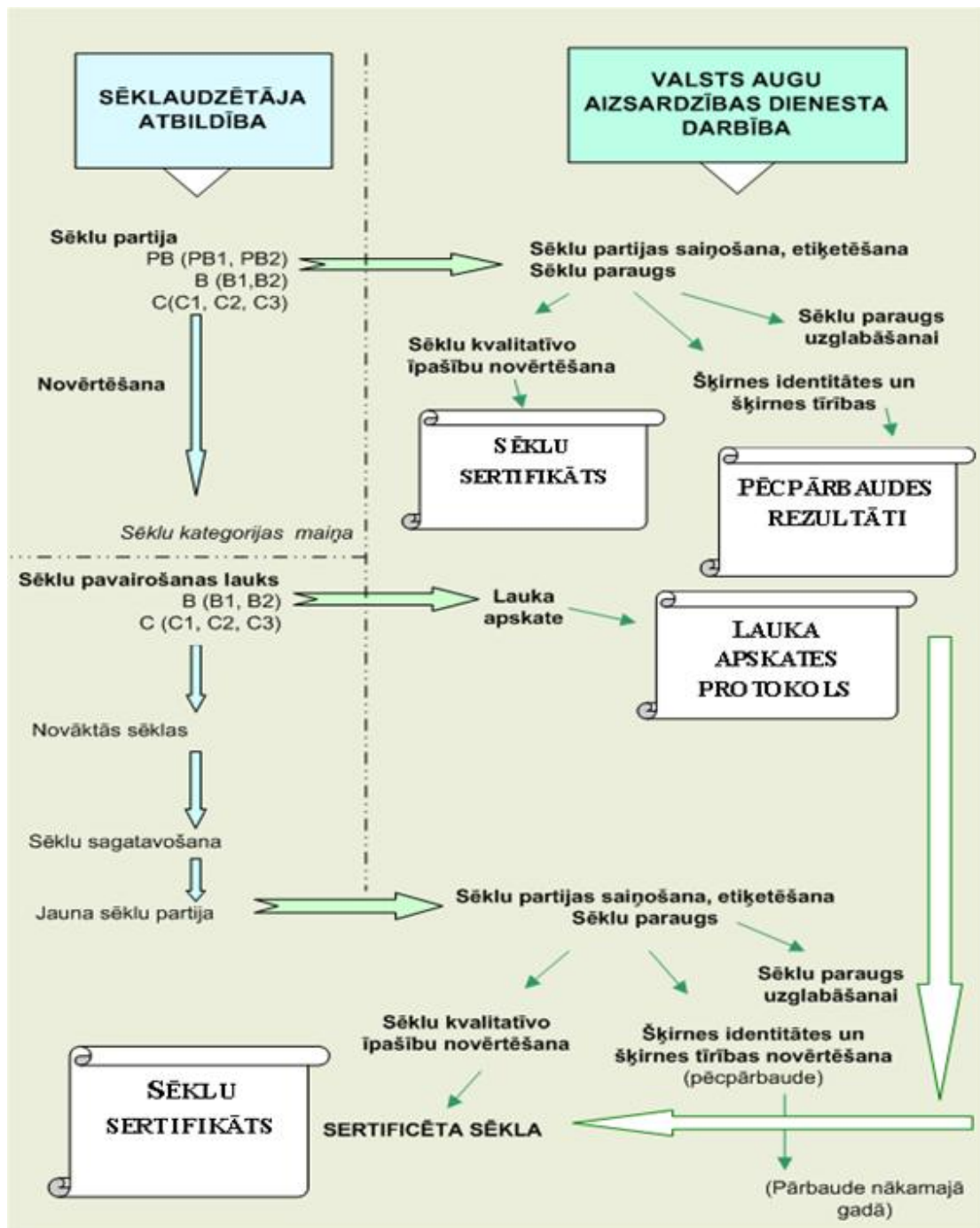
Sēklas tiek ražotas gandrīz visās dalībvalstīs. Lielākā sēklu ražošana notiek Francijā (335 230 ha), Vācijā (195 365 ha) un Itālijā (185 570 ha) (JRC 2015).

Sēklas tiek iedalītas sugu grupās:

- Lopbarības augu sēklas;
- Graudaugu sēklas;
- Vīnogu veģetatīvās pavairošanas materiāls;
- Dekoratīvo augu pavairošanas materiāls;
- Meža reproduktīvais materiāls;
- Lauksaimniecības augu sugas;
- Biešu sēklas;
- Dārzeņu sēklas;
- Sēklas kartupeļi;
- Eļļas un šķiedras augi;
- Veģetatīvais pavairošanas un stādāmais materiāls, kas nav sēklas;
- Augļaugu pavairošanas materiāls un augļaugi, kas domāti augļu iegūšanai (JRC 2015).

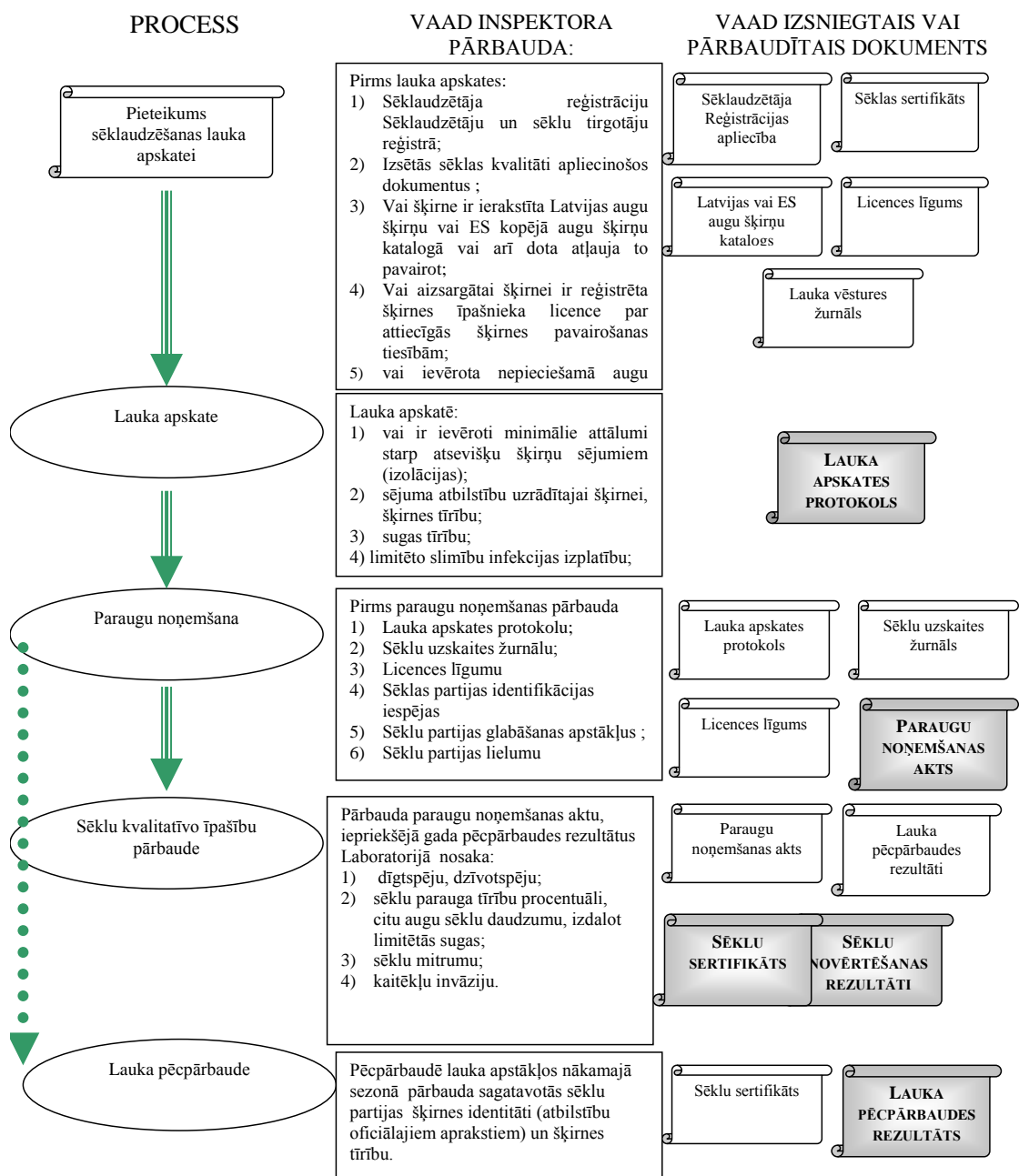
Pašreizējais ES normatīvais ietvars attiecībā uz augu pavairojamo materiālu sastāv no 12 ES direktīvām. Padomes Direktīva 2002/53/EC nosaka principus sēklu iekļaušanai kopīgā lauksaimniecības augu sugu šķirņu katalogā. Līdz ko šķirne ir iekļauta katalogā, sēklas var tikt tirgotas saskaņā ar direktīvām par sēklu tirdzniecību (JRC 2015). Latvijā sēklu un pavairojamā augu materiāla apriti nosaka Sēklu un šķirņu aprites likums un uz tā pamata izdotie tiesību akti. VAAD kompetencē ir sēklu

sertifikācija, Latvijas augu šķirņu katalogu veidošana un uzturēšana, piedalās ES kopējo šķirņu katalogu veidošanā, izpilda ES tieši piemērojamo normatīvo aktu prasības, sadarbojas ar citu valstu sertifikācijas institūcijām, uzrauga un kontrolē sēklu apriti, veic references laboratorijas funkcijas sēklu kvalitātes noteikšanā un sniedz citus laboratoriskos pakalpojumus, kā arī veic citas ar sēklu apriti saistītas funkcijas. 1. attēlā parādīta sēklu sertifikācijas procesa Latvijā shēma norādot VAAD kompetenci sertifikācijas procesā, bet 2. attēlā parādīta sēklas materiāla sertifikācijas shēma.



1. attēls. Sēklu sertifikācijas process Latvijā.





2. attēls. Sēklas materiāla sertifikācijas shēma Latvijā.

ĢM sēklas var tikt ražotas gan ES, gan ne-ES tirgos. Papildus tam sēklas tiek importētas ES no valstīm, kur tiek audzēti ĢMO no tās pašas sugas. Līdz ar to, neparedzēta ĢM klātbūtne konvencionālo sēklu partijās nevar tikt izslēgta.

Konvencionālo sēklu partiju pārbaude uz ĢM sēklu klātbūtni var sniegt pārlicību, ka uzraudzības programmas darbojas (JRC 2015).

### **Pārskats par ES ĢM augu sēklu regulējumu**

ĢMO ES tiek regulēti ar sekojošiem dokumentiem: Direktīva 2001/18/EC, Regula (EC) Nr. 1829/2003 un Regula (EC) Nr. 1830/2003. ĢM šķirņu sēklas ir iekļautas sēklu sertificēšanas likumīgajā ietvarā ar Direktīvu 98/95/EC. Tas ietver papildinājumus direktīvās par sēklu tirdzniecību, tai skaitā par ĢM partiju marķēšanu. 2010. gada 13. jūlija Eiropas Komisijas (EK) Rekomendācijas noslēdz šo tiesisko regulējumu, nosakot vadlīnijas nacionālo līdzāspastāvēšanas pasākumu izveidei, lai novērstu neparedzētu ĢMO klātbūtni konvencionālajos un bioloģiskajos kultūraugos (JRC 2015).

Attiecībā uz ĢM testēšanu EK Rekomendācijas 2004/787/EC nosaka tehniskās vadlīnijas paraugu ņemšanai un ĢMO un materiālu, kas iegūti no ĢMO, noteikšanai, kā arī produktos Regulas (EC) Nr. 1830/2003 kontekstā (JRC 2015).

Eiropas parlamenta un padomes direktīva 2001/18/EC par ĢM organismu apzinātu izplatīšanu vidē nosaka, ka dzīvie organismi, kas izplatīti apkārtējā vidē mazos vai lielos daudzumos eksperimentāliem mērķiem vai kā komerciālie produkti, vidē var vairoties un šķērsot valstu robežas, tādējādi ietekmējot citas dalībvalstis. Šādas izplatīšanas ietekme uz vidi var būt neatgriezeniska. Cilvēku veselības un vides aizsardzība prasa, lai uzmanība tiktu pievērsta apzinātas ĢMO izplatīšanas risku kontrolei. Šī direktīva ietver arī starptautisko pieredzi šajā jomā, starptautiskās tirdzniecības saistības un Konvencijas par bioloģisko daudzveidību Kartagenas protokola par biodrošību prasības.

Direktīva nosaka, ka ir nepieciešams izveidot saskaņotas procedūras un kritērijus, lai izvērtētu potenciālos riskus katrā konkrētajā gadījumā, kas var rasties no apzinātas ĢMO izplatīšanas vidē. Atsevišķi vides risku gadījumi vienmēr būtu jānovērtē pirms izplatīšanas. Būtu jāņem vērā arī iespējamā kumulatīvā ilgstošā ietekme, ko izraisa mijiedarbība ar citiem ĢMO un vidi. Jāievieš kopēja metodoloģija vides risku novērtēšanai, kas pamatojas uz neatkarīgiem zinātniskiem ieteikumiem. Jānosaka arī kopēji mērķi tādu produktu monitoringam, kas satur ĢMO vai sastāv no tiem, pēc to apzinātas izplatīšanas vai laišanas tirgū. Kumulatīvās ilgstošās ietekmes monitorings būtu jāuzskata par monitoringa plāna obligātu sastāvdaļu. Dalībvalstīm un EK jānodrošina ar ĢMO apzināto izplatīšanu vai tirgū laišanu saistīto iespējamo risku

sistemātiska un neatkarīga izpēte. Šādai izpētei vajadzīgie resursi jānodrošina dalībvalstīm un Kopienai saskaņā ar to budžeta procedūrām, un neatkarīgiem pētniekiem būtu jānodrošina visas attiecīgās informācijas pieejamība, respektējot intelektuālā īpašuma tiesības. Īpaši uzmanīgi būtu jāvērtē tādu ĢMO izplatīšanas radītie iespējamie riski, kuri satur antibiotiku rezistences gēnus. Jebkurai personai, pirms tā sāk ĢMO vai tāda produkta, kas satur ĢMO vai sastāv no tiem, apzinātu izplatīšanu vidē vai laišanu tirgū, jāiesniedz paziņojums dalībvalsts kompetentajai iestādei, ja paredzētais produkta lietojums ir saistīts ar tā apzinātu izplatīšanu vidē. Minētajā paziņojumā būtu jāiekļauj tehniskā dokumentācija, kurā ir informācija par pilnīgu vides risku novērtējumu, atbilstīgiem drošības pasākumiem un pasākumiem avāriju novēršanai, un, produktu gadījumā, precīzi norādījumi un lietošanas nosacījumi, kā arī paredzētais marķējums un iesaiņojums.

Pieteicēji atsaucas uz <http://www.europabio.org>, kur tiek publicētas dažādas ziņas par ĢMO tēmu, un ka tiks ņemta vērā jebkura informācija par riskiem un apdraudējumu, kas šajā vietnē tiks ievietota.

Eiropas regula (EC) No 1829/2003 pasaka, ka nav iespējams iegūt 100 % tīru sēklas materiālu. Šī problēma neattiecas tikai uz ĢM augu šķirnēm un ir vispārzināma.

EK rekomendācijās (2003/556/EC) ir definēti iespējamie sēklu materiāla nejaušas sajaukšanās iemesli:

1. Ziedputekšņu pārnesana starp blakus esošiem laukiem lielākā vai mazākā attālumā (atkarībā no sugas un citiem faktoriem, kas var ietekmēt gēnu pārnesi);
2. Kultūraugu sajaukšanās ražas novākšanas laikā un pēc ražas novākšanas;
3. Sēklu vai cita dzīva augu materiāla pārnese ražas novākšanas laikā, transportējot un uzglabājot, un daļēji ar dzīvniekiem;
4. “Brīvprātīgie” – sēklas, kas paliek augsnē pēc ražas novākšanas un veido jaunus augus nākamajos gados. Šis sajaukšanās avots dažiem augiem var būt vairāk būtisks (piemēram, rapsim) nekā citiem, un, pirmkārt, tas ir atkarīgs no klimatiskajiem apstākļiem (piemēram, kukurūzas sēklas nevar pārciest salu);
5. Sēklu piemaisījums.

Svarīgi apzināties dažādu piemaisījuma avotu kumulatīvo efektu, ieskaitot kumulatīvo efektu uz sēklu banku (*seed bank*) vai zemnieku saimniecībā saglabātām sēklām (*farm-saved seed*).

EK rekomendācijas (2010/C 200/01) iesaka kā pieļaujamo sēklu piemaisījuma sliekšni 0,9 %, bet galīgais lēmums ir atstāts katras dalībvalsts ziņā.

ES valstīs ir dažādi noteikumi attiecībā uz to, cik platām ir jābūt buferzonām ap ĢM kukurūzas laukiem. Piemēri doti 1. tabulā.

1.tabula. Nepieciešamie attālumi ĢM kukurūzas audzēšanai dažādās ES dalībvalstīs (Pearsall, 2013)

Valsts	Attālums konvencionālajā sistēmā, m	Attālums bioloģiskā sistēmā, m
Spānija	20	20
Nīderlande	25	250
Čehija	70	200
Vācija	150	300
Portugāle	200	300
Ungārija	400	800
Itālija	200	1000
Luksemburga	600	-

Pārtikas industrija strādā ar tehniskās nulles līmeni, kas atbilst 0,1 % (Commission Regulation (EU) No 619/2011), lai nodrošinātu, ka galaproduktā ĢMO piemaisījumu līmenis nepārsniedz 0,9 %. Šī Eiropas regula ir ieviesusi koncepciju par zema līmeņa klātbūtni (*low level presence (LLP)*) ES neautorizētiem ĢM gadījumiem importētā dzīvnieku barības materiālā (līdz 0,1 % līmenim). Šo koncepciju attiecina uz neautorizētiem/neapstiprinātiem ĢMO, kurus izmanto lauksaimniecībā, piemēram, lai novērtētu tādu pārtikai/dzīvnieku barībai reģistrētu līniju klātbūtni, kas satur vairākas transgēnu konstrukcijas, ne-ĢM sēklu vai autorizēto ĢM sēklu sūtījumos (MON 810 kukurūza). Zinātnieki pauž bažas, ka nemarkējot sēklu partijas, kurās ĢM piemaisījumi ir zem 0,1 %, ar laiku zemnieki nebūs spējīgi nodrošināt no ĢM brīvu kultūraugu vai tīras MON 810 kukurūzas audzēšanu (Chegão et al., 2015).

ES prasības attiecībā uz nejaušas klātbūtnes sliekšņiem ir stingrākās pasaulē. ASV, Kanādā un Japānā ne-ĢMO produkti var saturēt līdz 5 % ĢM materiāla bez prasības norādīt, ka tas ir ĢM produkts. Citās valstīs ir zemāki pieļaujamie sliekšņi, piemēram, 1 % Austrālijā, Jaunzēlandē, Dienvidāfrikā, Brazīlijā un Ķīnā. Eiropas

Savienībā 0,9 % limits attiecas uz apstiprinātiem ĢM produktiem (Regulation (EC) no. 1830/2003), bet nulles sliekšnis - uz neapstiprinātiem produktiem. Nulles sliekšnis aizstāj 0,5 % robežu, kas bija agrāk spēkā pēc European Food Safety Authority (EFSA) apstiprinājuma. Tālākas prasības ir atstātas katras dalībvalsts ziņā. 2010. gadā vairākas dalībvalstis (Austrija, Beļģija, Bulgārija, Čehija, Dānija, Vācija, Ungārija, Latvija, Luksemburga, Portugāle, Rumānija un Slovākija) bija apstiprinājušas noteikumus attiecībā uz audzēšanu un ĢM kultūraugu apriti. Spānija, savukārt, ir viena no valstīm ar visentuziastiskāko attieksmi pret ĢM lauksaimniecību, bet tai nebija pilnīgas šī procesa regulācijas. Līdzāspastāvēšanas noteikumu izstrāde Spānijā kavējās dēļ viedokļu atšķirības starp Spānijas Lauksaimniecības ministriju un Vides ministriju. Bija spēkā tikai sēklu izplatītāju kompāniju vadlīnijas un noteikums par 50 m izolācijas zonu ievērošanu. Spānijā izveidojās būtiskas atšķirības starp reģioniem. Katalonijā un Aragonā 55 % un 42 % visas kukurūzas ir ĢM, savukārt Astūrija un basku zeme ir pasludinājušas sevi par no ĢM brīvām teritorijām (Ramessar et al., 2010).

Latvijā ir spēkā Ministru kabineta noteikumi Nr.78 no 2015.gada 10. Februāra "Ģenētiski modificēto kultūraugu līdzāspastāvēšanas noteikumi". 2016. gada 27. aprīlī tika pieņemts Ministru kabineta rīkojums Nr. 271 "Par Nacionālās bioloģiskā drošuma sistēmas attīstības plānu 2017.-2019. gadam".

### **Sēklu partiju testēšanas metodiskā pieja, lai noteiktu neparedzētu ĢM sēklu klātbūtni**

ES valstīs tiek praktizēta sēklu partiju testēšana, lai noteiktu neparedzētu ĢM sēklu klātbūtni. Nav noteikts minimālais sliekšņa līmenis sēklu partiju marķēšanai, ja tiek atklāta autorizētu ĢM sēklu klātbūtne. Lielākajā daļā ES valstu sēklu paraugu ņemšana tiek balstīta uz ISTA sēklu testēšanas noteikumiem, kuri, savukārt, nav fokusēti uz ĢMO. Neeksistē praktiskas vadlīnijas ne sēklu paraugu ņemšanai, ne pielietojamajām analītiskajām metodēm (JRC 2015).

ES pārtikas un dzīvnieku barības produktos tehniski nenovēršama neparedzēta autorizētu ĢMO produktu klātbūtne bez marķēšanas ir pieļaujama, ja ĢM saturs ir ne vairāk kā 0.9 % no pārtikas vai barības sastāvdaļas. Nav šāda līdzīga apstiprināta sliekšņa līmeņa ĢM sēklu klātbūtnei konvencionālo sēklu partijās, lai gan Direktīvas 2001/18/EC 21 (2) punkts dod iespēju noteikt šādu sliekšni. Dažas dalībvalstis ir

noteikušas prasības marķēšanai, ja autorizētu ĢM sēklu saturs pārsniedz noteiktu piesārņojuma līmeni (JRC 2015).

Saskaņā ar ES likumdošanu oficiālās metodes ĢMO klātbūtnes noteikšanai un kvantificēšanai pārtikā un barībā ir gadījumu-specifiskas (reālā laika) PĶR metodes. ĢM saturs tiek izteikts kā masas frakcija procentuāli vai kā haploīdā genoma ekvivalents procentuāli, t.i., kā kopiju skaita attiecība starp ĢM mērķa sekvenci un endogēnās sugas vai taksona specifisko mērķa sekvenci, kas reprezentē attiecīgā auga haploīdo genomu. Atšķirībā no pārtikas un barības ĢM sēklu kvantitāte konvencionālo sēklu partijā tiek definēta kā atsevišķo sēklu proporcija konkrētajā sēklu partijā. To ne vienmēr var noteikt pēc ĢM DNS kopiju skaita proporcijas paraugā. Sēklas satāv no dažādiem audiem – endospermas, embrija un perikarpa. Šie audi var būt ar dažādu ploīditātes līmeni. Tiem var būt dažāda attiecība starp tēva un mātes izcelsmi un atšķirīgs DNS saturs. Papildus tam, attiecība starp audu masu un DNS kopiju skaitu variē starp dažādām sēklām, kas iegūtas no specifiskām ĢMO šķirnēm. Šiem visiem bioloģiskajiem faktoriem ir būtiska ietekme uz ĢM kvantificēšanas iznākumu, kas balstīts uz polimerāzes ķēdes reakciju (PĶR), it sevišķi heterozigotiskām kukurūzas sēklām. Tādēļ ĢM DNS proporcija nevar reprezentēt ĢM sēklu proporciju. Tikai tādā gadījumā, kad masas/masas references materiāls, kas tiek izmantots kvantifikācijai, ir ģenētiski tāds pats kā ĢM paraugs, kvantifikācijas iznākums reprezentēs ĢM sēklu uzņēmumu. Līdz ar to ĢM sēklu klātbūtnes noteikšanai sēklu partijā ir nepieciešama cita pieeja atšķirībā no pārtikas un barības testēšanas. Dažos pētījumos ir konstatēts, ka piemērots risinājums ir sēklu paraugu sadalīšana apakšparaugos, piemēram, seši paraugi pa 1000 sēklām, un testēšana atsevišķi, nosakot ĢM sēklu klātbūtni katrā apakšparaugā, un pozitīvo apakšparaugu saskaitīšana (Remund et al., 2001; Laffont et al., 2005, citēti pēc JRC 2015).

### **FVO veikto auditu rezultāti**

EK Pārtikas un veterinārais birojs (FVO) laika periodā no 2009. līdz 2013. gadam veica auditus un inspekcijas vairākās dalībvalstīs (Portugālē, Spānijā, Vācijā, Francijā, Nīderlandē, Polijā un Slovākijā). Galvenais auditu mērķis bija novērtēt ĢMO oficiālās kontroles sistēmu, tai skaitā, apzinātu izplatīšanu dabā. Galvenie atzinumi bija, ka kompetento autoritāšu sēklu kontroles plāni dažādās dalībvalstīs ir atšķirīgi. Daļā valstu sēklu testēšana notiek pēc ISTA vadlīnijām. Daļā valstu ir spēkā

nacionāli lēmumi. Tomēr dažos gadījumos nebija iespējams noskaidrot pēc kādiem kritērijiem izvēlas testējamās sēklu partijas. Daļa dalībvalstu piemēro nulles tolerances līmeni, kamēr citām ir noteikti sliekšņa līmeņi atkarībā no konkrētās modifikācijas autorizācijas līmeņa (JRC 2015).

### Portugāle

Atbildīgā institūcija par sēklu testēšanu ir Directorate-General for Agriculture and Rural Development. Marķēšanas sliekšnis sēklām ir 0,5 %. Kontrole tiek veikta importētām konvencionālām kukurūzas sēklām, it sevišķi no trešajām valstīm. Šo pārbaūžu mērķis ir noteikt nejaušu vai tehniski nenovēršamu ĢMO gadījumu klātbūtni sertificētās konvencionālās kukurūzas sēklu partijās. ĢMO šķirņu sēklas netiek pārbaudītas, lai noteiktu vai nav neautorizētu modifikāciju piemaisījumi. Laika periodā no 2006. līdz 2011. gadam bija noanalizēti 99 paraugi. Gadījumos, kad autorizēti ĢMO bija < 0.5 %, sēklu partijas netika izņemtas no tirgus. Ja 0,5 % robeža bija pārsniegta, sēklas tika izņemtas no tirdzniecības. Neautorizētas ĢMO līnijas nebija konstatētas nevienā no gadījumiem (2. tabula). Situācijās, kad nebija bijis iespējams identificēt konstatēto ĢMO gadījumu, sēklu kompānijas brīvprātīgi izņēma sēklas no tirgus (DG (SANCO) 2011).

2.tabula. Kukurūzas sēklu testēšanas rezultāti Portugālē laika periodā 2008.-2011. (DG (SANCO) 2011).

Gads	Analizēto kukurūzas sēklu partiju skaits	Pozitīvo paraugu skaits
2008	21	0
2009	20	2 MON810 (0,06 % un 0,39 %)
2010	21	6 MON810 (visi < 0.04 %); 1 cits autorizēts gadījums (< 0.1 %); 1 neautorizēts gadījums
2011	0	-

### Spānija

Atbildīgā institūcija par sēklu testēšanu ir Spanish Plant Variety Office. Tiek analizētas konvencionālās kukurūzas, kokvilnas un sojas sēklas. Visām sēklu partijām, kas lielākas par 500 kg ir jābūt sertifikātam, ka nesatur ĢMO. No partijām,

kurām ir šādi sertifikāti, 10 % tiek testēti atkārtoti, lai pārbaudītu pirmreizējās testēšanas kvalitāti. 5 % no ĢM kukurūzas MON810 sēklu partijām arī tiek pārbaudītas, lai noteiktu, vai tā ir šī līnija, un vai nesatur kādas citas līnijas piemaisījumus.

Gadījumos, kad analītiskais rezultāts pārsniedz 0.5 % robežu un satur ES pārtikā vai dzīvnieku barībā autorizētu līniju, sēklas nevar tikt tirgotas Spānijā. Tās vai nu tiek atgrieztas atpakaļ izcelsmes valstī, iznīcinātas vai arī izmantotas citiem mērķiem (ne sēšanai). Sēklu partijas tiek noraidītas, ja neautorizētu ĢM gadījumu saturs ir virs 0,1 %, kas tiek uzskatīts par detekcijas limitu. Līdz 2011. gadam šādu gadījumu nebija (DG (SANCO) 2011a).

### Polija

Atbildīgā institūcija par sēklu testēšanu ir State Plant Health and Seeds Inspection Service. ĢM sēklu klātbūtne ne-ĢM sēklās teorētiski vispār netiek pieļauta, bet faktiski tiek piemērots 0,1 % sliekšnis. < 0,1 % ir konstatētas gan autorizētas, gan neautorizētas līnijas. > 0,1 % ir bijis tikai vienā gadījumā (DG (SANCO) 2013). 3. tabulā ir dots testēto kukurūzas un rapša partiju kopskaits laika periodā 2010.-2013.

3.tabula. Kukurūzas un rapša sēklu testēšanas rezultāti Polijā laika periodā 2010.-2013. (DG (SANCO) 2013).

Gads	Analizēto ne-ĢM kukurūzas un rapša sēklu partiju kopskaits
2010	231
2011	250
2012	252
2013	50 (tikai kukurūza)

### Vācija

Vācijā kopš 2011. gada ir izveidota sēklu datu bāze, kurai var piekļūt no visiem reģioniem, lai novērstu vienas un tās pašas sēklu partijas dubultu testēšanu.

Galvenais princips ir, ka 10 % no visām sēklu partijām no iespējami ĢM modificētiem kultūraugiem, galvenokārt kukurūza un rapsis, kas tiek iesniegti uz



sēklu sertifikāciju, tiek analizēti uz ES neautorizētām ĢMO līnijām. Papildus tiek testētas arī ne vietējās izcelsmes sēklas.

2009. un 2010. gadā tika analizēti attiecīgi 571 un 610 sēklu un pavairojamā materiāla paraugi uz ĢMO no 12 Vācijas reģioniem. Neatbilstošo paraugu īpatsvars ir līdz 8 % (DG (SANCO) 2011b).

### Francija

Atbildīgā institūcija par sēklu testēšanu ir Directorate General for Competition, Consumer Affairs and Fraud Repression (*Direction Générale de la Concurrence, de la Consommation et de la Répression des fraudes*).

Piemērotais sliekšņa līmenis ir 0,1 %, kas atbilst tehniskajam detekcijas limitam. Katrā sezonā tiek noanalizēti 105 līdz 116 paraugi (2009. – 2012.) testējot ne-ĢM sēklas uz ĢMO piemaisījumu. Testētas tiek sēklas sēklu fasēšanas uzņēmumos un 10 importa punktos valstī, piemēram, lidostās. Tiek pārbaudīti visi sēklu sūtījumi, kas ir lielāki par 400 kg ne-ĢM sertificētu sēklu gadījumā vai lielāki par 100 kg citu ne-ĢM sēklu gadījumā, ja vien sēklas nav paredzētas eksperimentāliem mērķiem. Sēklas importētājs pats var izlemt, vai līdz analīžu beigām krava tiks aizturēta vai izplatīta. Izplatīšanas gadījumā importētājs pats apņemas nodrošināt izsekojamību (DG (SANCO) 2012).

### Nīderlande

Atbildīgas par sēklu testēšanu ir Human Environment and Transport Inspectorate un Ministry of Economic Affairs.

Katru gadu (2010.-2012) tiek noanalizēti 30 paraugi, kas reprezentē 3 – 5 % no visām kukurūzas sēklu partijām, kas paredzētas Nīderlandes tirgum. Primāri paraugi tiek ņemti no partijām, kas ienāk no riska valstīm (Argentīnas, Brazīlijas un ASV). Netiek pārbaudītas tranzīta kravas.

