

Стање и изазови при производњи, коришћењу и контроли присуства генетички модификованих организама (ГМО) у свијету, Европској унији и Републици Српској

Војислав Тркуља, Васкрсија Јањић, Ново Пржуљ

Сажетак. *Под генетички модификованим организмима (ГМО) подразумевају се они организми којима је геном измијењен на начин који се никада не би десио класичним размножавањем или природном рекомбинацијом постојећих гена у оквиру врсте, односно на начин који се никада не би догодио у природи. Осим прве генерације ГМ биљака које су генетички измијењене како би се олакшало њихово гајење, при чему доминирају сорте и хибриди ГМ биљака које су толерантне према одређеним тоталним хербицидима, те које су отпорне према различитим штетним организмима (инсектима и фитопатогеним гљивама, бактеријама и вирусима узрочницима болести биљака), данас се убрзано ради на даљем истраживању и постепеном увођењу тзв. друге и треће генерације генетички модификованих биљака с побољшаним нутриционим квалитетом и новим технолошким и другим особинама, као што су одгођено зрење плодова воћака, те отпорност на стрес, као и*

Цитирање: Тркуља В, Јањић В, Пржуљ Н (2020) Стање и изазови у производњи, коришћењу и контроли присуства генетички модификованих организама (ГМО) у свијету, Европској унији и Републици Српској. У: Јањић В, Пржуљ Н (уредници) Ограничења и изазови у биљној производњи. Академија наука и умјетности Републике Српске, Бања Лука, Монографија LXII:537–577

Cite as: Trkulja V, Janjić V, Pržulj N (2020) Current situation and challenges in production, use and control of the presence of genetically modified organisms (GMOs) in the world, European Union and Republic of Srpska. In: Janjić V, Pržulj N (eds) Limitations and challenges in crop production. Academy of Sciences and Arts of the Republic of Srpska, Banja Luka, Monograph LXII:537–577

толерантност на сушу, заслањеност и ниску плодност земљишта, што све заједно отвара нове прилазе и могућности за савладавање добро познатих ограничења пољопривреде. Међутим, генетичко инжењерство тренутно је под притиском унутрашње дебате, између оних који подржавају, и оних који су огорчени противници ГМО. Дебата не укључује само научна, него и политичка, економска, социјална, здравствена, етичка и филозофска питања. За научнике, али и за све остале, ово је велики изазов који захтијева много опсежнија, транспарентнија и ангажованија истраживања, укључујући и одлучивања о расподјели профита на потпуно нов начин. У раду се наводи актуелно стање у производњи, законодавству и коришћењу ГМО у свијету, Европској унији и код нас, као и најзначајнији изазови са којима се производња, одобравање, коришћење и контрола ГМО данас суочавају.

Кључне ријечи: Генетички модификовани организми (ГМО), биотехнологија, производња и одобравање ГМО, законодавство, контрола ГМО

10.1. Увод

Под генетички модификованим организмима (ГМО) подразумевају се они организми којима је геном измијењен на начин који се никада не би десио класичним размножавањем или природном рекомбинацијом постојећих гена у оквиру врсте, односно на начин који се никада не би догодио у природи. ГМО се добијају методом познатом под називом „генетичко инжењерство“ или „технологија рекомбинантне ДНК“ или „модерна биотехнологија“, која представља скуп техника којима се преносе функционални гени у неки организам са циљем продукције организама са новим особинама (National Research Council 2004).

Генетичко инжењерство подразумева коришћење савремених и високо софистицираних метода за увођење карактеристика микроорганизама у биљке и животиње. За разлику од других метода генетичких побољшања, примјена ове технологије стриктно је регулисана, због чега генетички модификовани организми или храна која је добијена као производ из ГМО или која садржи ГМО, могу бити стављени на тржиште искључиво након што су ауторизовани на бази детаљне и веома стриктно прописане процедуре. Ова процедура базирана је на научном приступу процјене ризика који они представљају за здравље људи, животну средину и биодиверзитет (Вајговић i sar. 2005; Младеновић-Дринић 2014; Пржуљ 2015; Тркуља и сар. 2018, 2020).

Као ниједна друга технологија до сада, биотехнологија је поларизовала јавност на двије потпуно супротстављене групе – присталице и противнике. Тако, присталице ове технологије истичу да ће глобалне климатске промјене повећати учесталост и интензитет екстремних временских појава које укључују поплаве, сушу, загађење ваздуха и повишене температуре, при чему се наводе прогнозе да ће до 2050. године доћи до пораста температуре за још најмање 2 °C (FAO 2014), што ће све заједно имати значајне негативне ефекте на пољопривреду, чинећи снабдијевање храном конвенционалним начином, све мање сигурним за велики број становника земаља у развоју (Quaye et al. 2012). Присталице ГМО такође наводе да се предвиђа да ће се број становника на Земљи повећати са око 7,7 милијарди у 2020. години на 9,5 милијарди до 2050. године (ISAAA 2017), при чему су процјене да ће 2020. године 800 до 925 милиона људи бити недовољно исхрањено (Federoff 2015). Осим тога, посебно забрињава и тзв. „скривена глад“, која настаје усљед недостатка витамина и минерала и која је тренутно најчешћи облик неухрањености, који погађа више од 2 милијарде људи (FAO 2015). Због свега тога, постизање прехранбене сигурности која подразумијева производњу довољних количина хране представља значајан глобални изазов. Поставља се и питање како пољопривреда 2050. може обезбиједити довољно хране за прехрану толиког броја људи са мање од 0,2 хектара по становнику, када је при коришћењу тренутних пољопривредних пракси за остваривање овог циља потребно најмање 0,5 ха (Gartland and Gartland 2018). Исти аутори наводе да савремена биотехнологија, која подразумијева гајење ГМ усјева, може играти важну улогу у рјешавању многих проблема који су повезани са овим изазовима.

Такође, присталице ове технологије истичу да је основни циљ гајења генетички модификованих биљака да се обезбиједи довољна количина хране за сталну нарастајућу популацију људи у свијету. Да би се остварио овај циљ, неопходно је да у будућности фармери широм свијета производе много више хране (Cano et al. 2017). Овај задатак није лак с обзиром на чињеницу да су, према заговорницима биотехнологије, генетички потенцијали за принос најважнијих гајених биљака већ скоро досегнути у конвенционалним програмима оплемењивања, као и да се најплодније пољопривредно земљиште на планети стално смањује усљед урбанизације, индустријализације и изградње инфраструктуре, док крчење шума и експанзија пољопривреде на новим површинама узрокује озбиљне штете у ионако крхким екосистемима. Осим тога, заговорници ове технологије наводе и друге предности ГМ биљака: усјеви су продуктивнији, а губици приноса мањи; побољшане су нутритивне карактеристике и укус плодова; усјеви посједују отпорност према инсектима, хербицидима и болестима и бољу адаптираност на услове сиромашних земљишта и неповољне климе; овом технологијом могуће је елиминисати

алергене из неких производа; ова технологија је мање штетна по животну средину јер захтијева мање пестицида; производи ове технологије спорије се кваре и подносе дужи транспорт или дуже стајање на полици (Бекавац 2014; Јањић и Јовановић 2015; Тркуља и сар. 2018; Gatew and Mengistu 2019; Smyth 2020).

Насупрот њима, критичари ове технологије сматрају да научници имају знања за идентификацију пожељних гена, али још увијек немају начина да контролишу експресију гена. Противници ГМО истичу низ негативних појава које могу бити посљедице коришћења ГМО и хране поријеклом од ГМО: како гени не функционишу као изоловане јединице, промјена једног или неколико гена може изазвати озбиљне промјене у функционисању генома са несагледивим посљедицама; ГМБ отпорне према хербицидима и инсектима могу утицати на стварање супер корова и супер инсеката; ГМ технологија може убрзати развој бактерија отпорних према антибиотицима; ГМБ могу продуковати потпуно нове протеине са алергеним својствима, те да ГМ усјеви могу контаминирати конвенционалне усјеве. Осим наведеног, критичари ове технологије имају бојазан и од трансфера гена из ГМБ отпорних на хербициде у дивље сроднике и корове; појаве ГМБ отпорних на хербициде као самониклих биљака у наредним усјевима; могућности негативног учинка ГМО на нециљане организме, нпр. корисне инсекте; могућност дуготрајне присутности промијењених гена у земљишту након жетве или бербе ГМ усјева; потенцијалних негативних учинака ГМО на биодиверзитет; могућности укрштања ГМО са сродним врстама; могућности директог ширења ГМО у животну средину; непознатих промјена због могуће нестабилности генетичке модификације; стварања новог протеина код ГМО, усљед уношења новог гена, који може бити алерген, токсин или може утицати на промјену нутритивног састава хране; забринутост да се коришћењем биотехнологије може ширити својство антибиотске резистенције на бактерије у животној средини и др. (Malidža i Janjić 2004; Malidža i sar. 2006; Јањић 2013а, 2013б; Бекавац 2014; Јањић и Малица 2014; Новаковић 2014; Јањић и Јовановић 2015; Младеновић-Дринић и Ковачевић 2015; Raman 2017; Тркуља и сар. 2018). Осим тога, многе невладине организације посебну пажњу посвећују и правним и етичким аспектима *патентирања живог*, тј. патената на генетички модификоване организме (Egziabher 2001; Констатинов и Ковачевић 2015). Тако, према Тарасјеву и сар. (2006), у принципу, постоји сагласност око тога да се може патентирати технологија, док патентирање самих организама изазива оштре негативне реакције. Обиљежавање ГМ хране мора бити обавезно, јер свако има право да зна шта купује и чиме се храни.

Због свега наведеног, бројни су аспекти у вези комерцијалног гајења, квалитета, нутритивне вриједности и безбједности ГМ биљака у исхрани

људи и домаћих животиња детаљно проучавани и разматрани од стране бројних истраживача (Flachowsky et al. 2005; Konstantinov et al. 2012; Waigmann et al. 2012; Qaim and Kouser 2013; Nicolai et al. 2014; van Eenennaam and Young 2014; Flachowsky and Meyer 2015; Smyth et al. 2015; Hoffman 2016; Flachowsky and Reuter 2017; Taheri et al. 2017; Garg et al. 2018; De Beer and Wynberg 2018; Schnurr and Smyth 2018; Shukla et al. 2018; Bailey 2019; Paull 2019; Rostoks et al. 2019; Dalakouras et al. 2020; Deckers et al. 2020) и научних тијела и организација (FAO/WHO 2000, 2011; EFSA 2010a, 2010b, 2011a, 2011b; JRC 2016; NASEM 2016; Royal Society 2016; UNCTAD 2017). При томе, посебно су анализирани и процјењивани различити аспекти у вези ГМО, укључујући друштвено-економске ефекте и повезане еколошке аспекте креирања, одобравања, гајења и коришћења ГМО, као и њихов утицај на здравље људи и животиња, животну средину и биодиверзитет.

10.2. Актуелно стање у производњи и одобравању ГМО у свијету, Европској унији и Републици Српској

Током 2018. године 17 милиона фармера у 26 земаља свијета (Таб. 10.1) засијало је **191,7 милиона хектара** ГМ усјева, што је пораст од 1,9 милиона ха или 1% у односу на претходну 2017. годину, када су се ГМ биљке гајиле на 189,8 милиона хектара (ISAAA 2018).

10.2.1. Актуелно стање у производњи и одобравању ГМО у свијету

Према Clive (2013) значајно је истаћи да је од 2013. године више од пола укупне популације људи, која данас броји око 7,7 милијарди, живјело у 27 земаља, у којима су се у 2013. години гајиле ГМ биљке, те да се више од половине од укупно 1,5 милијарди ха земљишних површина под усјевима у свијету налазило у 27 држава у којима су 2013. године одобрене и гајене ГМ биљке. Исто тако, важан је податак да 191,7 милиона ха под ГМ биљкама на којима су оне гајене у 2018. години, представља 12,8% од 1,5 милијарди ха укупних земљишних површина под усјевима у свијету.



