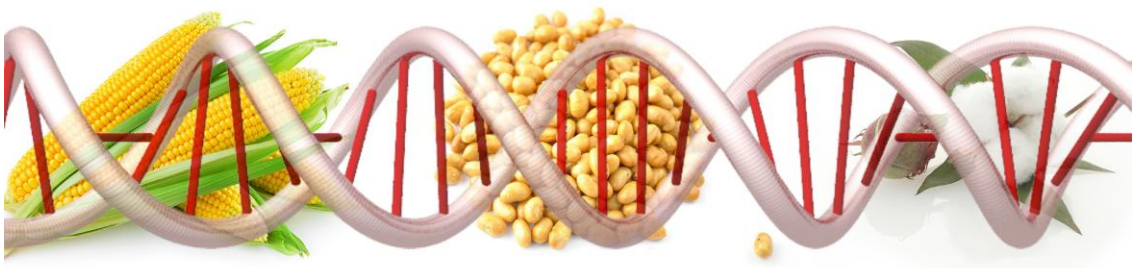


**АГЕНЦИЈА ЗА БЕЗБЈЕДНОСТ ХРАНЕ БОСНЕ И  
ХЕРЦЕГОВИНЕ**

**ГЕНЕТИЧКИ МОДИФИКОВАНИ  
ОРГАНИЗМИ  
– СТАЊЕ И ПЕРСПЕКТИВЕ –**



**Војислав Тркуља, Далибор Баллиан, Стојко Видовић,  
Рифет Терзић, Иван Остојић, Фарук Чакловица,  
Ахмед Џубур, Џемил Хајрић, Горан Перковић,  
Драган Брењо, Армин Чолаковић**

**2018. година**

*Аутори:*

Проф. др Војислав Тркуља – ЈУ Пољопривредни институт Републике Српске, Бања Лука  
Проф. др Далибор Баллиан – Шумарски факултет, Универзитета у Сарајеву  
Проф. др Стојко Видовић – Медицински факултет, Универзитета у Бања Луци  
Проф. др Рифет Терзић – Природно-математички факултет, Универзитета у Тузли  
Проф. др Иван Остојић – Агрономски и прехрамбено технолошки факултет, Свеучилишта у Мостару  
Проф. др Фарук Чакловица – Ветеринарски факултет, Универзитета у Сарајеву  
Проф. др Ахмед Џубур – Агромедитерански факултет, Универзитета „Џемал Биједић“, Мостар  
Др Џемил Хајрић – Агенција за безбједност хране Босне и Херцеговине  
Проф. др Горан Перковић – Управа Босне и Херцеговине за заштиту здравља биља  
Мр Драган Брењо – Агенција за безбједност хране Босне и Херцеговине  
Армин Чолаковић др вет. мед. – Агенција за безбједност хране Босне и Херцеговине

*Рецензенти:*

Академик, проф. др Ново Пржуљ  
Проф. др Касим Бајровић

*Издавачи:*

**Агенција за безбједност хране Босне и Херцеговине**

*За издаваче:*

Џемил Хајрић, директор Агенције за безбједност хране Босне и Херцеговине

2018. година

*Штампа: Бадизајн*

*Тираж: 100*

-----  
СIP - Каталогизација у публикацији  
Nacionalna i univerzitetska biblioteka  
Bosne i Hercegovine, Sarajevo

604.6

GENETIČKI modifikovani organizmi : stanje i perspektive / Vojislav Trkulja  
... [et al.]. - Mostar : Agencija za sigurnost hrane Bosne i Hercegovine, 2018. - 140  
str. : ilustr. ; 24 cm

Tekst na srp. jeziku. - Ćir. - Bibliografija: str. 120-133

ISBN 978-9926-8327-3-5  
1. Trkulja, Vojislav  
COBISS.BH-ID [26958598](#)

