

VILNIAUS UNIVERSITETAS
GAMTOS MOKSLŲ FAKULTETAS

Neringa Dževečkaitė

**GENETIŠKAI MODIFIKUOTŲ AUGALŲ PAPLITIMO IR
POVEIKIO APLINKAI ANALIZĖ IR LIETUVOS GYVENTOJŲ
POŽIŪRIO APŽVALGA**

Magistro darbas

Darbo vadovas doc. P. Mierauskas

VILNIUS 2007

Turinys

1. Įvadas.....	3
2. Literatūros apžvalga	5
2.1. Genetiškai modifikuotų augalų išvedimas genų inžinerijoje	5
2.2. Genetiškai modifikuotų augalų kūrimo metodų apžvalga	7
2.3. Transgeninių pasėlių plitimo pasaulyje apžvalga	9
2.4. Genetiškai modifikuotų augalų privalumų apžvalga	14
2.5. Genetiškai modifikuotų augalų neigiamų savybių apžvalga	23
2.5.1. GMO keliamas pavojus žmogaus sveikatai	23
2.5.2. GM augalų plitimo natūralioje gamtoje keliai ir keliamą grėsmę bioįvairovei	25
2.6. Atsparumą lemiantys genetiškai modifikuoti augalai	27
2.7. Genetiškai modifikuotų organizmų naudojimą reglamentuojantys įstatymai	31
2.7.1. Europos sąjungos vykdoma GMO politika	31
2.7.2. ES galiojantys GMO valdymo teisės aktai	33
2.7.3. GMO vykdoma politika Lietuvoje	36
2.8. Genetiškai modifikuotų organizmų monitoringas ir rizikos aplinkai bei žmonių sveikatai vertinimas	40
2.9. Lietuvos pasiekimai genetinėje inžinerijoje	41
3. Darbo tikslas ir uždaviniai	44
4. Sociologinio tyrimo rezultatai genetiškai modifikuotų organizmų klausimais	45
4.1. Sociologinio tyrimo metodika	45
4.2. Sociologinio tyrimo objektas.....	46
5. Sociologinio tyrimo rezultatai	47
6. Rezultatų aptarimas	58
Išvados	59
Literatūros sąrašas	60
Summary.....	64
Priedai	

1. Įvadas

Sparčiai vystantis biotechnologijai, mokslininkai fermentų pagalba sukarpo DNR grandinę ir perkelia genus iš vieno organizmo į kitą. Taip sukuriamos naujos transgeninės augalų ir gyvūnų rūšys, kurios visame pasaulyje vadinamos genetiškai modifikuotais organizmais (GMO). Tokiu būdu genų inžinerija (GI) tariamai siekia pagerinti įvairias augalų rūšis savybėmis, kurios nebūdingos natūraliems augalams. Genetiškai modifikuoti (GM) gali būti tiek mikroorganizmai, tiek augalai, tiek gyvūnai.

Taip bioįvairovėje atsiranda augalai atsparūs atitinkamoms temperatūroms, bakterijoms, virusams, grybeliniams susirgimams. Maisto pramonei pateikiamų GM augalų maistinė vertė yra koreguojama, bei pagerinama jų prekinė išvaizda. Kartais į augalą įvedami genai, kurie tarpusavyje visiškai nedera ar net netinkami maistui. Tuomet gali pradėti gamintis medžiagos – ksenobiotikai, kurių žmogus iki šiol nevartojo ir prie kurių organizmas nėra prisitaikęs. Todėl galimos neigiamos organizmo reakcijos – sunkūs apsinuodijimai, alergijos. (Paulauskas, 2004). Be to daugelis naujų produktų į rinką išleidžiami neatlikus nuoseklių ir ilgalaikių tyrimų, todėl sunku nuspėti jų poveikį organizmui ateityje.

Biotechnologija industrinėse šalyse yra labiausiai remiama mokslo šaka, nešanti milijoninį pelną. Kelios gigantiškos biznio kompanijos visiškai reguliuoja GM sėklų auginimą, bei pardavimą. Šios monopolininkės neturėdamos konkurencijos gali labai pakenkti tradicine žemdirbyste besiverčiantiems ūkininkams, nes GM produktai yra daug pigesni už ekologinius. Genetiškai modifikuotų organizmų įsiveržimas į neturtingas šalis gali sužlugdyti jų ekonomiką. (Carpenter, 2002)

Kiekvienais metais GM augalų auginami plotai yra plečiami. Tokie laukai kelia rimtą grėsmę natūraliai aplinkai. Šiuo metu populiariausios yra herbicidams bei vabzdžiams atsparios kultūros. Kadangi, laukiniai augalai ariamuose laukuose ypač reikalingi kaip gyvenamoji terpė vabzdžiams bei paukščiams, tai prie išnykimo ribos gali atsidurti ne tik piktžolės bet ir kai kurios vabzdžių, bei paukščių rūšys. O laukai vabzdžiams atsparių kultūrų labai kenkia ir naudingiems – boružėms, drugiams, bitėms ir kt. vabzdžiams. Taip pat labai nerimaujama ir dėl genetiškai modifikuotų augalų kryžminimosi su natūraliomis piktžolėmis. Tuomet būtų sukurta „superpiktžolė“, kurios nebeveiktų jokie chemikalai.

Gamtoje nuolatos vyksta įvairūs procesai, kuriems žmogus yra bejėgis pasipriešinti, kaip pavyzdžiui negalima bitėms nubrėžti ribas, kur skraidyti, o kur ne. Tuomet tenka susitaikyti su tuo, jog genetiškai modifikuotos kultūros gali labai paveikti natūralių kultūrų vystymąsi ir sandarą.

Tačiau be visų pavojų ir neigiamų pusių genų inžinerija turi ir privalumų. Šiuo metu laboratorijose gaminami itin sudėtingi hormonai, bei vaistai. GMO pagalba jau įmanoma pramoniniu būdu sintetinti insuliną – vaistą reikalingą diabetikų gydymui. Pradėjus auginti GM herbicidams ir insekticidams atsparius pasėlius buvo pradėtos naudoti mažesnio žemės įdirbimo reikalaujančios sistemos arba sistemos, kuomet žemė visiškai neįdirbama. Tai lemia mažesnes kuro sąnaudas bei mažesnę CO₂ kiekio išskirimą į aplinką. Auginant GM augalus yra naudojama mažiau pesticidų, todėl dirvos nėra taip alinamos. Nustatyta, kad sukūrus klimato svyravimams atsparias veisles pavyzdžiui medžius galinčius augti žemdirbystei nepalankiose sąlygose, būtų galima apsodinti dykumas.

Europos Bendrijoje įvairiais teisiniais aktais yra reguliuojama veikla, susijusi ne tik su genetiškai modifikuotais organizmais, bet ir su produktais, turinčiais savyje šių organizmų savybių, t.y. pagamintų iš jų ir turinčių transgeninių nukleorūgščių ir baltymų, o taip pat jų išleidimas į aplinką.

Šiuo metu dar ne visiškai žinoma su genetiškai modifikuotų organizmų naudojimu susijusios rizikos tiksli prigimtis ir mastai, ir todėl riziką reikia vertinti kiekvienu atskiru atveju. Be to, norint įvertinti riziką žmogaus sveikatai ir aplinkai, būtina nustatyti rizikos vertinimo reikalavimus.

Esu dėkinga šio darbo vadovui doc. dr. P. Mierauskui už idėjas, pamokas ir konsultacijas.

2. Literatūros apžvalga

2.1. Genetiškai modifikuotų augalų išvedimas genų inžinerijoje

Visi gyvieji organizmai pradant nuo smulkiųjų organizmų - bakterijų, grybų, dumblių ir kai kurių bestuburių, gali būti vienaląsčiai, o sudėtingi, tokie kaip augalai, gyvūnai bei žmogus – daugybės ląstelių dariniai. (GMO gamtoje ir mūsų gyvenime, 2001)

Ląstelėje esančiame branduolyje yra sutelkta informacija apie organizmą genų pavidalu. Genas – tai deoksiribonukleino rūgštis (DNR), tiksliau tai tam tikra DNR grandinės dalis. Iš spirale susukto DNR siūlo ir baltymų yra sudaryta chromosoma – struktūrinis genetinės medžiagos vienetas. Genuose yra užkoduota informacija apie įvairias organizmo savybes ir funkcijas, pavyzdžiui, apie plaukų ir akių rainelės spalvą, kūno sudėjimą bei paveldimas ligas. Genuose esanti informacija apsprendžia kiekvieno ląstelės baltymo gamybą. Baltymai atlieka daug svarbių funkcijų ląstelėje – dalyvauja cheminėse reakcijose, tarnauja kaip statybinė medžiaga, apsaugo nuo infekcijų. Ląstelėje gali būti iki keleto tūkstančių skirtingų baltymų. Organizmo savybes tiesiogiai įtakoja ne pats genas, o pagal jame esančią informaciją sintetinami baltymai. Baltymo sintezė yra sudėtingas procesas. Jame dalyvauja RNR (ribonukleino rūgštis), kaip ir DNR, sudaryta iš keturių skirtingų nukleotidų. Iš viso yra trys pagrindiniai RNR tipai, kurių kiekvienas atlieka specifinį vaidmenį baltymo sintezės metu. Perkeltas genas ir toliau veikia taip, tarsi jis būtų toje ląstelėje, iš kurios yra paimtas. Todėl augalai, mikroorganizmai ar gyvūnai įgyja naujų savybių, kurios jiems iki tol nebuvo būdingos. Pavyzdžiui, įterpus į augalų chromosomas atitinkamą bakterijos geną, augalai tampa atsparūs kenkėjams. (GMO gamtoje ir mūsų gyvenime, 2001).

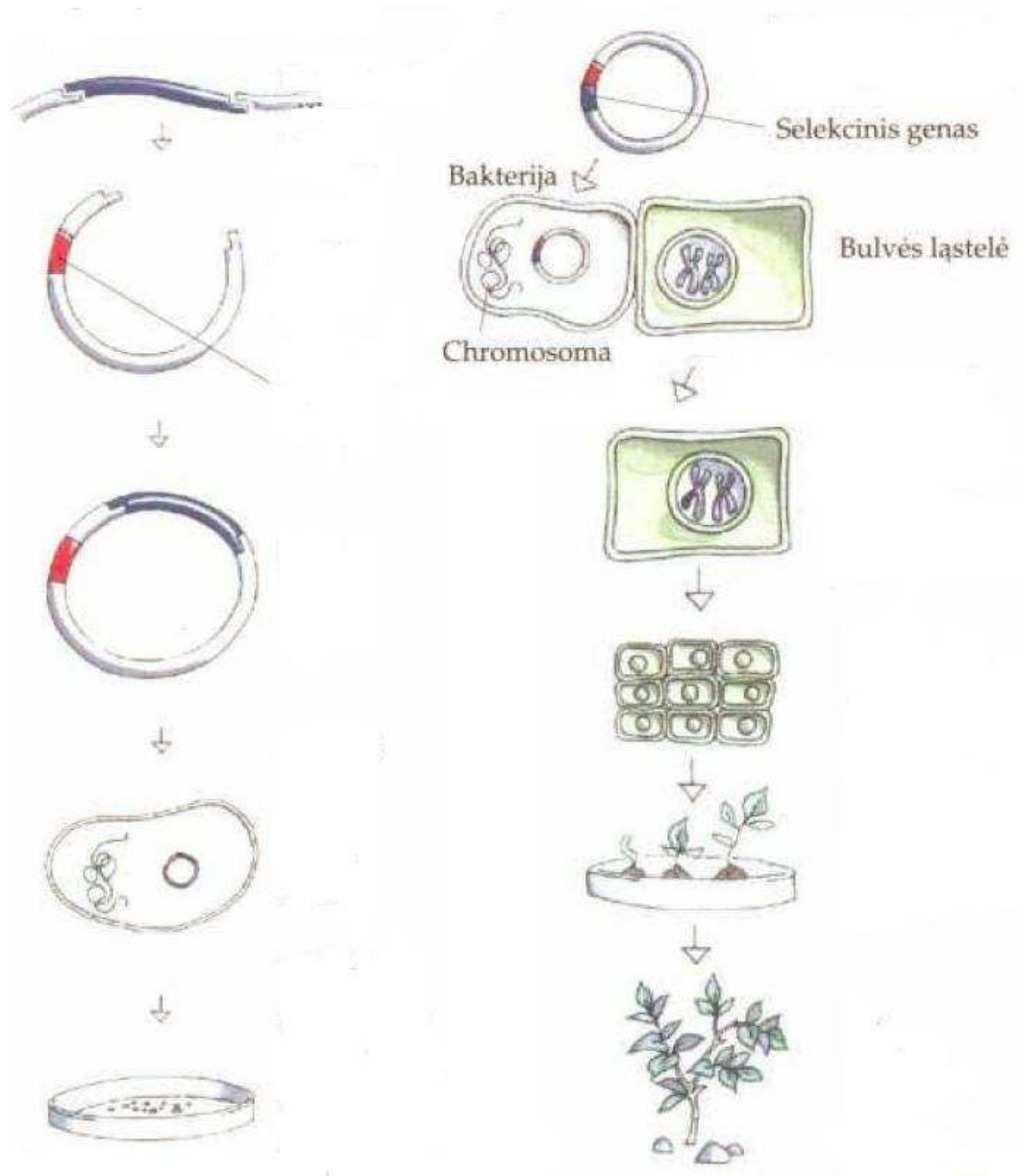
Šį sudėtingą genų perkėlimo procesą atlikti galima tik pasitelkus į pagalbą genų inžineriją.

Genų inžinerija (GI) – tai dirbtinis genų, lemiančių paveldimumą, pertvarkymo procesas. Taip sukuriama transgeniniai organizmai su svetimais genais. Dažniausiai jie yra vadinami genetiškai modifikuotais organizmais (GMO).

Genetiškai modifikuotas organizmas (GMO) – organizmas, išskyrus žmogų, kuriame genetinė medžiaga pakeista tokiu būdu, kuris paprastai nepasitaiko poruojantis ir (arba) natūralios rekombinacijos būdu. (VŽ, 2001)

Tradiciniai selekcijos metodai leidžia išlaikyti natūralų genotipą: skirtingos to paties geno variacijos keičiamos tarp giminingų augalų. Tuo tarpu genų inžinerija leidžia peržengti rūšies ribas ir perkelti į negiminingus ir evoliuciškai nutolusius organizmus. Į genetiškai modifikuotus augalus gali būti įsodinami tiek virusų ir bakterijų, tiek gyvūnų, tiek augalų genai (1 pav.).

Perkeltas genas ir toliau veikia taip, tarsi jis būtų toje ląstelėje, iš kurios yra paimtas. Todėl augalai, mikroorganizmai ar gyvūnai įgyja naujų savybių, kurios jiems iki tol buvo nebūdingos. Pavyzdžiui, įterpus į augalų chromosomas atitinkamą bakterijos geną, augalai tampa atsparūs kenkėjams. Į pirmus GM augalus, norint padidinti jų atsparumą herbicidams pvz. Roundup arba Basta, buvo įterptas tik vienas genas. Dabar pasaulyje šie modifikuoti augalai yra auginami plačiausiai. (GMO gamtoje ir mūsų gyvenime, 2001)



1 pav. Genų inžinerijos genų perkėlimo metodai

Šiandiena įsodinti į organizmą keletą genų yra nesudėtinga. Vadinamieji „Aukšiniai ryžiai“, kurių grūduose gaminasi vitaminas A, turi tris įterptus genus. Įterpus į augalo DNR

grandinę šimtus svetimų genų, galima sukurti universalią veislę, kuri būtų atspari šalčiui ir sausrui. Tačiau tokios „idealios“ veislės mokslininkams išvesti dar nepavyko.

Suprantama tokios manipuliacijos genais gali sukelti genų mutacijas, t.y. tokius pakitimus DNR nukleotidų sekoje, kurie gali sąlygoti pokyčius baltymo sudėtyje ir funkcijose. Dėl jų gali pakisti ląstelės metabolizmas bei sutrikti viso organizmo veikla. (GMO gamtoje ir mūsų gyvenime, 2001)

Tenka susidurti su įvairiomis kliūtėmis, nes sudėtinga numatyti, kurioje DNR grandinės vietoje įsiterps svetimas genas, kaip jis sąveikaus su esamais genais. Dar nėra žinoma, kaip ši modifikacija atsiliepia genų pleotropijai (reiškiny, kai vienas genas lemia ne vieną, o daugiau požymių).

2.2. Genetiškai modifikuotų augalų kūrimo metodų apžvalga

Genetiškai modifikuoti augalai kuriami siekiant sukurti naujas veisles, t.y. pagerinti augalų technologines ir maistines savybes, o taip pat augalai, įvairių medžiagų, baltymų, riebalų, vitaminų ir kt. producentai. Nauji genai į augalų ląsteles gali būti įvedami naudojant mechanines priemones arba natūralius vektorius, sukurtus agrobakterijų *Ti* plazmidės pagrindu. XX a. gale genų inžinerijos metodais sukurta tūkstančiai naujų augalų veislių. Tai augalai atsparūs herbicidams, vabzdžiams, šalnomis ir kt. (Sasnauskas, 2004).

Genų technologijoje plačiai naudojamos bakterijų plazmidės – mažosios žiedinės DNR molekulės, kurios gali replikuotis ir jas lengva perkelti iš vienos bakterijos į kitą. Norint įterpti geną į plazmidę, reikia dviejų fermentų: restriktazės, kuri perkerpa plazmidės DNR, ir lipazės, įterpiančios svetimą DNR į atsivėrusį tarpą. Reikia įterpti naują DNR į augalų ląstelę taip, kad naujas genas prisitaikytų (sintetintų baltymus) ir nepažeistų normalaus ląstelės funkcionavimo. (GMO gamtoje ir mūsų gyvenime, 2001)

Taikant „elektroporezės“ metodą naudojama elektros srovė tam, kad būtų laikinai pakeista ląstelės membrana. Ji pakeičiama tiek, kad būtų įmanomas DNR perėjimas į citoplazmą. DNR tampa ląstelės genetinio kodo dalimi. Fermentų sintetinimas reikalauja atidžiai kontroliuojamų sąlygų tam, kad būtų užtikrintas ląstelės laidumas DNR perėjimo metu. Elektroporezė buvo panaudota perkelti genus į ryžius, kviečius, kukurūzus. (Paulauskas, 2004).

Šis technologinis metodas turi ir trūkumų: reikia naudoti protoplastą, prarandama daug ląstelių tolimesniuose žingsniuose. Kai kurios augalų rūšys gerai nepriima protoplasto informacijos ir vėliau neatsigauna dėl pirminio žemo gyvybingumo. (Paulauskas, 2004).

Taikant „mikroinjekcijos“ metodą DNR yra fiziškai perkeliama tiesiai į norimos ląstelės citoplazmą ar branduolį. Naudojamas specialus mikromanipuliatorius ir plono stiklo mikropipetė, mikroskopas. Šis procesas reikalauja didelio kruopštumo, įgūdžių ir daug darbo. DNR turi būti įvesta atskirai į kiekvieną ląstelę. Siekiant palengvinti procedūrą naudojami protoplastai. (Paulauskas, 2004).

Kadangi iš protoplasto galima išauginti visą augalą, svetimą geną reikia įterpti į gyvą protoplastą. Svetimas genas, izoliuotas iš bet kokio tipo organizmo, įvedamas į audinių kultūros terpę. Kad plazminėje membranoje atsirastu porų, pro kurias galėtų prasiskverbti DNR, panaudojami aukštos įtampos srovės impulsai. Tačiau, naudojant šį metodą, ne visada pasiekiami norimo rezultato – išauginti iš protoplastų javų tokiu būdu nepavyko, o iš kukurūzų ir kviečių išaugo sterilūs be grūdų augalai. (Paulauskas, 2004).

Todėl norint įvesti svetimus genus į augalus nepašalinant sienelės naudojama: „nuogos“ DNR įvedimas – dalelių patrankos ir bakterijos *Agrobacterium tumefaciens* vektorius.

Panaudojant bakterijas *Agrobacterium tumefaciens*, DNR yra įterpiama į augalo plazmidę, kuri normaliai užkrečia augalines ląsteles. Plazmidė panaudojama kuriant rekombinuotąją DNR, kurioje būna dvejetainiai genai – pačios plazmidės ir perkelti pageidaujami svetimi genai bei genai žymenys, reikalingi atskirti transgenines ląsteles nuo ne transgeninių ląstelių. Kai bakterijomis užkrečiamos augalų ląstelės, į jas patenka ir plazmidės su nauja DNR. (Paulauskas, 2004).

Nustatyta, kad horizontalių genų pernešimas tarp GM pasėlių ir mikroorganizmų gali vykti tik laisvos DNR transformacijos metodu. (Van den Eede G ir kt., 2004)

Dauguma atliktų tyrimų didžiausią dėmesį skyrė genų pernešimui nuo GM augalų ant dirvos ir su augalais susijusiais mikroorganizmais. Keleto šių tyrimų rezultatai parodė, jog GM pasėlių transgenai pernešami tuomet, jei jie turi pakankamai panašumų su atitinkamais recipiento genais. (Dröge M ir kt., 1998) Taip yra todėl, jog homologinė rekombinacija yra labiausiai paplitęs pernešimo mechanizmas (Tepfer ir kt., 2003). Vis tik neseniai pastebėta, jog esant dirbtiniam apšvietimui, kuris gali recipiento ląstelėms sukelti elektroporaciją, DNR galima pernešti ant atskirų dirvos mikrobų (Ceremonie ir kt., 2004).

Kiti DNR transformacijai svarbūs veiksniai yra mikroorganizmo recipiento natūralus ar dirbtinis sugebėjimas perimti DNR (pvz.: natūralų sugebėjimą turi *Campylobacter* rūšis). Kai kurios mikroorganizmų rūšys, tokios kaip *Salmonella typhimurium*, turi neatitinkamas sutvarkančias sistemas, kurios sudaro barjerą norint rekombinuoti netgi labai panašias sekas (Edwards ir kt., 2002).

Lorenz M.G ir kt. 1994 m. Nustatė, kad kai kurios bakterijos turi natūralius/cheminius sugebėjimus, kurie priklausomai nuo kai kurių aplinkos veiksnių. (Lorenz ir kt., 1994)

Be to, transgenai augaluose gali sietis su optimalaus aktyvumo promotoriais augalų ląstelėse. Žinoma, jog eukariotų ir prokariotų sekos, skatinančios veiklą, skiriasi. Nepaisant to, Jacob ir kiti (Jacob ir kt., 2002) pastebėjo, kad eukariotų promotoriai (pvz.: iš žiedinio kopūsto mozaikos virusas, bulvės ir tabako) 5 eubakterijų rūšyse sukėlė genų-reporterių išraišką. Lewin ir kiti pastebėjo, kad atsitiktinės sekos iš mielių gali atskleisti promotorių aktyvumą bakterijose. (Lewin ir kt., 2004)

Mokslininkas Jonas D. A. apskaičiavo potencialų transgeninės DNR, randamos maiste, suvartojimo kiekį per dieną. Iš kukurūzų, sojos ir bulvių šis skaičius siekė apytiksliai 0.38 μg per dieną (jeigu tik genetiškai modifikuoti javai būtų vartojami). Tai sudaro apie 0.00006 % visos DNR gaunamos per dieną, t.y. 0,6 g. Vis tik tai yra pesimistiškas scenarijus, kadangi DNR yra linkusi pakisti maisto matricose arba maisto gamyboje (Jonas ir kt., 2001).