Сл. 10.1. Преглед држава у којима су се гајиле ГМ биљке у 2018. години (ISAAA 2018)

Fig. 10.1. Global map of biotech crop by countries in 2018 (ISAAA 2018)

Током 2018. године број држава у којима су се гајиле ГМ биљке износио је 26, од чега је 21 земља у развоју и 5 развијених индустријских земаља (ISAAA 2019a). Према броју засијаних хектара под ГМ биљкама, то су: САД, Бразил, Аргентина, Канада, Индија, Парагвај, Кина, Пакистан, Јужна Африка, Уругвај, Боливија, Аустралија, Филипини, Мијанмар, Судан, Мексико, Шпанија, Колумбија, Вијетнам, Хондурас, Чиле, Португал, Бангладеш, Костарика, Индонезија и Есватини (Свазиленд). Од наведених, двије земље су чланице ЕУ (Шпанија и Португал), у којима се гајио ГМ кукуруз (Сл. 1). У односу на претходну 2017. годину, број земаља у којима су се гајили ГМ усјеви повећао се за двије (са 24 на 26), при чему су Индонезија и Есватини двије нове земље у којима су се током 2018. године први пут почеле узгајати ГМ биљке (Таб. 10.1).

Таб. 10.1. Површине и врсте ГМ биљака засијане у 2018. години у појединим државама у свијету (ISAAA 2018)

Table 10.1. Global area of biotech crops in 2018: by country (ISAAA 2018)

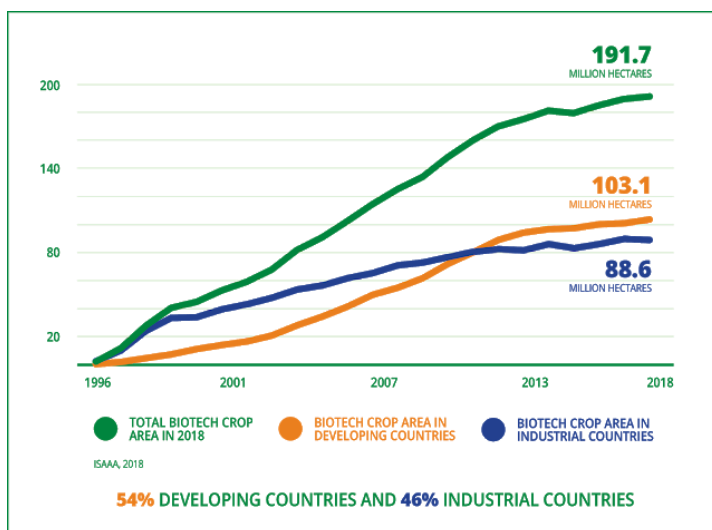
Ред. број	Држава	Површина (милиона ха)	ГМ биљке
1.*	САД	75,0	Кукуруз, соја, памук, уљана репица, шећерна репа, луцерка, папаја, тиквица, кромпир, јабука
2.*	Бразил	51,3	Соја, кукуруз, памук, шећерна трска
3.*	Аргентина	23,9	Соја, кукуруз, памук
4.*	Канада	12,7	Уљана репица, кукуруз, соја, шећерна репа, луцерка, јабука
5.*	Индија	11,6	Памук
6.*	Парагвај	3,8	Соја, кукуруз, памук
7.*	Кина	2,9	Памук, папаја
8.*	Пакистан	2,8	Памук
9.*	Јужна Африка	2,7	Кукуруз, соја, памук
10.*	Уругвај	1,3	Соја, кукуруз
11.*	Боливија	1,3	Соја
12.*	Аустралија	0,8	Памук, уљана репица
13.*	Филипини	0,6	Кукуруз
14.*	Мијанмар	0,3	Памук
15.*	Судан	0,2	Памук
16.*	Мексико	0,2	Памук
17.*	Шпанија	0,1	Кукуруз
18.*	Колумбија	0,1	Кукуруз, памук
19.	Вијетнам	<0,1	Кукуруз
20.	Хондурас	<0,1	Кукуруз
21.	Чиле	<0,1	Кукуруз, соја, уљана репица
22.	Португал	<0,1	Кукуруз
23.	Бангладеш	<0,1	Плави патлиџан
24.	Костарика	<0,1	Памук, соја
25.	Индонезија	<0,1	Шећерна трска
26.	Есватини	<0,1	Памук

*18 држава у којима се ГМ усјеви гаје на >50.000 ха

*18 countries growing 50,000 hectares, or more, of biotech crops

У 2018. години, САД, Бразил, Аргентина, Канада и Индија биле су пет водећих земаља у свијету у којима су се гајиле ГМ биљке, од којих су двије развијене земље и три земље у развоју. САД су задржале своју позицију на броју један са

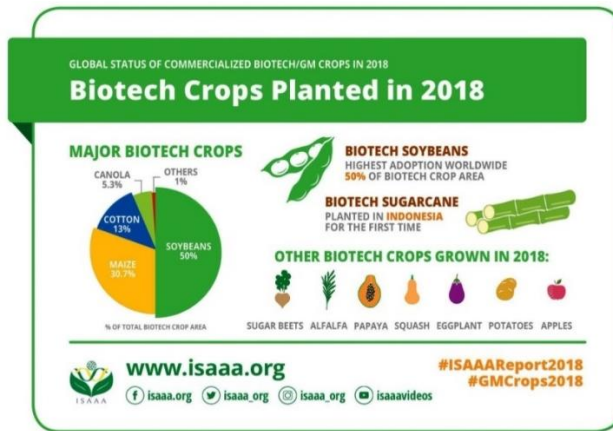
75 милиона ха (39,1% укупних површина под ГМ усјевима у свијету), после којих слиједе Бразил са 51,3 милиона ха, Аргентина са 23,9 милиона ха, Канада са 12,7 милиона ха и Индија са 11,6 милиона ха (Таб. 10.1). У ових пет земаља гајило се 91% свих ГМ усјева који су били заступљени у 2018. години у свијету. У њима живи око 1,95 милијарди људи или 26% укупне популације људи у свијету, која се процјењује на око 7,7 милијарди (ISAAA 2018).



Граф. 10.1. Површине (милиона ха) под ГМ биљкама у развијеним и неразвијеним земљама у свијету у периоду 1996–2018. (ISAAA 2018)

Graph. 10.1. Areas (million ha) under GM plants in developed and industrial countries and the world in the period 1996-2018 (ISAAA 2018)

По седми пут заредом у 2018. години земље у развоју гајиле су више ГМ биљака (103,1 милион ха или 54%) у односу на индустријски развијене земље, у којима је било засијано 88,6 милиона ха или 46% укупних површина под ГМ усјевима (Граф. 10.1). То је супротно предвиђањима критичара који су прије комерцијализације ГМ биљака 1996. године сматрали да су биотехнолошки усјеви прихватљиви само за индустријски развијене земље и да никада неће бити прихваћени и усвојени од стране земаља у развоју. Највеће повећање површина под ГМ усјевима у свијету у 2018. години било је у Бразилу, за 2,2% или 1,1 милион ха (на 51,3 милиона ха) у односу на 2017. годину, када је оно износило 50,2 милиона ха.



Граф. 10.2. Површине (%) под најважнијим ГМ биљкама у свијету, као и неке друге ГМ биљке које су гајене у 2018. (ISAAA 2018)
Graph 10.2. Area (%) under the most important GM plants in the world, as well as some other biotech crops planted in 2018 (ISAAA 2018)

Према ISAAA (2018) ГМ соја је и у 2018. години била највише гајена ГМ биљка у свијету, која је заузимала 95,9 милиона ха (око 50% од укупних површина под ГМ усјевима), затим кукуруз (58,9 милиона ха, односно 30,7% укупних површина), памук (24,8 милиона ха или око 13%) и уљана репица (10,1 милиона ха или 5,3% укупних површина под ГМ биљкама) (Граф. 10.2).

Током 2018. године, 78% укупно произведене соје у свијету била је ГМ соја (95,9 милиона ха од укупно 122,9 милиона ха на којима се у свијету гајила соја). Такође, 76% укупно произведеног памука у свијету је био ГМ памук (24,8 милиона ха од укупно 32,6 милиона ха), те 30% укупно произведеног кукуруза у свијету (58,9 милиона ха ГМ кукуруза од укупно 196 милиона ха), као и 29% укупно произведене уљане репице, односно 10,1 милион ха ГМ уљане репице од укупно 34,8 милиона ха (ISAAA 2018).

Толерантност према тоталним хербицидима ГМ соје, кукуруза, уљане репице, памука и луцерке била је и у 2018. години доминантна особина код ГМ биљака које су се гајиле на око 88,2 милиона ха или 46% површина под трансгеним усјевима. Међутим, у 2018. години ГМ биљке са тзв. *групам* особина, тј. са *дв*ије или више нових особина заједно у истој сорти или хибриду (*Stacked traits*) гајиле су се на већим површинама, односно на 80,5 милиона ха или 42% укупних површина под биотехнолошким усјевима, у односу на ГМ биљке које су имале *Bt резистентност према инсектима* које су се гајиле на 21,1 милион ха или око 11% укупних површина под трансгеним усјевима (ISAAA 2018).

Док је 26 земаља гајило ГМ биљке у 2018. години, још 44 државе издале су одобрења за увоз различитих сорти и хибрида ГМ биљака намијењених за храну и храну за животиње, што укупно износи 70 земаља које су издале регулаторна одобрења за увоз ГМ биљака и њихову употребу за храну и храну за животиње или за њихово намјерно ослобађање у животну средину, односно за њихово гајење од 1994. године. Чињеница је да у тих 70 земаља, које су одобриле увоз ГМ биљака намијењених за храну и храну за животиње или њихово гајење, живи више од 75% свјетске популације људи (ISAAA 2018).

Према извјештајима ISAAA (2018, 2019б), до краја 2018. године у ових 70 земаља које су одобриле увоз ГМ биљака укупно је издато 4.349 одобрења за 387 различитих ГМ сорти и хибрида (*GM event*) код укупно 31 гајене биљне врсте, од чега су 2.063 одобрења била за коришћење различитих сорти и хибрида ГМ биљака за храну, 1.461 одобрења за њихово коришћење као хране за животиње и 825 одобрења за гајење.

У Таб. 10.2. наведена је 31 биљна врста за коју до сада постоје генетички модификоване сорте или хибриди, које су прошле процес одобравања у некој од држава у свијету (Тркуља и сар. 2014б, 2018; ISAAA 2019б). Од ове 31 генетички модификоване биљне врсте у свијету, највише се гаје четири, и то: соја (*Glycine max* (L.) Merr.), кукуруз (*Zea mays* L.), памук (*Gossypium hirsutum* L.) и уљана репица (*Brassica napus* L.).

Већина од наведених ГМ биљака које се данас гаје у свијету припадају тзв. „првој генерацији ГМ биљака“, које су генетички измијењене са циљем да се фармерима олакша њихово гајење, при чему доминирају сорте и хибриди ГМ биљака које су толерантне према одређеним тоталним хербицидима, те које су отпорне према различитим штетним организмима (инсектима и фитопатогеним гљивама, бактеријама и вирусима проузроковачима болести биљака) (Тркуља и сар. 2018). При гајењу оваквих биљака често се примјењују мање количине пестицида него при гајењу конвенционалних сорти и хибрида различитих гајених биљака, што је често токсиколошки и еколошки повољније.

Тако се у заштити биљака од инсеката користе различити сојеви земљишне бактерије *Bacillus thuringiensis* (или скраћено *Bt*), која се карактерише присуством специфичних протеинских кристала тзв. **Cry-proteina** (*Cry-proteins*). Различити сојеви ове бактерије садрже различите комбинације *Cry-proteina*, као што су: Cry1Ab, Cry2A, Cry3Bb, Cry 9C, и др., који се одликују токсичним дјеловањем на различите врсте штетних инсеката. Због тога су ови протеини још познати и под називом **Bt-токсини** (*Bt-toxins*). Ови протеини узрокују пробавне сметње и смрт појединих врста штетних инсеката (кукурузни пламенац, кукурузна златица, кромпирова златица и др.) које се хране оваквом

ГМ биљком, те на тај начин и унесу у организам наведени протеин, док за људе и животиње овај протеин уопште није опасан (Sanvido et al. 2006).