MON810 gadījumā sliekšnis ir 0,5 % ne-ĢM kukurūzas partijā. Ja tas tiek pārsniegts, partija jāmarķē kā ĢM. ES audzēšanai neautorizētu līniju gadījumā tiek piemērots nulles sliekšnis.

Muitas pārstāvji ņem rapša sēklu paraugus uz ĢMO. Pēc parauga paņemšanas vēlāk tiek noskaidrots, vai rapsis ir paredzēts sēšanai vai citiem mērķiem.

Pēdējos gados neatbilstoši paraugi nav konstatēti (DG (SANCO) 2012a).

### Slovākija

Atbildīgā institūcija par sēklu testēšanu ir Central Controlling and Testing Institute in Agriculture. Šī iestāde sagatavo ikgadējo plānu, kurā tiek noteikts, cik daudz paraugu tiks analizēti. Tiek analizēti ne-ĢM soja, rapsis un kukurūza. Kukurūzai tiek ņemti paraugi no katras piecdesmitās valstī izaudzētās sēklu partijas. 100 % tiek pārbaudītas visas kukurūzas partijas, kas ienāk no trešajām valstīm. Testēto paraugu skaits gadā 14 līdz 18 (2011.-2013.). Sliexsnis – netiek pieļauta ĢMO klātbūtne ne-ĢM sēklās. Kopš 2006. gada ĢMO klātbūtne ne-ĢMO sēklās nav konstatēta (DG (SANCO) 2013a).

### **OECD pētījums par zema līmeņa piesārņojuma klātbūtni sēklās**

2013. gadā ir publicēts Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) pētījums par 2009. gadā veiktās OECD valstu anketēšanas rezultātiem. Ziņojums ietver informāciju par zema līmeņa piesārņojuma klātbūtnes gadījumiem, kad konstatēts, ka sēklas satur zema līmeņa piesārņojumu ar tādām transgēnajām sēklām, kuru ietekme uz vidi ir izvērtēta un tās tiek audzētas eksporta valstī, bet netiek audzētas importa valstī. Ziņojums ietver sēklu materiālu, kā arī tādu materiālu, kas domāts citiem mērķiem, bet var dīgt un izveidot augus nejauši nonākot apkārtējā vidē, kā arī mērķtiecīgi izmantojot šādu materiālu kā sējmateriālu. Atbildes uz anketas jautājumiem iesniedza 20 valstis (OECD 2013).

#### Austrija

Sēklām, kas iziet sertifikācijas procedūru un tiek tirgotas Austrijā, piemēro nulles tolerances politiku. Īstenošanas procesā piemēro 0,1 % ĢM-sēklu piemaisījuma pieļaujamību ne-ĢM sēklās.

Mazākais references daudzums autorizēta un neautorizēta piesārņojuma indifikācijai ir viena sēkla. Darba parauga lielumam testēšanai jābūt vismaz 3000 sēklām. Tiek izmantots testēšanas plāns ar apakšparaugiem, lai nodrošinātu, ka vismaz viena modificēta sēkla no 3000 sēklām tiek uztverta.

Nacionālā sēklu programma sastāv no integrētas kvalitātes sistēmas un satur uz risku balstītu monitoringa sistēmu, ko īsteno Federal Office for Food Safety, kā arī no visaptverošas pašuzraudzības sistēmas, ko īsteno sēklu kompānijas. Šī kvalitātes kontroles sistēma ietver nejaušas ĢM klātbūtnes noteikšanu sākotnējā (Basic vai Pre-

Basic) sēklu materiālā, kas tiek izmantots uz lauka, obligātu *autcorosses* aizvākšanu no lauka, tīrības pasākumus sēklu ražošanas procesā un ĢM analīzes gala/sertificētajās sēklās.

Federal Office for Food Safety pārbauda šo sistēmu, veicot sēklu ražotāju un tirgotāju kompāniju auditus (izsekojamība no lauka līdz sēklas paciņai), un pārbaudot sēklu partijas uz ĢMO, kas tiek izmantotas sēklu ieguvei Austrijā, kā arī pārbaudot sēklu ražošanas laukos un nacionālajos kontroles laukos atrastos *outcross* augus uz ĢM. Šī monitoringa sistēma darbojas kopš 2001. gada. Detalizēta informācija par laika periodu no 2006. līdz 2010. gadam ir dota tabulā.

4.tabula. Sēklu testēšanas rezultāti Austrijā laika periodā 2006.-2010. (DG (SANCO) 2011) (OECD 2013).

ĢMO Monitoringa programma	Parauga veids	Sezona				
		2006	2007	2008	2009	2010
1. Austrijā sertificētas sēklu partijas	Sēklas	82	83	80	75	76
No tām pozitīvās ( $\leq 0,1\%$ )		4	1	1	1	2
2. Piespiedu kontrole – citās Eiropas valstīs vai trešajās valstīs sertificēto sēklu tirdzniecība	Sēklas	51	38	35	41	42
No tām pozitīvās ( $\leq 0,1\%$ )		1	2	1	5	1
3.a) Basic vai Pre-Basic sēklu partijas, kas tiek izmantotas sēklu ražošanā Austrijā	Sēklas	21	23	34	34	39
No tām pozitīvās ( $\leq 0,1\%$ )		0	0	2	1	1
3.b) Pārbaudes un paraugu ņemšana ražošanas laukos (lauka sertifikācija) un pēckontroles laukos. Apmēram 1,5 līdz 2,0 miljonu augu botāniskā	Lapas (apmēram 1,5 līdz 2,0 miljonu augu)	414	217	373	356	368

ĢMO Monitoringa programma	Parauga veids	Sezona				
		2006	2007	2008	2009	2010
kontrole.						
No tiem pozitīvi ( $\leq 0,1\%$ )		0	2	2	1	0
3. Sēklu materiāls, kas tiek izmantots šķirnes reģistrēšanas procesā Austrijā.	sēklas	26	25	27	29	27
No tiem pozitīvi ( $\leq 0,1\%$ )		0	0	2	2	0

Visām pozitīvajām partijām, kuras uzrādīja ĢM pozitīvus rezultātus kontroles pārbaūžu laikā bija kvalitātes sertifikāti, kas apliecināja, ka ĢMO piemaisījumu nav, nodrošinot atbilstību Rikojumam par Ģentētiski Modificētām Sēklām.

Cieša sadarbība starp Federal Office for Food Safety un Austrijas sēklu ražotājiem novērš sēklu piesārņošanu ar ĢM materiālu.

OECD dokumentā nebija informācijas par to, ka Austrijā īpaša uzmanība būtu veltīta kādām konkrētām augu sugām.

### Beļģija

Beļģijā ir bijis viens reģistrēts LLP gadījums. Valonijā tika realizēts liela mēroga reģionāls zinātnisks projekts, kura ietvaros randomizēti tika ievākti rapša augi šajā reģionā, lai noteiktu šo augu ĢM statusu. Vairāki ĢM rapša augi tika konstatēti 2007. un 2008. gadā, piederoši pie GT73 un Ms8xRf3. Šīs līnijas ir atļauts importēt un lietot pārstrādē ES kopš 2005. un 2007. gada respektīvi, bet tās nav autorizētas audzēšanai. Lai noskaidrotu iespējamo cēloni, kādēļ varēja nonākt vidē šādi ĢM augi, kompetentā organizācija organizēja sanāksmi ar zinātniekiem un Monsanto un Bayer CropScience. Viennozīmīgs izskaidrojums netika atrasts. Viens no hipotētiskiem skaidrojumiem bija agrāk veikti lauka izmēģinājumi, kā arī sēklu materiāla un citu produktu aprīte.

### Čehija

Čehijā ir dokumentēti divi LLP gadījumi – ĢM piejaukumu piesārņojums kukurūzā. Par šiem gadījumiem kompetento institūciju, kas ir Čehijas Vides

ministrija, informēja Vācijas kompetentā institūcija 2009. gada aprīlī un 2010. gada maijā, ka kukurūzas sēkļu partijas ar LLP piesārņojumu ir transportētas uz Čehijas Republiku. Vācijas uzraugošās un kontroles iestādes bija konstatējušasniecīgu audzēšanai ES neautorizētu ĢM kukurūzas piesārņojumu konvencionālās kukurūzas šķirņu sēklās. Konstatētais piesārņojums bija zem kvantifikācijas limita - < 0,1 % katram konstatētajam ĢMO gadījumam. 2009. gadā sēkļu īpašnieks atsauca visas sēklas no aprites, izņemot 105 vienības, kas bija jau iesētas 96,9 ha platībā četrās zemnieku saimniecībās. 2010. gadā problēmu atsaukt sēklas nebija, jo sēkļu importētājs tās bija saglabājis nākamajai sezonai. 2009. gadā kompetentā institūcija lika zemniekiem iznīcināt piesārņotos kukurūzas sējumus, kā arī citus kukurūzas sējumus 200 m attālumā no šiem laukiem, sasmalcinot augus pirms graudu nogatavošanās. Iegūto biomasu bija atļauts izmantot skābbarības iegūšanai attiecīgajā saimniecībā vai biogāzes ražošanā tuvākajā biogāzes ražotnē. Kompetentā institūcija pēc ražas novākšanas pārbaudīja šos laukus, kā arī nākamajā gadā, lai pārbaudītu brīvprātīgo (*volunteers*) augu esamību. 2010. gada sēkļu importētājam tika likts eksportēt sēklas uz tādu valsti, kur konkrētie ĢM gadījumi ir autorizēti kultivēšanai.

### Igaunija

Igaunija neveic riska novērtējumu attiecībā uz LLP dzīvās sēklās dažādos produktos, bet īsteno standarta riska novērtējumu attiecībā uz ĢMO atbilstoši ES likumdošanai. Līdz ar to LLP gadījumi nav konstatēti.

### Nīderlande

LLP gadījumi sēkļu partijās nav konstatēti. Visi konstatētie LLP gadījumi ir bijuši produktos, kas var bioloģiski darboties kā sēklas. Visos gadījumos uzmanība LLP gadījumiem tika pievērsta pēc citu ES dalībvalstu ziņojumiem vai pēc trešo pušu (ražotāji un importētāji) ziņojumiem.

Rutinās paraugi tiek ņemti izlases veidā no importētajām rapša un kukurūzas partijām kā produkti ar augstāko risku, ka varētu saturēt neautorizētas ĢM šķirnes. LLP gadījumi nav konstatēti.

### Norvēģija

LLP gadījumi komerciālā sēklas materiālā nav konstatēti, lai gan ir veiktas analīzes kukurūzas un rapša sēkļu partijām.

LLP gadījumi ir konstatēti materiālā, kas bioloģiski var funkcionēt kā sēklas.

Rutīnas paraugu analīzēs, kas ņemti randomizēti laika periodā no 2004. līdz 2009. gadam no importētām sojas, kukurūzas un rapša sēklām izmantošanai pārtikā un/vai dzīvnieku barībā, ir konstatēti sekojošu ĢMO līniju LLP gadījumi:

- RR soja, MON-Ø4Ø32-6;
- NK603 kukurūza, MON-ØØ6Ø3-6;
- MON 810 kukurūza, MON-ØØ81Ø-6;
- Bt11 kukurūza, SYN-BTØ11-1;
- TC 1507 kukurūza, DAS-Ø15Ø7;
- MON 863 kukurūza, MON-ØØ863-5;
- CDC Triffid/FP967 linsēklas CDC-FLØØ1-2 pārtikas ķēdē pateicoties RASFF brīdinājuma sistēmai.

Kukurūzas un sojas gadījumos, ĢMO piemaisījums bija ļoti zems, risks dīgšanai un augšanai Norvēģijas dabā tika novērtēts kā nulle vai ļoti zems, tādēļ specifiski pasākumi vides vadībai netika piemēroti.

Tā kā ĢM linsēklas nav apstiprinātas Norvēģijā, attiecīgie pārtikas produkti tika izņemti no tirgus.

### Spānija

Konstatēti divi LLP gadījumi kukurūzas un kokvilnas sēklās. 2005. gadā biotehnoloģisko sēklu kompānija ziņoja Spānijas Vides ministrijai, ka viņi konstatējuši tādas kukurūzas sēklas, kas izmantotas lauka izmēģinājumiem Spānijā 2003. un 2005. gadā, un kas satur Bt10 nevis Bt11 kukurūzu. 2008. gadā tika konstatēts ES neautorizētu ĢM piemaisījums kokvilnas sēklās, kādas Spānijas sēklu kompānijas 12 sēklu partijās, pārbaudot attiecīgo šķirni pirms eksporta uz citu ES valsti.

Konstatēti arī daži LLP gadījumi materiālā, kas bioloģiski var funkcionēt kā sēklas materiāls. Lielākoties informācija par šādiem gadījumiem ir saņemta no RASFF sistēmas. Daži gadījumi tika konstatēti Spānijā, kur kukurūzas, sojas un rīsa izstrādājumi tika aizturēti uz robežas ostās. Vienā gadījumā krava tika aizturēta ostā vairākus mēnešus līdz attiecīgā modifikācija tika autorizēta ES izmantošanai pārtikā un dzīvnieku barībā.

Par sēklu ražošanu un sertificēšanu atbild reģionālas institūcijas. Importēto sēklu gadījumā kompetentā kontroles un inspekcijas iestāde ir Spanish Office for Plant Varieties. Šī iestāde līdz ar reģionālajām institūcijām darbojas kopīga Nacionālā plāna ietvaros. Reģionālās institūcijas atbild par sēklu ražošanu, sertifikāciju un komercializāciju savā teritorijā. Tiek kontrolētas kukurūzas, kokvilnas un sojas konvencionālo šķirņu sēklas gan uz autorizētiem, gan neautorizētiem gadījumiem. Spanish Office for Plant Varieties atbild par analīžu koordinēšanu, paraugu ņemšanas plāniem un ĢMO klātbūtnes konstatēšanu sēklās minētajām sugām. Reģionālās institūcijas atbild par oficiālās kontroles paraugu ņemšanu atbilstoši ISTA sistēmai. Kompānijām, kas ražo un importē kukurūzas, kokvilnas, sojas un rapša sēklas, ir jāiesniedz kompetentajām institūcijām pirms šo sēklu oficiālās sertifikācijas vai ieviešanas valstī kvalitatīvo un kvantitatīvo ĢMO analīžu rezultāti, kurus ieguvušas akreditētas laboratorijas. Tas attiecas uz katru sēklas partiju, gan uz konvencionālajām, gan uz ĢM šķirnēm. 10 % no visām sēklu partijām tiek pārbaudīti vēlreiz Centrālajā veterinārās medicīnas laboratorijā.

Attiecībā uz LLP dažādos produktos (tai skaitā pārtikā), atbildīgā iestāde ir Spanish Food Safety and Nutrition Agency, kas ir Veselības ministrijas iestāde. Par ĢMO dzīvnieku barībā atbild Lauksaimniecības, pārtikas un vides ministrijas struktūrvienība. Valstī ir spēkā ilggadīgs oficiāls kontroles plāns ĢMO kontrolei pārtikā un dzīvnieku barībā.

Lauksaimniecības, pārtikas un vides ministrijas pārziņā ir Spānijas Biodrošības komisija, kas ir konsultatīvs zinātniskais panelis, kas izvērtē dažādu aktivitāšu drošību un jautājumus, kas saistīti ar ĢMO.

### **Starptautisko nevalstisko organizāciju ziņojumu analīze**

Eiropas Savienībā lielākie ĢMO audzēšanas apjomi ir Spānijā. 2014. gadā tur tika audzēti 92 % no ES ĢMO. Otrajā vietā bija Portugāle ar 6.5 % no ES ĢMO. 2014. gadā 29 % no kukurūzas audzēšanas platības Spānijā bija ĢM kukurūza (131 538 ha). Spānijā nav spēkā līdzāspastāvēšanas vadlīnijas. Oficiālu ziņojumu par piesārņojumu ar ĢMO nav (IFOAM EU Group, 2014).

Polijā ir nacionālais aizliegums ĢM kukurūzas MON810 kultivēšanai. Polijas kompetentās iestādes laika periodā no 2005. līdz 2010. gadam ir veikušas 1685 sēklu

paraugu (kukurūza, rapsis, sinepes) analīzes. 3.92 % paraugu (66) saturēja dažādu transgēno līniju piemaisījumus. Tikai septiņos paraugos piemaisījumi pārsniedza kvantifikācijas sliekšni (0.1 %) (IFOAM EU Group, 2014).

Rumānija audzē MON810, bet nelielās platībās – 0.54 % no Eiropas ĢMO kultivēšanas platības 2014. gadā. Šajā valstī ir spēkā noteikums, ka jābūt 200 m distancei starp ĢM un ne-ĢM kukurūzu. Valsts institūcijas neveic kontroli. Greenpeace veiktajā kampaņā 2014. gadā tika konstatēta ĢM sojas audzēšana, kas bija atļauta Rumānijā līdz 2014. gadam, kad šī valsts iestājās ES. Zemniekiem Rumānijā ir atļauts saglabāt sēklas un izmantot nākamajā gadā. Rumānijas nacionālā laboratorija nav aprīkota ar ĢMO testēšanai nepieciešamo aprīkojumu (IFOAM EU Group, 2014).

Vācijā ir spēkā samērā detalizēti norādījumi ĢMO audzēšanai. Starp ĢM un ne-ĢM kultūraugiem ir jābūt 150 m, ja tuvumā esošās zemnieku saimniecības ir konvencionālas, un 300 m, ja tuvumā esošie zemnieki ir bioloģiskie audzētāji vai ĢMO brīvu kultūraugu audzētāji. Ne- ĢM kukurūza var tikt audzēta ne ātrāk kā divus gadus pēc ĢM kukurūzas. Ir norādījumi par ražas vākšanu un tehnikas tīrīšanu. Pašlaik spēkā ir nacionālais aizliegums audzēt MON810 (IFOAM EU Group, 2014). Austrijā kopš 1999. gada ir spēkā aizliegums audzēt ĢMO kukurūzu. Astoņas no deviņām zemēm ir apstiprinājušas līdzaspastāvēšanas noteikumus. Par monitoringu atbild gan zemnieki, gan valsts iestādes. Īpaši noteikumi ir spēkā katrā no reģioniem. Piemēram, Vīnes reģionā par neautorizētu audzēšanu zemniekam var uzlikt 15 000 – 30 000 EUR lielu sodu, kā arī jāatjauno piesārņotā vide (IFOAM EU Group, 2014).

Informācija, ko apkopojis ĢM Piesārņojuma Reģistrs (*GM Contamination Register*), ir analizēta nākamajā nodaļā pie zinātniskās literatūras analīzes.

### **Papildus zinātniskās literatūras analīze**

Zemnieku izaudzētās šķirnes rapša sēklu partijas var tikt piesārņotas ar toleranci pret herbicīdiem divos veidos: ar ziedputekšņu nodrošinātu gēnu plūsmu vai ar veselīgiem graudiem. Veseli graudi kā piesārņotāji var būt homozigotiski attiecībā uz herbicīdu rezistences īpašībām, savukārt ziedputekšņu nodrošinātas gēnu plūsmas piesārņotāji būs heterozigotiski attiecībā uz rezistences īpašībām sākotnējā pēcnācēju paaudzē. Sēklas var tikt piesārņotas ne tikai audzēšanas procesā, bet arī apstrādes un fasēšanas etapos (Friesen et al., 2003).



Kanādā veiktā pētījumā tika konstatēts, ka no 27 lokāli izaudzētu rapša sēklu partijām, 14 saturēja glifosāta un vai glufosināta rezistences piesārņojuma līmeni virs 0,25 %, līdz ar to neatbilda Kanādā noteiktajam 99,75 % tīrības līmenim. Trīs sēklu partijās glifosāta rezistences piesārņojuma līmenis bija vairāk nekā 2,0 %. Sešās partijās tika konstatēta rezistence pret imidazolinonu, bet zemāk par 0,05 % līmeni. Tas tika noteikts izmēģinājumos lauka apstākļos. Sēklu paraugi bija paņemti katrs no viena maisa, lai neradītu problēmas zemniekiem, kā arī pieņemot, ka katra sēklu partija ir bijusi pietiekoši homogēna ražošanas, apstrādes un fasēšanas procesa rezultātā. Kā piesārņojuma avotu autori neuzskatīja ziedputekšņus, jo audzētāji ievēroja noteiktos audzēšanas attālumus, bet gan mehānisku sēklu sajaukšanos ražas vākšanas laikā vai kā piesārņojumu, kas radies jau iepriekšējās paaudzēs (Friesen et al., 2003).

ASV Vides aizsardzības aģentūra (*US Environmental Protection Agency*) bija ieviesusi obligātu prasību audzēt no toksīniem brīvus augus blakus Bt augiem, lai nodrošinātu lēnāku kaitēkļu rezistences attīstību, lai gan bija bažas par gēnu plūsmu starp šīm augu populācijām (Chilcutt and Tabashnik, 2004). Pētījumā Teksasā tika konstatēts, ka šādi audzējot kukurūzu Bt CryAb toksīns bija sastopams zemā līdz vidēji augstā līmenī ne-Bt kukurūzā līdz 31 m attālumam no Bt-kukurūzas, nosakot ar ELISA metodi. Augstākais līmenis bija līdz 2 m attālumam – 43-45 % no vidējās koncentrācijas Bt kukurūzā. Tika secināts, ka transgēna plūsmu nodrošināja ziedputekšņi. ASV Vides aizsardzības aģentūra noteica, ka, lai iegūtu homogēnas sēklas, jābūt vismaz 200 m zonai starp dažādiem kukurūzas veidiem, tomēr prasība, ka Bt kukurūzas laukā ir jābūt 4 m platām ne-Bt kukurūzas joslām, tika saglabāta. Pētījuma autori izteica bažas, ka šāda randomizēta kukurūzas audzēšana varētu novest pie situācijas, kad ne-Bt kukurūza var saturēt augstu proporciju ar sēklām, kam ir Bt toksīns, tādējādi samazinot iespēju izmantot šādas sēklas kaitēkļu rezistences samazināšanā (Chilcutt and Tabashnik, 2004).

ASV tika konstatēti gadījumi, kad sēklu aprītē bija atrastas transgēno šķirņu DNS sekvences konvencionālajās kukurūzas, sojas un rapša sēklu partijās. Šādu gadījumu sastopamība bija diezgan augsta (50 - 83 % kukurūzas un sojas šķirņu, 83 - 100 % rapša šķirņu), bet piesārņojuma līmenis bija zems – līdz 1 %. Tā kā pašapputes

augiem (sojai) piesārņojuma sastopamība un līmenis bija līdzīgs kā svešapputes augiem (rapsim un kukurūzai), tad autori izsecināja, ka piesārņojuma cēlonis varētu būt bijusi fiziska sajaukšanās sēklu materiāla audzēšanas procesā (sēšana, ražas novākšana, apstrāde, uzglabāšana, transports), varbūt pat daudzus gadus iepriekš (Mellon and Rissler, 2004).

Norvēģijā, kas nav ES dalībvalsts, ir spēkā Gēnu tehnoloģiju akts (Act of 2 April 1993 No. 38 Relating to the Production and Use of Genetically Modified Organisms, etc. (Gene Technology Act)). Šveicē ir ĢMO moratorijs līdz 2021. gadam.

Francijā veica pētījumu zemnieku saimniecībās speciāli ierīkotos daudzgadīgos izmēģinājumos, lai noskaidrotu, vai ir iespējama pāreja no ĢM kultūraugu audzēšanas atpakaļ uz konvencionālajām šķirnēm. Audzēja ĢM rapsi, nodrošinot piemērotu augu sekas maiņu ar ĢM cukurbietēm, konvencionāliem miežiem vai kviešiem un saulespuķēm. Izmēģinājumi tika sākti 1995. gadā. ĢM rapsis bija iekļauts augu sekā līdz 2002. gadam, kad tā audzēšana tika aizliegta un aizstāta ar konvencionālo rapsi. Pētījumu gaitā tika noteikts ĢM rapša sēklu piemaisījums 3 līdz 8 gadu laikā pēc ĢM rapša audzēšanas. Sešos no 18 gadījumiem piemaisījums bija lielāks nekā pieļaujamais 0,9 % sliekšnis, kas noteikts Eiropā, lai šādu materiālu varētu izmantot pārtikā un lopbarībā kā ne-ĢMO produktu. Vienā gadījumā ĢM piemaisījumu līmenis bija pat 18 %. Tas bija atkarīgs no izmantotajām šķirnēm (Messean et al., 2007).

Šajā pašā laika periodā Francijā tika pārbaudītas 447 komerciālas kukurūzas sēklu partijas, no kurām 14 sēklu partijas bija pozitīvas uz ĢM. Tika konstatēts, ka visas sēklu partijas bija piesārņotas vismaz ar dažām ĢM sēklām (ĢM saturs <0,1 %). Pētījumā tika izmantota 3-pakāpju pieeja. Pirmkārt, no piesārņotajām sēklu partijām 10 000 kukurūzas augu tika iesēti un tiem tika veikts PĶR skrīnings porcijās pa 100 augiem, tālāk pa 10 augu apakšparaugiem un visbeidzot tika analizēti individuāli augi. Otrajā solī tika veikta specifiska katra individuālā auga identifikācija. Beigās, lai noteiktu piesārņojuma cēloni katrs individuālais augs tika analizēts ar SSR metodi (*simple sequence repeat*). ĢM augi saturēja P35-S and/or T-Nos, MON810, T25, kā arī tādas modifikācijas, kas nebija apstiprinātas ES - GA21 vai krustojumu MON810/T25. Vienā gadījumā tika konstatētas T14 specifiskas konstrukcijas. Lielākā daļa no analizētajām sēklu partijām bija piesārņota ar vairākiem transformāciju

gadījumiem. Pētījuma noslēgumā no SSR marķieru analīzes autori izsecināja, ka piesārņojums bija radies sēklu ražošanas procesā svešapputes rezultātā (Petit et al., 2007).

Izvērtējot teorētiskus rapša sēklu piesārņojuma rašanās riskus Dānijā, konstatēja, ka augstākie kontaminācijas riski ir tajos posmos, kas notiek zemnieku saimniecības līmenī – augsnes sagatavošanas un sēklu sēšanas posmā, „brīvprātīgo” augu dīgšana no augsnes sēklu bankas, gēnu pārnese ar apputeksnēšanos, ražas vākšanas laikā. Sēklu transports, uzglabāšana un tirdzniecība tika novērtēti kā mazāk bīstami posmi (Damgaard et al., 2007).

Ir veikti vairāki pētījumi Meksikā no 2002. Līdz 2009. gadam saistībā ar ne-ĢMO kukurūzas sēklu piesārņojumu ar glifosāta toleranci un rezistenci pret kaitēkļiem. Meksikā ĢM kultūraugi nebija atļauti audzēšanai komerciālām vajadzībām. Šie pētījumi ir diezgan pretrunīgi, tomēr leicina, ka piesārņošanās ar ĢMO sēklām tiešām ir notikusi un saglabājusies vairāku gadu garumā (Gilbert, 2013; Dyer et al., 2009).

Transgēnu izplatīšanās dabā faktiski nav izslēdzama un apturama. Vislabāk dokumentētie gadījumi ar plašu transgēnu izplatīšanos ir rapsim (*Brassica napus* L.). Rapsim bija izveidota glifosāta tolerance (Roundup Ready rapsis) un atsevišķi glufosinātu tolerance (Liberty Link rapsis). Plaša transgēnu izplatīšanās Kanādā notika jau pēc pirmajiem diviem audzēšanas gadiem laukos, kur ĢM rapsis nebija audzēts, bez tam tika konstatēta vienlaicīgi abu herbicīdu rezistence (Marvier and Van Acker, 2005).

Ar ziedputekšņiem gēnu pārnese var notikt ne tikai no ĢM kultūrauga uz ne-ĢM kultūraugu, bet arī uz attiecīgajam kultūraugam radniecīgiem savvaļas augiem, arī nezālēm. Lai samazinātu šādas hibridizācijas iespējas, gēnu inženieri ir ieviesuši vairākus risinājumus:

- 1) Hloroplastu transformācija (iepriekš transformētās kodola DNS vietā), jo hloroplasti lielākoties tiek nodoti nākamajām paaudzēm pa mātes līniju;
- 2) Pretrunīgi vērtētā „terminatoru tehnoloģija”, kas nodrošina sterilu sēklu veidošanos, kas liedz iespēju zemniekiem pašiem iegūt sēklas materiālu;

- 3) Citoplazmatiska vīrišķo īpatņu sterilitāte, kas ietver mitohondriālos gēnus, kas novērš funkcionālu ziedputekšņu veidošanos (Marvier and Van Acker, 2005).

Līdzšinējā pieredze rāda, ka ĢM augu pilnīga ierobežošana nav iespējama cilvēku faktora dēļ, piemēram, nejauša ĢM sēklu sajaukšana ar ne-ĢM sēklām vai pārtikas produktiem, nejauša neautorizētu transgēnu izplatīšana ar komerciālu sēklu materiālu, audzētāju un industrijas nespēja ievērot nepieciešamos protokolus lauka izmēģinājumos. Vairākas lielās biotehnoloģiju kompānijas ASV ir sodītas par pārkāpumiem ĢM kultūraugu lauka izmēģinājumu laikā. 2002. gada decembrī Dow AgroSciences tika sodīti par nepietiekoši ierīkotām barjerām un vējlauzes joslām. Šajā pašā laika periodā Pioneer HiBred (DuPont uzņēmums) tika sodīts par ĢM kukurūzas audzēšanu laukā, kas bija pārāk tuvu citam kukurūzas laukam, potenciāli padarot iespējamu gēnu pārnesei ar putekšņiem. 2003. gada martā Pioneer HiBred tika sodīta par neziņošanu noteiktajā laikā, ka ir konstatēts piesārņojums blakus esošajos kukurūzas laukos. 2003. gada oktobrī kompānija Monsanto tika sodīta par pārkāpumiem, kas bija notikuši 2001. gadā ĢM kukurūzas un kokvilnas lauka izmēģinājumos (Marvier and Van Acker, 2005).

Cilvēciskās kļūdas faktors bija par iemeslu ĢM kukurūzas audzēšanai, kas tika izmantota, lai iegūtu vakcīnu pret cūku diareju. 2002. gada novembrī USDA (*United States Department of Agriculture*) atklāja, ka ProdiGene nav ievērojusi federālos noteikumus divos lauka izmēģinājumos – Nebraskā un Aijovā. Abās vietās kompānija nebija iznīcinājusi brīvprātīgos augus nākamajā audzēšanas sezonā. Nebraskā brīvprātīgā kukurūza bija sasmalcināta un sajaukta ar soju graudu elevatorā, kas beidzās ar 500 000 bušeļu sojas iznīcināšanu. Aijovā 155 akri kukurūzas, kas ietvēra izmēģinājuma vietu, bija jāiznīcina dēļ iespējama piesārņojuma, kas radies ar ziedputekšņiem no brīvprātīgajiem augiem (Marvier and Van Acker, 2005).

2001. gada novembrī Monsanto ziņoja, ka neliels daudzums neautorizēta pret herbicīdiem toleranta rapša, GT200, varētu būt piemaisīts ASV komerciāli tirgotajam rapsim. Monsanto pieprasīja, lai USDA ar atpakaļejošu spēku reģistrētu GT200. Lai gan šī līnija nekad nebija tirgota Ziemeļamerikā un netika atrasta komerciālajā rapsī ASV, GT200 tika konstatēta Kanādā audzētā rapsī. Monsanto nespēja izskaidrot, kā transgēns varēja nokļūt Kanādā audzētā rapsī (Marvier and Van Acker, 2005).

Ir dokumentēts gadījums, kad Charles M Rick Tomato Genetics Resource Center pašiem to nezinot, izplatīja tomātu sēklas, kas saturēja autorizētu ĢM modifikāciju,

zinātniekiem 14 valstīs septiņu gadu laikā. Tika atsaukti 30 sēkļu paraugi (Marvier and Van Acker, 2005).

StarLink kukurūza bija izveidota, lai ekspresētu insekticīdu cry9 proteīnu. Šī kukurūza bija reģistrēta ASV izmantošanai dzīvnieku barībā, bet ne cilvēku pārtikā. 2000. gadā cry9 tika atklāts plašā spektrā pārstrādātos pārtikas produktos. Neskatoties uz apjomīgu pārtikas produktu un StarLink sēkļu atsaukšanu, cry 9 tika konstatēts detektējamā apjomā kukurūzu saturošos produktos ASV vēl trīs gadus pēc piesārņojuma atklāšanas (Marvier and Van Acker, 2005).

