

**VISOKA ŠOLA ZA VARSTVO OKOLJA**

**DIPLOMSKO DELO**

**PRISTOPI RAVNANJA Z GENSKO SPREMENJENIMI  
ORGANIZMI (GSO)**

**APPROACHES IN MANAGEMENT OF GENETICALLY  
MODIFIED ORGANISMS (GMO)**

**JASMINA PEGAN**

**VELENJE, 2017**

**VISOKA ŠOLA ZA VARSTVO OKOLJA**

DIPLOMSKO DELO

**PRISTOPI RAVNANJA Z GENSKO SPREMENJENIMI  
ORGANIZMI (GSO)**

JASMINA PEGAN

Varstvo okolja in ekotehnologije

Mentor: doc. dr. Martin Batič

VELENJE, 2017

Številka: 726-41/2013-4  
Datum: 2. 8. 2016

Na podlagi Diplomskega reda izdajam naslednji

### SKLEP O DIPLOMSKEM DELU

Študentka Visoke šole za varstvo okolja **Jasmina Pegan** lahko izdela diplomsko delo z naslovom v slovenskem jeziku:

**Pristopi ravnanja z gensko spremenjenimi organizmi.**

Naslov diplomskega dela v angleškem jeziku:

**Approaches in management of genetically modified organisms.**

Mentor: **doc. dr. Martin Batič.**

Diplomsko delo mora biti izdelano v skladu z Diplomskim redom VŠVO.

Pouk o pravnem sredstvu: zoper ta sklep je dovoljena pritožba na Senat VŠVO v roku 8 delovnih dni od prejema sklepa.



Izr. prof. dr. Boštjan Pokorny  
dekan

Visoka šola za varstvo okolja

Trg mladosti 7 | 3320 Velenje

t: 03 898 64 10 | f: 03 89864 13 | e: info@vsvo.si

[www.vsvo.si](http://www.vsvo.si)



### IZJAVA O AVTORSTVU

Podpisani/a Jasmina Pegan, vpisna številka 34080027, študent/ka visokošolskega strokovnega študijskega programa Varstvo okolja in ekotehnologije, sem avtor/ica diplomskega dela z naslovom Pristopi ravnanja z gensko spremenjenimi organizmi

ki sem ga izdelal/a pod:

- mentorstvom doc. dr. Martin Batič
- somentorstvom /

S svojim podpisom zagotavljam, da:

- je predloženo delo moje avtorsko delo, torej rezultat mojega lastnega raziskovalnega dela;
- oddano delo ni bilo predloženo za pridobitev drugih strokovnih nazivov v Sloveniji ali tujini;
- so dela in mnenja drugih avtorjev, ki jih uporabljam v predloženem delu, navedena oz. citirana v skladu z navodili VŠVO;
- so vsa dela in mnenja drugih avtorjev navedena v seznamu virov, ki je sestavni element predloženega dela in je zapisan v skladu z navodili VŠVO;
- se zavedam, da je plagiatorstvo kaznivo dejanje;
- se zavedam posledic, ki jih dokazano plagiatorstvo lahko predstavlja za predloženo delo in moj status na VŠVO;
- je diplomsko delo jezikovno korektno in da je delo lektoriral/a Jasmina Vajda Vrhunec;
- dovoljujem objavo diplomskega dela v elektronski obliki na spletni strani VŠVO; sta tiskana in elektronska verzija oddanega dela identični.

Datum: 15. 5. 2017

Podpis avtorja/ice: Jasmina Pegan

## **ZAHVALA**

Iskreno se zahvaljujem mentorju doc. dr. Martinu Batiču za pomoč pri iskanju literature, nasvete in usmerjanje pri pisanju diplomskega dela. Prav tako se zahvaljum družini za vso podporo med študijem.

## **IZVLEČEK:**

Gensko spremenjeni organizmi (GSO) so zaradi slabšega razumevanja širše javnosti in različnih stališč strokovnjakov glede primernosti njihove uporabe kontroverzna tema. Tisti, ki GSO niso naklonjeni, opisujejo možne negativne vplive na okolje/naravo in zdravje ljudi, kar je skrb vzbujajoče in vnaša nezaupanje v širšo javnost. Na drugi strani zagovorniki GSO poudarjajo, da GSO ne predstavljajo nevarnosti in v njih vidijo možnosti za večji pridelek, večjo odpornost gensko spremenjenih rastlin in izboljšano hranilno vrednost gensko spremenjene hrane v primerjavi z gensko nespremenjeno. Javnost oziroma potrošniki si zaradi nasprotujočih si informacij, ki jih posredujejo tako strokovna javnost kot svetovni splet in pisni viri, težko sestavijo jasno sliko o GSO, zato v večini ostajajo zadržani oziroma nenaklonjeni GSO. Prav tako na sprejemanje ali zavračanje GSO vplivajo tudi drugi dejavniki, kot so kultura, pretekle izkušnje in ekonomski razlogi.

V diplomskem delu je izvedena primerjava različnih pristopov ravnanja in uporabe GSO v Evropski uniji, Sloveniji in Združenih državah Amerike. Ugotovljeno je bilo, da se med seboj razlikujejo. Zaradi tega prihaja do razlik med različnimi državami tudi v razumevanju in dojemanju GSO.

**Ključne besede:** GSO, kontroverznost uporabe GSO, vplivi na okolje/naravo, mnenje javnosti, uporaba in ravnanje z GSO, ZDA, EU in Slovenija.

## **ABSTRACT:**

Genetically modified organisms (GMOs) are a controversial topic due to a lack of understanding among the general public and different opinions of experts regarding their use. People who are against GMOs describe the possible negative influence on the environment/nature and on human health, which is a cause for concern and public distrust. On the other hand, GMOs supporters claim that they are not dangerous and offer advantages, such as increased yields, higher resistance of genetically modified crops to pests and a better nutritional value of genetically modified food in comparison to non-genetically modified food. Due to conflicting information from experts as well as on the Internet and in written sources the public, i.e. consumers, find it difficult to form a clear opinion on GMOs, therefore the majority are either sceptical about it or against it. The acceptance or rejection of GMOs is influenced also by other factors, such as culture, previous experience and economic reasons.

The thesis compares different approaches and behaviour in relation to the use of GMOs in the European Union, Slovenia and the United States of America. The analysis shows that these approaches differ, which also leads to a different understanding and perception of GMOs in different countries.

**Key words:** GMO, controversy of GMO use, influence on the environment/nature, public opinion, use and management of GMO, USA, EU and Slovenia.

## KAZALO VSEBINE

1.	UVOD .....	1
1.1.	Opis problema .....	1
1.2.	Namen in cilji .....	2
1.3.	Hipoteze .....	2
1.4.	Metode dela .....	3
2.	BIOTEHNOLOGIJA .....	4
2.1.	Klasična biotehnologija .....	4
2.2.	Sodobna biotehnologija .....	5
2.2.1.	Primerjava sodobne s klasično biotehnologijo .....	7
2.3.	Klasifikacija biotehnologije po področjih uporabe (na osnovi barvnega spektra) .....	7
2.3.1.	Siva biotehnologija .....	7
2.3.2.	Bela biotehnologija .....	7
2.3.3.	Rdeča biotehnologija .....	8
2.3.4.	Zelena biotehnologija .....	8
2.3.5.	Modra biotehnologija .....	8
3.	GENSKO SPREMENJENI ORGANIZMI .....	8
3.1.	Tehnike pridobivanja GSO .....	9
3.2.	Prednosti GSO za okolje in zdravje ljudi .....	10
3.3.	Okoljska in zdravstvena tveganja GSO .....	11
3.3.1.	Toksini .....	12
3.3.2.	Alergijske reakcije .....	12
3.3.3.	Ekologija .....	12
3.3.4.	Horizontalni in vertikalni prenos genov .....	12
3.4.	Gensko spremenjene rastline (GSR) .....	13
3.5.	Pojav in razširjenost GSO .....	13
3.5.1.	ZDA, EU in ostali svet .....	13
3.5.2.	Slovenija .....	15

4.	DRUŽBENO EKONOMSKI VIDIKI GSO .....	15
4.1.	Družbeno ekonomski vidiki .....	15
5.	PREVIDNOSTNO NAČELO IN GSO .....	18
5.1.1.	Različice previdnostnega načela .....	19
6.	PRESOJA VARNOSTI/TVEGANJA GSO .....	20
6.1.	Ocenjevanje tveganja v EU .....	20
6.2.	Ocenjevanje tveganja v ZDA .....	21
7.	ZAKONODAJNI OKVIRI NA PODROČJU GSO IN OZNAČEVANJE (PRIMERI: ZDA, EU IN SLOVENIJA) .....	22
7.1.	Mednarodne pogodbe .....	22
7.1.1.	Kartagenski protokol o biološki varnosti .....	22
7.2.	Zakonodaja v EU, Sloveniji in ZDA .....	23
7.2.1.	Direktiva 2009/41/ES o delu z gensko spremenjenimi mikroorganizmi v zaprtih sistemih	23
7.2.2.	Direktiva 2001/18/ES o namernem sproščanju GSO v okolje in dajanju na trg	23
7.2.3.	Uredba 1829/2003 o gensko spremenjeni hrani in krmi .....	24
7.2.4.	Uredba 1830/2003 o sledljivosti in označevanju GSO .....	24
7.2.5.	Direktiva 2015/412/EU .....	25
7.2.6.	Evropska agencija za varnost hrane – EFSA .....	26
7.2.7.	Zakon o ravnanju z gensko spremenjenimi organizmi (ZRGSO) .....	26
7.2.8.	ZDA .....	28
7.2.9.	Označevanje GSO v EU in ZDA .....	28
8.	PRISTOPI DO GSO V EU IN ZDA TER POSLEDICE .....	29
8.1.	Primerjava odobritev GSO za dajanje na trg (EU in ZDA) .....	29
8.2.	Družbene razlike .....	31
8.3.	Izkušnje z novimi tehnologijami .....	32
8.4.	Informiranje javnosti o GSO .....	32
8.4.1.	EU in Slovenija .....	32
8.4.2.	ZDA .....	35
9.	PRIHODNOST UPORABE GSO .....	35
10.	Sklepi .....	36
11.	Povzetek .....	39



12.	Summary .....	40
13.	Viri .....	42

### KAZALO SLIK

Slika 1: Način pridobivanja GSO .....	9
Slika 2: Pridelava GSR po državah v letu 2015 po zasajenih površinah .....	14
Slika 3: Delež GSR v pridelavi po svetu od skupne površine kmetijske zemlje za posamezno rastlino .....	15
Slika 4: Seznanjenost prebivalcev z GSO v državah EU-27 .....	34
Slika 5: Naklonjenost prebivalcev do GSO v državah EU-27 .....	35

## SEZNAM KRATIC

BSE: bolezen norih krav (*bovina spongiformna encefalopatija*)

MKGP: Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano

FDA: Urad za hrano in zdravila ZDA

USDA: Direktorat za kmetijstvo ZDA

EPA: Agencija za varovanje okolja ZDA

DNK: dezoksiribonukleinska kislina

rDNK: rekombinantna DNK

EFSA: Evropska agencija za varnost hrane

GSO: gensko spremenjeni organizmi

GSR: gensko spremenjene rastline

ZDA: Združene države Amerike

EU: Evropska unija

## 1. UVOD

### 1.1. Opis problema

Poznavanje in predvsem razumevanje gensko spremenjenih organizmov (v nadaljevanju GSO) je zapleteno, saj je že sam izraz »gensko spremenjen« težko predstavljen in neenotno pojmovan tako v širši (laični) kot strokovni javnosti. Različne izraze za GSO najdemo tudi v strokovni literaturi. Poleg tega se lahko ta pojem navezuje na različne organizme (mikroorganizme, živali in rastline). Tudi nove lastnosti, ki jih organizem lahko pridobi z vnosom genov, so lahko različne, zato je potrebno zavedanje ali poznavanje raznolikosti, več možnih prednosti in nevarnosti, ki jih predstavljajo GSO (Žel, 2007; Bohanec in sod., 2004).

Splošen problem enostranskega poznavanja področja in ravnanja z GSO se izrazito kaže v medijih, saj pogosto zasledimo novice o poseganju moderne biotehnologije oziroma genskega inženiringa na področje živega sveta na način, ki je za povprečnega bralca težko predstavljen in pogosto nasprotujoč. Takšne vsebine pogosto podajajo neobjektiven pogled na GSO in velikokrat nekritično izpostavljajo in poudarjajo samo potencialne nevarnosti ali samo njihove pozitivne lastnosti. Izmed vseh proizvodov sodobne biotehnologije je trenutno najbolj izpostavljena hrana, ki se pridobiva iz gensko spremenjenih rastlin (v nadaljevanju GSR) (Bohanec in sod., 2004).

Področje GSO je relativno novo, zato zahteva dobro in nepristransko informiranega posameznika, ki je seznanjen tako s prednostmi kot pomanjkljivosti sodobne biotehnologije. To mu omogoča, da se lahko informirano opredeli do njenih novih proizvodov. Na drugi strani lahko slabo poznavanje ali pristransko informiranje o GSO v posamezniku vzbudi predvsem zaskrbljenost in sproži upravičene in neupravičene dodatne socialne in etične dileme do teh proizvodov (prav tam, 2004).

Številne nove tehnologije lahko vplivajo na ohranjanje narave in okolja na neposreden ali posreden način, tako tudi gensko inženirstvo. V literaturi se v povezavi z GSO omenjajo tudi nekateri problemi za okolje, ki bi jih lahko GSO potencialno povzročili: tvorba toksinov, ki lahko negativno delujejo na koristne organizme (Tudge, 2002), nenadzorovan prenos vstavljenih genov na druge organizme v okolju (Eastham in Sweet, 2002) in neznani dolgoročni učinki na zdravje ljudi in tudi okolje (Naquet, 2002). Vprašanje, ki se v tem okviru postavlja, je, ali so ti potencialni problemi dovolj dobro zajeti v obstoječi zakonodaji. Osrednji del vzpostavljenih zakonodajnih okvirov je presoja tveganja za okolje in zdravje ljudi, ki omogoča ugotavljanje, ali obstaja verjetnost, da bi pri sproščanju GSO v okolje prišlo do negativnih vplivov za okolje. Strokovna javnost je ravno na področju GSO še vedno razdeljena, saj so nekateri strokovnjaki mnenja, da bi lahko GSO imeli škodljive vplive na okolje in zdravje ljudi, medtem ko drugi menijo, da je nadzor dovolj dober, da do njih ne more priti. Tako različna opredeljenost strokovnjakov do GSO povzroča še dodatno zmedo med potrošniki glede izbire GSO in tudi med drugimi deležniki.

Zaradi različnih pristopov k ravnanju z GSO, ki so povezani s presojo tveganj za GSO, se razumevanje varnosti/tveganja med državami razlikuje. V osnovi lahko izpostavimo dva pristopa k presoji tveganj, in sicer tistega, ki ga uporabljamo v Evropski uniji (v nadaljevanju EU) in njenih državah članicah, vključno s Slovenijo, ter zajema oceno varnosti/tveganja

samega GSO skupaj s procesom njegovega pridobivanja. Na drugi strani imamo pristop, ki presoja samo končni proizvod in ne vključuje procesa, s katerim se je GSO pridobil. V tem okviru je poznavanje različnih pristopov ravnanja z GSO pomemben vidik za razumevanje razlik, ki nastajajo med različnimi državami v razumevanju in dojetanju GSO.

Osrednji del vseh zakonodajnih postopkov dovoljevanja GSO je ocena varnosti/tveganja za človeka, živali, rastline in okolje. V primeru zakonodajnega okvira EU, ko je GSO namenjen za hrano ljudi in živali ter uvoz, pridelavo in predelavo, v ta namen izvaja oceno tveganja glede varnosti/tveganja za hrano ljudi, živali in okolje Evropska agencija za varnost hrane (v nadaljevanju EFSA) v sodelovanju z državami članicami.

Na drugi strani je v Združenih državah Amerike (v nadaljevanju ZDA) za oceno varnosti/tveganja tistih GSO, ki so namenjeni za hrano, odgovoren Urad za hrano in zdravila (FDA – Food and Drug Administration). V primeru GSR je to Direktorat za kmetijstvo (USDA – U.S. Department of Agriculture) in v primeru tistih GSO, ki vsebujejo gene za odpornost proti fitofarmaceutskim sredstvom in škodljivcem, Agencija za varovanje okolja (EPA – Environmental Protection Agency) (Lynch in Vogel, 2001).

## **1.2. Namen in cilji**

Področje GSO je še vedno polno nasprotujočih si mnenj in sproža različne razprave znotraj strokovne javnosti in tudi potrošnikov, kar je pogosto posledica različnih nasprotujočih si informacij, ki se navajajo v občilih javnega obveščanja ali so dostopne na svetovnem spletu in v strokovni literaturi. K tej zmedbi verjetno pripomorejo tudi različni pristopi k ravnanju z GSO, ki se med državami razlikujejo, kar posredno vpliva tudi na razumevanje in dojetanje GSO.

V diplomskem delu želimo zaradi boljšega razumevanja tematike najprej opisati osnovne pojme (npr. sodobna biotehnologija, genski inženiring, GSO) in jih na kratko predstaviti v smislu klasifikacije, opisa metod, pojavnosti v svetu, njihovih prednosti oziroma pomanjkljivosti za človeka in okolje. To bo podlaga za argumentacijo zastavljene hipoteze.

Namen diplomskega dela je narediti primerjavo pristopov k ravnanju z GSO in oceni tveganja za okolje in zdravje ljudi v EU in Sloveniji ter ZDA. Delo vključuje pregled zakonodajnih okvirov ter tudi odnos stroke in javnosti do tega kontroverznega področja.

## **1.3. Hipoteze**

V diplomskem delu se bomo lotili primerjave pristopov ravnanja z GSO v EU in Sloveniji ter ZDA. Znano namreč je, da se GSO v ZDA veliko več uporabljajo (za pridelavo in predelavo) kot v EU in tudi v Sloveniji, ki je do GSO zelo zadržana. V okviru dela želimo ugotoviti razloge, ki so pripeljali do teh razlik, in navesti, katere so lahko prednosti in pomanjkljivosti uporabe oziroma neuporabe GSO. V ta namen smo si zastavili naslednje hipoteze:

(H1): Ravnanje in uporaba GSO se zaradi drugače zastavljene zakonodaje v različnih državah med seboj ne razlikujeta.

(H2): Različni pristopi k oceni tveganja/varnosti GSO na zdravje ljudi in okolje med državami ne vplivajo na sprejemanje GSO.

(H3): Mediji in javnost imajo pomembno vlogo pri ustvarjanju javnega mnenja o GSO, kar vpliva na sprejemanje oziroma zavračanje GSO.

(H4): Razlike v zahtevah po označevanju GSO vplivajo na sprejemanje oziroma zavračanje GSO med potrošniki.

#### **1.4. Metode dela**

Diplomsko delo bo izdelano na podlagi naslednjih raziskovalnih metod:

- iskanje domače in tuje literature (literaturo smo iskali v knjižnici in na svetovnem spletu v elektronski obliki);
- metoda zbiranja in pregleda literature (temeljito smo pregledali domačo in tujo strokovno literaturo);
- metoda klasifikacije (opisali smo bistvene pojme, ki se navezujejo na GSO);
- metoda sinteze podatkov (zajeli smo bistvene podatke o GSO in stanju v ZDA, EU in Sloveniji, jih primerjali ter združili v pregledno celoto);
- pregled obstoječe zakonodaje s tega področja (opravili smo pregled dokumentacije, ki zadeva GSO, preverili obstoječe stanje v ZDA, EU in Sloveniji ter proučili pristop ZDA, EU in Slovenije do GSO).

Z zastavljenimi delovnimi hipotezami in izbranimi metodami dela bomo poskušali odgovoriti na splošno vprašanje, kako različni pristopi in razumevanje tako strokovne kot širše javnosti v povezavi z GSO vplivajo na oceno tveganja in zakonodajni okvir ter posledično na sprejemanje GSO in genskega inženiringa. Z delom želimo prispevati k boljšemu razumevanju tega področja, pregledu in pomenu GSO ter možnostim genskega inženiringa v prihodnosti.

## 2. BIOTEHNOLOGIJA

Osnovni namen biotehnologije (bios = življenje; teuchos = orodje; logos = proučevanje, kar etimološko pomeni proučevanje orodij iz živih bitij) je industrijsko izkoriščanje organizmov, celičnih in tkivnih kultur, njihovih delov in molekularnih analogov za pridobivanje človeku koristnih proizvodov, ki se uporabljajo na zelo različnih področjih, kot so živilska, farmacevtska in kemična industrija, medicina in veterina ter kmetijstvo in ekologija (Slovenski portal biološke varnosti, 2015).

Pojem biotehnologija še vedno ni povsem enotno opredeljen, saj o tem obstajajo še vedno različna mnenja. Najširša opredelitev, ki je zapisana v Konvenciji o biološki raznovrstnosti, pravi, da je biotehnologija vsaka tehnološka aplikacija, ki uporablja biološke sisteme, žive organizme ali njene derivate za pripravo ali spremembo proizvodov ali procesov, ki so namenjeni specifični uporabi (Cartagena Protocol on Biosafety to the Convention on Biological Diversity, 2000). V tem okviru zasledimo tudi opredelitev, ki se nanaša predvsem na sodobno biotehnologijo in pravi, da je to »uporaba rekombinantne DNK za genetsko spreminjanje ali karakterizacijo živih organizmov« (Bohanec in sod., 2004). Zaradi tega, ker je biotehnologija multidisciplinarna veda, obstajajo tudi druge biotehnološke tehnike (npr. kloniranje živali), ki pogosto pri opredelitvah, ki zajemajo ožji spekter biotehnoloških orodij, niso zajete. Zato še vedno obstaja več razlag pojma biotehnologija (Bohanec in sod., 2004).