Таб. 10.2. Списак биљних врста (са латинским и енглеским називом) за које постоје генетички модификоване сорте или хибриди који су одобрени у некој од земаља у свијету (ISAAA 20196)

Table 10.2. List of plant species (with Latin and English names) for which there are genetically modified varieties or hybrids approved in any country in the world (ISAAA 20196)

Р. бр.	Биљна врста	Латински назив	Енглески назив
1.	Соја	<i>Glycine max</i>	Soybean
2.	Кукуруз	<i>Zea mays</i>	Maize
3.	Памук	<i>Gossypium hirsutum</i>	Cotton
4.	Уљана репица	<i>Brassica napus</i>	Argentine canola
5.	Рижа	<i>Oryza sativa</i>	Rice
6.	Кромпир	<i>Solanum tuberosum</i>	Potato
7.	Пшеница	<i>Triticum aestivum</i>	Wheat
8.	Парадајз	<i>Lycopersicon esculentum</i>	Tomato
9.	Диња	<i>Cucumis melo</i>	Melon
10.	Тиквица	<i>Cucurbita pepo</i>	Squash
11.	Шафраника	<i>Carthamus tinctorius</i>	Safflower
12.	Шећерна репа	<i>Beta vulgaris</i>	Sugar beet
13.	Луцерка	<i>Medicago sativa</i>	Alfalfa
14.	Дуван	<i>Nicotiana tabacum</i>	Tobacco
15.	Лан	<i>Linum usitatissimum</i>	Flax
16.	Цикорија	<i>Cichorium intybus</i>	Chicory
17.	Вигна	<i>Vigna unguiculata</i>	Cowpea
18.	Огрштица	<i>Brassica rapa</i>	Polish canola
19.	Бијела росуља	<i>Agrostis stolonifera</i>	Creeping bentgrass
20.	Каранфил	<i>Dianthus caryophyllus</i>	Carnation
21.	Шљива	<i>Prunus domestica</i>	Plum
22.	Папаја	<i>Carica papaya</i>	Papaya
23.	Паприка	<i>Capsicum annuum</i>	Pepper
24.	Пасуљ	<i>Phaseolus vulgaris</i>	Beans
25.	Петунија	<i>Petunia x hybrida</i>	Petunia
26.	Ружа	<i>Rosa hybrida</i>	Rose
27.	Топола	<i>Populus sp.</i>	Poplar
28.	Јабука	<i>Malus domestica</i>	Apple
29.	Ананас	<i>Ananas comosus</i>	Pinapple
30.	Еукалиптус	<i>Eucalyptus sp.</i>	Eucalyptus
31.	Шећерна трска	<i>Saccharum sp.</i>	Sugarcane

У еколошкој пољопривреди бактерија *B. thuringiensis* се користи се као биолошки инсектицид за сузбијање штетних врста инсеката. Научници су ген за синтезу појединих Cry-proteina пренијели из различитих сојева ове бактерије у кукуруз, соју, памук, кромпир и још неке гајене биљке, након чега такве генетички измијењене биљке саме производе дотични протеин. Штетни инсекти и њихове ларве, који се хране на коријену, листовима, стаблу или сјеменкама оваквих биљака, угибају. Пољопривредници су задовољни јер не морају куповати инсектициде нити долазити са њима у додир при гајењу оваквих ГМ биљака, а и потрошачи су задовољни јер се не морају бринути о присуству остатака синтетичких инсектицида у храни (Тркуља и сар. 2008, 2014а).

10.2.2. Актуелно стање у производњи и одобравању ГМО у Европској унији

Двије земље Европске уније (Шпанија и Португал) наставиле су да гаје генетички модификоване усјеве у 2018. години. Укупне засијане површине у ове двије земље биле су 120.990 ха у 2018. години, што представља смањење од 8% у односу на 131.535 хектара у 2017. години (ISAAA 2018).

Према подацима из Регистра одобрених ГМО ЕУ (EU Register of authorised GMOs 2018), у Европској унији је до децембра 2018. године издато укупно 111 одобрења за коришћење генетичких модификација код пет биљних врста (памук, кукуруз, уљана репица, соја и шећерна репа), од чега су свих 111 одобрења била за ГМ сорте и хибриде намијењене за исхрану људи и домаћих животиња и само једно одобрење за гајење (хибрид кукуруза MON810).

У истом Регистру се наводи да је Европска унија до децембра 2018. године издала одобрење за **19 сорти ГМ соје** намијењене за храну и храну за животиње. Од тога 17 сорти ГМ соје имало је особину отпорности на тоталне хербициде, саму или у комбинацији са другим особинама, једна сорта соје имала је уграђен *cry1Ac* ген који јој даје својство отпорности на одређене инсекте из реда *Lepidoptera*, а једна измијењен нутрициони састав захваљујући уграђеном *Pj.D6D* гену, што за резултат има конверзију линолне у α -линолеинску киселину и *Nc.Fad3* ген који резултује конверзијом α -линолеинске у стеаридонску киселину. Од укупно 17 сорти ГМ соје отпорних на хербициде 12 је имало уграђене гене за отпорност на један или више хербицида, једну комбинацију *cry1Ac* гена за отпорност на инсекте и *cp4 epsps* гена који јој даје отпорност на хербицид глифосат, док су преостале четири

сорте имале комбинацију отпорности на хербициде и измијењени нутрициони састав (Trkulja i Mihan-Salapura 2018).

Европска унија је до децембра 2018. године издала одобрења за укупно **74 хибрида ГМ кукуруза** намијењених за исхрану људи и животиња, док само један хибрид кукуруза (MON810), коме је уграђен ген *cry1A(b)* који му даје отпорност на одређене инсекте из реда *Lepidoptera*, има одобрење за гајење. Од 74 одобрена хибрида ГМ кукуруза, шест хибрида има уграђене гене који им дају отпорност искључиво на хербициде, и то *terpsps* ген који даје отпорност на хербицид глифосат, *pat* ген који даје отпорност на хербицид глуфосинат амонијум, *aad-1* ген инсертован да даје толерантност на хербициде 2,4-D и AOPP (арилоксифеноксипропионат). Три хибрида имају отпорност само на инсекте, при чему су првом од њих уграђени гени *cry1A.105* и *cry2Ab2* који му дају резистентност на одређене инсекте из реда *Lepidoptera*, код другог хибрида уграђен је модификовани ген *cry3A* који му даје резистентност на одређене инсекте из реда *Coleoptera*, и уз њега уграђен је *pmi* ген који служи као селекциони маркер, док је код трећег од њих уграђен *vip3Aa20* ген који му даје отпорност на одређене инсекте из реда *Lepidoptera*. Најчешћа особина код генетички модификованих хибрида кукуруза је комбинована отпорност на инсекте и хербициде на бази глифосата или глуфосинат амонијума коју има 63 хибрида (Trkulja i Mihan-Salapura 2018). Исти аутори наводе да један хибрид има уграђен *cspV* ген који је инсертован да редукује губитке приноса проузроковане сушом и поред њега *nptII* ген који служи као селекциони маркер.

Европска унија је до децембра 2018. године издала одобрења и за **12 сорти памука** намијењених исхрани људи и животиња, као и за добијање различитих производа од памука који имају другу намјену поред исхране, изузев гајења. При томе једна сорта памука има отпорност на хербициде и уз то уграђен селекциони маркер, двије сорте имају отпорност на одређене инсекте из реда *Lepidoptera* и уграђене селекционе маркере, једна сорта памука има комбинацију отпорности на одређене инсекте из реда *Lepidoptera* захваљујући уграђеном *cry1Ac* гену, као и на хербицид глифосат захваљујући *cp4 epsps* гену, три сорте памука имају само отпорност на хербициде (један има уграђен *pat* ген који му даје отпорност на хербицид глуфосинат амонијум, један је отпоран искључиво на хербициде на бази глифосата усљед уграђеног 2 *terpsps* гена, док један има *cp4 epsps* ген који му даје отпорност на хербициде на бази глифосата), три сорте памука имају комбинацију отпорности на хербициде и одређене инсекте из реда *Lepidoptera*, једна сорта има комбинацију отпорности на два хербицида, док једна сорта има три особине у комбинацији и то отпорност на хербициде глуфосинат амонијум и глифосат, као и отпорност на инсекте (Trkulja i Mihan-Salapura 2018).

У Регистру одобрених ГМО ЕУ наводи се да је Европска унија до децембра 2018. године издала одобрења и за **пет сорти ГМ уљане репице**, од чега двије имају отпорност на хербицид глифосат, једна на глуфосинат амонијум, једна има комбинацију отпорности на глуфосинат амонијум и *barnase* и *barstar* гене који доводе до недостатка фертилног полена и мушке стерилности, а једна има комбинацију четири гена од чега два за отпорност на хербициде и два који доводе до недостатка фертилног полена и мушке стерилности (Тркуља и сар. 2018).

До децембра 2018. Европска унија издала је одобрења и за **једну сорту ГМ шећерне репе** за употребу у састојцима хране за људе и животиње, као и храну за животиње произведену од ње. Наведена сорта има својство отпорности на хербициде на бази глифосата (Тркуља и сар. 2018).

10.2.3. Актуелно стање у производњи и одобравању ГМО код нас

Према Закону о ГМО који је тренутно на снази у Републици Српској (Службени гласник Републике Српске бр. 103/08), забрањује се употреба генетички модификованих организама и производа од генетички модификованих организама (Trkulja 2015).

Закон о генетички модификованим организмима на нивоу БиХ (Službeni glasnik BiH, br. 23/09) усклађен је са релевантном законском регулативом којом је ова област уређена у Европској унији. Према овом закону, на идентичан начин као и у земљама ЕУ, за сваки појединачни генетички модификовани организам, прије његовог стављања на тржиште као хране и/или хране за животиње, као и уношења у животну средину, неопходна је ауторизација (одобравање) која подразумемијева посебне и веома сложене процедуре за детаљно анализирање, вредновање и провјеравање ГМ организама и од њих добијених производа с обзиром на њихов потенцијални ризик за здравље људи, животну средину и биодиверзитет.

Ради праћења стања и развоја у области ГМО и пружања стручне помоћи у провођењу Закона о ГМО, Савјет министара Босне и Херцеговине је на приједлог Агенције за сигурност хране Босне и Херцеговине именовало *Савјет за генетички модификоване организме*, састављено од седам експерата са научним звањем из различитих, за проблематику ГМО релевантних, научних области, које обавља сљедеће послове: 1) даје мишљења о употреби ГМО у управним поступцима и другим поступцима по захтјеву надлежних органа; 2) даје мишљење и приједлоге у припреми прописа о употреби ГМО; 3) даје

мишљења и приједлоге надлежним органима државне управе о питањима употребе ГМО; 4) прати стање и развој у области коришћења генетичке технологије и употребе ГМО; 5) прати научно-стручна достигнућа и даје мишљења у вези с употребом генетичке технологије и употребом ГМО; 6) даје мишљења у вези са социјалним, етичким, техничким и технолошким, научним и другим условима коришћења ГМО; 7) савјетује надлежне органе о питањима у вези са употребом ГМО и генетичке технологије; 8) извјештава јавност путем медија и стручних скупова о стању и развоју у области употребе генетичке технологије и употребе ГМО, те о својим ставовима и мишљењима; 9) обавља и друге стручне послове прописане Законом о ГМО и прописима донесеним на основу њега.

На основу Закона о ГМО Босне и Херцеговине и Правилника о условима и поступку издавања одобрења за стављање генетички модификоване хране и хране за животиње први пут на тржиште Босне и Херцеговине и захтјевима који се односе на њихову сљедивост и означавање, након што Савјет за ГМО размотри поднијети захтјев и да позитивно мишљење, Агенција за безбједност хране Босне и Херцеговине субјекту у пословању са храном за животиње, који је поднио захтјев за издавање рјешења о одобрењу за стављање на тржиште хране за животиње која садржи ГМО, издаје рјешење о одобрењу за стављање на тржиште генетички модификоване хране за животиње која ће се користити искључиво као храна за животиње.

Агенција за сигурност хране Босне и Херцеговине до сада је издала одобрења за 36 компанија са подручја Босне и Херцеговине за стављање на тржиште генетички модификоване соје МОН40-3-2 која се може користити искључиво као храна за животиње. Тренутно не постоји одобрење за гајење нити за исхрану људи ниједне генетички модификоване сорте и хибрида било које биљне врсте у БиХ.

10.3. Актуелно стање и изазови у законодавству о ГМО у свијету, Европској унији и Републици Српској

Да би се било гдје у свијету различите сорте или хибриди ГМ биљака могле да гаје или користе као храна или храна за животиње, они морају проћи процес одобравања (ауторизације или регистрације) чија је процедура у свијету прописана различитим законодавством из области ГМО. Циљ овог законодавства је заштита живота и здравља људи, заштита здравља и добробити животиња, заштита животне средине и биодиверзитета, као и заштита интереса потрошача.