-----

## САДРЖАЈ

<i>Изводи из рецензија</i> .....	6
Поглавље 1. ГЕНЕТИЧКИ МОДИФИКОВАНИ ОРГАНИЗМИ– УВОДНА РАЗМАТРАЊА .....	8
1.1. <i>Шта су то ГМО?</i> .....	8
1.2. <i>Од када постоје ГМО?</i> .....	9
1.3. <i>Како настају генетички модификовани организми?</i> .....	10
1.4. <i>Које су предности и ризици гајења ГМ биљака?</i> .....	11
Поглавље 2. ГЕНЕТИЧКИ МОДИФИКОВАНИ ОРГАНИЗМИ– АКТУЕЛНО СТАЊЕ .....	16
2.1. <i>Како је тренутно стање са узгојем и регистрацијом сорти и     хибрида ГМ биљака у свијету?</i> .....	16
2.2. <i>Како је тренутно стање са узгојем и регистрацијом сорти и     хибрида ГМ биљака у ЕУ?</i> .....	27
2.3. <i>Како је актуелно стање примјене генетичког     инжењеринга у шумарству?</i> .....	61
Поглавље 3. ПРОЦЈЕНА РИЗИКА ОД ГЕНЕТИЧКИ МОДИФИКОВАНИХ ОРГАНИЗАМА .....	75
3.1. <i>Шта је процјена ризика од ГМО, када и како се она врши?</i> .....	75
3.2. <i>Које су фазе при изради процјене ризика?</i> .....	76
3.3. <i>Да ли је ГМ храна опасна по здравље људи?</i> .....	79
3.4. <i>Процјењују ли се намирнице добијене од ГМО-а различито     од начина процјене традиционалних намирница?</i> .....	81
3.5. <i>Како се утврђују потенцијалне опасности таквих     намирница по здравље људи?</i> .....	82
3.6. <i>Које карактеристике ГМО-а изазивају највише     забринутости у јавности?</i> .....	84
3.7. <i>Зашто ГМ намирнице изазивају забринутоост међу     потрошачима?</i> .....	86
3.8. <i>Како је забринутоост јавности утицала на продају ГМ на-     мирница у ЕУ?</i> .....	87

Поглавље 4. МЕТОДЕ ДЕТЕКЦИЈЕ ГЕНЕТИЧКИ МОДИФИКОВАНИХ ОРГАНИЗАМА .....	88
4.1. Како препознајемо и на основу којих метода поуздано утврђујемо присуство ГМО? .....	88
4.1.1. Детекција ГМО на бази фенотипа? .....	88
4.1.2. Детекција ГМО на бази специфичних протеина? .....	88
4.1.3. Детекција ГМО на бази анализе нуклеинских киселина? .....	89
Поглавље 5. ГЕНЕТИЧКИ МОДИФИКОВАНИ ОРГАНИЗМИ И БИОСИ-ГУРНОСТ .....	95
5.1. Шта је то биосигурност? .....	95
5.2. Шта је Картагена протокол о биолошкој сигурности? ..	98
Поглавље 6. ЗАКОНОДАВСТВО О ГМО У СВИЈЕТУ, ЕВРОПСКОЈ УНИЈИ И БИХ .....	101
6.1. Какво је законодавство о ГМО у свијету? .....	101
6.2. Какво је законодавство о ГМО у ЕУ? .....	106
6.3. Каква је ситуација у БиХ у вези са легислативом о ГМО? .....	109
6.4. Који су принципи уведени БиХ Законом о ГМО? .....	110
6.5. Како је у БиХ Закону о ГМО регулисано пуштање ГМО у околину? .....	111
6.6. Како се процјењује опасност усљед пуштања ГМО у жи- вотну средину? .....	111
6.7. Који су поводи за забринутост усљед пуштања ГМО у животну средину? .....	112
6.8. Како се исправно врши означавање производа који се састоји, садржи или је произведен од ГМО? .....	112
6.9. Који су изузеци од захтјева за означавање производа који се састоје, садрже или су произведени од ГМО? .....	113
6.10. Да ли ће месо или млијеко од животиње која је храњена храном која се састоји, садржи или је произведена од ГМО такође морати бити означено као генетички модификовано? .....	114