Visi šie minētie gadījumi ir satraucoši dēļ tā, ka kļūdas bija pieļāvuši izglītoti un apmācīti cilvēki, un vairākos gadījumos tās netika pamanītas vairāku gadu garumā. Šie gadījumi norāda uz to, ka piesārņojums ar ĢMO notiek, un it sevišķi tas varētu būt bīstami tādu šķirņu gadījumā, kas satur farmaceitiskas vai industriālas īpašības, kas sajaukšanās gadījumā varētu radīt nopietnu risku cilvēku veselībai (Marvier and Van Acker, 2005).

Informācija, ko apkopojis ĢM Piesārņojuma Reģistrs (*GM Contamination Register*), liecina, ka kopš 1997. gada līdz 2013. gadam ir reģistrēti 396 gadījumi 63 valstīs (60 % gadījumu ir dokumentēti arī RASFF datu bāzē). Kopš 2000. gada tie bija vairāk nekā 10 gadījumi gadā, bet kopš 2005. gada tie ir vairāk nekā 20 gadījumi gadā. 2006. gadā bija gandrīz 60 gadījumu, no kuriem pusi veidoja ĢM rīsu gadījums ASV. Visvairāk gadījumu ir konstatēts valstīs, kas ietilpst RASFF sistēmā kopā ar Ziemeļameriku un Austrāliju. RASFF sistēmā ietilpstošo valstu konstatēto gadījumu dominēšana norāda uz to, ka šajās valstīs notiek rutīnas monitorings un ir izveidoti ziņošanas mehānismi. Valstis, kas ziņojušas par visvairāk gadījumiem, ir Vācija, ASV, Francija un Apvienotā Karaliste. Tas gan pilnībā neatbilst to valstu sarakstam, kurās visvairāk tiek audzēti ĢM augi - ASV, Brazīlija, Argentīna un Kanāda (Price and Cotter, 2014).

Visvairāk gadījumu par piesārņojumu ar ĢMO ir saistīti ar rīsiem – apmēram trešā daļa no visiem gadījumiem, par spīti tam, ka ĢM rīsu komerciāla kultivēšana nekur pasaulē nenotiek. Visvairāk gadījumu saistībā ar rīsiem bija 2006./2007. gadā, kuru cēlonis bija divi nesaistīti gadījumi ar piesārņojumu ar neautorizētiem ĢM kultūraugiem – LLRICE ASV un Bt63 Ķīnā. 2008. gadā EK uzdeva veikt ārpuskārtas rīsu produktu kontroli, kas tika importēti ES no Ķīnas. Amerikā 2000. gadā divas pret glufosinātu rezistentas ĢM rīsu līnijas, LLRICE62 un LLRICE06, bija reģistrētas kultivēšanai un mārketingam, bet ne komerciālai audzēšanai. Vēl viena līnija LL601

bija izstrādes stadijā kompānijā Bayer Crop Science, līdz tās attīstīšana un lauka izmēģinājumi tika pārtraukti 2001. gadā. 2006. gadā tika konstatēts, ka 2005. gada Amerikas ne-ĢM rīsu raža bija piesārņota ar LLRICE601. ASV atcēla visus ierobežojumus šiem rīsiem. Tomēr laikā, kad notika piesārņošanās, šī līnija nebija autorizēta kultivēšanai un mārketingam nekur pasaulē. 2007. gada martā USDA apstiprināja, ka rīsi ir piesārņoti ar vēl vienu ĢM rīsu līniju LLRICE604, ko arī bija izstrādājusi kompānija Bayer Crop Science. Tomēr LL604 neizraisīja tik plašu piesārņojumu kā LL601, kas tika konstatēta 28 pasaules valstīs. Pēdējais gadījums tika konstatēts pēc sešiem gadiem 2011. gadā. Pēdējie gadījumi, kad tika konstatēti Bt63 rīsi, bija 2013. gadā (Price and Cotter, 2014).

Otrajā vietā ir kukurūza – apmēram 25 % no piesārņojumu gadījumiem; 5 līdz 10 gadījumu gadā kopš 1999. gada (Price and Cotter, 2014). Korejā veica pētījumu, kurā tika ievākti kukurūzas augi un izbirušie graudi ostu un noliktavu tuvumā un ceļu malās. Kopumā tika noanalizēti 44 kukurūzas augu un 33 sēklu paraugi, no kuriem 17 un 11 attiecīgi bija ĢM pozitīvi (Han et al., 2014). Portugālē veica pētījumu, kurā apkopoja Nacionālās references laboratorijas par ĢMO analītiskos datus. Šī laboratorija veic privāto klientu pasūtītus imeklējumus, reizi gadā veic importēto sēklu kontroli, kā arī pārbauda vietējās izcelsmes kukurūzas graudus līdzāspastāvēšanas vadlīniju kontekstā. Tiek veiktas pārbaudes arī lauka apstākļos, lai izpildītu nacionālā līdzāspastāvēšanas likuma prasības. Pēc ražas novākšanas tiek veiktas pārbaudes, lai pārbaudītu izsekojamību un marķēšanu gan ĢM, gan ne-ĢM kukurūzas ražošanas procesā. Ne ĢM-kukurūza tiek testēta tikai tajos reģionos, kur tiek audzētas ĢM šķirnes. Laika periodā no 2009. gada līdz 2015. gadam iesētās sēklas bija kļuvušas ar vien vairāk piesārņotas ar ĢM, it sevišķi ar NK603, kas ir apstiprināta trešajās valstīs, bet nav apstiprināta audzēšanai ES. NK603 klātbūtne vai nu atsevišķi, vai kopā ar citām modifikācijām (*stacked*) pieauga no 32 % 2009. gadā līdz 71 % 2010. gadā no visiem analizētajiem paraugiem. Ziņojuma autori uzskata, ka tās ir sekas LLP regulējumam (Chegão et al., 2015).

10 % piesārņojuma gadījumu ir saistīti ar soju un rapsi, kas sastāda līdz 10 gadījumiem gadā katrs (Price and Cotter, 2014). Detalizēts uzskaitījums ir dots 5. tabulā. Austrālijā veiktā pētījumā konstatēja, ka 30 % rapša sēklu paraugu no laukiem, kas atradās tuvu rapsim ar rezistenci pret herbicīdiem, saturēja pret ALS herbicīdiem rezistentus īpatņus (Rieger et al., 2002).

5.tabula. ĢM Piesārņojuma Reģistrā (*GM Contamination Register*) reģistrēto gadījumu skaits visās valstīs laika periodā no 1997. līdz 2013. gadam (Price and Cotter, 2014)

Augs vai dzīvnieks	Gadījumu skaits	Procentuāli no kopskaita, %
Rīsi	134	34
Kukurūza	98	25
Rapsis	40	10
Soja	37	9
Lini	26	6.5
Papaija	18	4.5
Kokvilna	14	3.5
Zivis	5	1.3
Zālāji	4	1
Cūkas	4	1
Cukurbietes	4	1
<i>Arabidopsis thaliana</i>	3	0.75
Kartupeļi	2	0.5
Alfaalfa	1	0.25
Plūmes	1	0.25
Tomāti	1	0.25
Kvieši	1	0.25
Cukīni	1	0.25
Ziedputekšņi medū*	1	0.25
Ķirši, kivi, olīvkoki**	1	0.25
Kopā	396	

\*Ziedputekšņi no ĢM kukurūzas, rapša un sojas tika konstatēti medū, kas bija importēts Šveicē.

\*\*Eksperimentālie lauka izmēģinājumi ar šiem augiem pārsniedza atļaujā noteikto ilgumu.

Pie neautorizētu ĢM augu piesārņojuma gadījumiem jāpiemin ĢM ložņu smilga (*Agrostis stolonifera*), kas bija toleranta pret glifosātu. Izmēģinājumus ASV ar to veica kompānija Scotts laika periodā no 1999. līdz 2005. gadam. Jau 2003. gadā APHIS (*USA Animal and Plant Health Inspection Service*) konstatēja, ka kompānija

nav nodrošinājusi ĢM smilgas izplatīšanās ierobežošanu un vēlāk negatīvo vārpu novākšanu 2005. gadā (Price and Cotter, 2014). Ģēnu pārnese tika konstatēta 21 km attālumā (Watrud et al., 2004) un augšana ne-agronomiskā vidē 3.8 km attālumā no lauka izmēģinājumu vietas Oregonā (Reichman et al., 2006). Piesārņojums ar ĢM ložņu smilgu ir saglabājies (Charless, 2011), un tā ir hibridizējusies ar dabiskām augu sugām (Zapiola and Mallory-Smith, 2012).

Kanādā tika izstrādāta ĢM linu līnija FP967 ar nosaukumu 'Triffid'. 1990.-to gadu beigās tā bija autorizēta komerciālai izmantošanai gan ASV, gan Kanādā. Tomēr sēklas komerciāli nekad nebija tirgotas. 2001. gadā šīs šķirnes reģistrācija tika atcelta. Tika uzskatīts, ka visi krājumi ir identificēti un iznīcināti. 2009. gadā Vācija konstatēja piesārņojumu ar 'Triffid' linsēklās, kas bija importētas no Kanādas. Šīs sēklas tika konstatētas arī citās valstīs līdz pat 2011. gadam. Audzētājiem tika ieteikts izmantot tikai tādas sertificētas linu šķirņu sēklas, kas ir brīvas no ĢM piesārņojuma (Price and Cotter, 2014). Līdz 2014. gadam Kanādā veiktajā monitoringā konstatēts, ka piesārņojums ar ĢM līniju sēklu materiālā ir būtiski zemāks par 0,1 % līmeni (Booker et al., 2015).

2014. gada ir nopublicēts pētījums par vietējās izcelsmes kukurūzas piesārņojumu ar ĢM Peru (rakstā nav pateikts, kurā gadā tika ievākti paraugi). Peru nav atļauts ievest transģēno augu sēklas un audzēt ĢM kultūraugus, bet ir atļauts importēt ĢM saturošu produkciju. Produkti ir jāmarķē, bet vēl nebija apstiprināta pieļaujamo ĢM piemaisījumu sliekšņa vērtība. Pētījumā ar molekulārām metodēm konstatēja, ka ĢMO specifiskas sekvenču vietējās izcelsmes veselu graudu partijās bija 2,2 % gadījumā  $\geq 1$  % līmenī, 16,4 % gadījumā  $\leq 1$  % un 81,3 % zem detekcijas līmeņa. Sojas spraukumu (*de-germinated maize*) partiju analīzes parādīja augstāku piesārņojuma līmeni - 25,6 % gadījumā  $\geq 1$  % līmenī, 65,1 % gadījumā  $\leq 1$  % un 9,3 % gadījumā zem detekcijas līmeņa. Par piesārņojuma avotu tika uzskatīts fakts, ka uzņēmumi ir vieni un tie paši, kas pārstrādā gan vietējās izcelsmes, gan ievesto kukurūzu, līdz ar to nav iespējams izvairīties no nejauša piesārņojuma attiecīgajās iekārtās un noliktavās (Santa-Maria et al., 2014).

LETA 2012. gada 18. oktobrī publicēja ziņu "Lietuvā atklāj ĢM rapša sēklas paraugu": Saskaņā ar ĢM augu riska kultūru sējumu uzraudzības programmu septembrī un oktobrī Valsts augu aizsardzības dienesta reģionu nodaļu speciālisti ņēmuši 25 paraugus, galvenokārt no Lietuvas ziemeļdaļas saimniecībām. Pārbaudot



tos Nacionālajā pārtikas un veterinārijas riska izvērtēšanas institūtā, vienā no paraugiem atklāta ĢM rapša GT73 pēdas.

### Nākotnes prognozes

EK 7. Ietvara programmas projekta AMIGA (*Assessing and Monitoring the Impacts of Genetically modified plants on Agro-ecosystems*) ietvaros eksperti izstrādāja prognozes par to, kādi ĢM kultūraugi varētu būt aktuāli kultivēšanai Eiropā līdz 2025. gadam (McFarlane et al., 2015). Rezultāti apkopoti 6. tabulā.

6. tabula. Prognozētie ĢM kultūraugi, kuri varētu būt aktuāli kultivēšanai Eiropā līdz 2025. gadam (McFarlane et al., 2015)

Kultūraugs	Ticamības rādītājs*
<i>Input</i> īpašības	
Kukurūza – herbicīdu izturība un rezistence pret kaitēkļiem	2.7
Soja – herbicīdu izturība	2.4
Cukurbietes – herbicīdu izturība	2.4
Ziemas rapsis – herbicīdu izturība	2.2
Kartupeļi – rezistence pret patogēniem	2.2
Kukurūza – sausumizturība	2.1
Kartupeļi – rezistence pret kaitēkļiem	1.4
Kvieši – sausumizturība	1.4
Kvieši – sala izturība	0.9
Mieži – sala izturība	0.9
<i>Output</i> īpašības	
Rapsis – omega 3 taukskābes veidojošs	2.1
Rapsis – ar zemāku piesātināto taukskābju saturu	2.1
Soja – ar uzlabotu uzturvērtību	1.8
Kartupeļi – ar rezistenci pret zilēšanu	1.6
Kvieši – ar uzlabotām īpašībām maizes ražošanā	1.2
Kvieši – ar augstāku šķiedrvielu saturu	1.1
Kvieši – ar zemāku proteīnu saturu, kas saistīti ar celiakijas	1.1

Kultūraugs	Ticamības rādītājs*
slimību	

\*-0 = nav ticami; 5 = ļoti ticami.

## Atsevišķu ES valstu monitoringa programmas un to piemērotība Latvijas apstākļiem

### Nīderlande

Nīderlandē darbojas zinātnieku apvienība COGEM (Commissie Genetische Modificatie). 2013. gadā šī organizācija izdeva ieteikumus, kas attiecas uz ĢM rapša vides riska novērtējumu un importa *post-market* vides monitoringu (COGEM, 2013).

Rapsim (*Brassica napus*) piemīt bioloģiskas īpašības, lai apputeksnētos ar radniecīgiem savvaļas augiem un izveidotu savvaļas populācijas Ziemeļrietumu Eiropas klimatiskajos apstākļos. Līdz ar to rapša sēklu izbiršanas (*spillage*) rezultātā var rasties rapša savvaļas populācijas. Tādas populācijas izveidojas gar transporta ceļiem, tādiem kā šosejas un dzelzceļa līnijas, un gar iepriekšējām audzēšanas vietām. Ja šādu populāciju izveido pret herbicīdiem izturīgi rapša augi, tad herbicīdu lietošana veicina tieši šo ĢM augu izdzīvošanas priekšrocības.

Rapsis var sakrustoties ar radniecīgiem savvaļas augiem, kas var nodrošināt pastāvīgu transgēnu ievietošanos savvaļas populācijās. Tālāka sakrustošanās var novest pie situācijas, kad vienā augā ir vairāki transgēni (*stacking*). Šādi gadījumi ir konstatēti Ziemeļamerikā. Nīderlandē ir konstatēti gadījumi, kad rapsis ir sakrustojies ar *Brassica rapa* (rāceni jeb turnepsi). Ir zināmi gadījumi, kad notiek tālāka krustošanās starp šiem hibrīdiem un rapsi.

Pašlaik ES autorizēto ĢM rapša līniju vides riska izvērtējumi pierāda, ka šīs līnijas pašas par sevi nerada risku videi Nīderlandē. Tomēr savvaļas *B. napus* populācijās var uzkrāties transgēni, kuru veidotie produkti var dažādi mijiedarboties un radīt risku videi. Tādēļ ir nepieciešama vispārēja savvaļas rapša populāciju uzraudzība minētajās transporta zonās un pārkraušanas vietās, it sevišķi, ja šo augu ierobežošanai izmanto herbicīdus. Tāpat uzraudzības plānos ir jāiekļauj *B. rapa* populācijas. Diemžēl bieži šos augus ir grūti atšķirt lauka apstākļos.

ĢM rapsi pārsvarā audzē Kanādā un ASV, bet arī Austrālijā un Čīlē. Oficiāli pasaulē autorizētās rapša līnijas ir ar toleranci pret herbicīdiem, vīrišķo īpatņu sterilitāti un izmainītu taukskābju sastāvu.

Lai veiktu ĢM rapša savvaļas populāciju monitoringu, ir nepieciešams veikt base-line pētījumu. 2008./2009. gadā COGEM veica *B. napus* un *B. rapa* izplatības un morfoloģijas pētījumu lielākajā daļā Nīderlandes teritorijas (COGEM, 2010a).

## Vācija, Austrija, Šveice

Vācijas Dabas aizsardzības birojs (*Bundesamt für Naturschutz*) 2008. gadā ir publicējis ziņojumu par ĢMO vides monitoringu (BFN, 2008), kas ir kā ekspertu viedokļu apkopojums par vispārējo uzraudzību. Ir minēts, ka ĢM šķirņu pieteicējiem ir jānorāda, kā tiks veikts vispārējais vides stāvokļa monitorings ietverot jau eksistējošas monitoringa programmas, t. sk., sēklu sertifikāciju. Vācijā kopumā plaši tiek izmantotas visas iespējamās eksistējošās vides monitoringa programmas, lai uzraudzītu ĢM augu ietekmi uz vidi.

2011. gadā Vācija (Federālā Vides aizsardzības aģentūra) kopā ar Austriju un Šveici (šo valstu Nacionālās vides aģentūras) ir izstrādājusi vienotu pozīcijas dokumentu par ĢM organismu monitoringu (REP-0305, 2011). Šis dokuments uzsver, ka vides monitoringam ir jākoncentrējas uz teritorijām, kur notiek ĢM augu kultivēšana, kā arī to teritoriju apkārtnē, kur notiek ĢMO pārstrāde, īpašu uzmanību pievēršot gadījumiem, kad šo teritoriju tuvumā ir aizsargājamas dabas teritorijas, piemēram, nacionālie parki, lai pamanītu iespējamu ĢM augu invāziju. Saskaņā ar Šveices likumdošanu ikviena ĢMO izplatīšana apkārtējā vidē jau pati par sevi tiek uzskatīta kā kaitīga videi pretstatā EFSA nostājai, kas kopumā to neuzskata par kaitīgu videi. Dokuments apskata vispārējo uzraudzību un gadījuma specifisku monitoringu.

Vācijas Dabas aizsardzības birojs (*Bundesamt für Naturschutz*) 2016. gadā ir izstrādājis un aprobējis transgēno rapšu monitoringa programmu atbilstoši Eiropas parlamenta un padomes direktīvai 2001/18/EC (Wedlich et al., 2016). Šī monitoringa programma galvenokārt attiecas uz rapša pārstrādes industrijā iesaistīto teritoriju apkārtējās vides monitoringu – rapša sēklu transporta maršruti pa ūdens un sauszemes ceļiem, pārstrādes rūpnīcas.

Vācijas Inženieru apvienība (*Verein Deutschen Ingenieure*) ir izstrādājusi daudzas vadlīnijas ĢMO monitoringa veikšanai, kas ir atrodamas <http://www.beuth.de>. Zinātniskas publikācijas par šīm vadlīnijām 2013. gadā ir nopublicētas brīvpieejas žurnālā BioRisk  
([http://biorisk.pensoft.net/browse\\_journal\\_issue\\_documents?issue\\_id=153](http://biorisk.pensoft.net/browse_journal_issue_documents?issue_id=153)).

Vadlīnijas izstrādātas pamatojoties uz ES likumdošanu, kas nosaka, ka obligāti ir jāveic pēctirgus vides monitorings (*post market environmental monitoring* (PMEM) pēc tam, kad ir izsniegta atļauja ĢMO izplatīšanai (EC 2001, EC 2003). Direktīva 2001/18/EC (EC 2001) izšķir diva veida PMEM: vispārējo uzraudzību un gadījuma

specifisku monitoringu. Gadījuma specifisks monitorings (*case specific monitoring* (CSM)) ir cieši saistīts ar vides riska novērtējumu (*environmental risk assessment* (ERA)). CSM uzdevums ir pārbaudīt, ka ERA ietvaros izdarītie pieņēmumi ir pareizi. Vispārējā uzraudzība (*general surveillance*) fokusējas uz ietekmi, kas nav paredzēta ERA ietvaros, kā arī uz ilgtermiņa un kumulatīvajiem efektiem. Izstrādātās vadlīnijas attiecas uz tādām tēmām kā, piemēram: Augu paraugu ievākšana un apstrāde molekulārās bioloģijas analīzēm; PQR metodes ĢM nukleīnskābju noteikšanai vidē; ĢM augu un to hibrīdpēcnācēju floritiskā kartēšana u.c. (Züghart et al., 2013).

Internetā ir pieejami Vācijas federālās zemes Bādenes-Virtembergas sēklu un ražas monitoringa rezultāti attiecībā uz ĢMO piesārņojumu ([http://www.ltz-bw.de/pb/.Lde/Startseite/Untersuchungen/GVO\\_Nachweis](http://www.ltz-bw.de/pb/.Lde/Startseite/Untersuchungen/GVO_Nachweis)) (7., 8. tabula).

7.tabula. Vācijas federālās zemes Bādenes-Virtembergas sēklu monitoringa rezultāti

Paraugu skaits	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	Kopā
Kukurūza													
Kopā	30	77	99	103	99	107	100	100	100	101	100	100	1116
No tiem pozitīvi	1	3	2	1	5	4	3	3	1	0	1	1	25
Rapsis													
Kopā	0	0	0	0	50	34	60	87	16	15	16	0	278
No tiem pozitīvi	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	5
Soja													
Kopā	0	0	0	0	0	0	5	13	11	8	5	-	42
No tiem pozitīvi	0	0	0	0	0	0	0	4	2	0	0	-	6

8.tabula. Vācijas federālās zemes Bādenes-Virtembergas ražas monitoringa rezultāti

Paraugu skaits	2015	Kopā kopš 2004. gada
Kukurūza		
Kopā	58	481
No tiem pozitīvi	0	18 (2 > 0,1 %)
Rapsis		
Kopā	34	344
No tiem pozitīvi	0	0
Soja		

Kopā	16	96
No tiem pozitīvi	0	11

Austrijā Sēklu aprites uzraudzības ietvaros tiek veiktas pārbaudes sojai, rapsim un kukurūzai, kā arī no ES un trešajām valstīm importētiem sēklas kartupeļiem ([http://www.baes.gv.at/fileadmin/user\\_upload/Anlage\\_Endbericht\\_2015.pdf](http://www.baes.gv.at/fileadmin/user_upload/Anlage_Endbericht_2015.pdf)).

Šveices Biodrošības laboratorijas veiktā monitoringā ruderāls ĢM rapsis tika konstatēts ostu un dzelzceļa tuvumā 2011. un 2012. gadā, lai gan Šveicē ir spēkā aizliegums ĢM rapsi audzēt un ievest tā sēklas (Schulze et al., 2014).

### Saistība ar Latvijas agroekonomiskajiem apstākļiem

Latvijā dažādās vietās ir konstatētas vairāku krustziežu dzimtas *Brassica* ģints augu savvaļas populācijas, piemēram, *B. campestris* (lauka kāposts jeb lauka rācenis), *B. juncea* (sinepes), *B. napus* (rapsis un kālis), *B. nigra* (melnā sinepe), *B. oleracea* (dārza kāposts) un *B. rapa* (rācenis jeb turnepsis). Šie augi ir kultūraugi, kuri dažkārt ir konstatējami ruderālās vietās, uz dzelzceļiem un to apkārtnē, atkritumu izgāztuvēs u.c. (Gavrilova un Šulcs, 2005; Gavrilova et al., 2011).

Lai gan Nīderlandē, Vācijā un Šveicē tiek veikts ruderālo *Brassica* ģints augu populāciju monitorings teritorijās, kas varētu tikt piesārņotas ar ĢM rapsi, kā arī ĢM rapša savvaļas populācijas ir konstatētas Beļģijā, Kanādā, Japānā un ASV (no šīm valstīm Kanādā un ASV ir atļauts audzēt ĢM pret herbicīdiem izturīgu rapsi), ir zinātnieki, kas uzskata, ka ES teritorijā šāda monitoringa veikšana nav nepieciešama, nav zinātniski pamatota un nav lietderīga (Devos et al., 2012).

### **Secinājumi**

1. ES ir lielākais sēklu eksportētājs pasaulē – lielākās sēklu audzēšanas platības ir graudaugiem, zālājiem un lopbarības sugām, kukurūzai, rapsim, kartupeļiem un pākšaugiem.
2. 100 % tīru sēklas materiālu nav iespējams iegūt. Tā ir vispārzināma problēma un neattiecas tikai uz iespējamu ĢM augu sēklu piejaukumu. Iespējamie sēklu materiāla nejaušas sajaukšanās iemesli ir ziedputekšņu pārnese, kultūraugu sajaukšanās ražas novākšanas laikā un pēc ražas novākšanas, sēklu vai cita dzīva augu materiāla pārnese ražas novākšanas laikā, transportējot un uzglabājot, un daļēji ar dzīvniekiem,

“brīvprātīgie” – sēklas, kas paliek augsnē pēc ražas novākšanas un veido jaunus augus nākamajos gados, kā arī sēklu piemaisījums.

3. EK rekomendācijas (2010/C 200/01) iesaka kā pieļaujamo sēklu piemaisījuma sliekšni 0,9 %, bet galīgais lēmums ir atstāts katras dalībvalsts ziņā.
4. EK Pārtikas un veterinārais birojs (FVO) laika periodā no 2009. līdz 2013. gadam veica auditus un inspekcijas vairākās dalībvalstīs (Portugālē, Spānijā, Vācijā, Francijā, Nīderlandē, Polijā un Slovākijā). Galvenais auditu mērķis bija novērtēt ĢMO oficiālās kontroles sistēmu, tai skaitā, apzinātu izplatīšanu dabā. Galvenie atzinumi bija, ka kompetento autoritāšu sēklu kontroles plāni dažādās dalībvalstīs ir atšķirīgi. Daļā valstu sēklu testēšana notiek pēc ISTA vadlīnijām. Daļā valstu ir spēkā nacionāli lēmumi. Tomēr dažos gadījumos nebija iespējams noskaidrot pēc kādiem kritērijiem izvēlas testējamās sēklu partijas. Daļa dalībvalstu piemēro nulles tolerances līmeni, kamēr citām ir noteikti sliekšņa līmeņi atkarībā no konkrētās modifikācijas autorizācijas līmeņa.
5. Visvairāk reģistrētu gadījumu par piesārņojumu ar ĢMO kopumā (ne tikai ar sēklām) ir saistīti ar rīsiem (apm. 30 %), otrajā vietā ir kukurūza (25 %), mazāk soja un rapsis (kopā 10 %).
6. Nepieciešams izvērtēt krustziežu dzimtas *Brassica* ģints augu savvaļas populāciju un iespējamā piesārņojuma ar ĢM rapsi monitoringa nepieciešamību rapša transporta un pārstrādes teritoriju apkārtnē.

#### Izmantotā literatūra

- BFN. 2008. Monitoring Working Group Report on the Environmental monitoring of GMOs. General Surveillance (GS). [https://www.bfn.de/0315\\_gvo\\_monitoring.html](https://www.bfn.de/0315_gvo_monitoring.html)
- Booker H.M., Lamb E.G., S. Smyth. 2015. Ex-post Assessment of Genetically Modified (GM) Low Level Presence (LLP) in Canadian Flax. Seventh International Conference on Coexistence between Genetically Modified (GM) and non-GM based Agricultural Supply Chains (GMCC-15). Amsterdam, The Netherlands, November 17-20, 2015
- Charles D (2011) Scientist in the middle of the GM-Organic Wars. Science 332:168
- Chegão A., Rodrigues M., Quedas F., de Andrade E. 2015. Low Level Presence vs. Coexistence: Vestigial presence of stacked-transgenic events and consequences of unintentional releases into crop fields. Seventh International Conference on

- Coexistence between Genetically Modified (GM) and non-GM based Agricultural Supply Chains (GMCC-15). Amsterdam, The Netherlands, November 17-20, 2015
- Chilcutt C.F., Tabashnik B.E. 2004. Contamination of refuges by *Bacillus thuringiensis* toxin genes from transgenic maize. PNAS, 101(20): 7526-7529.
- COGEM. 2010. Genetically modified oilseed rape. Aspects in relation to the environmental risk assesment and post-market environmental monitoring of import applications (COGEM advisory report CGM/130402-01)
- COGEM. 2010a. A baseline study of the distribution and morphology of *Brassica napus* L. and *Brassica rapa* L. in the Netherlands (CGM 2010-03)
- Damgaard C., Kjellsson G., Haldrup C. 2007. Prediction of the combined effect of various GM contamination sources of seed: A case study of oilseed rape under Danish conditions. Acta Agriculturae Scandinavica Section B-Soil and Plant Science, 57: 248-254.
- Devos Y., Hails R.S., Messean A., Perry J.N., Squire G.R. 2012. Feral genetically modified herbicide tolerant oilseed rape from seed import spills: are concerns scientifically justified? *Transgenic Research*, 21(1): 1-21. [10.1007/s11248-011-9515-9](https://doi.org/10.1007/s11248-011-9515-9)
- DG (SANCO) 2011. Final Report of an Audit Carried out in Portugal from 26 to 30 September 2011 in Order to Evaluate the Official Controls for Genetically Modified Organisms Including their Deliberate Release into the Environment. DG(SANCO) 2011-6260 - MR FINAL.
- DG (SANCO) 2011a. Final Report of an Audit Carried out in Spain from 21 to 30 November 2011 in Order to Evaluate the Official Controls for Genetically Modified Organisms Including their Deliberate Release into the Environment. DG(SANCO) 2011-8982 - MR FINAL.
- DG (SANCO) 2011b. Final Report of an Audit Carried out in Germany from 20 to 29 September 2011 in Order to Evaluate the Official Controls for Genetically Modified Organisms Including their Deliberate Release into the Environment. DG(SANCO) 2011-8981 - MR FINAL.
- DG (SANCO) 2012. Final Report of an Audit Carried out in France from 09 to 16 may 2012 in Order to Evaluate the Official Controls for Genetically Modified Organisms Including their Deliberate Release into the Environment. DG(SANCO) 2012-6318 - MR FINAL.
- DG (SANCO) 2012a. Final Report of an Audit Carried out in the Netherlands



- from 19 to 23 November 2012 in Order to Evaluate the Official Controls for Genetically Modified Organisms Including their Deliberate Release into the Environment. DG(SANCO) 2012-6312 - MR FINAL.
- DG (SANCO) 2013. Final Report of an Audit Carried out in Poland from 22 to 31 January 2013 in Order to Evaluate the Official Controls for Genetically Modified Organisms Including their Deliberate Release into the Environment. DG(SANCO) 2013-6819 - MR FINAL.
- DG (SANCO) 2013a. Final Report of an Audit Carried out in Slovakia from 10 to 18 September 2013 in Order to Evaluate the Official Controls for Genetically Modified Organisms Including their Deliberate Release into the Environment. DG(SANCO) 2013-6820 - MR FINAL.
- Dyer GA, Serratos-Hernandez JA, Perales HR, Gepts P, Pineyro-Nelson A, et al. (2009) Dispersal of Transgenes through Maize Seed Systems in Mexico. PLoS ONE 4(5): e5734
- Friesen, Lyle F.; Nelson, Alison G.; Van Acker, Rene C. 2003. Evidence of contamination of pedigreed canola (*Brassica napus*) seedlots in Western Canada with genetically engineered herbicide resistance traits. *Agronomy Journal*, 95 (5), 10.2134/agronj2003.1342
- Gavrilova Ģ., Šulcs V. 2005. Latvijas vaskulāro augu flora taksonu saraksts. *biodiv.lvgma.gov.lv/cooperation/.../LV...augu\_floras\_saraksts.../augu\_saraksts.6.pdf*
- Gavrilova Ģ., Laiviņš M., Priede A., Medene A. 2011. Alien flora in the lake Engure nature park. *Proceedings of the Latvian Academy of Sciences. Section B*, 65 (5/6) (674/675): 154–163.
- Gibert N. 2013. Superweeds? Suicides? Stealthy genes? The true, the false and the still unknown about transgenic crops. *Nature*, 497: 24-26.
- Han S.M., Kim D.Y., Uddin Md.R., Hwang K.S., Lee B., Kim C.-G., Park K.W. Appearance / Instance of Genetically Modified Maize at Grain Receiving Harbors and Along Transportation Routes in Korea. *Weed Turf. Sci.* 3(3):221-224.
- IFOAM EU Group. 2014. Preventing GMO contamination: **An overview** of national “coexistence” measures in the EU. Brussels, Belgium
- JRC. 2015. European Network of GMO Laboratories Working Group “Seed Testing” (WG-ST) Working Group Report. European Union Reference Laboratory for Genetically Modified Food and Feed. European Union 2015, 48 pp.