Међутим, у свијету не постоји јединствено законодавство којим је област ГМО правно регулисана, већ је ова материја у различитим земљама свијета различито уређена. Као добар примјер за илустрацију различитости законодавства у појединим сегментима у области ГМО могу се навести различити приступи означавању ГМО. Тако, нпр. у САД, означавање ГМО производа није обавезно, као ни у Аргентини, Канади, Уругвају, Мексику, Чилеу, Парагвају и Египту. За разлику од њих, у Европској унији производи са >0,9% ГМО морају бити означени, као и у Бразилу и Аустралији гдје храна са >1% ГМО мора бити означена, изузев ГМ соје у Бразилу, док у Јапану тај праг износи 5%. Такође, као примјер различитости законодавства у вези са ГМО у свијету, може се навести и разлика између процедуре одобравања ГМО у Сједињеним Америчким Државама (највећем свјетском произвођачу ГМО и производа од њих) и Европској унији, при чему се у САД сорте или хибриди ГМ биљака након завршетка процедуре одобравања дерегулишу, што значи да се након успјешног проласка кроз регулаторну процедуру одобравања третирају као и било која друга конвенционална сорта или хибрид (дакле ГМ биљке се надаље третирају исто као и конвенционалне), док се у Европској унији добија одобрење, и то на одређени период, послије кога се дозвола мора обновити уколико се жели наставити са њиховим коришћењем. Осим тога, у Сједињеним Америчким Државама се двије генетички модификоване сорте или хибрида који су дерегулисани могу слободно укрштати, након чега нова сорта или хибрид који је производ њиховог укрштања и који садржи обје модификације (тзв. *Stacked events*) не мора пролазити кроз регулаторну процедуру одобравања, док је у Европској унији то нови генетички модификовани организам који мора проћи нову процјену ризика и нову процедуру одобравања.

Да би поједине сорте или хибриди ГМ биљака било гдје у свијету могли добити одобрење за коришћење за намјерно испуштање у животну средину (тј. за гајење), или пак за коришћење као храна или храна за животиње потребно је да прођу веома сложене процедуре испитивања и одобравања (ауторизације или регистрације) које су стриктно регулисане различитим законима. У вези с тим, у свијету постоји *интернационални* и *национални* ниво законодавства у области ГМО, при чему је за нашу земљу значајан *интернационални*, *ЕУ* и *национални* ниво законодавства.

10.3.1. Актуелно стање у законодавству о ГМО у свијету

Интернационално законодавство о ГМО регулисано је већим бројем различитих међународних конвенција, протокола, споразума, упутстава и смјерница, које су наведене у наставку текста (Тркуља и сар. 2014а, 2015, 2018).

- 1) **Конвенција о биолошкој разноликости** (*The Convention on Biological Diversity, CBD*). Као резултат препознавања човјека као главног фактора у деградацији природних екосистема и редукцији биодиверзитета, те схватања да их је неопходно што прије заштитити и унаприједити, маја 1992. године, донијета је *Конвенција о биолошкој разноликости*. Већ мјесец дана касније, на конференцији УН о животној средини и развоју – Самит о Земљи, одржаној у Рио де Жанеиру, Конвенција је отворена за потписивање, што је током самита учинило 156 земаља и Европска унија. Конвенција о биолошкој разноликости ступила је на снагу 29. новембра 1993. године и тренутно представља базични међународни споразум који се бави питањима биолошке разноликости. Појам биолошке сигурности, или *биосигурности*, односи се на потребу заштите животне средине и здравља људи од могућих штетних посљедица производа модерне биотехнологије. У исто вријеме, признаје се велики потенцијал модерне биотехнологије у унапређењу људског благостања преко пољопривреде, заштите здравља људи и подмирења потреба за храном. Конвенција о биолошкој разноликости јасно препознаје овај двоструки аспект модерне биотехнологије, те стога, с једне стране, омогућује приступ и пренос технологија, укључујући и модерну биотехнологију, које су важне за заштиту и одрживо коришћење биолошке разноликости, а, с друге стране, тражи развој одговарајућих процедура које ће појачати безбједност коришћења модерне биотехнологије. Биосигурност је стога и један од главних циљева Конвенције, а остварује се смањењем свих могућих пријетњи за биолошку разноликост, узимајући при томе у обзир и ризик за људско здравље (Тркуља и сар. 2014а, 2018). Потписницом ове Конвенције Босна и Херцеговина постала је августа 2002. године.
- 2) **Картагена протокол о биолошкој сигурности** (*The Cartagena Protocol on Biosafety, CPB*). На принципима Конвенције, препознајући њен пуни значај, 1995. године формирана је радна група која је направила нацрт Протокола о биолошкој сигурности (Картагена протокол), који је усвојен 2000. године, а ступио је на снагу 8. септембра 2003. за све земље потписнице. Циљ овог протокола је да допринесе успостави одговарајућих нивоа заштите у сфери сигурног прекограничног преноса, провоза, руковања и употребе *живих модификованих организама* (LMO) (*Live Modified Organisms, LMO*), који су производ модерне биотехнологије, а могу имати штетне ефекте на конзервацију и одрживу употребу биолошког диверзитета, узимајући у обзир и здравље људи. Живи модификовани организми (LMO) су у основи ГМО који нису обрађени, а који би могли да живе, ако се уведу у животну средину, као што је нпр. сјеме ГМ биљака. Картагена протокол о биолошкој сигурности је међународни споразум који правно обавезује своје

потписнике и регулише међудржавно или прекогранично кретање ЛМО. Према протоколу, земља која жели да извози живе модификоване организме за „намјерно увођење у животну средину“ (као што су сјеме биљака намијењено за сјетву) мора да унапријед тражи информисану сагласност земље увознице прије прве пошиљке ЛМО. Међутим, извоз живих модификованих организама који ће се користити за храну, храну за животиње или прераду, не мора да прође кроз унапријед информисани споразум, већ трговински партнери могу обавијестити један другог о својим политикама.

Основа Протокола је услов према којем извозници морају од увозника затражити пристанак прије прве пошиљке ЛМО намијењеног пуштању у животну средину. Такође се одређује низ процедура у зависности од намјене ЛМО, па тако постоје посебне процедуре за ЛМО који ће се намјерно уводити у животну средину, посебне за оне ЛМО који се планирају користити директно за храну, храну за животиње или у производњи, те посебне процедуре за ЛМО који се употребљавају у затвореним системима. Према Протоколу, земље потписнице дужне су обезбиједити сигурно руковање, паковање и транспорт ЛМО, те да пошиљка ЛМО при преласку преко границе мора бити пропраћена одговарајућом документацијом у којој се, између осталих података, тачно наводи и врста ЛМО, као и контакт особа од које се могу добити додатне потребне информације. Ове процедуре и захтјеви створени су да би земљама увозницама омогућили добијање неопходних информација на основу којих могу донијети коначну одлуку *о дозволи или забрани увоза одређеног ЛМО засновану на чињеницама*, те сигурно руковање тим организмом. Земља увозница своју одлуку треба донијети на основу процјене ризика заснованог на научним подацима, а у Протоколу се одређују и принципи и методологија за израду процјене ризика. Ако не постоји довољно релевантних научних података и знања, земља увозница може примијенити *принцип предострожности* при доношењу одлуке о увозу одређеног ЛМО при чему се у обзир могу узети и властити социоекономски интереси, уколико су они у складу са међународним обавезама. Принцип предострожности мора се базирати на детаљној анализи опасности за сваки појединачни ЛМО, али он не одгађа доношење одлуке. Осим тога, Протокол садржи и одредбе које се односе на идентификацију ЛМО у међународној трговини. Из свега наведеног се види да Картагена протокол о биолошкој сигурности има за циљ да осигура усклађен међународни правни оквир за разумну и еколошки сигурну примјену производа нове биотехнологије – живих модификованих организама. У ту сврху, Протокол нуди бројне алате:

- **Договорна процедура претходног информисања** (*Advanced Informed Agreement procedure, AIA*). Ова процедура мора бити испоштована прије првог слања ЛМО-а који ће бити пуштен у животну средину. Извозник мора прије увоза осигурати детаљан опис ЛМО који се увози, а увозник мора у року од 90 дана потврдити пријем таквог документа и тиме овласти пошљаоца да унутар наредних 270 дана изврши испоруку. Сврха овог АИА је да земљи увозници да довољно времена за процјену ризика који би могао настати у вези са увозом таквог ЛМО.
 - **Механизам за размјену обавјештења о биолошкој сигурности** (ВСН) (*Biosafety Clearing House, BCH*) има задатак да олакша размјену научних, техничких, околних и правних информација у вези са ЛМО путем интернета (WEB страница). Свака чланица дужна је одредити институцију и задужену особу (Focal point) за вођење и ажурирање података на сајту ВСН своје земље.
 - **Процјена ризика и управљање ризиком** (*Risk assesment and risk management framework*) проводи се на научној основи, а на основу прописаних процедура за процјену ризика. У случају недовољних научних спознаја у вези са одређеним ЛМО, земља увозница може примијенити принцип предострожности и забранити увоз ЛМО.
 - **Изградња капацитета** (*Capacity building*). Протокол осигурава финансијску подршку, као и међународну сарадњу при научној и техничкој обуци кадра и трансферу технологија.
 - **Јавна свијест** (*Public awarnes*). Чланица протокола дужна је осигурати јавности приступ информацијама, те уважавати одлуке јавности о биолошкој сигурности.
- 3) **Свјетска трговинска организација (WTO)** (*World Trade Organization, WTO*) је међународна организација која управља мултилатералним споразумима у области робне трговине, трговином услугама и трговинским аспектима права интелектуалне својине. До оснивања Свјетске трговинске организације 1995. године, *Општи споразум о царинама и трговини* био је једини мултилатерални инструмент који је регулисао међународну трговину још од 1947. године, када је и донесен. Сједиште WTO је у Женеви, а она данас има 164 државе чланице које заједно чине преко 97% свјетске трговине. Главни циљ WTO је обезбјеђивање услова за трговину без препрека, у предвидивим оквирима. У том смислу, успостављен је систем правила WTO којег чине специфични, мултилатерално договорени споразуми, који су у највећој мјери резултат Уругвајске рунде преговора, вођених од 1986. до 1994. године. Према подацима WTO, постоји неколико споразума ове

организације чије се одредбе могу примијенити на генетички модификоване организме, а то су:

- Споразум о спровођењу санитарних и фитосанитарних мјера (*Agreement on the Application of Sanitary and Phytosanitary Measures, SPS Agreement*);
- Споразум о техничким баријерама у трговини (*The Agreement on Technical Barriers to Trade, TBT*);
- Споразум о трговинским аспектима права интелектуалне својине (*Agreement on Trade-Related Aspects of Intellectual Property Rights, TRIPs*);
- Општи споразум о царинама и трговини (*The General Agreement on Tariffs and Trade, GATT*).

WTO прихвата све стандарде, препоруке и смјернице до којих су у својим истраживањима у вези са ГМО дошле Комисија за кодекс алиментаријус (*Codex Alimentarius Commission*), Међународна канцеларија за заразне болести животиња (*Office International des Epizooties, OIE*) и Међународна конвенција о заштити биља (*The International Plant Protection Convention, IPPC*). Стандарде ових организација, познате још под називом *Организација три сестре*, WTO третира као међународне стандарде у смислу одредаба Споразума о спровођењу санитарних и фитосанитарних мјера.

- 4) **FAO-WHO Комисија за кодекс алиментаријус** (*Codex Alimentarius Commission*). Свјетска трговинска организација (WTO) прихвата све стандарде, препоруке и смјернице за процјену сигурности хране до којих је у својим истраживањима у вези са ГМО дошла ова Комисија (FAO/WHO 1996, 2011).
- 5) **Међународна канцеларија за заразне болести животиња** (*Office International des Epizooties, OIE*). Свјетска трговинска организација прихвата све стандарде, препоруке и смјернице до којих је у својим истраживањима у вези са ГМО дошла OIE.
- 6) **Међународна конвенција о заштити биља** (*The International Plant Protection Convention, IPPC*). Свјетска трговинска организација (WTO) прихвата све стандарде, препоруке и смјернице до којих је у својим истраживањима у вези са ГМО дошла Комисија за фитосанитарне мјере, која функционише у оквиру ове конвенције и која доноси међународне стандарде за фитосанитарне мјере.
- 7) **Организација за економску сарадњу и развој** (*Organisation for Economic Cooperation and Development, OECD*). У значајне међународне документе о биосигурности убрајају се и OECD смјернице за процјену биолошке сигурности трансгених организама (OECD 2010).

- 8) **Програм Уједињених нација за животну средину** (*United Nations Environment Programme, UNEP*). У значајне међународне документе о биосигурности убраја се и *Међународни технички водич за сигурност у биотехнологији*, донесен 1995. године (UNEP 1995), замишљен као допринос реализацији Агенде 21. Наиме, током одржавања Самита о Земљи промовисана је и позната *Агенда 21* као програм одрживог развоја за XXI вијек, који обухвата све аспекте модерне науке, укључујући и биотехнологију.