Atliktais Netherwood ir kt. tyrimais yra nustatyta, kad DNR gali išlikti iki pat virškinamojo trakto ir būna suvartota žarnyno bakterijų. Pavyzdžiui, *cp4 epsps* transgenai, išsilaikė plonosiose žarnose. Tai parodė savanorių, vartojusių GM sojų produktus tyrimas. (Netherwood ir kiti, 2004) Tačiau pirmenybę reikėtų atiduoti gaubtinės žarnos gerųjų bakterijų transformacijai. Taip yra todėl, kad gaubtinėje žarnoje yra daugiausia bakterijų visame virškinamajame trakte. DNR kiekis, patenkantis į gaubtinę žarną, yra tik dalelė to, kas buvo suvartota. Dėl to DNR čia suardoma lėčiau. Pavyzdžiui, *ex vivo* ir *in vivo* žiurkių modeliai, vaizduojantys žmogaus žarnyne esančias sąlygas, parodė, jog DNR greitai suyra aukštesnėje virškinamojo trakto dalyje, bet daug lėčiau – apatinėje dalyje. (Wilcks ir kt., 2004)

Šalia DNR vientisumo nereikėtų pamiršti ir jos kintamumo, t.y. galimybės, jog DNR transformuos bakterijas į maistą ar žarnyną. Tirdami maistą Bauer ir kt. Įrodė, kad visuose 12 ištirtų produktų, vyko *Escherichia coli* transformacija. (Bauer ir kt., 1999)

Kharazmi ir kiti pastebėjo *nptII* kanamicinui atsparaus geno perkėlimą nuo transgeninių bulvių ant *Bacillus subtilis* su netobulu *nptII*. Tai buvo atlikta homologinės rekombinacijos metodu *in vitro* sąlygomis. Stebėto pernešimo dažnio pagrindu buvo apskaičiuota tikimybė pernešti sveiką *nptII* geną nuo suvartotų GM bulvių ant mikrobo. (Kharazmi ir kt. 2003).

Kadangi homologinė rekombinacija yra labiausiai tikėtinas genų pernešimo mechanizmas, šie skaičiavimai gali būti laikomi pesimistiškiausiu scenarijumi kitų galimų horizontalaus genų pernešimo metodų atžvilgiu.

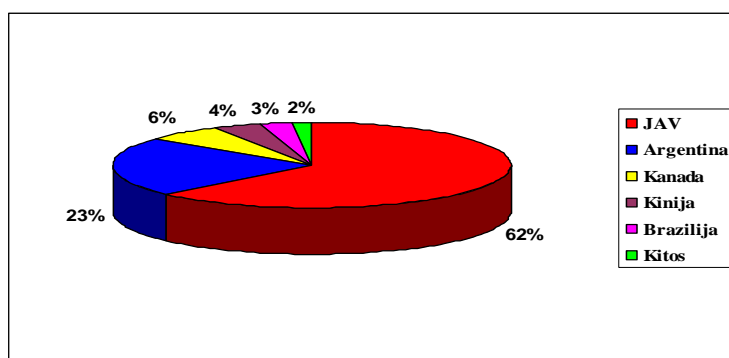
2.3. Transgeninių pasėlių plitimo pasaulyje apžvalga

Nors pirmieji komerciniai GM pasėliai užauginti 1994 metais (pomidorai), tačiau 1996 metai laikomi metais, kuomet GM pasėliai pradėti auginti plačiu mastu (1,66 milijono hektarų).

Nuo tada GM pasėlių auginimas augo labai staigiai ir 2005 - 2006 metais tokie pasėliai užėmė 87,2 milijonus hektarų plota. (Carpenter J, 1999)

Bendras procentinis transgeninių pasėlių plotų augimas 1999 metais buvo: JAV – 28,7 mil.ha. (72 %), Argentina – 6,7 mil.ha (17 %), Kanada – 4,0 mil.ha (10 %), Kinija, Australija, P. Amerika – 0,4 mil.ha (1 %). (GM Food and Organisms, 2003)

Bendras procentinis transgeninių pasėlių ploto augimas 2001 metais buvo: JAV – 33 mln.ha., Argentina – 11,8 mln.ha., Kanada – 3,21 mln.ha, Kinija – 2,17 mln.ha., Brazilija – 1,31 mln.ha., kitos – 0,8 mln.ha. (2 pav.)



2 pav. Pagrindinių GM augalų kultūrų procentinis paplitimas pasaulyje 2001 m. pagal valstybes

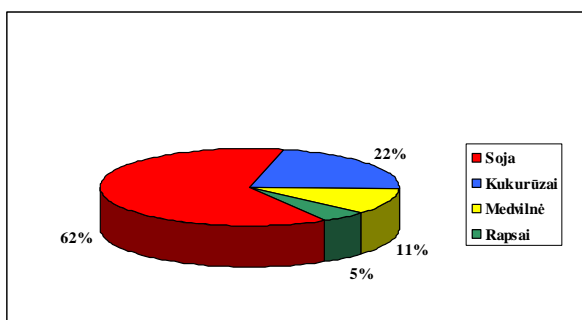
Bendras genetiškai modifikuotų augalų ploto procentinis augimas pagal kultūras 2001 metais: sojos - 9,6 %, kukurūzų - 26 %, rapsų - 11,1 %, kitos apie 0,1 %. Bendras transgeninių augalų ploto procentinis augimas 2001 metais pagal savybes: atsparumas herbicidams - 8,8 %, atsparumas vabzdžiams – 43 %, atsparumas Bt herbicidams - 140,4 %, kitos apie 1 %. (GMO Compass, 2003).

Pasauliniai GMO pasėlių plotai nuo 1996-ųjų iki 2002-ųjų išaugo trisdešimt kartų ir siekė 58,7 mln.ha. Dažniausiai auginamų GM augalų plotai, jų pasiskirstymas tarp įvairių šalių bei pagrindinės genetinės modifikacijos įvairiose šalyse buvo labai skirtingos. Daugiausiai genetiškai modifikuotų augalų tais metais augino JAV, Argentina, Kanada ir Kinija. Populiariausios auginamos kultūros buvo: soja, kukurūzai, medvilnė ir rapsai. Iš viso 36 % pasaulyje auginamos sojos, 16 % medvilnės, 11 % rapsų ir 7 % kukurūzų buvo genetiškai modifikuoti. Daugumai šių augalų padarytos genetinės modifikacijos sąlygojo atsparumą herbicidams (75 %), insekticidams – (8 %) ir tik mažiau negu 1 % sudarė kitos modifikacijos. Maisto specialistų teigimu, net iki 80 % gaminamų produktų sudėtyje galėjo būti naudojami modifikuoti kukurūzai ir soja. (GMO Compass, 2003).

2004 m. pasaulyje didžiausią plotą užima genetiškai modifikuotos sojos – 48,4 mln.ha, genetiškai modifikuoti kukurūzai – 19,3 mln. ha, genetiškai modifikuota medvilnė – 9 mln. ha, o

genetiškai modifikuoti aliejiniai rapsai – 4,3 mln. ha. Pagal Tarptautinės Taikomųjų Agrobiotechnologijų Įsigijimo Tarnybos (ISAAA) paskutinius duomenis, 2004 m. GM augalai jau užima 81 mln. ha ir per metus jų plotai išaugo 20 %. Intensyviausiai didėja genetiškai modifikuotos sojos pasėlių plotai 2004 m. jie sudarė jau 56 % bendro GM augalų ploto, o genetiškai modifikuotų kukurūzų plotai 2004 m. Padidėjo 25 %. (GMO Compass, 2006).

Kaip ir anksčiau, taip ir dabar didžiausią genetiškai modifikuotų pasėlių plotą užima sojų pupelės, kukurūzai, medvilnė ir rapsai. 2005 metais GM sojų pupelės užėmė 62 % (54,4 mln.ha) ploto, kukurūzai – 22 % (21,2 mln.ha), medvilnė – 11 % (9,8 mln.ha) ir rapsai – 5 % (4,6 mln.ha). (3 pav.).



3 pav. Pagrindinių GM augalų kultūrų procentinis paplitimas pasaulyje pagal rūšis 2005 metais.

Lentelėje galima pamatyti, kad bendrą pasėlių plotą pasauliniu mastu 2005 m. sudarė: GM sojų pupelių plotas užėmė 59 % (54,4 mln.ha) , GM kukurūzai užėmė 13 % (21,2 mln.ha), GM medvilnė – 27 % (9,8 mln.ha), o GM rapsai – 18 % (4,6 mln.ha) ir tai sudaro 90 mln.ha. (1 lentelė) (George Morris Centre, 2004).

1 lentelė. GM augalų kultūrų paplitimas pasauliniu mastu 1996 – 2005 metais. (mln.ha.)

Pavad./metai	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Sojos	0,5	5,1	14,5	21,6	25,8	33,3	36,5	41,4	48,4	54,4
Kukurūzai	0,3	3,2	8,3	11,1	10,3	9,8	12,4	15,5	19,3	21,2
Medvilnė	0,8	1,4	2,5	3,7	5,3	6,8	6,8	7,2	9	9,8
Rapsai	0,1	1,2	2,4	3,4	2,8	2,7	3,0	3,6	4,3	4,6
Bendras:	1,7	11	27,8	39,9	44,2	52,6	58,7	67,7	81,1	90

Iš 1 lentelės duomenų matyti, kad sojos auginami plotai kiekvienais metais padidėja vidutiniškai apie 5,98 mln.ha., kukurūzų padidėja apie 2,61 mln. ha., medvilnės apie 1 mln. ha., o rapsų padidėja apie 0,74 mln.ha. Visas tas kitimas yra pavaizduotas 4 paveikslėlyje.

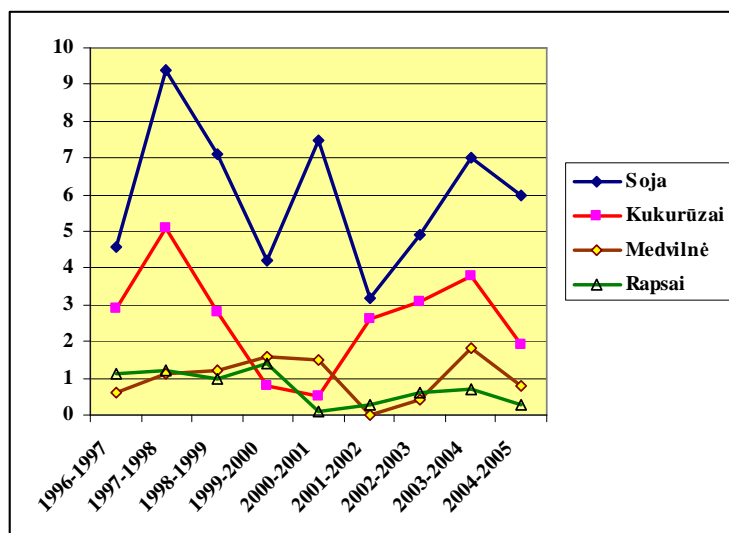
Sojos pasėlių plotai pasaulyje vidutiniškai nuo 1996 – 1997 m. išplito 4,6 mln.ha.; nuo 1997 -1998 m. išplito 9,4 mln.ha.; nuo 1998 – 1999 m. išplito 7,1 mln.ha.; nuo 1999 – 2000 m.

padidėjo 4,2 mln.ha.; nuo 2000 -2001 m. pakito 7,5 mln.ha.; nuo 2001 - 2002 m. išplito 3,2 mln.ha.; nuo 2002 - 2003 m. padidėjo 4,9 mln.ha.; nuo 2003 – 2004 m. išplito 7 mln.ha., o nuo 2004 – 2005 m. padidėjo 6 mln.ha.

Kukurūzų auginimo plotai pasaulyje nuo 1996 – 1997 m. išplito 2,9 mln.ha.; nuo 1997 - 1998 m. pakito 5,1 mln.ha.; nuo 1998 – 1999 m. išplito 2,8 mln.ha.; nuo 1999 – 2000 m. padidėjo 0,8 mln.ha.; nuo 2000 -2001 m. pakito 0,5 mln.ha.; nuo 2001 - 2002 m. išplito 2,6 mln.ha.; nuo 2002 - 2003 m. padidėjo 3,1 mln.ha.; nuo 2003 – 2004 m. išplito 3,8 mln.ha.; o nuo 2004 – 2005 m. padidėjo 1,9 mln.ha.

Medvilnės auginimo plotai pasaulyje išplito vidutiniškai nuo 1996 – 1997 m. 0,69 mln.ha.; nuo 1997 -1998 m. pakito 1,1 mln.ha.; nuo 1998 – 1999 m. išplito 1,2 mln.ha.; nuo 1999 – 2000 m. padidėjo 1,6 mln.ha.; nuo 2000 -2001 m. pakito 1,5 mln.ha.; nuo 2001 - 2002 m. auginimo plotai visai nepakito.; nuo 2002 - 2003 m. padidėjo 0,4 mln.ha.; nuo 2003 – 2004 m. išplito 1,8 mln.ha.; o nuo 2004 – 2005 m. padidėjo 0,8 mln.ha.

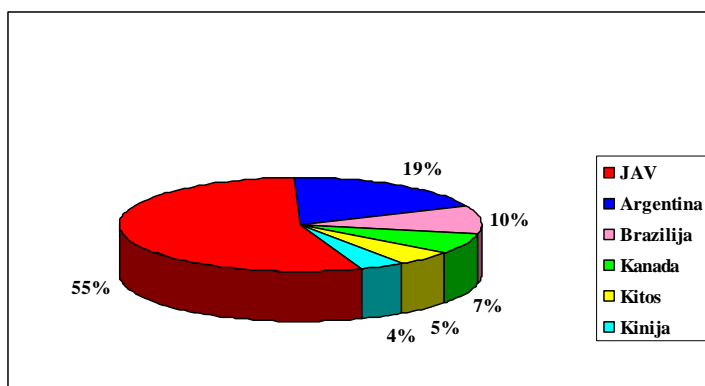
Rapsų auginimo plotai pasaulyje nuo 1996 – 1997 m. išplito 1,1 mln.ha.; nuo 1997 -1998 m. pakito 1,2 mln.ha.; nuo 1998 – 1999 m. išplito 1 mln.ha.; nuo 1999 – 2000 m. padidėjo 1,4 mln.ha.; nuo 2000 -2001 m. pakito 0,1 mln.ha.; nuo 2001 - 2002 m. išplito 0,3 mln.ha.; nuo 2002 - 2003 m. padidėjo 0,6 mln.ha.; nuo 2003 – 2004 m. išplito 0,7 mln.ha.; o nuo 2004 – 2005 m. padidėjo 0,3 mln.ha. Kaip matyti sparčiausiai plečiami sojų pasėlių plotai.



4 pav. GM augalų ploto kitimo vidurkis kiekvienais metais pasaulyje 1996 – 2005 m. (mln.ha.)

Pasauliniu mastu dominavo GM herbicidams atsparios sojų pupelės (58 %). Toliau sekė vabzdžiams atsparūs kukurūzai ir medvilnė (atitinkamai 16 % ir 8 %). Iš viso, herbicidams atsparūs pasėliai užima 76 %, o vabzdžiams atsparūs pasėliai – 24 %. (Brookes, 2006)

Didžiausią dalį GM pasėlių 2005 metais pasaulyje turėjo JAV - 55 % ir tai sudaro 47,4 mln.ha; po jos sekė Argentina - 16,93 mln.ha ir tai sudaro 19 % bendro ploto. Taip pat didelius GM plotus 2005 metais turėjo Kanada, Brazilija ir Kinija. (Sujatha Sankula, 2005) (4 pav.).



4 pav. Bendras GM augalų procentinis paplitimas pagal šalis 2005 metais.

2 lentelėje pateikiami kiekvienos valstybės duomenys nuo 1996 iki 2005 metų. Galime dar kartą pastebėti, jog svarbiausios valstybės, taikančios GM technologijas, yra JAV, Kanada, Brazilija, Kinija ir Argentina. Be to, reikia pasakyti, kad atsiranda ir naujų valstybių, auginančių GM pasėlius. Tarp jų reikėtų paminėti Paragvajų, Pietų Afriką, Indiją, taip pat ir Ispaniją, Rumuniją, Filipinus, Meksiką bei Urugvajų. (Brookes, 2006) (2 lentelė).

2 lentelė. GM augalų paplitimas pagal šalis 1996 – 2005 metais (mln.ha.)

Valstybės	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
JAV	1,449	7,46	19,26	26,25	28,245	33	37,53	40,723	44,79	47,4
Kanada	0,139	0,648	2,161	3,529	3,331	3,21	3,254	4,427	5,074	5,858
Argentina	0,037	1,756	4,818	6,844	9,605	11,8	13,59	14,895	15,88	16,93
Brazilija	0	0,1	0,5	1,18	1,3	1,31	1,742	3,0	5,0	9,0
Kinija	0	0,034	0,261	0,654	1,216	2,17	2,1	2,8	3,7	3,3
Paragvajus	0	0	0	0,058	0,094	0,34	0,477	0,737	1,2	1,8
Australija	0,04	0,058	0,1	0,133	0,185	0,2	0,162	0,165	0,248	0,275
Pietų Afrika	0	0	0,008	0,008	0,093	0,15	0,214	0,301	0,528	0,595
Indija	0	0	0	0	0	0	0,044	0,1	0,5	1,3
Kitos	0,009	0,015	0,062	0,071	0,094	0,11	0,136	0,209	0,527	0,71
Bendras	1,665	10,07	27,16	38,73	44,163	52,3	59,25	67,357	77,45	87,16

Tarp pirmaujančių valstybių GM pasėlių pasiskirstymas 2005 metais buvo: Amerika (JAV) čia didžiausią dalį iš visų GM pasėlių sudarė soja (57 %) ir kukurūzai (33%). Medvilnė užėmė 8 %, ir, galiausiai, rapsai sudarė 1 % visų GM pasėlių JAV. Kanadoje dominavo rapsai (74%). Kukurūzų ir sojų pupelių skaičius buvo panašus (atitinkamai 14% ir 12 %). Argentinoje didžiausią GM pasėlių dalį užėmė rapsai (net 89 %), kukurūzai - 10 % , o 1% – medvilnė.

Brazilijoje ir Paragvajuje auginamos tik GM sojų pupelės, o Kinijoje ir Australijoje auginama tik GM medvilnė. (Brookes, 2006)

2.4. Genetiškai modifikuotų augalų privalumų apžvalga

Poveikio aplinkai sumažinimas taikant herbicidams ir insekticidams atsparias GM kultūras

Žemės ūkio produkcijos gamybos sistemos (kaip ūkininkai naudoja skirtingas, naujas technologijas ir pan.) yra dinamiškos ir keičiasi bėgant laikui. Buvo atliktas tyrimas siekiant palyginti GM produkcijos sistemas su įprastesne alternatyva, naudojama nesant GM technologijai. Tai ypač svarbu tiriant GM herbicidams atsparias sojų pupeles, kur prieš įdiegiant GM herbicidams atsparią technologiją, jau buvo po truputį pereinama nuo įprasto žemės dirbimo prie modernesnės gamybos (kuomet daugiau naudojamos herbicidais paremtos piktžolių kontrolės sistemos). (Kleiter ir kt., 2004)

Herbicidams atsparūs pasėliai pagal Kleiter (Kleiter ir kt., 2004)

- Padidėjęs kontrolės lankstumas, atsirandantis dėl naudojimo laisvumo, susijusio su platesnio spektro herbicidais (tokiais kaip glifosatas) ir didesniu laiko tarpu tarp atskirų purškimų;
- Palyginus su įprastais pasėliais, kuomet tokių herbicidų kaip glifosatas naudojimas gali sukelti daug žalos pasėliams, šios problemos bus galima išvengti auginant GM herbicidams atsparius pasėlius;
- Lengviau pradėti taikyti mažesnę žemės dirbimo metodą arba metodą, kuomet žemė visiškai neįdirbama. Dėl šios priežasties sutaupoma laiko ir įrangos;
- Patobulinta piktžolių kontrolė sumažino derliaus nuėmimo išlaidas – mažiau laiko prireikia nuimti „švarų“ derlių. Be to, patobulėjo ir derliaus kokybė.
- Galima išvengti žalos, kurią sukelia iš ankstesnio derliaus dirvoje išlikę herbicidai.

Vabzdžiams atsparūs pasėliai pagal Kleiter (Kleiter ir kt., 2004)

- Rizikos kontrolės/draudimo tikslai – sustabdyti potencialią kenkėjų daromą žalą;
- Patogu (mažiau laiko prireikia apžiūrėti pasėliams ir/ar naudoti insekticidams);

- Sutaupoma energijos;
- Sutaupoma technikos (pvz.: naudojamos purškimui);
- Pagerinta kokybė (pvz.: mažesnis mikotoksinų kiekis GM vabzdžiams atspariuose kukurūzuose);
- Pagerinama ūkininkų ir ūkio darbuotojų sauga bei sveikata (mažiau darbo su pesticidais);
- Trumpesnis auginimo laikas (pvz.: medvilnės auginimas Indijoje). Tai leidžia ūkininkams pasėti ir sulaukti antro derliaus tais pačiais metais. Be to, kai kurie medvilnės augintojai Indijoje pranešė apie naudą bičių augintojams, nes mažiau bičių prarandama purškiant insekticidus.

Taikant šią technologiją ūkio dydis nebuvo lemiamas veiksnys. Tiek didelių, tiek mažų ūkių savininkai taikė GM technologijas. 2005 metais 8,5 milijono ūkininkų pasaulyje naudojo GM augalus. Daugiau nei 90 % šių ūkininkų buvo pakankamai mažai lėšų turintys ūkininkai besivystančiose šalyse. (Kleiter ir kt., 2004)

Ženklius aukščiau išvardinti produktyvumo ir ūkio pajamų laimėjimai kai kuriose valstybėse (ypač Argentinoje) taip pat prisidėjo prie pajamų ir užimtumo augimo platesniame kontekste. Pavyzdžiui Argentinoje nuo 1995 metų ekonominė sojų pupelių auginimo nauda, išaugusi net 140 %, pasireiškia ir 200000 naujų darbo vietų žemės ūkio sektoriuje sukūrimu bei ekonominiu eksporto augimu. (Brookes, 2006)

Atsparumas herbicidams ir dirvosauginis žemės dirbimas

Pradėjus auginti GM herbicidams atsparius pasėlius, pasikeitė naudojamos herbicidų rūšys, jų naudojimo būdai (ant lapų, į dirvą ir kt.) bei naudojimo dažnumas. Pavyzdžiui, Šiaurės Amerikoje pradėjus auginti GM herbicidams atsparius rapsus, dirvoje aktyvių herbicidų naudojimą pakeitė plataus spektro herbicidų naudojimas ant lapų, pasėliams sudygus (Brimmer ir kt., 2004). Panašiai, ir auginant GM herbicidams atsparią medvilnę, dirvoje išliekančius herbicidus, naudojamus prieš ir po sudygimo, pakeitė glifosatas, naudojamas naikinti žolėms ir plačialapėms piktžolėms, pasėliams sudygus (McClelland ir kt., 2000). Taigi, matome, jog herbicidų naudojimo metodai ir jų kiekis pasikeitė – dažniausiai, herbicidų naudojimas suretėjo.