Biotehnologijo je mogoče deliti tako na podlagi tehnik, ki jih ta tehnologija uporablja, kot na osnovi področij, na katerih je prisotna. Na podlagi časovnega razvoja tehnik spreminjanja organizmov lahko biotehnologijo delimo na klasično ali tradicionalno in sodobno biotehnologijo. Kot je bilo že predhodno omenjeno, je možna delitev tudi glede na področje uporabe, ki je zelo raznovrstno in zajema na primer kmetijstvo in industrijske procese proizvodnje hrane/kreme, proizvodov varovanja zdravja, prav tako tudi okoljske rešitve za zmanjševanje onesnaževanja. V nadaljevanju je opisana delitev na klasično in sodobno biotehnologijo.

### 2.1. Klasična biotehnologija

Biotehnologija se kot veda pojavi ob koncu devetnajstega stoletja. Pomeni znanstveni in tehnološki pristop, predvsem k procesom, ki potekajo v živilstvu (npr. fermentacija in uporaba kvasovk v proizvodnji vina in piva ter uporaba bakterij za proizvodnjo mlečnih izdelkov), kmetijstvu, varovanju zdravja in okolja itd. (A History of Biotechnology, 2014).

Poudarek je predvsem na uporabi mikroorganizmov, ki se v tem obdobju začnejo proučevati in izolirati. Takratno mikrobiološko znanje je omogočalo izolacijo čistih sevov bakterij ter kvasovk in gliv, učinkovitih v aerobnih in anaerobnih bioprocesih, kar omogoča doseganje enakomerne kakovosti končnega proizvoda. V tem času začnejo biotehnološka znanja posegati tudi na številna druga področja človekovega življenja (prav tam, 2014).

Na začetku dvajsetega stoletja biotehnologija napreduje do te mere, da se začnejo za industrijske namene uporabljati tudi organske molekule, kot so aminokisliline, proteini in encimi. V teh letih se prvič pojavi pojem »biotehnologija«, in sicer ga uporabi Karl Ereky za

opis pretvorbe določenega substrata z organizmom v uporaben proizvod za človeka (prav tam, 2014).

Pomembnejši dosežek tistega obdobja je tudi uporaba bioprocsov za proizvodnjo organskih kemikalij, kot sta aceton in brezdimni smodnik. Eno izmed najpomembnejših odkritij tega obdobja je učinkovina penicilin, ki je proizvod gliv in se uporablja kot antibiotik (prav tam, 2014).

V kmetijstvu so pred pojavom biotehnologije tehnike žlahtnjenja temeljile na več ali manj naključnih križanjih in izboru/selekciji. Znanstveni pristop k žlahtnjenju se tako pojavi šele ob razvoju biotehnologije in omogoča bolj izpopolnjen pristop k žlahtnjenju rastlin, vendar nekaterih zastavljenih ciljev z uporabo klasičnih tehnik žlahtnjenja ni bilo mogoče doseči, saj imajo nekatere rastlinske vrste bolj zapleten sistem opraševanja oziroma ga je s temi tehnikami težje nadzorovati. To v praksi pomeni različno hitrost napredka pri žlahtnjenju rastlinskih vrst, zato se na tej osnovi manj odzivne kmetijske rastline opuščajo (Bohanec in sod., 2004).

Ajda je lahko eden izmed primerov omejenosti glede genetskega napredka z uporabo žlahtnjenja, saj klasična tehnika žlahtnjenja in masovna selekcija omogočata zgolj počasen genetski napredek ter s tem tudi slabšo zanesljivost in velikost pridelka, odpornost proti boleznim itd. Zaradi tega ta rastlinska vrsta ni konkurenčna nekaterim drugim, pri katerih je lažje doseči genetski napredek s klasičnimi tehnikami žlahtnjenja (Bohanec in sod., 2004).

Danes klasične tehnike žlahtnjenja potekajo na način, da se odberejo najboljše starševske matične in najboljše očetovske rastline ter se med seboj križajo. V primeru opraševanja rastlin poznamo dva načina opraševanja. Rastlina je lahko samoprašnica ali tujeprašnica. To dodatno zakomplicira pridobitev želene kakovosti (odpornost, število semen idr.). Postopek je zaradi tega zelo zahteven in dolgotrajen (Portal za biotehnologijo).

## **2.2. Sodobna biotehnologija**

V drugi polovici dvajsetega stoletja se biotehnologija začne vedno bolj usmerjati na nivo genov in postane močno povezana z genetiko. Bilo je dokazano, da so geni tisti, ki vsebujejo načrt za izdelavo določenih pomembnih encimov in proteinov, ki v celici regulirajo metabolizem organizma. To je spodbudilo razmišljanja o spreminjanju organizmov na nivoju genoma, in sicer z uporabo genskega inženiringa (A History of Biotechnology, 2014).

Leta 1974 postane uporaba genskega inženiringa za spreminjanje organizmov mogoča, saj je bila razvita metoda za združevanje posameznih delov zaporedij nukleotidov iz različnih organizmov v sami verigi dezoksiribonukleinske kisline (v nadaljevanju DNK). Proizvod, ki je z uporabo te metode nastal, so poimenovali rekombinantna DNK (v nadaljevanju rDNK). Zaradi takšnih posegov, ki omogočajo prenos genskega materiala med različnimi organizmi, se začnejo na področju biotehnologije prvič pojavljati tudi etični pomisleki (prav tam, 2014).

Leta 1980 ZDA odobrijo možnost patentiranja gensko spremenjenih bakterij. Na tej osnovi je metoda rDNA, s katero je bilo mogoče pripravljati nova zaporedja genov, pridobila tudi pravno ozadje za trženje njenih proizvodov (prav tam, 2014).

Dve leti pozneje je bil s pomočjo gensko spremenjenih bakterij proizveden tudi hormon inzulin za namen zdravljenja diabetesa. Sledila je proizvodnja še mnogih drugih bioloških spojin za namene zdravljenja ljudi (prav tam, 2014).

Leta 1993 je FDA v ZDA objavil, da gensko spremenjena hrana ni nevarna človeku in zato ni potrebe po posebni zakonodaji. Na tej osnovi postanejo GSO kot hrana v ZDA sprejeti. Problematika njihovega označevanja še vedno ostaja odprta in sproža debate (prav tam, 2014).

Vzporedno z razvojem sodobne biotehnologije se vzpostavljajo tudi novi odnosi do uporabe različnih organizmov v proizvodnji dobrin, ki odpirajo nova sociološka, etična in zakonodajna vprašanja. Ta vprašanja se odražajo v obsegu uporabe GSO s strani potrošnikov, ki jih pogojuje različno dožemanje, ne toliko glede varnosti ali nevarnosti, temveč glede spremenljivosti sodobne biotehnologije kot nove tehnologije, ki s svojim velikim potencialom in tudi kompleksnostjo večkrat vzbuja nezaupanje (Javornik, 2004).

Uporaba sodobne biotehnologije v kmetijstvu je najizrazitejša v žlahtnjenju rastlin, kjer genski inženiring omogoča hitro in uspešno izboljšanje kmetijskih rastlin glede njihovega prilagajanja na spreminjajoče se pridelovalne pogoje in zahteve potrošnikov. Danes so GSR po obsegu takoj za uporabo sodobne biotehnologije v medicini (Javornik, 2004).

V primeru GSR je v rastlino predvidoma možno vnesti najrazličnejše gene, vendar je za njihovo stabilno vključitev, izražanje in zanesljivo spremembo lastnosti potrebno natančno poznavanje delovanja genov, lastnosti in biološke vloge s temi geni zapisanih proteinov ter interakcij novih lastnosti z že znanimi lastnostmi rastline in pogoji v okolju (Javornik, 2004).

Sodobna biotehnologija lahko spreminja tudi živali, na primer govedo, v katerega je možno vnesti gen človeka za določeno beljakovino, uporabno kot zdravilo, ki se nato na enostaven način in v velikih količinah lahko pridobiva skupaj z govejim mlekom. Z vnosom določenih genov je mogoče izboljšati tudi rast živali in kakovost mesa. Medicina si veliko obeta od možnosti presaditve organov, ki bi jih v neomejenih količinah pridobivali s pomočjo domačih živali, ki bi jih vnos človeških genov spremenil do te mere, da jih človeško telo ne bi zavračalo (Vlada Republike Slovenija, 2000).

Kmetijske rastline so najbolj izpostavljen primer GSO. Te so spremenjene na način, da lahko uspevajo tudi na področjih, kjer drugače ne bi uspevale. Torej so odpornejše ali tolerantnejše na različne oblike stresa. Druga področja uporabe genskega inženirstva so na področju neproteinskih (bioplastike) in neindustrijskih (okrasnih rastlin) proizvodov. Gensko inženirstvo se uporablja tudi za spreminjanje živali, da te hitreje rastejo in so manj občutljive na bolezni. Znan primer na tem področju je spreminjanje lososa z namenom spremembe hitrosti doseganja njegove spolne zrelosti in povečanja velikosti. Drugi primer je gensko spreminjanje goveda z namenom doseganja odpornosti proti različnim boleznim (Phillips, 2008).

Farmacevtska industrija je področje, ki se zelo prepleta z GSO. Leta 1986 je bil v rastlino vključen gen za človeški rastni hormon, leta 1989 tudi prvi antigen. V obeh primerih je bila uporabljena rastlina tobaka, ki je dobro raziskana in primerna rastlina za izražanje tujih genov. Gensko spremenjenje živali s človeškimi geni, ki se danes gojijo, se uporabljajo za proučevanje vloge teh genov pri boleznih (prav tam, 2008).



### **2.2.1. Primerjava sodobne s klasično biotehnologijo**

Sodobna biotehnologija je interdisciplinarna veda, ki prav tako kot klasična biotehnologija vključuje znanja z različnih področij, kot so biologija, kemija, mikrobiologija in različne tehnologije. Posebna značilnost sodobne biotehnologije je uporaba tehnik genskega inženiringa, ki spreminjajo material drugače, kot to poteka v naravnih pogojih. To pomeni, da uporaba tehnik genskega inženiringa omogoča prenos točno določenega gena iz enega organizma v drugi izbrani organizem. Organizem, ki je gen prejel, je s tem pridobil točno določeno lastnost. V tem okviru imamo največ primerov GSR, ki so odporne proti škodljivcem, ali bakterij, ki med drugim lahko proizvajajo tudi zdravila (Slovenski portal biološke varnosti, 2015).

Klasične tehnike žlahtnjenja so kljub tehnološkim izboljšavam (povratna križanja in indukcija mutacij) precej omejene. Križanje je namreč mogoče samo med dvema sortama, vrstama, le redko med bližnjima vrstama, kar omejuje prenos lastnosti, ki se pojavljajo pri drugih organizmih. Indukcija mutacij je kot primer klasična tehnika, ki daje naključno rekombinacijo genov, kar pomeni, da je zelo nenatančna (Lemaux, 2006). Pri genskem inženiringu ni takšnih omejitev, saj so geni prenosljivi med različnimi oziroma popolnoma nesorodnimi organizmi in so postopki dovolj natančno nadzorovani, da se geni izrazijo v organizmu na točno določenem mestu (npr. samo v sadežu in ne v drugih delih rastline) (Lemaux, 2006).

### **2.3. Klasifikacija biotehnologije po področjih uporabe (na osnovi barvnega spektra)**

Biotehnologija je interdisciplinarna veda, ki ima uporabno vrednost na mnogih področjih v znanosti in gospodarstvu. Biotehnologijo najpogosteje razvrstimo/klasificiramo glede na področje delovanja, in sicer poznamo pet glavnih skupin, ki jih ponazarjajo tudi različne barve iz barvnega spektra (Martinez, 2010).

Nekatera področja so še posebej povezana z okoljem oziroma se prepletajo z njegovim varovanjem, zato je potrebno predvsem te dobro poznati, da lahko objektivno ocenimo potencialno pozitivne razsežnosti teh tehnologij in tudi njihove slabosti. Za vsako izmed teh področij bomo poiskali uspešno uporabo in se seznanili s prispevkom k zmanjšanju onesnaževanja okolja.

#### **2.3.1. Siva biotehnologija**

Področje biotehnologije, ki je osredotočeno na okolje, se imenuje siva biotehnologija in je usmerjena v ohranjanje biotske pestrosti in saniranje onesnaženih območij. Gre za uporabo znanj molekularne biologije za izvajanje genskih analiz populacij in vrst v ekosistemu, kar omogoča medsebojno primerjavo in klasifikacijo organizmov. Vrednost ima tudi zaradi možnosti uporabe na področju ekoremediacij (uporaba rastlin in mikroorganizmov za odpravljanje onesnaževal iz okolja), ki omogočajo odstranjevanje onesnaževal, kot so težke kovine in ogljikovodiki. Uporaba biotehnoloških postopkov ima celo potencial kasnejšega izkoriščanja »odpadnih snovi« na različnih področjih (Martinez, 2010).

#### **2.3.2. Bela biotehnologija**

Področje biotehnologije, ki je usmerjeno v industrijo, se imenuje bela biotehnologija. Ta je usmerjena v izboljšanje industrijskih procesov in izdelkov na način, da se doseže čim večja energetska učinkovitost in da se pri tem čim manj obremenjuje okolje. Primer uporabe bele

biotehnologije je uporaba mikroorganizmov v proizvodnji kemikalij, zasnovi novih plastičnih mas, tekstila ter trajnostnih energentov (npr. biogoriva) (Martinez, 2010).

### **2.3.3. Rdeča biotehnologija**

Področje biotehnologije, ki je usmerjeno v področje varovanja zdravja, se imenuje rdeča biotehnologija. Znanje in tehnologija se na tem področju uporabljata za proizvodnjo cepiv in antibiotikov, razvoj novih zdravil, molekularne diagnostične postopke, regenerativno medicino itd. (Martinez, 2010).

### **2.3.4. Zelena biotehnologija**

Področje biotehnologije, ki je usmerjeno v kmetijstvo, se imenuje zelena biotehnologija in je usmerjeno k iskanju novih možnosti za učinkovitejšo in trajnostnejšo izrabo okolja. Zajema orodja, ki omogočajo ustvarjanje novih rastlinskih sort za donosnejše kmetovanje ter tudi proizvodnjo biognojil in biopesticidov. Pri tem se uporabljajo postopki gojenja rastlin *in vitro* ter kloniranje. To področje je v biotehnologiji zelo aktualno, vendar v očeh širše javnosti tudi kontroverzno, saj se na ta način pridobivajo GSR. Takšnim rastlinam je dodan zelen gen, ki je izoliran iz drugega organizma ali sorte. S takšnim postopkom želimo doseči tri bistvene lastnosti rastline (Martinez, 2010):

- odpornost sorte proti boleznim in škodljivcem,
- povečana vsebnost hranil oziroma vitaminov,
- sposobnost proizvodnje določenih snovi, ki so zanimive za medicino in industrijo.

### **2.3.5. Modra biotehnologija**

Področje biotehnologije, ki je usmerjeno v raziskovanje vodnih sistemov (morja, rek in jezer), se imenuje modra biotehnologija in nudi velik potencial za razvoj industrije, zdravstva in raziskovalne sfere. Vodni sistemi, na primer morje, namreč vsebujejo veliko pestrost organizmov (tudi takšnih, ki so prilagojeni na ekstremne razmere okolja in jih ne najdemo drugje), ki jih izkoriščamo za razvoj novih proizvodov, kot so farmacevtski izdelki ali industrijski encimi.

Pomemben dosežek je tudi izolacija molekularnih označevalcev in encimsko aktivnih molekul iz morskih organizmov ter uporaba teh pri raziskavah na mnogih področjih. Zelo uspešna je izraba surovin iz morja, kot so hidrokoloidne in želirne snovi, ki se veliko uporablja v prehranski industriji in v zdravstvene namene (Evropska komisija; Martinez, 2010).

## **3. GENSKO SPREMENJENI ORGANIZMI**

Organizmi, pri katerih je bil s postopki sodobne biotehnologije spremenjen genski zapis organizma (DNK), se imenujejo GSO. Ti so proizvod drugačnega spreminjanja DNK kot z naravno rekombinacijo, kot to poteka v naravi spontano ali s križanjem (Inštitut za nutricionistiko).

V skladu s slovensko zakonodajo se za GSO uporablja naslednja opredelitev:

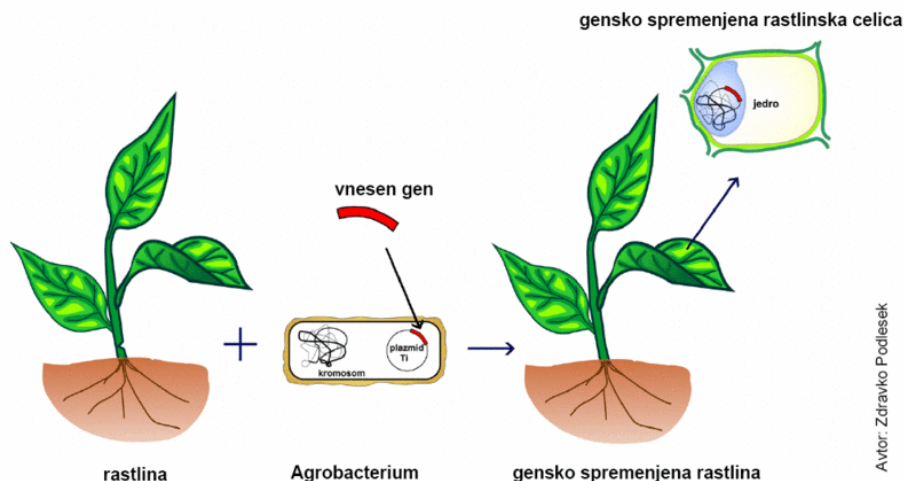
»GSO je organizem, z izjemo človeka, ali mikroorganizem, katerega genski material je spremenjen s postopki, ki spreminjajo ta material drugače kot to poteka v naravnih razmerah s križanjem ali rekombinacijo.« (Zakon o ravnanju z gensko spremenjenimi organizmi – ZRGSO)

### 3.1. Tehnike pridobivanja GSO

Osnovne tehnike genskega inženiringa se razvijejo najprej pri mikroorganizmih – bakterijah v šestdesetih letih prejšnjega stoletja in se še vedno dopolnjujejo. Od srede osemdesetih let jih je možno z nekaj majhnimi spremembami uporabljati tudi na ostalih organizmih (Bohanec in sod., 2004).

Sodobna biotehnologija, ki vključuje tehnike genskega spreminjanja v najširšem pomenu, zajema spreminjanje samega gena in njegov vnos v drug organizem. Na tej osnovi lahko tuj gen vključimo v prejemni organizem, v katerem pride do izražanja lastnosti, ki je zapisana na takem genu. Po drugi strani lahko obstoječi gen spremenimo tako, da se lahko izraža na drugačen način. Pravtako lahko gen odstranimo ali onemogočimo, da preprečimo izražanje določene lastnosti v organizmu (Tudge, 2002).

Kot je bilo predhodno omenjeno, tehnike genskega inženiringa, kot je to grafično ponazorjeno na sliki 1, v osnovi omogočajo izolacijo želenega gena iz določenega organizma (darovalca) in prenos tega gena v neki drugi organizem, ki postane prejemnik in se na podlagi tega uvršča med GSO. Pri rastlinah se postopek prenosa gena izvaja z vektorjem, ki je lahko bakterija. Dobro znana je uporaba bakterije *Agrobacterium tumefaciens*, ki je zelo invazivna za rastline (Tudge, 2002).



Slika 1: Način pridobivanja GSO

(Vir: Portal biološke varnosti)

Nekatere tehnike, ki se ob dobrem poznavanju lastnosti DNK uporabljajo v genskem inženiringu, so:

- *izolacija* genov iz organizma, ki vključuje rezanje DNK na manjše dele s pomočjo encimov iz skupine restrikcijskih encimov,
- *množenje* (občasno lahko tudi modifikacija izoliranih genov), ki mu sledi povezovanje razrezanih delov DNK (restrikcijskih fragmentov) s pomočjo encima ligaze v prenašalca (vektor),
- vnos genov v nove organizme.

(Projekt Biologija kot znanost in veda)

### **3.2. Prednosti GSO za okolje in zdravje ljudi**

V primeru GSR se kot pomembna prednost omenja, da imajo take rastline velik potencial za reševanje težav, ki so povezane s škodljivci in podnebnimi spremembami (npr. suša, slanost, močvirnost itd.), kar se lahko z njihovo uporabo ublaži (Tudge, 2002).