- Laffont JL., Remund K.M., Wright D.L., Simpson R.D., Gregoire S. Testing for adventitious presence of transgenic material in conventional seed or grain lots using quantitative laboratory methods: statistical procedures and their implementation. *Seed Sci Res* 2005; 15, 197 – 204
- Marvier M., Van Acker R.C. 2005. Can crop transgenes be kept on a leash? *Front Ecol Environ* 3(2): 93–100.
- McFarlane I., Jones P., Park J., Tranter R. 2015. Identifying GM crops for cultivation in the EU through a Delphi forecasting exercise. Seventh International Conference on Coexistence between Genetically Modified (GM) and non-GM based Agricultural Supply Chains (GMCC-15). Amsterdam, The Netherlands, November 17-20, 2015
- Mellon, M. & Rissler, J. (2004) *Gone to Seed: Transgenic Contaminants in the Traditional Seed Supply*. Union of Concerned Scientists, Cambridge, MA.
- Messean A., Sausse C., Gasquez J., Darmency H. 2007. Occurrence of genetically modified oilseed rape seeds in the harvest of subsequent conventional oilseed rape over time. *Europ. J. Agronomy* 27: 115–122.
- OECD 2013. Low Level Presence of Transgenic Plants in Seed and Grain Commodities: Environmental Risk/Safety Assessment, and Availability and Use of Information. Series on Harmonisation of Regulatory Oversight in Biotechnology No. 55, ENV/JM/MONO(2013)19
- Pearsall D. 2013. GM crop co-existence: A question of choice, not prejudice. *GM Crops and Food: Biotechnology in Agriculture and the Food Chain* 4:3, 143–150.
- Petit, L., Pagny, G., Baraige, F., Nignol, A.-C., Zhang, D., Fach, P. 2007. Characterization of Genetically Modified Maize in Weakly Contaminated Seed Batches and Identification of the Origin of the Adventitious Contamination. *Journal of AOAC International*, 90 (4):1098-1106.
- Price B., Cotter J. 2014. The GM Contamination Register: a review of recorded contamination incidents associated with genetically modified organisms (GMOs), 1997–2013. *International Journal of Food Contamination*, 1:5.
- Ramessar K., Capell T., Twyman R.M., Christou P. 2010. Going to ridiculous lengths - European coexistence regulations for GM crops. *Nature Biotechnology*, 28 (2): 133 – 136.
- Reichman JR, Watrud LS, Lee EH, Burdick CA, Bollman MA, Storm MA, King GA, Mallory-Smith C (2006) Establishment of transgenic herbicide-resistant creeping bentgrass (*Agrostis stolonifera* L.) in nonagronomic habitats. *Mol Ecol* 15:4243–4255

- REP-0305. 2011. Monitoring of genetically modified organisms. A policy paper representing the view of the National Environment Agencies in Austria and Switzerland and the Federal Agency for Nature Conservation in Germany. Environment Agency Austria. REP-0305, Vienna.
- Remund K.M., Dixon D.A., Wright D.L., Holden L.H. Statistical considerations in seed purity testing for transgenic traits. *Seed Sci Res* 2001; 11, 101–119
- Rieger M.A., Lamond M., Preston C., Powles S.B., Roush R.T. 2002. Pollen-mediated movement of herbicide resistance between commercial canola fields. *Science* **296**, 2386 – 2388.
- Santa-Maria M.C., Lajo-Morgan G., Guardia L. 2014. Adventitious presence of transgenic events in the maize supply chain in Peru: A case study. *Food Control*, 41: 96-101.
- Schulze J, Frauenknecht T, Brodmann P, Bagutti C (2014) Unexpected Diversity of Feral Genetically Modified Oilseed Rape (*Brassica napus* L.) Despite a Cultivation and Import Ban in Switzerland. *PLoS ONE* 9(12): e114477. doi:10.1371/journal.pone.0114477
- Watrud LS, Lee EH, Fairbrother A, Burdick C, Reichman JR, Bollman M, Storm M, King GJ, Van de Water PK (2004) Evidence for landscape-level, pollen mediated gene flow from genetically modified creeping bentgrass with CP4 EPSPS as a marker. *Proc Natl Acad Sci U S A* 101:14533–14538.
- Wedlich K.V., Franzaring J., Fangmeier A. 2016. Entwicklung und Erprobung eines Konzepts für ein Monitoring von für den Import zugelassenem transgenem Raps nach Richtlinie 2001/18/EG, BfN-Skripten 430
- Zapiola ML, Mallory-Smith CA (2012) Crossing the divide: gene flow produces intergeneric hybrid in feral transgenic creeping bentgrass population. *Mol Ecol* 21:4672–4680
- Züghart W, Beismann H, Schröder W (2013) Tools for a scientifically rigorous and efficient monitoring of genetically modified organisms (GMOs) – VDI Guidelines to ensure high quality of GMO-monitoring data. *BioRisk* 8:3–13. doi: 10.3897/biorisk.8.4036

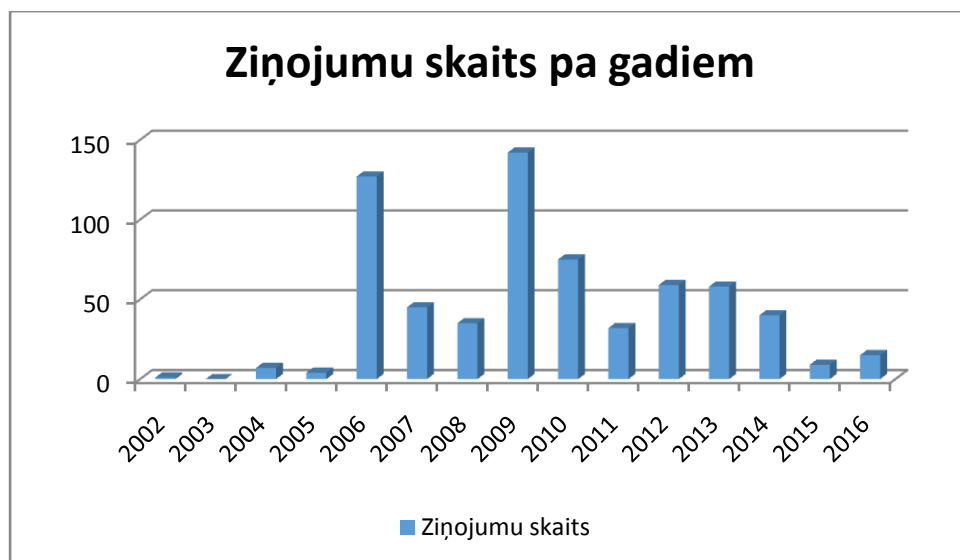
## **Pielikums Nr. 5. Publisko datu bāžu analīze par dzīvotspējīga ĢM sēklu un augu pavairojamā materiāla konstatēšanas gadījumiem Eiropas Savienībā**

ĢMO aprites pārkāpumi, kas attiecas uz pārtiku un dzīvnieku barību, tai skaitā uz dzīvotspējīgu augu materiālu bieži vien netiek apkopoti zinātnisko publikāciju veidā, taču pastāv publiski pieejamas gan valsts iestāžu, gan nevalstisko iestāžu veidotas datubāzes, kas apkopo šo informāciju. Kopš 1979. g. Eiropas Savienībā ir izveidota ātrā brīdināšanas sistēma (Rapid Alert System for Food and Feed, RASFF), kas nodrošina informācijas apriti pārtikas un dzīvnieku barības drošības jomā starp ES nacionālajām pārtikas nekaitīguma iestādēm, EK, Eiropas pārtikas nekaitīguma iestādi, kā arī Norvēģiju, Lihtenšteinu, Īslandi un Šveici ([http://ec.europa.eu/food/safety/rasff/portal\\_en](http://ec.europa.eu/food/safety/rasff/portal_en)). Nevalstiskās organizācijas, kā GeneWatch UK un Greenpeace International, 2005. g. izveidoja alternatīvu datubāzi GMO Contamination Register (<http://www.gmcontaminationregister.org/>), kurā tiek ierakstīti visi nejausie un tīšie ĢMO piesārņojuma gadījumi, kā arī nelegālie ĢMO audzēšanas gadījumi. Reģistrā iekļauti tikai publiski dokumentēti gadījumi (Price and Cotter, 2014).

Abas datubāzes apkopo informāciju par dažādiem ĢMO aprites pārkāpumiem. Zemāk šajā pielikumā ir apkopota informācija par gadījumiem, kas saistīti ar pārkāpumiem pārtikā un dzīvnieku barībā RASFF datu bāzē, un dzīvotspējīga sēklu materiāla aprites pārkāpumiem, kas fiksēti ĢMO Contamination Register.

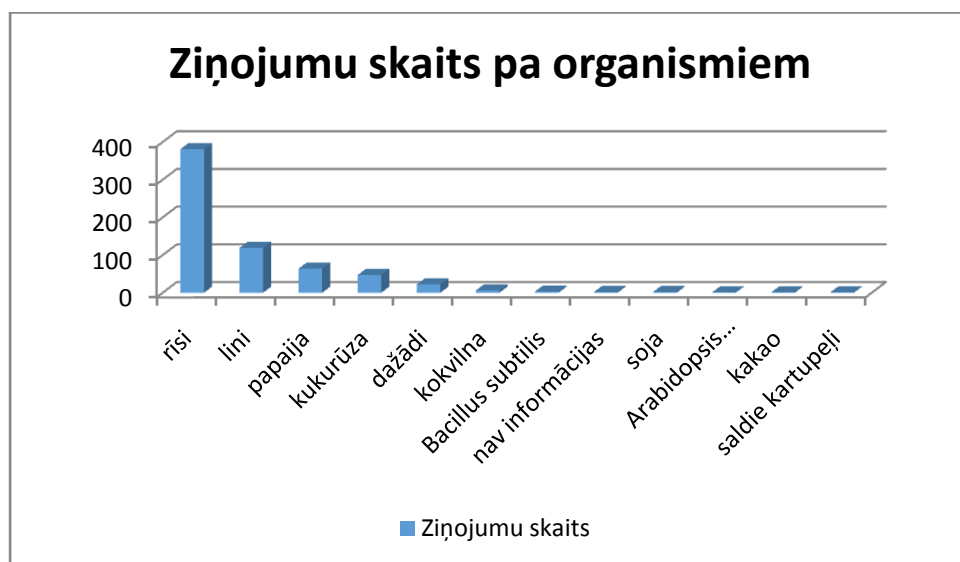
### **RASFF**

Analizējot datus par RASFF datubāzē reģistrētajiem ĢMO piesārņojuma gadījumiem 2002. g. līdz 2016. g. novembrim, konstatēti 649 ieraksti. Vislielākais gadījumu skaits konstatēts 2006. un 2009. gadā, bet pēdējo septiņu gadu laikā konstatēto piesārņojuma gadījumu skaits ir samazinājies (1. attēls).



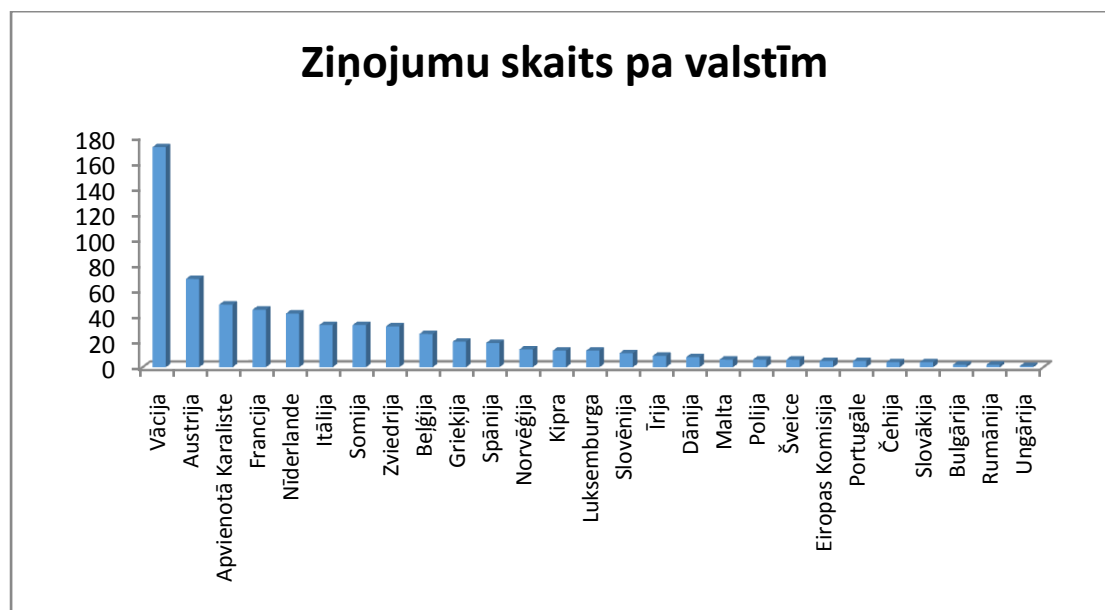
1. attēls. RASFF datubāzē reģistrēto ĢMO piesārņojuma gadījumu skaits pārtikā un dzīvnieku barībā laika posmā no 2002. līdz 2016. g.

Neraugoties uz to, ka pasaulē plašāk audzētās ĢMO kultūras ir kukurūza, soja, rapsis un kokvilna (James, 2015), visbiežāk RASFF reģistrā konstatēti rīsu piesārņojuma gadījumi, kas iespējams saistīts ar vāji regulēto ĢMO apriti Austrumāzijas valstīs (2. attēls).



2. attēls. RASFF datubāzē reģistrēto ĢMO piesārņojuma gadījumu skaits dažādās lauksaimniecības kultūrās laika posmā no 2002. līdz 2016. g.

Vislielākais ĢMO piesārņojuma gadījumu skaits konstatēts Vācijā, Austrijā un Apvienotajā Karalistē, kas iespējams saistīts ar pastiprināto uzmanību, kas tiek pievērsta ĢMO aprītei, kā arī ar labi sakārtoto pārtikas un dzīvnieku barības kontroles sistēmu (3. attēls).



3. attēls. RASFF datubāzē reģistrēto ĢMO piesārņojuma gadījumu skaits dažādās ES dalībvalstīs laika posmā no 2002. līdz 2016. g.

Neraugoties uz šķietami lielo piesārņojuma gadījumu skaitu, lielākā daļa no tiem ir saistīta ar zināmu un daudzviet pasaulē autorizētu nemarķētu ĢMO klātbūtni pārtikas un dzīvnieku barības produktos. Tikai nelielā skaitā gadījumu konstatēta potenciāli dzīvotspējīgu augu sēklu klātbūtne pārtikā un dzīvnieku barībā (1. tabula), no kuriem tikai vienā gadījumā konstatētas kukurūzas sēklas, divos gadījumos konstatētas kokvilnas sēklas, bet 42 gadījumi saistīti ar ĢM linsēklu piesārņojumu. Lielākajā daļā šo linsēklu piesārņojuma gadījumu iespējams noteikt Kanādu kā izcelsmes valsti. Konkrētā ĢM linu šķirne CDC Triffid ir toleranta pret sulfonilurīnvielas herbicīdiem (McHughen et al., 1997). Lai gan šī šķirne sākotnēji tika reģistrēta Kanādā un ASV, tā nekad netika audzēta komerciāli un visi konstatētie gadījumi ir saistīti ar nejaušu ĢM sēklu piemaisījumu citās linu šķirnēs.

1. tabula. RASFF datubāzē reģistrētie neautorizētu dzīvotspējīgas ĢMO sēklas saturošu pārtikas un dzīvnieku barības gadījumi.

<b>Classification</b>	<b>Date of case</b>	<b>Reference</b>	<b>Notifying country</b>	<b>Subject</b>	<b>Product Category</b>	<b>Type</b>	<b>Risk decision</b>
border rejection	16/10/2014	2014.BPS	Italy	unauthorised genetically modified (MON 15985>LMRR) cotton seeds from Côte d'Ivoire	feed materials	feed	undecided
border rejection	23/07/2014	2014.BET	Italy	unauthorised genetically modified (MON15985 and possibly MON831) cotton seeds from Côte d'Ivoire	feed materials	feed	not serious
information for follow-up	18/01/2011	2011.0064	Finland	unauthorised genetically modified (FP967) linseed from Belgium, via Spain	cereals and bakery products	food	undecided
information	16/08/2010	2010.1131	Slovenia	unauthorised genetically modified	feed materials	feed	undecided

<b>Classification</b>	<b>Date of case</b>	<b>Reference</b>	<b>Notifying country</b>	<b>Subject</b>	<b>Product Category</b>	<b>Type</b>	<b>Risk decision</b>
				(FP 967) linseed in feed for food producing animals from Hungary			
border rejection	06/08/2010	2010.BIH	Poland	unauthorised genetically modified linseed from Canada	nuts, nut products and seeds	food	undecided
border rejection	28/07/2010	2010.BHG	Finland	unauthorised genetically modified (FP 967) brown linseed from Canada	cereals and bakery products	food	undecided
information	16/06/2010	2010.0789	Austria	unauthorised genetically modified (FP967) linseed from Romania, via Italy and via Germany	nuts, nut products and seeds	food	undecided
information	09/11/2009	2009.1536	Sweden	unauthorised genetically modified linseed from Canada,	nuts, nut products and seeds	food	undecided



<b>Classification</b>	<b>Date of case</b>	<b>Reference</b>	<b>Notifying country</b>	<b>Subject</b>	<b>Product Category</b>	<b>Type</b>	<b>Risk decision</b>
				via Italy			
information	06/11/2009	2009.1531	Germany	unauthorised genetically modified (FP 967) whole brown linseed from Canada, via Belgium	nuts, nut products and seeds	food	undecided
information	06/11/2009	2009.1523	Commission Services	unauthorised genetically modified (FP 967: presence /25g) linseed in muesli from Germany, with raw material from Canada, via Belgium	cereals and bakery products	food	undecided
information	06/11/2009	2009.1524	Commission Services	unauthorised genetically modified (FP 967: presence /25g) linseed in muesli from the United Kingdom,	cereals and bakery products	food	undecided

<b>Classification</b>	<b>Date of case</b>	<b>Reference</b>	<b>Notifying country</b>	<b>Subject</b>	<b>Product Category</b>	<b>Type</b>	<b>Risk decision</b>
				with raw material from Canada, via Belgium			
information	05/11/2009	2009.1515	Greece	unauthorised genetically modified (FP 967) organic brown linseed from Canada, via Germany	nuts, nut products and seeds	food	undecided
information	04/11/2009	2009.1506	Germany	unauthorised genetically modified (FP 967) brown linseed from Canada, via Belgium	nuts, nut products and seeds	food	undecided
information	04/11/2009	2009.1497	Slovenia	unauthorised genetically modified (FP 967) brown linseed from Canada, via the Netherlands	nuts, nut products and seeds	food	undecided
information	03/11/2009	2009.1489	Germany	unauthorised	nuts, nut	food	undecided

<b>Classification</b>	<b>Date of case</b>	<b>Reference</b>	<b>Notifying country</b>	<b>Subject</b>	<b>Product Category</b>	<b>Type</b>	<b>Risk decision</b>
				genetically modified (FP 967 suspected) brown linseed from Canada, via Belgium	products and seeds		
information	30/10/2009	2009.1485	Luxembourg	unauthorised genetically modified (FP967 suspected) linseed from Canada, dispatched from Belgium	nuts, nut products and seeds	food	undecided
information	30/10/2009	2009.1474	Germany	unauthorised genetically modified (FP 967 suspected) linseed from Canada, via Belgium	nuts, nut products and seeds	food	undecided
information	30/10/2009	2009.1477	Luxembourg	unauthorised genetically modified (FP967 suspected)	nuts, nut products and seeds	food	undecided

<b>Classification</b>	<b>Date of case</b>	<b>Reference</b>	<b>Notifying country</b>	<b>Subject</b>	<b>Product Category</b>	<b>Type</b>	<b>Risk decision</b>
				linseed from France, via the Netherlands and via Belgium			
information	30/10/2009	2009.1476	Luxembourg	unauthorised genetically modified (FP967 suspected) brown linseed dispatched from the Netherlands, via Germany	nuts, nut products and seeds	food	undecided
information	29/10/2009	2009.1472	Germany	unauthorised genetically modified (0.05-0.1 %) linseed (FP 967) from Canada, via Belgium	nuts, nut products and seeds	food	undecided
information	27/10/2009	2009.1453	Cyprus	unauthorised genetically modified (FP 967 suspected)	nuts, nut products and seeds	food	undecided

<b>Classification</b>	<b>Date of case</b>	<b>Reference</b>	<b>Notifying country</b>	<b>Subject</b>	<b>Product Category</b>	<b>Type</b>	<b>Risk decision</b>
				brown linseed from Canada, via Belgium			
information	22/10/2009	2009.1414	Germany	unauthorised genetically modified (FP 967 suspected) brown linseed from Canada, via Belgium	nuts, nut products and seeds	food	undecided
information	22/10/2009	2009.1413	Italy	unauthorised genetically modified (FP 967 suspected) linseed from Canada, via Belgium and via the Netherlands	nuts, nut products and seeds	food	undecided
information	21/10/2009	2009.1400	Germany	unauthorised genetically modified (FP 967 suspected) brown linseed from Canada, via Belgium	nuts, nut products and seeds	food	undecided

<b>Classification</b>	<b>Date of case</b>	<b>Reference</b>	<b>Notifying country</b>	<b>Subject</b>	<b>Product Category</b>	<b>Type</b>	<b>Risk decision</b>
information	20/10/2009	2009.1388	Greece	unauthorised genetically modified (FP 967 suspected) brown linseed from Canada	nuts, nut products and seeds	food	undecided
information	14/10/2009	2009.1351	Germany	unauthorised genetically modified (FP 967) linseed from Canada, via Belgium	nuts, nut products and seeds	food	undecided
information	13/10/2009	2009.1339	Germany	unauthorised genetically modified (FP 967 suspected) linseed from Germany, via Poland	nuts, nut products and seeds	food	undecided
information	12/10/2009	2009.1335	Finland	unauthorised genetically modified (FP 967) linseed from Canada	nuts, nut products and seeds	food	undecided

<b>Classification</b>	<b>Date of case</b>	<b>Reference</b>	<b>Notifying country</b>	<b>Subject</b>	<b>Product Category</b>	<b>Type</b>	<b>Risk decision</b>
information	09/10/2009	2009.1318	Germany	unauthorised genetically modified (FP 967) linseed from Canada, via Belgium	nuts, nut products and seeds	food	undecided
information	09/10/2009	2009.1323	Austria	unauthorised genetically modified (FP 967) linseed packaged in Austria, with raw material from Canada, via Belgium	nuts, nut products and seeds	food	undecided
information	09/10/2009	2009.1322	Austria	unauthorised genetically modified (FP 967) linseed from Canada, via Belgium	nuts, nut products and seeds	food	undecided
information	08/10/2009	2009.1309	Germany	unauthorised genetically modified (FP 967 suspected) brown linseed from	nuts, nut products and seeds	food	undecided

<b>Classification</b>	<b>Date of case</b>	<b>Reference</b>	<b>Notifying country</b>	<b>Subject</b>	<b>Product Category</b>	<b>Type</b>	<b>Risk decision</b>
				Canada, via Belgium			
information	08/10/2009	2009.1314	Germany	unauthorised genetically modified (FP 967 suspected) linseed from Canada, via Belgium	nuts, nut products and seeds	food	undecided
information	08/10/2009	2009.1316	Germany	unauthorised genetically modified (FP 967 suspected) linseed from Canada, via the Netherlands	nuts, nut products and seeds	food	undecided
information	08/10/2009	2009.1308	Germany	unauthorised genetically modified (FP 967) brown linseed from Canada, via Belgium	nuts, nut products and seeds	food	undecided
information	08/10/2009	2009.1307	Sweden	unauthorised genetically modified	nuts, nut products	food	undecided



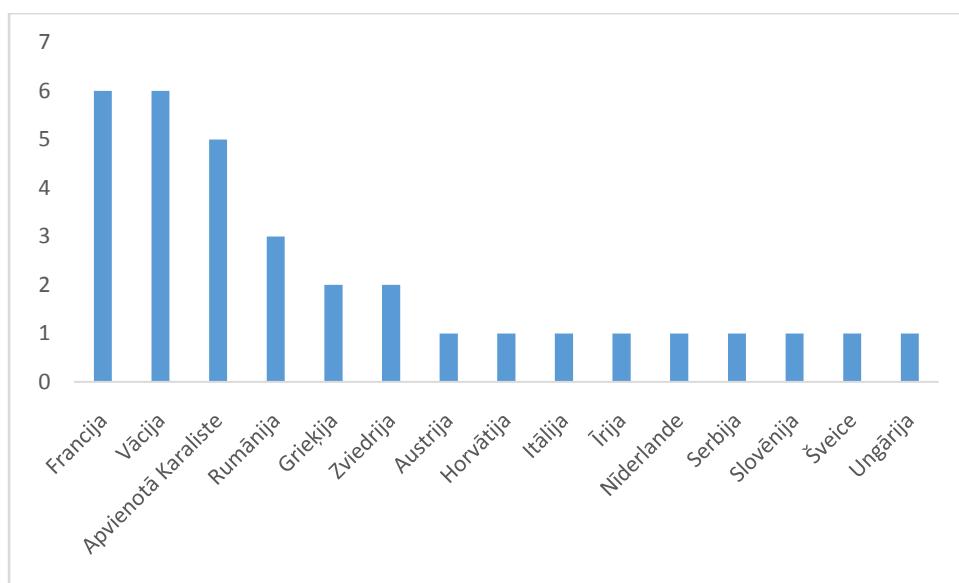
<b>Classification</b>	<b>Date of case</b>	<b>Reference</b>	<b>Notifying country</b>	<b>Subject</b>	<b>Product Category</b>	<b>Type</b>	<b>Risk decision</b>
				(FP 967 suspected) linseed from Canada, via Belgium	and seeds		
information	07/10/2009	2009.1297	Germany	unauthorised genetically modified (FP 967) linseed from Canada, via Belgium	nuts, nut products and seeds	food	undecided
information	07/10/2009	2009.1298	Germany	unauthorised genetically modified (FP 967 suspected) brown linseed from Canada	nuts, nut products and seeds	food	undecided
information	06/10/2009	2009.1296	Austria	unauthorised genetically modified (FP 967) linseed whole grain from Canada	nuts, nut products and seeds	food	undecided
information	06/10/2009	2009.1291	Austria	unauthorised genetically modified	nuts, nut products	food	undecided

<b>Classification</b>	<b>Date of case</b>	<b>Reference</b>	<b>Notifying country</b>	<b>Subject</b>	<b>Product Category</b>	<b>Type</b>	<b>Risk decision</b>
				(FP 967) brown linseed from Canada, via Belgium	and seeds		
information	06/10/2009	2009.1290	Germany	unauthorised genetically modified (FP 967) brown linseed from Canada, via Belgium	nuts, nut products and seeds	food	undecided
information	06/10/2009	2009.1289	Germany	unauthorised genetically modified (FP 967) brown linseed from Canada, via Belgium	nuts, nut products and seeds	food	undecided
information	06/10/2009	2009.1295	Austria	unauthorised genetically modified (FP 967) linseed from Canada, dispatched from Belgium	nuts, nut products and seeds	food	undecided

<b>Classification</b>	<b>Date of case</b>	<b>Reference</b>	<b>Notifying country</b>	<b>Subject</b>	<b>Product Category</b>	<b>Type</b>	<b>Risk decision</b>
information	06/10/2009	2009.1294	Austria	unauthorised genetically modified (FP 967) brown linseed from Canada	nuts, nut products and seeds	food	undecided
border rejection	11/09/2009	2009.BQF	Spain	unauthorised genetically modified maize MON 88017 in soybean hulls from the United States	feed materials	feed	undecided

## ĢMO piesārņojuma reģistrs

ĢMO piesārņojuma reģistru uztur nevalstiskās organizācijas GeneWatch UK un Greenpeace International (Price and Cotter, 2014) un tas satur informāciju par ĢMO izplatīšanas vidē gadījumiem, tai skaitā par nelegālas audzēšanas gadījumiem. 2016. gada novembrī ĢMO piesārņojuma reģistrā bija 448 ieraksti no 64 pasaules valstīm. Zemāk 2. tabulā sniegts apkopojums par augu sēkļu piesārņojuma gadījumiem Eiropā. Visbiežāk sēkļu piesārņojums novērots kukurūzai (13 gadījumi), rapsim (11 gadījumi) un sojai (7 gadījumi), bet atsevišķi gadījumi novēroti arī cukurbietēm (4), cukīni (1), kokvilnai (1) un kartupelim (1). Lielākais gadījumu skaits novērots Francijā, Vācijā un Lielbritānijā, bet kopumā ieraksti reģistrā ir par 15 Eiropas valstīm (4. attēls).



4. attēls. Reģistrēto ĢMO piesārņojuma gadījumu skaits dažādās Eiropas valstīs.

Lielākā daļa gadījumu tika konstatēti 2000. gadu sākumā, tomēr pa vienam gadījumam konstatēti arī 2014. (Rumānija, soja) un 2015. gadā (Lielbritānija, rapsis). Vairumā gadījumu ĢM piesārņojums radies svešapputes, vai sēkļu sajaukšanās ceļā, kad importam Eiropā paredzētais sēkļu materiāls tika piesārņots ar ārpus Eiropas audzētiem ĢMO (gan ES autorizētiem, gan neautorizētiem). Atsevišķos gadījumos kā cēlonis piesārņojumam tiek minēta slikta kvalitātes kontrole, kad sēkļu audzētāji, vai

izplatītāji nav varējuši nodrošināt ĢM un nemodificēto sēklu nošķiršanu. Nelegāla ĢM sojas audzēšana konstatēta trijos gadījumos Rumānijā pēc iestāšanās Eiropas Savienībā, kas iespējams saistīta ar to, ka līdz iestāšanās brīdim ES, Rumānija audzēja ĢM soju. Viens nelegāls ĢM sojas audzēšanas gadījums konstatēts arī Serbijā 2005. gadā. Pēdējos gados līdzīgi nelegāli ĢM audzēšanas gadījumi nav konstatēti.

2. tabula. ĢMO piesārņojuma reģistrā reģistrētie augu sēklu piesārņojuma gadījumi Eiropā.

Reģions/valsts	Apraksts	Kas tika piesārņots?	Augs	Gads	Piesārņojuma iemesls
Eiropa/Austrija	Neatkarīgas laboratorijas veiktās analīzes Austrijā trim kukurūzas šķirnēm pierādīja Monsanto un Novartis ĢM līniju sēklu klātbūtni sēklu materiālā. Kukurūzas šķirnes tika pārbaudītas "Ökolab" laboratorijā. Konvencionālā šķirne Pioneer PR39D81 bija piesārņota ar ĢM šķirnēm Bt11 (Novartis, tagad Syngenta) un Monsanto MON 810 vai MON 809 (Monsanto). Šķirne MON 810 nebija atļauta Austrijā, lai gan tā bija atļauta ES. MON 809 nav bijusi atļauta ES.	Sēklas	Kukurūza	2001.	Svešappute
Eiropa/Horvātija	Pioneer šķirnes sēklas Horvātijā bija piesārņotas ar ĢM 0.2-0.5 % līmenī. ĢM piesārņojums sēklās nebija atļauts, līdz ar to 2000 ha kukurūzas tika iznīcināti. Zemnieki saņēma kompensācijas no valsts.	Sēklas	Kukurūza	2004.	Svešappute
Eiropa	EK paziņoja, ka 1000 t nelegālas Bt10 kukurūzas (Syngenta) ir importētas Eiropā izmantošanai pārtikā. Līdz 10 kg Bt10 sēklu varēja būt eksportētas nejauši kā Bt11 zinātniskām vajadzībām uz Spāniju un Franciju. EK	Sēklas	Kukurūza	2005.	Slikta kvalitātes kontrole laboratorijā.