6.11. Да ли су правила за означавање производа који се састоје, садрже или су произведени од ГМО која прописује Закон о ГМО у БиХ у складу са међународним тржишним правилима? ..	114
6.12. Да ли у БиХ постоји стандард за праћење производње, контролу и систем сертификаковања и означавања производа с ознаком „без ГМО“? ..	115
Поглавље 7. ГЕНЕТИЧКИ МОДИФИКОВАНИ ОРГАНИЗМИ – БУДУЋИ ТРЕНДОВИ ..	116
7.1. Какви су будући трендови у области генетички модификованих организама? ..	116
7.2. Умјесто закључка ..	118
ЛИТЕРАТУРА ..	120
Додатак 1 ..	134
<i>Вијеће за генетички модификоване организме</i> ..	134
<i>Подзаконски акти</i> ..	135
<i>Протокол о сарадњи</i> ..	137
Додатак 2 ..	139
<i>Овлашћене испитне лабораторије за контролу ГМО у БиХ</i> ..	139

**Извод из рецензије академика проф. др Нове Пржуља**

„ ... Монографија Генетички модификовани организми – стање и перспективе – појављује се у времену када се на тему генетички модификованих организама (ГМО) воде дуготрајне расправе око улоге науке у животу, посебно здрављу људи. У овој монографији аутори су настојали да остану неутрални – да не истакну своју подршку ГМО, али и не негирају њихов значај. Они су се одлучили да читаоцу, присталици или противнику коришћења достигнућа биотехнологије и ГМО, на свеобухватан, информативан и разумљив начин укажу на тренутно стање у биотехнологији и ГМО, методе процјене ризика и биосигурности које се спроводе прије доласка на тржиште ГМО и хране која је произведена од њих, законодавство које прати увођење ГМО и да информишу о будућим трендовима стварања ГМО. Кроз расправу о ГМО аутори такође указују на мјесто науке у савременом животу, али и на начине њене контроле, да би се спријечило могуће негативно дјеловање продуката науке на здравље становништва, биодиверзитет и екологију.

Аутори питање ГМО на врло јасан и прегледан начин стављају у друштвени контекст у којем су ГМО као незнанац оптерећени различитим (не)научним, биоетичким, друштвеним, економским, политичким и религијским контроверзама.

Без обзира на ставове држава, закона, друштвене заједнице и појединаца за или против, чињеница је да је присутна никаква или јако лоша информисаност становништва у вези ГМО. Иако у овом кратком периоду није било могуће сагледати све аспекте користи и штетности ГМО, неопходно је стална научна и стручна расправа на ову тему. Прилог ове монографије проблематици ГМО прецизно је артикулисан као јасни научно-етички став, дискутован са начела опрезности, што сматрам коректним доприносом науци и струци у општем смислу. Монографија доприноси формирању и развоју савремене и реалне научне свијести која ће бити у стању да се суочава са изазовима властитих резултата. Због тога је важан задатак научника да информишу јавност о кључним научним и етичким питањима у вези са ГМО. У томе се и огледа значај ове монографије.“

Бања Лука, 17. 12. 2018.

*Академик проф. др Ново Пржуљ, с.р.*

## Извод из рецензије проф. др Касима Бајровића

„... Након детаљне анализе приложеног рукописа и изложених чињеница, може се констатовати да он пружа све неопходне информације о генетички модификованим организмима, процјени ризика од ГМО, методама које се користе у детекцији ГМО, ГМО и биосигурности, ГМО законодавству у свијету, ЕУ и БиХ те будућим трендовима ГМО. Рукопис даје детаљан приказ ГМО базиран на потврђеним научним претпоставкама и не укључује никакве предрасуде које су саставни дио данашње дебате о њима. Такође, приложени рукопис доприноси ширењу научно доказаних информација о примјени модерних генетичко инжењерских технологија које су данас широко распрострањене у савременом свијету.