GSO se razvijajo tudi z namenom prispevati k zdravju človeka (npr. priprava živil, ki niso alergena, in živil z visoko hranilno vrednostjo), povečanju donosov kmetijskih rastlin ter rastlin, odpornih proti različnim oblikam stresa (npr. škodljivcem, patogenim organizmom, herbicidom, neugodnim vremenskim razmeram). Prispevajo lahko tudi k trajnejšemu razvoju (zmanjšana uporaba pesticidov, ki lahko škodujejo koristnim organizmom in onesnažujejo podtalnico; zmanjšano spreminjanje okolja in možnost saniranja onesnažene/s hranili slabo založene zemlje – možnost uporabe GSO, odpornih na stres, in takšnih, ki zemljo obogatijo s hranili (Mathematical ecology, 2013).

Nekatere druge potencialne prednosti pri uporabi GSO, ki se v literaturi izpostavljajo, so še:

- cenejša izdelava zdravil,
- zmanjšana poraba biocidov,
- zniževanje potreb po gnojenju,
- večanje možnosti za pridobivanje alternativnih virov energije,
- izboljšanje donosa kulturnih rastlin in gojenih živali,
- zdravljenje genskih bolezni.

(Projekt Biologija kot znanost in veda)

Projekt Zlati riž je primer, kjer se GSO (gensko spremenjen riž) želijo po eni strani prikazati kot dobri za zdravje več milijonov ljudi v Aziji, ki se prehranjujejo z osiromašenim oluščnim rižem in med katerimi so mnogi zaradi tega podhranjeni s provitaminom A (pomemben za vid, njegovo pomanjkanje vodi v hude težave z vidom, tudi trajne). Dodatek provitamina A v riž s pomočjo genske tehnologije bi tako pomagal izboljšati zdravje. Prav zato je smiseln razmislek, ali namen takšnega gensko spremenjenega riža opravičuje tudi njegovo komercialno uporabo. Razvoj GSO se, kot je razvidno tudi iz predhodno omenjenega primera »zlatega riža«, osredotoča na izboljšanje kakovosti rastlin tako z agronomskega kot prehranskega vidika. To pomeni, da se lahko z uporabo tako pripravljenih GSO potencialno zmanjša primanjkljaj določenih hranilnih snovi pri tistih populacijah ljudi, pri katerih teh hranilnih snovi primanjkuje (Naquet, 2002).

Po drugi strani pri GSO obstajajo negotovosti, ki so povezane z možnostjo pojava negativnih kratkoročnih ali dolgoročnih učinkov na zdravje ljudi in okolje. Zaskrbljenost je do neke mere razumljiva, saj so bile na primer nekatere GSR, ki se uporabljajo v kmetijstvu, pripravljene samo z namenom, da bi bile odporne proti nekaterim fitofarmaceutskim sredstvom, ki se uporabljajo v kmetijstvu in nimajo nobene pozitivne prednosti glede prehranske vrednosti za zdravje ljudi (prav tam, 2002).

Nekatere potencialne nevarnosti za zdravje človeka so pri GSO lahko naslednje (prav tam, 2002):

- motnje mehanizmov prebavnega trakta: veliko produktov – proteinov, ki nastanejo s sintezo zaradi vnesenih genov za odpornost proti žuželkam, lahko deluje tako, da motijo mehanizem njihove prebave, prek enakega mehanizma bi se lahko pojavili podobni učinki tudi pri sesalcih;
- sprememba toksičnosti rastline: produkt – protein vstavljenega gena lahko vpliva na metabolizem v rastlini. S tem lahko nastanejo različne interakcije, ki povzročijo nastanek neželenih toksičnih snovi ali povečano proizvodnjo obstoječih proteinov, kar lahko škodljivo vpliva na zdravje ljudi;
- nastanek povečane odpornosti mikroorganizmov proti antibiotikom.

### **3.3. Okoljska in zdravstvena tveganja GSO**

Določene nejasnosti in negotovosti se pojavljajo pri sami tehnologiji v genskem inženiringu, saj kljub napredku bioloških znanosti za zdaj še ni možno z vso zanesljivostjo napovedati natančnega delovanja nekega gena, ki je vstavljen v drug organizem. Obstaja namreč možnost, da se takšen gen ne izraža ali da se napačno izraža (npr. na nepravem mestu ali ob nepravem času). Možno je tudi, da ima vstavljen gen pri prejemnem organizmu drugačno izražanje oziroma učinek, kot ga je imel pri izvornem organizmu. Najmanj zaželena, vendar povsem realna, je možnost negativnega vpliva oziroma delovanja na druge gene v organizmu (Tudge, 2002).

Zaradi izražanja tujega gena se lahko spreminjajo naravno stanje prejemnega organizma, kot je metabolizem, stopnja rasti in odziv na zunanje okolje itd. Posledice takšnih sprememb tako za prejemni organizem kot za okolje še vedno niso dovolj dobro poznane (Phillips, 2008).

Potencialna nevarnost, ki jo na primer lahko predstavljajo GSR, je predvsem povezana z okoljem in nastajanjem toksičnih snovi oziroma strupov (Tudge, 2002).

GSO potencialno lahko proizvedejo snovi, na katere človek, žival, rastlina in okolje niso prilagojeni. To lahko povzroči težave, kot so alergijske reakcije pri človeku. GSR lahko potencialno zaradi prisotnosti njim nelastnih genov proizvajajo določene snovi, ki imajo učinek alergena pri ljudeh, na katero pri gensko nespremenjeni rastlini niso alergični. Drugi problem, ki se večkrat izpostavlja pri GSR, je ekološki. Širjenje cvetnega prahu GSR je težko nadzorovati. Na ta način se lahko širijo povsem novi geni tudi na tradicionalno prisotne sorte rastlin, ki niso bile gensko spremenjene. Tako na primer v določenih pogojih lahko cvetni prah gensko spremenjene koruze zelo enostavno zaide na polja z gensko nespremenjeno koruso, ki sprejme novo gensko informacijo, kar se nato izraža v njenih lastnostih. Obstaja

zaskrbljenost, da bi to lahko porušilo obstoječo raznovrstnost in povezanost različnih sort in ekosistemov, v katerih smo neločljivo povezani rastline, živali in človek (Inštitut za nutricionistiko; Tudge, 2002; Delo, 2013; Golden Rice Project).

Nekatere polemike, ki so povezane z GSO, so:

- služenje tehnologije skupnemu dobremu,
- pomanjkanje nadzora nad spreminjanjem genomov.

Pojavljajo se tudi nevarnosti za naravo:

- rušenje naravnega ravnotežja, če GSO zaidejo v naravno okolje,
- razvoj odpornosti pri škodljivcih proti snovem, ki se uporabljajo za njihovo zatiranje.

(Projekt Biologija kot znanost in veda)

### **3.3.1. Toksini**

Številne današnje sorte rastlin, kot so koruza, soja in paradižnik, vsebujejo utišane gene za tvorbo toksinov. Obstaja nevarnost, da bi se ti geni ponovno izrazili zaradi vnosa tujega gena v prejemno rastlino in bi taka rastlina postala toksična oziroma strupena za zdravje ljudi in okolje (Tudge, 2002).

### **3.3.2. Alergijske reakcije**

Potencialno obstaja nevarnost, da bi GSO tvorili snovi, ki so alergene, in bi tako povzročili negativne reakcije pri ljudeh, ki bi takšne GSO uživali kot hrano. Pomisleki o tem se navezujejo predvsem na potencialne posledice, ki bi lahko nastale v daljšem časovnem obdobju, saj so trenutni oziroma kratkoročni učinki neznani (Golden Rice Project).

### **3.3.3. Ekologija**

Pogosto se v rastline vgrajujejo geni, ki so v gensko spremenjeni rastlini odgovorni za nastanek kemijskih spojin, ki negativno delujejo na škodljivce ali tarčne organizme. Na drugi strani istočasno obstaja nevarnost takšnega delovanja tudi na koristne insekte ali netarčne organizme (Tudge, 2002).

### **3.3.4. Horizontalni in vertikalni prenos genov**

Nenadzorovan prenos vstavljenih genov je lahko v naravi problematičen tudi zaradi tega, ker ti prenašajo določeno lastnost, kot je odpornost proti pesticidom, herbicidom ali antibiotikom, na druge organizme, kar lahko negativno vpliva na ekološko ravnovesje. Potencialne posledice takšnega nenadzorovanega širjenja so lahko nepredvidljive (npr. lahko prispeva k širjenju bolezni med organizmi, povečanju odpornosti organizmov itd.) (Eastham in Sweet, 2002).

V splošnem obstajata dve različni nevarnosti prenosa genov med rastlinami. Prva, ki se lahko pojavi, je prenos vnesenih genov iz ene rastline na drugo (tako imenovani horizontalni prenos). Prenos poteka predvsem v manjšem okviru na posamezni kmetiji, lahko tudi na regionalni ravni. To velja za nekatere rastline, kot so oljna ogrščica, koruza in sladkorna

pesa. Razlog horizontalnega prenosa je v prenašanju cvetnega prahu, ki se lahko zgodi zaradi vetra in insektov, ki so opraševalci. Razdalje prenosa so sicer lahko zelo različne, saj je to odvisno od same rastline in tudi od vremenskih dejavnikov. V določenih razmerah prenos cvetnega prahu lahko znaša tudi do več kilometrov, kar je skrb vzbujajoče (prav tam, 2002).

Druga nevarnost je prenos genov na divje sorodnike (tako imenovani vertikalni prenos), kar lahko vpliva na evolucijske spremembe, ki bi se lahko izražale z nastankom večje invazivnosti in trdoživosti nastalih rastlin v primerjavi z divjimi sorodniki, ki bi lahko na ta način izumrle. Nevarnost nekontroliranega prenosa genov predstavlja tudi manipulacija s semeni, ki so lahko za razliko od cvetnega prahu dlje časa obstojna v naravi. Vse to lahko prispeva k tako imenovanemu genskemu onesnaženju (prav tam, 2002).

### **3.4. Gensko spremenjene rastline (GSR)**

GSR so rezultat uporabe genskega inženiringa pri rastlinah in jih uvrščamo med GSO (Javnornik, 2004). Komercialno dostopne GSR so sorte bombaža in koruze, ki so odporne proti insektom, soja in koruza, odporna proti herbicidom, oljna repica itd. Intenziven razvoj poteka predvsem pri rastlinah, pri katerih se želi doseči večjo odpornost proti škodljivcem, povečano odpornost proti suši in slanosti, zmanjšano vsebnost alergenih snovi, povečano vsebnost antioksidantov in mikrohranil, kot sta železo in folna kislina (Lemaux, 2006).

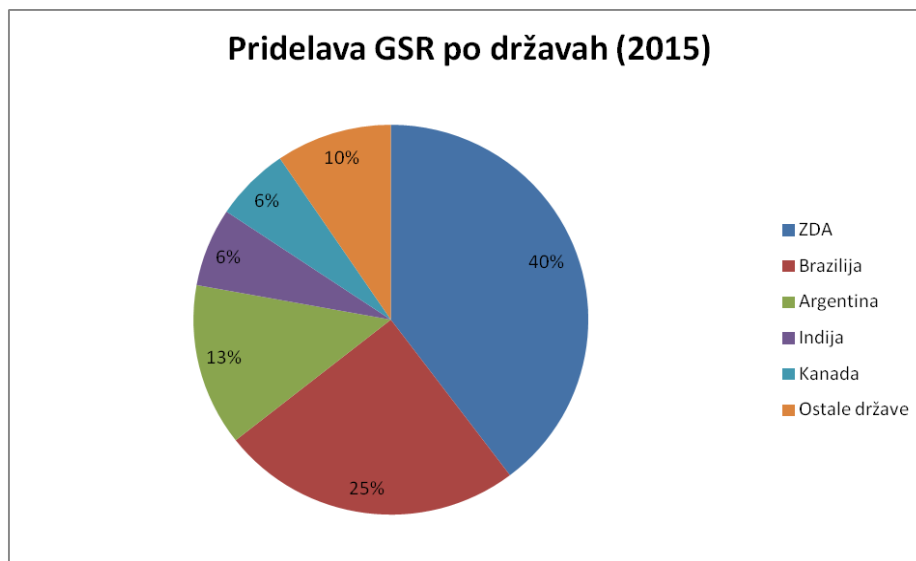
### **3.5. Pojav in razširjenost GSO**

#### **3.5.1. ZDA, EU in ostali svet**

Prvi poljski preizkusi z GSR so bili izvedeni leta 1986 v Franciji in ZDA. Preizkušali so odpornost gensko spremenjenega tobaka proti glifosatu, ki je herbicid širokega spektra delovanja. Od tega leta naprej je število dovoljenj za pridelavo GSR postopoma naraščalo in je bilo leta 1995 skupaj izdanih 3650 dovoljenj za sproščanje GSR v okolje za namene preizkušanja (poljski poskusi) (James in Krattiger, 1995; Javnornik, 2004). Po letu 1995 je preizkušanje GSR skokovito naraslo, poskusi so se izvajali že v petinštiridesetih državah, največ poskusov z GSR je bilo v ZDA in Kanadi, ki sta med vodilnimi državami na področju kmetijske biotehnologije. V Evropi se je trend naraščanja števila poljskih preizkusov po letu 1999 ustavil, leta 2004 je bilo namreč odobrenih štiriinšestdeset prijav. Takšni trendi v EU so odraz zadržanosti javnosti v nekaterih državah EU do GSR. Nasploh postopno uvajanje GSR skozi leta odraža visoko mero previdnosti pri uporabi genskega inženiringa ob upoštevanju biološke varnosti (Javnornik, 2004).

Kmetovalci iz Latinske Amerike, Azije in Afrike so v letu 2015 skupaj pridelali 54 % celotne svetovne pridelave GSR merjeno po površini. Manjši delež, ki je znašal 46 %, so prispevale industrializirane države. GSR so se največ pridelovale v Latinski Ameriki, od tega največ v Braziliji in Argentini. Španija je vodilna pridelovalka gensko spremenjene koruze v Evropi, njen delež znaša 92 % (James, 2015).

Kot je grafično prikazano na sliki 2, so največje pridelovalke GSR ZDA, ki predstavljajo 40 % vseh svetovnih površin, na katerih se pridelujejo GSR. Sledijo jim Brazilija s 25 % površin, Argentina s 13 %, Indija s 6 %, Kanada s 6 % in ostale države s skupaj 10 % (James, 2015).



**Slika 2: Pridelava GSR po državah v letu 2015 po zasajenih površinah**

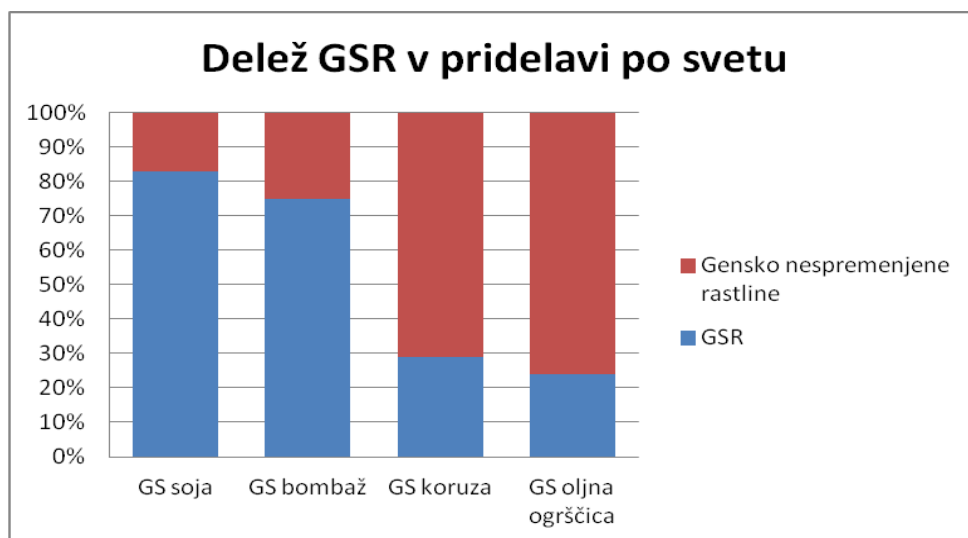
(Vir: Povzeto po James, 2015)

Na trgu se pojavljajo predvsem GSR. Te so v letu 2015 rastle na 179,7 milijona hektarjev kmetijskih površin, kar je, za ponazoritev, približno devetdesetkratna površina Slovenije. Iste leto so GSR pridelovali v osemindvajsetih državah sveta, od tega v dvajsetih v razvoju in v osmih industrializiranih, med njimi je tudi pet držav članic EU. Največ se prideluje gensko spremenjena soja, sledijo ji gensko spremenjena koruza, gensko spremenjen bombaž in gensko spremenjena oljna ogrščica. GSR v svetu prideluje 18 milijonov kmetov (portal biološke varnosti; James, 2015).

Na sliki 3 so grafično prikazani deleži pridelave GSR po svetu iz katerih je razvidno, da se gensko spremenjena soja prideluje na 83 % kmetijske zemlje, ki je namenjena pridelavi soje, gensko spremenjen bombaž na 75 % kmetijske zemlje, ki je namenjena pridelavi bombaža, gensko spremenjena koruza na 29 % kmetijske zemlje, ki je namenjena pridelavi koruze, in gensko spremenjena oljna ogrščica na 24 % kmetijske zemlje, ki je namenjena pridelavi oljne ogrščice (James, 2015).

GSR imajo vgrajene gene, ki omogočajo odpornost proti herbicidom, pesticidom ali obojim. Proizvajalci semena takšnih GSR patentno zaščitijo in velikokrat tržijo seme teh rastlin po višjih cenah (Schmidt, 2014).





**Slika 3: Delež GSR v pridelavi po svetu od skupne površine kmetijske zemlje za posamezno rastlino**

(Vir: Povzeto po James, 2015)

### 3.5.2. Slovenija

V Sloveniji se GSO nahajajo predvsem v laboratorijih, gensko spremenjeni mikroorganizmi tudi v proizvodnih obratih bioloških zdravil. Do sedaj v Sloveniji še ni bilo poljskih poskusov z GSR. V skladu z EU in sprejetim zakonom o omejevanju ali prepovedi pridelave gensko spremenjenih rastlin v Sloveniji ni dovoljeno pridelovati GSO. V Sloveniji pridelave GSO nimamo. Vsako pridelavo GSO je potrebno na osnovi zakona o soobstoju tudi prijaviti pristojnemu ministrstvu. Več GSO je v EU odobrenih za uvoz za hrano, krmo in predelavo. To pomeni, da so GSO lahko v hrani, krmi in različnih drugih izdelkih (Slovenski portal biološke varnosti).

Možni razlogi za neprimernost Slovenije za sproščanje in dajanje GSO na trg so njena bogata biotska pestrost ter majhnost in razdrobljenost kmetij s povprečno velikostjo 6 ha, od tega je namreč le okoli 2,4 ha njivskih površin. Takšna struktura kmetijskih površin nudi slabo možnost za soobstoj različnih oblik kmetijstva (konvencionalnega, ekološkega itd.) ob pridelavi GSR. Kmetijska pridelava v Sloveniji je pretežno tradicionalna in manj intenzivna kot v drugih državah EU. Ker je pri pridelavi GSO potrebno upoštevati različne ločitvene razdalje, to pomeni, da bi na primer za 6 ha (200 m x 300 m) pri upoštevanju 800 m varovalnega pasu potrebovali 234 ha varne površine, potrebne za preprečitev morebitne kontaminacije pri medsebojnem opraševanju rastlin. Prav zato je pridelava GSR s tega vidika za povprečno slovensko kmetijo velik problem (Dermelj, 2002; MKGP – Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano, 2015).

## 4. DRUŽBENOEKONOMSKI VIDIKI GSO

### 4.1. Družbenoekonomski vidiki

Skeptičnost širše javnosti do sodobne biotehnologije se navezuje predvsem na uporabo GSO in ne toliko na način pridobivanja le-teh, torej na področje znanosti, ki je lahko

pomemben vir rešitev v boju s problematiko zagotavljanja hrane in drugih dobrin (Fransen, 2005).

Omenja se, da bi morali tisti, ki odločajo, v večji meri upoštevati tudi stališča in vrednote javnosti. To lahko prispeva k oceni koristi in tveganj uporabe GSO, katerih uporaba ni povezana le z okoljskimi ali zdravstvenimi vidiki, temveč tudi z družbenoekonomskimi tveganji, ki so izvzeta iz ocen tveganja uporabe GSO (Dermelj, 2002).

Pomen družbenoekonomskih dejavnikov v presoji pridelovanja GSO prihaja najbolj do izraza takrat, kadar je izraženo nezaupanje javnosti v gensko tehnologijo. Zlasti v Evropi je skrb glede gensko spremenjene hrane med politiki, aktivisti in potrošniki zelo velika. Kljub zelo zahtevni zakonodaji na področju GSO se je zaskrbljenost javnosti v EU povečala (Kovačič in Juvančič, 2011). O tem pričajo podatki Eurobarometra, ki so na temo tveganj (European Commission 2010a), povezanih z GSO v hrani in pijači, pokazali, da je bilo 66 % Evropejcev leta 2010 zaskrbljenih zaradi GSO, kar je za 4 % več v primerjavi z letom 2005. Izjema je Velika Britanija, kjer se je zaskrbljenost med potrošniki zmanjšala za 6 %, povsod drugod je narasla. V Sloveniji je bilo leta 2010 71 % vprašanih zelo ali precej zaskrbljenih zaradi GSO, kar je za 3 % več kot leta 2005 in 5 % nad povprečjem EU (Kovačič in Juvančič, 2011).