Reģions/valsts	Apraksts	Kas tika piesārņots?	Augs	Gads	Piesārņojuma iemesls
	<p>pieprasīja no ASV un Syngentas vairāk informācijas. Sajaukšanās notika tādēļ, ka Syngenta kvalitātes kontroles procedūras nebija pietiekoši stingras un nenodalīja Bt10 no Bt11. Tā rezultātā Bt10 līnijas kļūdaini tika izmantotas sēklas materiāla pavairošanā. Kļūda tika pamanīta pēc četriem gadiem, kad viena no sēklu kompānijām (Garst Seeds) izmantoja modernākas tehnoloģijas.</p> <p>ĢM kukurūza ir modificēta tā, lai būtu rezistenta pret konkrētiem kaitēkļiem ar Bt toksīna gēna inserciju no baktērijas <i>Bacillus thuringiensis</i>. Bt10 satur arī marķiergēnu, kas kodē plaši izmantoto antibiotiku ampilīnu. Saskaņā ar starptautisko Codex Alimentarius Guideline for Conduct of Food Safety Assessment of Foods Derived from Recombinant-DNA Plants: “Antibiotiku rezistences gēni, kas tiek izmantoti pārtikas ražošanā un kodē rezistenci pret klīniski izmantotām antibiotikām, nedrīkst būt pārtikas produktos”.</p> <p>2005. gada 25. maijā Īrija paziņoja EK un citām dalībvalstīm, ka kukurūzas glutēna kravā ir konstatēta</p>				

Reģions/valsts	Apraksts	Kas tika piesārņots?	Augs	Gads	Piesārņojuma iemesls
	<p>Bt10 līnija.</p> <p>2005. gada oktobrī EK pārskatīja situāciju attiecībā uz Bt10 kukurūzas importu. Tika ziņots, ka ir veiktas 1400 pārtikas un dzīvnieku barības analīzes, nekonstatējot Bt10. Analīžu skaits dalībvalstīs bija ļoti dažāds – no 1 līdz 1200 paraugiem.</p> <p>Tomēr 2006. gada aprīlī EK nosūtīja vēstuli Syngenta par detekcijas metodes atbilstību, jo oficiālā testēšanas metožu validācijas aģentūra ES references laboratorija (EURL) par ĢMO pārtikā un dzīvnieku barībā, DG Joint Research Centre (JRC), bija izteikusi bažas, ka tā nevar izslēgt kļūdaini negatīvus rezultātus, t.i., negatīvus rezultātus gadījumos, kad Bt10 tomēr ir klātesošs. Bažas bija radījuši Syngenta iesniegtā informācija par Bt10 struktūru, kas nesakrīt ar agrāk iesniegto informāciju (Macilwain, 2005).</p>				
Eiropa/Francija	Francijā tika atklāts, ka Advanta ir pārdevusi Hyola401 vasaras rapša sēklas, kas bijušas piesārņotas ar apmēram 1 % ĢM pret glifosinātu un glifosātu tolerantām sēklām.	sēklas	Vasaras rapsis	2000.	Svešappute



Reģions/valsts	Apraksts	Kas tika piesārņots?	Augs	Gads	Piesārņojuma iemesls
	<p>Kad Francijas valdība tika informēta, tā lika iznīcināt ražu un zemnieki saņēma kompensācijas.</p> <p>Piesārņotās sēklas bija saražotas Kanādā, un saskaņā ar Advanta sniegto informāciju Apvienotās Karalistes House of Commons Agriculture Select Committee, bija iegūtas no augiem, kas bija audzēti vairāk nekā 4 km attālumā no tuvākā ĢM lauka. Tā kā Advanta importētās sēklas bija hibrīds, tās tika iegūtas audzējot sterilus vīriškos augus iestarpinot dažus (parasti apmēram 20 %) vīriškos fertilos augus, lai notiktu apputeksnēšanās. Šādos audzēšanas apstākļos, ko dēvē par “<i>varietal associations</i>”, uz lauka ir mazāk putekšņu nekā parasti, līdz ar to ziedputekšņiem, kas nonāk šādā laukā ir lielāka varbūtība apputeksnēt lauku.</p>				
Eiropa/Francija	<p>Francijā tika konstatēts, ka ĢM cukurbietes lauka izmēģinājumu vietās satur apmēram 0.5 % sekundāras neautorizētas ĢM biešu līnijas piemaisījumus.</p> <p>Neautorizētās ĢM bietes bija tolerantas pret diviem herbicītiem - glufosinātu un glifosātu. Piesārņojums tika pamanīts, kad dažas ĢM bietes izmēģinājuma lauciņos</p>	sēklas	cukurbietes	2000.	Svešappute

Reģions/valsts	Apraksts	Kas tika piesārņots?	Augs	Gads	Piesārņojuma iemesls
	<p>izdzīvoja izmēģinājuma beigās pēc apstrādes ar glifosātu, tādējādi parādot toleranci pret attiecīgo herbicīdu.</p> <p>Aventis norādīja, ka neautorizētu ĢM līniju klātbūtne bija, iespējams, radusies svešapputes rezultātā, sēklaudzēšanas procesā Vācijā.</p>				
Eiropa/Vācija	<p>Vācijā Aventis lauka izmēģinājumos ar glufosināta-amonija tolerantām cukurbietēm konstatēts piesārņojums ar neautorizētu šķirni, kas bija izturīga arī pret glifosātu. Tika konstatēts, ka 39 lauka izmēģinājuma vietās Vācijā satur apmēram 0.5 % otras neautorizētas ĢM biešu līnijas.</p> <p>Neautorizētās ĢM bietes bija tolerantas pret diviem herbicītiem - glufosinātu un glifosātu.</p> <p>Piesārņojums tika pamanīts, kad dažas ĢM bietes izmēģinājuma lauciņos izdzīvoja izmēģinājuma beigās pēc apstrādes ar glifosātu, tādējādi parādot toleranci pret attiecīgo herbicīdu.</p> <p>Aventis norādīja, ka neautorizētu ĢM līniju klātbūtne bija, iespējams, radusies svešapputes rezultātā, sēklaudzēšanas procesā Vācijā.</p>	sēklas	cukurbietes	2000.	Svešappute

Reģions/valsts	Apraksts	Kas tika piesārņots?	Augs	Gads	Piesārņojuma iemesls
Eiropa/Francija	<p>Francijā bijušie Monsanto vadītāji tika atzīti par vainīgiem Carcassone tiesā gadījumā par ĢM sojas piesārņojumu un sodīti ar naudas sodu.</p> <p>2000. gada aprīlī Francijas General Directorate for Fair Trading, Consumer Affairs and Fraud Control konstatēja neautorizētas ĢM sojas klātbūtni sēklās, kas bija importētas no ASV, no kompānijas Asgrow (Monsanto filiāles). Tika konstatēts, ka kompānijas amatpersonas bija zinājušas par piesārņojumu kompānijas produktos jau kopš 1999. gada decembra.</p>	sēklas	soja	2000.	Nelegāli importētas sēklas
Eiropa/Francija	<p>2001. gada jūlijā Francijas Food Inspection Agency (AFSSA - Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments) ziņoja, ka ir noticis kukurūzas, sojas un rapša sēklu piesārņojums. Viens no piesārņojuma avotiem bija ĢM lauka izmēģinājumi.</p>	sēklas	Kukurūza, soja, rapsis	2001.	Svešappute
Eiropa/Francija	<p>Konstatēts, ka rapša sēklu sūtījums no ražas, kas iegūta 2002. gadā, un importēts Francijā, satur zema līmeņa piesārņojumu ar sēklām no trim ĢM rapša šķirnēm: Roundup Ready, Liberty Link un Seed Link. Šīs šķirnes</p>	sēklas	rapsis	2002.	Svešappute

Reģions/valsts	Apraksts	Kas tika piesārņots?	Augs	Gads	Piesārņojuma iemesls
	bija autorizētas ES izmantošanai pārtikas ražošanā, bet ne audzēšanai. ĢM rapša sēklu piesārņojuma līmenis bija apmēram 0.0018-0.003% (Food Standards Agency, 2003).				
Eiropa/Francija	Saskaņā ar rakstu Francijas laikrakstā Le Monde 24.2 % no analizētajām 2005. gadā Francijā importēto kukurūzas sēklu partijām tika konstatēts ĢMO piejaukums. Papildus tam Direction Générale de l'Alimentation veiktā pētījumā tika konstatēts, ka divas trešdaļas no pozitīvajiem paraugiem (25 no 39) saturēja ĢMO, kas nebija licenzēti izmantošanai ES. Piesārņojuma līmenis bija zem 0,1 %, izņemot četrus paraugus. Līdzīgā pētījumā 2005. gadā, 35 % kukurūzas sēklu paraugu saturēja ĢM piesārņojumu.	sēklas	kukurūza	2006.	Importētas sēklas
Eiropa/Vācija	Vācijā Advanta Seeds importētās rapša sēklas bija piesārņotas ar apmēram 1 % ĢM glifosāta un glufosināta tolerantām sēklām. 2000. gada 31. martā Vācijas valdība informēja Advanta Seeds, ka ir atklāta ĢM klātbūtne konvencionālās šķirnes Hyola 401 vasaras rapša sēklās no 1998. gada ražas, Vācijas laboratorijā (Freiburgā), izmantojot molekulārās	sēklas	Rapsis	2000.	Svešappute

Reģions/valsts	Apraksts	Kas tika piesārņots?	Augs	Gads	Piesārņojuma iemesls
	metodes (PQR). Hyola 401 tirdzniecība tika pārtraukta.				
Eiropa/Vācija	Vācijā konstatēta ar ĢM piesārņota rapša audzēšana vismaz 1500 ha platībā. Vācijas kompetentās iestādes konstatēja ĢM rapsi konvencionālā laukā. Ziemeļreinas-Vestfālenas Vides ministrijas pārstāvis paziņoja, ka partijas no kompānijas Deutsche Saatgutveredlung saturēja sēklas, kas bija tolerantas pret glufosinātu. Tika konstatēts, ka ir iesēti jau 1500 ha ar šīm sēklām. Piesārņojuma avots bija neskaidrs. Vācijas autoritātes lika iznīcināt šos augus.	sēklas	rapsis	2007.	Nav zināms
Eiropa/Vācija	Vācijā tika konstatēts nelegāls ĢM cukīni sēklu imports un audzēšana. Kompānija Seminis Seeds, kas piederēja Monsanto, atzina ka ĢM cukīni sēklas ir tikušas nelegāli importētas Vācijā un iesētas. Kopumā 90 g ĢM sēklu bija nonākušas Vācijā no Nīderlandes. Apmēram 100 no 1000 sēklām bija nonākušas Rheinland-Pfalz un tikušas iesētas. ĢM cukīni stādi tika pamanīti pirms ziedēšanas un iznīcināti. Nav apstiprinātu ziņu par to, kur tika nosūtītas pārējās sēklas, tomēr ir ziņas, ka šīs sēklas tika izdalītas darbiniekiem audzēšanai viņu dārzos.	sēklas	cukīni	2005.	Nepareizs ĢM sēklu marķējums

Reģions/valsts	Apraksts	Kas tika piesārņots?	Augs	Gads	Piesārņojuma iemesls
	<p>ĢM cukīni sēklas bija no šķirnes 'Judgement III', kas ir ĢM, lai būtu izturīga pret trim vīrusu slimībām. ES ĢM cukīni nav apstiprināti audzēšanai un pārstrādei ES.</p> <p>Kompānija skaidroja, ka bija notikusi kļūda sēklu marķēšanā.</p>				
Eiropa/Vācija	<p>2006. gadā EK veica sēklu testēšanas pārbaudi uz ĢM piesārņojumu, kas bija veikts Vācijā 2004. un 2005. gadā. EK ziņoja, ka no 717 sēklu paraugiem (kukurūza un rapsis), kas bija analizēti 2004. gadā, viens paraugs bija piesārņots un neatbilstoši marķēts. 2005. gadā bija analizēts 771 paraugs, no kuriem trīs bija piesārņoti un nepareizi marķēti. Konkrētākas detaļas nebija minētas (EC DG SANCO, 2006).</p>	sēklas	Kukurūza, rapsis	2004. – 2005.	Importētas sēklas
Eiropa/Vācija	<p>Vācijā konstatēta neautorizētas kukurūzas nelegāla audzēšana.</p> <p>ĢM kukurūzas šķirne, kas nav atļauta Eiropā, tika konstatēta sēklās, kas bija iesētas Lejassaksijā un citās Vācijas pavalstīs.</p> <p>Neautorizētā kukurūzas līnija bija NK603 (Monsanto). Tā</p>	sēklas	kukurūza	2010.	Nav zināms.

Reģions/valsts	Apraksts	Kas tika piesārņots?	Augs	Gads	Piesārņojuma iemesls
	<p>ir modificēta, lai būtu izturīga pret herbicīdu glifosātu (Roundup). Tā ir autorizēta ES izmantošanai pārtikā un dzīvnieku barībā, bet ne komerciālai kultivēšanai. To ir atļauts audzēt Ziemeļamerikā un Dienvidamerikā. Ar šo līniju bija piesārņotas konvencionālās kukurūzas sēklas, kuras Vācijā tirgoja Pioneer Hi-Bred. Kompānija apgalvoja, ka šīs sēklas ir bijušas iesētas 2000 ha platībā, bet Greenpeace novērtēja iespējamo platību līdz 3000 ha. Piesārņojuma līmenis bija tikai 0,1 %, bet tā kā ES sēklām nav noteikta piesārņojuma sliekšņa līmeņa, tad šādu sēklu tirdzniecība zemniekiem tiek uzskatīta par nelegālu. Pioneer Hybrid uzskatīja, ka kompetentās autoritātes nav veikušas pareizu testēšanu, un, ka piesārņojums nav bijis.</p>				
Eiropa/Grieķija	<p>Grieķijā konstatētas kokvilnas sēklas ar ĢM piesārņojumu. Greenpeace paņēma kokvilnas sēklu paraugus, kas tiek tirgoti Grieķijā, un nosūtīja uz Gene Scan Laboratory Freiburgā, Vācijā. Tika konstatēts, ka divi no septiņiem paraugiem ir piesārņoti un trešajam ir stingras norādes uz piesārņojuma klātbūtni. Sēklu</p>	sēklas	kokvilna	2000.	Svešappute

Reģions/valsts	Apraksts	Kas tika piesārņots?	Augs	Gads	Piesārņojuma iemesls
	<p>izcelsmes vieta bija Mississipi un Arizona, kur 2/3 no audzētās kokvilnas ir ĢM.</p> <p>Bija jāiznīcina 9000 akri, kuros bija iesētas ar ĢM piesārņotās sēklas (Dinham, 2001).</p>				
Eiropa/Grieķija	<p>Grieķijā konstatēts kukurūzas sēklu piesārņojums.</p> <p>2004. gada pavasarī Grieķijas kompetentās iestādes atklāja ar ĢM piesārņotas kukurūzas un kokvilnas sēklas Grieķijas tirgū.</p> <p>Piesārņotās kukurūzas sēklas vairākos gadījumos bija tikušas pārdotas zemniekiem un bija iesētas vairākās nelielās teritorijās, galvenokārt Grieķijas ziemeļos.</p> <p>Saskaņā ar oficiāliem Grieķijas Lauksaimniecības ministrijas paziņojumiem, Grieķijas valdība iznīcināja 118 ha kukurūzas, kas bija piesārņoti ar ĢM. Pioneer un Syngenta piešķīra zemniekiem kompensācijas.</p>	sēklas	kukurūza	2004.	Importēts piesārņots sēklu materiāls
Eiropa/Ungārija	<p>Ungārijā tika konstatēti ar ĢM piesārņoti kukurūzas lauki.</p> <p>2011. gada jūlijā Ungārijas laikraksti ziņoja, ka Ungārijas valdība ir iznīcinājusi 400 ha kukurūzas, jo uzskatīja, ka sēklas, kuras zemnieki iegādājušies no Monsanto bija</p>	sēklas	kukurūza	2011.	Nav zināms



Reģions/valsts	Apraksts	Kas tika piesārņots?	Augs	Gads	Piesārņojuma iemesls
	<p>piesārņotas ar ĢM kukurūzu šķirnēm.</p> <p>Monsanto cīnījās pret valdības darbībām sakot, ka viņu veiktās neatkarīgās analīzes pierāda, ka nekāda piesārņojuma nav.</p> <p>Tomēr 2011. gada augustā Reģionālās attīstības ministrijas valsts sekretārs ziņoja, ka kopumā iznīcināti 8500 – 9000 ha (ieskaitot buferzonas). Bija iesaistīti 225 audzētāji, kas saņēma kompensācijas.</p>				
Eiropa/Īrija	<p>Īrijā valsts pārbaudēs konstatēta neautorizēta ĢM kukurūza.</p> <p>Pārbaudes tika veiktas pēc tam, kad līdzīgs incidents 2010. gada martā tika konstatēts Vācijā.</p> <p>2010. gada 3. jūnijā Īrijas Department of Agriculture, Fisheries and Food informēja Īrijas Environmental Protection Agency, ka ir atklāts ĢM piesārņojums dažās šīs iestādes izmēģinājuma vietās.</p> <p>Konvencionālā kukurūzas šķirne PR39T83, ko izplata Pioneer Hybrid saturēja neautorizētu ĢM līniju NK603, kas ir toleranta pret glufosināta amoniju. Šo šķirni, kuru izveidojis Pioneer Hybrid, ir atļauts izmantot pārstrādē, bet</p>	sēklas	kukurūza	2010.	Nav zināms

Reģions/valsts	Apraksts	Kas tika piesārņots?	Augs	Gads	Piesārņojuma iemesls
	<p>ne audzēšanai ES.</p> <p>Analīžu rezultāti parādīja, ka šķirne PR39T83 saturēja 0.3 % NK603 sēklu, lai gan kompānija bija uzrādījusi sertifikātus, kas apliecināja, ka sēklas ir brīvas no ĢMO.</p> <p>EPA paziņoja, ka sējumi tika iznīcināti.</p>				
Eiropa/Itālija	<p>Itālijā vairāki simti zemnieku konstatēja, ka sēklas, kuras bija iegādājušies un iesējuši, ir piesārņotas ar ĢM kukurūzu. Pjemontas reģionā ar šādām sēklām bija apsētai 400 ha.</p>	sēklas	kukurūza	2003.	Svešappute
Eiropa/ Rumānija	<p>Rumānijā konstatēta nelegāla ĢM sojas audzēšana.</p> <p>2014. gada augustā un septembrī Greenpeace ievāca sojas paraugus no Botoscani reģiona, sekojot aizdomām, ka ĢM soja tiek audzēta, lai gan tas ir aizliegts kopš Rumānijas iestāšanās ES 2007. gadā.</p> <p>Četru paraugu analīzes tika veiktas akreditētā laboratorijā (Umweltbundesamt Laboratory, Vienna, Austria). Visi paraugi saturēja GTS 40-3-2 (RoundupReady) soju.</p> <p>ĢM soju Rumānijā sāka audzēt 1998. gadā. Tā bija RoundupReady herbicīdtoleranta soja no Monsanto</p>	sēklas	soja	2014.	Nav zināms

Reģions/valsts	Apraksts	Kas tika piesārņots?	Augs	Gads	Piesārņojuma iemesls
	kompānijas.				
Eiropa/ Rumānija	Rumānijā konstatēta nelegāla ĢM sojas audzēšana. 2007. gada oktobrī Rumānijas National Environmental Guard paziņoja, ka konstatēti 290 ha ar ĢM soju Batarā, Bihor reģionā pie Ungārijas robežas. ĢM sojas audzēšana vairs nebija atļauta, jo Rumānija 2007. gadā bija iestājusies ES.	sēklas	soja	2007.	Nelegāla audzēšana
Eiropa/ Rumānija	Rumānijā konstatēta plaša nelegālas ĢM sojas audzēšana. 2005. gadā Greenpeace veiktā pētījumā konstatēts, ka netiek veikta atbilstoša kontrole attiecībā uz Monsanto RoundupReady sojas audzēšanu Rumānijā. Sojas lapu analīzes no sējumiem parādīja nedeklarētas ĢM sojas klātbūtni plašās teritorijās. Saskaņā ar Rumānijas normatīvajiem aktiem zemniekiem bija jāinformē lauksaimniecības ministrija, ja tie audzēja ĢM soju. Parasti tas notika vienlaicīgi ar sēklu iegādi, bet daļa zemnieku paši pavairoja sēklas materiālu, kā arī darbojās nelegālais tirgus. Greenpeace paņēma 10 paraugus no lauka vietās, kur	sēklas	soja	2005.	Nelegāla tirdzniecība un audzēšana

Reģions/valsts	Apraksts	Kas tika piesārņots?	Augs	Gads	Piesārņojuma iemesls
	zemnieki bija audzējuši ĢM soju 2004. gadā, bet, saskaņā ar zemnieku sniegto informāciju, neaudzēja vairs 2005. gadā. Paraugi tika nosūtīti uz sertificētu laboratoriju Austrijā, kur tika konstatēts, ka tie visi satur RoundupReady soju. Intervijas ar vietējiem zemniekiem atklāja, ka viņi vēlas pārdot saimniecībā pavairotas sēklas un, ka ir attīstījies nelegālais tirgus. Viens no zemniekiem nebija deklarējis 500 ha ĢM sojas.				
Eiropa/ Rumānija	Rumānijā konstatēta plaša nelegālas ĢM sojas audzēšana. Sekojot 2005. gada atklājumiem, Greenpeace veica tālākus izmeklējumus un atklāja nelegāli audzētu ĢM soju vēl rīs vietās.	sēklas	soja	2006.	Nelegāla tirdzniecība un audzēšana
Eiropa/ Serbija	Serbijā konstatēta nelegāla ĢM sojas audzēšana. ĢM sojas sējumi tika konstatēti Serbijas rietumu daļā un tuvu Belgradai, attiecīgi 370 ha un 50 ha platībā. ĢM soju atklāja State Plant Protection Administration, izskatot informāciju par liela apjoma herbicīdu iegādi un pielietošanu sojas laukos. Kompetentā iestāde izdeva rīkojumu, ka šie sējumi ir jāiznīcina. Tomēr zemnieki	sēklas	soja	2005.	Zemnieku iegādātas ĢM sojas sēklas

Reģions/valsts	Apraksts	Kas tika piesārņots?	Augs	Gads	Piesārņojuma iemesls
	<p>atteicās iznīcināt sējumus, kā arī atklāt, kur iegādājušies sēklas. Zemnieki apgalvoja, ka sēklas iegādājušies tirgū.</p> <p>Lai gan iepriekšējos gados visi ĢM sējumi, ja tādi bija konstatēti, tika iznīcināti, šajā gadā valsts atļāva izmantot iegūtās sojas pupiņas dzīvnieku barības ražošanai.</p>				
Eiropa/ Slovēnija	<p>Slovēnijā konstatēts piesārņojums ar ĢM kukurūzu.</p> <p>EK ziņoja par kukurūzas sēklu piesārņojumu Slovēnijā ar divām līnijām MON810 and Bt11. Bt11 nav autorizēta kultivēšanai ES, līdz ar to šīs līnijas klātbūtne norādīja uz to, ka izsekojamība un marķēšana nav bijusi atbilstoša.</p> <p>Sīkākas ziņas par šo gadījumu nav pieejamas.</p>	sēklas	kukurūza	2006.	Izsekojamības un marķēšanas sistēmas neatbilstība
Eiropa/ Zviedrija	<p>Zviedrijā konstatēts, ka Advanta Seeds importētās rapša sēklas satur apmēram 1 % piesārņojumu ar sēklām, kurām ir rezistence pret glifosātu un glufosinātu.</p> <p>2000. gada maijā Advanta Apvienotās karalistes izplatītājs atklāja Hyola 401 sēklu piesārņojumu Zviedrijā un informēja Zviedrijas valdību. Hyola 401 sēklas bija piesārņotas ar apmēram 1 % pret glifosātu un glufosinātu tolerantām ĢM sēklām. Lielākā daļa sēklu vēl nebija</p>	sēklas	Rapsis	2000.	Svešappute

Reģions/valsts	Apraksts	Kas tika piesārņots?	Augs	Gads	Piesārņojuma iemesls
	<p>pārdotas un tika izņemtas no tirgus pirms iesēšanas.</p> <p>Piesārņotās sēklas bija izaudzētas Kanādā un saskaņā ar Advanta sniegto informāciju Apvienotās Karalistes House of Commons Agriculture Select Committee, bija iegūtas no augiem, kas bija audzēti vairāk nekā 4 km attālumā no tuvākā ĢM lauka. Tā kā Advanta importētās sēklas bija hibrīds, tās tika iegūtas audzējot sterilus vīrišķos augus iestarpinot dažus (parasti apmēram 20 %) vīrišķos fertilos augus, lai notiktu apputeksnēšanās. Šādos audzēšanas apstākļos, ko dēvē par “<i>varietal associations</i>”, uz lauka ir mazāk putekšņu nekā parasati, līdz ar to ziedputekšņiem, kas nonāk šādā laukā ir lielāka varbūtība apputeksnēt lauku.</p>				
Eiropa/ Zviedrija	<p>Zviedrijā konstatēta neautorizētu ĢM kartupeļu audzēšana.</p> <p>2010. gada 6. Septembrī ES kompetentās iestātes lika Vācijas kompānijai BASF paskaidrot, kā kompānijas pagaidām vēl neapstiprinātā ĢM kartupeļu šķirne ‘Aamadea’ varēja tikt audzēta Zviedrijas laukos.</p> <p>Piesārņojums tika pamanīts tādēļ, ka ‘Aamadea’ ziedi ir balti, bet ‘Amflora’ veido tikai atsevišķus violetus ziedus.</p>	pavairojamais materiāls	kartupeļi	2010.	Kompānijas kļūda

Reģions/valsts	Apraksts	Kas tika piesārņots?	Augs	Gads	Piesārņojuma iemesls
	<p>Kompānija atbildēja, ka ir notikusi sajaukšanās un gadījums tiekot izmeklēts. Septembra beigās BASF paziņoja, ka sajaukšanās notikusi tādēļ, ka abas šķirnes bija atradušās tuvu kopā kompānijas telpās.</p> <p>BASF paziņoja, ka iznīcinās visu kartupeļu ražu Zviedrijas ziemeļos apmēram 16 ha platībā.</p> <p>Šis gadījums ir pieminēts publikācijā Masip et al. (2013).</p>				
Eiropa/Šveice	<p>Šveicē konstatētas ar ĢM piesārņotas kukurūzas sēklas. Šveices Lauksaimniecības departments un Vācijas pavalsts Bādenes-Virtembergas presidents atklāja, ka Pioneer Hibred kukurūzas sēklas no šķirnēm ‘Ulla’ un ‘Benicia’ saturēja <i>Bacillus thuringiensis</i> gēnus no ĢM kukurūzas šķirnes, kas ir rezistenta pret kukurūzas kaitēkli (<i>corn borer</i>). Pioneer paziņoja, ka piesārņojums visticamāk radies no ASV importētajās sēklās svešapputes rezultātā. Kad piesārņojums tika atklāts, bija jau iesēti 200 ha (Fürst, 1999).</p>	sēklas	kukurūza	1999.	Svešappute
Eiropa/ Nīderlande	Nīderlandē Aventis veiktos pret glufosināta amoniju tolerantos ĢM cukurbiešu izmēģinājumos konstatēja	sēklas	cukurbietes	2000.	Svešappute

Reģions/valsts	Apraksts	Kas tika piesārņots?	Augs	Gads	Piesārņojuma iemesls
	<p>piesārņojumu 0,5 % apmērā ar neautorizētu šķirni, kas bija toleranta arī pret glifosātu.</p> <p>Piesārņojums tika pamanīts, kad dažas ĢM bietes izmēģinājuma lauciņos izdzīvoja izmēģinājuma beigās pēc apstrādes ar glifosātu, tādējādi parādot toleranci pret attiecīgo herbicīdu.</p> <p>Aventis norādīja, ka neautorizētu ĢM līniju klātbūtne bija, iespējams, radusies svešapputes rezultātā, sēklaudzēšanas procesā Vācijā.</p>				
Eiropa/ Lielbritānija	<p>Lielbritānijā konstatēts piesārņotu rapša sēklu imports no Advanta Seeds.</p> <p>2000. gada 17. maijā Lielbritānijas valdība paziņoja, ka Advanta Seeds ir importējušas sēklas rapša šķirnei Hyola, kas bija piesārņotas 1 % apmērā ar sēklām, kas bija tolerantas pret glifosātu un glufosinātu, un ka šīs sēklas ir iesētas 4700 ha platībā.</p> <p>Kompānija pati bija informējusi Lielbritānijas valdību pēc piesārņojuma pamanīšanas Vācijā.</p> <p>Zemniekiem, kuri nezinot bija iesējuši šīs piesārņotās</p>	sēklas	rapsis	2000.	Svešappute



Reģions/valsts	Apraksts	Kas tika piesārņots?	Augs	Gads	Piesārņojuma iemesls
	<p>sēklas, nebija iespējams realizēt iegūto ražu, jo pārstrādes uzņēmumu asociācijas paziņoja, ka nepieņems šādu rapsi pārstrādei izmantošanā pārtikā. Lauksaimniecības ministrs Nick Brown ieteica zemniekiem iert piesārņoto ražu, bet šis ieteikums bija pārāk vēlu, lai zemnieki varētu apsēt laukus vēlreiz, radot zemniekiem lielus zaudējumus. Kompānijai Advanta tika likts samaksāt cietušajiem zemniekiem kompensācijas.</p> <p>Piesārņotās sēklas bija saražotas Kanādā, un saskaņā ar Advanta sniegto informāciju Apvienotās Karalistes House of Commons Agriculture Select Committee, bija iegūtas no augiem, kas bija audzēti vairāk nekā 4 km attālumā no tuvākā ĢM lauka. Tā kā Advanta importētās sēklas bija hibrīds, tās tika iegūtas audzējot sterilus vīrišķos augus iestarpinot dažus (parasti apmēram 20 %) vīrišķos fertilos augus, lai notiktu apputeksnēšanās. Šādos audzēšanas apstākļos, ko dēvē par “<i>varietal associations</i>”, uz lauka ir mazāk putekšņu nekā parasati, līdz ar to ziedputekšņiem, kas nonāk šādā laukā ir lielāka varbūtība apputeksnēt</p>				

Reģions/valsts	Apraksts	Kas tika piesārņots?	Augs	Gads	Piesārņojuma iemesls
	lauku.				
Eiropa/ Lielbritānija	<p>Lielbritānijā konstatēts, ka Aventis lauka izmēģinājums ar pret glufosināta amoniju tolerantām ĢM cukurbietēm ir piesārņots ar neautorizētu šķirni, kas ir toleranta arī pret glifosātu.</p> <p>2000. gada septembrī Aventis ziņoja Lielbritānijas autoritātēm, ka daži šīs kompānijas lauka izmēģinājumi ar pret glufosinātu tolerantām ĢM cukurbietēm 0,5 % apmērā ir piesārņotas ar otru neautorizētu ĢM cukurbiešu līniju. Šī līnija bija toleranta pret diviem herbicīdiem – glufosinātu un glifosātu.</p> <p>Piesārņojums tika pamanīts, kad izmēģinājuma beigās daļa augu izdzīvoja pēc aprādes ar glifosātu (DEFRA, 2001).</p> <p>Aventis norādīja, ka neautorizētu ĢM līniju klātbūtne bija, iespējams, radusies svešapputes rezultātā, sēklaudzēšanas procesā Vācijā.</p>	sēklas	cukurbietes	2000.	Svešappute
Eiropa/ Lielbritānija	<p>Lielbritānijā konstatēta piesārņotu rapša sēklu izmantošana zemnieku saimniecības līmeņa izvērtējumā.</p> <p>2002. gadā Aventis (tagad Bayer), paziņoja, ka rapša</p>	sēklas	rapsis	2002.	Svešappute

Reģions/valsts	Apraksts	Kas tika piesārņots?	Augs	Gads	Piesārņojuma iemesls
	sēklas, kas izmantotas 12 vietās Lielbritānijā zemnieku saimniecību līmeņa izmēģinājumos, bija piesārņotas ar neapstiprinātu ĢM šķirni. Kopš 1999. gada šīs sēklas kopumā bija lietotas 25 izmēģinājumos Lielbritānijā.				
Eiropa/ Lielbritānija	Lielbritānijā konstatēts rapša izmēģinājuma lauks piesārņots ar nelegālu ĢM šķirni. 2015. gada 28. oktobrī Lielbritānijas Department for Environment, Food and Rural Affairs (DEFRA) paziņoja, ka neautorizētas ĢM sēklas ir piesārņojušas sēklas, kas iesētas šķirnes pārbaudei. Francijas kompānija bija informējusi DEFRA pēc pašu veiktu analīžu rezultātiem. DEFRA preses relīzē apgalvoja, ka visi šīs sēklu partijas izmēģinājumi ir iznīcināti. Gan Francijas kompānijas nosaukums, gan konkrētā ĢM līnija, ar ko bija noticis piesārņojums, ir konfidenciāla informācija.	sēklas	rapsis	2015.	Nav zināms
Eiropa/ Lielbritānija	Lielbritānijā konstatēta neapstiprināta ĢM līnija konvencionālā rapša izmēģinājumā. 2008. gada 12. septembrī Skotijas izpildvara paziņoja, ka	sēklas	rapsis	2008.	Seed mixing

Reģions/valsts	Apraksts	Kas tika piesārņots?	Augs	Gads	Piesārņojuma iemesls
	<p>divi sējumi ar jaunu konvencionālo rapša šķirni Skotijā (Aberdeenshire un Arbroath) ir piesārņoti ar nelielu daudzumu neautorizēta ĢM materiāla. Raža tika novākta agri un sēklas tika nosūtītas iznīcināšanai uz National Institute of Agricultural Botany.</p> <p>Tomēr 19. decembrī DEFRA paziņoja, ka šīs sēklas ir bijušas iesētas arī Somersetā, Anglijā. ĢM gadījums tika identificēts kā GT73, kas ES ir autorizēts izmantošanai pārtikā un dzīvnieku barībā., bet ne audzēšanai.</p> <p>Piesārņojuma līmenis ar GT73 bija 0,05 %.</p>				

## Literatūras atsauces

James, C. (2015). 20th Anniversary (1996 to 2015) of the Global Commercialization of Biotech Crops and Biotech Crop Highlights in 2015, Vol 51 (Ithaca, NY: ISAAA).