10.3.2. Актуелно стање у законодавству о ГМО у Европској унији

У Европској унији су одобравање, производња и промет генетички модификованих организама регулисани са више различитих директива, уредби, одлука и препорука којим се прописује ограничена употреба ГМО, намјерно увођење ГМО у животну средину, производња производа који садрже и/или се састоје или потичу од ГМО, стављање ГМО и производа који садрже и/или се састоје или потичу од ГМО на тржиште, поступање са генетички модификованим организмима, прекогранични пренос ГМО, руковање, превоз и паковање ГМО и др. (Masip et al. 2013; Björnberg et al. 2019). Законодавство Европске уније из области ГМО прави разлику између ограничене употребе ГМО и намјерног и ненамјерног увођења ГМО у животну средину. Према законодавству Европске уније, **ограничена употреба ГМО** је свака употреба гдје се ГМО гаји, размножава, похрањује, превози, уништава, уклања или на било који други начин употребљава у затвореном простору који је одвојен физичким препрекама или комбинацијом физичких, хемијских или биолошких препрека које онемогућавају додир ГМО са животном средином, као и њихов утицај на животну средину. За разлику од ограничене употребе **намјерно увођење ГМО** подразумејива намјерно увођење ГМО или комбинације ГМО за које се не користе никакве посебне мјере спутавања ради ограничавања њиховог контакта са становништвом и животном средином и за обезбјеђење већег степена сигурности за становништво и животну средину, док **ненамјерно увођење ГМО** подразумејива случајно испуштање живих модификованих организама у животну средину, усљед непредвиђених догађаја, несрећа, неправилног руковања или складиштења живих модификованих организма.

Осим тога што примјењују правни оквир ЕУ, све земље чланице Европске уније су истовремено и чланице Конвенције о биолошкој разноврсности и чланице Картагенског протокола о биолошкој сигурности. Оне су такође и чланице Организације Уједињених нација за храну и пољопривреду (FAO UN), чланице Свјетске трговинске организације, а сама Унија је такође

чланица и Протокола и Конвенције. Стога усклађивање прописа са Европском унијом подразумијева усклађивање и са свим поменутиим међународним споразумима и обавезујућим документима свих поменутих међународних организација.

Међу обимним законодавством којим је правно регулисана област употребе генетички модификованих организама у Европској унији, могу се разликовати сљедеће врсте правних аката:

- 1) **Уредбе** које представљају правне акте се аутоматски и уједначено примјењују и који су у цијелости обавезујући за све државе чланице одмах након њиховог ступања на снагу, те нема потребе да се пренесе у национално законодавство (каква је нпр. Уредба 1829/2003 *о генетички модификованој храни и храни за животиње*);
- 2) **Директиве** које представљају правне акте се морају имплементирати кроз национално законодавство (каква је нпр. Директива 2001/18/ЕЗ *о намјерном увођењу у животну средину ГМО-а*);
- 3) **Одлуке** које представљају обавезујуће акте се примјењују на једну или више држава чланица, предузећа или појединаца, који се не требају преносити у национално законодавство, при чему се дотична странка на коју се одлука односи мора званично обавијестити након чега одлука ступа на снагу (каква је нпр. Одлука Комисије 2004/204/ЕЗ *о утврђивању детаљних аранжмана за функционисање регистара за унос података о генетичким промјенама у генетички модификованим организмима, у складу с Директивом 2001/18/ЕЗ*);
- 4) **Препоруке** које представљају акте нису правно обавезујући и који омогућују институцијама Европске уније да изразе своја гледишта и предложе правац дјеловања, а да притом не намећу никакве правне обавезе онима којима их упуте (каква је нпр. Препорука Комисије 2004/787/ЕЗ *о техничким смјерницама за узорковање и детекцију ГМО и производа од ГМО-а или производа у контексту Уредбе (ЕЗ) бр. 1830/2003*).

ЕУ легислатива о ГМО веома је стриктна и сложена и састављена је из више различитих директива, уредби, одлука и препорука, и то:

- Директива 98/81/ЕЗ од 26. октобра 1998. године (Council Directive 98/81/ЕЗ) *о ограниченој употреби генетички модификованих организама*. Ова директива представља измјену и допуњу Директиве 90/219/ЕЕС и њоме се регулишу радне активности, истраживања и индустријски оквир ограничене употребе ГМО у затвореним окружењима (у лабораторијама или другим затвореним системима) у којима је контакт са животном средином избјегнут.

- Директива 2001/18/ЕЗ од 12. марта 2001. године (Directive 2001/18/EC) *о намјерном увођењу у животну средину ГМО-а и о стављању изван снаге Директиве Вијећа 90/220/ЕЕЗ*), чији је циљ заштита здравља људи, животиња и биљака, као и заштита животне средине и биодиверзитета од ризика који произлазе из намјерног увођења генетички модификованих организама у околину ради истраживања, развоја и гајења или пак стављања на тржиште производа који садрже и/или се састоје или су произведени од ГМО. Директива такође регулише унутрашње тржиште Европске уније тако да ниједна држава не може забранити увоз ГМ производа који се користе као храна и храна за животиње, након што га је већ одобрила било која држава чланица ЕУ (осим ако постоје оправдани разлози који се тичу заштите животне средине или здравља људи). Директива прихвата *начело предострожности* успостављајући систем претходне процјене ризика, обавјештавања прије увоза и издавања дозволе од стране надлежног органа чланице у којој се предлаже ослобађање генетички модификованих организама. Такође, одредбе ове директиве не примјењују се на ГМО произведене прецизно одређеним техникама генетичких модификација (Galjak 2010).
- Уредба (ЕЗ) бр.1829/2003 од 22. септембра 2003. године (Regulation (EC) No 1829/2003) *о генетички модификованој храни и храни за животиње* којом се прописује јединствена процедура ауторизације и стављања на тржиште хране и хране за животиње која садржи и/или се састоји или потиче од ГМО. Ова уредба односи се на три врсте производа, и то: 1) генетички модификоване организме који се користе као храна; 2) храну која садржи генетички модификоване организме или се од њих састоји, и 3) храну произведену од генетички модификованих организама или која садржи састојке произведене из генетички модификованих организама.
- Уредба (ЕЗ) бр. 1830/2003 од 22. септембра 2003. године (Regulation (EC) No 1830/2003) *о сљедљивости и означавању генетички модификованих организама те сљедљивости хране и хране за животиње произведене од генетички модификованих организама и измјени Директиве 2001/18/ЕЗ* којом се прописује сљедљивост и обиљежавање генетички модификованих организама и сљедљивост прехранбених производа за људску исхрану и исхрану животиња произведених од ГМО, и која у том сегменту мијења Директиву 2001/18/ЕЗ. Ова уредба предвиђа да сви прехранбени производи који су обухваћени овом регулативом морају бити предмет обавезног означавања, које ће омогућити корисницима да буду боље

информисани и које им пружа слободу да изаберу да ли желе или не да купују храну и храну за животиње која садржи и/или се састоји или потиче од ГМО. Дистрибутери који на тржиште пласирају унапријед упаковане производе хране и хране за животиње која садржи и/или се састоји или потиче од ГМО морају, у свим фазама производног и дистрибутивног ланца, да обезбеђују да се натпис „овај производ садржи генетички модификоване организме“ или „произведено од ГМО (назив организма)“ појављује на етикети производа. *Сљедљивост* омогућава да ГМО и производи који садрже и/или се састоје или су произведени од ГМО, буду праћени током цијелог производног ланца. Овај систем заснован је на преносу информација у којем учествују сви учесници у производњи и промету дотичних ГМО.

- Уредба (ЕЗ) бр. 1946/2003 од 15. јула 2003. године (Regulation (EC) No 1946/2003) *о прекограничном кретању ГМО-а*, којом се регулише намјерно и ненамјерно кретање ГМО између држава чланица ЕУ и трећих земаља са изузетком намјерног кретања у оквиру ЕУ. Ова уредба транспонује Картагенски протокол о биосигурности (*Cartagena Protocol on Biosafety*) у законодавство ЕУ којим се дефинишу заједничка правила за прекогранично кретање ГМО у циљу глобалног обезбеђивања заштите здравља људи, животне средине и биодиверзитета, те обавезује чланице ЕУ да предузму законске, административне и друге мјере у циљу спровођења својих обавеза из Протокола, као и да успоставе процедуре за прекогранично кретање ГМО, укључујући: обавјештавање увозника, информације о биосигурности производа, захтјеве за идентификацију и пратећу документацију.
- Уредба (ЕЗ) бр. 65/2004 од 14. јануара 2004. године (Commission Regulation (EC) No 65/2004) *о успостави система за одређивање и додјелу јединствених идентификационих кодова за генетички модификоване организме*, којом се прописују детаљна правила за одређивање и додјелу јединствених идентификационих кодова за ГМО.
- Одлука Комисије 2004/204/ЕЗ од 23. фебруара 2004. године (2004/204/ЕЗ: Commission Decision) *о утврђивању детаљних аранжмана за функционисање регистара за унос података о генетичким промјенама у генетички модификованим организмима, у складу са Директивом 2001/18/ЕЗ*, којом се утврђују детаљне процедуре за вођење регистара у којима се врши унос података о генетичким промјенама у ГМО, на начин како је предвиђено у Директиви 2001/18/ЕЗ Европског парламента и Савјета ЕУ.
- Уредба (ЕЗ) бр. 641/2004 од 6. априла 2004. године (Commission Regulation (EC) No 641/2004) *о детаљним правилима за provedбу*

- Уредбе (ЕЗ) бр. 1829/2003 Европског парламента и Савјета ЕУ у односу на захтјеве за одобрење нове генетички модификоване хране и хране за животиње, обавјештавање о постојећим производима, те случајну или технолошки неизбјежну присутност генетички модификованог материјала који је при процјени ризика повољно оцијењен, којом се утврђују детаљне процедуре за подношење захтјева за одобравање нове генетички модификоване хране и хране за животиње, обавјештавање о постојећим производима, те случајном или технички неизбјежном присуству ГМ материјала са повољном оцјеном при процјени ризика.*
- *Уредба (ЕЗ) бр. 882/2004 од 29. априла 2004. године (Regulation (EC) No 882/2004) о службеним контролама које се врше ради утврђивања усаглашености са законом о храни и храни за животиње, као и са прописима из области здравља и добробити животиња, којом се утврђују детаљне процедуре за вршење службених контрола присуства ГМО у храни и храни за животиње.*
 - *Препорука Комисије 2004/787/ЕС од 4. октобра 2004. године (2004/787/ЕС: Commission Recommendation) о техничким смјерницама за узорковање и детекцију ГМО и производа од ГМО-а или производа у контексту Уредбе (ЕЗ) бр. 1830/2003, којом се наводе техничке смјернице за узорковање и детекцију ГМО и производа од ГМО.*
 - *Уредба (ЕЗ) бр. 1981/2006 од 22. децембра 2006. године (Commission Regulation (EC) No 1981/2006) о детаљним правилима за provedбу члана 32. Уредбе (ЕЗ) бр. 1829/2003 Европског парламента и Савјета ЕУ у погледу референтне лабораторије Заједнице за генетички модификоване организме, којом се прописују детаљна правила за спровођење члана 32. Уредбе (ЕЗ) бр. 1829/2003 Европског парламента и Савјета ЕУ у погледу референтних лабораторија за генетички модификоване организме у земљама чланицама ЕУ.*
 - *Уредба (ЕЗ) бр. 298/2008 од 11. марта 2008. године (Regulation (EC) No 298/2008) о измјенама и допунама Уредбе (ЕЗ) бр. 1829/2003 о генетички модификованој храни за људску исхрану и храни за животиње, а тиче се извршних овлашћења додијељених Комисији, којом се прописују измјене и допуне Уредбе (ЕЗ) бр. 1829/2003 о генетички модификованој храни и храни за животиње.*
 - *Директива 2009/41/ЕС од 6. маја 2009. године (Directive 2009/41/EC) о ограниченој употреби генетички модификованих микроорганизама, којом се прописују детаљна правила и мјере за ограничену употребу генетички модификованих микроорганизама, с*