Vzroki za nezaupanje v gensko tehnologijo so različni, pri čemer se lahko izpostavijo etični pomisleki, skrb za revne skupnosti in države tretjega sveta ter skrb glede varnosti. Lahko so vzrok tudi vrednote ljudi. Razlogi so lahko tudi negotovost strokovnega in znanstvenega védenja, skepticizem glede motivov znanstvenikov, odsotnost potrebe po gensko spremenjeni hrani ter širša socialna in politična vprašanja, povezana z distribucijo hrane, monopolnimi praksami ponudnikov gensko spremenjenih proizvodov idr. Gre za pomisleke, ki jih lahko uvrstimo v okvir družbenoekonomskih vplivov GSO (Kovačič in Juvančič, 2011).

Družbenoekonomski dejavniki so pri odločanju o pridelovanju oziroma gojenju GSO pomembni tudi zato, ker sodobno biotehnologijo poleg javnih raziskovalnih organizacij intenzivno razvijajo tudi mednarodne korporacije. Te razvijajo GSO v smeri komercialno zanimivih proizvodov s ciljem po maksimiranju korporativnega dobička. Pri tem so učinki skupne blaginje praviloma manj ugodni (prav tam, 2011).

Zaradi naraščajočega vpliva zasebnega kapitala in komercializacije genskega inženiringa na znanstveno skupnost (pri financiranju raziskovalne dejavnosti se pojavlja zasebni kapital ali podjetniški model organiziranosti) je ugled le-te v očeh javnosti poslabšan, kar se kaže v zmanjševanju zaupanja javnosti v znanstvene institucije. Posledično se družba odziva proti poenostavljanju kompleksnosti tematike GSO samo na problem, ki temelji na znanstvenih tveganjih. Prav zato je poleg znanstvenega ovrednotenja potrebno upoštevati tudi previdnost in družbenoetične vidike (prav tam, 2011).

Pri potrošnikih se pojavljata nezaupanje in sum, da so ocene tveganja in znanstvene ekspertize podrejene komercialnim in političnim interesom, zato je pomembno, da se poleg zdravstvenih in okoljskih tveganj presojujejo tudi družbenoekonomski vplivi pridelave GSO (Kovačič in Juvančič, 2011).

Odločanje o GSO zahteva več posvetovanja tako s splošno javnostjo kot z različnimi zainteresiranimi deležniki. V povezavi z družbenoekonomskimi vplivi GSO je potrebno upoštevati tako javno mnenje kot mnenje različnih družbenih skupin: kmetov (npr. različnih skupin proizvajalcev konvencionalne, ekološke pridelave hrane, čebelarjev idr.), kmetijskih organizacij, predelovalne industrije, trgovcev, zakonodajalcev, strokovne javnosti (s področja

biotehnologije in tudi družboslovja), okoljevarstvenih nevladnih organizacij, potrošniških organizacij in političnih subjektov (Kovačič in Juvančič, 2011).

Evropski pristop k urejanju področja z GSO je pokazal, da se predstavniki industrije, politiki, strokovne javnosti ter zakonodajne in nadzorne institucije v preteklosti niso ustrezno odzvali na pomisleke javnosti, ki izhajajo predvsem iz zavedanja negotovosti in tveganj v zvezi z GSO ter tudi iz nezaupanja v znanstvene študije in zakonodajo.

Odgovor na te dileme je Direktiva 2015/412/EU z dne 11. marca 2015 o spremembi Direktive 2001/18/ES, ki govori o možnosti držav članic, da omejijo ali prepovejo gojenje GSO na svojem ozemlju. Ta direktiva omogoča prepoved pridelave oziroma gojenja GSO na osnovi družbenoekonomskih dejavnikov, med katere uvrščamo tudi javno mnenje.

Prav tako Kartagenski protokol o biološki varnosti (Cartagena Protocol on Biosafety to the Convention on Biological Diversity, 2000) v 26. členu pogodbenicam podeljuje pravico, da upoštevajo družbenoekonomske vidike pri presoji dovoljevanja uporabe GSO.

Evropske države uporabljajo različna merila za ocenjevanje družbenoekonomskih vidikov GSO. Tudi v dosednji strokovni in znanstveni literaturi ne zasledimo enotnega nabora družbenoekonomskih dejavnikov vpliva gojenja GSO, ki bi bili vključeni v proces sproščanja GSO v okolje (Kovačič in Juvančič, 2011).

Potreba po vključitvi družbenoekonomskih dejavnikov v presajo o gojenju GSO temelji na ugotovitvah o medsebojni povezanosti tehnologije in družbe. Utemeljuje jo tudi prevladujoče nezaupanje javnosti v gensko tehnologijo oziroma razkorak med javnim mnenjem in presojami strokovne javnosti, ki tvorijo izhodišče za kasnejše politične odločitve. Odločanje o uporabi GSO je doslej potekalo na osnovi presoj zdravstvenih in okoljskih tveganj, medtem ko se stališča različnih javnosti ne nanašajo zgolj na skrb za zdravje in okolje, temveč temeljijo predvsem na družbenoekonomskih dejavnikih (prav tam, 2011).

Ker dojemanje in naravnost javnosti glede novih znanstvenih dognanj in tehnoloških rešitev pomembno določata verjetnost uspešnega razvoja in uporabe novih tehnologij, družbenoekonomski dejavniki ne smejo biti prezrti (prav tam, 2011).

Slovenija je Direktivo 2015/412/EU v svoj pravni red implementirala z zakonom (Zakon o omejevanju ali prepovedi pridelave gensko spremenjenih rastlin (Uradni list RS, št. 69/15)), v katerem so tudi ukrepi za omejevanje oziroma prepoved gojenja GSO na podlagi negativnih ekonomsko-socialnih učinkov na kmetijstvo ali gospodarstvo v primeru, da:

- ne bi bilo mogoče sprejeti učinkovitih ukrepov za preprečevanje nenamerne prisotnosti gensko spremenjenih pridelkov v drugih pridelkih,
- bi bila zaradi pridelave GSR pridelovalcem onemogočena izbira med konvencionalno in ekološko pridelavo ter pridelavo GSR,
- bi nastali nesorazmerno visoki stroški pri pridelavi rastlin, ki niso GSR, zaradi izogibanja prisotnosti GSO v teh rastlinah in njihovih proizvodih,
- bi bila pridelava GSR v nasprotju z javnim mnenjem ali kulturno tradicijo.

Na podlagi tega zakona se lahko v Sloveniji omeji ali prepove pridelava in gojenje GSO.

Integracija družbenoekonomskih vidikov za namen odločanja o biotehnoški in biološki varnosti predstavlja kompleksen izziv. Pojavlja se potreba po celostni obravnavi in

neodvisnih raziskavah o družbenoekonomskih vprašanjih. Edino to omogoča zakonodajalcem, da najbolje odgovorijo na izzive, ki jih predstavljajo GSO. Zakonodajni postopki morajo k razmisleku spodbujati tudi javnost, kar je zelo pomemben in bistven korak k dobremu upravljanju sodobne biotehnologije (Fransen, 2005).

V splošnem obstajata dva pristopa razumevanja GSO. Na eni strani obstaja tabor, ki želi čim hitrejšo uporabo GSR. V njem so mnenja, da ni več možno čakati na končne odločitve glede okoljskih, zdravstvenih, socialnih in ekonomskih vprašanj, saj predeli sveta, kjer primanjkuje hrane, ne morejo več čakati. Drugi tabor se sklicuje na moratorij za široko uporabo kmetijske biotehnologije in so nenaklonjeni komercializaciji gensko spremenjenega semena, vse dokler niso bolje poznani učinki GSO, predvsem dolgoročni (prav tam, 2005).

V nekaterih primerih razprava o GSO temelji na različnih pogledih na vlogo kmetijstva in tehnologije v družbi. Biotehnologijo se pogosto vidi kot nezaželen podaljšek industrijsko naravnane (intenzivnega) kmetijstva, za katerega mnogi menijo, da ne omogoča okoljske, ekonomske in družbene trajnosti (prav tam, 2005).

Tako je zaradi velikega razlikovanja pri mnenju/opredeljenosti do postopkov zakonodaje GSO potreben uravnotežen pristop, ki zajema vrednotenje tako potencialne koristi kot morebitne škode sodobne biotehnologije. Tako bi razvoj potekal v skladu s kriteriji, ki poleg varstva okolja in zdravja zajemajo tudi družbo kot celoto (prav tam, 2005).

Meta analiza, ki sta jo izvedla Klumper in Qaim (2014), je zajela 147 študij, ki so obravnavale problematiko pridelave gensko spremenjenih poljščin in vpliva na rast pridelka, zmanjšanje rabe pesticidov in zaslužek pridelovalcev. Pri tem so se pokazali pozitivni agronomski in ekonomski kazalci tako v razvitih kot v manj razvitih državah sveta (tako imenovane države v razvoju). Povprečno je pridelava GSR zmanjšala potrebo po pesticidih za 37 %, povečala sta se pridelek za 22 % in zaslužek pridelovalcev za 68 %. Večji pridelek in zaslužek sta se sicer zabeležila v razvitih državah. Avtorji upajo, da bodo prikazane koristi, ki so velike in pomembne, pripomogle k večji naklonjenosti javnosti do GSO in nasploh k večjemu sprejemanju genske tehnologije po svetu.

## 5. PREVIDNOSTNO NAČELO IN GSO

Previdnostno načelo omogoča preventivno delovanje, kar pomeni preprečevanje morebitnih nesreč v okolju, preden za to obstajajo jasni dokazi. Navezuje se na zapozneno in nepopravljivo škodo, ki bi jo lahko imela nova aktivnost za okolje, na primer GSO.

Služi kot podlaga zakonodaji in prispeva k varnejšemu urejanju GSO. Previdnostno načelo je vključeno v Kartagenskem protokolu ter tudi v zakonodaji o GSO na nivoju EU in Slovenije. V primeru Kartagenskega protokola ga lahko uporabljajo vse države podpisnice (med njimi tudi Slovenija), in sicer v primeru negotovosti glede ekoloških posledic uporabe in sproščanja GSO v okolje (Meyer, 2007; Gee in Guedes, 2004).

Preventivna narava načela je uporabna za oblikovalce politike in politike v času, ko še niso znani morebitni negativni vplivi GSO na javno zdravje, okolje ali oboje (Meyer, 2007).

V okviru previdnostnega načela se lahko obravnavata naslednji stanji:

- znanstvena negotovost: stanje, kjer za razliko od ocene tveganja ne obstaja ustrezna empirična ali teoretična podlaga za določanje verjetnosti nekega dogodka. Razlogi so

lahko različni, med njimi novost dejavnosti, povečana zapletenost ali spremenljivost. To so lahko predvsem razni kompleksni, kumulativni, sinergični ali še posebej posredni učinki, ki so običajno neustrezno obravnavani pri sprejemanju zakonodaje. Obseg konvencionalne ocene tveganja je preozek, da bi jo bilo primerno uporabljati pri negotovosti, povezani z GSO (Gee in Guedes, 2004);

- nevednost: stanje, kjer se pojavlja nepoznavanje samih možnosti in zaradi tega obstaja nevarnost nenapovedanih posledic. Prav zato je kljub strokovnemu znanju, ki je na voljo, potreben odprt razmislek glede kakovosti in koristnosti GSO oziroma o tem, ali so ti res nujno potrebni (prav tam, 2004).

Preprečevanje nevarnosti, ki se jih načeloma ne pozna (tako imenovano stanje nevednosti), je vsaj delno mogoče. Pri tem se upoštevajo tako imenovani svarilni znaki (npr. sama novost ali obnašanje snovi v okolju), ki so se pojavili v preteklosti pri nekaterih kemičnih onesnaževalih. To pomeni, da je na podlagi svarilnih znakov možno sklepati o nekaterih dolgoročnih težavah, ki jih lahko ima novost (npr. GSO) za okolje (prav tam, 2004).

Težava je, da sta pojma negotovost in nevednost v širši javnosti slabo razumljena in se ju prevečkrat enači. Širša javnost nasploh želi poznati vse morebitne posledice tehnoloških inovacij na zdravje ljudi in okolje, a kadar to ni mogoče, se začnejo poudarjati etična vprašanja, kot na primer, v čem je glavni namen tehnologije in kdo ima od nje koristi (prav tam, 2004).

Glede na to, da je znanje omejeno, so presenečenja zaradi uporabe novih tehnologij neizogibna. Težava je v temelju, saj o problematiki GSO ni dovolj znanega, kakor tudi, da usvojeno znanje znanost tolmači neenotno. Dodatno obstaja še vrsta problemov, za katere ne vemo, da obstajajo. Tudi znanost namreč v preteklosti ni uspela predvideti in napovedati nastanka nekaterih pojavov (npr. ozonske luknje, bolezni norih krav itd.) (Dermelj, 2002).

### **5.1.1. Različice previdnostnega načela**

Previdnostno načelo sestavljajo štiri glavne komponente: preventivni ukrepi kot odgovor na znanstveno negotovost, možnost dokazovanja škodljivih vplivov s strani nasprotnikov GSO, raziskovanje alternativnih možnosti za doseg istega cilja, vključitev nosilcev pravic v proces odločanja (Meyer, 2007).

Obstaja več različic previdnostnega načela in te zajemajo ekocentrične usmeritve, kar pomeni, da je pri teh zajet pristop z manjšim tveganjem za okolje, ali antropocentrične usmeritve, pri katerih se po drugi strani pojavlja večje tveganje za okolje (prav tam, 2007).

Manj obširna različica previdnostnega principa z antropocentričnim pogledom se sklicuje na uporabnost (utilitarni vidik) ter zajema analizo tveganja/škode in tudi koristi. Zaradi upoštevanja koristi lahko takšna oblika zmanjšuje bojazen glede škodljivih vplivov. Deklaracija iz Ria zajema to različico (prav tam, 2007).

Obširnejša verzija previdnostnega principa daje poudarek inherentni vrednosti narave in zajema ekocentričen pogled, ki zajema dobrobit celotnega ekosistema. Ta verzija je aktivnejše narave in obvezuje zakonodajna telesa, da implementirajo strategije za zmanjšanje tveganja, vendar je pomanjkljiva s tega vidika, da so podatki, ki zadevajo zdravje ljudi in okolja, precej omejeni zaradi maloštevilnih študij na temo biološke varnosti (prav tam, 2007).



Tehnološki in ekonomski pristopi, kot je analiza koristi in tveganja, se uporabljajo za specifikacijo negotovosti v omejenem znanstvenem okviru. Takšni pristopi ne razkrivajo kompleksnosti bioloških in okoljskih procesov za okolje, kamor se sproščajo GSO. Postopki pri tem pristopu se nagibajo h kratkoročnemu in ne dovolj k dolgoročnemu tveganju, ki daje bolj zanesljiv vpogled v škodljive vplive na okolje in zagotavlja večjo varnost. Tako tehnološki kot ekonomski pristop predstavljata manj strog standard varnosti, ki dopušča tveganje in negotovost, če je hkrati prisotna korist. V tem kontekstu je negotovost opredeljena kot pomanjkanje podatkov/znanja, kar se odpravi z nadaljnjimi raziskavami (prav tam, 2007).

## **6. PRESOJA VARNOSTI/TVEGANJA GSO**

Skupna značilnost, ki se pojavlja pri GSO, je mednarodno dogovorjena zahteva o obvezni presoji tveganja njihove uporabe – zaradi tega, ker je gensko spreminjanje lastnosti relativno nov pristop v pripravi izboljšanih organizmov, in zato, ker trenutno razpolagamo z omejenimi izkušnjami pri uporabi takšnih organizmov. Presoje tveganja potencialnih negativnih vplivov GSO na zdravje ljudi, živali in okolje so osrednji predmet mednarodnih sporazumov in nacionalnih predpisov, ki urejajo njihovo uporabo v kmetijstvu, prehrani in zdravstvu, kar zagotavlja njihovo varno uporabo (Javornik, 2004).

### **6.1. Ocenjevanje tveganja v EU**

Ob potencialni vrednosti GSO za človeka in okolje obstaja tudi tveganje za nastanek škodljivih vplivov. Zakonodajni okvir za GSO je v EU zasnovan na oceni tveganja za nastanek škodljivih vplivov za okolje in zdravje ljudi ter ne vključuje možnih potencialno pozitivnih lastnosti GSO. Primer pozitivnih vplivov na okolje je lahko odpornost GSO proti škodljivcem in s tem manjša raba insekticidov in drugih kemikalij. Ocenjevanje GSO je tako s tega vidika nekonsistentno. Prav zato se v EU pojavljajo predlogi po robustnejšem pristopu, ki bi pozitivne in negativne lastnosti združil v skupno oceno tveganj in koristi (RBA – risk-benefit analysis). V svetu se takšen pristop v zakonodaji GSO že pojavlja, predvsem v ZDA. To je tudi s teoretičnega vidika primer uravnoteženega in transparentnega pristopa k oceni GSO. To sta tudi glavna argumenta tistih, ki ga uporabljajo (Mathematical Ecology, 2013).

V EU so postopki za evalvacijo in dovoljevanje sproščanja GSO v okolje eni izmed najstrožjih na svetu. Osnovni postopki in kriteriji so zapisani v Direktivi 2001/18/ES o namernem sproščanju GSO v okolje in Uredbi 1829/2003 o gensko spremenjeni hrani in krmi. Za dovoljevanje GSO imamo v EU dve poti. V okviru Direktive 2001/18/ES se odobrijo tisti GSO, ki so namenjeni za dajanje na trg za druge namene, kot so za hrano, krmo ali pridelavo ter predelavo. V okviru Uredbe 1829/2003 se odobrijo tisti GSO, ki so namenjeni hrani, krmi, pridelavi in predelavi. Za njihovo dovoljevanje je pristojna Evropska komisija, ki odloča na podlagi ocene tveganja, ki jo je s svojo neodvisno ekspertizo pripravila EFSA v sodelovanju z državami članicami. Zakonodaja EU omogoča, da se dovoljeni GSO prepovejo s strani držav članic v primeru, da pride do novih spoznanj, ki spreminjajo oceno tveganja za zdravje ljudi in okolje (uporaba varnostnega pridržka) (prav tam, 2013). Na drugi strani lahko države članice zahtevajo geografsko izjemo glede pridelovanja dovoljenega GSO, kar pomeni, da tak GSO ni dovoljeno pridelovati v tisti državi članici, ki ima uveljavljeno geografsko izjemo. To omogoča v letu 2015 sprejeta Direktiva 2015/412 glede možnosti držav članic, da omejijo ali prepovejo gojenje GSO na svojem ozemlju (prav tam, 2013).

EU in Slovenija sta podpisnici Kartagenskega protokola, ki zajema biološko varnost. V njem je opisan previdnostni pristop pri reguliranju GSO (prav tam, 2013).

Zakonodaja EU narekuje odločitve pri dovoljevanju GSO na podlagi ocene tveganja za zdravje ljudi in okolje. Pri tem vlagatelj za odobritev GSO sam pripravi oceno tveganja, EFSA nato presoja obstoječo oceno tveganja in pripravi strokovno mnenje. Vlagatelju ni dovoljeno izpostavljati potencialnih koristi GSO (prav tam, 2013).

Izmed vseh sodobnih metod žlahtnjenja je samo genski inženiring izpostavljen kot zelo tvegana tehnologija. Način ocenjevanja GSO je zato v tem primeru zelo strog. Zakonodaja se osredotoča na oceno lastnosti proizvoda in uporabljenega postopka genskega spreminjanja. To pomeni, da je tehnologija pridobivanja gensko spremenjenih organizmov drugačna od vseh ostalih tehnologij. Na drugi strani vemo, da vsaka nova tehnologija predstavlja določeno tveganje, če je še tako majhno, zato se kot možna rešitev izpostavlja vključitev koristi v celotno sliko. Brez tega je odobritev GSO zelo zahtevna naloga (prav tam, 2013).

## **6.2. Ocenjevanje tveganja v ZDA**

V ZDA je vsak komercialni proizvod, ne glede na tehnologijo pridobitve (torej ali gre za GSO ali ne), reguliran na podlagi njegovih lastnosti, namembnosti in okolja, v katerem se bo uporabljal. Zakonodaja ZDA torej predpostavlja, da biotehnologija sama po sebi ne predstavlja nobenega posebnega tveganja. Ocenjevanje potencialnih koristi in tveganj je sicer različno med zveznimi agencijami, vendar se oboje upošteva. To je drugačen pristop kot na primer v EU, ki v oceno tveganja vključuje poleg proizvoda tudi postopek, s katerim nastane. Poleg ZDA tudi nekatere druge države (npr. Kanada in Nova Zelandija) uporabljajo oceno tveganja, ki zajema koristi in tveganja določene tehnologije (Mathematical Ecology, 2013).

Za oceno varnosti/tveganja GSO, namenjenih za hrano, je v ZDA odgovoren FDA, USDA za GSR, ki se uporabljajo v kmetijstvu, ter EPA v primerih GSO, ki vsebujejo gene za odpornost proti fitofarmacevtskim sredstvom in škodljivcem (Lynch in Vogel, 2001).