Be to, pokyčiai pastebimi ir žemės įdirbimo sistemoje. Nuo įprasto žemės įdirbimo pereita prie tik dalinio įdirbimo ar visiško žemės neįdirbimo. Tai paveikė ir traktorių kuro rinką – daug kuro reikalaujančius įdirbimo metodus pakeitė dalinio įdirbimo ar visiško neįdirbimo metodas ir piktžolių kontrolės herbicidų pagalba sistemos. GM herbicidams atsparūs pasėliai, kuriuose šis aspektas geriausiai atsispindi, yra GM herbicidams atsparios sojų pupelės. Čia šios

technologijos taikymas daug prisidėjo siekiant palengvinti mažesnio žemės įdirbimo ar visiško jos neįdirbimo ūkininkavimo diegimą. (Fernandez-Cornejo J 2000). Prieš pradėdant naudoti GM herbicidams atsparias sojų pupelių veisles, kai kurie ūkininkai jau naudojo žemės neįdirbimo sistemas – naudojama įvairūs herbicidai, tačiau rezultatai buvo įvairūs. Ūkininkams suteikta galimybė kontroliuoti piktžolių kiekį naudojant likučių nepaliekantį lapinį herbicidą. Dėl šios priežasties žemės neįdirbimo sistema tapo daug patikimesnė, techniškai įgyvendinama ir komerciškai patrauklia. Šie techniniai privalumai kartu su kainų privalumais prisidėjo prie greitesnio GM herbicidams atsparių veislių taikymo ir beveik padvigubėjusio neįdirbamo sojų pupelių ploto Jungtinėse Valstijose. Šis skaičius taip pat labai išaugo ir Argentinoje. Abiejose šalyse GM herbicidams atsparios pupelės sudaro apie 95 % neįdirbamo sojų pupelių pasėlių ploto. (Brimmer ir kiti, 2004).

Ženklos neįdirbamos sistemos naudojimo augimas pastebimas ir Kanadoje, kur neįdirbamas rapsų plotas išaugo nuo 0,8 iki 2,6 mln.ha. (tai atitinka beveik pusę bendro rapsų ploto) nuo 1996 iki 2005 metų (95 % neįdirbamo rapsų ploto apsėta GM herbicidams atspariomis veislėmis). (Canola Concil of Canada, 2001) Panašiai ir neįdirbamas medvilnės pasėlių plotas Jungtinėse Valstijose plotas išaugo nuo 0,2 iki 1 mln.ha. per tą patį laiko tarpą (iš kurių 86 % – GM herbicidams atsparios veislės). Neįdirbamas medvilnės plotas ženkliai išaugo nuo 200 000 ha. iki daugiau nei 1 mln.ha tarp 1996 ir 2005 metų. (Martinez-Carillo ir kt., 2005)

Aplinkos poveikio rodiklis (EIQ)

Norint ištyrinėti platesnį poveikį aplinkai ir gyvūnų bei žmonių sveikatai, būtina išnagrinėti veikliųjų medžiagų naudojimo ir rodiklio, žinomo kaip poveikio aplinkai koeficientas (angl. EIQ), duomenis. EIQ rodiklis parodo poveikį aplinkai ir sveikatai naudojant įvairius pesticidus GM ir įprastose produkcijos sistemose. Šis pesticidų poveikis skaičiuojamas vienam hektarui. Taip pat pateikiami ir pagrindiniai toksiškumo bei aplinkos keliamos rizikos duomenys, susiję su individualiais produktais. Siekiant įvertinti ir palyginti įvairių pesticidų poveikį aplinkai ir žmonių sveikatai, pateikiami nuoseklūs ir suprantami matai. Kadangi EIQ yra tik vienas rodiklis, todėl negali apimti visų su aplinka susijusių aspektų ir poveikių. (Kovach ir kt., 1996)

Aplinkos poveikio rodiklis EIQ (pesticidams) įvertinamas kategorijomis: I – mažiausias toksiškumas ar mažiausiai kenksmingas, 5 – didžiausias toksiškumas ar labai kenksmingas.

- Veikimo būdas: ne veiklus – 1, visi herbicidai vienodo aktyvumo, veiklus – 3.
- Ūminis odos dirginimo biotestas LD₅₀ su triušiais ir žiurkėmis (jaunikliais): >200 – 1, 200 – 2000 – 3, 0 – 200 – 5.

- Ilgalaikiai sveikatos efektų stebėjimai: mažas ar jokio - 1, galimas – 3, nustatytas – 5.
- Veikliųjų medžiagų dirvoje pusėjimo periodas: $TI/2 < 30$ dienų – 1, $TI/2 = 30 - 100$ dienų – 3, $TI/2 > 100$ dienų – 5.
- Toksiškumas augalams (stebint morfologinius pakitimus) su jaunais augaliukais I – 2 savaites - 1, 2 – 4 savaites – 3, > 4 savaites – 5. Prieš naudojant herbicidus - I , po herbicidų panaudojimo – 3.
- Toksiškumas žuvims 96 val. stebint LC_{50} : > 10 ppm – 1, 1 – 10 ppm – 3, < 1 ppm – 5.
- Toksiškumas paukščiams 8 dienas stebint LC_{50} : > 1000 ppm – 1, 100 – 1000 ppm – 3, 1 – 100 ppm -5.
- Toksiškumas bitėms: silpnai toksinis – 1, toksinis – 3, labai toksinis – 5.
- Gyvybingumo toksiškumas: silpnas poveikis– 1, vidutinis poveikis–3, sunkus poveikis–5.
- Gruntinio vandens potencialas: mažas– 1, vidutinis – 3, aukštas – 5.

EIQ formulė:

$$EIQ = \{C[(DT*5) + (DT*P)] + [(C((S+P)/2)*SY) + (L)] + [(F*R) + (D*((S+P)/2)*3) + (Z*P*3) + (B*P*5)]\}/3$$

DT – toksiškumas odai;

C – chroniško toksiškumo testas su žinduoliais (reprodukcijos efektai, teratogeniniai – apsigimimo efektai, mutageniniai efektai ir onkologiniai efektai);

SY - veiklumo tyrimai;

F – toksiškumas žuvims;

L – gruntinio vandens efektai;

R – vandens ir dirvos paviršiaus netekimo potencialas;

D – toksiškumas paukščiams;

S – veikliųjų medžiagų išlikimo dirvoje pusėjimo periodas;

Z – toksiškumas bitėms;

B – gyvybingumo testas su pirmuonimis;

P – toksiškumas augalams (ankstyvoje augimo stadijoje).

Formulėje koeficientai turintys didelį poveikį dauginami iš 5, turintys vidutinį poveikį dauginami iš 3, o mažiausią poveikį turintys dauginami iš 1.

Norint pateikti prasmingą poveikį aplinkai atskleidžiantį matą, EIQ vertė padauginama iš pesticidų veikliosios medžiagos kiekio, suvartojamo hektarui. Tokiu būdu apskaičiuojama viso

lauko EIQ vertė. Pavyzdžiui, EIQ vertė glifosatui siekia 15,3. Šį skaičių padauginę iš glifosato kiekio hektarui (pvz.: 1,1kg hektarui), gausime, jog viso lauko EIQ vertė glifosatui sieks apytikriai 16.83/h. Taigi, EIQ rodiklis parodo viso lauko EIQ/h lyginant įprastas ir GM pasėlių sistemas su bendru kiekvienos sistemos poveikiu aplinkai. (Brookes ir kt., 2006)

Įvertinant lauko EIQ = EIQ vertė * veikioji medžiaga (kg/ha)

3 lentelėje pateikta pastarųjų 10 metų duomenis. Taigi, matome, jog pritaikius GM technologiją nuo 1996 metų toks poveikis pasėlių plotuose, skirtuose GM pasėliams, sumažėjo 15,3 %. Bendrus veikliųjų medžiagų, naudojamų pasėliams, kiekis sumažėjo 7 %. (Brookes ir kt., 2006)

3 lentelė. Veikliųjų medžiagų naudojimo apimties ir aplinkos poveikio pokyčiai

Savybė	Veikliųjų medžiagų naudojimo apimties sumažėjimas (mnl.kg)	EIQ poveikis	Veikliųjų medžiagų naudojimo apimties sumažėjimas (%)	Aplinkos poveikio sumažėjimas (%)
GM HT soja	-51,4	-4,865	-4,1	-20
GM HT kukurūzai	-36,5	-845	-3,4	-4
GM HT medvilnė	-28,6	-1,166	-15,1	-22,7
GMHT rapsas	-6,3	-310	-11,1	-22,6
GM IR kukurūzai	-7	-403	-4,1	-4,6
GM IR medvilnė	-94,5	-4,67	-19,4	-24,3
Bendras	-224,3	-12,259	-6,9	-15,3

*EIQ - poveikio aplinkai koeficientas.

* HT – herbicidams atsparus;

* IR – insekticidams atsparus.

- Nuo 1996 metų daugiausia aplinkos naudos sulaukta pradėjus auginti GM herbicidams atsparias sojų pupeles. Dėl šios priežasties nereikia stebėtis, jog daugiausia GM augalų plantacijų užėmė GM herbicidams atsparios sojų pupelės. Naudojamas herbicidų kiekis yra 4,1 %. mažesnis, o aplinkos poveikis – 20 % mažesnis, negu būtų buvę GM pasėlių vietoje auginant įprastas kultūras. Kai kuriose šalyse (ypač Pietų Amerikoje) GM herbicidams atsparių technologijų taikymas auginant sojų pupeles sutapo su naudojamu padidėjusiu herbicidų kiekiu ir aplinkos poveikiu istoriniu lygmeniu. Tai parodo GM herbicidams atsparių technologijų vaidmenį, spartinant ir lengvinant perėjimą nuo tradiciškai dirbamos prie mažiau ar netgi visai nedirbamos žemės modelio bei jų teikiamą naudą aplinkai. Todėl šis bendras aplinkos poveikio augimas turėtų būti įtraukiamas į sumažėjusios šiltnamio dujų emisijos kontekstą. Šiltnamio dujų emisija sumažėja dėl

produkcijos sistemos pokyčių ir žemės ūkio produkcijos sistemos pokyčių bendros dinamikos;

- Naudos aplinkai sulaukta ir pradėjus auginti GM vabzdžiams atsparią medvilnę (laimėjimai skaičiuojami hektarui). Nuo 1996 metų aplinkos poveikis sumažėjo 24 %, o insekticidų naudojimas - 19 %.
- Svarių aplinkos pasiekimų yra ir kukurūzų bei rapsų sektoriuose. Kalbant apie kukurūzus, reikia pasakyti, jog 4,6 % aplinkos poveikio sumažėjimas atsirado dėl sumažėjusio insekticidų naudojimo; perėjus prie mažiau aplinkai kenksmingų herbicidų naudojimo – poveikis sumažėjo dar 4 %. Pradėjus naudoti švelnesnius herbicidus auginant rapsus, aplinkos poveikis sumažėjo 23 %.

Pagal 4 lentelės duomenis matyti, jog 2005 metais daugiausia naudos naudojant mažiau insekticidų ir herbicidų sulaukė besivystančių šalių ūkininkai. Daugiausia naudos gauta auginant GM vabzdžiams atsparią medvilnę ir GM herbicidams atsparias sojų pupeles.

4 lentelė. Išsivysčiusių ir besivystančių šalių procentinis ūkių naudojančių herbicidams ir insekticidams atsparias GM augalų kultūras, palyginimas 2005 m.

Kultūros	Išsivysčiusios šalys (%)	Besivystančios šalys (%)
GM HT soja	53	47
GM IR kukurūzai	92	8
GM HT kukurūzai	99	1
GM IR medvilnė	15	85
GM HT medvilnė	99	1
GM HT rapsai	100	0
Bendras	46	54

* HT – herbicidams atsparus;

* IR – insekticidams atsparus.

1996-2005 metais tokie ūkininkai dėl mažesnio insekticidų ir herbicidų naudojimo sulaukė 54 % bendrų iš aplinkos gautų pajamų.

Šiltnamio dujų emisijos pokyčiai naudojant transgeninius augalus

GM pasėliai prisideda prie mažesnio šiltnamio dujų emisijos lygio dvejopai:

- Vis rečiau naudojant herbicidus ir insekticidus bei sumažėjus energijos naudojimui įdirbti žemę, mažiau sunaudojama ir kuro. Dėl mažesnių kuro sąnaudų, susijusių su retesniais

purškimais (kurių reikia įprastiems pasėliams) ir didesnio dėmesio apsaugai bei perėjimo prie retesnio ar visiškai atsisakius žemės įdirbimo sistemų, naudos sulaukta ir iš anglies dioksido emisijos. 2005 metais tai siekė 962 milijonus kilogramų (dėl 356 milijonais litrų sumažėjusių kuro sąnaudų). 1996-2005 metais sumažėjusios kuro sąnaudos skaičiuojamos 4613 milijonais kilogramų anglies dioksido (dėl 1679 milijonais litrų sumažėjusių kuro sąnaudų); (Leibig ir kt., 2005).

- Pradėtos naudoti mažesnio žemės įdirbimo sistemos arba sistemos, kuomet žemė visiškai neįdirbama. Tokie metodai vis plačiau pradėti naudoti pradėjus auginti GM herbicidams atsparius pasėlius. Taip yra, nes GM herbicidams atsparios technologijos leido reguliuoti piktžolių srautą sumažinant dirvos įdirbimą ir daigyno paruošimą. Piktžolių naikinimas užimdavo daug mažiau laiko. Tokiu būdu prireikia mažiau traktorių darbo – vadinasi, sunaudojama ir mažiau kuro, pagerėja dirvos kokybė ir sumažėja erozija. Tai reiškia, jog daugiau anglies išlieka dirvoje, ir dėl šios priežasties sumažėja šiltnamio dujų emisija. Pradėjus taikyti mažesnio žemės įdirbimo metodus ir metodus, kuomet žemė visiškai neįdirbama, Šiaurės ir Pietų Amerikoje 2005 metais buvo sukaupta papildomai dar 2929 milijonai kilogramų anglies dirvožemyje (tai atitiktų 8053 mln./t CO₂, kuris nepateko į atmosferą). Dirvožemyje sukauptos anglies kiekis gali didėti ir dėl metai iš metų gerėjančios dirvos kokybės. Tačiau turint tik 15-25 % pasėlių ploto, kuomet žemė visiškai neįdirbama, beveik neįmanoma apskaičiuoti didėjančios naudos iš anglies kaupimo dirvožemyje. (Leibig ir kt., 2005).

5 lentelė. Anglies kiekio išsaugojimas 1996 – 2005 m.

Šalis/Augalo kultūra	Kuro sutaupymo kiekis (mln./l)	CO ₂ emisijos sumažėjimas sumažinus kuro sąnaudas (mln./kg)	C dirvoje kaupimasis dėl į atmosferą nepatekusio CO ₂ kiekio (mln./kg)
JAV: GM HT soja	302	832	10,320
Argentina: GM HT soja	960	2,641	20,988
Kt. Šalys: GM HT soja	120	330	2,624
Kanada: GM HT rapsas	175	482	4461
Globaliai : GM IR medvilnė	122	328	0
Bendras	1,679	4,613	38,393

* HT – herbicidams atsparus;

* IR – insekticidams atsparus.

Anglies kaupimo poveikis pateikiamas 5 lentelėje. Pagrindiniai aspektai būtų šie:

- Nuo 1996 metų sutaupyta anglies dioksido emisija (atsiradusi dėl 1679 mln./l kuro sąnaudų sumažėjimo) buvo apie 4613 kg; (Brookes, 2006)
- Papildomas kiekis dirvoje sukauptos anglies nuo 1996 m. siekė 38393 milijonų tonų anglies dioksido, kuris nepateko į atmosferą. Skaitytojai turėtų žinoti, jog dirvoje sukaupto anglies kiekio didėjimas remiasi ir pakankamai greitai visiškai neįdirbamos ar tik dalinai įdirbamos žemės sistemų įdiegimu Šiaurės ir Pietų Amerikoje. Daugelis ūkininkų GM herbicidams atsparią technologiją įvardijo kaip didelį pagalbininką. Taigi, GM herbicidams atspari technologija turbūt daug prisidėjo prie anglies kaupimo dirvoje; tačiau tai nėra vienintelis veiksnys. Prie anglies kaupimo taip pat daug prisidėjo ir pakankamai pigus nepatentuotas glifosatas (tikroji glifosato kaina nukrito tris kartus nuo 1995 iki 2000 metų, nes baigėsi produkto apsaugos patentas). Tai puikiai pastebima greit įdiegus dalinai įdirbamos ar visiškai neįdirbamos žemės sistemą Brazilijos sojų pupelių sektoriuje, didžia dalimi nesant GM herbicidams atsparios technologijos. Bendras sukauptas anglies kiekis gali būti didesnis nei čia pateikti skaičiavimai, nes kasmet gerėja dirvos kokybė. Tačiau esant tik 15-25 % pasėlių ploto nuolat neįdirbamose sistemose, tikėtina, kad bendras sukauptas kiekis yra mažesnis. Vis tik, nepaisant to, neįmanoma apskaičiuoti augančios dirvos kaupimo naudos, kuri būna vėl grįžus prie tradicinio žemės įdirbimo. Todėl reikėtų atsargiai žvelgti į šį anksčiau pateiktą 38393 mln./t CO₂, nepatekusio į atmosferą, kiekį. (Brookes, 2006)

Toliau tyrinėjant anglies kaupimo naudą, 6 lentelė apskaičiuoja anglies dioksido atitinkamus sutaupymus, susijusius su GM pasėlių auginimu 2005 metais, kalbant apie automobilių kiekį. Tai rodo, jog 2005 metais ilgalaikės anglies dioksido santaupos dėl sumažėjusių kuro sąnaudų atitiko kiekį, gaunamą metams pašalinus 0,43 mln. automobilių. Papildomos anglies kaupimo dirvoje santaupos atitiko skaičių, gaunamą pašalinus beveik 3,58 milijono automobilių. Bendrai suskaičiavus, anglies dioksido emisijos sutaupymas, susijęs su GM pasėliais 2005 metais prilygo skaičiui, gaunamam pašalinus beveik 4,01 mln. automobilių – apie 17 % visų Jungtinėje Karalystėje registruotų automobilių. (Johnson ir kt., 2005)

6 lentelė. Anglies kaupimo naudos palyginimas su CO₂ emisija iš automobilių 2005 m.

Šalis/Augalo kultūra	CO ₂ emisijos sumažėjimas dėl sumažėjusių kuro sąnaudų (mln./kg CO ₂)	Kuro sąnaudų sumažėjimas dėl sumažėjusių kelių automobilių sk.(mln./kg CO ₂ /m.)	Papildomas C kiekio dirvoje sutaupymas (mln.kg iš CO ₂)	Papildomas C kiekio dirvoje sutaupymas dėl sumažėjusių kelių automobilių sk. (mln./kg CO ₂ /m.)
JAV: GM HT soja	176	78,222	2,1195	975,556
Argentina: GM HT soja	546	242,667	4,340	1,928,889
Kt. Šalys: GM HT soja	55	24,444	435	193,333
Kanada: GM HT rapsas	117	52,000	1,083	481,520
Globaliai : GM IR medvilnė	68	30,222	0	0
Bendras	962	427,556	8,053	3,579,298

Vidutiniškai 1 automobilis išmeta 150 g CO₂/km. Jei automobilis vidutiniškai nuvažiuoja 15,000 km/m, tai į atmosferą išleidžiama 2,250 kg CO₂/m.

* HT – herbicidams atsparus;

* IR – insekticidams atsparus.

Šią anglies kaupimo naudą palyginus su anglies emisija iš automobilių, reikia pasakyti (6 lentelė.), jog:

- 2005 metais dėl sumažėjusių kuro sąnaudų anglies dioksido išmesta buvo ženkliai mažiau – šis kiekis atitiktų skaičių, kuomet keliais važinėtų 0,43 milijono automobilių mažiau;

Nuo 1996 metų, pradėjus auginti GM pasėlius, dėl sumažėjusių kuro sąnaudų, anglies dioksido išmetama mažiau tiek, lyg kasmet keliais važinėtų 2,05 milijono automobilių mažiau (t.y. 8,5 % Jungtinėje Karalystėje registruotų automobilių);

Papildoma tikėtina nauda iš anglies kaupimo dirvožemyje 2005 metais buvo lygi sumažėjusiam anglies dioksido kiekiui, kuomet keliais važinėtų 3,6 milijono mažiau automobilių;

- Neįmanoma apskaičiuoti tikėtinos anglies kaupimo dirvožemyje naudos nuo 1996 metų;
- Apskritai, nauda iš su GM pasėliais susijusios anglies dioksido emisijos dėl sumažėjusių kuro sąnaudų ir iš papildomo anglies kaupimo dirvožemyje 2005 metais prilygo skaičiams, jeigu keliuose automobilių kiekis sumažėtų beveik 4 milijonais (t.y. apie 17 % Jungtinėje Karalystėje registruotų automobilių);

GM technologijos daugeliui ūkininkų leido įveikti daugelį produkcijos sunkumų. Dėl šių priežasčių 2005 metais 8,5 milijono ūkininkų, kurie pritaikė šias technologijas daugiau nei 87 milijonų hektarų plote, našumas ir pelningumas ženkliai išaugo. (Brookes, 2006)

Per pastaruosius 10 metų GM technologijos daug prisidėjo prie socioekonominės situacijos gerinimo ir aplinkos saugojimo. Ši nauda pastebima netgi ir žinant, jog tik ribotos GM technologijų galimybės buvo paverstos pelno šaltiniu ir taikomos tik mažai grupei pasėlių. (Brookes, 2006)

GM technologijos atnešė daug naudos ekonomikai ir aplinkai, nes buvo sujungta technikos pažanga ir technologijos vaidmuo palengvinant ir taikant efektyvią ir aplinkai mažiau kenkiančią ūkininkavimo veiklą:

- Daug naudos sulaukta naudojant GM vabzdžiams atsparias technologijas (t.y. kokybiškesnis derlius, sumažėjusi gamybos rizika ir sumažėjęs naudojamų insekticidų kiekis). Taigi, ūkininkai (daugiausia besivystančiose šalyse) galėjo tuo pat metu ne tik pakelti savo darbo našumą ir sulaukti didesnio pelno, bet ir naudoti mažiau aplinkai kenkiančius ūkininkavimo metodus; (Johnson ir kt., 2003)
- GM augalams atsparių technologijų nauda pasireiškia ir pinigine forma (reikia mažiau ūkininko išlaidų) ir ūkininkavimo sistemos palengvėjimu. Taigi, GM augalams atsparios technologijos (ypač susijusios su sojų pupelėmis) buvo ypač svarbios ūkininkams norint susikrauti kapitalą, siekiant pradėti naudoti pigesnius, plataus spektro herbicidus (glifosatas). Tai, savo ruožtu, ir Šiaurės, ir Pietų Amerikoje palengvino perėjimą nuo įprasto žemės įdirbimo sistemų prie mažesnio žemės įdirbimo sistemų arba sistemų, kuomet žemė visiškai neįdirbama. Šis pokytis teigiamai paveikė ūkininkų ekonominę gerovę (ir platesnio masto ekonomiką) ir suteikė daug naudos aplinkai (ypač sumažinus šiltnamio dujų emisiją – dėl sumažėjusių kuro sąnaudų ir anglies kaupimo dirvožemyje). (Johnson ir kt., 2003)

GM augalai tampa vis pakantesni nuolatos naudojamiems herbicidams. Dėl to reikėtų susimąstyti, jog ateityje ir piktžolės gali tapti atsparios specifiniams herbicidams. Taigi, piktžolės pamažu gali tapti atsparios glifosatui ir gliufosinatui. Tokiu atveju, siekiant išnaikinti piktžoles, mažomis dozėmis reikės pradėti naudoti kitos rūšies herbicidus, dėl kurių nežymiai sumažės bendra aplinkos ir ekonominė nauda, gaunama iš dabartinės GM technologijos. (Brookes, 2006)

2.5. Genetiškai modifikuotų augalų neigiamų savybių apžvalga

2.5.1. GMO keliamas pavojus žmogaus sveikatai

Didžiuliu greičiu besivystanti biotechnologija, genetiškai modifikuotų organizmų naudojimas ir ypač JAV, kelia didelį nerimą vartotojams. Nerimaujama dėl skubotumo, nepakankamų tyrimų ir informacijos slėpimo. Nepaisant milžiniškų investicijų, naujausių

technologijų taikymo genetiškai modifikuoto maisto saugumo klausimas nėra išspręstas. Biotechnologijos kompanijos, tiekiančios į rinką GM maistą, griežtai laikosi savo politikos, išvelgdamos tik teigiamas puses:

- GMO yra kokybiškesnis, reikalaujantis mažiau darbo bei laiko sąnaudų, lėšų.
- Genetiškai modifikuoti augalai yra atsparesni ligoms bei kenkėjams, todėl juos auginant sunaudojama mažiau pesticidų.
- GM kultūros geriau pakelia ekstremalias sąlygas (sausrą, šaltį, druskingą dirvožemį ir panašiai), todėl gali būti auginamos nederlingame dirvožemyje.
- GM maisto produktai pasižymi didesne maistine verte.