- циљем обезбјеђивања заштите здравља људи, животиња и биљака, као и заштите животне средине и биодиверзитета.
- Уредба (ЕУ) бр. 619/2011 од 24. јуна 2011. године (Commission Regulation (EU) No 619/2011) *о утврђивању метода узорковања и анализе за службену контролу хране за животиње с обзиром на присутност генетички модификованог материјала за који је поступак одобравања у току или је одобрење истекло*, којом су прописане методе узорковања и анализе при службеним контролама хране за животиње на присуство ГМО који чекају на одговарајуће одобрење (дозволу) за промет или којима је такво одобрење престало да важи, односно истекло.
 - Директива (ЕУ) 2015/412 од 11. марта 2015. године (Directive (EU) 2015/412) *о измјени Директиве 2001/18/ЕЗ у погледу могућности држава чланица да ограниче или забране гајење генетички модификованих организама на свом државном подручју*, којом се прописују услови под којима земља чланица ЕУ може да ограничи или забрани гајење појединог ГМО или групе ГМО на својој територији. Прије доношења ове директиве за изузимање поједине земље чланице ЕУ из издате дозволе за гајење било је потребно позвати се на сигурносну клаузулу (*safeguard clause*) и пружити научне доказе као основ за изузимање, док од 2015. године ова директива даје већу флексибилност земљама чланицама да се изузму из могућности гајења појединог генетички модификованог организма, и то позивајући се и на разлоге из домена пољопривредне политике, као и политике заштите животне средине, те коегзистенције, социо-економских и других разматрања (Tarasjev 2018).
 - Директива (ЕУ) 2018/350 од 8. марта 2018. године (Commission Directive (EU) 2018/350) *о измјени Директиве 2001/18/ЕЗ Европског парламента и Вијећа о процјени ризика генетички модификованих организама за животну средину*, којом се прописују измјене Директиве 2001/18/ЕЗ у дијелу о процјени ризика генетички модификованих организама за животну средину.
 - Проведбена одлука Комисије (ЕУ) 2018/1790 од 16. новембра 2018. године (Commission Implementing Decision (EU) 2018/1790) *о стављању изван снаге Одлуке 2002/623/ЕЗ о утврђивању смјерница о процјени ризика генетички модификованих организама за животну средину*, којом се ставља ван снаге Одлука 2002/623/ЕЗ о утврђивању смјерница о процјени ризика ГМО за животну средину.

Сва наведена легислатива гради услове које, нпр. биотехнолошка компанија или било која научноистраживачка институција која се бави креирањем

нових ГМО, мора да задовољи прије него што јој буде одобрен развој, употреба или испуштање у животну средину појединих ГМО, као и стављање на тржиште хране и хране за животиње која садржи и/или се састоји или потиче од ГМО.

Поступак одобравања (ауторизације) појединих ГМО, односно добијање дозволе за њихово испуштање у животну средину (односно гајење), као и њихово стављање на тржиште појединих држава чланица Европске уније као хране и хране за животиње која садржи и/или се састоји или потиче од тих ГМО, јединствен је, централизован, врло сложен и дуготрајан поступак, јер су у Европској унији законски прописи у области хране веома рестриктивни, а посебно они који се односе на стављање на тржиште ГМ хране биљног поријекла, док је храна животињског поријекла, при којој су коришћене технике генетичког инжењерства, још увијек забрањена. Такође, важно је напоменути да је једном одобрена ГМ храна у Европској унији аутоматизмом одобрена за употребу у свим државама чланицама Уније, при чему државе чланице не могу забранити, ограничити или ометати стављање ГМ хране на своје тржиште уколико је та ГМ храна одобрена за стављање на тржиште Европске уније.

Листа сорти и хибрида ГМ биљака које су одобрене за стављање на тржиште ЕУ (регистар одобрених ГМО) налази се на службеној страници Европске комисије (www.ec.europa.eu/food/plant/gmo/eu_register_en).

Законодавство Европске уније о ГМО посебно апострофира и обавезно информисање и учешће јавности (тзв. *комуникација о ризику*) у процесу разматрања и доношења одлука о употреби појединих ГМО. Законодавство ЕУ о ГМО посебно истиче да ефективна комуникација о ризицима мора бити интерактивна и да мора укључивати све заинтересоване стране. Овим питањима посебно се бави и Архуска конвенција о приступу информацијама, учешћу у доношењу одлука и приступу правосуђу у питањима у вези са животном средином. Битно је нагласити да је Европска унија члан, како *Картагенског протокола о биолошкој сигурности уз Конвенцију о биолошкој разноврстности*, тако и *Архуске конвенције о приступу информацијама, учешћу у доношењу одлука и приступу правосуђу у питањима у вези са животном средином*. Тренутно је у току и ратификација амандмана на Архуску конвенцију у вези са употребом генетички модификованих организама.

10.3.3. Актуелно стање у законодавству о ГМО у Републици Српској и БиХ

У Републици Српској и Босни и Херцеговини су на снази два закона о ГМО, и то: *Закон о генетички модификованим организмима* (Службени гласник Републике Српске, бр. 103/08), који је на снази у Републици Српској, и *Закон о генетички модификованим организмима* (Службени гласник БиХ, бр. 23/09), који је на снази у Босни и Херцеговини.

Према Закону који је тренутно на снази у Републици Српској, забрањује се употреба генетички модификованих организама и производа од генетички модификованих организама, која обухвата увођење генетички модификованих организама и производа од генетички модификованих организама у животну средину у сврху извођења огледа, демонстрационих огледа и развоја нових сорти и хибрида или гајење у комерцијалне сврхе живих модификованих организама, њихово стављање у промет, руковање, превоз, паковање и транзит преко подручја Републике Српске, као и прерада генетички модификованих организама или производа од генетичких модификованих организама.

Закон о генетички модификованим организмима на нивоу БиХ је у потпуности усклађен са релевантном законском регулативом којом је ова област уређена у ЕУ, и то: Уредбама 1946/2003, 1829/2003, 1830/20003 и 1981/2006 Европског парламента, Директивама 1990/219/ЕЗи 2001/18/ЕЗ и одлуком 91/448/ЕЗ).

Домаћа регулатива о генетички модификованим организмима не односи се на генетички модификоване микроорганлизме или производе од генетички модификованих организама који се користе као лијекови или помоћна љековита средства, што је у цијелости регулисано другим прописима.

10.4. Актуелно стање и изазови при контроли присуства ГМО у храни и храни за животиње

Храна и храна за животиње мора бити безбједна и здравствено исправна, због чега је постизање општег циља обезбјеђења високог нивоа заштите здравља и живота људи и животиња, те интереса потрошача у Републици Српској, основа законодавства у области ГМО које се заснива на одредбама провођења службених контрола над храном и храном за животиње од саме примарне производње па до њене конзумације („од фарме до трпезе“), укључујући при томе све фазе обраде, прераде, производње, као и крајње дистрибуције хране и хране за животиње.

Службене контроле хране и хране за животиње на присуство ГМО проводе се коришћењем различитих метода које су са тим циљем и развијене укључујући и рутинско надзирање и интензивније контроле, попут инспекцијских надзора (на тржишту, на граници и у производњи), као и ревизије, мониторинге, узорковања и лабораториска анализирања готових производа (Николић 2014).

Службене контроле хране и хране за животиње у сврху утврђивања присуства ГМО у Републици Српској, проводе инспектори за храну Републичке управе за инспекцијске послове Републике Српске. При провођењу службених контрола хране и хране за животиње у циљу утврђивања њихове усклађености са законодавством о ГМО, инспектори користе различите технике и методе (преглед документације, инспекцијски надзор, мониторинг, узорковање, идентификације, верификације и анализирање). Најчешћа метода службених контрола свих инспекцијских тијела, којом се жели утврдити да ли субјект у пословању с храном поштује одредбе тренутног законодавства из области ГМО, јесте *узорковање и лабораторијско анализирање истог узорка*.

Инспектори за храну Републичке управе за инспекцијске послове Републике Српске службене контроле присуства ГМО у храни и храни за животиње редовно проводе на различитим мјестима (на граничним прелазима, на тржишту, у малопродаји и у свим фазама производње и дистрибуције хране и хране за животиње биљног поријекла и/или мјешовитог поријекла) у складу са њиховим надлежностима.

Надлежна тијела, овлашћена за обављање службених контрола, морају задовољавати низ оперативних критеријума, како би се обезбиједила њихова непристрасност и дјелотворност. Она морају располагати с довољним бројем одговарајућег квалификованог и искусног особља, као и посједовати одговарајућа средства и опрему за правилно обављање својих задатака (Николић 2011).

Службене контроле треба проводити редовно, а њихова учесталост треба бити у складу са ризиком, уз узимање у обзир резултата провјера које проводе субјекти у пословању с храном и пословању с храном за животиње, у оквиру контролних програма. *Ad hoc* контроле треба проводити у случајевима кад се сумња у непоштовање прописа из области ГМО. Додатне *ad hoc* контроле могу се провести у било које вријеме, чак кад и не постоји сумња у непоштовање прописа о ГМО. Службене контроле се обављају на основу документованог поступка, како би се обезбједило да се те контроле проводе уједначено и да увијек имају висок ниво квалитета. Лабораторије које се баве анализом службених узорака хране и хране за животиње на

присуство ГМО треба да раде у складу с међународно признатим методама или критеријима који се заснивају на стандардима рада, као и да користе провјерене и акредитоване аналитичке методе. Такве лабораторије треба да буду посебно опремљене опремом која омогућава правилно извођење акредитованих лабораторијских метода, те у њима треба да ради квалификован и добро обучен кадар (Самарџић 2015).

Инспекцијски органи треба да надлежним тијелима редовно достављају годишње извјештаје с информацијама о провођењу службених контрола, као и вишегодишњих националних програма контроле присуства ГМО у храни и храни за животиње, при чему у извјештају треба да наведу резултате контрола, те ревизија које су проведене у току претходне године и, ако је потребно, треба да ажурирају првобитни контролни програм с обзиром на те резултате.

Према Zoretić-Rubens (2017) и Тркуља и сар. (2018), тренутно се област контроле присуства генетички модификованих организама у храни и храни за животиње генерално суочава са бројним изазовима, као што су:

- Велики број апликација за стављање на тржиште нових вишеструко сложених (*Stacked event*) сорти и хибрида ГМ биљака;
- Употреба нових техника оплемењивања биљака (*New Plant Breeding Tehnics*, NPBT);
- појава нових ГМО креираних новим техникама оплемењивања биљака (NPBT), као и III генерације ГМО у храни и храни за животиње;
- могућност/немогућност детектовања нових генетичких модификација у храни и храни за животиње;
- развој нових метода детекције присуства ГМО у храни и храни за животиње;
- глобалне климатске промјене и њихов утицај на пољопривредну политику и укупну производњу конвенционалне и ГМ хране и хране за животиње;
- питање одрживости постојећег система одобравања/управљања ГМО у храни у ЕУ;
- измјена ЕУ законодавства и прелазак на одлучивање на националном нивоу о употреби ГМО;
- свеобухватна и квалитетна контрола укупне ГМО технологије;
- континуирано унапређивање система сигурности хране у вези са ГМО на бази научних чињеница и истраживања;
- континуирана едукација о ГМО становништва, као и свих учесника у систему управљања ризиком од присуства ГМО у храни и храни за животиње, укључујући произвођаче, дистрибутере и прометнике, као и инспекцијска и друга надлежна тијела;

- транспарентно и континуирано информисање јавности и потрошача у вези ГМО уз стално унапређење механизма за информисање јавности.

-

10.5. Закључак

Упркос свим дилемама, човјек је, несумњиво, кумулирао знање и овладао техникама генетичког инжењеринга које му помажу да продре у микрокосмос гена и генетичке информације. Достигнути ниво знања омогућава човјеку да потиरे, или помјера природне законе и границе у хоризонталном преносу гена, односно размјени генетичких информација између врста, те је, као резултат тога, већ настао велики број сорти и хибрида генетички модификованих биљака које су прошле веома сложени процес одобравања и које су се током 2018. године у 26 земаља свијета, од стране 17 милиона фармера, гајиле на укупно 191,7 милиона хектара.

Као и свака друга новоосвојена научна и технолошка област, биотехнологија има своје добре стране, али и потенцијалне застрашујуће и несагледиве негативне посљедице. Због тога је од огромног значаја да се ова технологија што свеобухватније и квалитетније контролише. За научнике, али и за цјелокупну људску популацију, ово је велики изазов који захтијева доношење и примјену адекватног законодавства, као и много опсежнија, транспарентнија и ангажованија истраживања, укључујући расподјелу одлучивања и профита на досад потпуно нов начин. Због тога се чини да је у времену које долази више него икад неопходно да све заинтересоване стране, укључујући надлежне институције, индустрију, истраживачки сектор и академску заједницу, као и невладине организације и медије, размотре своје одговорности и пруже уравнотежен одговор на забринутост јавности у вези ГМО, те да нас социјална и етичка правда воде у испуњењу задатака обезбјеђивања довољних количина хране и енергије, сигурности и здравствене безбједности хране, као и заштите животне средине и биодиверзитета, те укупне добробити цјелокупног човјечанства, при чему не би смјело бити монопола на гене, односно при чему најфундаменталније јавно добро – мора остати јавно добро.