У закључку се може констатовати да рукопис „Генетички модификовани организми - стање и перспективе“ представља корисно штиво за све инволвиране бх. институције и њихове органе, од законодавног преко извршног нивоа, до подносилаца захтјева, потрошача и најширих кругова заинтересираних јавности. Рукопис је писан језгровито са довољно поједностављеним стилем, разумљивим за све очекиване категорије корисника. На основу расположивих информација може се констатовати да наведени рукопис, по нашем сазнању, доноси најпрегледнији и најконзистентнији текст о ГМО на простору бивше Југославије. Рукопис може бити и веома користан полазни или уводни концепт у реализацији одговарајућих програма на свим нивоима образовног система у Босни и Херцеговини.

Сагласно изложеним чињеницама, мишљењима и оцјенама, са задовољством предлажем да се приложени рукопис публикује у цјелини.”

Сарајево, 14.12.2018. године

*Проф. др Касим Бајровић, с.р.*

# 1

ПОГЛАВЉЕ

## ГЕНЕТИЧКИ МОДИФИКОВАНИ ОРГАНИЗМИ

### – Уводна разматрања

Вијек који смо оставили за нама донио је са собом многе иновације, које су суштински промијениле живот људи. У односу на претходна раздобља, био је то вијек са највећим промјенама и свакако, вијек веома драматично експанзивног развоја науке на многим пољима. Сада, када стојимо на вратима новог миленијума, са правом се питамо шта нам он доноси. Тешко је из садашње перспективе сагледати како ће, оно што је наговјештено у другој половини прошлог вијека, обиљежити први вијек новог миленијума. Наиме, још тада је утврђено да је то **биотехнологија**, наука чији основ представља молекуларна генетика и њене методе генетичког инжењерства, а чији резултати воде ка стварању и коришћењу контролисано и циљно **генетички модификованих организама (ГМО)**.

ГМО и технологија којом они настају су већ постали или ће све више постајати дио нашег живота због чега је њихово познавање веома важно не само за научнике, већ и за најшире групе произвођача, потрошача и становништва уопште. Да би јавност заузела правилан став и формирала мишљење о ГМО и технологији којом се они производе, као и свим потенцијалима и предностима, али и могућим ризицима и негативним посљедицама ове технологије, као и са Законском регулативом којом је у БиХ регулисана ова проблематика, а која је у навећем дијелу усаглашена са актуелном легислативом у овој области у ЕУ, потребно је да има правремену, лако разумљиву и објективну информацију, што је уједно и основни циљ ове монографије.

#### 1.1. Шта су то ГМО?

*Генетички модификовани организми (ГМО) су организми који садрже један или више гена који се у њих*



уносе вјештачким начином у лабораторијама, методама генетичког инжењерства, при чему се гени узимају од друге, несродне или чак сасвим удаљене врсте. Унесени ген је познат под називом *трансген*, због чега се овакви организми још зову и *трансгени организми*.

*Ген* је дио молекуле дезоксирибонуклеинске киселине (ДНК) који има одређену функцију, тј. одговоран је за стварање специфичног протеина. Значи, ген је основна јединица хромозомске структуре, физиолошке функције и промјенљивости. *Генотип* је генска конституција, тј. наследни материјал у одређеној ћелији и/или организму који условљава физички изглед, односно, *фенотип* датог организма.

Под генетички модификованим организмима (ГМО) се подразумијевају 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. Генске конструкције којима је измијењен геном домаћина најчешће потичу од удаљених или сасвим несродних врста, чиме се поништавају све природне границе у природном генском току измјена насљедних информација. Дакле, ГМО у свом генетичком материјалу носе стабилно инкорпорирани стране ДНК секвенце, гене, које су присутне у нуклеусу (или у органелама) ћелија трансгене индивидуе и које се преносе на потомство према општим законима насљеђивања.

Извори гена који се инкорпорирају у ДНК домаћина се налазе у биљном свијету као и у свијету микроорганизама, инсеката и животиња, укључујући и људе, а с обзиром на групу којој припадају данас можемо говорити о генетички модификованим микроорганизмима, биљкама или животињама (Ќајба и Баллиан, 2007; Баллиан и Ќајба, 2011; Тркуља и сар., 2014а).