Biotechnologijos kompanijose dirba aukštos kvalifikacijos specialistai. Tačiau jų atliekami moksliniai tyrinėjimai daugiau nukreipti į gamintojų poreikius. Genetiškai modifikuoto maisto saugumo klausimas lieka antrame plane. Šiuo metu nėra galimybės numatyti, kokios bus GMO vartojimo pasekmės ateityje. Suprantama, kad ilgalaikio genetiškai modifikuoto maisto vartojimo pasekmių nepavyks įvertinti per trumpą laikotarpį. (Zopelytė, 2004)

Biotechnologijos kompanijos siekia oficialaus patvirtinimo, kad GM maistas yra tiek pat saugus, kiek ir natūralus. Teigiama, kad vienodos substancijos genetiškai modifikuotas produktas yra tokios pat cheminės sudėties (išskyrus naujai įterptus genus ir jų koduojamus baltymus), kaip ir atitinkamas natūralus augalas. Bet tai visai neįmanoma, nes juk pavyzdžiui, GM sojos, atsparios herbicidams, chemine sudėtimi skiriasi nuo įprastos sojos. Juk kitaip ji nebūtų atspari herbicido poveikiui. Tačiau genetiškai modifikuota soja yra laikoma vienodos substancijos įprastai sojai, nes manoma, kad esami genetiniai ir biocheminiai skirtumai yra toksikologiškai nereikšmingi. Jau yra žinoma, kad naudojant herbicidą glifosatą, stipriai pakinta sojos pupelių cheminė sudėtis (padidėja fenolio junginių kiekis). Todėl yra svarbu atlikti papildomus tyrimus toksinėms medžiagoms GM maiste nustatyti. (GMO gamtoje ir mūsų gyvenime, 2001)

Alergijos

Į genetiškai modifikuotą augalą yra įkeliami genai suteikiantis augalui atsparumą herbicidams, atsparumą susrai, dideliame sūringumui. Augalai taip pat modifikuojami suteikiant jiems didesnę vitaminų, baltymų ar net geležies kiekį. Perkėlus vieną ar daugiau naujų genų, genetiškai modifikuoto maisto produktuose gali atsirasti naujų, iki tol nebūdingų baltymų. Todėl genetiškai modifikuoto maisto produktų vartojimas gali sukelti alergijas. Todėl genetiškai modifikuotas maistas ir maisto priedai turi būti atitinkamai žymimi, kad galima būtų lengviau nustatyti alergijas sukeliančias medžiagas. Nustatyta, kad iš 100000 žmonių kiekvienais metais

5 % vaikų ir 6 – 7 % suaugusių žmonių yra alergiški maisto produktams. (The Royal Society, 2002)

Pirmieji rimti pavojaus sveikatai signalai pasireiškė Didžiojoje Britanijoje, kai 1999 m. atlikus tyrimus Jordo mitybos laboratorijoje paaiškėjo, kad 1998 metais net 50 % padaugėjo žmonių, alergiškų sojai. Paprastai soja būdavo priskiriama prie nealergiškų produktų, todėl šios žinios buvo labai netikėtos. Manoma, kad alergiją sukėlė būtent GM sojos naudojimas maisto produktuose. Nustatyti tikrą šių alergijų priežastį yra sudėtinga, nes genetiškai modifikuotas maistas yra nežymimas. (GMO gamtoje ir mūsų gyvenime, 2001)

2.5.2. GM augalų plitimo natūralioje gamtoje keliai ir keliami grėsmė bioįvairovei

Genetiškai modifikuoti organizmai pradėti auginti komerciniam naudojimui, nesiimant papildomų apsaugos priemonių, gali pradėti plisti ir į kitas teritorijas užteršdami natūralią aplinką. Tai gali vykti keliais būdais:

- Genetiškai modifikuoti augalai gali kryžmintis su vietinėmis laukinėmis rūšimis. Taip GM augalų plitimui pasitarnauja bitės, pernešdamos transgeninių augalų žiedadulkes ant įprastų augalų. Genetinis užterštumas vis didėja, nes apsauginės GM augalų zonos kai kuriose šalyse siekia kelis šimtus metrų, o bitės gali įveikti net ir penkių kilometrų atstumą.
- Genetiškai modifikuoti augalai, giminingi vietinėms rūšims, gali būti daug atsparesni nepalankioms aplinkos sąlygoms. Atsitiktinei GM augalo sėkla išdygus palaukėje, augalas gali ir toliau plisti, jei jis bus atsparus, pavyzdžiui, šalčiui.
- Dar vienas galimas GMO plitimo būdas – horizontalusis genų pernešimas. Jis vyksta per virusus ir transpozonus, kurie naudojami genų inžinerijoje. Patys būdami nepavojingi, jie gali kryžmintis su natūraliai gamtoje egzistuojančiais virusais ir jiems perduoti turimą genetinę informaciją. Tokiu būdu gali susidaryti genų kombinacijos ir atsirasti nauji ypač pavojingi virusai. (GMO gamtoje ir mūsų gyvenime, 2001)

GMO keliami grėsmė bioįvairovei

Galima išskirti kelias galimo GMO poveikio aplinkai sritis. Genetiškai modifikuotų organizmų invazyvumo problema susijusi su galimu GMO pranašumu prieš natūraliai egzistuojančias gamtines rūšis, kurios gali pasireikšti gamtinių rūšių išstūmimu iš jų užimamų teritorijų, sukeliant nepageidaujamą poveikį bioįvairovei. Natūraliomis sąlygomis atlikti eksperimentai neparodė bent kiek didesnio GMO invazyvumo. Genetiškai modifikuotų

organizmų toksiškumas laukinei gamtai dažniausiai susijęs su transgenais, produkuojančiais vienokius ar kitokius toksinus. Dažniausiai tokie toksinai būna daugiau ar mažiau specifiški vienai ar kelioms kenkėjų rūšims ir didesnio pavojaus aplinkai nesukelia. Tačiau platus spektro toksinų produkavimas gali pakeisti ekosistemų dinamiką, pašalindami GMO iš mitybinės grandinės. (Lazutka, 2004)

GM augalų, atsparių pesticidams, sukūrimas leidžia naudoti skirtingus kovos su kenkėjais režimus ir būdus, lyginant su įprastiniais augalais. GM augalų, atsparių herbicidams, lauko tyrimai parodė (J.R. Lazutka, 2004), kad bioįvairovė sumažėjo GM rapsų bei runkelių laukuose (nors kai kurių organizmų grupių rūšių skaičius padidėjo) ir padidėjo GM kukrūzų laukuose. Žemės ūkio praktikos pasikeitimų dėl GMO panaudojimo įtaką aplinkai kol kas sunku prognozuoti. Galimi du būdai: bioįvairovės padidėjimas dėl mažesnio pesticidų naudojimo ir bioįvairovės sumažėjimas dėl suintensyvėjusių žemės ūkio technologijų. Abu šie procesai gali vykti ir lygiagrečiai. Dažniausias klausimas, susijęs su genetiškai modifikuotų organizmų įtaka aplinkai, yra galima transgenų pernaša į kitas organizmų rūšis, taip jiems suteikiant neprognozuotų arba net nepageidaujamų ypatybių pvz., atsparumą herbicidams geno patekimas į piktžolių genomą. Tačiau transgenų pernaša labiau tikėtina tarp tos pačios rūšies skirtingų linijų arba tarp giminingų rūšių. Mažiausiai tikėtina horizontali genų pernaša (tarp skirtingų rūšių). Visos šios paminėtos GMO poveikio aplinkai sritys nėra unikalios ir būdingos GMO: daugelis jų vienokiu ar kitokiu mastu taip pat pasireiškia ir tradiciniais selekcijos būdais sukurtiems organizmams. (Lazutka, 2004)

GM gyvūnai ir augalai gali „pabėgti“ į natūralią gamtą ir taip padaryti didelę žalą bioįvairovei. Galima išskirti ne vieną pavyzdį, kai introdukuotas augalas bei gyvūnas neplanuotai ėmė plisti gamtoje ir sukėlė daug problemų. Pavyzdžiui, į Australiją atvežtas kaktusas opuncija turėjo augti kaip gyvatvorė ir apsaugoti avių ganyklas nuo kengūrų, tačiau vietoj to, kaktusas pats pradėjo plisti ganyklose, kilo grėsmė, kad avys liks be pašaro ir žlugs Australijos avininkystė. (GMO gamtoje ir mūsų gyvenime, 2001)

Bt toksinų keliamo žala

2004 m. Bt augalai pasaulyje buvo auginami 22,4 mln.ha. ir tai pagrindė buvo Bt kukurūzai – 15 mln.ha. ir Bt medvilnė – 7,4 mln.ha. Tai augalai gaminantys Bt toksiną. Šis toksinas yra naudojamas kovai su žemės ūkio kenkėjais – vabzdžiais. Jis yra pagamintas iš *Bacillus thuringiensis* bakterijų. Toksinas patekęs į vabzdžio virškinamąjį traktą, slopina maisto pasisavinimą, stabdo augimą, lytinę brandą ir dauginimąsi. (Anthony, 2005)

Naudojant genų inžineriją, aktyvaus Bt toksino gamybą lemiantys genai buvo įsodinti ir į augalus. Tokiame GM augale, kiekviename jo audinyje, kiekvienoje jo ląstelėje yra gaminamas aktyvus Bt toksinas.

Atlikti tyrimai parodė, kad šis insekticidas dirvoje gali išlikti ilgą laiką, net iki 234 dienų. Todėl yra didelė galimybė paveikti dirvos mikroflorą. Tuomet sulėtės dirvoje visi natūralūs procesai, kaip organinės medžiagos irimo procesas ir mineralizacija, o tai sumažins dirvos derlingumą. (Tesoro, 2005)

1999 m. Kornelio universitete (JAV) atlikus eksperimentus, paaiškėjo, kad Bt kukurūzų žiedadulkės yra kenksmingos monarcho drugelių lervoms (*Danaus plexippus* L.). Dėl šitos priežasties kyla realus pavojus šių drugelių išnykimui. Taip pat tyrimai atskleidė, kad genetiškai modifikuoti augalai yra žalingi daugeliui „gerų“ vabzdžių, dirvožemio bakterijoms, bitėms ir net paukščiams. (GMO gamtoje ir mūsų gyvenime, 2001)

2.6. Atsparumą lemiantys genetiškai modifikuoti augalai

Atsparumas herbicidams

Herbicidai naudojami kontroliuoti piktžolės agrokultūrose. Vertingi augalai su piktžolėmis konkuruoja dėl erdvės, šviesos, vandens ir maisto. Augalų tolerancija herbicidams buvo pirmoji transgeninė savybė, kuri buvo komercializuota. Ši savybė labai plačiai naudojama agrokultūroje. Herbicidams atsparūs genai įkeliami į įvairiausių augalus. Pavyzdžiui, galima įkelti į soją, cukrinius runkelius, kurie puikiai auga nupurškus tuo pačiu herbicidu, o piktžolės sunaikinamos. Tai labai palengvina pasėlių priežiūrą. (Paulauskas, 2004)

Pasaulio sveikatos organizacija paskelbė, kad naudojant glifosatą prieš nuimant derlių, chemikalo lieka produktuose, taip pat ir gyvulių pašaruose aptinkami likučiai patenka į kiaušinius, mėsą ir pieną. Šiuo metu pasaulyje plačiausiai naudojamas herbicidas – Monsanto Roundup (cheminis terminas - glifosatas). Šis herbicidas yra universali priemonė kovoti su įvairiomis vienmetėmis ir daugiametėmis piktžolėmis. Nors firmos teigia, kad glifosatas visiškai nekenksmingas gyvūnams ir žmogui, tačiau tyrimai rodo, kad šis chemikalas sukėlė tirtų laboratorinių gyvūnų DNR pažeidimus, pakenkė reprodukciniams sistemoms, paskatino vėžinių ligų vystymąsi. Dėl padidėjusio chemikalų kiekio dirvoje žūsta mikroorganizmai, grybai, smulkūs gyvūnai, be kurių laukas tampa negyva „Sachara“, palaikoma dirbtinių trąšų bei pesticidų pagalba. (GMO gamtoje ir mūsų gyvenime, 2001)

Baiminamasi, kad laikui bėgant piktžolės neįgytu atsparumo herbicidams. Tada ūkininkai atsидurtų dar didesnėje bėdoje: pavyzdžiui, jei GM rapsas, atsparus herbicidams,

šalčiui, sausrai susikryžmintų su giminingomis piktžolėmis, tai šių „superpiktžolių“ naikinimui tektų pasitelkti kur kas įvairesnius chemikalus ir kitas priemones. (GMO gamtoje ir mūsų gyvenime, 2001)

Jau yra pastebėta, kad kai kurios piktžolės tapo neišnaikinamos naudojant net ir labai didelius ROUNDUP kiekius. Tai plačiausiai naudojamas herbicidas. Šio glifosfato veikimo mechanizmas su pagrindinio fermento inhibicija, kuris reikalingas pagaminti aromatinėms aminorūgštimis (tirozinui, fenilalaninui, triptofanui), kurios būtinos augalo augimui. Gyvūnai tas aminorūgštis pasisavina su maistu. Kad augalai galėtų augti naudojant glifosfatą, buvo įterpiami tolerancijos glifosfatui genai, dažniausiai į pomidorus, sojos pupeles, medvilnę ir aliejinį rapsą, taip kontroliuojant piktžolių lygį. (Paulauskas, 2004)

Augalų atsparumas vabzdžiams kenkėjams

Ankštinius augalus visame pasaulyje puola apie 500 rūšių vabzdžių kenkėjų. Tropikuose jie net gali sunaikinti visą derlių, o tinkama jų kontrolė gali padidinti derlių iki 5 kartų. Vabzdžiai labai kenkia visoms žemės ūkio kultūroms ir padaro daug materialinės žalos. (Paulauskas, 2004)

Pagal Paulauską A. baltasis dobilas *Trifolium repens* yra pats svarbiausias ganyklų augalas tiek subtropiniame Australijos, tiek visame šiaurės Europos regione. Baltasis dobilas duoda gerą derlių. Jis fiksuoja dujinį azotą, tuo padėdamas ir kartu augančioms kitoms žolinėms kultūroms. Be to, dobilai yra geros kokybės pašaras, nes juose mažiau skaidulų ir daugiau baltymų bei tirpių angliavandenių negu žolėje. (Paulauskas, 2004)

Paulausko A. teigimu baltieji dobilai pirmą kartą buvo transformuoti 1987 m., bet tuo metu transformacijos panaudojimo galimybės limitavo audinių kultūros regeneracijos sistemos trūkumai. Vėliau buvo išvystytas paprastas būdas greitai regeneruoti sveikus baltuosius dobilus tiesiai iš 3 dienų sėklinukų sėklaskiltės eksplantu. (Paulauskas, 2004)

Augalų atsparumas patogeniniams grybams

Yra daug pašarinių ankštinių kultūrų ligų, kurias sukelia grybiniai fitopatogenai. Ligos gali padaryti daug ekonominių nuostolių tiek ganyklose, kur auga žolių mišiniai, tiek ir monokultūrinėse pievose. Kol kas su jomis buvo kovojama kryžminimo ir selekcijos būdu atrenkant atsparesnius augalus, tačiau reikalinga vystyti ir genetinės inžinerijos mechanizmus, kuriais būtų galima suteikti augalams daugiau atsparumo prieš grybinius patogenus. (Paulauskas, 2004)

Augalams grybelinės ligos sukelia: antraknozė, lapų dėmės, vytulį, šaknų vainiko ir stiebų puvinius, rūdis ir netikrąją miltligę. Be to, ugalai gali sirgti keliomis ligomis iš karto ir būti pažeisti kitų patogenų ar kenkėjų.

Ligoms atsparių augalų selekcija ir kryžminimas kol kas yra efektyviausias kovos būdas. (Paulauskas, 2004)

Paulauską A. teigė, kad buvo atlikta daug bandymų, norint nustatyti augalų atsaką į grybinių patogenų infekciją arba į grybinių ląstelių komponentus. Dažniausiai tyrimams naudojami pašariniai ankštiniai augalai, ypač liucerna. Augalų atsako komponentai yra mažai specifiški, tačiau sudaro daugiakomponentinę apsaugos sistemą, kuri jei aktyvuojama tinkamu laiku ir tinkamoje vietoje pakankamu intensyvumu, gali apsaugoti nuo grybų patekimo. (Paulauskas, 2004)

Augalų atsparumas virusams

Virusai turi didelį neigiamą poveikį ankštinėms kultūroms. Virusinės augalų ligos sąlygoja derliaus sumažėjimą, menkesnį gajumą ir atsparumą šalčiams. Taip pat gali sąlygoti šaknų ir daigų nunykimą, fiksuojamojo azoto, tirpių baltymų ir skaidulų kiekio pakitimus. Keičiasi subrandinamų sėklų kiekis ir gemalų santykis juose. Virusinių ligų pažeistus augalus lengviau infekuoją kiti patogenai, o jie patys kaupia virusus ir yra užkrato šaltinis. (Paulauskas, 2004)

Virusai negali būti visiškai išnaikinami cheminiais pesticidais, nes reikėtų išnaikinti vabzdžius, grybus ir nematodus, kurie yra virusų vektoriai. Tradicinis kontrolės metodas yra atranka ir kryžminimas. Tolerancijos arba atsparumo faktoriai aptikti *Medicago sativa* ir įvairiose *Trifolium* rūšyse: *Trifolium repens*, *T. pratense*, *T. subterraneum*, *T. ambiguum*. (Paulauskas, 2004)

Genų inžinerija suteikia plačias galimybes kurti virusinėms ligoms atsparius augalus, apeinant tarprūšinius barjerus. Tapo įmanoma sukurti multigeninį atsparumą, kontroliuoti genų ekspresijos lygį ir vietą. Virusams atsparūs transgeniniai augalai buvo testuoti ir lauko sąlygomis. (Paulauskas, 2004)

- **Virusų paplitimas pašariniuose ankštiniuose augaluose**

Dauguma ankštinių augalų yra virusų šeimininkai. Pavyzdžiui, *Trifolium repens* yra daugiau nei 30, o *Medicago sativa* daugiau nei 20 virusų rūšių šeimininkai. Dauguma pateiktų virusų gali būti infekuotuose augaluose didelėmis koncentracijomis, tačiau skiriasi jų geografinis paplitimas. Pavyzdžiui, baltojo dobilo mozaikos poteksvirusas (WCIMV) paplitęs *T. repens* ir *T. pratense*

Naujojoje Zelandijoje, Australijoje ir kai kuriose Šiaurės Amerikos regionuose, tačiau mažiau paplitęs Europoje. (Paulauskas, 2004)

- **Virusų poveikis ankštiniam augalams**

Kartais sunku tiksliai nustatyti ar prognozuoti virusų žalą dėl diagnostinių sunkumų, kadangi augalus gali paveikti ir kiti patogenai bei aplinkos stresai, pavyzdžiui, nepakankamas drėkinimas ar žema temperatūra. Virusai gali įvairiu laipsniu įtakoti augalų produktyvumą. Pavyzdžiui, sausos medžiagos kiekis lyginant su sveikais augalais gali sumažėti: AIMV atveju – 24 – 59 % *T. repens* ir 24 – 67 % *M. sativa*. (Paulauskas, 2004)

Augalų atsparumas abiotiniam stresui

Augalų geram augimui turi būti suteiktos visos optimalios sąlygos, turi neveikti neigiami biotiniai bei abiotiniai veiksniai.

Abiotiniam stresui priklauso pagrindiniai veiksniai:

- Sausra;
- Šaltis;
- Didelės druskos koncentracijos;
- Mineraliniai toksinai.

Naudojant tradicinius hibridinimo metodus, siekiant išvengti abiotinių veiksnių įtakos, gauti rezultatai nepasiteisino. Tai leido padaryti tik įkėlus tam tikrus genus į augalus.