Zadolžitev FDA je ocena snovi, dodanih v hrano, kot so barvila, ojačevalci okusa in gensko spremenjeni proteini. USDA preprečuje potencialno širjenje invazivnih rastlin po ZDA, tudi GSR. EPA ocenjuje tveganja zaradi pesticidov in kemikalij za zdravje človeka in okolje, tudi za snovi, ki nastajajo v GSR kot posledica genske spremembe (SITN – Science in the news, 2015).

Na tej osnovi se vsa gensko spremenjena hrana obravnava kot varna in je ni potrebno odobriti za dajanje na trg ali je označevati. FDA usmerja podjetja, da ocenijo, ali njihov proizvod potrebuje dovoljenje pred izdajo na trg. Dovoljenje je sicer potrebno, če gensko spremenjena hrana vsebuje visoke koncentracije strupenih snovi ali alergenov ali imajo ti zmanjšano vsebnost hranil (prav tam, 2015).

USDA zahteva, da podjetja pridobijo različne podatke, preden se GSR sprostijo v okolje. V tem okviru lahko GSO pridobijo status reguliranih ali dereguliranih proizvodov. Status reguliranih proizvodov narekuje pravila, kje in koliko rastlin je lahko nasajenih. Primer deregulirane rastline je koruza Bt11, za katero je podjetje Syngenta priskrbelo podatke iz poljskih poskusov, da se ta rastlina ne obnaša kot plevel, da gen za insekticidni protein

ostaja stabilen med prenosom na naslednjo generacijo in da se insekticidni protein hitro razgradi po propadu rastline (prav tam, 2015).

EPA regulira GSR, ki proizvedejo insekticidne snovi, ki so lahko nevarne za zdravje človeka in okolje. Za registracijo korusa Bt11 je EPA od prijavitelja zahtevala podatke, ki so dokazovali, da je proizvod vstavljenega gena, ki je proizvajal insekticidno snov v tej korusi, hitro prebavljiv in ne povzroča negativnih učinkov v okolju in na zdravje ljudi. Podatki, ki jih je dostavil prijavitelj, so bili opravljeni na sesalcih v laboratorijskem testu. Na tej osnovi je EPA zaključila, da ta korusa ne predstavlja tveganja za zdravje ljudi. Pri oceni tveganja za okolje je EPA določila tveganje za odpornost insektov zaradi pridelave korusa Bt11. V tem okviru je nato EPA izdala navodila za zmanjšanje potencialnega povečanja števila odpornih škodljivcev na koruso Bt11. V njih je med drugim navedla tudi, da mora korusa Bt11 proizvesti večje količine insekticida za odpornost proti škodljivcem in da je potrebno zraven te zasaditi druge gensko nespremenjene rastline (prav tam, 2015).

## **7. ZAKONODAJNI OKVIRI NA PODROČJU GSO IN OZNAČEVANJE (PRIMERI: ZDA, EU IN SLOVENIJA)**

Sodobna biotehnologija je zakonodajno eno izmed najbolj reguliranih področij zaradi potencialno možnih vplivov njenih proizvodov na zdravje ljudi, živali, rastline in okolje. Na tem področju imamo mednarodno pogodbo »Kartagenski protokol o biološki varnosti h Konvenciji o biološki raznovrstnosti«, ki na mednarodnem nivoju zagotavlja varno čezmejno gibanje GSO ter različne nacionalne zakonodaje v posameznih državah po svetu. Zakonodajni okvir na področju GSO v EU, ki tudi velja za enega izmed najzahtevnejših v svetu, vzpostavlja minimalne zahteve in kriterije, ki so opredeljeni v različnih zakonodajnih aktih in so vezani na implementacijo in izvajanje v državah članicah EU. Za pravilno izvajanje zakonodaje je potrebno najprej določiti opredelitev GSO. Tako je v tem primeru mednarodnega Kartagenskega protokola za GSO dogovorjena naslednja opredelitev: »GSO je živ organizem z novo kombinacijo genskega materiala, ki je nastala z uporabo sodobne biotehnologije.« (Cartagena Protocol on Biosafety to the Convention on Biological Diversity, 2000; MKPBV – Zakon o ratifikaciji Kartagenskega protokola o biološki varnosti h Konvenciji o biološki raznovrstnosti, 2002).

### **7.1. Mednarodne pogodbe**

#### **7.1.1. Kartagenski protokol o biološki varnosti**

Ta mednarodni protokol izhaja iz Konvencije o biološki raznovrstnosti (CBD – Cartagena Protocol on Biosafety to the Convention on Biological Diversity, 2000), ki prepoznava biološko varnost kot pomemben del pri ohranjanju biološke raznovrstnosti. S tem je v okviru CBD na eni strani prepoznan velik potencial sodobne biotehnologije za dobrobit ljudi, posebno za zagotavljanje nujnih potreb po hrani, v kmetijstvu in zdravstvu. Po drugi strani se zavzema za vzpostavitev mehanizmov, ki bi povečali varnost uporabe sodobne biotehnologije v povezavi z biološko raznovrstnostjo in zdravjem ljudi. Zato je cilj Kartagenskega protokola h Konvenciji o biološki raznovrstnosti, ki ga je Slovenija ratificirala (Uradni list RS, št. 89/2002), zagotoviti varovanje zdravja ljudi in okolja pred potencialno možnimi negativnimi vplivi GSO kot proizvodov sodobne biotehnologije. Na podlagi tega se lahko poveča tudi zaupanje širše javnosti v to področje in GSO. Kartagenski protokol se osredotoča predvsem na čezmejno gibanje živih GSO in vzpostavlja mednarodne postopke,



ki so v takih primerih obvezni za države pogodbenice (MKPBV – Zakon o ratifikaciji Kartagenskega protokola o biološki varnosti h Konvenciji o biološki raznovrstnosti, 2002).

Kartagenski protokol torej omogoča uporabo ugodnosti, ki jih prinaša sodobna biotehnologija, ne da bi bila pri tem ogrožena biodiverziteteta in zdravje ljudi, živali, rastlin in okolja. Od njegove uveljavitve se je izkazal kot najpomembnejša mednarodna pogodba na področju sodobne biotehnologije. To potrjuje tudi 170 držav pogodbenic Kartagenskega protokola (Convention on Biological Diversity, 2016).

## **7.2. Zakonodaja v EU, Sloveniji in ZDA**

Uporaba GSO v EU je regulirana po dveh različnih komplementarnih postopkih. Zakonodaja EU ob uporabi previdnostnega pristopa ureja področje GSO tako, da zahteva postopnost in presojo od primera do primera. To pomeni zakonodajno ureditev od dela z GSO v laboratoriju, prek sproščanja v okolje za poskusne raziskovalne namene do dajanja GSO na trg.

Po eni strani se v EU v postopkih sprejemajo odločitve o delu z GSO v zaprtih sistemih in namernem sproščanju GSO v okolje (Direktiva 2009/41/ES in 2001/18/ES), po drugi strani se odloča o uporabi GSO za hrano, krmo, predelavo in pridelavo (Uredba 1829/2003).

Zakonodajni in upravno-administrativni okvir biološke varnosti za področje GSO je v Sloveniji vzpostavljen v skladu s pravnim redom EU in v skladu z mednarodnim Protokolom o biološki varnosti.

### **7.2.1. Direktiva 2009/41/ES o delu z gensko spremenjenimi mikroorganizmi v zaprtih sistemih**

Gensko spremenjene mikroorganizme je potrebno v zaprtih sistemih uporabljati tako, da se omejijo možne negativne posledice za zdravje ljudi in okolje, ter pri tem posvetiti pozornost preprečevanju nesreč in nadzoru nad odpadki. Direktiva 2009/41/ES določa skupne ukrepe za uporabo gensko spremenjenih mikroorganizmov v zaprtih sistemih z namenom varovanja zdravja ljudi in okolja. Pod te ukrepe spada tudi uporaba ustreznih posebnih zadrževalnih ukrepov za omejitev stika gensko spremenjenih mikroorganizmov s prebivalstvom in okoljem. Ker natančna narava in obseg tveganj, povezanih z uporabo v zaprtem sistemu gensko spremenjenih mikroorganizmov, še nista v celoti poznana, je potrebno tveganja ocenjevati od primera do primera. Za vrednotenje tveganja za zdravje ljudi in okolje je potrebno točno določiti zahteve za oceno tveganja. Evropska Direktiva 2009/41/ES o delu z gensko spremenjenimi mikroorganizmi v okolju se v Sloveniji izvaja z Zakonom o ravnanju z gensko spremenjenimi organizmi – ZRGSO (Uradni list RS, št. 23/05 – uradno prečiščeno besedilo, 21/10 in 90/12 – ZdZPVHVVR).

### **7.2.2. Direktiva 2001/18/ES o namernem sproščanju GSO v okolje in dajanju na trg**

Ta direktiva zajema poleg komercialne uporabe GSO, ki so se sposobni razmnoževati in namerno sproščati v okolje z namenom gojenja GSO ali uvoza GSO, tudi tiste GSO, ki so namenjeni za omejene raziskovalne poskuse v okolju. Varnostne zahteve, ki so navedene v

direktivi, zahtevajo, da so potencialno škodljivi vplivi na ljudi ali okolje zanemarljivi. Iz tega razloga postopek dovoljevanja zahteva znanstveno oceno tveganja za zdravje ljudi in okolje, uporabo standardizirane metode pri namernem sproščanju GSO v okolje, označevanje (21. člen Direktive 2001/18/ES) in odgovarjajoči monitoring po njihovem sproščanju.

Direktiva v delu B zahteva, da mora vsakdo, ki namerava za poskusne namene namerno sproščati GSO v okolje, pridobiti dovoljenje. V tem okviru pomeni namerno sproščanje GSO v okolje vsak nameren vnos GSO ali kombinacije GSO v okolje, pri katerem ni potrebno izvajati zadrževalnih ukrepov omejitve stika samega GSO z okoljem in prebivalstvom. Osrednji del postopka dovoljevanja namernega sproščanja GSO v okolje za poskusne namene je presoja tveganja za zdravje ljudi, živali, rastline in okolje. V to kategorijo se vključeni vsi poskusi z GSO, razen dajanja na trg.

Direktiva v delu C govori o dajanju GSO na trg, ki pomeni dajanje izdelkov iz GSO tretjim osebam proti plačilu ali brez njega. Preden se lahko da izdelek iz GSO na trg, je potrebno pridobiti dovoljenje, in sicer tako, da se predloži prijava, ki vsebuje vse zahtevane podatke o opravljenih poskusih z GSO in presojo tveganja.

Evropska Direktiva 2001/18/ES o namernem sproščanju GSO v okolje se v Sloveniji izvaja z Zakonom o ravnanju z gensko spremenjenimi organizmi – ZRGSO (Uradni list RS, št. 23/05 – uradno prečiščeno besedilo, 21/10 in 90/12 – ZdZPVMVVR).

### **7.2.3. Uredba 1829/2003 o gensko spremenjeni hrani in krmi**

Države članice EU so dolžne neposredno upoštevati uredbo 1829/2003, ki zadeva hrano in krmo, ki je narejena iz ali vsebuje GSO. Opredeljene so takšne varnostne zahteve, da se ne pojavljajo nikakršni škodljivi vplivi na zdravje ljudi in živali ali na okolje. Zato je potrebna znanstvena ocena varnosti gensko spremenjenega proizvoda, pri čemer se mora dokazati enaka stopnja varnosti tega proizvoda kot primerljivega iz gensko nespremenjenega organizma. Prav tako je v uredbi zahtevano »GSO-označevanje« takšnih proizvodov.

Poleg tega mora označevanje podati informacije o vsaki značilnosti ali lastnosti, zaradi katere se živilo ali krma razlikuje od podobnih konvencionalnih proizvodov glede sestave, hranilne vrednosti ali hranilnih učinkov, predvidene uporabe živila ali krme in posledic za zdravje nekaterih delov prebivalstva, ter o vsaki značilnosti ali lastnosti, ki vzbuja etične ali verske pomisleke.

Uredba narekuje označevanje in se uporablja za živila in krmila, ki se bodo taka, kot so, dobavila končnemu potrošniku ali obratom javne prehrane v Evropski uniji.

Ta oddelek se ne uporablja za živila in krmila, vsebujoča material, ki vsebuje GSO ali je iz njega sestavljen ali proizveden, v deležu največ 0,9 odstotka posamičnih sestavin živila ali živila iz ene same sestavine, pod pogojem, da je njegova prisotnost naključna ali tehnično neizogibna – enaka pravila veljajo v Uredbi 1830/2003 o sledljivosti in označevanju GSO.

Splošni monitoring je za članice naveden in obvezen. Monitoring prisotnosti GSO na slovenskem trgu in nadzor opravljajo ministrstva in inšpekcijske službe v skladu s svojimi pooblastili.

### **7.2.4. Uredba 1830/2003 o sledljivosti in označevanju GSO**

Uredba (ES) št. 1830/2003 Evropskega parlamenta in Sveta z dne 22. septembra 2003 o sledljivosti in označevanju gensko spremenjenih organizmov ter sledljivosti živil in krme,

proizvedenih iz gensko spremenjenih organizmov, ter o spremembi Direktive 2001/18/ES vzpostavlja okvir za sledljivost proizvodov, ki so sestavljeni iz ali vsebujejo GSO, ter živil in krme, proizvedenih iz GSO, z namenom olajšati točno označevanje, spremljati učinke na okolje in, kadar je to primerno, na zdravje ter izvajanje ustreznih ukrepov obvladovanja tveganja, vključno z umikom proizvodov, če je to potrebno. Pri tem sledljivost pomeni zmožnost slediti GSO in proizvodom, proizvedenim iz GSO, v vseh fazah njihovega dajanja v promet skozi proizvodne in distribucijske verige. To zagotavlja, da so ustrezne informacije o kakršnikoli genski spremembi na voljo v vsaki fazi dajanja GSO in iz njih proizvedenih živil in krme na trg.

Za proizvod, ki je sestavljen iz ali vsebuje GSO, morajo nosilci dejavnosti pri dajanju v promet zagotoviti, da nosilcu dejavnosti, ki proizvod prejema, v pisni obliki prenesejo informacije o tem, da proizvod vsebuje ali je sestavljen iz GSO.

Glede označevanja proizvodov, ki so sestavljeni iz ali vsebujejo GSO, morajo nosilci dejavnosti zagotoviti naslednje:

- da so pri predpakiranih proizvodih, ki so sestavljeni iz ali vsebujejo GSO, na etiketi vidne besede: »Ta proizvod vsebuje gensko spremenjene organizme« ali »Ta proizvod vsebuje gensko spremenjeni (ime organizma)«;
- da so pri nepredpakiranih proizvodih, ki se ponujajo končnemu potrošniku, na predstavitvi proizvoda ali v povezavi z njo vidne besede: »Ta proizvod vsebuje gensko spremenjene organizme« ali »Ta proizvod vsebuje gensko spremenjeni (ime organizma)«.

Upoštevanje sledljivosti in označevanja proizvodov iz GSO nista potrebna, če se ti nahajajo v sledovih, v deležu, ki ne presega vrednosti pragov, kakor tudi ne za sledove GSO v proizvodih, namenjenih za neposredno uporabo kot živila ali krma ali za predelavo, v deležu, ki ne presega vrednosti pragov, pod pogojem, da so ti sledovi GSO naključni ali tehnično neizogibni.

### **7.2.5. Direktiva 2015/412/EU**

Direktiva z dne 11. marca 2015 o spremembi Direktive 2001/18/ES govori o možnosti držav članic, da omejijo ali prepovejo gojenje GSO na svojem celotnem ozemlju ali njegovem delu, če so razlogi za to družbeni ali ekonomski dejavniki. Direktiva državam omogoča omejitve ali prepoved gojenja GSO tudi zaradi družbenoekonomskih razlogov, med katere spada tudi javno mnenje. Nekateri drugi razlogi so lahko povezani s cilji okoljske ali kmetijske politike, prostorskim načrtovanjem, rabo zemljišč, soobstojem in javnim redom. Ti razlogi se lahko navajajo posamično ali skupaj. S tem se izpostavijo posebne okoliščine v državi članici, regiji ali območju, kjer se bodo ti ukrepi uporabljali.

Nekateri omenjeni razlogi so lahko povezani z visokimi stroški, saj je ukrepe za soobstoj zaradi posebnih geografskih razmer, na primer na majhnih otokih ali na gorskih območjih, težko ali nemogoče izvajati. V določenih primerih se pojavlja potreba, da bi se izognili prisotnosti GSO v drugih proizvodih, na primer v posebnih ali določenih proizvodih. Razlogi, ki so povezani s cilji kmetijske politike, lahko vključujejo potrebo po varovanju raznolikosti kmetijske proizvodnje in potrebo po zagotavljanju čistosti semen.

### 7.2.6. Evropska agencija za varnost hrane – EFSA

EFSA, ki deluje neodvisno od Evropske komisije, Sveta in Parlamenta, je zadolžena za pripravo neodvisnih znanstvenih nasvetov o tveganjih v zvezi s hrano ter svetuje tudi glede obstoječih in novih tveganjih v zvezi s hrano. V primeru, ko je GSO namenjen za hrano ljudi in živali ter uvoz, pridelavo in predelavo, EFSA izvede oceno tveganja glede varnosti/tveganja za hrano ljudi, živali in okolje. S tem prispeva k oblikovanju evropske zakonodaje in politike ter posledično zagotavlja varnost potrošnikov pred tveganji, ki se pojavljajo v prehranjevalni verigi. Pristojna je za varnost hrane in krme, prehrano, zdravje živali in rastlin, varstvo rastlin in zdravje rastlin ter zadolžena za zbiranje znanstvenih podatkov in strokovnega znanja, pripravo neodvisnih znanstvenih nasvetov glede varnosti hrane, informiranje javnosti o svojem znanstvenem delu in sodelovanje z mednarodnimi organizacijami (EFSA, 2016).

### SLOVENIJA

V Sloveniji obstaja s predpisi EU usklajen zakonodajni sistem ravnanja z GSO, ki se med drugim nanaša tudi na ohranjanje genske pestrosti. Zahtevana postopnost na področju GSO je urejena tako, da zahteva dovoljenje najprej za delo z GSO v zaprtih sistemih, nato za namerno sproščanje GSO v okolje ter na koncu za dajanje izdelkov iz GSO na trg in čezmejno gibanje GSO (Vlada Republike Slovenije, 2017).

Skladno z zakonodajo lahko v Sloveniji rastejo samo tisti GSO, ki so odobreni za tržno pridelavo v celotni EU in zanje ni bila zaprosena geografska izjema. V EU je za pridelavo za hrano in krmo dovoljena samo koruza MON 810. Veliko več GSO je v EU odobrenih za uvoz in predelavo za hrano in krmo. Ti so v hrani, krmi in drugih izdelkih. Uprava za varno hrano, veterinarstvo in varstvo rastlin (UVHVVR) zagotavlja redni pregled prisotnosti GSO v hrani in krmi. Analize na prisotnost GSO v hrani in krmi ter semenih s pooblastilom izvaja Nacionalni inštitut za biologijo, ki je pooblaščen tudi kot Nacionalni referenčni laboratorij za določanje gensko spremenjenih organizmov v krmi in hrani (Kus Veenvliet, 2012).

### 7.2.7. Zakon o ravnanju z gensko spremenjenimi organizmi (ZRGSO)

Slovenija je leta 2002 sprejela Zakon o ravnanju z gensko spremenjenimi organizmi, ki je bil z vstopom države v EU spremenjen in dopolnjen z zakonodajo EU. V letu 2010 je bil zakon ponovno dopolnjen z določili za prenos Direktive 2009/41/ES o uporabi gensko spremenjenih mikroorganizmov v zaprtih sistemih in z določili, ki omogočajo učinkovitejše izvajanje zakona (Kus Veenvliet, 2012).

Zakon o ravnanju z gensko spremenjenimi organizmi – ZRGSO (Uradni list RS, št. 23/05 – uradno prečiščeno besedilo, 21/10 in 90/12 – ZdZPVHVVR) določa ukrepe za preprečevanje in zmanjševanje škodljivih vplivov na okolje, s poudarkom na ohranjanju biotske raznovrstnosti in zdravja ljudi, v povezavi z (Kus Veenvliet, 2012):

- **delom** z GSO v zaprtih sistemih,
- namernim **sproščanjem** GSO v okolje,
- **dajanjem** izdelkov iz GSO na trg in registrom GSO.

Delo z GSO v zaprtih sistemih se nanaša predvsem na laboratorijsko okolje, v manjši meri na proizvodne obrate. Medtem ko so vzpostavljene zakonske podlage za namerno

sproščanje GSO v okolje za raziskovalne namene, v Sloveniji še ni bilo poljskih poskusov z GSO (Kus Veenvliet, 2012).

Pred uporabo zaprtega sistema je obvezna ocena tveganja, ki podaja ugotovitve in ovrednotenje možnih škodljivih vplivov, raven tveganja ter potrebne zadrževalne in druge varnostne ukrepe, ki so predvsem ravnanje z odpadki in odvajanje odpadnih voda iz takšnega sistema. Na tej osnovi so v zaprtih sistemih tveganja razvrščena v štiri varnostne razrede:

- I. varnostni razred, če gre za delo, pri katerem je tveganje zanemarljivo;
- II. varnostni razred, če gre za delo, pri katerem je tveganje majhno;
- III. varnostni razred, če gre za delo, pri katerem je tveganje zmerno;
- IV. varnostni razred, če gre za delo, pri katerem je tveganje veliko.