## **1.2. Од када постоје ГМО?**

Генетички модификовани организми су први пут добијени седамдесетих година XX вијека. Прву примјену су нашли у производњи хуманог инсулина замјенивши тако

недовољну производњу говеђег инсулина. Међутим, иако је овим спријечена велика „фармакотерапијска“ криза, генетички модификовани организми нису изазвали пажњу шире јавности јер су на једноставан начин ушли у медицину, пољопривреду и свакодневну употребу. ГМО су пажњу и страх привукли тек медицинском употребом продуката крви контаминираних ХИВ и хепатитис Б вирусима, што је довело и до првих жртава. Након тога су настали страхови у вези са појавом епидемије „крављег лудила“. Иако ГМО нису били повезани са овим случајевима у јавности је створен страх од ГМО и генетичких манипулација уопште. У сваком случају контрола квалитета, здравствена исправност и доступност хране, као и здравље људи су једне од највећих брига данашњице, због чега јавност треба имати посебну улогу у доношењу одлука који се тичу ове проблематике (Баллиан, 2005; Тркуља и сар., 2014а).

### ***1.3. Како настају генетички модификовани организми?***

Генетички модификовани организми (ГМО) се добијају методом познатом као „генетичко инжењерство“ или „технологија рекомбинантне ДНК“, која представља скуп техника којима се преносе функционални гени у неки организам са циљем продукције организама са новим особинама.

Генетичко инжењерство (технологија рекомбинантне ДНК или модерна биотехнологија) укључује цијели низ техника којима је могуће идентификовати одређени ген у геному неке врсте, изоловати га, клонирати, одредити му прецизан редосљед нуклеотида, промијенити га, те уградити у геном исте или неке друге врсте (Јеленић, 2004а; Кајба и Баллиан, 2007; Баллиан и Кајба, 2011).

Технике, које се користе за трансфер стране ДНК у организам домаћина могу бити класификоване као *директне* (биолистик, електропорација, микроињектирање, макроињектирање) и *индиректне* (помоћу *Agrobacterium tumefaciens*). Трансгене биљке или животиње обично носе страну ДНК секвенцу величине неколико хиљада базних парова, која садржи 2-4 функционална гена са одређеним

регулаторним секвенцама. Цијели овај „ДНК-уметак“ чини свега милионити дио читавог генома модификоване ћелије неке биљке или животиње (Кајба и Баллиан, 2007; Баллиан и Кајба, 2011).

Технике генетичког инжењерства нашле су широку примјену у научним истраживањима у готово свим областима биологије, као и примјену у хуманој и ветеринарској медицини, шумарству, пољопривреди, фармацеутској и прехранбеној индустрији, заштити животне средине од загађења и другим областима људске дјелатности. Биолошка истраживања базирана на овој техници се углавном односе на упознавање структуре и функције гена те њихове практичне примјене у корист човјека. Тако генетички модификовани организми, у којима су уграђени одређени гени, производе хумане протеине неопходне за лијечење и превенцију различитих болести као што су нпр. инсулин (за лијечење дијабетеса), интерферон (против вирусних обољења), фактори коагулације (за лијечење хемофилије), различите вакцине, антитијела и др.

*Генетичко инжењерство* подразумијева коришћење савремених и високо софистицираних метода за увођење нових карактеристика микроорганизмима, биљкама и животињама. За разлику од других метода генетичких побољшања, примјена ове технологије је стриктно 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 процедуре. Ова процедура је базирана на научном приступу процјене ризика који они представљају за здравље људи, животну средину и биодиверзитет (Тркуља и сар., 2014а).

#### ***1.4. Које су предности и ризици гајења ГМ биљака?***

Питања етичке и техничке природе, која стижу са ГМО технологијом, а може се рећи и индустријом, многобројна су. Генетика је тако, од науке којом се ексклузивно бавила релативно малобројна научна заједница, постала тема за дискусију разноврсних популација: компетентних,

некомпетентних, професионалаца, аматера, заљубљеника, сензационалиста, умјерених, горљивих, опрезних, радозналаца. Подјела мишљења је неминовна и она је у људској природи, али је мало тема које су у последње вријеме тако снажно подијелиле свјетску јавност на оне који подржавају, и оне који су огорчени противници ГМО. Тако, док једни очекују да ће ова технологија унијети многе позитивне промјене у наш живот, те значајно подићи и унаприједити квалитет живљења отварајући неслућене перспективе, други изражавају отворен страх пред могућим посљедицама пребацивања гена из организма у организам, пробијањем свих природних препрека (Баллиан, 2009).