Tyrimai parodė, kad atsparumą šalčiui augalai įgauna, kai į juos įkeliamas COR genas, o atsparumą sausrai augalai įgaudavo įkėlus atsparumo sausrai geną. Reikalingos įprasto promotoriaus reguliatorinės sekos (CRT/DRE). Transkripcijos faktoriai įjungia reguliatorinės sekas bei geną kartu, kai augalas patenka į tam tikrą stresą. Transkripcijos faktoriai (CBF arba DREB) *Arabidopsis* suteikia atsparumą šalčiui. Jei nebūtų įkeliami genai, šalčio atveju būtų sužeidžiamos augalo ląstelės, jos dehidratuotųsi, susidarytu ledo kristalai. (Paulauskas, 2004)

Su abiotiniu stresu susiduria augalai, augantys tam tikrose žemyno pakrantėse. Čia dirvožemis yra perdėtai sūrus ir šarmingas. Kad augalas būtų tolerantiškas druskoms, reikalingas genas iš mangrovės (*Avicennia marina*), kuris buvo identifikuotas, klonuotas ir perkeltas į kitus augalus. Kai kurie modifikuoti augalai buvo tolerantiški aukštai druskos koncentracijai. Modifikuoti kukurūzai tapo tolerantiški druskų koncentracijoms įkėlus iš *Escherichia coli* gutD geną. (Paulauskas, 2004)

Dauguma miško medžių rūšių yra gerai prisitaikiusios prie kintančių aplinkos sąlygų, tai atskleidžia didelį jų biologinį sugebėjimą. Tačiau yra ir tokių egzotinių medžių rūšių, kurios yra jautrios ekologiniams neigiamiems faktoriams. Šaltis, sausra, druskingumas ir sunkiųjų metalų

toksiškumas yra pagrindiniai stresai, specifiskai veikiantys medžius, kurie susiduria su daugybe metinių pasikeitimų per visą savo gyvenimą. Pagal Paulauską A. genetinė inžinerija kai kuriuose transgeniniuose augaluose įvertino ekspresuojamą ledą, sudarantį geną iš bakterijos, antifrizo genus iš žievės ir perdirbtą lipidų kompoziciją jų ląstelių membranose. Šalčio tolerancija medžiuose leis auginti šalčiui jautrias rūšis šiaurėje, o taip pat esamus augalus geriau apsaugos nuo šalčio. Sausros tolerancija ypatingai svarbi miškuose, kurie yra sauringose ir pusiau sauringuose plotuose. Vandens ir sūrumo stresai nėra labai svarbūs. (Paulauskas, 2004)

Fitoremediacija – toksinių atliekų pašalinimas iš užterštos dirvos. Modifikuotų augalų panaudojimas valant užterštą aplinką yra perspektyvus dėl to, kad galima arba teršalus stabilizuoti dirvoje, arba pašalinti juos iš užterštos dirvos. Buvo pastebėta, kad skirtingus teršalus, daugiausiai organinius junginius arba sunkiųjų metalų jonus, skaldo arba kaupia keletas bakterijų ir augalų rūšių, kaip pavyzdžiui transgeniniai *Arabidopsis* augalai, ekspresuojantys *muApe9* geną yra atsparūs Hg jonams jų vystymosi ir augimo metu. Jie išskiria gyvsidabrio jonus į orą. (Paulauskas, 2004)

Medžiai dėl savo dydžio turi nemažą galimybę kaupti didelį toksinių metalų kiekį. Be to, jie gali idealiai tikti tolimuose, negyvenamuose, užterštuose plotuose, tokiuose kaip apleistos kasyklos, nes jie nereikalauja didelės priežiūros. (Paulauskas, 2004)

2.7. Genetiškai modifikuotų organizmų naudojimą reglamentuojantys įstatymai

2.7.1. Europos sąjungos vykdoma GMO politika

Biotechnologijos yra naudojamos daugelyje sričių (medicina, farmacija, pramonė, žemės ūkis, moksliniai tyrimai), GMO gali būti aptinkami įvairiuose produktuose (pvz. maiste, maisto ingredientuose, sėklose, pašaruose), todėl ir teisinis reglamentavimas, savo ruožtu, yra gana platus, turintis sąsajų su daugelio kitų sektorių teisiniu reglamentavimu. Tačiau, yra keli bendri elementai, jungiantys bet kokį transgenų naudojimą (rizikos vertinimas, sutikimų išleisti į aplinką išdavimas, saugumo užtikrinimas, ženklavimas). (R.Lenkaitis, 2002)

Pagrindinis teisinės sistemos tikslas – apsaugoti žmonių sveikatą ir aplinką tuo pat metu sukuriant sąlygas vieningai Bendrijos biotechnologijų rinkai funkcionuoti ir vystytis. ES lygiu biotechnologiją reglamentuojantys teisės aktai atsirado 1990 metų pradžioje ir nuo to laiko teisinė sistema buvo nuolat peržiūrima ir papildoma. Iš esmės, galima teigti, kad nuo 2001 m.

prasidėjo intensyvus GMO sektoriaus teisinės bei institucinės bazės tobulinimo procesas, kuriuo siekiama sukurti integruotą, sisteminių požiūrį į bet kokį genetiškai modifikuotų organizmų naudojimą. (R.Lenkaitis, 2002)

ES vykdoma politika GMO atžvilgiu yra gana griežta. Iš dalies tai lemia mokslinių tyrimų stoka bei neigiama vartotojų nuomonė apie genetiškai modifikuotą maistą. (R.Lenkaitis, 2002)

Genetiškai modifikuotus organizmus platinti ES galima tik gavus oficialų leidimą, kurį suteikia Europos Komisija ir visų šalių narių atstovai. Šie produktai turi būti žymimi etikete „Šio produkto sudėtyje yra GMO“ – kitaip šie produktai yra nelegalūs. Pastaruoju metu pagal šiuos reikalavimus yra įteisinta 18 genetiškai modifikuotų produktų: atsparus herbicidui – bromoksinilui tabakas; rapsas, cikorija ir Bt-kukurūzai, atsparūs herbicidui-gliufosinato amoniui; sojos pupelės, atsparios glifosatui; taip pat kai kurios gvazdikų veislės su pakeistomis žiedų spalvomis. (GMO gamtoje ir mūsų gyvenime, 2001)

Europiečių požiūris į genetiškai modifikuotus organizmus yra labai skeptiškas, ne toks kaip Jungtinėse Valstijose, kur genetiškai modifikuotas maistas laikomas visiškai normaliu. Europos Sąjunga, atsiliepdama į visuomenės susirūpinimą, nusprendė griežtai reglamentuoti genetiškai modifikuotų organizmų naudojimą. Pagrindinis Europos parlamento (EP) indėlis rengiant šiuos teisės aktus – primygtinis aiškus ženklavimo reikalavimas, kad Europos vartotojams būtų suteikta galimybė rinktis valgyti ar nevalgyti genetiškai modifikuotus produktus.

Maistui skirtų javų genetinis modifikavimas, buvo svarbi įtemptų visuomenės diskusijų tema visoje Europos Sąjungoje. Gamintojai įrodinėja, kad genetiškai modifikuoti javai kelia nedidelę riziką ir gali turėti be galo daug privalumų. Gamtosaugininkai pastebi žinių ir rizikos suvokimo stoką, o vartotojai skundžiasi, kad GM produktai jiems buvo brukami, ženklavimo sistema nesuprantama ir trukdanti pasirinkti.

1998 m. įvedusi genetiškai modifikuoto maisto prekybos ir genetiškai modifikuotų javų naudojimo moratoriumą, ES atkreipė dėmesį į vartotojų susirūpinimą ir pateikė daug teisės aktų dėl GMO, kuriuos patvirtino Europos parlamentas.

Visų pirma, Komisija pateikė direktyvos projektą dėl prekybos genetiškai modifikuoto maisto produktais parduotuvėse ir dėl ūkininkų perkeliama į natūralią aplinką trangeninių javų. Derybų su nacionalinėmis vyriausybėmis metu Parlamentui pavyko įrodyti, kad būtina registruoti visus Europoje bandomajam laikotarpiui leistus GMO ir pateikti visuomenei išsamią informaciją apie juos. Taigi, kai genetiškai modifikuoti organizmai naudojami komerciniam ūkininkavimui, apie jų auginimo vietas būtina pranešti valdžios institucijoms ir viešai paskelbti. Be to, šia direktyva, įsigaliojusia 2001 m., Europos parlamento nariai paragino Komisiją išleisti

specialų teisės aktą dėl genetiškai modifikuotų organizmų ženklavimo ir susekamumo bei JT Kartaginos biosaugos protokolo, aptariančio genetiškai modifikuotus organizmus.

Komisija skubiai parengė teisės aktus dėl susekamumo ir ženklavimo projekto, tačiau Parlamentas nepritarė ženklavimo taisyklėms ir jas sugriežtino. EP nariai nepritarė Tarybos pageidavimui, kad tikslūs produkto genetiškai modifikuotų organizmų mišinių aprašymai būtų keičiami neaiškia gamintojo „vartojimo deklaracija“. EP nariai primygtinai reikalavo, kad produktai, kurių sudėtyje yra genetiškai modifikuotų organizmų, būtų apibūdinami kaip šios rūšies produktai etiketėje, taip pat bet kokiose ekspozicijose ar reklamose nurodant „Produkto sudėtyje yra genetiškai modifikuotų organizmų“ arba „Produkto sudėtyje yra genetiškai modifikuotas. Šis reglamentas įsigaliojo 2003 m. lapkričio mėnesį.

Maisto ir gyvulių pašarų, kurių sudėtyje yra GMO, leidimo vartoti ir priežiūros procedūros aptartos kitame reglamente, įsigaliojusiam 2003 m. pabaigoje. Šį kartą Parlamentas priėmė svarbų pakeitimą, kuriuo GM javų auginimo apribojimais sudarė galimybę valstybėms narėms apsaugoti nuo užkrėtimo įprastus genetiškai nemodifikuotus ir natūralius javus. Komisija privalės valstybėms narėms rekomenduoti, kaip šiuos apribojimus taikyti praktikoje.

Be to, Komisija, įgyvendindama JT Kartachenos biosaugos protokolą, parengė reglamentą dėl GMO, kurio paskirtis padėti šalims įvertinti genetiškai modifikuotų organizmų vartojimo riziką ir privalumus. Šis reglamentas, priimtas 2003 m. birželio mėn., nustato bendrą perspėjimo ir informavimo apie genetiškai modifikuotų organizmų gabenimą į kitas šalis sistemą. Parlamentas sugriežtino šį reglamentą reikalavimu, kad visi eksportuotojai privalo gauti raštišką leidimą pirmą kartą per sieną gabenti bet kokį genetiškai modifikuotą organizmą, kurį numatyta išleisti į natūralią aplinką.

Visi nauji ES teisės aktai automatiškai nepanaikina GMO moratoriumo, kurį kai kurios valstybės narės siekia bet koku atveju išlaikyti, tačiau politiniu požiūriu palengvina moratoriumo nutraukimą. (EP darbas: 1999 – 2004)

2.7.2. ES galiojantys GMO valdymo teisės aktai

Norint, kad biotechnologija saugiai vystytusi visame pasaulyje, būtina nustatyti bendras priemones, kurios numatytų, kaip reikia vertinti ir mažinti potencialią riziką, kylančią bet kokiaje su genetiškai modifikuotų organizmų naudojimu susijusioje veikloje ir nustatyti atitinkamas naudojimo sąlygas. Šiuo tikslu Europos Ekonominė Bendrija nuo 1990 m. priėmė įvairius teisės aktus, kurie siekiant apsaugoti žmonių sveikatą ir aplinką, nustato bendras genetiškai modifikuotų organizmų riboto naudojimo, išleidimo į aplinką, judėjimui per sieną priemones. (Zopelytė, 2004)

Jose nurodoma, kad genetiškai modifikuoti organizmai turėtų būti klasifikuojami pagal jų keliamą riziką, būtina numatyti tam tikslui atitinkamus kriterijus, ypatingas dėmesys turi būti skiriamas veislai, kurios metu naudojami labiau pavojingi genetiškai modifikuoti organizmai. Kiekvienoje valstybėje, kurioje yra kuriami ir/ar naudojami GMO, turėtų būti įkurtas komitetas, padedantis įgyvendinti genetiškai modifikuotų organizmų naudojimo ir išleidimo į aplinką tvarką bei derinimą su technikos pažanga. (Zopelytė, 2004)

1990 m. balandžio 23 d. priimta **Europos Tarybos direktyva 90/220/EC dėl genetiškai modifikuotų organizmų apgalvoto išleidimo į aplinką**, kuri 2001 m. balandžio 17 d. pakeista nauja **Europos Tarybos ir Parlamento direktyva 2001/18/EC dėl apgalvoto GMO išleidimo į aplinką**. Ji yra visų ES teisės aktų dėl GMO pagrindas. Pagrindinis reikalavimas yra tas, kad joks genetiškai modifikuotas organizmas negali būti išleistas į aplinką arba į rinką, jei nėra laikomasi direktyvoje nustatytų reikalavimų ir bet kuriam išleidimui į aplinką ar į rinką yra būtina gauti sutikimą. (R.Lenkaitis ir kt., 2002) Pagal šios direktyvos nustatytą tvarką vertinamas GMO, kurie yra aptariami kituose teisės aktuose, poveikis aplinkai. Direktyvos A ir D dalys reglamentuoja bendrus reikalavimus, o C ir B – specifinius: B dalyje reguliuojama eksperimentinių „bandymų laukų“ tvarka; C - nustatomos procedūros suteikti leidimus prekiauti ES mastu. Lyginant su ankstesne direktyva, šiuo metu galiojanti direktyva nustato griežtesnius saugumo standartus aplinkos ir žmonių sveikatos apsaugos srityse, apima platesnį rizikos įvertinimą ir naujus GMO nustatymo ir kontrolės procesus, leisiančius greičiau atpažinti ir ištaisyti neigiamas genetiškai modifikuotų organizmų pasekmes. Nepaisant tokių pažangių pokyčių, yra palikta keletas probleminių klausimų. Direktyvoje administracinės procedūros tapo netokios griežtos, taip pat iškart nėra uždraustas atsparumą antibiotikams nulemiančių genų naudojimas ir neišspręsti atsakomybės dėl žalos aplinkai bei leistinių užterštumo GMO ribų klausimai. (GMO gamtoje ir mūsų gyvenime, 2001)

Direktyvos tikslas – nustatyti bendras taisykles apgalvotam GMO išleidimui į aplinką, pagal kurias šalys - narės suvienodintų savo teisės aktus bei administracines procedūras.

Europos Tarybos ir Parlamento 98/81/EB direktyva dėl riboto genetiškai modifikuotų mikroorganizmų naudojimo (buvusi 90/219/EB). Joje aptariamas genetiškai modifikuotų mikroorganizmų naudojimas tik „specialiomis“ sąlygomis, t.y. laboratorijose bei komercinis panaudojimas medikamentų ir biochemikalų gamyboje.

Europos Tarybos 258/97/EB reglamentas dėl genetiškai modifikuoto maisto ir GM maisto komponentų („Naujojo maisto“ reglamentas) skirtas reguliuoti konkrečiai veislai, susijusiai su genetiškai modifikuotais maisto produktais. Priimtas 1997 m. reglamentas buvo taisytas praėjus vos vieneriems metams Tarybos 1139/98 reglamentu, vėliau – Komisijos 49/2000 reglamentu, kur nustatyta, kad žymėti genetiškai modifikuotus produktus reikia tuomet,

kai GM dalis produkte yra 1% ir daugiau. Tais pačiais metais buvo išleistas Komisijos 50/2000 reglamentas, kuris įpareigoja žymėti maisto produktus ir maisto komponentus, turinčius priedų, kurie buvo genetiškai modifikuoti arba pagaminti iš genetiškai modifikuotų organizmų. (Schweiger, 2001)

Dabar galiojančio Naujo maisto reglamento trūkumas yra tai, kad leidžiamas vadinamasis greitasis patvirtinimas (be rizikos įvertinimo) tiems genetiškai modifikuotiems maisto produktams, kurie yra iš esmės lygiaverčiai genetiškai nemodifikuotiems.

2309/93 reglamentas dėl žmonėms skirtų ir veterinarinių vaistų (gaminamų) patvirtinimo ir priežiūros numato GM gaminiam poveikio aplinkai vertinimą pagal apgalvoto platinimo direktyvą.

Komisijos Baltojoje knygoje dėl maisto saugumo, išleistoje 1999 m., daug dėmesio skiriama ir genetiškai modifikuotiems organizmams. Tai ir nauji reikalavimai maisto saugumo srities, gyvulių pašarų, sėklų, genetiškai modifikuotų organizmų nustatymo ir žymėjimo teisinių aktų bazėje.

Kartachenos protokolas

Pasirašant Jungtinių Tautų Biologinės įvairovės konvenciją 1992 m. buvo diskutuota apie GMO, tačiau tuo metu tai dar nebuvo itin aktuolu. 2000 m. sausį buvo parengtas naujas dokumentas – Biologinės įvairovės konvencijos Biosaugumo („Biosafety“) protokolas, dar vadinamas Kartachenos.

Pagal jį, kiekviena šalis privalo imtis būtinų ir tinkamų teisinių, administracinių ir kitų priemonių šiame Protokole numatytiems įsipareigojimams įgyvendinti. (Kartachenos Biosaugos protokolas, 2004)

Pagal Kartachenos Biosaugos protokolą šalys turi užtikrinti, kad visų gyvų pakitusių organizmų išvedimas, pagaminimas, gabenimas, naudojimas, perdavimas ir išleidimas vyktų taip, kad būtų užkirstas kelias arba sumažintas pavojus biologinei įvairvei, atsižvelgiant ir į pavojų žmogaus sveikatai. (Kartachenos Biosaugos protokolas, 2004)

Jis reguliuoja genetiškai modifikuotų organizmų importą ir eksportą, nustatoma, kad šalis norinti įvežti transgenų, turi gauti šalies, į kurią įveža, sutikimą. Kiekviena šalis gali remtis „atsargumo principu“ ir uždrausti bet kokią GMO įvežimą tol, kol nebus moksliskai įrodytas organizmo visiškas nekenksmingumas. Šalis taip pat gali uždrausti įvežti genetiškai modifikuotų organizmų dėl socialinių – ekonominių motyvų, dėl poveikio bioįvairovei. (Kartachenos Biosaugos protokolas, 2004)

Lietuva šį Protokolą pasirašė 2000 gegužės 24 d. Nairobyje, o ratifikavo 2004 metais. (GMO gamtoje ir mūsų gyvenime, 2001)

2.7.3. GMO vykdoma politika Lietuvoje

1998 – 2000 m. Lietuvos žemdirbystės institute bei Lietuvos valstybiniame augalų veislių tyrimo centre buvo atliekami GM cukrinių ir pašarinių runkelių tyrimai. Biotechnologijos pramonės įmonės jau daugelį metų garsėja pasiekimais genų inžinerijos srityje (hormonų, fermentų gamyba) ir savo darbe naudoja GM mikroorganizmus. (GMO gamtoje ir mūsų gyvenime, 2001)

Lietuvos Respublikos genetiškai modifikuotų organizmų įstatymą priėmė Lietuvos Respublikos seimas 2001 m. birželio 12 d., kuris įsigaliojo nuo 2002 m. gruodžio 31 d. Jis skirtas reglamentuoti veiklos, susijusios su GMO ir genetiškai modifikuotų produktų naudojimu, valdymu, rizikos aplinkai ir žmonių sveikatai įvertinimu, išleidimu į aplinką bei tiekimu į rinką. Pagal įstatymą, genetiškai modifikuotų organizmų valdymo funkciją atlieka Aplinkos ministerija. (V.Ž., 2001)

Šiuo metu galiojantys Lietuvos įstatymai nesutampa su esama ES teisine baze. Tačiau jau yra siūlomos įstatymų pataisos, kurioms įsigaliojus ribotą GMO naudojimą reglamentuotų kiti teisiniai dokumentai. Be šių teisinių nesklandumų, akivaizdu, kad visuomenė yra per mažai informuota apie genetiškai modifikuotą maistą. Todėl kyla pavojus, kad prasidėjus oficialioms GM gaminių įteisinimo procedūroms, visuomenė negalės tinkamai atstovauti savo interesų. Tai, kad Lietuvoje nėra sertifikuotos genetiškai modifikuotą maistą galinčios aptikti laboratorijos, taip pat apsunkina GMO valdymą. (GMO gamtoje ir mūsų gyvenime, 2001)

Įsakyme „**Dėl genetiškai modifikuotų organizmų valdymo priežiūros komiteto sudarymo ir jo nuostatų patvirtinimo**“ skelbiama, kad priežiūros komiteto pagrindinis uždavinys – padėti užtikrinti GMO naudojimo principų, išdėstytų LR teisės aktuose, Kartachenos protokole, ES direktyvose bei kituose teisės aktuose. Komitetas sudarytas proporciniu principu: iš gamybininkų, mokslininkų, valstybės tarnautojų, nevyriausybinų organizacijų narių. (Įsakymas, 2001)

Prieš išleisdami GMO ar GMP į rinką ar aplinką naudotojai turi pateikti Aplinkos ministerijai pranešimą ir šiai veiklai gauti leidimą pagal Aplinkos ministro įsakymu nustatytą „Genetiškai modifikuotų organizmų ar jų produktų pateikimo į rinką, apgalvoto išleidimo į aplinką ar ribotai naudoti pranešimų Lietuvos Respublikoje pateikimo ir leidimų išdavimo tvarką“. Pranešėjas, pateikdamas prašymą, turi pateikti:

- 1) pranešimą su jame nurodyta informacija apie GMO ir GMP;

- 2) monitoringo planą;
- 3) rizikos aplinkai įvertinimą ir išvadas;
- 4) rizikos žmonių ir gyvūnų sveikatai įvertinimą ir išvadas;
- 5) rizikos žemės ūkiui ir išvadas;
- 6) produkto pateikimo į rinką sąlygas;
- 7) ženklavimo aprašymą;
- 8) pasiūlymą dėl pakavimo ir sandėliavimo;
- 9) pasiūlymą dėl produktų galiojimo laiko.

Gavusi prašymą su visais reikiamais dokumentais, Aplinkos Ministerija išsiunčia informaciją valstybės institucijoms, genetiškai modifikuotų organizmų naudojimo Priežiūros komitetui ir GMO Ekspertų komitetui dėl išvadų. Gavusi išvadas, Aplinkos ministerija per 90 dienų nuo pranešimo pateikimo dienos, išnagrinėja išvadas ir nusprendžia ar genetiškai modifikuoti organizmai, ar genetiškai modifikuoti produktai gali būti tiekiami į rinką ir ar apgalvotai išleidžiami į aplinką. Tuomet ir išduoda, arba motyvuotai atsisako išduoti leidimą. (Mačiūnaitė, 2003)

LR Aplinkos ministro, LR Sveikatos apsaugos ministro, LR Žemės ūkio ministro, Valstybės maisto ir veterinarijos tarnybos direktoriaus įsakymu yra nustatyta „**Genetiškai modifikuotų organizmų ir genetiškai modifikuotų produktų rizikos žmonių ir gyvūnų sveikatai, aplinkai ir žemės ūkiui vertinimo tvarka**“, kuri numato veiklos, susijusios su GMO ir produktų, turinčių GMO, rizikos žmonių bei gyvūnų sveikatai, aplinkai ir žemės ūkiui vertinimo tikslus, metodus bei atlikimo tvarką. Tvarka taikoma visiems fiziniams ir juridiniams asmenims, kurie apgalvotai išleidžia į aplinką ar teikia į rinką genetiškai modifikuotus organizmus, genetiškai modifikuotus produktus Lietuvos Respublikos teritorijoje. Ši tvarka nenustatė vaistų, vakcinų, medicininių ir veterinarinių priemonių, ribotam naudojimui skirtų genetiškai modifikuotų organizmų ar jų produktų, o taip pat maisto produktų, turinčių savo sudėtyje genetiškai modifikuotų organizmų, rizikos žmonių bei gyvūnų sveikatai, aplinkai ir žemės ūkiui vertinimo reikalavimų. Genetiškai modifikuotų organizmų ir genetiškai modifikuotų produktų rizikos įvertinimas atliekamas etapais:

- 1) nustatomas pavojus;
- 2) apibūdinama rizika;
- 3) įvertinimas rizikos priimtumas.

Rizikos vertinimo metu renkami bendro pobūdžio duomenys (aplinkos, žmogaus sveikatos aspektai) bei konkrečiai su veikla susiję duomenys (recipientų, donoro organizmai, intarpas, vektorius ir kt.). Rizikos vertinimo tikslas – įvertinti galima žalingą poveikį žmogaus sveikatai ir aplinkai. Galimas žalingas poveikis apibrėžiamas kaip poveikis, galintis sukelti ligas,

paversti gydymą ar profilaktiką neveiksmingais, skatinti ligų atsiradimą ir/arba paplitimą aplinkoje, o tai sukelia neigiamą poveikį egzistuojantiems organizmams ar natūralioms populiacijoms arba žalingą poveikį, kylantį dėl genų pernešimo į kitus organizmus. Atlikus genetiškai modifikuotų augalų naudojimo rizikos vertinimą nustatomas reikalingos apsaugos priemonės. (Mačiūnaitė, 2003)

Priežiūros komitetas, susipažinęs su pranešėjo pateiktomis išvadomis, parengia Aplinkos ministerijai sprendimo projektą išleisti (neišleisti) į aplinką ar teikti (neteikti) į rinką produktą, turintį GMO.