Tveganja so običajno povezana s sposobnostjo mikroorganizmov, da povzročajo bolezni pri ljudeh, živalih ali rastlinah, ter težo in prenosljivostjo bolezni, ki bi jo verjetno povzročili. Navedeni varnostni razredi samo okvirno opredelijo tveganje dejavnosti in ustrezen sklop zadrževalnih in kontrolnih ukrepov.

Mnogo različnih pravilnikov v povezavi z delom z GSO v zaprtem sistemu natančno opredeljujejo:

- prijavo zaprtega sistema,
- oceno tveganja, ki podaje velikost tveganja in uvrstitev v enega izmed štirih varnostnih razredov z različnimi zahtevami,
- načrt ukrepov za primer nesreče pri delu z GSO.

Oblika zakonodajnega okvira Slovenije in EU je takšna, da omogoča transparentno odločanje in vključevanje javnosti v skladu z načeli Aarhurške konvencije (European Commission, 2016). Odgovorno ministrstvo za izvajanje Zakona o ravnanju z gensko spremenjenimi organizmi – ZRGSO je ministrstvo, pristojno za okolje, ki zagotavlja varno uporabo GSO ali izdelkov, ki vsebujejo GSO ali so sestavljeni iz njih ali njihovih kombinacij, z zahtevo po predhodno izdelani oceni tveganja za okolje in zdravje ljudi (Kus Veenvliet, 2012).

Zakon povzema določila predpisov EU (Direktive 2009/41/ES in Direktive 2001/18/ES) in določila Kartagenskega protokola o biološki varnosti.

Določbe Zakona o ravnanju z gensko spremenjenimi organizmi – ZRGSO, ki se nanašajo na dajanje izdelkov na trg, na izvoz in tranzit GSO in izdelkov, ne veljajo za:

- zdravila za uporabo v humani in veterinarski medicini,
- GSO, ki se uporabljajo za prehrano ljudi,
- GSO, ki se uporabljajo za hranjenje živali.

Ta področja uporabe GSO urejajo posebni predpisi, za katere sta pristojni ministrstvi, odgovorni za zdravje ter za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano (portal biološke varnosti).

### **7.2.8. ZDA**

V ZDA ni zakonodaje, ki bi bila namenjena izključno GSO, ampak so ti zakonodajno urejeni enako kot ostali oziroma konvencionalni izdelki. GSO se v tem okviru smatrajo kot konvencionalni in zaradi tega nič bolj ali manj varni za prehrano ljudi in živali (Library of Congress, 2015; Gostek, 2016).

V primerjavi z nekaterimi drugimi državami (tudi Slovenijo) je takšna zakonodaja zelo razvojno usmerjena k novim izdelkom, saj so GSO, ekonomsko gledano, zelo pomembna komponenta v biotehnološki industriji, ki zadnja leta igra pomembno vlogo v gospodarstvu ZDA (Library of Congress, 2015).

Številne organizacije v ZDA so obravnavale vprašanja v zvezi z GSO in zaključile, da ni nobenih trdnih dokazov, da gensko spremenjena hrana predstavlja večje tveganje od konvencionalne hrane. Med njimi so tudi Nacionalni raziskovalni odbor (National Research Council), Ameriška zveza za znanstven napredek (American Association for the Advancement of Science) in Ameriška zveza za zdravje (American Medical Association) (prav tam, 2015).

V ZDA je za izdelek iz GSO, ki se od konvencionalnega izdelka zelo razlikuje v strukturi, funkciji ali snovni sestavi, potrebno pred dajanjem na trg pridobiti dovoljenje, ki velja za tako imenovane prehranske dodatke (prav tam, 2015).

FDA v skladu z zakonodajo s področja živil, zdravil in kozmetike (Federal Food, Drug, and Cosmetic Act) ureja živila, ki se po določenih lastnostih razlikujejo od ostalih živil in soje ter so opredeljena kot »živila, ki vsebuje takšne snovi, ki imajo lahko škodljive učinke za ljudi in t. i. prehranski dodatki, ki so sestavni del živila ali na določen način spreminjajo lastnosti živila«. Za takšna živila je pred dajanjem na trg potrebno pridobiti dovoljenje FDA, ki dokazuje varnost živila za potrošnika (prav tam, 2015).

### **7.2.9. Označevanje GSO v EU in ZDA**

Za EU in njene države članice je zahtevano, da morajo biti označena vsa živila na trgu, ki vsebujejo eno ali več sestavin, proizvedenih iz GSO, ali tudi v primeru, če živilo vsebuje GSO v deležu, ki je večji od 0,9 %. Kriterij velja za vsako posamezno sestavino v živilu GSO-izvora. Izjema so živila živalskega izvora, ki so bila pridobljena z uporabo krme, ki je bila proizvedena ali je vsebovala GSO. V tej skupini so na primer mleko, mlečni izdelki, meso, mesni izdelki, jajca idr. in jih po zakonodaji ni potrebno označevati (UVHVVR – Uprava RS za varno hrano, veterinarstvo in varstvo rastlin).

V nasprotju z EU označevanje GSO kot izdelkov ali v izdelkih v ZDA ni potrebno zgolj zaradi načina/tehnologije pridobivanja. Označevanje je potrebno samo v primeru, da proizvod sam ni prepoznan kot popolnoma varen za potrošnika. Na drugi strani imajo podjetja v ZDA enako kot v EU možnost označevanja proizvodov, ki v svojih postopkih ne uporabljajo GSO (Lynch in Vogel, 2001).

V preteklosti je bilo na osnovi zakonodaje s področja »pravice do vedenja o gensko spremenjeni hrani« (Genetically Engineered Food Right-to-Know Act) v ZDA predlagano, da se hrana, ki vsebuje GSO, začne obvezno označevati, vendar do sprejetja takih zavez ni prišlo. Pojavljale so se tudi civilne iniciative v nekaterih zveznih državah (leta 2012 v

Kaliforniji in leta 2013 v Washingtonu), ki v svojih zahtevah po takem označevanju niso uspele (Library of Congress, 2015).

V ZDA se mora hrana, ki je pridobljena iz GSR, v nekaterih primerih jasno označiti, tako da je potrošnik seznanjen s tem, da ne gre za konvencionalno oziroma gensko nespremenjeno hrano. To velja v primerih, kadar je ta zelo drugačna od gensko nespremenjene hrane (npr. glede hranilne vrednosti) ali se razlogi navezujejo na varnost hrane za potrošnika, kot so lahko nevarni alergeni za zdravje človeka (prav tam, 2015).

## **8. PRISTOPI DO GSO V EU IN ZDA TER POSLEDICE**

Obstajajo razlike med pristopi v EU in ZDA k pridelavi in dajanju na trg GSO. Razlog, da je ista tehnologija zakonodajno urejena različno, je verjetno posledica različnega razumevanja in pristopov k urejanju tega področja in na tej osnovi sprejete zakonodaje. Danes je to področje v EU tudi zelo politično obarvano, saj se s strani širše javnosti pojavljajo nezaupanje v znanost, dvomi v vlade in industrijo. Za razliko od Evrope se v ZDA zakonodaja veliko bolj prilagaja industriji in je predvsem zelo spodbudno naravnana do tehnoloških inovacij (Lynch in Vogel, 2001).

Osnovno izhodišče vseh postopkov odločanja na področju GSO je v zakonodaji ZDA posvečeno proizvodu, ki nastane v procesu genskega spreminjanja in ne v procesu, ki je bil uporabljen za nastanek zadevnega proizvoda. To v praksi pomeni, da v ZDA ni potrebno pridobiti dodatnih znanstvenih podatkov samo zaradi tega, ker je proizvod (v našem primeru GSO) nastal z uporabo postopkov genskega inženirstva (Lynch in Vogel, 2001).

Po podatkih (Burros, 1999 v Lynch in Vogel, 2001) se je v zadnjih petnajstih letih v ZDA pridelovala tretjina vse gensko spremenjene koruze in gensko spremenjenega bombaža ter več kot polovica soje iz gensko spremenjenih semen. Ocenjuje se tudi, da je bilo leta 1999 v trgovinah na policah več kot 60 % hrane pridelane z uporabo gensko spremenjenih semen. Istega leta je bilo le 33 % Američanov seznanjenih s tem, da so gensko spremenjeni proizvodi na policah v trgovini, in zgolj 3 % jih je vedelo, da je tudi soja v trgovini gensko spremenjena. Sredi devetdesetih let je bila uporaba gensko spremenjenih proizvodov na ameriškem trgu zelo velika. Medtem so bili potrošniki slabo seznanjeni z uporabo genske tehnologije (Lynch in Vogel, 2001).

Zakonodaja na področju GSO se v EU zelo razlikuje od tiste v ZDA. Poslužuje se drugačnega pristopa, ki daje poudarek tako procesu pridobivanja GSO in samemu GSO kot tudi proizvodu. V EU so na tem področju zahtevani visoki standardi, ki poleg ostalih kriterijev zahtevajo tudi označevanje vseh živil, katerih del so ali jih GSO sestavljajo vsaj v 0,9 % celotnega živila. V EU v praksi na trgu ni veliko označenih živil, ki bi vsebovala GSO, ker takih živil ni veliko naprodaj (Lynch in Vogel, 2001).

### **8.1. Primerjava odobritev GSO za dajanje na trg (EU in ZDA)**

Primerjave glede prisotnosti GSR na trgu kažejo, da se v ZDA najde večje število GSR (195 odobritev), medtem ko na trgu EU samo nekatere izmed njih (95 odobritev). V EU vlada striktno označevanje GSO, medtem ko je v ZDA to urejeno drugače in zahteva označevanje samo v primeru, ko prihaja do razlikovanja s sorodnim proizvodom, ki ni gensko spremenjen.

ZDA nimajo zakonodaje, ki zahteva označevanje GSO. Čeprav so se tudi v ZDA pojavljale dileme o varnosti gensko spremenjene hrane in semen, je to v preteklosti le malo vplivalo na zakonodajo. V EU je nasprotovanje javnosti imelo učinkovit vpliv na zakonodajo (Lynch in Vogel, 2001).

### **Mnenje ameriških volivcev o obveznem označevanju (2008, 2014 in 2015)**

Ankete kažejo, da velika večina ameriških volivcev podpira obvezno označevanje gensko spremenjene hrane in takšne, ki vsebuje GSO. Po podatkih Consumer Reports National Research Center (2008), ki so bili pridobljeni leta 2008 je to 95 %, po nekoliko poznejših podatkih Consumer Reports National Research Center (2014), pridobljenih v letu 2014 je to 92 % in po kasnejših podatkih Mellmanngroup (2015) je to 88 %.

Zaradi takšnega velikega prizadevanja ameriških volivcev skozi več let, ki je razvidno iz anket (čeprav je od leta 2008 do leta 2015 upadlo za 7 %) se v ZDA pripravlja zakonodaja, ki bo omogočala obvezno označevanje gensko spremenjene hrane in takšne, ki vsebuje GSO. Pri tem se pojavljata dva predloga označevanja: natisnjeno na embalaži, da gre za GSO, kar je podobno kot v EU, ali bar koda, ki je berljiva s pametnim mobilnim telefonom, vendar je velika večina temu manj naklonjena, saj je tudi splošna uporaba takšnega načina preverjanja informacij med anketiranci precej nizka (17 %) (Reuters, 2016).

### **Mnenje potrošnikov o genskem inženiringu in varnosti gensko spremenjene hrane**

Anketa za potrošnike, ki je bila opravljena leta 1995, je pokazala, da samo 21 % Američanov misli o genskem inženiringu kot o nečem, kar predstavlja nevarnost za zdravje. Takšno mnenje je imelo, za primerjavo, kar 85 % Švedov, 60 % Avstrijcev, 57 % Nemcev, 48 % Nizozemcev, 39 % Britancev in 38 % Francozov (Lynch in Vogel, 2001).

V poznih devetdesetih letih prejšnjega stoletja se je mnenje potrošnika v ZDA in EU še bolj razlikovalo. Do GSO je bilo negativno opredeljenih 14 % Američanov, 65 % Švedov, 69 % Avstrijcev, 50 % Nemcev in 39 % Britancev (Lynch in Vogel, 2001).

Novejša anketa (Funk in Rainie, 2015), ki je bila opravljena leta 2014, je pokazala, da manjšina (37 %) odraslih misli, da je gensko spremenjena hrana varna, medtem ko jih večji del (57 %) misli, da je lahko nevarna. Pri večini (67 %) se pojavlja skeptičnost glede znanstvenega razumevanja učinkov GSO na zdravje, medtem ko jih manjšina (28 %) misli, da je znanost te dovolj dobro proučila.

### **Anketa o pozornosti potrošnikov na vsebnost GSO v proizvodu (2015)**

Nekateri proizvajalci v ZDA prostovoljno informirajo potrošnike o tem, ali njihov proizvod vsebuje GSO. Polovica anketiranih je na to pozorna vedno (25 %) ali vsaj občasno (25 %). Nekateri (31 %) niso na to nikoli pozorni, medtem ko jih manjši delež (17 %) to pogleda redko, ostali so bili neopredeljeni (Funk in Rainie, 2015).

Možnosti za nastanek takšnih razlik pri zakonodajni urejenosti na področju GSO sta lahko ekonomski interes potrošnika in kultura, ki prevladuje v državi, iz katere prihaja anketiranec (Lynch in Vogel, 2001).

S tem ko je EU za vsak uvoženi GSO zahtevala njegovo odobritev za dajanje na trg EU, je bil upad ameriškega kmetijskega uvoza v EU občuten, saj so postopki odobritve zelo dolgi. To se kaže v tem, da je leta 1995 uvoz koruze znašal 86 %, do leta 1999 je upadel na 12 % (Lynch in Vogel, 2001). Razlog je v tem, da so ZDA odobrile enajst sort gensko spremenjene



koruze, medtem ko EU le štiri. Še večje razlike pri trgovanju so se pojavile pri soji. Kljub podatkom ni čisto jasno, ali je zmanjšano trgovanje zaradi stroge politike EU dejansko prineslo koristi kmetijskim pridelovalcem. Evropa ima v veliki meri samozadostno oskrbo s koruso, tako sta izvoz in uvoz skromna. Gledano z vidika kmeta v EU ta ni pridobil nobenih finančnih koristi od omejitve uvoza pridelka iz gensko spremenjenih semen (Lynch in Vogel, 2001).

Nasprotovanje javnosti glede GSO se v Evropi povezuje tudi z nasprotovanjem ameriški naravnosti in nasprotovanjem globalizaciji. V tej navezavi se najpogosteje omenjajo trije dejavniki:

- prvi proizvod iz GSO, ki tudi ni bil označen, je v Evropo uvozilo ameriško podjetje »Monsanto«, kar so evropske potrošniške organizacije razumele kot kratenje osnovnih pravic potrošnika, ki vključuje pravico biti obveščen in svobodo izbire;
- drugi razlog je v tem, da je podjetje »Monsanto« v istem obdobju kupovalo druga semenarska podjetja in s tem povečalo svojo tržno moč, kar je posledično ustvarilo strah med evropskimi kmetijskimi pridelovalci pred možnostjo ameriškega nadzora nad evropskim kmetijstvom. Strah je dodatno spodbujal tudi tehnološki napredek na področju semenarstva;
- tretji razlog je v tem, da so ZDA uvažale GSO v Evropo, hkrati so imele uvedene visoke tarife za evropski izvoz v ZDA, mnoge izmed teh so veljale za evropske kmetijske izdelke (Lynch in Vogel, 2001).

Že od samega začetka so evropska biotehnoška podjetja naklonjena čim manjši strogosti pri regulaciji GSO in v povezavi s tem menja, da ni potrebe po posebnem označevanju izdelkov, še več, želijo ista merila kot veljajo za ostalo na novo proizvedeno hrano (Lynch in Vogel, 2001).

## **8.2. Družbene razlike**

K možnim vzrokom za razlike v zakonodaji GSO v EU in ZDA bi lahko prispevala tudi kulturna razlikovanja. Evropejci so značilno bolj tradicionalni glede prehrane kot Američani, saj so ti bolj pod vplivom neprestanih novosti s strani tekmovalne prehranske industrije. Procesirana in hitra hrana sta tam bolj razširjeni (Lynch in Vogel, 2001).

Prav tako prihaja do razlik pri razumevanju kmetijstva med EU in ZDA. Za Evropejce je kmetijstvo močno povezano z naravo in podeželjem ter ne z intenzivno kmetijsko pridelavo, ki jo povezujejo tudi z GSO. Na drugi strani Američani kmetijstvo povezujejo z intenzivno pridelavo in je takšna oblika pridelave za njih značilna. Pomemben vidik je tudi, da Evropejci čutijo strah pred onesnaževanjem podeželja z GSO, saj gre v večini za manjše pridelovalne površine, ki so močno prepletene z ostalimi površinami, kar ni toliko značilno za Američane, ki razpolagajo z večjimi ruralnimi površinami, ki omogočajo boljšo umeščenost pridelovalnih površin v naravno okolje (Lynch in Vogel, 2001).

V EU sprejeta zakonodaja in standardi, ki zadevajo zdravje, varnost in okolje, so v osnovi bolj omejevalni kot ameriški. Iz tega razloga so te razlike v zakonodaji na področju GSO del zelo aktivnega političnega dogajanja na področju biološke varnosti v Evropi (Lynch in Vogel, 2001).

### **8.3. Izkušnje z novimi tehnologijami**

Pomemben vidik zakonodaje glede varnosti na splošno in še posebej glede GSO v Evropi so nekatere slabe izkušnje iz preteklosti, ki so zamajale zaupanje javnosti v primerno varovanje zdravja in varnosti ljudi. Ena izmed takšnih je izbruh bolezni norih krav (v nadaljevanju BSE; *bovina spongiformna encefalopatija*), kjer je način regulacije hrane zatajil. Problem se je ohranjal več kot desetletje. Javnost je izgubljala zaupanje v zakonodajo EU s področja hrane in tudi v strokovnost znanosti s tega področja. Prav zato se je pozornost javnosti začela usmerjati na iskanje problemov in pomanjkljivosti glede varnosti hrane. V Veliki Britaniji se je v času največje krize BSE (1996–1998) delež nenaklonjenih ljudi do gensko spremenjene hrane povzpел za 11 % in znašal 40 %. Ljudje so postali neprizanesljivi do novih tehnologij pri proizvodnji hrane. Temu razmišljanju niso dovolj dobro sledili znanstveniki in vlade. Ljudje so na podlagi teh izkušenj postali pozorni tudi na proces pridobivanja hrane in ne zgolj na končni proizvod – samo živilo (Lynch in Vogel, 2001).

Pomanjkljivost evropske zakonodaje, ki se je pokazala pri BSE, je pripeljala do političnih polemik v Evropi. Pokazal se je razkorak med enotnim trgom, ki zajema vse potrošnike v EU, in nezmožnostjo evropskih institucij za zagotavljanje varnosti proizvodov na tem trgu (Lynch in Vogel, 2001).

Tako so izkušnje na podlagi BSE in drugih živilskih afer prispevale k oblikovanju evropskih okvirov za obravnavo potencialnih tveganj za GSO. Pri tem se je upoštevalo dejstvo, da se je industrijska živilska tehnologija za proizvodnjo hrane, podprta s strani strokovnjakov, ki so obljubljali varnost potrošnikov, izkazala kot pomanjkljiva s hudimi dolgotrajnimi učinki na zdravje. Podobna možnost obstaja za GSO, s tem da potrošnik v tem ne vidi takšne koristi, ki bi odtehtala tveganje za okolje, ki se pri tem pojavlja. V tem kontekstu je pomembno omeniti, da mnogi strokovnjaki tako v Evropi kot v ZDA vidijo predvsem minimalna tveganja GSO za okolje in zdravje ljudi ali jih sploh ne. Kljub temu je javnost na podlagi izkušenj z BSE do strokovnih ocen nezaupljiva (Lynch in Vogel, 2001).

Močno zavzemanje potrošnikov v EU za obvezno označevanje gensko spremenjene hrane je nazoren primer miselnosti evropskega potrošnika, ki želi imeti pravico vedeti, kako je hrana, ki jo uživa, pridobljena. Tako se lahko samostojno odloča, kakšno hrano kupiti (Lynch in Vogel, 2001).

Pomemben indikator večjega poudarka varnosti v regulaciji v Evropi je naraščanje pomembnosti vloge previdnostnega načela pri upravljanju tveganja. V približno zadnjih dvajsetih letih se je temu večal vpliv. Njegov okvir je razširjen iz varstva okolja, iz te zakonodaje tudi izvira, na zdravje ljudi, živali in rastline.

Namen previdnostnega načela je, da se ga uporabi v primeru nesigurnosti zaradi nedovoljnega poznavanja fenomena, proizvoda ali procesa. Zajema miselnost, ki poleg upoštevanja možnih negativnih vplivov ter tudi socialnih in ekonomskih koristi vključuje tudi sprejetost s strani ljudstva, kar vpliva na končno odločitev (Lynch in Vogel, 2001).

### **8.4. Informiranje javnosti o GSO**

#### **8.4.1. EU in Slovenija**

Za namene obveščanja in ozaveščanja javnosti je Slovenija vzpostavila »Register GSO« in »Slovenski portal biološke varnosti«, ki je osrednja slovenska stran o biološki varnosti pri

uporabi in ravnanju z GSO (<http://www.biotechnology-gmo.gov.si/>), saj se pri tem zaveda pomembnosti zaupanja javnosti, ki ostaja v Sloveniji še vedno izziv.