Литература

- Bailey J (2019) Genetic Modification of Animals: Scientific and Ethical Issues. In: Herrmann K, Jayne K (eds) *Animal Experimentation: Working Towards a Paradigm Change*. Koninklijke Brill NV, Leiden, The Netherlands, pp 443–479
- Bajrović K, Jevrić-Čaušević A, Hadžiselimović R (2005) Uvod u genetičko inženjerstvo i biotehnologiju. Institut za genetičko inženjerstvo i biotehnologiju, Sarajevo, str 213
- Бекавац Г (2014) ГМО у биљној производњи. Српска академија наука и умјетности, Одељење хемијских и биолошких наука. Зборник радова са научног скупа Генетички модификовани организми – чињенице и изазови, Књига 6:45–56
- Björnberg KE, Zetterberg C, Hansson SO, Andreasson E, Zhu LH (2019) Consistent risk regulation? Differences in the European regulation of food crops. *Journal of Risk Research* 22(12):1561–1570
- van Eenennaam AL, Young AE (2014) Prevalence and impacts of genetically engineered feedstuffs on livestock populations. *Journal of Animal Science* 92:4255–4278
- Galjak A (2010) GMO – hrana budućnosti ili Frankenštajn hrana. Pravni fakultet Univerziteta Union, Beograd, *Pravni zapisi* 2:516–530
- Garg M, Sharma N, Sharma S, Kapoor P, Kumar A, Chunduri V, Arora P (2018) Biofortified crops generated by breeding, agronomy, and transgenic approaches are improving lives of millions of people around the world. *Frontiers in Nutrition* 5(12):1–33
- Gartland KMA, Gartland JS (2018) Contributions of biotechnology to meeting future food and environmental security needs. *The Euro Biotech Journal* 2(1):1–9
- Gatew H, Mengistu K (2019) Genetically modified foods (GMOs): A review of genetic engineering. *Journal of Life Science and Biomedicine* 9(6):157–163
- Dalakouras A, Wassenegger M, Dadami E, Ganopoulos I, Pappas ML, Papadopoulou K (2020) Genetically modified organism-free RNA interference: Exogenous application of RNA molecules in plants. *Plant Physiology* 182(1):38–50
- De Beer T, Wynberg R (2018) Developing and implementing policy for the mandatory labelling of genetically modified food in South Africa. *South African Journal of Science* 114(7/8):1–7
- Deckers M, Deforce D, Fraiture MA, Roosens NH (2020) Genetically modified microorganisms for industrial food enzyme production: An overview. *Foods* 9(326):1–20

- Directive 2001/18/EC of the European Parliament and of the Council on the deliberate release into the environment of genetically modified organisms and repealing Council Directive 90/220/EEC – Commission Declaration(2001) OJ L 106, 17.4.2001, pp 1–39
<http://data.europa.eu/eli/dir/2001/18/oj>
- Directive 2009/41/EC of the European Parliament and of the Council on the contained use of genetically modified microorganisms (2009) OJ L 125, 21.5.2009, pp 75–97. <http://data.europa.eu/eli/dir/2009/41/oj>
- Directive 2015/412 of the European Parliament and of the Council amending Directive 2001/18/EC as regards the possibility for the Member States to restrict or prohibit the cultivation of genetically modified organisms (GMOs) in their territory text with EEA relevance (2015) OJ L 68, 13.3.2015, pp 1–8. <http://data.europa.eu/eli/dir/2015/412/oj>
- Egziabher TBG (2001) The inappropriateness of the patent system for life forms and processes. Third World Network, Penang, Malaysia, pp 28
- EU Register of authorised GMOs (2018) Преузето са сајта Европске комисије: http://ec.europa.eu/food/dyna/gm_register/
- EFSA (2010a) EFSA Panel on Genetically Modified Organisms (GMO). Scientific opinion on Statistical considerations for the safety evaluation of GMOs. EFSA Journal 8(1):1250, pp 59
- EFSA (2010b) EFSA Panel on Genetically Modified Organisms (GMO). Scientific opinion on Guidance on the environmental risk assessment of genetically modified plants. EFSA Journal 8(11):1879, pp 111
- EFSA (2011a) EFSA Panel on Genetically Modified Organisms (GMO). Scientific Opinion on Guidance on selection of comparators for the risk assessment of genetically modified plants and derived food and feed. EFSA Journal 9(5):2149, pp 22
- EFSA (2011b) EFSA Panel on Genetically Modified Organisms (GMO). Scientific Opinion on Guidance for risk assessment of food and feed from genetically modified plants. EFSA Journal 9(5):2150, pp 37
- Закон о генетички модификованим организмима (2008) Службени гласник Републике Српске 103/08:4–8
- Закон о генетички модификованим организмима (2009) Службени гласник БиХ 23/09:12–24
- Zoretić-Rubes V (2017) Strategija i izazovi upravljanja rizicima GMO-a u hrani. 2. hrvatska konferencija o procjeni rizika podrijetlom iz hrane. 16-17.10.2017. godine, Osijek, str 27–29
- ISAAA (2017) GM crops and the environment. International Society for the Acquisition of Agricultural Applications (ISAAA), Pocket K4:1–4
- ISAAA (2018) Executive summary: Global status of commercialized biotech/GM crops in 2018: Biotech Crops Continue to Help Meet the Challenges of

- Increased Population and Climate Change. The International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications (ISAAA), Brief No. 54. ISAAA, Ithaca, NY, USA, pp 1–13
- ISAAA (2019a) Press Release: Biotech Crops Continue to Help Meet the Challenges of Increased Population and Climate Change The International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications (ISAAA), Ithaca, NY, USA, pp 1–3
- ISAAA (2019b) GM Approval Database. <http://www.isaaa.org/gmapproval/database/>
- Јањић В (2013a) *Образовање, наука и производња хране*. Академија наука и умјетности Републике Српске, Бања Лука, стр 678
- Јањић В (2013b) *Нове биотехнологије у биљној производњи – глобални проблеми и изазови*. Зборник радова са Округлог стола Претпоставке и могућности унапређења конкурентности привреде Републике Српске. Академија наука и умјетности Републике Српске, Бања Лука, стр 109–139
- Јањић В, Малица Г (2014) *Генетички модификоване биљке отпорне на хербициде*. Српска академија наука и умјетности, Одељење хемијских и биолошких наука. Зборник радова са научног скупа Генетички модификовани организми – чињенице и изазови, Књига 6:67–77
- Јањић В, Јовановић В (2015) *Садашње стање, глобални статус и еколошке последице гајења генетички модификованих биљака*. Академија наука и умјетности Републике Српске, Одјељење природно-математичких и техничких наука. Научни скуп Генетички модификовани организми (ГМО) – научни и етички аспекти, производња и коришћење, Књига 26:15–68
- JRC (2016) Framework for assessing the socio-economic impacts of Bt maize cultivation. In: Kathage J, Gómez-Barbero M, Rodríguez-Cerezo E (eds) European GMO Socio-Economics Bureau 2nd Reference Document. Technical Report by the Joint Research Centre, EUR 28129 EN, pp 1–44
- Konstantinov K, Babić M, Mladenović-Drinić S (2012) Conventional and molecular plant breeding: benefit and risks in seed and plant quality improvement. Third International Scientific Symposium "Agrosym Jahorina 2012", Book of Proceedings, pp 46–54
- Констатинов К, Ковачевић Д (2015) *Могући аспекти стварања, гајења и коришћења генетички модификованих организама (ГМО)*. Академија наука и умјетности Републике Српске, Одељење природно-математичких и техничких наука. Научни скуп Генетички модификовани организми (ГМО) – научни и етички аспекти, производња и коришћење, Књига 26:69–90

- Malidža G, Janjić V (2004) Genetički modifikovane biljke tolerantne prema herbicidima: herbološki aspekt. *Acta herbologica* 13(2):289–308
- Malidža G, Janjić V, Đalović I (2006) Genetically modified herbicide-tolerant crop – state and perspectives. *Herbology* 7(1):67–93
- Младеновић-Дринић С (2014) Гајење ГМО усева – процена и управљање ризицима. Српска академија наука и умјетности, Одељење хемијских и биолошких наука. Зборник радова са научног скупа Генетички модификовани организми – чињенице и изазови, Књига 6:57–66
- Младеновић-Дринић С, Ковачевић Д (2015) Храна произведена од генетички модификованих организама (ГМО). Академија наука и умјетности Републике Српске, Одељење природно-математичких и техничких наука. Научни скуп Генетички модификовани организми (ГМО) – научни и етички аспекти, производња и коришћење, Књига 26:91–112
- Masip G, Sabalza M, Pérez-Massot E, Banakar R, Cebrian D, Twyman RM, Capell T, Albajes R, Christou P (2013) Paradoxical EU agricultural policies on genetically engineered crops. *Trends in Plant Science* 18 (6):312–324
- NASEM (2016) Genetically engineered crops: Experiences and prospects. The National Academies Press, National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine (NASEM), Washington, USA, pp 584
- National Research Council (2004) Safety of genetically engineered foods: Approaches to assessing unintended health effects. The National Academies Press, Washington DC, USA, pp 254
- Николић З (2011) Генетички модификоване биљне врсте – методе за тестирање. У: Милошевић М, Кобиљски Б (ур) Семенарство. Институт за ратарство и повртарство, Нови Сад 2(1):337–358
- Николић З (2014) Мониторинг и детекција ГМО. Српска академија наука и уметности, Одељење хемијских и биолошких наука. Зборник радова са научног скупа Генетички модификовани организми – чињенице и изазови, Књига 6:121–130
- Nicolia A, Manzo A, Veronesi F, Rosellini D (2014) An overview of the last 10 years of genetically engineered crop safety research. *Critical Reviews in Biotechnology* 34:77–88
- Новаковић Б (2014) Савремена биотехнологија, храна и здравље. Српска академија наука и уметности, Одељење хемијских и биолошких наука. Зборник радова са научног скупа Генетички модификовани организми – чињенице и изазови, Књига 6:33–43
- OECD (2010) Safety assessment of transgenic organisms: OECD consensus documents. OECD Publishing, 4:1–335
- Paull J (2019) Contamination of farms by genetically modified organisms (GMOs): Options for compensation. *Journal of Organics* 6(1):31–46

- Пржуљ Н (2015) Упоредни значај оплемењивања и генетичког инжењерства у производње хране. Академија наука и умјетности Републике Српске, Одељење природно-математичких и техничких наука. Научни скуп Генетички модификовани организми (ГМО) – научни и етички аспекти, производња и коришћење, Књига 26:133–150
- Raman R (2017) The impact of genetically modified (GM) crops in modern agriculture: A review. *GM Crops & Food* 8(4):195–208
- Regulation (EC) No 1829/2003 of the European Parliament and of the Council on genetically modified food and feed (2003) OJ L 268, 18.10.2003, pp 1–23. <http://data.europa.eu/eli/reg/2003/1829/oj>
- Regulation (EC) No 1830/2003 of the European Parliament and of the Council concerning the traceability and labelling of genetically modified organisms and the traceability of food and feed products produced from genetically modified organisms and amending Directive 2001/18/EC (2003) OJ L 268, 18.10.2003, pp 24–28. <http://data.europa.eu/eli/reg/2003/1830/oj>
- Regulation (EC) No 1946/2003 of the European Parliament and of the Council on transboundary movements of genetically modified organisms (2003) OJ L 287, 5.11.2003, pp 1–10. <http://data.europa.eu/eli/reg/2003/1946/oj>
- Regulation (EC) No 882/2004 of the European Parliament and of the Council on official controls performed to ensure the verification of compliance with feed and food law, animal health and animal welfare rules (2004) OJ L 165, 30.4.2004 pp 1–141. <http://data.europa.eu/eli/reg/2004/882/oj>
- Regulation (EC) No 298/2008 of the European Parliament and of the Council amending Regulation (EC) No 1829/2003 on genetically modified food and feed, as regards the implementing powers conferred on the Commission (2008) OJ L 97, 9.4.2008, pp 64–66. <http://data.europa.eu/eli/reg/2008/298/oj>
- Rostoks N, Grantina-Ievina L, Ievina B, Evelone V, Valcina O, Aleksejeva I (2019) Genetically modified seeds and plant propagating material in Europe: potential routes of entrance and current status. *Heliyon* 5(2) e01242, pp 21
- Royal Society (2016) GM plants: Questions and answers. The Royal Society, London, United Kingdom, pp 1–38. <https://royalsociety.org/-/media/policy/projects/gm-plants/gm-plant-q-and-a.pdf>,
- Самарџић Ј (2015) Детекција и квантификација присуства ГМО у биљном материјалу и храни биљног порекла у овлашћеној лабораторији Института за молекуларну генетику и генетичко инжењерство. Академија наука и умјетности Републике Српске, Одељење природно-математичких и техничких наука. Научни скуп Генетички