„Genetiškai modifikuotų organizmų, jų produktų ir gaminių LR klasifikavimo ir ženklavimo tvarką“ patvirtina LR Aplinkos ministro, LR Sveikatos apsaugos ministro ir Valstybinės maisto ir veterinarijos tarnybos direktorių įsakymu. Jos tikslas – reglamentuoti genetiškai modifikuotų organizmų, jų produktų ir gaminių klasifikavimo kriterijus bei ženklavimo reikalavimus LR ir užtikrinti informacijos, susijusios su GMO, jų produktų ir gaminių naudojimo, sisteminimą ir teikimą visuomenei. LR genetiškai modifikuotų organizmų įstatyme minima, kad „teisės aktų nustatyta tvarka visuomenė turi teisę dalyvauti priimant sprendimus dėl genetiškai modifikuotų organizmų ir genetiškai modifikuotų produktų naudojimo ir gauti apie tai informaciją“. 2002 m. Aplinkos ministro įsakyme „Dėl genetiškai modifikuotų organizmų ar jų produktų pateikimo į rinką, apgalvoto išleidimo į aplinką ar ribotai naudoti pranešimų Lietuvos Respublikoje pateikimo ir leidimų išdavimo tvarkos“ yra numatoma, kad visuomenė dalyvauja priimant sprendimus dėl GMO. (Mačiūnaitė, 2003)

Lietuvoje GMO yra pakankamai nauja ir reikalaujanti specifinių žinių aplinkosauginė tema mūsų visuomenėje, todėl ruošiamos papildomos programos dėl visuomenės švietimo apie genetiškai modifikuotus organizmus. (Zopelytė, 2004)

Genetiškai modifikuoto maisto žymėjimas Lietuvoje

Reikalavimai dėl maisto žymėjimo yra nurodyti Higienos normose HN 106:2001 „Naujo maisto produktai ir naujo maisto ingredientai“, kuri iš esmės atitinka ES „Naujojo maisto reglamentą“. Ši norma įsigaliojo nuo 2002 m. liepos 1 dienos. Nurodoma, kad naujų maisto produktų ir ingredientų valstybinę apsaugos ir higieninę ekspertizę atlieka Respublikinis mitybos centras (RMC). Centras gali konsultuotis su Naujų maisto produktų moksliniu komitetu, į kurio sudėtį įeina įvairių sričių – maisto technologijos, toksikologijos, vartotojų teisių, etikos ir kt. ekspertai. Pateikimo į rinką tvarka yra sudėtinga, nes reikia organizuoti produkto patikrinimą, surinkti daug papildomos informacijos. Apie vykstantį procesą respublikiniuose dienraščiuose yra informuojama ir visuomenė, į ją atsižvelgęs RMC priima sprendimą, apie kurį informuoja

Valstybės žiniuose. Jei produktą leidžiama tiekti į rinką, jis be kitų saugos reikalavimų turi būti žymimas. Žodžiai: „pagaminta iš genetiškai modifikuotų...“ arba „genetiškai modifikuota...“ turi būti pateikiami šalia GM ingrediento arba išnašose tuo atveju, kai produktas pažymimas – žvaigždute (*). Išnašos šriftas neturėtų būti mažesnis nei ingredientų sąrašas. Jei ingredientų sąrašo nėra, šie žodžiai turi būti aiškiai parašyti ant produkto etiketės. (Mačiūnaitė, 2003)

Lietuvoje galima prekiauti Europos Sąjungoje įteisintais genetiškai modifikuotais produktais. Teisės aktais patvirtintos kelios genetiškai modifikuotų produktų rūšys: viena sojos, 4 kukurūzų ir 6 rapsų veislės. Tačiau maisto produkto sudedamojoje dalyje esantys genetiškai modifikuoti organizmai negali viršyti daugiau nei 0,9 %. (VMVT 2004)

Nacionalinė veterinarijos laboratorija (NVL) nuo šių metų Genetiškai modifikuotų organizmų skyrius tiria, ar iš trečiųjų šalių įvežamuose sojų ir kukurūzų gaminiuose nėra medžiagų, kilusių iš GMO. Per pirmuosius šešis mėnesius buvo ištirti 22 mėginiai, 5 nustatyta genetiškai modifikuotų organizmų. Iš jų trijuose tokių medžiagų norma buvo leistina, o dviejuose – viršyta. VMVT uždraudė realizuoti siuntas, kuriose GMO viršijo 0,9 % (VMVT, 2004)

Lietuvos rinkoje šiandieną yra prekiaujama sojų aliejumi, kuris pagamintas iš genetiškai modifikuotų sojų pupelių. Aliejaus ženklime nurodyta, kad aliejus pagamintas iš genetiškai modifikuotų sojų. Tokio aliejaus pavyzdžiai yra: „Lankų“, „Perla“, „Tėviškė“, „Žemaičio“, „Maxima“. Minėtą aliejų margarino gamybai naudoja UAB „Vilniaus margarino gamykla“. Ženklimo etiketėje yra nurodyta, kad komponentų sudėtyje yra „Sojų aliejus, pagamintas iš genetiškai modifikuotų sojos pupelių.“ (VMVT 2004)

Nuo įstojimo į ES Lietuvoje įsigaliojo naujas reikalavimas: viešojo maitinimo įmonės taip pat turi nurodyti, kai patiekale yra genetiškai modifikuotų organizmų. Tokia informacija turėtų būti skelbiama valgiaraštyje. Vartotojas turi žinoti, ką jis valgo. (VMVT 2004)

Pastaraisiais metais Lietuvoje ir visoje ES, genetiškai modifikuotų maisto produktų sauga ir kontrolė yra viena iš prioritetinių veiklos sričių. Kol kas mokslininkai nėra pakankamai ištyrę genetiškai modifikuotų organizmų kenksmingumo žmogaus organizmui. (VMVT, 2004)

2.8. Genetiškai modifikuotų organizmų monitoringas ir rizikos aplinkai bei žmonių sveikatai vertinimas

Siekiant užtikrinti, kad genetiškai modifikuoti organizmai ir genetiškai modifikuoti produktai atitiktų nustatytus žmonių ir gyvūnų saugos bei aplinkos apsaugos reikalavimus, būtina atlikti GMO ir GMP rizikos aplinkai, žemės ūkiui, gyvūnų ir žmonių sveikatai įvertinimą ir vykdyti monitoringą (pastovią stebėseną). (I. Gučinskaitė ir kt. 2004).

Kiekvieno GMO ir GMP rizikos įvertinimas apima: 1. pavojaus(ų) nustatymą; 2. rizikos apibūdinimą; 3. poveikio įvertinimą.

Rizikos įvertinimas turi nustatyti poveikio žmonėms, gyvūnams, aplinkai riziką ir žmonių, gyvūnų, aplinkos apsaugos priemones naudojant GMO ir GMP pagal siūlomą paskirtį.

GMO ir GMP rizikos įvertinimas atliekamas 6 etapais:

Pirmojo rizikos įvertinimo etapo metu yra nustatomi pavojai ir potencialūs žalingi poveikiai, kurie gali būti susiję su genetinėmis modifikacijomis ar būti jų iššaukti (žmonių, augalų ir gyvūnų ligos, priimančios aplinkos organizmų populiacijų dinamikos ar įvairovės pakitimas, pakitęs jautrumas patogenams, naujų vektorių atsiradimas; medicininės ir veterinarinės profilaktikos ir terapijos ar augalų apsaugos metodų efektyvumo procesų pasikeitimai). Pirmojo rizikos įvertinimo etapo metu taip pat yra nustatomi procesai, kurių pagalba pavojai gali pasireikšti, tame tarpe susiję su organizmų išlikimu, dauginimusi ir plitimu, įterptos genetinės medžiagos pernaša į kitus organizmus, fenotipiniu ar genotipiniu nestabilumu, sąveika su kitais organizmais bei konkurencingumo pasikeitimu GMO perdirbimu, kultivavimu, agrotechnika.

Antroji rizikos įvertinimo etapo metu yra įvertinamos kiekvieno pavojaus ir galimo žalingo poveikio pasekmės ir jų mastas. Mastas turi būti įvertinamas kaip didelis, vidutinis, mažas ar nedidelis.

Trečiojo rizikos įvertinimo etapo metu yra įvertinamos kiekvieno pavojaus ir galimo žalingo poveikio pasireiškimo tikimybės. Tikimybė, jei negalima jos išreikšti kiekybiškai, turėtų būti įvertinama kaip didelė, vidutinė, maža ar nedidelė.

Ketvirtojo rizikos įvertinimo etapo metu yra įvertinama kiekvieno pavojaus ir tikėtino žalingo poveikio rizika, kuri yra suminė kiekvieno pavojaus ir galimo žalingo poveikio tikėtino masto ir pasireiškimo tikimybės išraiška.

Penktojo rizikos įvertinimo etapo metu yra nustatomi pavojai ir žalingi poveikiai, kuriems reikalingas rizikos valdymas ir pateikiama rizikos valdymo strategija.

Šeštojo rizikos įvertinimo etapo metu yra nustatoma bendra GMO ir GMP rizika, įvertinant visus pavojus ir žalingus poveikius bei rizikos valdymo strategiją. (I. Gučinskaitė ir kt. 2004).

Genetiškai modifikuotų produktų poveikis žmonių mitybai

Visapusiškai įvertinant produktą, būtina atsižvelgti į jo poveikį mitybai esant ir įprastam, ir maksimaliam vartojimui. Šis įvertinimas atliekamas remiantis išsamia atitinkamos literatūros analize, sudėties tyrimais, esminio lygiavertiškumo palyginimais ir prireikus gyvūnų modelinių tyrimų duomenimis. Jei prognozuojama, kad GMP atliks svarbų vaidmenį žmonių maisto racione, tai reikalingi atitinkami žmonių mitybos įvertinimo duomenys. Ypač reikėtų atkreipti dėmesį į kūdikių, vaikų, nėščių ir krūtimi maitinančių moterų, pagyvenusių ir lėtinėmis ligomis sergančių (pvz., cukriniu diabetu ir malabsorbcija) žmonių grupių fiziologines savybes ir medžiagų apykaitos reikalavimus.

Būtina informuoti apie ilgalaikio ir trumpalaikio genetiškai modifikuotų produktų vartojimo poveikį. Atitinkama informacija turėtų būti gauta atliekant bendrą mitybos ir jos poveikio priežiūrą, taip pat papildomai ištiriant poveikį produktų mitybinei kokybei (pvz., ilgalaikis riebalų pakaitalų poveikis riebaluose tirpstančių vitaminų apykaitai).

Maisto produktų gamyboje naudojami nauji mikroorganizmai: jie gali būti naudojami kaip maisto gamintojai, maisto ingredientai ir maisto priedai. Daugelis jų seniai ir saugiai naudojami maisto fermentavimo procese. Fermentavimo metu jie arba žūva, arba suvartojami gyvi kartu su fermentuotu produktu.

Pagal apibrėžimą tradiciškai Lietuvoje maisto gamyboje nenaudoti mikroorganizmai negali turėti iš esmės ekvivalentiško atitiktens ir dėl to juos būtina įvertinti. Svarbūs tokie kriterijai: buvimas (būna kaip fermentatorius, kuris lieka gyvas ar žūva perdirbimo metu); galimybė apsigyventi žinduolių žarnyne; toksigeniškumo ar patogeniškumo žinduoliuose galimybė; ar buvo atliktas genetinis apdorėjimas, ar ne. (Zopelytė, 2004)

2.9. Lietuvos pasiekimai genetinėje inžinerijoje

Šiuo metu Lietuvoje kuriama GMO naudojimo reguliavimo sistema, kuri apima daugelį ūkio subjektų bei visuomenės grupių: tradicinio žemės ūkio ir ekologiškų žemės ūkio produktų gamintojus, GMO ir GMP produkcijos gamintojus, vyriausybės genetiškai modifikuotų organizmų priežiūros, kontrolės institucijas, maitinės tarnybos, mokslo organizacijas, importuotojus bei eksportuotojus ir kt.

Lietuvoje per paskutinius 12 metų buvo vykdoma tik viena su moderniom biotechnologijom susijusi valstybinė mokslo programa. Šią programą, kurios pavadinimas „Molekuliniai biotechnologijos pagrindai: genų struktūra, funkcija ir veiklos reguliavimas“, 1997 – 2001 metais vykdė Vilniaus Universiteto Gamtos Mokslų fakultetas, Biochemijos institutas ir Biotechnologijos institutas. Vienu iš šios programos tikslų buvo apjungti respublikos mokslinį potencialą fundamentalių molekulinės genetikos klausimų sprendimui ir intelektualiai imlių biotechnologinių sistemų sukūrimui, tikintis, kad vykdant programą gautos mokslo žinios duos impulsą biotechnologijos vystymuisi. (Zopelytė, 2004)

Lietuvos valstybiniame augalų veislių tyrimo centre atliekami Lietuvos ir užsienio valstybių selekcininkų sukurtų augalų veislių ūkinio vertingumo ir tinkamumo Lietuvos sąlygoms tyrimai.

Lietuvos valstybinis augalų veislių tyrimo centras 1998 – 2000 m. tyrė genetiškai modifikuotas dvi cukrinių runkelių ir vieną pašarinių runkelių veislę. 2001 – 2002 m. genetiškai pakeistų veislių bandymai nebuvo atliekami.

Nors šiuo metu Lietuvos valstybinis augalų veislių tyrimo centras savo veikloje modernių biotechnologijų vis dar nenaudoja, galima spėti, kad ateityje iškils būtinybė šiuos metodus įsisavinti (GMO identifikavimas pagal jam būdingą unikalią genetinę medžiagą).

Botanikos institute modernios biotechnologijos naudojamos dviejose laboratorijose. Taikomosios mokslinės veiklos srityje tikimasi pateikti selekciniams tyrimams augalų somatinės hibridizacijos, o vėliau – ir genų inžinerijos metodais sukurtus augalus, pasižyminčius padidėjusius adaptyvumu abiotiniams ir biotiniams veiksniams bei metodus, leidžiančius reguliuoti rekombinacinius procesus augalų hibriduose, kurie naudojami naujų veislių kūrimui. (Zopelytė, 2004)

Lietuvos sodininkystės ir daržininkystės institute naujausios biotechnologijos panaudojamos sodo augalų požymių ir savybių geninės prigimties tyrimuose, selekcijos proceso optimizavime, daržo augalų požymių bei savybių geninės prigimties tyrimuose. Laboratorijoje atliekami tyrimai su šiomis kultūromis: obelimis, braškėmis, serbentais, slyvomis.

Šiandien Lietuvoje didžiausia gaminamos genetiškai modifikuotų organizmų ir genetiškai modifikuotų produktų produkcijos dalis yra eksportuojama iš Lietuvos į kitas šalis. Didžiausios šalies genetiškai modifikuotos produkcijos gamintojas yra AB „Fermentas“, gaminantis daugiau kaip 350 rūšių produktų. Ji 2000 metais į kitas šalis eksportavo 99 % visos produkcijos.

Lietuvos biotechnologijos bendrovė AB „Fermentas“ pirmoji šalyje gavo leidimą dirbti su genetiškai modifikuotais mikroorganizmais. Jos laboratorijose genų inžinerija naudojama jau nuo pat veiklos pradžios, tačiau iki šiol šalyje nebuvo šią veiklos sritį reglamentuojančios tvarkos. Bendrovės veikla atitinka griežtus Europos Sąjungos reikalavimus. Leidimas dirbti su

GM maistu buvo išduotas pagal 2003 metų rugpjūtį patvirtintą genetiškai modifikuoto maisto naudojimo tvarką. Naująją tvarką reglamentuojantis įstatymas buvo parengtas atsižvelgiant į 1998 m. ES priimtą direktyvą, numatančią, kad kiekvienas dirbantis su genetiškai modifikuotu maistu turi turėti specialų leidimą. GMO naudojimui reguliuoti, Aplinkos ministerijoje sukurtas genetiškai modifikuotų organizmų skyrius, Sveikatos apsaugos, Žemės ūkio ministerijoje ir Valstybinėje maisto ir veterinarijos tarnyboje paskirti specialistai kuria teisinius dokumentus. Aplinkos ministro įsakymu iš įvairių mokslo, visuomeninių bei valstybės institucijų atstovų įkurtas konsultacinio pobūdžio genetiškai modifikuotų organizmų valdymo priežiūros komitetas, kuris nagrinėja įvairių su GMO susijusių dokumentų projektus, poveikio aplinkai ir žmonių sveikatai vertinimo ataskaitas, įmonių prašymus naudoti genetiškai modifikuotus organizmus Lietuvoje. Komitetas prižiūri, kaip laikomasi teisės aktų, teikia rekomendacijas valstybės institucijoms. (Europos parlamento darbas: 1999 – 2004 metų akcentai)

3. Darbo tikslas ir uždaviniai

Tikslas:

Išnagrinėti genetiškai modifikuotų augalų paplitimą pasaulyje ir poveikį aplinkai bei gyventojų požiūrį į šiuos augalus.

Uždaviniai:

1. Susipažinti su genetiškai modifikuotų augalų paplitimu pasaulyje pagal literatūros duomenis;
2. Apžvelgti genetiškai modifikuotų augalų poveikį aplinkai;
3. Aptarti genetiškai modifikuotų augalų teigiamas ir neigiamas savybes;
4. Išanalizuoti Europos Sąjungos ir Lietuvos teisinius aktus genetiškai modifikuotų augalų srityje;
5. Atlikti visuomenės apklausą apie GM augalų poveikį (sociologinį tyrimą) ir išanalizuoti gautus duomenis.

4. Sociologinio tyrimo rezultatai genetiškai modifikuotų organizmų klausimais

4.1. Sociologinio tyrimo metodika

Mokslinis tyrimas buvo atliekamas visuomenės apklausos būdu (1 priedas). Anketinė apklausa yra viena dažniausiai naudojamų metodų, padedančių nustatyti ir įvertinti esamą situaciją. Tyrimo tikslas – sužinoti visuomenės nuomonę genetiškai modifikuotų augalų klausimais. Ji sudaryta iš 23 klausimų. Anketos pradžioje respondentai yra trumpai supažindinami su anketos tikslu. Taip pat yra trumpai išdėstoma anketos pildymo metodika. 1 – 19 klausimai yra apie genetiškai modifikuotus augalus, GM maistą:

- GM augalų poveikį žmonių sveikatai;
- GM augalų poveikį aplinkai;
- Teisinę bazę pasaulyje, ES ir Lietuvoje;
- GM augalų eksportą ir importą;
- GM augalų valstybinį reguliavimą;
- GM produkcijos ženklumą;
- GM produkcijos prekybą Lietuvoje
- Atsakomybę už GM augalų naudojimą, pažeidžiant įstatymus.

20 – 23 klausimai yra skirti respondentų išsilavinimui bei profesijai, amžiui, lyčiai, gyvenamajai vietai nustatyti. Jie, pildydami anketą, pasirenka vieną ar kelis jiems priimtinius atsakymus. Kai kurie klausimai reikalauja respondentų išsakyti savo nuomonę, pakomentuoti (pvz.: Ar jūsų manymu GM augalai gali padaryti žalą žmonių sveikatai? Kokią?). Asmenys apklausai pasirenkami atsitiktinai. Anketos išdalintos gyventojams iš įvairių Lietuvos miestų. Jos yra anoniminės.

Pagrindiniai apklausos uždaviniai:

- Įvertinti bendrą žmonių žinių lygį apie genetiškai modifikuotus augalus;
- Nustatyti, kokie informaciniai šaltiniai apie GM augalus, GM maisto produktus yra priimtinausi žmonėms (visuomenės informavimo priemonės – internetas, televizija, spauda...);
- Įvertinti visuomenės, kaip vartotojų poziciją GM augalų atžvilgiu;
- Įvertinti, kiek visuomenė suspažinusi su GM augalų valstybiniu reguliavimu.

4.2. Sociologinio tyrimo objektas

Tyrimas buvo atliktas 2006 m. rugpjūčio – gruodžio mėnesiais įvairiuose Lietuvos miestuose. Jis atliktas naudojantis anketavimo metodu. Tyrimo metu buvo pateikta 200 anketų įvairaus amžiaus bei išsilavinimo asmenims. Nebuvo nei vienos sugadintos anketos. Tyrimo duomenys apdoroti pasitelkus MS Excell programa, bei grafiškai pavaizduoti paveiksluose.

Vykdamt visuomenės apklausą siekta respondentus atrinkti pagal lytį, amžių, išsilavinimą bei profesinę veiklą.

Pagal lytį respondantai pasiskirstė taip: 74 % moterų ir 26 % vyrų.

Pagal amžiaus grupes respondantai buvo suskirstyti į 3 grupes:

- Nuo 18 m. iki 30 m. – 43 %;
- Nuo 31 m. iki 50 m. – 39 %;
- Nuo 51 m. iki 70 m. – 18 %.

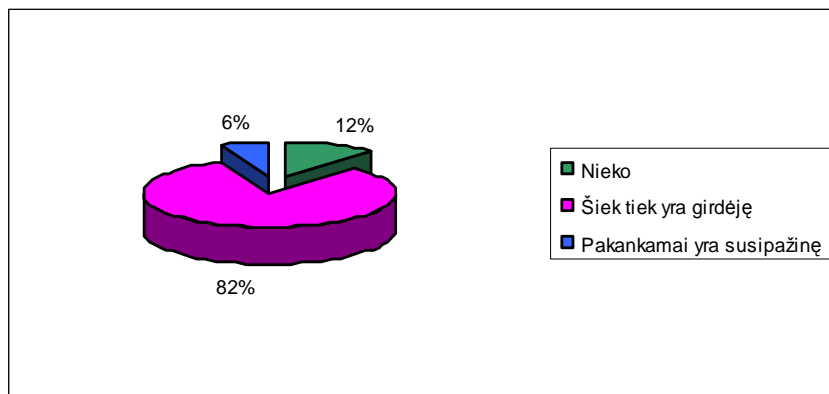
Pagal išsilavinimą respondantai pasiskirstė taip:

- Universitetinis išsilavinimas – 69 %;
- Ne Universitetinis išsilavinimas (Aukštesnysis išsilavinimas) – 13 %;
- Profesinis išsilavinimas – 18 %.

Anketą pildė įvairių profesijų respondantai (pedagogai, gydytojai, soc. darbuotojai, aplinkosaugininkai, buhalteriai ir kt.). Iš visų apklaustųjų respondentų 35 % sudaro studentai, 13 % - medikai, 12 % - pedagogai, 12 % - pardavėjai, 8 % - buhalteriai, 6 % - soc. darbuotojai, 5 % - teisininkai, 5 % - aplinkosaugininkai, 2 % - informacinių technologijų specialistai, 2 % vadybininkai.

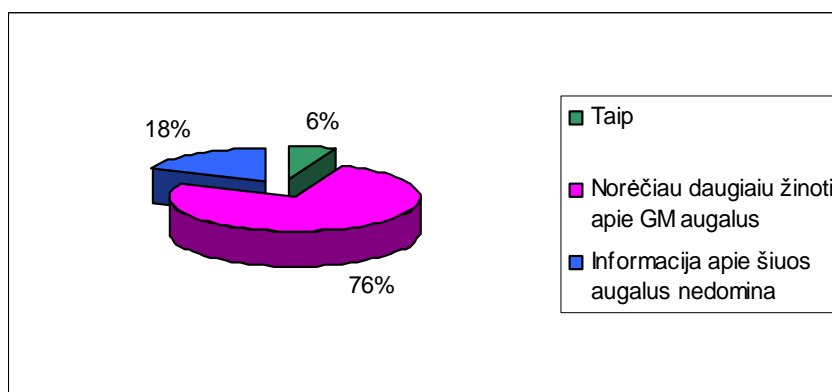
5. Sociologinio tyrimo rezultatai

1 klausimas. Ką žinote apie genetiškai modifikuotus (GM) augalus?



Iš diagramos matyti, kad didžioji dalis apklaustųjų yra tik šiek tiek susipažinę su GM augalais, t.y - 82 %, o net 12 % - nieko nėra girdėję apie šiuos transgeninius augalus. Akivaizdu, kad respondentai nėra pakankamai gerai supažindinti su genetiškai modifikuotais augalais, nors jų naudojimas didėja.