Informiranje javnosti v veliki meri poteka prek medijev. Analiza prispevkov o GSO v slovenskih medijih (Erjavec, 2010), med katere so bili zajeti slovenski dnevniki, tedniki in televizijski programi, je pokazala, da so mediji v večini uporabljali vire informacij, ki so izražali negativno stališče do GSO na področju kmetijstva in živilstva. Pozitivno stališče do GSO je prevladovalo na področju medicine. Znotraj kmetijskega področja so mediji predstavljali negativen odnos do GSO, GSR, gensko spremenjene hrane in izdelkov iz GSO. Raziskava virov je pokazala, da so bili od 123 analiziranih prispevkov štirje takšni, da je njihov edini vir (znanstveniki z univerze na področju biotehnologije/živilstva in v enem primeru Monsanto) zavzemal pozitiven odnos do uvedbe GSO. Osemindeset prispevkov je bilo takšnih, kjer je njihov edini vir (slovenske in mednarodne nevladne okoljske organizacije, Slovenski inštitut za trajnostni razvoj, Prijatelji zemlje, Združenje za zdravo Slovenijo, predstavniki kmečkih oziroma kmetijskih institucij in združenj, kot sta Kmetijsko gozdarska zbornica in Združenje ekoloških kmetov, ter znanstveniki z univerze, javnih institucij in neodvisni) zavzemal negativno stališče oziroma je bil proti uporabi GSO.

K prevladujočemu mnenju proti uporabi GSO v Sloveniji na področju kmetijstva in živilstva so prispevali tudi vsi objavljeni slovenski politični viri, kot so minister in drugi predstavniki ministrstva za kmetijstvo, gospodarstvo in prehrano ter predstavniki političnih strank. Prevladoval je takšen način navajanja virov, da so novinarji večino virov (običajno dva ali tri) navedli s strani nasprotnikov uporabe GSO in dodali en vir, ki je podpiral uporabo GSO (prav tam, 2010).

Iz analize prispevkov medijev o GSO je bilo tudi razvidno, da se kot glavni argumenti proti uporabi GSO v Sloveniji in tudi širše navajajo predvsem naslednji (prav tam, 2010):

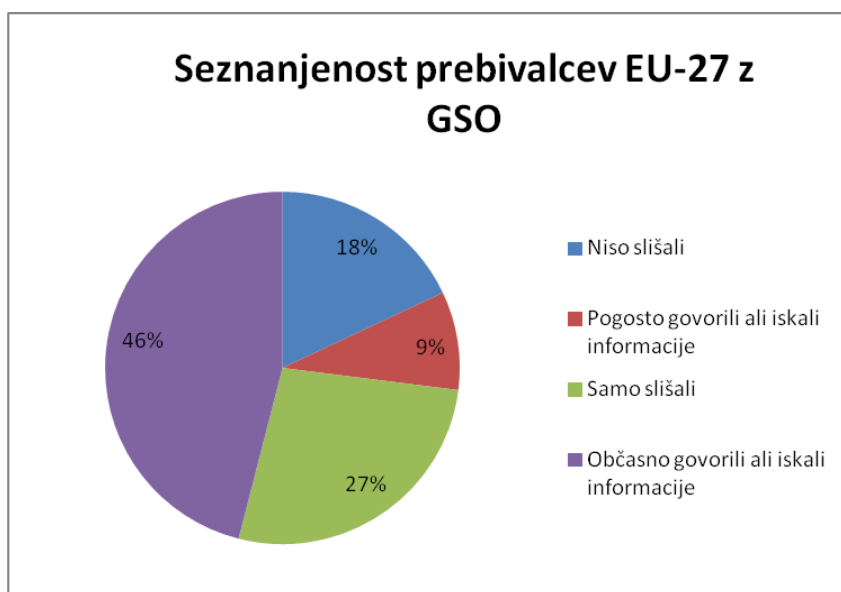
- znanstvena negotovost o dolgoročnih učinkih GSO: ker neodvisna znanost še nima odgovora o dolgoročnih učinkih GSO na okolje, se ne bi smela odobriti pridelava GSO v Sloveniji. Pri tem so novinarji netabloidnih medijev (tako imenovani resen medij, za katerega velja, da se v čim večji meri upoštevajo objektivnost, točnost, etičnost, stvarnost itd.) prevladujoče poimenovali GSO z istim imenom, medtem ko so jih novinarji tabloidnih medijev (tako imenovani rumeni tisk, kjer se objavljajo značilno kratki in slikoviti članki ter veliki in senzacionalističnimi naslovi) prevladujoče poimenovali z negativno konotacijo, kot na primer »tiha grožnja« ipd.;
- prevlada multinacionalne industrije (nastopa na vseh svetovnih trgih) in Svetovne trgovinske organizacije – STO (medvladna organizacija, pristojna za pravila trgovanja med njenimi članicami in v kateri članice EU nastopajo z enim glasom): ker imajo multinacionalna podjetja z GSO, katerih primarni namen je izkoristiti manjše kmete in predvsem revne, ter STO kot osrednja organizacija, ki zahteva deregulacijo globalne trgovine z izdelki iz GSO, večjo moč kot EU in posamezne države;
- GSO uničuje biološko raznovrstnost.

Kot ključni ukrep proti uvedbi GSO prispevki poudarjajo moč glasnega nasprotovanja evropskih potrošnikov, kajti to je edini razlog, da evropski trgovci ne uvažajo izdelkov iz GSO. To nakazuje, da se v ospredje postavlja moč potrošnika nasproti politikom, industriji in znanstvenikom (prav tam, 2010).

Na drugi strani novinarski prispevki, ki podpirajo uporabo GSO, navajajo naslednje glavne argumente za njihovo uvedbo (prav tam, 2010):

- GSO omogoča manjšo uporabo zaščitnih sredstev v kmetijstvu in manjšo onesnaženost okolja,
- Pridelki iz GSO so večji od običajnih in prinašajo ekonomske prednosti: zaradi tega bodo imeli kmetje s povečanim donosom gensko spremenjenih posevkov tudi ekonomske prednosti.

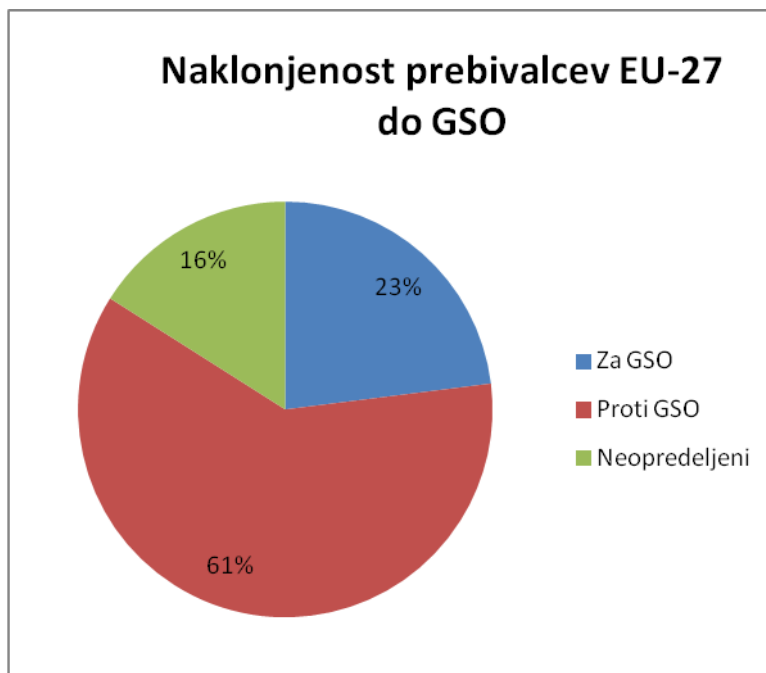
Raziskava Evropske komisije leta 2010, ki je grafično prikazana na sliki 4, je za države EU-27 pokazala (European Commission, 2010), da je večina ljudi seznanjenih s pojavom GSO. Vsaj polovica izmed njih je o GSO tudi govorila ali so v povezavi z njimi iskali informacije. Nekateri (18 %) o GSO pred raziskavo še niso slišali.



**Slika 4: Seznanjenost prebivalcev z GSO v državah EU-27**

(Vir: povzeto po European Commission, 2010)

Glede naklonjenosti oziroma nenaklonjenosti do GSO, kar je grafično prikazano na sliki 5, so podatki iz leta 2010 pokazali, da 23 % vprašanih prebivalcev držav EU-27 podpira GSO, medtem ko jih ne podpira 61 %, ostalih 16 % je bilo neopredeljenih.



**Slika 5: Naklonjenost prebivalcev do GSO v državah EU-27**

(Vir: European Commission, 2010)

#### **8.4.2. ZDA**

Javno mnenje o GSO je v ZDA mešano. Raziskave iz preteklosti (od 2001 do 2006) so pokazale, da je razumevanje biotehnologije s strani javnosti slabo in da so potrošniki slabo seznanjeni z vsebnostmi GSO v hrani. V tem obdobju je bilo uporabi GSO v prehrani naklonjenih 26 % oziroma 27 % prebivalcev, medtem ko je temu nasprotovalo 58 % prebivalcev oziroma je kasneje ta odstotek upadel na 46 % prebivalcev (Library of Congress, 2015).

Anketa, ki jo je izvedel New York Times leta 2013, je pokazala, da javnost močno (93 %) podpira obvezno označevanje hrane, ki vsebuje GSO. Ista anketa je pokazala tudi, da ima tričetrte anketiranih v ZDA (vzorec tisoč naključno izbranih odraslih oseb) določene pomisleke glede GSO v hrani. Od teh se jih polovica zaveda, da se GSO nahajajo v hrani, ostali so izjavili, da se ne želijo prehranjevati z zelenjavo, sadjem in žitom iz GSO (Library of Congress, 2015).

## **9. PRIHODNOST UPORABE GSO**

GSO in predvsem gensko spremenjena hrana se omenjata kot potencialna rešitev za probleme, povezane s pomanjkanjem hranilnih snovi v živilih, večanjem pridelka in boljšim ohranjanjem okolja. Obstaja tudi vrsta problemov, ki se nanašajo na zakonodajo in označevanje GSO. Obstajajo zagovorniki GSO, ki v njih vidijo veliko priložnost, na drugi strani nasprotniki, ki poudarjajo veliko negotovosti, ki jih s sabo prinašajo GSO, predvsem morebitne negativne vplive na zdravje ljudi in okolje. Tudi v razvitih državah so potrošniki v večini nenaklonjeni GSO v hrani (Pandey idr. 2010).

## 10. Sklepi

V okviru diplomskega dela smo želeli ugotoviti, ali se ravnanje in uporaba GSO zaradi drugače zastavljene zakonodaje v različnih državah med seboj razlikuje (H1).

Ravnanje in uporaba GSO v obravnavanih državah (EU oziroma Sloveniji in ZDA) se med seboj razlikuje prav zaradi drugače zastavljene zakonodaje, saj je ta v ZDA veliko bolj naklonjena ravnanju in uporabi GSO v izdelkih, namenjenih za hrano in krmo ter za pridelavo, kot v EU oziroma Sloveniji, kar zanika našo postavljeno hipotezo (H1). Eden izmed razlogov je ta, da je v ZDA očiten popolnoma drugačen pristop do zakonodaje na področju gensko spremenjene hrane kot v EU oziroma Sloveniji, saj je ta v ZDA zakonodajno urejena enako kot vsa ostala, gensko nespremenjena hrana, ki se jo ocenjuje enotno na podlagi njenih lastnosti. Drugi razlog je ta, da proces pridobivanja GSO v ZDA ni predmet zakonodaje, temveč je zakonodajno urejen samo proizvod, medtem ko je v EU in Sloveniji zakonodaji podvržen tudi proces pridobivanja GSO, torej tudi postopek genskega spreminjanja. To pomeni, da se popolnoma enaka tehnologija za gensko spreminjanje zaradi posebne zakonodaje na eni strani (EU) obravnava kot taka s povečanim tveganjem od klasičnih tehnik, na drugi strani (ZDA) kot taka, ki ne predstavlja povečanega tveganja, za kar bi bilo potrebno sestaviti posebno zakonodajo, ki bi obravnavala izključno gensko spreminjanje. Iz tega lahko zaključimo, da sta ravnanje in uporaba GSO v ZDA bolj razširjena zaradi tega, ker sta zakonsko manj obremenjena. V ZDA je namreč enostavneje odobriti gensko spremenjeno hrano kot primerno za na trg. Prav tako neobvezno označevanje gensko spremenjenih proizvodov predstavlja manj napora za industrijo in za potrošnika manj pomislekov, ali je takšna hrana drugačna od ostale, in se tako uporablja veliko več. To po eni strani pomeni tudi, da potrošnik ni seznanjen s tem, ali gre za gensko spremenjeno hrano, in posledično nima možnosti, da na ustvarjenem mnenju izbira med takšno in gensko nespremenjeno hrano. Informacije prav tako nakazujejo, da je tudi v ZDA širša javnost dovolj seznanjena z GSO, da se pojavlja težnja po označevanju takšne hrane, kar je navsezadnje tudi pravica potrošnika. Potrebno je poudariti, da označevanje gensko spremenjene hrane ni nikakršno opozorilo pred nevarnostjo, ampak je informativne narave, saj je takšna hrana po zagotovilih različnih institucij enako varna kot vsa ostala.

Na podlagi tega, da so GSO tesno povezani z družbenoekonomskimi dejavniki, je primerno, da obstaja tudi takšna zakonodaja, ki obravnava tveganja oziroma pomisleke, ki se pojavljajo v zvezi s tem. Na ravni EU obstaja takšna zakonodaja, ki to obravnava in na podlagi katere je mogoče zaradi teh dejavnikov omejiti ali prepovedati gojenje GSO. Eden izmed dejavnikov, ki lahko odloča, je tudi mnenje javnosti. Na drugi v ZDA, ki nima posebne zakonodaje za GSO, to ni mogoče, kar pomeni, da so ti dejavniki prezrti in s tem tudi pomisleki družbe. Vse skupaj ima lahko zelo velik vpliv na ravnanje in uporabo GSO.

Tako v EU in Sloveniji kot v ZDA se tveganje pri (potencialni) pridelavi GSR navezuje tudi na potencialne dolgoročne zdravstvene učinke na človeka in okolje. Prav zato je pomembno, da za to obstaja zakonodaja (ocena tveganja za GSO), ki obravnava izključno GSO, saj se v povezavi s temi še vedno pojavlja negotovost. Področje še ni toliko raziskano, da bi lahko z gotovostjo trdili, da ni dolgoročnih zdravstvenih učinkov na človeka in okolje, kakor tudi ni jasnih dokazov, da so. Prav zato zakonodaja EU izhaja iz tako imenovanega previdnostnega načela, ki je vključeno v Kartagenskem protokolu in tudi v zakonodaji o GSO na nivoju EU in Slovenije. Državam v primeru negotovosti glede ekoloških posledic omogoča, da prepovejo uporabo in sproščanje GSO v okolje. Na drugi strani ZDA ni podpisnica tega protokola in

njena zakonodaja ne obravnava negotovosti, povezane z GSO, na takšen način kot EU, da bi omogočala prepoved oziroma sproščanje GSO v okolje samo na osnovi previdnosti.

Pomembna razlika med pristopom do gensko spremenjene hrane in krme je v ZDA ter EU in Sloveniji v tem, da je v ZDA za proizvod odgovoren proizvajalec, ki mora za izdelek pridobiti ustrezne podatke, v primeru, da obstaja sum o škodljivosti take hrane/krme, medtem ko je v EU dovoljenje s strani Evropske komisije pogoj za trženje gensko spremenjene hrane, kar pomeni, da gre za zahtevnejši oziroma dražji postopek odobritve GSO kot v ZDA. Razlika zaradi drugega pristopa v ZDA v primerjavi z EU oziroma Slovenijo se zelo jasno kaže v stopnji pridelave GSR, saj je ZDA največja pridelovalka takšnih rastlin in zavzema 43 % vseh svetovnih površin, na katerih se te pridelujejo. EU spada med skupino ostalih držav, ki skupaj zavzemajo le 10 % takšnih površin. Nekatero evropsko državo sploh ne pridelujejo GSR (med njimi tudi Slovenija).

Želeli smo tudi ugotoviti, ali različni pristopi k oceni tveganja/varnosti GSO za zdravje ljudi in okolje med državami ne vplivajo na sprejemanje GSO (H2).

Ugotavljamo, da različni pristopi k oceni tveganja/varnosti GSO ne vplivajo na sprejemanje GSO, saj je ta obvezna tako v EU kot v ZDA, kar potrjuje našo zastavljeno hipotezo (H2). Razlika je v tem, da se v EU ocena tveganja izvaja posebej za GSO, ki so namenjeni za hrano ljudi in živali ter uvoz, pridelavo in predelavo. Gre za bolj zapleten postopek, pri katerem je pri oceni kot neodvisna komisija vključena tudi EFSA. V ZDA je krajši postopek ocenjevanja, saj tam GSO ocenjujejo posamezni sektorji na enak način kot konvencionalne snovi. Dodatna dovoljenja so potrebna, kadar gre za gensko spremenjeno hrano, ki vsebuje visoke koncentracije strupenih snovi ali alergenov, ali kadar ima ta zmanjšano vsebnost hranil. Zdi se, da je ocena tveganja/varnosti v EU bolj temeljito obravnavana in nudi večjo varnost pred potencialno negativnimi učinki GSO za človeka, okolje in družbo.

Omeniti je potrebno tudi to, da sicer obstajata dve različni obliki celotne presoje. Prva in značilna za ZDA je takšna, ki zraven tveganja škodljivih vplivov upošteva tudi potencialne koristi GSO, ki obstajajo in so lahko ekonomske, družbene in tudi okoljske. Kot primer lahko navedemo zmanjšano rabo kemikalij, zaščitnih sredstev v kmetijstvu, večji in kakovostnejši pridelek. Vendar so to koristi za družbo samo, če ob tem ni večjih tveganj za okolje. Medtem se v EU uporablja drugačna oblika, ki upošteva samo tveganja za zdravje človeka, okolje in družbo.

Zanimalo nas je tudi, ali imajo mediji in javnost pomembno vlogo pri ustvarjanju javnega mnenja o GSO, kar vpliva na sprejemanje oziroma zavračanje GSO (H3).

Tudi tu ugotavljamo in lahko zaključimo, da se najširša javnost informira o GSO prek različnih medijev (tabloidnih in netabloidnih), ki v večini uporabljajo vire informacij, ki izražajo negativno stališče do GSO na področju kmetijstva in živilstva, kar potrjuje našo tezo o pomembnosti vključenosti medijev na tem področju (H3). Močan vpliv medijev na širšo javnost se posledično kaže iz anket potrošnikov, ki imajo po večini negativno stališče do GSO, čeprav na primer ni jasnih znanstvenih dokazov o negativnih vplivih GSO na okolje in zdravje ljudi. To je torej dejavnik, ki vpliva na javno mnenje, ki ima predvsem v EU pri odločanju o GSO pomembno vlogo. Z novo Direktivo 2015/412/EU je ta vloga še večja. Po drugi strani je v medijih prevladovalo pozitivno stališče do GSO v medicini in tudi javnost je uporabi GSO na tem področju bolj naklonjena. Podobno kot v EU in Sloveniji je javnost na osnovi raziskav tudi v ZDA do neke mere nenaklonjena določenim oblikam GSO, kar lahko

pomeni, da imajo tudi v ZDA nekateri mediji v večini negativno stališče do GSO, vendar to v končni fazi ne vpliva toliko na zavračanje GSO kot v EU.

Na sprejemanje in zavračanje GSO pomembno vplivajo tudi drugi dejavniki, kot so kultura, pretekle izkušnje z novimi tehnologijami in družbenoekonomski razlogi. Gre torej za preplet zelo različnih dejavnikov. Vpliv teh razlogov na zavračanje GSO je v EU in Sloveniji večji kot v ZDA.

V okviru pregleda področja GSO smo želeli ugotoviti tudi, ali razlike v zahtevah po označevanju GSO vplivajo na sprejemanje oziroma zavračanje GSO med potrošniki (H4).

V EU je po zakonu obvezno označiti proizvode iz GSO, ki se pojavijo na trgu. Prav tako tudi, če se GSO nahajajo v izdelku v deležu, ki je večji od 0,9 %. Potrošniku to omogoča, da ima informacijo o tem, za kakšno hrano gre, in se na podlagi tega odloči za gensko spremenjeno hrano ali ne. Medtem označevanje GSO v ZDA ni obvezno, lahko je prostovoljno, če tako želi proizvajalec ponuditi dodatno informacijo potrošniku. Večina potrošnikov v ZDA si na podlagi pregledanih anket tega tudi želi, kar ima lahko za posledico, da bo označevanje gensko spremenjene hrane v prihodnje postalo tudi zakonsko obvezno. V tem primeru je označevanje vezano tudi na načine označevanja GSO. Iz dosedanjih razprav, ki potekajo v ZDA, je možno razbrati dva pristopa označevanja izdelka, in sicer napis ali koda, berljiva s pametnim telefonom. Na tej podlagi bi lahko tudi potrošnik v ZDA sprejel informirano odločitev, ali želi kupovati takšno hrano. V EU sicer ni veliko gensko spremenjene hrane na trgovinskih policah, kar nakazuje, da ljudje veliko raje posegajo po gensko nespremenjeni hrani in ne po hrani, ki je označena kot gensko spremenjena. Ljudje po nekaterih anketah tudi niso dobro seznanjeni z GSO oziroma gensko tehnologijo, kar nakazuje, da se ta tehnologija in tudi njeni produkti veliko manj izpostavljajo kot v EU in Sloveniji. Zaključimo lahko, da obvezno ali prostovoljno označevanje izdelkov, ne samo GSO, pripomore k informirani odločitvi potrošnika, ali želi kupovati izdelke, ki vsebujejo ali so sestavljeni iz proizvodov sodobne biotehnologije. To lahko vpliva na sprejemanje ali zavračanje takih proizvodov, kar potrjuje našo hipotezo (H4).