- модификовани организми (ГМО) – научни и етички аспекти, производња и коришћење, Књига 26: 203–210
- Smyth SJ, Kerr WA, Phillips PWB (2015) Global economic, environmental and health benefits from GM crop adoption. *Global Food Security* 7:24–29
- Smyth SJ (2020) The human health benefits from GM crops. *Plant Biotechnology Journal* 18:887–888
- Sanvido O, Stark M, Romeis J, Bigler F (2006) Ecological impacts of genetically modified crops – experiences from ten years of experimental field research and commercial cultivation. *Agroscope Reckenholz-Tänikon Research Station ART, Zurich*, pp 86
- Shukla M, Al-Busaidi KT, Trivedi M, Tiwari R K (2018) Status of research, regulations and challenges for genetically modified crops in India. *GMCrops & Food* 9(4):173–188
- Schnurr MA, Smyth SJ (2018) Can genetically modified crops help the poor? Options for Canada’s foreign policy. *Policy Brief* 12:1–11
- Тарасјев А, Стојковић О, Црнобрња-Исаиловић Ј (2006) Етички аспекти рада националног савета за биолошку сигурност. У: Биоетика код нас и у свету. Зборник радова са научног скупа одржаног у САНУ 20.10.2006. године, стр 131–140
- Tarasjev A (2018) Usklađivanje regulatornog sistema Republike Srbije koji se odnosi na pitanje genetički modifikovanih organizama sa pravnim okvirom Evropske unije. ISAC fond, Centar za međunarodne i bezbednosne poslove, Beograd, str 28
- Тркуља В, Стојчић Ј, Завишић Н (2008) Генетички модификоване биљке: јуче, данас, сутра. II Међународни конгрес “Екологија, здравље, рад, спорт”, Бања Лука. Зборник радова, стр 347–350
- Тркуља В, Бајровић К, Видовић С, Остојић И, Терзић Р, Баллиан Д, Субашић Ђ, Мачкић С, Радовић Р, Чолаковић А (2014а) Генетички модификовани организми (ГМО) и биосигурност. Управа Босне и Херцеговине за заштиту здравља биља и Агенција за безбједност хране БиХ, стр 68
- Тркуља В, Бајровић К, Видовић С, Остојић И, Терзић Р, Баллиан Д, Субашић Ђ, Мачкић С, Радовић Р, Чолаковић А (2014б) Приручник за узорковање репродукционог материјала биља и производа који садрже и/или се састоје или потичу од генетички модификованих организама (ГМО). Агенција за безбједност хране Босне и Херцеговине и Управа Босне и Херцеговине за заштиту здравља биља, стр 55
- Trkulja V (2015) Genetički modifikovani organizmi (GMO) – aktuelno stanje i metode detekcije. *Vještak – časopis iz oblasti teorije i prakse vještačenja* 1(2):175–180

- Тркуља В, Радановић С, Михић-Салапура Ј (2015) Процјена ризика од генетички модификованих организама. Академија наука и умјетности Републике Српске, Одељење природно-математичких и техничких наука. Научни скуп Генетички модификовани организми (ГМО) – научни и етички аспекти, производња и коришћење, Књига 26:185–201
- Trkulja V, Mihić-Salapura J, Kovačić-Jošić D, Ćurković B, Vuković B, Vasić J, Babić G (2017) Rezultati analiza uzoraka hrane i hrane za životinje na prisustvo genetički modifikovanih organizama (GMO) tokom 2015. i 2016. godine. The Fifth International Academic Conference Science and Practice of Business Studies, Бања Лука, Collection of Papers, 1:442–449
- Тркуља В, Баллиан Д, Видовић С, Терзић Р, Остојић И, Чакловица Ф, Џубур А, Хајрић Џ, Перковић Г, Брењо Д, Чолаковић А (2018) Генетички модификовани организми – стање и перспективе. Агенција за безбједност хране Босне и Херцеговине, стр 141
- Trkulja V, Mihić-Salapura J (2018) Genetički modifikovani organizmi – aktuelno stanje u svijetu, Evropskoj uniji i Bosni i Hercegovini. The Sixth International Academic Conference Science and Practice of Business Studies, Бања Лука, Collection of Papers, 1:372–379
- Тркуља В, Јањић В, Пржуљ Н (2020) Процедуре за одобравање и методе контроле присуства генетички модификованих организама у храни и храни за животиње. У: Грујић Р, Јањић В, Тркуља Р (ур) Перспективе развоја прехранбене индустрије. Академија наука и умјетности Републике Српске, Бања Лука, стр 619–658
- Taheri F, Azadi H, D'Haese M (2017) A world without hunger: Organic or GM crops? Sustainability 9:1–17
- UNCTAD (2017) The role of science, technology and innovation in ensuring food security by 2030. The United Nations Conference on Trade and Development (UNCTAD), New York and Geneva, pp 55
- UNEP (1995) UNEP International Technical Guidelines for Safety in Biotechnology. United Nations Environment Programme (UNEP), Nairobi, Kenya, pp 31
- FAO (2014) Success stories on climate – smart agriculture. Food and Agriculture Organisation of the United Nations, FAO Roma, pp 23
- FAO (2015) The state of food insecurity in the world. Meeting the 2015 international hunger targets: Taking stock of uneven progress. Rome, FAO, pp 57
- FAO/WHO (1996) Biotechnology and food safety. Report of a Joint FAO/WHO Consultation. FAO Food and Nutrition Paper FAO, Rome, No. 61:1–26

- FAO/WHO (2000) Safety aspects of genetically modified foods of plant origin. Report of a Joint FAO/WHO Expert Consultation on Foods Derived from Biotechnology, Geneva, Switzerland, pp 35
- FAO/WHO (2011) Codex Alimentarius Commission, Procedural Manual (Twentieth edition). Joint FAO/WHO Food Standards Programme, FAO, Rome, pp 213
- Federoff NV (2015) Food in a future of 10 billion. *Agriculture and Food Security* 4(11):1–10
- Flachowsky G, Halle I, Aulrich K (2005) Long term feeding of Bt corn – a ten generation study with quails. *Archives of Animal Nutrition* 59:449–451
- Flachowsky G, Meyer U (2015) Challenges for plant breeders from the view of animal nutrition. *Agriculture* 5:1252–1276
- Flachowsky G, Reuter T (2017) Future challenges feeding transgenic plants. *Animal Frontiers* 7(2):15–23
- Hoffman W (2016) Ecosystems, food crops, and bioscience: A symbiosis for the anthropocene. *Asian Biotechnology and Development Review* 18(1):39–68
- Cano A, Díaz D, Morgado C (2017) The role of biotechnology in agricultural production and food supply. *Ciencia e Investigación Agraria* 44(1):1–11
- Clive J (2013) Global status of commercialized biotech/GM crops: 2013. ISAAA Brief International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications (ISAAA), Ithaca, NY, USA 46:1–317
- Commission Decision 2004/204/EC of 23 February 2004 laying down detailed arrangements for the operation of the registers for recording information on genetic modifications in GMOs, provided for in Directive 2001/18/EC of the European Parliament and of the Council (2004) OJ L 65, 3.3.2004, pp 20–22. <http://data.europa.eu/eli/dir/2004/204/oj>
- Commission Directive (EU) 2018/350 amending Directive 2001/18/EC of the European Parliament and of the Council as regards the environmental risk assessment of genetically modified organisms (2018) OJ L 67, 9.3.2018, pp 30–45. <http://data.europa.eu/eli/dir/2018/350/oj>
- Commission Implementing Decision (EU) 2018/1790 repealing Decision 2002/623/EC establishing guidance notes on the environmental risk assessment of genetically modified organisms (2018) OJ L 293, 20.11.2018, pp 32–33. http://data.europa.eu/eli/dec_impl/2018/1790/oj
- Commission Recommendation 2004/787/EC on technical guidance for sampling and detection of genetically modified organisms and material produced from genetically modified organisms as or in products in the context of Regulation (EC) (2004) OJ L 348, 24.11.2004, pp 18–26. <http://data.europa.eu/eli/reco/2004/787/oj>

- Commission Regulation (EC) No 65/2004 establishing a system for the development and assignment of unique identifiers for genetically modified organisms (2004) OJ L 10, 16.1.2004, pp 5–10.
<http://data.europa.eu/eli/reg/2004/65/oj>
- Commission Regulation (EC) No 641/2004 on detailed rules for the implementation of Regulation (EC) No 1829/2003 of the European Parliament and of the Council as regards the application for the authorisation of new genetically modified food and feed, the notification of existing products and adventitious or technically unavoidable presence of genetically modified material which has benefited from a favourable risk evaluation (2004) OJ L 102, 7.4.2004, pp 14–25.
<http://data.europa.eu/eli/reg/2004/641/oj>
- Commission Regulation (EC) No 1981/2006 on detailed rules for the implementation of Article 32 of Regulation (EC) No 1829/2003 of the European Parliament and of the Council as regards the Community reference laboratory for genetically modified organisms (2006) OJ L 368, 23.12.2006, pp 99–109. <http://data.europa.eu/eli/reg/2006/1981/oj>
- Commission Regulation (EU) No 619/2011 laying down the methods of sampling and analysis for the official control of feed as regards presence of genetically modified material for which an authorisation procedure is pending or the authorisation of which has expired Text with EEA relevance (2011) OJ L 166, 25.6.2011, pp 9–15.
<http://data.europa.eu/eli/reg/2011/619/oj>
- Council Directive 98/81/EC of amending Directive 90/219/EEC on the contained use of genetically modified microorganisms (1998) OJ L 330, 5.12.1998, pp 13–31. <http://data.europa.eu/eli/reg/1998/81/oj>
- Qaim M, Kouser S (2013) Genetically modified crops and food security. *PlosOne* 8(6):1–8
- Quaye W, Yawson RM, Ayeh ES, Yawson I (2012) Climate change and food security: The role of biotechnology. *African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development* 12(5):6354–6364
- Waigmann E, Paoletti C, Davies H, Perry J, Kärenlampi S, Kuiper H (2012) Special issue: Risk assessment of genetically modified organisms (GMOs). *EFSA Journal* 10(10):s1008:1–7

Current situation and challenges in production, use and control of the presence of genetically modified organisms (GMOs) in the world, European Union and Republic of Srpska

Vojislav Trkulja, Vaskrsija Janjić, Novo Pržulj

Summary

Genetically modified organisms (GMOs) are organisms whose genome has been engineered in a way that could never happen in normal reproduction or natural recombination of existing genes within species, which means in a way that would never happen in nature. First generation of genetically modified plants have been engineered in order to facilitate their cultivation and varieties and hybrids of herbicide tolerant genetically modified plants dominated as well as plants resistant to various harmful organisms (insects and phytopathogenic fungi, bacteria and viruses). These days there is rapid work on further research and gradual introduction of the so-called second and third generation of GM plants with improved nutritional quality and new technological and other traits, such as delayed fruit ripening, stress resistance as well as drought, salinity and low soil fertility tolerance, which all together open up new approaches and opportunities to overcome the well-known limitations of tropical agriculture. However, biotechnology is currently under the light of internal debate between the supportive ones and those who are bitter opponents of GMOs. This debate includes not only scientific but also political, economic, social, health, ethical and philosophical issues. For scientists, but also for all of us, this is a great challenge that requires much more extensive, transparent and engaging research, including the allocation of decision-making and profit in a completely new way.

The paper describes the current situation of production, legislation and use of GMOs in the world, European Union and in our country, as well as the most significant challenges production, approval, use and control of genetically modified organisms face today.

Key words: Genetically modified organisms (GMOs), biotechnology, production and approval of GMOs, legislation, control of GMOs