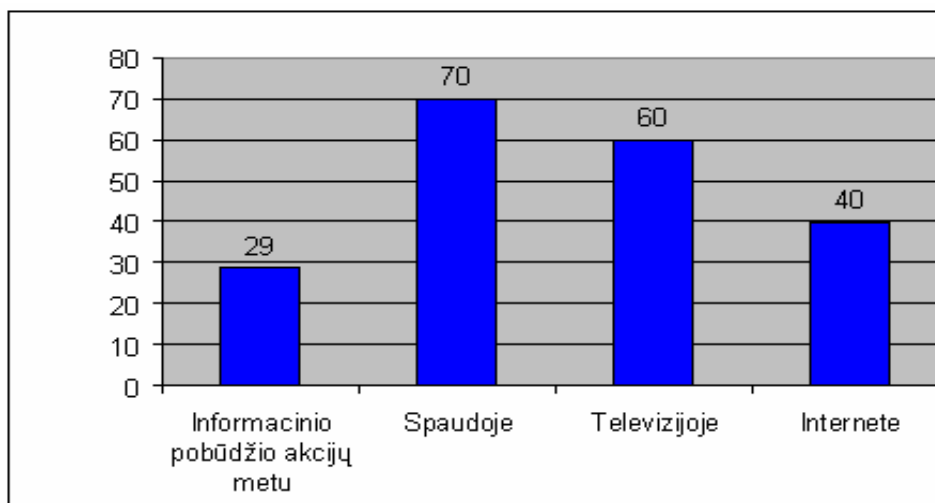
2 Klausimas. Ar gaunate pakankamai informacijos apie genetiškai modifikuotus augalus?



Daugiausiai informacijos apie genetiškai modifikuotus augalus ir genetiškai modifikuotus produktus yra pateikta internete, informuojama ir laikiniuose leidiniuose. Nors internetas šiais laikais prieinamas daugumai, tačiau iš gautų rezultatų matyti, kad ši visuomenės informavimo priemonė nėra veiksminga, nes tik 6 % respondentų yra pakankamai gerai susipažinę su GM augalais ir net 76 % apklaustųjų daugiau norėtų sužinoti apie GM augalus. Tuo tarpu 18 %

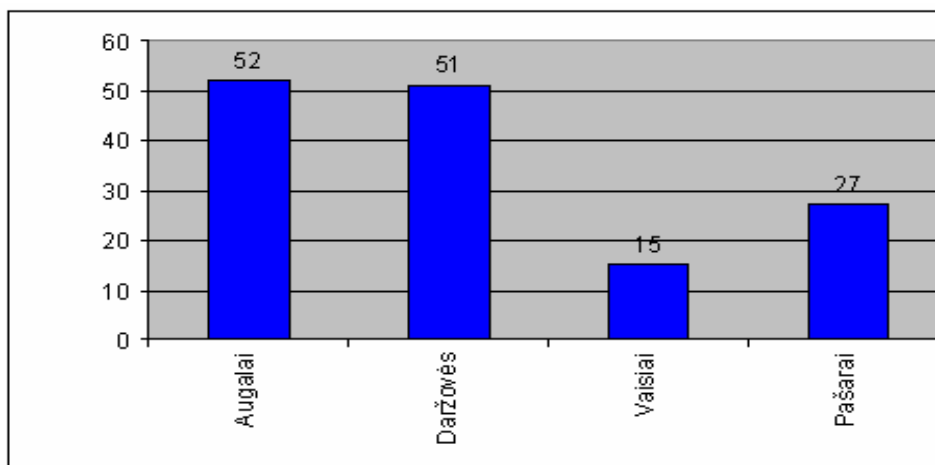
respondentų informacija apie šiuos augalus visiškai nedomina. Iš gautų duomenų matyti, kad visuomenę reikia informuoti apie genetiškai modifikuotus augalus ir genetiškai modifikuotus produktus į pagalbą pasitelkiant veiksmingesnias informacijos priemones nei internetas.

3 klausimas. Kur visuomenė turėtų gauti informacijos apie genetiškai modifikuotus augalus?



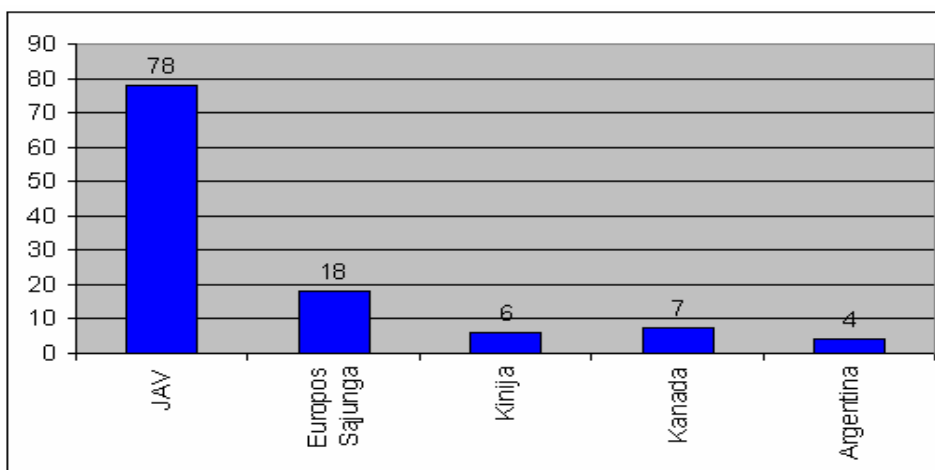
Gautų rezultatai parodo, kad tik labai nedidelė dalis Lietuvoje gyvenančių žmonių yra puikiai susipažinę su genetiškai modifikuotais augalais, o didžiajai daliai jos trūksta. Respondentų nuomone visuomenė yra permažai informuota apie genetiškai modifikuotus augalus. Dalis apklaustųjų pasirinko po kelis jiems priimtinius informacijos gavimo šaltinius. Dauguma respondentų pageidauja daugiau informacijos apie GM augalus rasti spaudoje, kiek mažiau apie šiuos augalus sužinti norėtų iš televizijos. Likusi dalis daugiau informacijos pageidautu rasti internete bei vykdant šia tema įvairias informacines akcijas.

4 Klausimas. Ar žinote kokie genetiškai modifikuoti produktai sudaro didžiausią rinkos dalį?



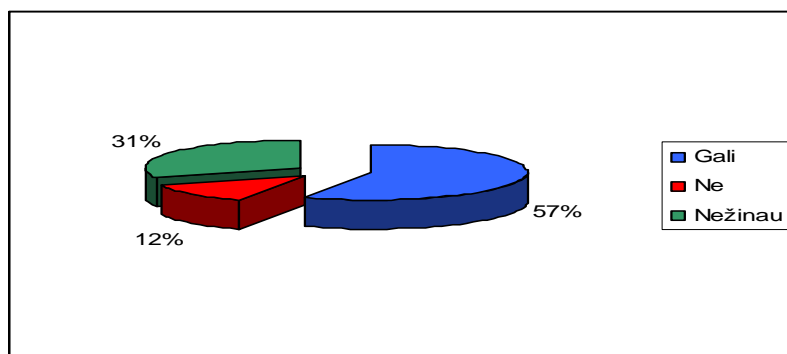
Rezultatai parodė, kad daugumos respondentų nuomone didžiausią rinkos dalį sudaro pagrindė augalai bei daržovės. Daug mažiau pašarai, o vaisiai modifikuojami mažiausiai.

5 Klausimas. Ar žinote iš kokių šalių daugiausiai importuojama genetiškai modifikuotų produktų?



Didžioji dalis respondentų nurodė, jog didžiausią rinkos dalį sudaro genetiškai modifikuoti produktai iš JAV, daug mažiau iš Europos Sąjungos šalių, Kanados, Kinijos ir Argentinos. Iš apklausos duomenų matyti, kad visuomenė nėra pakankamai gerai susipažinusi su importuojamų genetiškai modifikuotų produktų rinka, nes pagrindė importuojama iš JAV, Argentinos, Kanados. Tuo tarpu iš Europos Sąjungos šalių importuojama mažiausiai ir tokių augalų priežiūra griežtai reguliuojama.

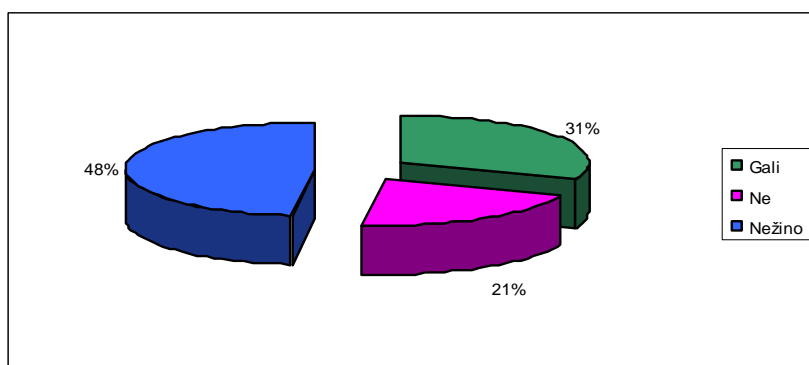
6 Klausimas. Jūsų manymu genetiškai modifikuoti augalai gali padaryti žalą žmonių sveikatai?



57 % respondentų nuomone, kad GM augalai gali neigiamai įtakoti žmonių sveikatą. 31 % nežino, koks galimas šių augalų poveikis. Tuo tarpu 12 % apklaustųjų pareiškė, kad GM augalai negali padaryti jokios žalos žmonių sveikatai. Kaip matyti ši žmonių dalis nieko nežino apie genetiškai modifikuotų augalų, genetiškai modifikuotų maisto produktų galimą neigiamą poveikį sveikatai. Blogiausiai yra tai, daugumai žmonių visai nerūpi tai, ką jie valgo ir kokios galimos pasekmės jų laukia ateityje. 18 % apklaustųjų pateikė savo nuomonę apie galimą GM augalų poveikį žmonių sveikatai:

- Alerginės reakcijos;
- Apsigimimai;
- Apsinuodijimai;
- Įvairūs genomo pakitimai;
- Galimas žmogaus organizme vykstančių procesų pokytis;
- Naujos ligos.

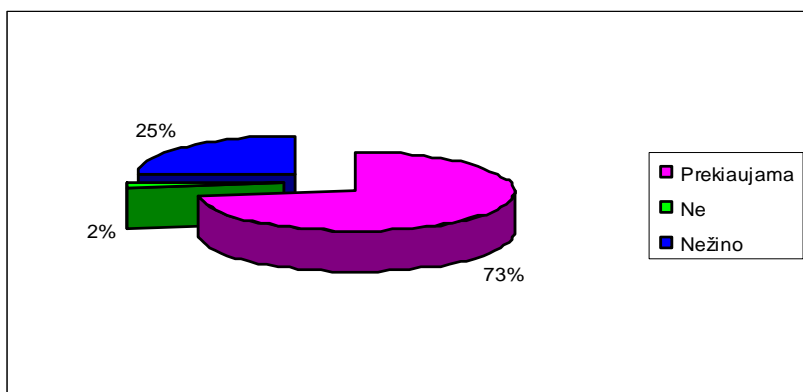
7 Klausimas. Ar jūsų manymu genetiškai modifikuoti augalai gali padaryti žalą aplinkai?



Iš rezultatų matyti, kad daugelis nežino, kad GM augalai net labai pavojingi natūraliai aplinkai. Net 21 % - teigia, kad jie nedaro jokios žalos, 48 % apklaustųjų nežino ar šie transgeniniai augalai gali padaryti, kokią nors žalą aplinkai. Tai rodo, kad apie 70 % žmonių arba nežino, arba mano, kad GM augalai nedaro jokios žalos gamtai. Tai tik parodo, kad didžioji dalis visuomenės nieko nežino apie šių augalų neigiamas savybes ir tik 31 % - mano, kad genetiškai modifikuoti augalai daro žalą gamtai. 10 % respondentų pateikė savo nuomonę apie galimą genetiškai modifikuotų augalų poveikį aplinkai:

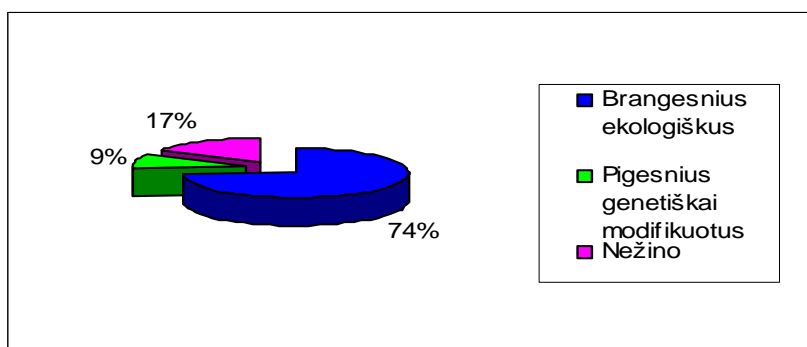
- Gali išnykti natūrali gamta;
- Gali priversti mutuoti įvairius organismus, kurie minta šiais augalais;
- Gali būti pažeista natūrali bioįvairovė.

8 Klausimas. Ar Lietuvoje yra prekiaujama genetiškai modifikuotais augalais, maisto produktais?



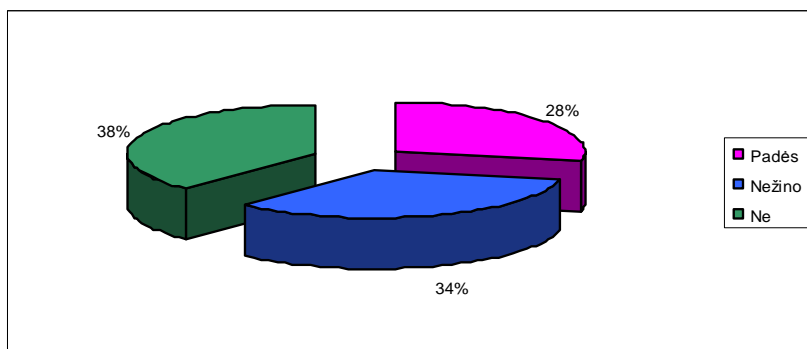
Didžioji dalis, t.y. net 73 % apklaustųjų yra įsitikinę, kad Lietuvoje prekiaujama genetiškai modifikuotais produktais. 25 % nėra tuo įsitikinę, o 2 % mano, kad šių produktų Lietuvos rinkoje dar nėra. Dauguma respondentų neklysta, nes Lietuvos rinkoje jau yra produktų, kurių sudėtyje yra genetiškai modifikuotų produktų. Tai, kad tokių produktų jau galima įsigyti prekybos centruose. Visą informaciją vartotojai apie maisto produktų sudėtį gali rasti ant etiketės. Lietuvoje galima prekiauti tik Europos Sąjungoje įteisintais genetiškai modifikuotais produktais. Be to maisto produktų sudėtyje esantys GMO negali viršyti daugiau nei 0,9 %.

9 Klausimas. Kokius maisto produktus rinktumėtės?



Iš apklausos duomenų matyti, kad didžioji dalis respondentų, net 74 % mieliau rinktusi brangesnius, ekologiškus produktus, 9 % - pigesnius, genetiškai modifikuotus, o 17 % - neapsisprendžia. Akivaizdu, kad daugumai žmonių yra nepriimtini produktai, kuriuose yra genetiškai modifikuotų organizmų. Jie mieliau rinktusi ekologiškus, nors šie ir brangesni.

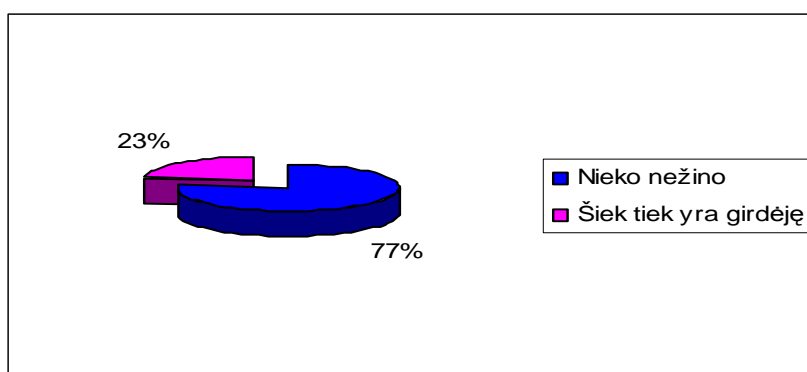
10 Klausimas. Ar jūsų nuomone genetiškai modifikuotas maistas padės išspręsti bado stygių?



28 % apklaustųjų nuomone, šie augalai iš ties galėtų išspręsti šią pasaulinę problemą. O didesnę dalis, net – 38 % su tuo nesutinka. Dėl permažo visuomenės informavimo, žmonėms tai yra nesuprantama, nors didžiosios pasaulio kompanijos tikisi genetiškai modifikuotų organizmų pagalba išspręsti šią pasaulinę problemą.

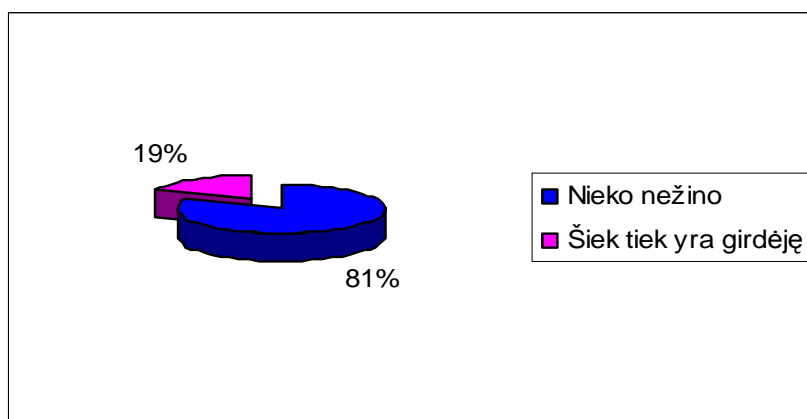
Žmonių skaičius žemėje nuolat auga ir ypač trečiojo pasaulio šalyse, kur pragyvenimo lygis labai žemas. Tokiose šalyse yra labai daug badaujančių žmonių. Yra nustatyta, kad kiekviena diena visame pasaulyje iš bado miršta apie 24000 žmonių, o iš jų $\frac{3}{4}$ sudaro vaikai.

11 Klausimas. Ką žinote apie GMO teisinę bazę pasaulyje?



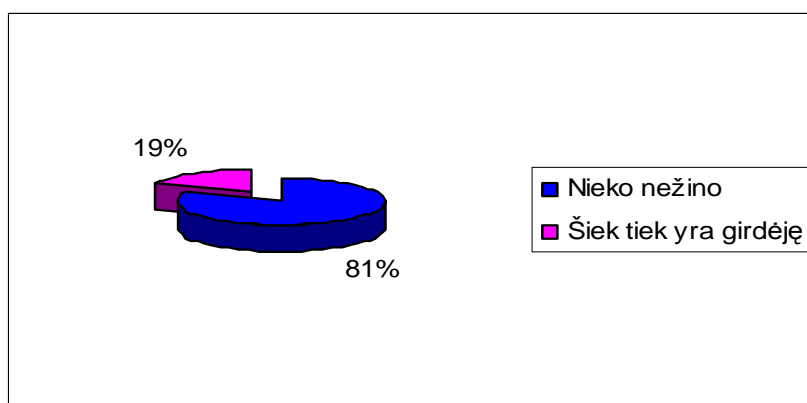
Iš gautų duomenų matyti, kad net 77 % respondentų nieko nežino apie GMO teisinę bazę pasaulyje ir tik 23 % yra šiek tiek girdėję. Matyti, kad visuomenei trūksta žinių ne tik apie patį genetiškai modifikuotą produktą, bet ir apie jį reguliuojančius teisės aktus.

12 Klausimas. Ką žinote apie GMO teisinę bazę Europos Sąjungoje?



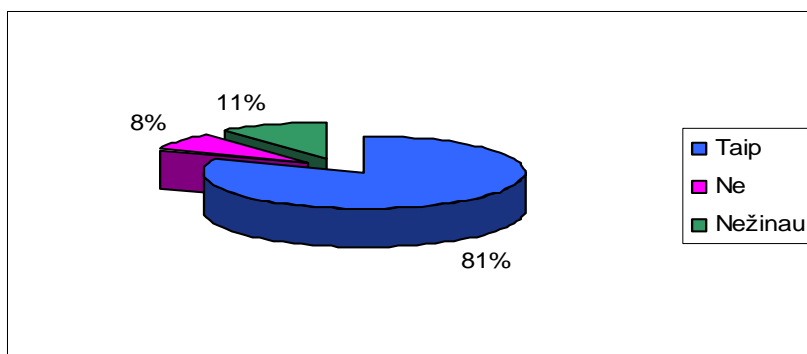
Iš gautų duomenų matyti, kad nei vienas iš respondentų nėra susipažinę su GMO teisine baze pasaulyje. Iš visų apklaustųjų tik 19 % - buvo šiek tiek susipažinę ir net 81 % respondentų nebuvo nieko girdėję apie genetiškai modifikuotus organizmus reglamentuojančius teisės aktus Europos Sąjungoje. Akivaizdžiai matyti, kad visuomenei labai trūksta žinių ne tik apie pačius GMO bei GMP bet ir apie juos reglamentuojančius teisės aktus. Šios informacijos visuomenė gali rasti internete.

13 Klausimas. Ką žinote apie genetiškai modifikuotų organizmų teisinę bazę Lietuvoje?



Iš duomenų matyti, kad visuomenė nėra susipažinusi, nei su teisine baze Europos Sąjungoje, nei Lietuvoje, nei pasaulyje. Akivaizdu, kad visuomenė nieko nežino apie genetiškai modifikuotus organizmus ir genetiškai modifikuotus maisto produktus reglamentuojančius teisės aktus tiek ES, tiek ir Lietuvoje. Šios informacijos labai daug yra pateikusi Aplinkos apsaugos ministerija savo internetiniame tinklapyje. Taip pat visa informacija apie GMO teisinę bazę Lietuvoje pateikiama leidinyje „Lietuvos žinios“.

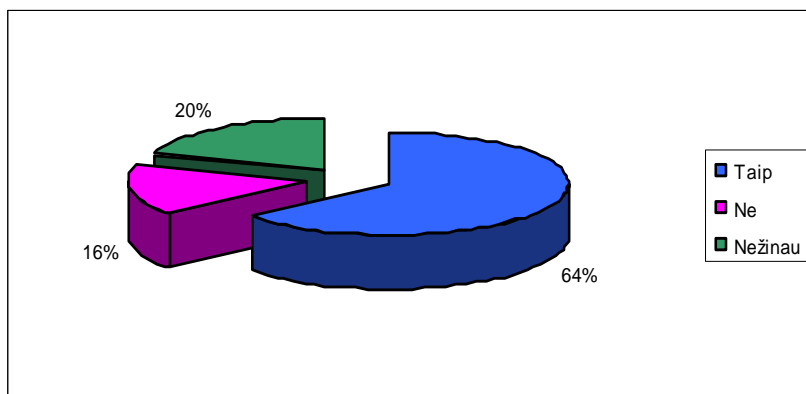
14 Klausimas. Kaip manote ar reikia reguliuoti genetiškai modifikuotų augalų importą?