## 11. Povzetek

Poznavanje in predvsem razumevanje GSO je zapleteno, saj je že sam izraz »gensko spremenjen« težko predstavljen in neenotno pojmovan tako v širši kot strokovni javnosti. Pojem GSO se lahko navezuje na različne organizme (mikroorganizme, živali in rastline), zato je potrebno poznavanje raznolikosti ter možnih prednosti in nevarnosti, ki jih predstavljajo GSO.

Področje GSO je še vedno zelo kontroveržno in sproža različne diskusije znotraj strokovne in širše javnosti, še posebej potrošnikov, kar je pogosto posledica različnih nasprotujočih si informacij, ki so dostopne na svetovnem spletu in v pisnih virih, vključno s strokovno literaturo. K tej pestrosti lahko pripomorejo tudi različni pristopi k ravnanju z GSO, ki se med državami razlikujejo, kar posredno vpliva tudi na razumevanje in percepcijo GSO.

Študije s tega področja omenjajo, da lahko GSO vplivajo na ohranjanje okolja na neposreden ali posreden način. Potencialni problemi za okolje, ki se omenjajo in so vezani na GSO, vključujejo možnost nastajanja toksinov, ki imajo lahko negativno delovanje na koristne organizme, nenadzorovan prenos vstavljenih genov na druge organizme v okolju in neznane dolgoročne učinke na zdravje ljudi. Tudi strokovna javnost je glede odgovorov na ta vprašanja še vedno razdeljena, saj so nekateri mnenja, da bi lahko GSO imeli škodljive vplive na okolje, medtem ko drugi trdijo, da je nadzor nad njimi že sedaj dovolj dober, da do negativnih vplivov ne more priti. Razdeljenost strokovne javnosti se tako odraža tudi med potrošniki glede izbire za ali proti GSO.

Namen diplomskega dela je primerjava različnih pristopov k ravnanju z GSO in oceni tveganja za okolje in zdravje ljudi (v diplomskem delu so zajete predvsem EU, SLO in ZDA). Delo vključuje pregled zakonodajnih okvirov ter tudi odnos strokovne in širše javnosti do tega kontroverznega področja.

Na osnovi primerjave lahko zaključimo, da se zaradi različnih pristopov k ravnanju z GSO, ki so povezani s presojo varnosti/tveganja za GSO, razumevanje varnosti/tveganja med državami razlikuje. V osnovi lahko izpostavimo dva pristopa ravnanja z GSO: tistega, ki ga uporabljamo v EU in državah članicah, vključno s Slovenijo, ter zajema oceno varnosti/tveganja samega GSO od primera do primera skupaj s procesom njegovega pridobivanja, vendar brez njegovih potencialnih koristi, in tistega, ki presoja od primera do primera samo proizvod iz GSO in poleg tveganj upošteva tudi njegove koristi – neodvisno od procesa njegovega pridobivanja. Zaradi tega prihaja do razlik med različnimi državami tudi v razumevanju in dojemanju GSO.

Iz pregleda področja je razvidno, da najširša javnost informacije o GSO črpa iz različnih pisnih in virtualnih medijev. V Sloveniji se v večini uporabljajo viri informacij, ki izražajo negativno stališče do GSO na področju kmetijstva in živilstva. To je eden izmed dejavnikov, ki vpliva tudi na večinsko negativno mnenje javnosti. Na drugi strani je v medijih prevladovalo pozitivno stališče do GSO v medicini, kar se je odražalo tudi v javnosti, ki je temu področju bolj naklonjena. Prav tako ugotavljamo, da je podobno kot v EU in Sloveniji javnost tudi v ZDA nenaklonjena gensko spremenjeni hrani. Izkazalo se je tudi, da na sprejemanje ali zavračanje GSO ne vplivajo samo mediji, temveč imajo pomembno vlogo tudi drugi dejavniki, kot so kultura, pretekle izkušnje in družbenoekonomski razlogi.

V tej navezavi med drugim ugotavljamo, da ima določeno vlogo označevanje GSO, ki je v EU obvezno, medtem ko je v ZDA prostovoljno. Ne glede na način označevanja izdelkov to pripomore k informirani odločitvi potrošnika, ali želi uporabljati izdelke, ki vsebujejo ali so sestavljeni iz proizvodov sodobne biotehnologije. To lahko dodatno posredno ali neposredno vpliva tudi na sprejemanje ali zavračanje takih proizvodov med potrošniki.

## 12. Summary

Knowledge and particularly understanding of GMOs is complex, as the term "genetically modified" itself is difficult to perceive and is understood differently by both the general public and experts. The term GMO can be linked to different organisms (microorganisms, animals and plants), therefore it is necessary to know the differences as well as the possible advantages and dangers of GMOs.

GMOs are still a highly controversial topic and a cause of debate among experts and the general public, particularly consumers, which is often the consequence of conflicting information that is available on the Internet and in written sources, including scientific literature. These contrasting opinions are also linked to contrasting approaches towards GMOs that differ between countries, which indirectly influences the understanding and perception of GMOs.

Studies of this field show that GMOs can contribute to the conservation of the environment in direct or indirect ways. The potential environmental problems related to GMOs include the possibility of development of toxins which can have a negative influence on beneficial organisms, the uncontrolled spread of the introduced genes on other organisms in the environment and the unknown long-term influence on human health. Experts still have different answers to these questions, as some claim GMOs can have a negative influence on the environment, whereas others believe that the control of GMOs is already sufficient, therefore there can be no negative influence. The experts' different opinions regarding the use of GMOs influence the consumers who are also divided over this topic.

The purpose of the thesis is to compare the different approaches towards GMOs and to assess the risk for the environment and human health (the thesis focuses mainly on the EU, Slovenia and the US). The thesis includes an analysis of the legislation as well as of the attitude of experts and of the general public towards this controversial topic.

On the basis of the comparison we can conclude that due to different approaches to GMOs, which are related to the assessment of the safety/risk level of GMOs, the understanding of the safety/risk level between countries differs. There are basically two main approaches towards GMOs: the approach used by EU and its member states, including Slovenia, which incorporates the safety/risk assessment of the particular GMO on a case-by-case basis, including the production process, but excluding the potential benefits, and the approach which assesses only the GMO product on a case-by-case basis and takes into account not only the risks, but also the benefits – regardless of the production process. This causes a different understanding and perception of GMOs in different countries.

The analysis of the topic shows that the general public obtains information about GMOs from different written and electronic media. In Slovenia the general public obtains information mostly through sources that promote a negative attitude towards GMOs in the context of agriculture and food technology. This is one of the factors that contribute to a mostly negative

opinion on GMOs among the general public. On the other hand, the media reported a positive attitude towards GMOs in medicine, which was reflected also among the general public that supports this scientific field. We also concluded that similarly to the EU and Slovenia, the US general public is not inclined to GMOs. The thesis also showed that media are not the only factor that influences the attitude towards GMOs, as there are other factors that play an important role, such as culture, previous experience and socio-economic reasons.

In relation to that we found out that GMO labelling, which is obligatory in the EU and voluntary in the US, also influences attitudes towards GMOs to a certain degree. Regardless of the type of product labelling, this helps the consumer to make an informed decision regarding the use of products which contain or consists of GMO developed with modern biotechnologies. This can additionally influence the acceptance or rejection of such products in a direct or indirect way.

### 13. Viri

A History of Biotechnology (2014). Waseda University, SILS, Science, Technology and Society (LE202), 39 str.

Burros, M. (1999). Eating well; Different Genes, Same Old Label. The New York Times. Dostopno na: <http://www.nytimes.com/1999/09/08/dining/eating-well-different-genes-same-old-label.html>

Bohanec, B., Javornik, B., Srel, B. (2004). Gensko spremenjena hrana. Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, 167 str.

Cartagena Protocol on Biosafety to the Convention on Biological Diversity (2000). Text and annexes. Montreal, Canada, 30 str. Dostopno na:

<https://www.cbd.int/doc/legal/cartagena-protocol-en.pdf>

Consumer Reports National Research Center (2008). Food-Labeling Poll 2008, 21 str. Dostopno na: <http://4bgr3aepis44c9bxt1ulxsyq.wpengine.netdna-cdn.com/wp-content/uploads/2015/02/foodpoll2008.pdf>

Consumer Reports National Research Center (2014). Survey Research Report, 3 str. Dostopno na: [http://4bgr3aepis44c9bxt1ulxsyq.wpengine.netdna-cdn.com/wp-content/uploads/2015/02/2014\\_GMO\\_survey\\_report.pdf](http://4bgr3aepis44c9bxt1ulxsyq.wpengine.netdna-cdn.com/wp-content/uploads/2015/02/2014_GMO_survey_report.pdf)

Convention on Biological Diversity. Dostopno na: <https://bch.cbd.int/protocol/default.shtml> (17. 1. 2017)

Direktiva 2001/18/ES Evropskega parlamenta in Sveta o namernem sproščanju gensko spremenjenih organizmov v okolje in razveljavitvi Direktive Sveta 90/220/EGS. Ur. l. L 106/2001, str. 0001–0039. Dostopno na: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/SL/TXT/?uri=CELEX%3A32001L0018>

Direktiva 2009/41/ES Evropskega parlamenta in Sveta z dne 6. maja 2009 o uporabi gensko spremenjenih mikroorganizmov v zaprtih sistemih (prenovitev). Ur. l. L 125/2009, str. 75-97.

Dostopno na: [http://ec.europa.eu/health/sites/health/files/files/eudralex/vol-1/dir\\_2009\\_41/dir\\_2009\\_41\\_sl.pdf](http://ec.europa.eu/health/sites/health/files/files/eudralex/vol-1/dir_2009_41/dir_2009_41_sl.pdf)

Direktiva 2015/412/EU z dne 11. marca 2015 o spremembi Direktive 2001/18/ES glede možnosti držav članic, da omejijo ali prepovejo gojenje gensko spremenjenih organizmov (GSO) na svojem ozemlju. Ur. l. L 68/2015, str. 1-8. Dostopno na:

<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/SL/TXT/?uri=celex%3A32015L0412>

Dermelj, M. (2002). Negotovost, skupni imenovalec ocene tveganja in koristi uporabe gensko spremenjenih organizmov. V: GSO: Tveganje in izziv – vpliv na okolje, zdravje in gospodarstvo, Konferenca, Ljubljana, 23.–24. oktober 2002.

Eastham, K., Sweet, J. (2002). Genetically modified organisms (GMOs): The significance of gene flow through pollen transfer. Copenhagen, European Environment Agency, Environmental issue report, št. 28, str. 59–60.

Erjavec, K. (2010). Diskurzivni boj v slovenskih medijih: novinarska reprezentacija gensko spremenjenih organizmov. Družboslovne razprave, XXVII (2011), 68: 45–61.

European Commission (2010a): Special Eurobarometer 354, 78 str. Dostopno na: [http://ec.europa.eu/public\\_opinion/archives/ebs/ebs\\_354\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/public_opinion/archives/ebs/ebs_354_en.pdf)

European Commision (2010b): Europeans and Biotechnology in 2010: Wind of change?, 170 str. Dostopno na: [http://ec.europa.eu/public\\_opinion/archives/ebs/ebs\\_341\\_winds\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/public_opinion/archives/ebs/ebs_341_winds_en.pdf)

The Aarhus Convention. Dostopno na:

<http://ec.europa.eu/environment/aarhus/> (17. 1. 2017)

Evropska agencija za varnost hrane – EFSA. Dostopno na:

<http://www.efsa.europa.eu/> (17. 1. 2017)

Fransen, L. idr. (2005). Integrating Socio-Economic Considerations Into Biosafety Decisions: The Role of Public Participation. Washington, D.C., World Resources Institute, 47 str.

Funk, C., Rainie, L. (2015). Chapter 6: Public Opinion About Food. Dostopno na:

<http://www.pewinternet.org/2015/07/01/chapter-6-public-opinion-about-food/> (17. 1. 2017)

Gee, D., Guedes Vaz, S. (2004). Pozne lekcije iz zgodnjih svaril: previdnostno načelo 1896–2000: Uvod. Ljubljana: MOPE, Agencija Republike Slovenije za okolje, 218 str.

Gostek, K. (2016). Genetically modified organisms: how the United States' and the European Union's regulations affect the economy. Michigan State International Law Review, Vol. 24.3, str. 761-799.

Inštitut za nutricionistiko. Dostopno na:

<http://www.nutris.org/prehrana/abc-prehrane/splosno/115-gensko-spremenjena-hrana.html>  
(17. 1. 2017)

James, C., Krattiger, A. F. (1995). Global review of the Field Testing and Commercialization of Transgenic Plants. 1986 to 1995: The First decade of Crop Biotechnology. ISAAA Briefs No. 1: ISAAA: Ithaca, New York, 31 str.

James, C. (2015). 20th Anniversary (1996 to 2015) of the Global Commercialization of Biotech Crops and Biotech Crop Highlights in 2015. ISAAA Brief No. 51. ISAAA: Ithaca, NY.

Kovačič, P. M., Juvančič L. (2011). Družbeno-ekonomska merila odločanja o gojenju gensko spremenjenih organizmov v Sloveniji. Družboslovne razprave, XXVII (2011), 68: 63–82.

Kus Veenvliet, J. (2012). Analiza doseganja ciljev Strategije ohranjanja biotske raznovrstnosti v Sloveniji. Končno poročilo. Nova vas, Zavod Symbiosis, 235 str. Dostopno na:

[http://www.mko.gov.si/fileadmin/mko.gov.si/pageuploads/podrocja/narava/analiza\\_strategije\\_biotske\\_raznovrstnosti\\_porocilo.pdf](http://www.mko.gov.si/fileadmin/mko.gov.si/pageuploads/podrocja/narava/analiza_strategije_biotske_raznovrstnosti_porocilo.pdf)

Klumper, W., Qaim, M. (2014) A Meta-Analysis of the Impacts of Genetically Modified Crops. PLoS ONE 9(11): e111629. Dostopno na: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0111629>

Lynch, D., Vogel, D. (2001). The Regulation of GMOs in Europe and the United States: A Case-Study of Contemporary European Regulatory Politics. Council on Foreign Relations Press. Dostopno na: <http://www.cfr.org/agricultural-policy/regulation-gmos-europe-united-states-case-study-contemporary-european-regulatory-politics/p8688>

Lemaux, G. P. (2006). Introduction to Genetic Modification. University of California. Division of Agriculture and Natural Resources. Publication 8178, 5 str.

Library of Congress (2015). Restrictions on Genetically Modified Organisms: United States. Dostopno na: [https://www.loc.gov/law/help/restrictions-on-gmos/usa.php#\\_ftn41](https://www.loc.gov/law/help/restrictions-on-gmos/usa.php#_ftn41)

MKPBV – Zakon o ratifikaciji Kartagenskega protokola o biološki varnosti h Konvenciji o biološki raznovrstnosti. Ur. l. RS, št. 89/2002.

Meyer, H. (2007). The Precautionary Principle and The Cartagena Protocol on Biosafety: Development of a Concept. V: Biosafety First - Holistic Approaches to Risk and Uncertainty in Genetic Engineering and Genetically Modified Organisms. Trondheim. Norsk institutt for genøkologi (GenØk), Tromsø & Tapir Academic Press, str. 469–482.

Martinez, V. D. (2010). The colors of biotechnology. Dostopno na: [https://biotechspain.com/en/article.cfm?iid=colores\\_biotechnologia](https://biotechspain.com/en/article.cfm?iid=colores_biotechnologia) (17. 1. 2017)

Mathematical Ecology (2013). Assessing environmental releases of genetically modified organisms: policy considerations of benefits and risks. Mathematical Ecology Research Group. Department of Zoology, University of Oxford, 5 str. Dostopno na: [http://merg.zoo.ox.ac.uk/sites/default/files/GMOPolicyBrief\\_FinalVersion.pdf](http://merg.zoo.ox.ac.uk/sites/default/files/GMOPolicyBrief_FinalVersion.pdf)

MKGP – Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano (2015). 43. Redna seja Vlade Republike Slovenije. Dostopno na: [http://www.mkgp.gov.si/si/medijsko\\_sredisce/novica/browse/1/article/12449/8114/](http://www.mkgp.gov.si/si/medijsko_sredisce/novica/browse/1/article/12449/8114/)

Mellmangroup (2015). Just label it! Dostopno na: <http://4bgr3aepis44c9bxt1ulxsyq.wpengine.netdna-cdn.com/wp-content/uploads/2015/12/15memn20-JLI-d6.pdf>

Naquet, R. (2002). Vpliv gensko spremenjenih organizmov (GSO) na zdravje. V: GSO: Tveganje in izziv – vpliv na okolje, zdravje in gospodarstvo, Konferenca, Ljubljana, 23.–24. oktober 2002, 79 str.

Phillips, T. (2008) Genetically modified organisms (GMOs): Transgenic crops and recombinant DNA technology. Nature Education 1(1): 213.

Pandey, A., Kamle, M., Yadava, L. P., Muthukumar, M., Kumar, P., Gupta, V., Ashfaq, M., Pandey, B. K. (2010). Genetically Modified Food: Its uses, Future Prospects and Safety Assessments. Biotechnology, 9: 444–458.

Projekt Biologija kot znanost in veda. Dostopno na: [http://mss.svarog.si/biologija/MSS/index.php?page\\_id=11621](http://mss.svarog.si/biologija/MSS/index.php?page_id=11621) (17. 1. 2017)

Portal za biotehnologijo. Dostopno na: <http://skaligen.org/> (17. 1. 2017)

Reuters (2016). U.S. GMO food labeling bill passes Senate. Dostopno na:

<http://www.reuters.com/article/us-usa-food-gmo-vote-idUSKCN0ZO08N> (17. 1. 2017)

Spletni časopis Delo (2012). Dostopno na:

<http://www.delo.si/gospodarstvo/okolje/hrana-iz-gensko-spremenjenih-rastlin-hvala-ne-bi.html> (17. 1. 2017)

Schmidt, J. (2014). GMO Answers. Dostopno na: <https://gmoanswers.com/ask/what-difference-cost-production-gmo-vs-non-gmo> (10. 8. 2016)

Slovenski portal biološke varnosti. Dostopno na: <http://www.biotechnology-gmo.gov.si/> (17. 1. 2017)

Tudge, C. (2002). Food for the future. Great Britain, Dorling Kindersley Limited, 72 str.

UVHVVR – Uprava RS za varno hrano, veterinarstvo in varstvo rastlin. Dostopno na:

[http://www.uvhvvr.gov.si/si/delovna\\_podrocja/zivila/gensko\\_spremenjeni\\_organizmi\\_gso\\_in\\_soobstoj\\_gensko\\_spremenjenih\\_rastlin\\_gsr\\_z\\_ostalimi\\_kmetijskimi\\_rastlinami/oznacevanje\\_gso/](http://www.uvhvvr.gov.si/si/delovna_podrocja/zivila/gensko_spremenjeni_organizmi_gso_in_soobstoj_gensko_spremenjenih_rastlin_gsr_z_ostalimi_kmetijskimi_rastlinami/oznacevanje_gso/) (17. 1. 2017)

Vlada Republike Slovenije (2000). Predlog zakona o uporabi genske tehnologije. Dostopno na: [http://www.dz-rs.si/wps/portal/Home/deloDZ/zakonodaja/izbranZakonAkt?uid=C12565D400354E68C125698300296CC2&db=kon\\_zak&mandat=III&tip=doc](http://www.dz-rs.si/wps/portal/Home/deloDZ/zakonodaja/izbranZakonAkt?uid=C12565D400354E68C125698300296CC2&db=kon_zak&mandat=III&tip=doc)

Vlada Republike Slovenije (2017). Poročilo o okolju v Republiki Sloveniji 2017, 257 str.

Dostopno na: [http://www.mop.gov.si/fileadmin/mop.gov.si/pageuploads/pomembni\\_dokumenti/porocilo\\_o\\_okolju\\_2017.pdf](http://www.mop.gov.si/fileadmin/mop.gov.si/pageuploads/pomembni_dokumenti/porocilo_o_okolju_2017.pdf) (4.6.2017)

Zakon o ravnanju z gensko spremenjenimi organizmi (ZRGSO) – spremembe in dopolnitve zakona (ZRGSO-B). Uradni list RS, št. 21/2010.

Žel, J. (2007). Gensko spremenjene rastline. Ljubljana: Nacionalni inštitut za biologijo. Zavod Republike Slovenije za šolstvo, str. 175-182.