McHuguen, A., Rowland, G.G., Holm, F.A., Bhatti, R.S., and Kenaschuk, E.O. (1997). CDC Triffid transgenic flax. *Canadian Journal of Plant Science* 77, 641-643.

Price, B., and Cotter, J. (2014). The GM Contamination Register: a review of recorded contamination incidents associated with genetically modified organisms (GMOs), 1997–2013. *International Journal of Food Contamination* 1, 5.

## **Pielikums Nr. 6. ES dalībvalstu pieredzes sēklu materiāla testēšanai, lai noteiktu ĢM sēklas un pavairojamo augu materiālu**

### **Sēklu un augu pavairojamā materiāla paraugu ņemšana un sagatavošana ĢM testēšanai**

ĢMO ES līmenī tiek regulēti ar Direktīvu 2001/18/EK un saistītajām Regulām (EK) Nr. 1829/2003 par ĢM pārtiku un barību un Nr. 1830/2003 par ĢMO izsekojamību un marķēšanu. Attiecībā uz ĢMO testēšanu ir spēkā EK Ieteikums 2004/787/EK, kas nosaka tehniskās vadlīnijas paraugu ņemšanai un ĢMO un materiālu, kas iegūti no ĢMO vai atrodas produktos, piejaukuma noteikšanai Regulas (EK) Nr. 1830/2003 kontekstā. Konvencionālo sēklu un cita augu pavairojamā materiāla testēšanai ĢM piejaukuma noteikšanai pašlaik nav izstrādāts atsevišķs regulējums. Daļēji sēklu testēšana ir ietverta EK Ieteikumā 2004/787/EK. Pašlaik ES dalībvalstīs ir spēkā plaša noteikšanas daudzveidība attiecībā uz ĢM piejaukumu konvencionālo sēklu partijās gan attiecībā uz paraugu ņemšanu, gan izvēlētajām testēšanas metodēm un rezultātu analīzi. Lielākajā daļā ES valstu sēklu paraugu ņemšana ir balstīta uz ISTA sēklu noteikumiem (ISTA 2016) un ar to saistīto rokasgrāmatu (ISTA 2012). Šo noteikumu 2. nodaļa nosaka paraugu ņemšanas principus sēklu testēšanai, bet 19. nodaļa sniedz vadlīnijas ĢM sēklu testēšanai. Šo noteikumu mērķis ir vairāk testēšanas rezultātu, nevis testēšanas metožu pielīdzināšana un harmonizēšana starp laboratorijām. Tādejādi ISTA Noteikumos atspoguļota uz iznākumu balstīta pieeja ĢMO testēšanai. Kā rezultātā šie noteikumi nenosaka kādas konkrētas testēšanas metodes laboratorijām būtu jāizmanto, bet norāda, ka tām jāatbilst ISTA standartiem. Tādejādi ISTA noteikumu 19.nodaļa ir diezgan vispārīga un ļauj laboratorijām pašām izstrādāt testēšanas plānu. EK Rekomendācijās ir arī atsauces uz Starptautiskās standartizācijas organizācijas (International Organization for Standardization (ISO)) dokumentiem, gan attiecībā uz paraugu ņemšanu, gan apstrādi un testēšanu. Sēklu testēšanai ir specifiskas iezīmes, kas ne vienmēr ir aktuāli, piemēram, pārtikai un/vai dzīvnieku barībai. Atšķirībā no pārtikas un dzīvnieku barības, ĢM sēklu daudzums konvencionālo sēklu partijā tiek definēts kā ĢM sēklu proporcija konkrētā sēklu partijā. Tas ne vienmēr ir nosakāms

pēc ĢM DNS kopiju skaita paraugā. Sēklas sastāv no dažādiem audiem – endospermas, dīgļa un perikarpa, kuriem var būt atšķirīgs ploīditātes līmenis, dažāda izcelsme un DNS saturs. Šie bioloģiskie faktori būtu jāņem vērā ĢM sēklu testēšanā.

JRC ir izstrādājis vadlīnijas paraugu sagatavošanai ĢMO analīzēm pārtikas, dzīvnieku barības, sēklu un augu un augu pavairošanas materiāla paraugos (JRC 2014). Vadlīnijas izstrādātas balstoties uz ISO standartu ISO 6498:2012 (Animal feeding stuffs - Guidelines for sample preparation), bet procedūras ir adaptētas ĢMO detekcijas vajadzībām un prasībām, kā arī matricu klāsts ir paplašināts, iekļaujot pārtiku, dzīvnieku barību un arī sēklas. Vadlīnijas aptver galvenos posmus paraugu sagatavošanā (laboratorijas parauga lielums, masas samazināšanas tehnikas, testa porcijas lielums). Attiecībā uz sēklu paraugu noņemšanu, šajā dokumentā ir atsauce uz ISTA Noteikumiem.

JRC sadarbībā ar Eiropas ĢMO laboratoriju tīklu (ENGL) ir izstrādājis rekomendācijas nejauša ĢMO piejaukuma noteikšanai konvencionālo sēklu partijās. Šis dokuments ir izveidots ņemot vērā sēklu testēšanas specifiku. EK Ieteikumā 2004/787/EK norādīts, ka paraugus ņem saskaņā ar spēkā esošām starptautiskajām metodēm un attiecīgā gadījumā no partiju lielumiem, kā definēts konkrētās augu grupas (lopbarības augu, dārzeņu, biešu, kartupeļu utt.) sēklu tirdzniecības Padomes Direktīvās. Šajā Ieteikumā arī norādīts, ka vispārīgajiem sēklu un augu pavairošanas materiāla paraugu ņemšanas principiem un metodēm ir jāsaucas ar ISTA Noteikumiem un saistīto ISTA rokasgrāmatu. Izvērtējot pašreizējo situāciju attiecībā uz sēklu un augu pavairojamā materiāla testēšanu ĢMO piejaukuma noteikšanai, novērojams vienotu vadlīniju trūkums ES līmenī un ir nepieciešama ES likumdošanas, ISTA un ISO dokumentos iestrādāto metožu un principu savstarpēja pielīdzināšana.

ĢM piejaukuma noteikšanas rezultātu precizitāte un ticamība galvenokārt ir atkarīga no pieauguma paraugu (iegrābumu) skaita, testa parauga lieluma un izmantoto testēšanas metožu jutīguma pakāpes (JRC 2015). Kritisks punkts ĢM piejaukumu noteikšanā sēklās ir pareiza parauga ņemšana. Noņemtajam paraugam ir jārepresentē visa sēklu partija, tātad jābūt homogēnam un pietiekami lielam. Pieauguma paraugu skaitu atkarībā no sēklu partijas lieluma pēc EK Ieteikuma 2004/787/EK nosaka šādi:

---

Partijas lielums, tonnas	Kopējā parauga lielums, kg	Pieauguma paraugu skaits
--------------------------	----------------------------	--------------------------

---

≤ 50	5	10
100	10	20
250	25	50
≥ 500	50	100

Tādejādi izriet, ka sēklu partijās no 50 līdz 500 tonnām kopējā parauga lielums ir 0,01 % no kopējā sēklu partijas lieluma. Tas pats EK Ieteikums arī nosaka, ka partijām, kas mazākas par 50 tonnām, kopējā parauga lielums ir 5 kg, bet partijām, kas lielākas par 500 tonnām, kopējā parauga lielums ir 50 kg. ISTA noteikumos pieauguma paraugs tiek saukts par iegrābumu. Pēc ISTA noteikumiem minimālo iegrābumu skaitu no sēklas partijas, kas saiņotas maisos vai citos vienāda izmēra un ietilpības saiņojumos, kuru masa ir no 15 līdz 100 kg nosaka šādi:

Iesaiņojumu skaits	Iegrābumu skaits
1 - 4	3 no katra iesaiņojuma
5 - 8	2 no katra iesaiņojuma
9 - 15	1 no katra iesaiņojuma
16 - 30	15 no visas sēklu partijas
31 - 59	20 no visas sēklu partijas
60 un vairāk	30 no visas sēklu partijas

Savukārt minimālo iegrābumu skaitu sēklu partijām saiņojumos virs 100 kg, kā arī no sēklu plūsmas sēklu saiņošanas laikā nosaka šādi:

Sēklu partijas lielums	Iegrābumu skaits
līdz 500 kg	Vismaz 5 iegrābumi no partijas
501 - 3000 kg	Viens iegrābums no katriem 300 kg, bet ne mazāk par 5
3001 - 20 000 kg	Viens iegrābums no katriem 500 kg, bet ne mazāk par 10
20 001 kg un vairāk	Viens iegrābums no katriem 700 kg, bet ne mazāk par 40

ISTA sēklu noteikumi nosaka, ka apvienoto paraugu iegūst no sēklu partijas ņemot iegrābumus dažādās sēklu partijas vietās. Iegrābums ir neliels ar iesmu vai sauju iegrābtais sēklas daudzums, kas noņemts vienā reizē. Paraugam jābūt tādām, lai tajā būtu pārstāvēti tie paši komponenti un tādās pašās attiecībās kā sēklu partijā, no kuras paraugs noņemts. Jāņem vērā, ka sēklas vienā sēklu partijā var būt atšķirīgas gan pēc izmēra, gan pēc formas un svara. Šādas atšķirības sēklu fiziskajās īpašībās var



radīt nevienmērīgu sēklu telpisko sadalījumu partijā. Šāds nevienmērīgums var rasties gan sēklu novākšanas, gan apstrādes un izplatīšanas laikā. Lai iegūtu reprezentatīvu apvienoto paraugu, ir nepieciešams noņemt vismaz minimālo ieģrābumu skaitu no sēklu partijas. Ieģrābumiem ir jābūt pēc iespējas vienāda lieluma. Ieģrābumu biežums ir definēts ISTA sēklu noteikumos, tā, lai tas atbilstu statistiskajām prasībām. Testēšanas rezultāti atkarīgi arī no tā, cik precīzi sagatavots vidējais sēklu paraugs. Tas, savukārt, atkarīgs no tā, cik pareizi noņemti ieģrābumi un izveidots apvienotais paraugs. Ieģrābumus noņem ar kādu no paredzētajiem iesmiem vai ar roku. Parauga noņēmjam ir jāizvērtē kādus piederumus un kādu tehniku pielietot parauga noņemšanai ņemot vērā kultūrauga sugu, iesaiņojuma veidu un izmēru, ieģrābumu skaitu un nepieciešamo vidējā parauga izmēru. Parauga noņēmjis ieģrābumus noņem pēc nejaušās izlases principa vai pēc sistematiska plāna. Ja ir nepieciešami vairāki ieģrābumi, no viena saiņojuma ieģrābumu noņem augšdaļā, no otra – vidusdaļā, no trešā – apakšdaļā. Ja ir lieli saiņojumi, ieģrābumus ņem nejauši izvēlēšanās vietās un dziļumos. ISTA iesaka ieģrābumus ņemt no sēklu plūsmas sēklu saiņošanas laikā, kad vien tas ir iespējams. Tas ir efektīvs un lietderīgs paņēmiens, jo parauga noņemšana ar regulāriem intervāliem no sēklu plūsmas var veidot reprezentatīvāku paraugu nekā veicot manuālus ieģrābumus.

Otrs kritiskais punkts ĢM sēklu testēšanā ir testēšanas parauga sagatavošana no apvienotā parauga (homogenizēšana, masas samazināšana utt.). Apvienoto (kopējo) paraugu iegūst, apvienojot un sajaucot visus atsevišķos ieģrābumus (pieauguma paraugus), kuri ņemti no sēklu partijas. Jāuzrauga, lai visi ieģrābumi būtu viendabīgi un vienādi. Jānosaka apvienotā parauga masa, tai jāatbilst ISTA noteikumos noteiktajai vidējā sēklu parauga minimālajai masai. Ja apvienotā parauga sēklu masa nav pietiekama testēšanas parauga izveidošanai, no dažādām sēklu partijas vietām papildus noņem ieģrābumus. Testēšanas parauga sagatavošanas posms jāveic novēršot kontamināciju un līdz minimumam samazinot DNS degradēšanās iespēju. Testēšanas parauga sagatavošana ir zināma kā posms ar vislielāko kļūdas rašanās iespējamību (JRC 2014). Parasti apvienotais paraugs ir par lielu, lai tiktu izmantots testēšanai, tādēļ tas ir jāsamazina, lai iegūtu testēšanas paraugu, tādejādi testēšanas sēklu paraugs, ir noteiktā kārtībā un līdz noteiktam lielumam samazināts apvienotais paraugs. Pēc ISTA sēklu noteikumiem minimālais vidējā parauga izmērs ir atkarīgs no sugas un atbilst šādiem lielumiem:

Kultūraugs	Minimālais vidējā parauga lielums (g)
<i>Brassica napus</i> L.	100
<i>Zea mays</i> L.	1000
<i>Solanum tuberosum</i> L.	25
<i>Glycine max</i> (L.) Merr.	1000

Ja sēklu parauga lielumu nepieciešams samazināt, pirmais solis ir sēklu parauga ir rūpīga jāsamaisīšana un sajaukšana. Parauga lieluma samazināšanas metodes ir balstītas uz diviem principiem - secīga samazināšana uz pusēm vai parauga sadalīšana apakšparaugos vienā piegājienā. Testēšanas parauga lielums ir atkarīgs no nepieciešamā detekcijas sliekšņa, statistiskā būtiskuma līmeņa un izvēlētajās testēšanas metodes. To var aprēķināt pielietojot statistikas metodes, piemēram SeedCalc. Tabulā norādīts testēšanas plāna izmaksu piemērs kukurūzai atkarībā no izvēlētajā detekcijas sliekšņa.

LOD	Testēšanas parauga lielums (sēklu skaits)	Apakšparaugu skaits	Malumu skaits	Izmaksas
0,9 %	378	2	2	69 %
0,5 %	680	2	2	69 %
0,1 %	3 279	3	3	100 %
0,05 %	6 435	5	5	162 %
0,01 %	31 668	21	21	654 %

Pēc JRC ĢM sēklu testēšanas vadlīnijām (JRC 2015) noteikts sēklu skaits tiek atlasīts manuāli vai izmantojot sēklu skaitīšanas ierīci. Alternatīvi var tikt noteikts 1000 sēklu svars un parauga lielums ar vajadzīgo sēklu skaitu noteikts sverot. Sēklas tiek samaltas izmantojot sēklu lielumam piemērota izmēra dzirnavas. Šobrīd visbiežāk pielietotais testēšanas detekcijas limits (LOD) ĢM sēklās ir 0,1 % (JRC 2015). Sēklu skaits, kas nepieciešams testēšanai, lai sasniegtu izvēlēto LOD ir aptuveni apgriezti proporcionāls LOD. Tādejādi uz pusi samazinot LOD, testēšanai jāizmanto aptuveni dubultu skaitu sēklu, lai sasniegtu šādu detekcijas sliekšni. Visbiežāk pielietotajos testēšanas plānos, minimālais sasniedzamais LOD ir noteikts robežās no 0,06 līdz 0,09% ĢM sēklu saulespuķu, kukurūzas, zirņu un miežu sēklu partijās, no 0,01 līdz

0,04% ĢM sēklu cukurbiešu, tomātu, rapša, sojas sēklu partijās un mazāk kā 0,01% rīsu un papaijas sēklu partijās (JRC 2015). Šāda starpsugu variācija izskaidrojama ar atšķirībām genoma izmēros. Piemēram, 200 ng DNS ir 39 058 kukurūzas genoma kopijas, 82 741 rapša genoma kopijas, 87 713 sojas genoma kopijas, 221 769 rīsu genoma kopijas, bet tikai 6 126 kviešu genoma kopijas. Tabulā norādīta rapša, kukurūzas un sojas 1000 sēklu masa, vidējais sēklas tilpums un genoma kopiju skaits 200 ng DNS.

Kultūraugs	Zinātniskais nosaukums	1000 sēklu masa, g	Vidējais sēklas tilpums, ml	Genoma kopiju skaits 200 ng DNS
Rapsis	<i>Brassica napus</i> L.	4	0.0060	82 741
Kukurūza	<i>Zea mays</i> L.	380	0.5272	39 058
Soja	<i>Glycine max</i> L.	150	0.1971	87 713

## **ISO standartu saraksts, kas attiecināms uz Sēklu un augu pavairojamā materiāla paraugu ņemšanu un sagatavošanu ĢM testēšanai**

- ISO 24333:2009 Cereals and cereal products – Sampling (ietver agrākos standartus ISO 6644:2002 un ISO 13690:1999).

Šis standarts nosaka prasības dinamiskai vai statistiskai paraugu ņemšanai manuāli vai mehāniski no graudiem un graudu produktiem, to kvalitātes noteikšanai. Tas ir pielietojams, lai ņemtu paraugus gadījumos, kad jānosaka vienmērīgi sastopami piesārņojumi, nevēlamas substances un parametri, kas parasti ir homogēni izplatīti, piemēram, lai noteiktu kvalitātes atbilstību specifikācijai. Šo standartu var izmantot, lai noteiktu kaitēkļus graudu partijā. Šis standarts ir piemērots izmantošanai, lai noteiktu kvalitāti ĢMO partijām, bet nav piemērots, lai noteiktu nejauša ĢM materiāla klātbūtni ne-ĢM produktā. Šis standarts nav piemērots sēklas graudiem.

- ISO 2859-1:1999 Sampling procedures for inspection by attributes - *Part 0: Introduction to the ISO 2859 attribute sampling system; Part 1: Sampling schemes indexed by acceptance quality limit (AQL) for lot-by-lot inspection; Part 2: Sampling plans indexed by limiting quality (LQ) for isolated lot inspection; Part 3: Skip-lot sampling procedures; Part 10: Introduction to the ISO 2859 series of standards for sampling for inspection by attributes*

Šī standartu sērija ir domāta, lai varētu veikt pārbaudes, kurās nosaka saražotās partijas atbilstību specifikācijai. Nav specifisku atsauču uz ĢMO.

- ISO 542:1990 Oilseeds – Sampling.  
Šis standarts nosaka vispārējās prasības eļļas augu sēklu paraugu ņemšanai, lai novērtētu to kvalitāti, ja šīs sēklas tiek tirgotas kā izejmateriāls ražošanā. Tiek noteikti limiti sēklas partijas lielumam, paraugu ņemšanas metodes, paraugu iepakošana un marķēšana, nosūtīšana un paraugu ņemšanas ziņojuma noformēšana.
- ISO 5725-1:1994 Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results - *Part 1: General principles and definitions; Part 2: Basic method for the determination of repeatability and reproducibility of a standard measurement method; Part 3: Intermediate measures of the precision of a standard measurement method; Part 4: Basic methods for the determination of the trueness of a standard measurement method; Part 5: Alternative methods for the determination of the*

*precision of a standard measurement method; Part 6: Use in practice of accuracy values.*

Šī standarta mērķis ir noteikt vispārīgus principus, kas jāsaprot nosakot mērījumu metožu un rezultātu precizitāti (patiesumu un precīzumu). Atsevišķās standartu daļās ir dots skaidrojums un noteikšanas metodes mērījumu atkārtojamībai un reproducējamībai u.c. rādītājiem. Attiecas uz metodēm, ar kurām iegūst nepārtrauktus mērījumu datus un ar kurām iegūst vienu vērtību kā mērījumu rezultātu. Var piemērot plašam materiālu lokam, ieskaitot, šķidrums, pulverveida vielas un cietas vielas, ražotām un dabiski iegūtām, ņemot vērā materiāla viendabīgumu.

- LVS CEN/TS 15568:2007 Foodstuffs - Methods of analysis for the detection of genetically modified organisms and derived products - Sampling strategies.

Šis standarts satur tehniskus norādījumus, lai varētu izveidot pareizus paraugu ņemšanas plānus, ar mērķi noteikt ĢMO klātbūtni un no tiem iegūtus produktus. Šajā dokumentā paraugu ņemšanai izšķir trīs etapus: 1) atbilstoša skaita pieauguma paraugu ņemšana no partijas, lai iegūtu kopējo paraugu; 2) kopējā parauga apjoma samazināšana līdz laboratorijas parauga lielumam; 3) laboratorijas parauga malšana līdz noteiktam daļiņu lielumam un homogenizēšana. Paraugiem ir jābūt reprezentatīviem. Tādēļ, tā kā partijas sastāvs reti ir viendabīgs, ir jāpaņem pietiekošs skaits pieauguma paraugu un uzmanīgi jāsamaisa, izveidojot kopējo paraugu, no kura savukārt iegūst laboratorijas paraugu.

Ja ir nepieciešams noteikt paraugu ņemšanas nenoteiktību, pieauguma paraugi ir jāņem divreiz lielākā apmērā un puse no katra atsevišķā pieauguma parauga ir jā saglabā tālākajām analizēm. Partijām virs 500 t ir jāanalizē vismaz 20 paraugi no šiem paraugiem. Mazākām partijām analizē visus pieauguma paraugus. Nosaka ĢMO saturu un paraugu ņemšanas nenoteiktību izsaka kā standartnovirzi (SD). Standartnovirzes pieņemamību izvērtē pircējs un pārdevējs, vai arī atbilstoši normatīvajiem aktiem.

Paraugu ņemšanai var izmantot dažādus instrumentus un ierīces. To piemēri ir doti ISO 13690 un ISO 6644 (tagad ISO 24333:2009). Īpaša uzmanība ir jāpievērš tam, lai paraugu ņemšanas ierīces ir tīras un tiktu novērsta pētāmā materiāla piesārņošana.

Atsevišķi norādījumi ir doti neiepakotiem pārtikas produktiem. Standartā tiek dota atsauce uz tehniskiem paraugu ņemšanas norādījumiem ISO 24333:2009. Pieauguma paraugu ņemšanas vietu skaits ir atkarīgs no partijas lieluma:

Partijas lielums, t	Kopējā parauga lielums, kg	Parauga ņemšanas vietu skaits
≤ 50	5	10
50 līdz 500	0,01 % no partijas lieluma	2 reizes lielāks nekā parauga lielums kilogramos
≥ 500	50	100

Atsevišķi norādījumi ir doti liela izmēra produktiem: kartupeļiem, kabačiem, kokosriekstiem, cukurbietēm un papaijām.

Laboratorijas paraugus iegūst no kopējā parauga izmantojot paraugu dalīšanas ierīces, kas norādītas ISO 24333:2009.

Neiekotiem produktiem iesaka pēc iespējas pielietot sistemātisku paraugu ņemšanu to pārbēršanas vai pārkraušanas laikā, ik pēc noteikta intervāla, kas noteikts ISO 24333:2009. No vagoniem, kuģiem, noliktavām paraugi ir jāņem reprezentatīvi no visa tilpuma.

Iepakojumiem, kas nav lielāki par 50 kg, pieauguma paraugu ņemšanas skaits ir noteikts sekojoši:

Iepakojumu skaits kravā	Iepakojumu skaits, no kuriem jāņem paraugi
Līdz 10	No katra iepakojuma
10 līdz 100	No 10 randomizēti izvēlētiem iepakojumiem
Vairāk kā 100	Kvadrātsakne no iepakojumu kopskaita (noapaļojot uz leju), kas izvēlēti pēc atbilstošas paraugu ņemšanas shēmas.

No laboratorijas parauga iegūst analītisko paraugu, to samaļot, ja nepieciešams, un homogenizējot. Malšana jāveic atsevišķā, fiziski nodalītā telpā, lai novērstu telpu un analītisko iekārtu piesārņošanu. Sīkākas prasības malšanai, homogenizēšanai un testēšanas porciju sagatavošanai ir dotas EN ISO 21571.

Ieteiktais dažādu labību un eļļas augu laboratorijas paraugu lielums:

Augs	Rekomendētais minimālais parauga lielums, g
Mieži, prosa, auzas, rīsi, rudzi, kvieši	400
Kukurūza	3000
Soja	2000
Rapsis	40

- ISO 24276:2006 Foodstuffs - Methods of analysis for the detection of genetically modified organisms and derived products - General requirements and definitions (ISO 24276: 2006/ Amd 1:2013)

Šis standarts definē, kā lietot citus standartus: nukleīnskābju ekstrakcijai (ISO 21571), kvalitatīvām nukleīnskābju analīzēm (ISO 21569), kvantitatīvām nukleīnskābju analīzēm (ISO 21570), un uz proteīniem balstītām analīzēm (ISO 21572), un šo standartu savstarpējo saistību ĢMO testēšanā pārtikas produktos. Šis standarts satur vispārīgas definīcijas, prasības un vadlīnijas laboratorijas izveidošanai, prasības metožu validācijai, metožu aprakstiem un testēšanas pārskatiem.

Standarts ir domāts pārtikas paraugiem, bet to var pielietot arī citām matricām (piemēram, sēklām, dzīvnieku barības un augu paraugiem).

Galvenās prasības laboratorijas iekārtojumam ietver četras atsevišķi nodalītas darba zonas:

1. Zona paraugu malšanai un homogenizēšanai;
2. Zona nukleīnskābju ekstrakcijai;
3. Zona PĶR sagatavošanai un amplificēšanai;
4. Zona darbam ar amplificētajām sekvencēm, ja nepieciešams.

Standartā ir dota atsauce uz standartu ISO 17025 attiecībā uz vispārīgām prasībām kvalitātes nodrošināšanai.

2013. gada grozījumos ir dotas jaunas (labotas) definīcijas gandrīz visiem terminiem.

- ISO 21571:2005 Foodstuffs - Methods of analysis for the detection of genetically modified organisms and derived products - Nucleic acid extraction. Amendment 1 (ISO 21571:2005/ Amd.1:2013)

Standarts nosaka vispārīgas prasības un konkrētas metodes DNS ekstrakcijai/attīrīšanai un kvantificēšanai. Metodes ir aprakstītas pielikumos A un B, attiecīgi.

Standarts ir izveidots pārtikas paraugu analīzēm, bet tas ir izmantojams arī citām matricām, tādām kā labība un dzīvnieku barība.

Standarts nosaka, ka testēšanas porcijai ir jāreprezentē viss laboratorijas paraugs. No praktiskiem apsvērumiem izriet, ka testēšanas porcijas lielumam nevajadzētu būt lielākam par diviem gramiem. Pielikumā A dotās ekstrakcijas metodes ir domātas

testēšanas porcijām no 200 līdz 500 mg, kas ir pietiekami matricām ar augstu DNS saturu. Gadījumos, ja materiāls satur maz vai degradētu DNS, testēšanas porcijas apjoms var tikt palielināts.

Biežāk lietotā DNS ekstrakcijas metode ir CTAB ekstrakcijas metode, kas dota standarta pielikumā A.3.

- ISO 21569:2005 Foodstuffs - Methods of analysis for the detection of genetically modified organisms and derived products - Qualitative nucleic acid based methods. Technical Specification ISO/TS 21569-2 (2012). Horizontal methods for molecular biomarker analysis - Methods of analysis for the detection of genetically modified organisms and derived products - Part 2: Construct-specific real-time PCR method for detection of event FP967 in linseed and linseed products. Amendment 1 (ISO 21569:2005/Amd1:2013).

Standarts apraksta procedūru ĢMO un no tiem iegūtu produktu kvalitatīvai noteikšanai, analizējot no pētāmajiem paraugiem izdalītās nukleīnskābes. Standarts ir balstīts uz polimerāzes ķēdes reakcijas (PĶR) metodēm. Standarts nosaka vispārīgas prasības specifiskai mērķa nukleīnskābju noteikšanai un identificēšanai un amplificētās DNS sekvences identitātes apstiprināšanai. Standartā dotās vadlīnijas, minimālās prasības un izpildes kritēriji nodrošina to, ka dažādās laboratorijās tiek iegūti salīdzināmi, precīzi un atkārtojami rezultāti.

Standarts ir domāts pārtikas paraugiem, bet to var pielietot arī citām matricām (piemēram, dzīvnieku barības un augu paraugiem). Konkrēti metožu piemēri ir doti pielikumos A līdz D, kuriem ir informatīvs statuss:

Pielikums A – Mērķa taksonam specifiskas metodes.

A.1. Sugas specifiska, vienkopijas gēna (lektīna gēna) noteikšana sojai (*Glycine max*), kuru var izmantot, lai noteiktu, vai paraugā ir amplificējama sojas DNS.

A.2. Augu hloroplastu daudzkopiju gēna (*trnL* introna) sekvences noteikšana, kas parāda, vai paraugā ir amplificējama augu DNS.

A.3. Tomātu DNS (poligalakturonāzes gēna) noteikšanas metode.

A.4. Mērķa taksonam specifiska metode, lai noteiktu no kukurūzas iegūtus produktus, kas balstīta uz invertāzes gēna noteikšanu.

A.5. Mērķa taksonam specifiska metode, lai noteiktu DNS, kas iegūta no rīsiem.



A.6. Mērķa taksonam specifiska metode, lai noteiktu komponentus, kas iegūti no tomātiem (*LAT52* gēns).

Pielikums B – Skrīninga metodes.

B.1. Skrīninga metode ĢM augu DNS noteikšanai (pušķkāposta mozaīkas vīrusa (*CaMV*) 35S promoters).

B.2. Alternatīva skrīninga metode ĢM augu DNS noteikšanai (pušķkāposta mozaīkas vīrusa (*CaMV*) 35S promoters).

B.3. Skrīninga metode ĢM augu DNS noteikšanai (*Agrobacterium tumefaciens* NOS-terminators).

B.4. Skrīninga metode ĢM augu DNS noteikšanai (*nptII* gēns).

B.5. Skrīninga metode ĢM tomātu (*Zeneca*® F282) DNS noteikšanai.

B.6. Uz reālā laika PĶR metodes balstīta skrīninga metode, lai noteiktu ĢM augu DNS (*Agrobacterium tumefaciens* nos-terminators, *T-nos*).

B.7. Skrīninga metode ĢM organismu noteikšanai (cūknātres mozaīkas vīrusa *FMV* 34S promoters).

B.8. Uz reālā laika PĶR metodes balstīta skrīninga metode, lai noteiktu *Streptomyces hygrosopicus bar* gēnu.

B.9. Atsevišķu bieži ĢM organismos lietotu DNS sekvenču noteikšana, kuru izcelsme ir pušķkāpostu mozaīkas vīrusa (*CaMV* 35S promoters, *P35S*), kā arī (*Agrobacterium tumefaciens T-nos*) pārtikas produktos – Skrīninga metode. Abi skrīninga elementi tiek noteikti vienā reālā laika PĶR (duplex).

Pielikums C – Konstrūcijai specifiskas metodes.

C.1. Konstrūcijai specifiska metode, lai noteiktu modificētas DNS sekvences no ĢM GTS 40-3-2 (*Roundup Reday*®) sojas.