Didžioji dalis apklaustųjų, net 81 % mano, kad reikalinga reguliuoti genetiškai modifikuotų augalų importą, 11 % - nežino, o 8 % - mano, kad jis visiškai nereikalingas. Iš anketos duomenų matyti, kad visuomenei yra svarbus valstybinis genetiškai modifikuotų augalų reguliavimas. Pastaraisiais metais Lietuvoje ir visoje Europos Sąjungoje genetiškai modifikuotų maisto produktų sauga ir kontrolė yra griežtai reguliuojama. Ji yra viena iš prioritetinių veiklos sričių. GMO importą reguliuoja pasirašyta Jungtinių Tautų biologinės įvairovės konvencija, dar

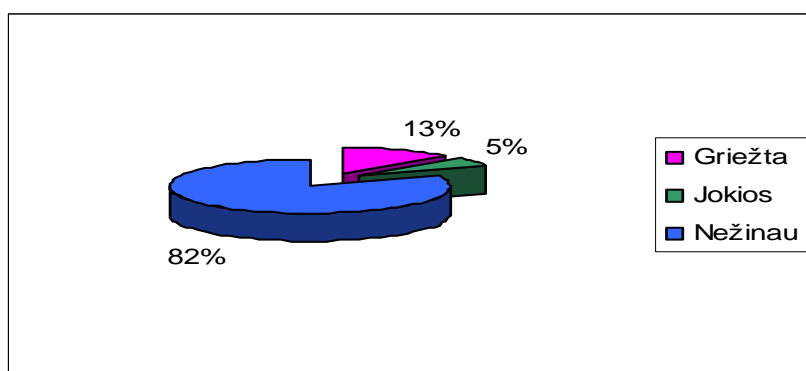
kitaip vadinama Kartachenos protokolu. Jei reguliavimo sistemos nebūtu, žmonės nežinotu kokį produktą jie valgo ar natūralų, ar genetiškai modifikuotą.

15 Klausimas. Kaip manote ar reikia reguliuoti genetiškai modifikuotų augalų eksportą?



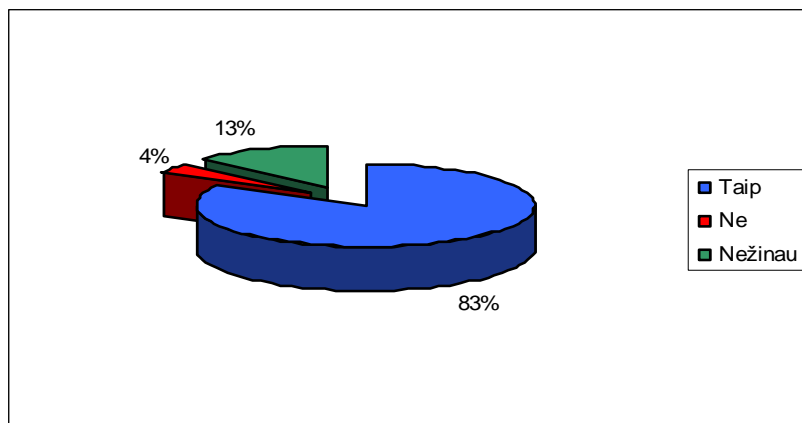
Kaip matyt, 64 % apklaustųjų mano, kad reikalingas genetiškai modifikuotų augalų eksporto reguliavimas. Tuo tarpu 16 % teigia, kad jis visiškai nereikalingas. Akivaizdžiai matyti, kad žmonėms labiau rūpi genetiškai modifikuotų augalų importas nei eksportas. Lietuvoje, kaip ir kitose ES šalyse GM augalų eksportą, kaip ir importą reguliuoja Kartachenos protokolas.

16 Klausimas. Ar žinote, kokia taikoma atsakomybė už GMO naudojimą, pažeidžiant nustatytus reikalavimus?



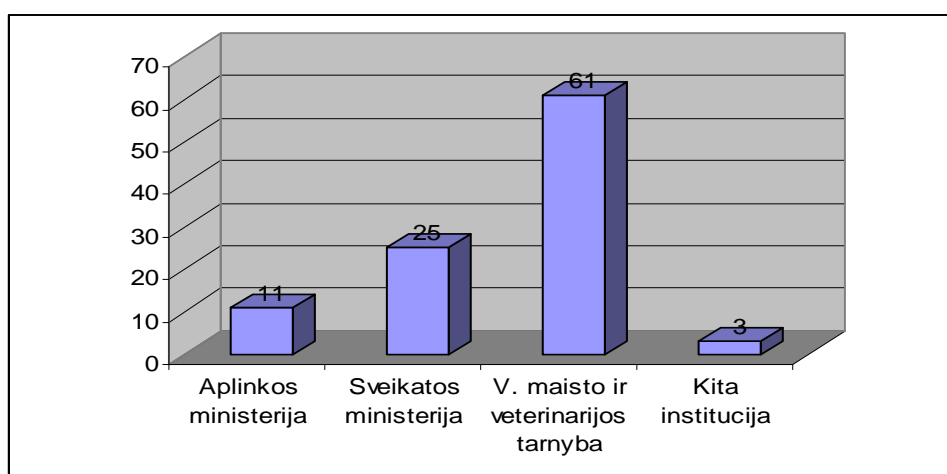
Dauguma respondentų nėra susipažinę su teisine genetiškai modifikuotų organizmų sistema, todėl net 82 % iš jų nežino, kokia taikoma atsakomybė už GMO panaudojimą pažeidžiant nustatytus reikalavimus. Tuo tarpu 5 % mano, kad nėra jokios atsakomybės ir tik 13 % pareiškė, kad už nustatytų transgenų naudojimo reikalavimų pažeidimą taikoma griežta atsakomybė.

17 Klausimas. Ar reikalingas genetiškai modifikuotų organizmų naudojimo valstybinis reguliavimas?



Kaip matyti, nevisiems vartotojams yra svarbus valstybinis genetiškai modifikuotų organizmų naudojimo reguliavimas. 4 % pareiškė, kad jis visai nereikalingas, o 13 % - neapsisprendė. Iš anketos duomenų matyti, kad visuomenei yra svarbus genetiškai modifikuotų organizmų naudojimo valstybinis reguliavimas, nes net 83 % atsakė - taip.

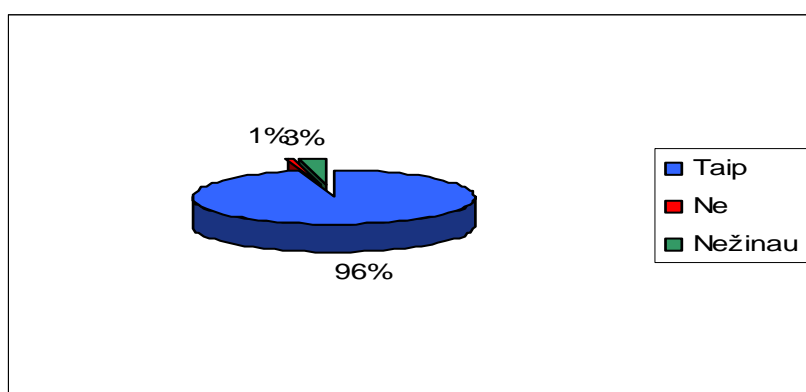
18 Klausimas. Kuri valstybinė institucija atlieka genetiškai modifikuotų augalų naudojimo valstybinį reguliavimą?



Iš apklausos duomenų matyti, kaip pasiskirstė respondentų nuomonė. Didžioji dalis įsitikinę, kad GMO naudojimo valstybinį reguliavimą atlieka Valstybinė maisto ir veterinarijos tarnyba – 61 % ; Sveikatos ministerija – 25 % ; Aplinkos ministerija – 11 % . Likusi dalis (3 %) respondentų mano, kad GM augalų reguliavimą atlieka kitos institucijos. Genetiškai

modifikuotų organizmų, jų produktų ir gaminių valstybinį reguliavimą atlieka LR Aplinkos ministerija, LR Sveikatos apsaugos ministerija ir Valstybinė maisto ir veterinarijos tarnyba, o produktų ir ingredientų valstybinę apsaugos ir higieninę ekspertizę atlieka Respublikinis mitybos centras (RMC). Tik maža žmonių dalis žino, kad valstybinį GM augalų valstybinį reguliavimą atlieka visos 3 institucijos.

19 Klausimas. Ar reikalinga genetiškai modifikuotus produktus ženklinti?



Beveik visi respondentai, net 96 % pareiškė, kad yra būtinas genetiškai modifikuot produktų ženklinimas. O tai parodo, kad visuomenė nori žinoti, kokius produktus įsigyja, t.y genetiškai modifikuotus ar natūralius. Jie nori turėti pasirinkimo teisę.

6. Rezultatų aptarimas

Iš atliktos apklausos duomenų matyti, kad didžioji dalis – 82 % apklaustųjų yra tik šiek tiek susipažinę su genetiškai modifikuotais augalais, o 12 % respondentų nėra nieko girdėję apie šiuos augalus. Taigi, akivaizdu, kad visuomenė nėra pakankamai gerai susipažinusi su GM augalais.

Gauti rezultatai parodė, kad visuomenė nėra pakankamai informuota apie genetiškai modifikuotus augalus ir genetiškai modifikuotus produktus. Net 76 % respondentų norėtų daugiau gauti informacijos. O kaip tinkamiausias informavimo priemones įvardijo – spaudą, televiziją ir internetą.

Didžioji dalis respondentų nurodė, jog didžiausią rinkos dalį sudaro genetiškai modifikuoti produktai iš JAV bei Europos Sąjungos šalių. Iš apklausos duomenų matyti, kad visuomenė nėra pakankamai gerai susipažinusi su genetiškai importuojamų produktų rinka, nes pagrindė importuojama iš JAV, Argentinos, Kanados.

Net 57 % respondentų įsitikinę, kad genetiškai modifikuoti augalai gali padaryti žalą žmonių sveikatai ir tik 31 % - įsitikinęs, kad gali neigiamai veikti aplinką. Dėl netikslios informavimo priemonėmis skelbiamos informacijos apie GMO, visuomenė yra susidariusi klaidingą nuomonę, t.y. dauguma respondentų išvelgia galimą neigiamą poveikį žmonių sveikatai, bet ne aplinkai.

96 % respondentų pareiškė, kad yra būtinas genetiškai modifikuotų augalų ir maisto produktų ženklavimas. Visuomenė nori žinoti, kokius produktus įsigyja prekybos centruose, bei turėti pasirinkimo teisę.

Atitinkamos institucijos, atsakingos už genetiškai modifikuotų organizmų reguliavimo ir kontrolės sistemos efektyvų funkcionavimą, turi atsižvelgti į visuomenės nuomonę bei teikti daugiau informacijos apie genetiškai modifikuotų organizmų savybes (teigiamas ir neigiamas), jų panaudojimą ir teikti žmonėms daugiau informacijos apie GM augalus, GMO ir GM maisto produktus reglamentuojančius teisės aktus.

Išvados

1. Genetiškai modifikuotų pasėlių plotai padidėja apie 9,49 mln.ha. kiekvienais metais pasaulyje. Tokiu būdu tradiciniai pasėlių plotai mažinami užleidžiant vietą GM augalams. Pagal statistinius duomenis jie jau užima daugiau nei 90 mln. ha plotą visame pasaulyje.
2. Galimas GM augalų grėsmės vertinimas neretai yra grindžiamas per gana trumpą laiką atliktais tyrimų rezultatais. Tačiau dabar dauguma mokslinių tyrimų įrodo, kad nebuvo reikiamai įvertinta tokių augalų keliama rizika tiek natūraliai aplinkai, tiek žmogui;
3. Pradėjus auginti GM herbicidams atsparius pasėlius buvo pradėtos naudoti mažesnio žemės įdirbimo reikalaujančios sistemos arba sistemos, kuomet žemė visiškai neįdirbama. Tai lemia mažesnes kuro sąnaudas bei mažesnę CO₂ kiekį ir sumažinama dirvos erozija.
4. Iš analizavus genetiškai modifikuotų organizmų teisinę bazę nustatyta, kad esami teisiniai dokumentai ne efektyviai užtikrina produktų žymėjimą ir visuomenės informavimą Lietuvoje.
5. Iš atliktos apklausos duomenų matyti, kad didžioji dalis apklaustųjų 82 % yra tik šiek tiek susipažinę su genetiškai modifikuotais augalais, o 12 % respondentų nėra nieko girdėję apie šiuos augalus. Apklausos rezultatai parodė, kad visuomenė Lietuvoje nėra pakankamai gerai supažindinta su GM augalais.
6. Sociologinio tyrimo rezultatai parodo, kad visuomenė nėra pakankamai informuota apie genetiškai modifikuotus augalus ir genetiškai modifikuotus maisto produktus. Net 76 % respondentų norėtų daugiau gauti informacijos. O kaip tinkamiausias informavimo priemones įvardijo – spaudą, televiziją ir internetą.

Literatūros sąrašas

1. Anthony M. Shelton, J-Z Zhao, J , Tesora E. HL Collins, SL Bates. (2005) Preserving the Effectiveness of Bt Crops. Geneva, NY.
<http://www.isb.vt.edu/news/2005/artspdf/sep0501.pdf>
2. An agronomic & economic assessment of transgenic canola, Canola Council, Canada. 2001
www.canola-council.org
3. Bauer F, Hertel C, Hammes W.P. Transformation of *Escherichia coli* in foodstuffs. *Syst Appl Microbiol.* 1999;22(2):161–168. www.PubMed.com
4. Biologinės įvairovės konvencijos Kartachenos Biosaugos protokolas., LR Aplinkos ministerija, V., 2004.
5. Brimmer T. A. Influence of herbicide-resistant canola on environmental impact of weed management. *Pest Management Science* 2004.
6. Brookes G, Barfoot P. GM crops: The first ten years – global socio-economic and environmental impacts. PG Economics LTD., UK. ISAAA 2006.
7. Carpenter J. Comparing Roundup ready and conventional soybean yields 1999, National Centre for Food and Agriculture Policy. Washington. 2001 m.
8. Carpenter J ir Gianessi L. (2002) Agricultural Biotechnology: updated benefit estimates, National Centre for Food and Agricultural Policy (NCFAP), Washington, USA
9. Ceremonie H, Buret F, Simonet P, Vogel T.M. Isolation of lightning-competent soil bacteria. *Appl Environ Microbiol.* 2004;70(10):6342–6346. www.PubMed.com
10. Dröge M, Pühler A, Selbitschka W. Horizontal gene transfer as a biosafety issue: a natural phenomenon of public concern. *J Biotechnol.* 1998;64(1):75–90. www.PubMed.com
11. Edwards R. A, Olsen G.J, Maloy S.R. Comparative genomics of closely related salmonellae. *Trends Microbiol.* 2002;10(2):94–99. www.PubMed.com
12. Europos parlamento darbas 1999 –2004
www.elections2004.eu.int/highlights/lt/default.htm
13. Eugenia Tesora (2005). Ecological risk of Bt crops. NY
<http://www.eat-online.net/english/default.htm>
14. Fernandez-Cornejo J, Heimlich R and Mc Bride W. Genetically engineered crops: has adoption reduced pesticide use, USDA 2000 August.
15. Genetiškai modifikuoti organizmai gamtoje ir mūsų gyvenime.V., gamtos apsaugos draugija, 2001.

16. George Morris Centre Economic and Environmental impacts of the commercial cultivation of glyphosate tolerant soybeans. Monsanto Canada 2004.
17. GMO Compass, GMO Cultivation Area by Crop, 2003.
www.gmo-compass.org/eng/agri_biotechnology/gmo_planting/
18. GMO Compass. Growing around the world. 2006.
<http://bix.meniu.lt/news.php?strid=1016&id=60272>
19. Gučinskaitė I, D. Lygis, G. Jodinskas, Lazutka J.R, Paulauskas, mačiūnaitė J. Genetiškai modifikuoti organizmai ir produktai bei jų panaudojimo perspektyvos Lietuvoje. Konferencija, 2004 05 27.
20. Jacob D, Lewin A, Meister B, Appel B. (2002) Plant-specific promoter sequences carry elements that are recognised by the eubacterial transcription machinery. *Transgenic Res.* 11(3):291–303. www.PubMed.com
21. James C (2003) Global review of commercialized transgenic crops 2002: feature Bt maize, ISAAA No 29.
22. Johnson. (2005) Greenhouses gas contributions and mitigation potential of agriculture in the central USA. *Soil Tillage Research* 83. 73 – 94.
23. Jonas D.A, Elmadfa I, Engel K.H, et al. Safety considerations of DNA in food. *Ann Nutr Metab.* 2001;45(6):235–254. www.PubMed.com
24. Ką vartotojas turėtų žinoti apie genetiškai modifikuotus produktus? Valstybinė maisto ir veterinarijos tarnyba (VMVT). 2004 07 05.
25. Kharazmi M, Sczesny S, Blaut M, Hammes W.P, Hertel C. Marker rescue studies of the transfer of recombinant DNA to *Streptococcus gordonii in vitro* in foods and gnotobiotic rats. *Appl Environ Microbiol.* 2003;69(10):6121–6127. www.PubMed.com
26. Kleiter G ir kt. The effect of the cultivation of GM crops on the use of pesticides and the impact thereof on the environment, RIKILT, Institute of Food Safety, Wageningen, Netherlands, 2004.
27. Kovach J, C. Petzoldt, J. Degni, and J. Tette. A method to measure the environmental impacts of pesticides. *New York's Food and Life Sciences Bulletin.* IPM Program, Cornell University, NY State (1992-2007)
<http://www.nysipm.cornell.edu/publications/EIQ.html>
28. Leibig. (2005) Greenhouse gas contributions and mitigation potential of agriculture practices in northwestern USA and western Canada. *Soil Tillage Research* 83. 25-52
29. Lenkaitis R ir kt., Direktyvos 2001/18/EB Dėl genetiškai modifikuotų organizmų apgalvoto išleidimo į aplinką įgyvendinimo pasekmių įvertinimo tyrimas, baigiamoji ataskaita.V., 2002

30. Lewin A, Tran T.T, Jacob D, Mayer M, Freytag B, Appel B. Yeast DNA sequences initiating gene expression in *Escherichia coli*. *Microbiol Res.* 2004;159(1):19–28. www.PubMed.com
31. Lietuvos Respublikos genetiškai modifikuotų organizmų įstatymas. V.Ž., 2001, Nr. 56 – 1976. <http://www3.lrs.lt/cgi-bin/getfmt?C1=w&C2=140097>
32. Lietuvos Respublikos Aplinkos ministro įsakymas. Dėl genetiškai modifikuotų organizmų valdymo priežiūros komiteto sudarymo ir jų nuostatų patvirtinimo. 2001.Nr. 602, Vilnius. http://gmo.am.lt/servlet/ml.framework.fw.ViewServlet?show=Ekspertai_110562634132817323.pdf
33. Lorenz M. G, Wackernagel W. Bacterial gene transfer by natural genetic transformation in the environment. *Microbiol Rev.* 1994;58(3):563–602 www.PubMed.com
34. Mačiūnaitė J. Tarptautinių ir nacionalinių teisės aktų, reglamentuojančių šiuolaikinių modernių biotechnologijų saugų naudojimą ir susijusių su Biosaugumo (Kartachenos) protokolo reikalavimų įgyvendinimu ES ir Lietuvoje, analizė ir apžvalga. V., 2003, 31p.
35. Martinez-Carillo J, Diaz-Lopez N. (2005) Nine years of transgenic cotton in Mexico: adoption and resistance management, Proceedings Beltwide Cotton Conference, Memphis, USA, June 2005
36. McClelland. (2000) Rou, Arkansas Agricultural Experiment Station.
37. Netherwood T, Martín-Orúe S.M, O'Donnell A.G. Assessing the survival of transgenic plant DNA in the human gastrointestinal tract. *Nat Biotechnol.* 2004;22(2):204–209. www.PubMed.com
38. Paulauskas A, Genetiškai modifikuoti organizmai, V., 2004
39. Sujatha Sankula. Quantification of the Impacts on US Agriculture of Biotechnology-Derived Crops planted in 2005. National Center for Food Agricultural Policy. Washington 2006.
40. Tepfer D, Garcia-Gonzales R, Mansouri H, et al. Homology-dependent DNA transfer from plants to a soil bacterium under laboratory conditions: implications in evolution and horizontal gene transfer. *Transgenic Res.* 2003;12(4):425–437. www.PubMed.com
41. Thomas Schweiger. (2001) Europos sąjungos plėtra ir genetiškai modifikuoti organizmai. V., Vilniaus apsaugos draugija. 31 p.
42. U.S. Department of Energy Genomes, Genetically Modified Food and Organisms, 2003
43. Van den Eede G, Aarts H, Buhk H.J, Keen C.L, Gershwin M.E, et al. The relevance of gene transfer to the safety of food and feed derived from genetically modified (GM) plants. *Food Chem Toxicol.* 2004;42(7):1127–1156. www.PubMed.com
44. Wilcks A, van Hoek A.H, Joosten R.G, Jacobsen B.B, Aarts H.J. Persistence of DNA studied in different *ex vivo* and *in vivo* rat models simulating the human gut situation. *Food Chem Toxicol.* 2004;42(3):493–502. www.PubMed.com

45. Zopelytė K, (2004) Genetiškai modifikuotų augalų panaudojimo tendencijos Lietuvoje. Vilnius, Jaunųjų mokslininkų darbai, VGTU.

The Analysis of Genetically Modified Plants Spread and Environment Impact and the Analysis of Lithuanian People Attitude

N. Dževečkaitė

Summary

Genetically modified plants (GM plants) are being engineered in order to develop different new species, i.e. enhancing technological and nutrient traits. There have been engineered thousands of new plants species, employed genetic engineering methods. The dominant plants are GM herbicide tolerant plants and GM insecticide tolerant plants. Although the first commercial GM crops were planted in 1994 (tomatoes), 1996 was the first year in which a significant area 1.66 mln.ha of crops were planted containing GM traits. Since then there has been a dramatic increase in plantings and by 2005, the global planted area reached almost 87,2 million hectares. Almost all of the global GM crop area derives from soybeans, corn, cotton and canola.

Genetically modified plants are products of new technologies. Plants develop new characteristics which were not typical of them before. Safety of GM food has not been proved. The research wasn't long-term and sufficient enough. This plants can be dangerous for human health and for environment.

In order to ensure the requirement established for safe handling, use and control of the GM plants and GM products for human and animal health and environmental protection, it is necessary to perform risk assessment posed by GM plants and GM products to the environment, agriculture and human health and to organize constant monitoring.

Genetiškai modifikuotų augalų paplitimo ir poveikio aplikai analizė ir Lietuvos gyventojų
požiūrio apžvalga
N. Dževečkaitė

Santrauka

Genetiškai modifikuoti augalai kuriami siekiant sukurti naujas veisles, t.y pagerinti augalų technologines ir maistines savybes. Genų inžinerijos metodais sukurta tūkstančiai naujų veislių. Tai augalai atsparūs herbicidams ir insekticidams. Nors pirmieji komerciniai GM pasėliai užauginti 1994 metais (pomidorai), 1996 metai laikomi metais, kuomet GM pasėliai pradėti

auginti plačiu mastu (1,66 milijono hektarų). Nuo tada GM pasėlių auginimas augo labai staigiai ir 2005 metais tokie pasėliai užėmė 87,2 milijonus hektarų ploto. Didžiausią GM pasėlių plotą užima: soja, javai, medvilnė ir rapsai.

Genetiškai modifikuoti augalai – produktas naujų technologijų. Tokie augalai įgauna savybių kurios jiems iki tol nebuvo būdingos. GM maisto saugumas dar nėra įroditas. Tyrimai nebuvo ilgalaikiai ir pakankami. Šie augalai gali būti pavojingi tiek žmogaus sveikatai, tiek ir aplinkai.

Siekiant užtikrinti, kad GM augalai ir GM produktai atitiktų nustatytas žmonių ir gyvūnų saugos bei aplinkos apsaugos reikalavimus, būtina atlikti rizikos aplinkai, žemės ūkiui, gyvūnų ir žmonių sveikatai įvertinimą ir vykdyti monitoringą.