C.2. Konstrūcijai specifiska metode, lai noteiktu modificētas DNS sekvences no ĢM tomāta (*Zeneca*® F282).

C.3. Konstrūcijai specifiska metode, lai noteiktu modificētas DNS sekvences no ĢM Bt11 kukurūzas.

C.4. Konstrūcijai specifiska metode, lai noteiktu modificētas DNS sekvences no ĢM Bt176 kukurūzas.

C.5. Konstrūcijai specifiska metode, lai noteiktu modificētas DNS sekvences no ĢM T25 kukurūzas.

C.6. Konstrūcijai specifiska metode, lai kvalitatīvi noteiktu modificētas DNS sekvences no ĢM papaijas (*SunUp*, *Raunbow*).

C.7. Konstrūkcijai specifiska metode, lai noteiktu modificētas DNS sekvences no ĢM rīsu līnijas TT51-1 (Bt63).

C.8. Konstrūkcijai specifiska metode, lai noteiktu ĢMO *ctp2-cp4-epsps* sekveni pārtikas produktos.

Pielikums D – Gadījuma specifiskas metodes.

D.1. Gadījuma specifiska metode, lai noteiktu modificētas DNS sekvences no ĢM MON 810 kukurūzas.

D.2. Gadījuma specifiska metode, lai noteiktu rapša līniju RT73.

- ISO 21570:2005 Foodstuffs - Methods of analysis for the detection of genetically modified organisms and derived products - Quantitative nucleic acid based methods (ISO 21570: 2005/ Amd 1:2013).

Standarts sniedz vispārīgu ietvaru ĢMO kvantitatīvām detekcijas metodēm pārtikā, izmantojot polimerāzes ķēdes reakciju. Tas nosaka vispārīgas prasības mērķa sekvences DNS amplifikācijai, lai varētu kvantificēt relatīvo no ĢMO iegūtās DNS saturu, un lai varētu apstiprināt amplificētās DNS sekvences identitāti.

Standarts satur norādījumus, minimālās prasības un atbilstības kritērijus, lai nodrošinātu, ka rezultāti, kas iegūti dažādās laboratorijās, ir salīdzināmi, precīzi un atkārtojami.

Standarts ir domāts pārtikas paraugiem, bet to var pielietot arī citām matricām (piemēram, dzīvnieku barības un augu paraugiem).

Standarta pielikumos dotās metodes ir informatīvas.

- ISO 21572:2013 Foodstuffs - Molecular biomarker analysis - Protein-based methods. Šis standarts satur vispārīgas vadlīnijas un kvalitātes kritērijus metodēm, ar kurām var noteikt un/vai kvantificēt noteiktus proteīnus noteiktā matricā. Šīs vadlīnijas attiecas uz eksistējošām antivielu noteikšanas metodēm. Ir iespējams lietot arī citas proteīnu noteikšanas metodes, kas nav minētas šī standarta A un B pielikumos. Uz tām attiecināmi visi standartā minētie kritēriji.

**Pielikums Nr. 7. Pārskats par dalību seminārā “Meeting of the European Enforcement Project on Contained Use and Deliberate Release of GMOs”, Utrehta, Nīderlande, 2016.**

**gada 26. – 27. maijs**

**Komandējuma atskaite**

Komandējuma vieta:	Utrehta, Nīderlande
Komandējuma laiks:	No 2016. gada 25. maija līdz 2016.gada 27. maijam
Komandējuma mērķis:	Piedalīties Eiropas projektā Par ĢMO ierobežotu izmantošanu un apzinātu izplatīšanu sanāksmē
Pasākuma saturs un īss norises izklāsts:	<p>Pasākums „Meeting of the European Enforcement Project on Contained Use and Deliberate Release of ĢMOs” notika no 26. līdz 27. maijam Utrehtas Universitātes Muzejā. Pasākumā piedalījās tādu institūciju pārstāvji, kas attiecīgajās valstīs izsniedz atļaujas darbam ar ĢMO, veic inspekcijas vai ir attiecīgu iestāžu atbildīgie par biodrošību. Pasākumā piedalījās 20 valstu pārstāvji (ES valstis, Kanāda). Pasākuma dalībnieki iepazīstināja ar savu valstu ĢMO izmantošanas un izplatīšanas normatīvo aktu regulējumu, ar funkciju un pienākumu sadalījumu starp dažādām institūcijām.</p> <p>Latvijas pārstāvēm bija kopīga prezentācija diskusiju daļā, kurā tika īsumā pastāstīts par ZM, VAAD un Zinātniskā institūta BIOR pieredzi un veiktajiem un plānotajiem pasākumiem ĢMO jomā.</p> <p>Tika apmeklēts Utrehtas Universitātes augu audzēšanas centrs „Pythotron”, kurā tiek veikts zinātniskais darbs arī ar ĢM augiem. Īpaša uzmanība šajā centrā tiek pievērsta ĢMO saturošu atkritumu savākšanai, kā arī augu laistīšanas ūdeņu savākšanai un attīrīšanai pirms ievadīšanas pilsētas kanalizācijas sistēmā.</p>

<p>Gūtās atziņas un ieteikumi:</p>	<p>Vairākās valstīs darbs ar ĢMO tiek līdzīgi stingri regulēts kā darbs ar savvaļas organismiem, ar kuriem nepieciešams strādāt 2., 3. un 4. līmeņa biodrošības laboratorijās, it sevišķi attiecībā uz ĢM mikroorganismiem, himēriskajiem vīrusiem un zoonotiskiem aģentiem. Darbā ar šādiem organismiem ļoti svarīgi ir pierādīt un validēt šo organismu inaktivācijas (autoklāvēšanas, ķīmiskās apstrādes) efektivitāti. Bieži konstatētas problēmas ar studentu darba apģērbu (halātiem), jo tā kā viņi nav attiecīgo laboratoriju darbinieki, tad bieži vien savus halātus mazgā mājās, kas nav pieļaujami.</p> <p>Īpaša uzmanība vairākās prezentācijas tika veltīta ĢM augu audzēšanai siltumnīcās un klimata kamerās, siltumnīcu tehniskajiem risinājumiem, kā arī darbam ar dzīvniekiem, it īpaši lidojošiem un rāpojošiem kukaiņiem. Laba pieredze šajā jomā ir Nīderlandes institūcijām, no kurām dažās ir bijusi vairākus gadus ilga pārbūve, lai pielāgotu telpas darbam ar ĢM kukaiņiem un/vai to pārnēsātām slimībām, piemēram, miģeles un Šmālenbergas vīrus.</p> <p>Vāgeningenas Universitāte (Nīderlande) ir izveidojusi ĢMOnitor moduli, ar kura palīdzību var izvērtēt neautorizētu ĢM augu līniju iespējamās ienākšanas ceļus ES, kā arī, kāda ir varbūtība, ka attiecīgās kravas varētu saturēt ĢMO.</p> <p>Spānijā 2015. gadā bija veiktas 293 ne-ĢM kukurūzas paraugu analīzes, no kuriem 15 % paraugu bija pozitīvi uz ĢMO, bet zem 0,1 % robežas.</p> <p>Tika diskutēts par tādām jaunākajām molekulārās bioloģijas metodēm kā CRISPR/Cas un gene drive – par šo metožu drošumu, pozitīvajām un negatīvajām īpašībām, kā arī par to, ka ES valstīs ir atšķirīga attieksme pret augiem, kas iegūti no šūnu/protoplastu saplūšanas. Austrija un Somija, kur šīs tehnoloģijas ir īpaši aktuālas, gaida uz ES lēmumu. Pašlaik Somija un Zviedrija lēmumu pieņem katra konkrētā pieteikuma gadījumā individuāli.</p> <p>Bija arī prezentācijas par novērtējumu un kontroli</p>
------------------------------------	--

	klīniskajos pētījumos ar cilvēkiem, kuri iesaistīti ĢMO (Spānija), par himēriskajiem vīrusiem un gēnu terapiju (Nīderlande).
Ieteikumi veikt korektīvās darbības Zinātniskajā institūtā BIOR:	Nav.
Korektīvo darbību veikšanas laiks <i>(nepieciešamas nekavējoties vai plānot veikt tuvākajā laikā):</i>	Nav.

## **Pielikums Nr. 8. Atsevišķu reprezentatīvu ĢM augu izvērtējums attiecībā uz to potenciālajiem riskiem saistībā ar ĢM sēklu apriti**

Pamatojoties uz identificētajiem ĢMO augu sēklu un pavairojamā materiāla nonākšanas ceļiem ES, kā arī balstoties uz informāciju par ES autorizētajām ĢM augu šķirnēm, kuras, izņemot MON810, tiek tikai importētas pārtikai un dzīvnieku barībai, no ES autorizēto ĢMO reģistra ([http://ec.europa.eu/food/dyna/gm\\_register/index\\_en.cfm](http://ec.europa.eu/food/dyna/gm_register/index_en.cfm)) tika izvēlēti vairāki reprezentatīvi gadījumi, kuri atspoguļo galvenos riskus, kas saistīti ar ĢM sēklu un pavairojamā materiāla nonākšanu ES.

1. MON810 kukurūza. MON810 kukurūza ir vienīgais ĢMO, ko audzē ES komerciālām vajadzībām. MON810 autorizēta vēl saskaņā ar direktīvu 90/220/EEC, pašlaik atrodas autorizācijas atjaunošanas procesā. MON810 piemīt rezistence pret kukaiņiem, ko panāk ekspresējot Cry1Ab proteīnu. Satur arī CaMV 35S promoteru. Ietilpst daudzās ĢMO kombinācijās (*stacked events*). Kukurūza ir svešapputes augs (apputeksnēšanu dabā veic vējš), audzēšanai parasti izmanto F1 hibrīdus, bet ražu veido ģenētiski neviendabīgi segregējoši graudi. Kukurūzai Eiropas Savienībā nav radniecīgu sugu ar kurām varētu notikt apputeksnēšana.

2. NK603 kukurūza. NK603 autorizēta vēl saskaņā ar direktīvu 2001/18/EC, patreizējais autorizācijas periods ir līdz 2025. g.. NK603 piemīt tolerance pret glifosfātu, jo ekspresē *Agrobacterium* sp. CP4 EPSPS proteīnu. Satur arī CaMV 35S promoteru. Ietilpst daudzās ĢMO kombinācijās (*stacked events*). Kukurūza ir svešapputes augs (apputeksnēšanu dabā veic vējš), audzēšanai parasti izmanto F1 hibrīdus, bet ražu veido ģenētiski neviendabīgi segregējoši graudi. Kukurūzai Eiropas Savienībā nav radniecīgu sugu ar kurām varētu notikt apputeksnēšana.

3. GT73 rapsis. GT73 rapsis ES ir autorizēts pamatojoties uz EFSA-ĢMO-NL-2010-87 atzinumu, autorizācija ir līdz 2025. g. Satur *Agrobacterium* sp. CP4 EPSPS proteīnu un *Ochrobactrum anthropi* GOX (glifosāta oksidoreduktāze) proteīnu, kuri nodrošina toleranci pret glifosfātu. Satur cūknātres (figwort) mozaīkas vīrusa 35S promoteru. Rapsis ir svešapputes augs (apputeksnēšanu veic kukaiņi), kuram ir vairākas radniecīgas savvaļas un lauksaimniecības augu sugas ES.

4. EH92-527-1 kartupelis. EH92-527-1 (“Amflora” kartupelis) atbilst definīcijai “pavairojamais augu materiāls”, tika izvērtēts ES (EFSA-GMO-UK-2005-14) un autorizēts audzēšanai, bet BASF atsauca šo autorizāciju. Satur kanamicīna rezistences gēnu *nptII*, kā arī cietes sintāzes gēna *gbs* fragmentu, kas noved pie izmainīta cietes sastāva kartupeļu bumbuļos. Kartupeļi tiek pavairoti veģetatīvi, tiem piemīt spēja pārziemot augsnē.

5. MON89788 soja. Soja ir būtiska dzīvnieku barības sastāvdaļa un tiek lielā apjomā importēta ES. MON89788 soja ir autorizēta ES balstoties uz EFSA-GMO-NL-2006-36 atzinumu, autorizācija ir līdz 2018. g. MON89788 piemīt tolerance pret glifosfātu, jo ekspresē *Agrobacterium* sp. CP4 EPSPS proteīnu. Satur cūknātres (figwort) mozaīkas vīrusa 35S promoteru. MON89788 ietilpst daudzās ĢMO kombinācijās (*stacked events*). Soja ir pašapputes augs, kuram ES nav radniecīgu savvaļas sugu.

## Kukurūza NK 603

**Komerčiālais nosaukums:** Roundup Ready

**Identifikators:** MON-ØØ6Ø3-6

**Iegūtās īpašības:** Herbicīda glifosfāta tolerance

**Paredzētais pielietojums:** Pārtikai un dzīvnieku barībai

**Ievietotie gēni:** *epsps* gēns

**Transformācijas metode:** Biolītiskā metode (auga šūnu apšaušana ar mikrodaļiņām)

**GM līnijas izveidotājs:** Monsanto, ASV.

**Autorizēta līdz:** 26/04/2025

### Līnijas NK603 ģenētiskā konstrukta uzbūve:

Gēns	Nosaukums	Donororganisms	Īpašība	Regulācijas sekvences
CP4 <i>epsps</i>	5-enolpiruvilšiki -māt-3-fosfāta sintetāze	<i>Agrobacterium tumefaciens</i> CP4	Herbicīda glifosfāta tolerance	P-ract1/ract1 introns, kas satur rīsu aktīva 1 promoteru, transkripcijas starta vietu un <i>epsps</i> gēna hloroplastu transporta proteīnu (CTP2), <i>A. tumefaciens</i> nopālīna sintāzes ( <i>nos</i> ) 3'-poliadenilācijas signāls
CP4 <i>epsps</i>	5-enolpiruvilšiki -māt-3-fosfāta sintetāze	<i>Agrobacterium tumefaciens</i> CP4	Herbicīda glifosfāta tolerance	Uzlabots CaMV 35S, kukurūzas HSP70 introns un <i>A. thaliana epsps</i> gēna hloroplastu transporta proteīns (CTP2), <i>A. tumefaciens</i> nopālīna sintāzes ( <i>nos</i> ) 3'-poliadenilācijas signāls

### Ģenētiskās modifikācijas raksturojums:

Modificētā kukurūza NK603 izveidota ar mērķi iegūt glifosāta toleranci ievietojot gēnu, kas kodē glifosāta toleranto 5-enolpiruvilšikimāt-3-fosfāta sintetāzi (EPSPS) no *Agrobacterium tumefaciens* CP4. Līnija NK603 iegūta transformējot konvencionālo kukurūzas līniju "AW x CW" ar biolītisko transformācijas metodi. Modificētā līnija satur vienu ievietotā DNS konstrukta kopiju. Plazmīdas vektors satur divas EPSPS ekspresijas kasetes, no kurām katra satur vienu gēna *cp4 epsps* kopiju ar atšķirīgām regulācijas sekvencēm. Ģenētiskās modifikācijas rezultātā, NK603 sastāv



no diviem nedaudz atšķirīgiem CP4 EPSPS proteīniem, kas ir ekspresēti no divām gēna *cp4 epsps* kopijām, izmantojot atšķirīgus promoterus. Pirmā kopija ir identiska oriģinālajai plazmīdai, ko izmantoja transformācijā, bet otra atšķiras par 2 nukleotīdiem, kas izraisa vienas aminoskābes nomaiņu. Abās kasetēs atrodas arī hloroplastu transporta proteīns (CTP2, izolēts no *Arabidopsis thaliana* EPSPS) CP4 EPSPS proteīna nogādāšanai no kodola uz hloroplastiem. Vektors satur arī *nptII* baktēriju selekcijas marķieri (kanamicīna rezistencei, kas iegūts no prokariotu transpozona *Tn5*) un replikācijas rajonu (*ori*).

#### Transgēna raksturojums:

DNS inserta stabilitāte līnijai NK603 ir pārbaudīta deviņu paaudžu garumā, segregācijas dati liecina par līnijas stabilitāti. Kukurūzas graudu analīze no lauku izmēģinājumiem ASV un Eiropā parādīja, ka tām ir tāds pats sastāvs kā nemodificētajām kukurūzas šķirnēm. Ņemot vērā, ka hloroplastu un mitohondriju gēnu pārnese uz kodola genomu notiek arī dabiski, Eiropas Pārtikas nekaitīguma iestādes (EPNI) ĢMO Zinātniskā Grupa (The Scientific Panel on Genetically Modified Organisms) neuzskata, ka jebkuram NK603 organellu gēnam vai gēna produktam var būt palielināts risks salīdzinot ar organellu gēniem nemodificētajās līnijās.

Vienā NK603 inserta galā ir daži molekulārie pārkārtojumi, turklāt inserts ietver hloroplastu DNS fragmentu. Molekulārajās analīzēs pierādīts, ka šie pārkārtojumi un hloroplastu DNS insercija nenoved pie jaunām īpašībām. Maz ticams, ka insercijas rezultātā veidotos jauni proteīni, turklāt bioinformātikas analīzes parāda, ka šiem proteīniem nebūtu homologijas ar zināmiem toksīniem vai alergēniem. Šīs izmaiņas ietekmes analīze ar bioinformātikas metodēm, *in vitro* eksperimenti un eksperimenti ar laboratorijas dzīvniekiem norāda, ka nav notikušas nekādas saskatāmas izmaiņas proteīna struktūrā, aktivitātē, toksicitātē vai alergenitātē.

Plazmīda, kuru izmantoja ģenētiskajā modifikācijā saturēja kanamicīna rezistences gēnu *nptIII*, taču transgēnā NK 603 līnija šo antibiotiku rezistences gēnu nesatur.

#### Vides riska novērtējums:

Informācija par auga bioloģiju un agronomiskajām īpašām kalpo kā references punkts, lai noteiktu modificētās līnijas potenciālo izmaiņu līmeni. Modificētās līnijas NK603 molekulārajām un sastāva analīzēm salīdzināšanai un kontrolei tika izmantota LH82 x B73 (B73) hibrīdā kukurūzas līnija, kuras ģenētiskais fons ir līdzīgs ar

NK603 līnijai. Lauka izmēģinājumos, kas tika veikti ASV un Eiropā (Itālijā un Francijā), tika konstatēts, ka ķīmiskā sastāva ziņā NK603 neatšķiras no nemodificētajām kukurūzas līnijām.

EFSA konstatējusi, ka izņemot herbicīda glifosfāta rezistenci modificētā kukurūzas līnija NK603 neuzrāda nekādas citas priekšrocības attiecībā uz invazivitāti vai dzīvotspēju salīdzinot ar tradicionālajām līnijām. Kā arī, nekādi videi bīstami toksiski savienojumi līnijā NK603 nav novēroti. EFSA secinājusi, ka nav sagaidāmi nekādi nelabvēlīgi efekti uz ne mērķa organismiem, kas būtu atšķirīgi no konvencionālajām kukurūzas līnijām.

Kukurūza nav invazīva suga, turklāt tā ir salīdzinoši vājš konkurents ar ļoti ierobežotu sēklu izplatību. Latvijas teritorijā kukurūzai nav saderīgu savvaļas sugu, tāpēc gēnu pārnese uz savvaļas sugām nav iespējama, tādējādi modificētās kukurūzas līnijas NK603 krustošanās risks ar savvaļas sugām ir nebūstisks. Kukurūza ir spēcīgi domesticēts kultūraugs, tāpēc tā nevar izdzīvot Eiropas klimatiskajos apstākļos vidē bez kultivēšanas (EFSA 2005). Krustošanās risks ar citām kukurūzas šķirnēm pastāv, taču, ņemot vērā tādas kukurūzas reproduktīvās īpatnības kā pašapute, putekšņu dzīvotspējas ilgums apmēram 30 minūtes, smagi putekšņi, kas satur daudz ūdens, hibridizācijas risks ir salīdzinoši zems, jo šīs īpatnības ierobežo kukurūzas ziedputekšņu izplatību. Jāņem arī vērā, ka kukurūza ir hibrīds kultūraugs, tādēļ F1 paaudzei skaldoties, F2 paaudze (ES importētie graudi pārtikas un dzīvnieku barības vajadzībām) vairs nebūs tik dzīvotspējīga kā F1. Kukurūzas sēklas bieži vien nav spējīgas pārziemt Latvijas klimatiskajos apstākļos. Buferzonu ievērošana starp modificētajiem un konvencionālajiem laukiem līdz minimumam samazina krustošanās risku.

## Kukurūza MON810

<b>Komerciālais nosaukums:</b>	YieldGard
<b>Identifikators:</b>	MON-ØØ81Ø-6
<b>Iegūtās īpašības:</b>	Insekticīdu aktivitāte pret tauriņu kārtas kukaiņiem
<b>Paredzētais pielietojums:</b>	Pārtikai un dzīvnieku barībai
<b>Ievietotie gēni:</b>	<i>cryIAb</i>
<b>Transformācijas metode:</b>	Biolītiskā metode (auga šūnu apšaušana ar mikrodaļiņām)
<b>GM līnijas izveidotājs:</b>	Monsanto, ASV.
<b>Autorizēta līdz:</b>	Atjaunošanas procesā

Līnijas MON810 ģenētiskā konstrukta uzbūve:

Gēns	Nosaukums	Donororganism s	Īpašība	Regulācijas sekvences
<i>cryIAb</i>	Cry1Ab delta endotoksīns ( <i>Btk</i> HD-1)	<i>Bacillus</i> <i>thuringiensis</i>	Insekticīda aktivitāte pret tauriņu kārtas kukaiņiem	Uzlabots CaMV 35S promoters, kukurūzas HSP70 introns.

Ģenētiskās modifikācijas raksturojums:

Molekulārās analīzes parāda, ka *cryIAb* nošķeltais gēns insertēts kukurūzas MON810 genomā kā viena kopija kopā ar uzlabotu CaMV 35S (E35S) promoteru un kukurūzas HSP70 intronu. NOS 3' terminators, kas atradās PV-ZMBK07 plazmīdā, netika integrēts kukurūzas genomā, jo tika zaudēts gēna kasetes 3' šķelšanas laikā. Molekulārās analīzes apstiprina, ka glifosāta tolerances gēns (CP4 *epsps*) un antibiotiku rezistences gēns (*neo*) nav ievietoti MON810 līnijā. Ievietotā konstrukta stabilitāte ir tikusi apstiprināta vairāku paaudžu laikā. Jauno proteīnu ekspresijas analīze dažādos auga audos nav radījusi nekādas aizdomas par to nedrošumu. Cry1Ab līmenis putekšņos nav dektējams vai ir zemāks kā novērots kukurūzas MON810 graudos un zaļbarībā (EFSA 2012).

Transgēna raksturojums:

EFSA konstatējusi, ka izņemot toksicitāti pret tauriņu kārtas kukaiņiem, modificētā kukurūzas līnija MON810 neuzrāda nekādas citas priekšrocības attiecībā uz invazivitāti vai dzīvotspēju, salīdzinot ar tradicionālajām līnijām. Proteīns Cry1Ab

darbojas kā insekticīds tikai uz tauriņu (Lepidoptera) kārtas kukaiņiem. Tā darbības specifiskums balstās uz specifiskām saistīšanās vietām mērķa kukaiņos. Uz citu kukaiņu, zīdītāju un cilvēku šūnu virsmām nav *B. thuringiensis* delta endotoksīnu specifisko saistīšanās vietu, tādēļ tie nav uzņēmīgi pret šo proteīnu. Modificētajā kukurūzā MON810 ekspresētā Bt toksīna aminoskābju sekvenca, ir identiska dabiskajai formai, kas atrodama baktērijās.

#### Vides riska novērtējums:

Izvērtējot ĢM kukurūzas MON810 ietekmi uz bioloģisko daudzveidību, EFSA konstatējusi, ka risks pārnest transgēnās īpašības no MON810 uz savvaļas sugām neapsaimniekotā vidē ir nebūtisks. Kukurūza nav invazīva suga, turklāt tā ir salīdzinoši vājš konkurents ar ļoti ierobežotu sēklu izplatību. Latvijas teritorijā kukurūzai nav saderīgu savvaļas sugu, tāpēc gēnu pārnese uz savvaļas sugām nav iespējama, tādejādi modificētās kukurūzas līnijas MON810 krustošanās risks ar savvaļas sugām ir nebūtisks. Kukurūza ir spēcīgi domesticēts kultūraugs, tāpēc tā nevar izdzīvot Eiropas klimatiskajos apstākļos vidē bez kultivēšanas (EFSA 2005). Krustošanās risks ar citām kukurūzas šķirnēm pastāv, taču, ņemot vērā tādas kukurūzas reproduktīvās īpatnības kā pašappute, putekšņu dzīvotspējas ilgums apmēram 30 minūtes, smagi putekšņi, kas satur daudz ūdens, hibridizācijas risks ir salīdzinoši zems, jo šīs īpatnības ierobežo kukurūzas ziedputekšņu izplatību. Jāņem arī vērā, ka kukurūza ir hibrīds kultūraugs, tādēļ F1 paaudzei skaldoties, F2 paaudze vairs nebūs tik dzīvotspējīga kā F1. Kukurūzas sēklas bieži vien nav spējīgas pārziemt Latvijas klimatiskajos apstākļos. Buferzonu ievērošana starp modificētajiem un konvencionālajiem laukiem līdz minimumam samazina krustošanās risku.

Lauka pētījumi ir parādījuši, ka Cry1Ab nav ne tiešas, ne netiešas ietekmes uz derīgajiem kukaiņiem. Bites un citi kukaiņi var nonākt kontaktā ar kukurūzas putekšņiem, kas satur Bt toksīnu, tomēr eksperimentāli izpētīts, ka Bt toksīns nav toksisks bitēm un to kāpuriem. Izmēģinājumi ar ne mērķa sugu barošanu ar MON810 kukurūzu nav uzrādījuši nekādu nelabvēlīgu ietekmi. EFSA secinājusi, ka MON810 kukurūza, salīdzinot ar citām komerciālajām kukurūzas šķirnēm, nerada palielinātu risku vai jebkādu negatīvu ietekmi uz organismiem, ar kuriem notiek mijiedarbība.

Ir pierādīts, ka Cry1Ab proteīns viegli degradējas vidē. Ekspresēto proteīnu DT50 un DT90 vērtības ir attiecīgi 2 un 15 dienas.



## Rapsis GT73

**Komerciālais nosaukums:** Westar Roundup Ready  
**Identifikators:** MON-00073-7  
**Iegūtās īpašības:** Herbicīda glifozāta tolerance  
**Paredzētais pielietojums:** Pārtikai un dzīvnieku barībai  
**Ievietotie gēni:** *goxv247* un *CP4 epsps*  
**Transformācijas metode:** Ar *Agrobacterium tumefaciens* starpniecību veikta transformācija  
**ĢM līnijas izveidotājs:** Monsanto, ASV.  
**Autorizēta līdz:** 26/04/2025

### Līnijas GT73 ģenētiskā konstrukta uzbūve:

Gēns	Nosaukums	Donororganisms	Īpašība	Regulācijas sekvences
<i>goxv247</i>	Glifozāta oksidoreduktāze 247	<i>Ochrobactrum anthropi</i> LBAA	Herbicīda glifosāta tolerance	Cūknātres mozaīkas vīrusa (FMV) 35S promoters; <i>A. thaliana</i> hloroplastu tranzīpteptīda SSU1A gēns (CTP1); Zirņa 3' netranslētā RuBisCo mazās subvienības E9 gēns.
<i>CP4 epsps</i>	5-enolpiruvilšikimāt-3-fosfāta sintetāze	<i>Agrobacterium tumefaciens</i> CP4	Herbicīda glifosāta tolerance	Cūknātres mozaīkas vīrusa (FMV) 35S promoters; <i>A. thaliana</i> hloroplastu tranzīpteptīda EPSPS gēns (CTP2); 3' netranslētā RuBisCo mazās subvienības E9 gēns.

### Ģenētiskās modifikācijas raksturojums:

ĢM rapša līnija GT73 transformēta ar mērķi iegūt herbicīda glifosāta toleranci. Tā tika iegūta transformējot 'Westar' rapši, izmantojot ar *Agrobacterium tumefaciens* starpniecību veiktu transformācijas metodi. Modificētajā līnijā ir ievietoti divi jauni gēni, kas apvienojumā nodrošina paaugstinātu toleranci pret glifosātu saturošiem herbicīdiem. Modificētie rapši ekspresē EPSPS kodējošo gēnu no *Agrobacterium tumefaciens* celma CP4 (CP4 EPSPS), kuram ir glifosāta tolerance. Glifosāti specifiski saistās ar EPSPS un inaktivē to. EPSPS enzīms ir atrodams visos augos, baktērijās un sēnēs, bet ne dzīvniekos, jo viņi nesintezē savas aromātiskās aminoskābes. Modificētajam enzīmam CP4 EPSPS ir samazināta saistīšanās iespējamība ar glifosātiem un tādējādi ļauj augam nomāli funkcionēt herbicīda klātbūtnē.

Otrs ievietotais gēns kodē glifosāta oksidāzes modificētu versiju – bakterijas enzīmu no *Ochrobactrum anthropi* celma LBAA. Glifosāta oksidāze (GOX) paātrina glifosāta degradāciju. Plazmīdas vektors satur divas ekspresijas kasetes: *goxv247* ekspresijas kaseti un CP4 *epsps* ekspresijas kaseti.

*Goxv247* ekspresijas kasete satāv no cūknātres mozaīkas vīrusa (FMV) 35S promotera, CTP1 hloroplasta tranzīptēptīdu kodējošās sekvences, kas iegūta no *Arabidopsis thaliana* ribulozes-1,5-bifosfāta karboksilāzes (RuBisCO) mazās subvienības 1A gēna, zirņa RuBisCO mazās subvienības E9 gēna 3' netranslētā rajona, kas kalpo kā transkripcijas terminātors. Modificētajā GT73 ekspresētais GOXv247 proteīns iegūts no *Ochrobactrum anthropi* LBAA celma un no savvaļas veida atšķiras ar trīs aminoskābēm (no 431).

CP4 *epsps* ekspresijas kasete sastāv no tā paša FMV promotera, kas izmantots *goxv247* ekspresijas kasetē, *A. thaliana epsps* gēna CTP2 hloroplasta tranzīptēptīdu kodējošās sekvences, *A. tumefaciens* CP4 celma CP4 *epsps* kodējošās sekvences un zirņa RuBisCO mazās subvienības E9 gēna 3' netranslētā rajona, kas kalpo kā transkripcijas terminātors.

### Transgēna raksturojums:

DNS inserta ģenētiskās stabilitātes pētījumi trīs paaudžu garumā norāda uz inserta stabilitāti. Ģenētiski modificētā rapša līnija GT73 satur tikai vienu insertu un vienu kopiju no katras kasetes. EFSA norāda, ka rapša GT73 proteīni CP4 EPSPS un GOXv247 ir pietiekmi pētīti un ir pierādīta ģenētiskās modifikācijas stabilitāte.

Balstoties uz salīdzinošās analīzes datiem ar konvencionāli kultivētām rapša līnijām, EFSA ĢMO Panelis konstatējis, ka starp GT73 rapsi un konvencionālajām rapša līnijām nepastāv nekādas citas bioloģiski nozīmīgas atšķirības ķīmiskā sastāva, agroķīmisko vai fenotipisko īpašību ziņā, izņemot jaunsintezētos CP4 EPSPS un GOXv247 proteīnus.

#### Vides riska novērtējums.

EFSA ĢMO Panelis secinājis, ka GT73 rapsim nepiemīt paaugstināta dzīvotspēja vai konkurētspēja, izņemot glifosāta saturošu herbicīdu pielietošanas gadījumos. Pētījumi parāda, ka rapsis ir spējīgs veidot dzīvotspējīgas savvaļas populācijas ārpus kultivētām teritorijām, galvenokārt, ruderālos biotopos (Devos et al. 2012, pēc EFSA 2013). Rapsis ir zināms kā suga, kas savu reproduktīvo īpašību dēļ, viegli apgūst jaunas teritorijas. Eļļas rapsim Latvijā ir radniecīgas *Brassica* ģints sugas, ar kurām var notikt krustojšanās un rasties dzīvotspējīgi pēcnācēji, tādēļ ĢM piejaukumi rapša sēklu partijās var radīt nopietnu risku gēnu pārnesei. Rapsis ir pašapputes augs, taču augus apputeksnē arī vējš un kukaiņi. Tādējādi, risks gēnu pārnesei ar ziedputekšņiem ir salīdzinoši augsts.

Attiecībā uz horizontālo gēnu pārnesei, pašreizējais zinātniskais viedoklis ir, ka gēnu pārnese no ĢM auga uz baktēriju dabiskos apstākļos, ir ar ārkārtīgi zemu iespējamību (EFSA 2013). Modificētajā rapša līnijā GT73 ekspresētie CP4 *epsps* un *gox* gēni ir baktēriju izcelsmes. Tā kā dabiskie šo gēnu varianti jau pastāv baktērijās, kas atrodas vidē, tad pat gadījumā, ja notiek gēnu pārnese, baktērijas neiegūs jaunas iezīmes, kas varētu nodrošināt tām kādas selektīvas priekšrocības salīdzinājumā ar dabiskajām baktēriju populācijām.



## Soja MON89788

<b>Komerčiālais nosaukums:</b>	Roundup RReady2Yield
<b>Identifikātors:</b>	MON-89788-1
<b>Iegūtās īpašības:</b>	Herbicīda glifosāta tolerance
<b>Paredzētais pielietojums:</b>	Pārtikai un dzīvnieku barībai
<b>Ievietotie gēni:</b>	CP4 <i>epsps</i>
<b>Transformācijas metode:</b>	Ar <i>Agrobacterium tumefaciens</i> starpniecību veikta transformācija
<b>ĢM līnijas izveidotājs:</b>	Monsanto, ASV
<b>Autorizēta līdz:</b>	3/12/2018

### Līnijas MON89788 ģenētiskā konstrukta uzbūve:

Gēns	Nosaukums	Donororganisms	Īpašība	Regulācijas sekvences
CP4 <i>epsps</i>	5-enolpiruvilšikimāt-3-fosfāta sintetāze	<i>Agrobacterium</i> sp. celms CP4	Herbicīda glifosāta tolerance	<i>Arabidopsis thaliana</i> <i>Tsf1</i> gēna promoters; Cūknātres mozaīkas vīrusa 35S promoters.

### Ģenētiskās modifikācijas raksturojums.

Modificētā soja MON89788 tika transformēta ar *Agrobacterium tumefaciens* starpniecību veiktu gēnu pārnese tehnoloģiju. Tā ekspresē *Agrobacterium* sp. celma CP4 *epsps*, kas kodē CP4 EPSPS proteīnu, kas augam piešķir glifosāta toleranci.

Transformācijas molekulārā izpēte ir apstiprinājusi, ka sojas genomā ir integrēta neskarta (vesela) CP4 *epsps* ekspresijas kasete vienā kopijā. Bioinformātiskā analīze parādījusi, ka transformācijas rezultātā nav radušies potenciāli jauni ORF, kas kodētu zināmus toksīnus vai alergēnus. EFSA norāda, ka ievietoto gēnu ekspresija ir pietiekami pētīta, kā arī ģenētiskās modifikācijas stabilitāte ir tikusi pārbaudīta četru paaudžu garumā. EFSA ĢMO Panelis pauž viedokli, ka MON89788 soja nerada nekādus drošības riskus, un, ka pietiekami pierādījumi ģenētiskās modifikācijas stabilitātei ir tikuši nodrošināti. Ir pārbaudīts modificētās MON89788 sojas sastāvs salīdzinot to ar nemodificētas sojas līnijām un secināts, ka MON89788 sastāva ziņā ir identiska konvencionālajām sojas līnijām, izņemot herbicīda glifosāta toleranci.

'A3244' sojas sēklas embriju merisēmas audi tika transformēti ar plazīdu PV-GMGOX20 izmantojot *Agrobacterium tumefaciens*. Plazmīda PV-GMGOX20 sastāvēja no T-DNS ar CP4 epsps ekspresijas kaseti. Ekspresijas kasete sastāv no 1) *Arabidopsis thaliana Tsf1* gēna promotera, kas kodē EF-1 alfa elongācijas faktoru, kas sasaistīts ar cūknātres mozaīkas vīrusa 35S promoteru, kas nodrošina uzlabotu ekspresiju, 2) *Tsf1* gēna 5' netranslēto leader sekvenci un intronu uzlabotai ekspresijai, 3) *A. thaliana* sekvenču, kas kodē EPSPS hloroplasta transzīptēptīda (CTP2) pārneši uz hloroplastu, 4) *Agrobacterium tumefaciens* celma CP4 *AroA (epsps)*, kas kodē CP4 EPSPS, kas piešķir augam glifosāta toleranci, 5) zirņa *RbcS2 E9* gēnu, kas kodē RuBisCO mazo subvienību transkripcijas terminācijas regulācijai.

#### Transgēna raksturojums.

Modificētās sojas līnijas MON89788 molekulārās analīzes apstiprinājušas, ka modifikācija satur vienu insertu ar vienu neskartu CP4 *epsps* ekspresijas kaseti. Vektora uzbūves sekvenču modifikācijā netika atrastas. Ģenētiskā konstrukta stabilitāte tika pārbaudīta četrus paaudžu garumā. Molekulārās analīzes apstiprināja inserta stabilitāti un kopiju skaitu. Analīze ar bioinformātikas metodēm neatklāja potenciāli jaunus proteīnus, kas varētu radīt riskus drošībai.

GM soja MON89788 tika salīdzināta ar konvencionālās sojas Asgrow šķirni A3244 ar līdzīgu ģenētisko fonu kā MON89788. Pētījumā tika iekļautas vēl 12 konvencionālās sojas šķirnes no dažādām vietām Argentīnā un ASV. Lai gan MON89788 soja uzrādīja vairākas statistiski būtiskas atšķirības ķīmiskajā sastāvā (piemēram, daidzeīna, gliciteīna, vitamīna E daudzums), tika pierādīts, ka šīs atšķirības ir dabiskās variācijas līmenī. EFSA ĢMO panelis nolēmis, ka MON89788 sojas sastāvs ir ekvivalents konvencionālās sojas sastāvam, izņemot glifosāta toleranci.

#### Vides riska novērtējums.

Soja ir cēlusies Austrumāzijā un ir augsti domesticēts kultūraugs, tādēļ ārpus kultivētām teritorijām tā savvaļā neaug. Soja ir viendabīgs augs un tās sēklas pārziemo līdz nākamajai augšanas sezonai tikai maigos klimatiskajos apstākļos, tādējādi risks, ka sojas sēklas kā "brīvprātīgie" (*volunteers*) pārziemos augsnē un nākmajā gadā veidos jaunus augus, ir zems. Kā arī, šādi brīvprātīgie slikti konkurē ar sekojošā gada kultūraugiem. Soja Eiropas klimatiskajos apstākļos neizrāda nezālei raksturīgās īpašības un nav invazīva suga (OECD 2000). Apstrādātās platībās tā nespēj efektīvi konkurēt ar citiem kultūraugiem. Ņemot vērā, ka soja ir pašapputes

augš, ziedputekņu pārnese risks ir zems. Latvijā savvaļā nav sastopamas *Glycine* ģints sugas, tādejādi ģēnu pārnese risks uz savvaļas populācijām ir nebūtisks.

Balstoties uz pašreizējo zinātnisko pieredzi, horizontālā ģēnu pārnese no ĢM augiem uz mikroorganismiem dabiskos apstākļos ir ļoti maz ticama.

## Kartupeļi EH92-527-1

- Komerčiālais nosaukums:** Amflora
- Identifikātors:** BPS-25271-9
- Iegūtās īpašības:** Palielināts amilopektīna saturs cietē;  
Kanamicīna rezistence
- Ievietotie gēni:** *gbss* (*Solanum tuberosum*), *nptII* (*Escherichia coli*)
- Transformācijas metode:** Ar *Agrobacterium tumefaciens* starpniecību veikta transformācija
- Paredzētais pielietojums:** Amilopektīna ražošanai (blakusprodukti – dzīvnieku barībai)
- GM līnijas izveidotājs:** Amylogen HB (BASF Plant Science), Zviedrija.
- Autorizēta līdz:** autorizācija atsaukta

Līnijas EH92-527-1 ģenētiskā konstrukta uzbūve:

Gēns	Nosaukums	Donororga- nisms	Īpašība	Regulācijas sekvences
<i>gbss</i>	Granulām piesaistīta cietes sintāze	<i>Solanum tuberosum</i> (pretējā virzienā ievietots gēns)	Samazināts amilozes saturs cietē	<i>Solanum tuberosum gbss</i> gēna promotera fragments; <i>A. tumefaciens</i> nopalīna sintāzes ( <i>nos</i> ) 3'-poliadenilācijas signāls
<i>nptII</i>	Neomicīna fosfotransferāze II	<i>Escherichia coli</i>	Kanamicīna rezistence	Nopalīna sintāze ( <i>nos</i> ) no <i>A. tumefaciens</i> ; <i>A. tumefaciens</i> nopalīna sintāzes ( <i>nos</i> ) 3'-netranslētais rajons

Ģenētiskās modifikācijas raksturojums.

Modificētā kartupeļu līnija EH92-527-1 tika iegūta izmantojot ar *Agrobacterium tumefaciens* starpniecību veiktu kultivāra 'Prevalent' transformāciju. Gēns *gbss* ievietots pretējā virzienā (*antisense direction*), kas inaktīvā natīvo gēnu, izraisot cietes produkciju, kura satur maz vai nesatur amilozi vispār. Ģenētiskās modifikācijas rezultātā kartupeļim EH92-527-1 ir izmainīts cietes sastāvs - samazināts amilozes saturs un līdz ar to palielināts amilopektīna saturs kartupeļa bumbuļos.

Molekulārās analīzes liecina, ka EH92-527-1 satur divas daļējas DNS fragmenta kopijas, jo inserts, ieskaitot flankējošos rajonus ir dublicēts un ievietots apgrieztā orientācijā. Vektors satur arī gēnu *nptII* (neomicīna fosfotransferāzes gēns no *Escherichia coli*) kanamicīna rezistencei, ko izmanto kā baktēriju selekcijas marķieri.

#### Transgēna raksturojums.

Amilozes saturs modificētajā līnijā EH92-527-1 ir 2% salīdzinot ar ~15% vecāku šķirnē 'Prevalent', amilopektīna saturs ir 98% salīdzinot ar 85% nemodificētajā 'Prevalent'. Gēna *nptII* ienešanas rezultātā, EH92-527-1 piemīt kanamicīna rezistence un iespējams arī rezistence pret neomicīnu un geneticīnu. Pētījumi rāda, ka nekādas citas vektora DNS sekvences daļas nav ienestas auga genomā ārpus T-DNS. Sekvenējot ievietoto DNS sekvenci, konstatēja trīs bāzes, kas atšķirās no vektora sekvences, no kurām viena ir aminoskābi mainošā aizvietošana. Ģenētiskās modifikācijas rezultātā EH92-527-1 producē tikai vienu jaunu proteīnu neomicīna fosfotransferāzi, bet gēns *gbss* apgrieztā orientācijā tikai bloķē natīvā gēna aktivitāti.

Sastāva analīzes uzrādīja atšķirības starp transgēno EH92-527-1 un vecāklīnijas kartupeļiem. ĢM līnija satur palielinātu C vitamīna un saharozes daudzumu. EFSA ĢMO panelis secinājis, ka novērotās izmaiņas nerada riskus līnijas drošībai.

#### Vides riska novērtējums.

2013. gadā ES tiesa atcēla EK lēmumu par modificētās kartupeļu līnijas EH92-527-1 laišanu tirgū. ES tiesa savā ziņojumā norāda, ka veiktie pētījumi ir bijuši nepietiekami un iegūtie rezultāti nav pietiekoši pārlicinoši, kā arī, lēmuma pieņemšanā nav ņemti vērā atšķirīgie zinātniskie viedokļi par līnijas EH92-527-1 drošumu. Līnija EH92-527-1 satur kanamicīna rezistenci piešķirošo neomicīna fosfotransferāzes gēnu *nptII*, kas tika izmantots transgēno augu atlasei. Antibiotiku marķiergēna pārnese no ĢM augiem uz baktērijām var radīt cilvēku un augu veselības, kā arī vides apdraudējumu. Tomēr līnijā EH92-527-1 ievadītais kanamicīna rezistences gēns ir pielāgots ekspresijai auga šūnās, kas nozīmē, ka atšķirīgo regulācijas elementu dēļ, nonākot baktēriju šūnās tas nevarētu veidot proteīnu. Iespēja, ka kanamicīna rezistence no transgēnajiem kartupeļiem tiks pārnesta uz augsnes vai gremošanas trakta mikroorganismiem horizontālās gēnu pārneses procesā ir ļoti neliela.

Kartupeļi pieder pie zema riska kultūraugiem gēnu pārnesei ziņā. Tādas kartupeļu reprodukcijas īpatnības, kā pašapputē 80-100% gadījumu, samazināta ziedputekšņu fertilitāte vai pat sterilitāte, ziedi attīstās ļoti reti un nepilnīgi, neražo nektāru, samazina gēnu pārnesei risku. Neviens pētījums nav pierādījis jebkādu būtisku atšķirību starp 'Prevalent' un EH92-527-1 ietekmi uz ne mērķa organismiem. Tomēr Zviedrijas Lauksaimniecības padome (Swedish Board of Agriculture) pieļauj iespēju, ka izmainītam cietes sastāvam varētu būt iespējama ietekme uz noteiktiem augsnes mikroorganismiem. Palielināts cukura saturs un samazināts glikoalkaloīdu saturs iespējami var izraisīt lielākus kaitēkļu uzbrukumus kartupeļiem. Tomēr vairāku gadu lauka izmēģinājumi nav pierādījuši šādas atšķirības. Modificētie kartupeļi EH92-527-1 neietekmē bites, jo tie neražo nektāru. Kamenes putekšņi var piesaistīt, bet tās lido tikai nelielus attālumus, turklāt putekšņlapas gandrīz neražo ziedputekšņus.

Latvijas teritorijā kartupelim tuvu radniecīgu savvaļas sugu nav. Latvijā savvaļā ir sastopamas nakteņu (*Solanum*) ģinsts sugas melnā naktene *Solanum nigrum* un bebrukārklīšs *Solanum dulcamara*, tomēr savstarpēja krustošānās nav iespējama, jo kultivētais kartupelis ir tetraploīds. Pat pieļaujot krustošānās iespēju, šādi hibrīdi būtu neauglīgi. Tādējādi var uzskatīt, ka krustošānās riski ar savvaļas sugām ir nebūtiski. Krustošānās ar citām kartupeļu šķirnēm ir iespējama, tomēr, ņemot vērā, ka EH92-527-1 reti veido ziedus un tie ir ar samazinātu ziedputekšņu daudzumu, krustošānās riski ar konvencionālajām kartupeļu līnijām ir nelieli.

Kartupeļiem ir ļoti zema konkurētspēja ārpus lauka, kurā tie tiek audzēti, tādēļ tā invazitāte praktiski nav iespējama. Palielināts amilopektīna saturs un samazināts amilozes saturs cietē netiek uzskatīts par iemeslu, lai palielinātos EH92-527-1 konkurētspēja. No otras puses, palielināts cukura saturs teorētiski varētu palielināt sala izturību, kas var dot bumbuļiem uzlabotu spēju pārdzīvot ziemu un tādējādi konkurēt ārpus lauka apstākļos. Tomēr uz lauka veiktie sala tolerances eksperimenti parādīja, ka EH92-527-1 un 'Prevalent' izturas vienādi, un EH92-527-1 nav nekādas priekšrocības attiecībā uz izturību pret salu, dzīvotspēju vai dīgtspēju. Atšķirības, kas novērotas klonam EH92-527-1 attiecībā uz C vitamīna un glikoalkaloīdu saturu ir citu kartupeļu šķirņu variācijas robežās, tādēļ šo vielu izmainītais saturs nevarētu ietekmēt EH92-527-1 konkurētspēju, salīdzinot ar konvencionālajiem kartupeļiem. Klona EH92-527-1 uzņēmība un izturība pret slimībām un kaitēkļiem ir identiska šķirnei 'Prevalent'.



## **Pielikums Nr. 9. Augu sēklu imports Eiropas Savienībā un Latvijā**

ES spēj sevi nodrošināt ar kukurūzu, savukārt soja un sojas produkti pārsvarā tiek ievesti. Galvenās sojas audzēšanas valstis ir ASV, Kanāda, Brazīlija un Argentīna. Šajās valstīs 82% no visas izaudzētās sojas ir ĢM, ASV un Brazīlijā pat 90%. Galvenokārt pārstrāde notiek šajās valstīs, bet sojas pārstrādes rūpnīcas ir arī ES, kas pieder ASV kompānijām, lielākā no tām ADM Germany, vēl divas ir arī Holandē – ADM un Cargill. Spānijā un Ungārijā lielākā sojas pārstrādes un tirdzniecības kompānija ir Bunge. Aptuveni 75% produkcijas tiek pārdoti Vācijā, Lielbritānijā, Itālijā, Spānijā, Polijā un Holandē. ĢM soja tiek audzēta arī Čīlē, Bolīvijā, Kostarikā, Meksikā, Paragvajā, Urugvajā un Dienvidāfrikā (James, 2015). Audzēšanas platību pieaugums vērojams jau no 1996.gada. 2014. g. ĢM soja tika audzēta gandrīz 90 milj ha, kukurūza vairāk kā 50 milj ha, kokvilna 20 milj ha un rapsis nepilnos 10 milj ha platībās.

14 miljoni tonnu sojas katru gadu tiek ievestas ES pārtikas un lopbarības vajadzībām. Uz vietas ES saražo tikai 10% no nepieciešamā sojas daudzuma. Galvenie punkti caur kuriem ĢM soja tiek ievesta ES ir Spānija, Holande un Vācija. Eksportētājvalstīs ir ieviesta nodalīta no GM brīvas sojas sertificēšanas sistēma, lai nodrošinātu importētāja prasības pēc ĢM brīvas sojas. Visvairāk to prasa bioloģiskās lauksaimniecības sektors. Visvairāk no ĢM brīva soja ES tiek ievesta no Brazīlijas, arī Indijas, kur vispār nenotiek ĢM saturošas sojas audzēšana. 80% no visas sojas tiek pārstrādāta miltos, 20% eļļā. ASV sojas pārstrādes rūpniecība ir ļoti koncentrēta, 80% no visas sojas pārstrādā 4 kompānijas (ADM, Cargill, Bunge North America un Ag Processing Inc). ES pārstrādes rūpniecība ir koncentrēta UK, Spānijā, Vācijā, Itālijā un Beniluksa valstīs.

Pasaulē lielākās (70% no visa apjoma) kukurūzas audzēšanas valstis ir ASV (350 milj t gadā), Ķīna (200 milj t), Brazīlija (60 milj t) un ES valstis (50 milj t gadā). 30% no 184 milj ha audzētās kukurūzas aizņem ĢM šķirnes. ASV 90% (35,1 milj ha), Brazīlijā – 82% (13 milj ha), Dienvidāfrikā -87% (2,4 milj ha), Kanādā 83% (1milj ha), savukārt Argentīnā 95% (4,4 milj ha) no visas kukurūzas ir ĢM. Arī Ķīnā tiek strādāts pie ĢM kukurūzas šķirņu veidošanas.



ES, saskaņā ar Europabio datiem, ĢM kukurūza 2013.gadā tika audzēta 148 031 ha platībā Spānijā (90% no visas), Portugālē, Čehijā, Rumānijā un Slovākijā. Spānijā ĢM kukurūza aizņem 32% no kopējās kukurūzas sējplatības. 2013.-2014. gadā ap 15 milj t kukurūzas ES tiek ievestas, vairāk kā 60% no Ukrainas, 10% no Brazīlijas, 7,5% no Krievijas un 6,6 % no Kanādas. Ievestā kukurūza galvenokārt nonāk Spānijā, Holandē un Itālijā. Ukrainā ĢM kukurūzas audzēšana oficiāli nav atļauta, tomēr ASV Lauksaimniecības departamenta (USDA) GAIN ziņojumā minētas baumas, ka trešā daļa no Ukrainā saražotās kukurūzas ir ĢM (Lefebvre et al., 2014). Trīs miljoni tonnu kukurūzas 2013 – 2014 gadā, kas saražotas Rumānijā, Bulgārijā un Francijā, no ES tika eksportētas uz Ēģipti, Dienvidkoreju un Turciju.

Saskaņā ar Eiropas augu eļļas un proteīnu barības industriju federācijas (FEDIOL) datiem kukurūzas pārstrāde ES ir koncentrēta Beļģijā, Itālijā, Ungārijā, Spānijā, Francijā un Bulgārijā (FEDIOL, 2014). Saskaņā ar DG AGRI prognozi 2016. g ES tika plānota kukurūzas importa samazināšanās līdz 8,5 miljoniem tonnu, apjoms gan var palielināties sakarā ar to ka Ukrainai netiek piemērota ievadmuīta.

ĢM augu sēklas un ĢM saturošu produktu ievēšanas apjomu Latvijā ir salīdzinoši sarežģīti izsekot, ņemot vērā brīvo preču plūsmu starp ES dalībvalstīm. Informācija par no trešajām valstīm importēto augu sēklu apjomu ir apkopota 1. tabulā (CSP dati), taču šajā statistikā netiek atsevišķi izdalītas ĢM sēklas.

Latvijā 2015. g. tika saražoti 329 000 t dzīvnieku barības izmantojot gan vietējās, gan importētas izejvielas (Eiropas Dzīvnieku barības ražotāju federācijas FEFAC dati, <http://www.fefac.eu/home.aspx>). Galvenie dzīvnieku barības ražotāji Latvijā ir Rīgas kombinētās lopbarības rūpnīca, Dobeles Dzirnāvnieks, Saldus Labība (Baltic Agro sastāvā), Tukuma Straume un lopbarības ražošanas sabiedrība “LRS Mūsa”. Viņu importēto graudu apjoms ir pieejams no CSP un liecina, ka kopējais importētās sojas daudzums 2014. g. bija 42 000 t, pārsvarā sojas spraukumu veidā. Dzīvnieku barības ražošanai tiek plaši izmantoti sojas spraukumi, tai skaitā ĢM, kas ir sojas pupiņu pārstrādes blakusprodukts, kas iegūts izspiežot eļļu no mizotām sojas pupiņām, vai arī atdalot eļļu ar šķīdinātāju palīdzību. Sojas spraukumi (rauši) ļoti plaši tiek izmantoti ēdināšanā – cūkām, putniem, liellopiem. Sojas spraukumi ir viens no vispilnvērtīgākajiem un visplašāk izmantotajiem eļļas augu pārstrādes galaproduktiem. Kopproteīna līmenis sojas spraukumos svārstās no 41–54% (<http://www.balticagro.lv/lopkopjiem/lopbaribas-izejvielas>). Tāpat ar dzīvnieku barības ražošanu savām vajadzībām nodarbojas atsevišķi dzīvnieku audzētāji, kā

piemēram Balticovo, taču viņi pārsvarā izmanto vietējās izejvielas. Informācija par dzīvotspējīgu ĢM sēklu materiālu importu dzīvnieku barības ražošanai ir ierobežota (Latvijas Dzīvnieku Barības Ražotāju un Tirgotāju asociācijas dati).

### **Literatūras saraksts**

FEDIOL, (2014) 2013 Annual Statistics,

<http://www.fediol.be/data/1427965562Stat%20seeds%202013.pdf>

ICF International (2015) Technical study to assess the need for harmonisation of sampling and analysis methods for GM material in food.

[http://ec.europa.eu/food/plant/docs/GMO\\_rep-stud\\_sampling-analysis\\_report.pdf](http://ec.europa.eu/food/plant/docs/GMO_rep-stud_sampling-analysis_report.pdf)

James C. (2015). 20th Anniversary (1996 to 2015) of the Global Commercialization of Biotech Crops and Biotech Crop Highlights in 2015, Vol 51 (Ithaca, NY: ISAAA)

Lefebvre L, Polet Y, Williams B. (2014) EU-28. Agricultural Biotechnology Annual. Biotechnology and Other New Production Technologies. USDA GAIN Report,

[http://gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/Agricultural%20Biotechnology%20Annual\\_Paris\\_EU-28\\_1-9-2015.pdf](http://gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/Agricultural%20Biotechnology%20Annual_Paris_EU-28_1-9-2015.pdf)

1. tabula. Augu sēklu imports Latvijā no trešajām valstīm 2011. - 2015. gadā (PVD pārtikas kontroles dati)

KN kods	Produkts	Izcelsmes valsts	Gads					Kopā, kg:
			2011	2012	2013	2014	2015	
1001	Kvieši	Kanāda	1.81					1.81
		Kazahstāna	9052980	1190000		19424410	18352654	48020044
		Krievija	31420455	39722620	206350	69949995	43461750	184761170
		Meksika				2		2
1002	Rudzi	Kazahstāna	1677500					1677500
		Krievija	15324850	24359440		3144400	88178095	131006785
		Ukraina			2572600		648150	3220750
1003	Mieži	Krievija	10039220	1519200		3056900	29048415	43663735
1005	Kukurūza, popkorns	Argentīna	26080		26080		104280	156440
		ASV	141570.8	41642.5	20821	20412	61236	285682.3
		Krievija		204000	622000	46100200	97752505	144678705
		Ukraina			977800	20000	500000	1497800
100610	Rīsi	Dienvīdkoreja	6.23					6.23
		Kambodža	0.6					0.6
		Krievija			2			2
1008	Griķi	Krievija					1331820	1331820
		Ķīna	50000					50000
1201	Sojas pupas	Brazīlija					120000	120000
		Kazahstāna				6264411	2407600	8672011
1204	Linsēklas	Kazahstāna	585100	3207556	468550	50355181	130316812	184933199
		Krievija	750910	1827174.48	2234830	48852244	97587394	151252552.5
		Moldova				52800		52800

		Ukraina	99700	140800	103500	79000	507660	930660
1205	Rapšu sēklas	Kazahstāna		3726002	59150	1190000	1521515	6496667
		Krievija	6123600		2394560	5951750		14469910
1206	Saulespuķu sēklas	Argentīna					18140	18140
		Krievija	28703.6	2085400	12766	63000	21000	2210869.6
		Ķīna	198600					198600
		Moldova	203250	15750	41000	66000	220000	546000
		Ukraina	213000	334500	75000	41050	62130	725680
1207	Citu eļļas augu sēklas	ASV			3.5			3.5
		Baltkrievija	8500					8500
		Indija	133559.36	113882.33	96251.35	57505	178406	579604.04
		Kanāda	22407	0.5	7000	3000		32407.5
		Krievija	159300		0.75	20038	1000	180338.75
		Ķīna	49500	52000	68000.2	18000	125000	312500.2
		Moldova			10000			10000
		Nigērija		18000				18000
		Turcija		50				50
		Ukraina	20536.9	80658.35	685.65	1022	80	102982.9
		Vjetnama		18750				18750
		1208	Eļļas augu milti	Krievija		151.76	322.55	248.2
Ķīna				68000				68000
Serbija	530							530

## **Pielikums Nr. 10. Latvijā ievesto kukurūzas šķirņu apkopojums**

Izanalizēta situācija par 2015./2016.gada sezonā Latvijā tirdzniecībā piedāvātajām kukurūzas šķirnēm un to izplatītājiem. Kopējais ievesto šķirņu skaits pārsniedz 50. Pārsvārā visas šķirnes ir reģistrētas kādā no ES dalībvalstīm un līdz ar to arī ES Kopējā augu šķirņu katalogā. Tas nozīmē to, ka šīs šķirnes ir atļauts audzēt jebkurā dalībvalstī, un nav iespējams noteikt tieši no kuras valsts sēklas materiāls ir nonācis Latvijā. Nekāda informācija netika atrasta par trīs kukurūzas šķirnēm.

### **SIA Latvijas šķirnes sēklas:**

CESTER 230 – izveidota Čehijā

CEKOB - izveidota Čehijā

ZETA - izveidota Čehijā

CODITANK – Francija

KOSMO – Polija

### **Scandagra:**

CODIMI – reģistrēta Lielbritānijā

SCANOR – reģistrēta Francijā

PROSIL – reģistrēta Čehijā un Slovākijā

POLSTAR – reģistrēta Slovākijā

CODIR - reģistrēta Čehijā

SCAFORT (plaši tiek audzēta Čehijā, Polijā un Slovākijā)

SILIEN – reģistrēta Nīderlandē

### **Baltic Agro**

AVENIR - reģistrēta Francijā, Īrijā, Lielbritānijā - Syngenta Seed

ORMEAU – reģistrēta Lielbritānijā - Caussades Semences

PIRRO - reģistrēta Čehijā, Lietuvā, Polijā

ES ARDENT - reģistrēta Lielbritānijā, Saatbau Linz

EDUARDO - reģistrēta Čehijā, Lietuvā, Slovākijā, Saatbau Linz

DRIM – reģistrēta francijā, Euralis

ES REGAIN – reģistrēta Čehijā, Francijā, Euralis

SULORD - reģistrēta Nīderlandē, Saaten Union

DKC 3014 - reģistrēta Igaunijā, Francijā, Nīderlandē, Monsanto Dekalb

ES BODYGUARD – reģistrēta Lielbritānijā, Euralis

SL GILBERTO F- reģistrēta Slovākijā, Saatbau Linz

ISANTO – reģistrēta Slovākijā

SL DEVINO – reģistrēta Čehijā, Slovākijā

#### **KWS**

SEVERUS – reģistrēta Īrijā, Lietuvā, Latvijā, Luksemburgā, Lielbritānijā

SILVINIO – reģistrēta Čehijā, Vācijā, Lietuvā, Polijā, Slovākijā

SALGADO - reģistrēta Beļģijā, Čehijā

KOMPETENS – reģistrēta Austrijā, Beļģijā, Nīderlandē

AMBROSINI – reģistrēta Austrijā, Čehijā, Vācijā, Lietuvā, Latvijā,

Nīderlandē, Polijā, Slovākijā, Lielbritānijā

ATLETICO – reģistrēta Čehijā, Vācijā, Itālijā, Slovākijā

RONALDINIO – reģistrēta Austrijā, Beļģijā, Čehijā, Vācijā

SIMPATICO KWS – reģistrēta Čehijā, Vācijā

#### **Krastmaļi sēklas:**

FELDI CS - Caussades Semences, Francija, Čehija

KLOSI CS - Caussades Semences, Francija

#### **Dotnuva Baltic:**

IXXES RAGT, Francija, Lietuva, Lielbritānija

ZARLIXX RAGT, Francija, lielbritānija

CHAVOXX RAGT, Francija. Lietuva, Nīderlande

AGIRAXX RAGT, Francija, Dānija

SPHINXX RAGT, Francija, Vācija

NK RAVELLO\* - Austrija, Beļģija, Vācija, Nīderlande, Polija, (Syngenta

Seeds)

EXAPIC 210 Syngenta Seeds, Francija, Slovākija.

TIP-TOP\* - reģistrācija ES Kopējā augu šķirņu katalogā netika atrasta

SL ENORMO Saatbau linz, Austrija, Čehija, Lietuva, Slovākija

SY RESPECT\* - Lielbritānija

#### **SIA Elagro Trade:**

ES REMINGTON – Lielbritānija

NERISSA – Austrija, Čehija, Francija

#### **AGRIMATCO:**

DUO 230-1 CS SC - ar šādu nosaukumu nav ES Kopējā augu šķirņu katalogā, ir Duossi, reģistrēta Itālijā  
MAGEPI CS – reģistrēta Itālijā  
OSTERBI CS - reģistrēta Lielbritānijā  
RIANNI – reģistrēta Vācijā, Itālijā, Nīderlandē  
RUBBEN – reģistrēta Nīderlandē  
SCHOBBI CS - reģistrēta Vācijā, Francijā, Nīderlandē  
TROIZI CS - reģistrēta Lielbritānijā  
BALTIS F1, - reģistrēta Lielbritānijā, Francijā, Itālijā, Polijā  
ISBERI SC – reģistrēta Itālijā, Luksemburgā  
PROGRESS F1 - reģistrācija ES Kopējā augu šķirņu katalogā netika atrasta

Visas iepriekš minētās kompānijas tirdzniecībā piedāvā arī citu sugu sēklas materiālu, t.sk.rapsi.

**Kukurūza, kas iekļauta Latvijas augu šķirņu katalogā:**

visas šķirnes no KWS SAAT SE, Vācija

AMADEO

AMBROSINI – ievēd un audzē Latvijā

ANVIL

KLIFTON

KOKON

KONSENSUS

LAPRIORA

PODIUM

STESSI

SEVERUS – ievēd un audzē Latvijā