Према првима, ријеч је о револуционарном кораку за добробит човјечанства, јер они виде ГМО храну као аргумент са великим потенцијалом и од велике важности у борби против недовољне количине хране и глади за стално нарастајућу популацију људи у свијету. При томе, у први план истичу чињенице да даље повећање производње хране мора доћи из повећаних приноса на ограниченим земљишним површинама, пошто су генетички потенцијали за принос најважнијих гајених биљака већ скоро досегнути у конвенционалним програмима селекције. Такође, најплодније пољопривредно земљиште на Земљи стално се смањује услед урбанизације, индустријализације и изградње инфраструктуре за развој превоза, док крчење и експанзија пољопривреде на новим земљиштима узрокује озбиљне штете на и онако крхким екосистемима. Тако они истичу да смо већ средином 90-тих година XX вијека, као директни резултат напретка у генетичком инжењерингу, добили прву генерацију нових генетички модификованих биљака толерантних према неким тоталним хербицидима, те отпорних према појединим штеточинама и вирусима, као и са побољшаним приносом. Данас се већ убрзано ради на даљем истраживању и постепеном увођењу тзв. друге и треће генерације генетички модификованих биљака са побољшаним нутриционистичким квалитетом и новим технолошким и другим особинама, као што су толерантност на сушу, заслаћеност и ниску плодност земљишта, те отпорност на стрес, као и одложено зрење плодова воћака. Све то заједно

отвара нове прилазе и могућности за савлађивање многих добро познатих ограничења тропске пољопривреде, а све с циљем производње већих количина хране.

Такође, заговорници ГМ технологије истичу да молекуларна биологија и њене бескрајне могућности у рекомбинацији гена, тих најсавршенијих облика материје које су се могле створити у природи, пружају данашњем човјеку неограничене могућности у стварању нових, погоднијих организама, те нових сорти и хибрида гајених биљака, као и нових сојева корисних микроорганизама. Генетички модификовани организми (ГМО) пружају, такође, неограничене могућности у поправљању биолошких и производних могућности бројних врста биљака за добробит човјека. Неслућене могућности које ова технологија пружа у производњи хране, прехранбеној технологији, хуманој медицини, ветерини и заштити биља, као и у области биоенергије, отварају могућности за изналажење ефикаснијих решења најважнијих проблема савременог човјечанства (Остојић, 1995). Осим тога, интензивно се истражују могућности стварања нових трансгених биљака које би давале храну обogaћену новим хранљивим састојцима, па чак и храну која би истовремено била и лијек.

Када је ријеч о противницима генетички модификоване хране, као и онима који нису у потпуности против такве идеје, али заговарају врло опрезно поступање, аргументи се односе на утицај овакве хране на људско здравље, што није довољно испитано, нити је доказано да је тако нешто недвосмислено безопасно. Такође, помињу се и могући негативни утицаји на природно окружење и промјене екосистема, али и разне „моралне“ дилеме. Иако заговорници генетички модификоване хране тврде да опасност по здравље не постоји, из супротног табора упозоравају на то да је прошло премало времена од почетка узгајања и коришћења генетички модификованих врста и да је отворено питање какви ће бити резултати на дужи стазе. На оваква питања не може се одговорити ни потврдно ни одрично, јер је потребно да прође дужи вријеме, па чак и неколико генерација (Тркуља и сар., 2014а).

Утицај на природно окружење и екосистеме је нешто боље истражен, при чему је већ сада могуће рећи да он може бити негативан, јер се могу угрозити поједине природне врсте, било због њихове повећане смртности, било због њиховог природног (спонтаног) укрштања са генетички модификованим врстама. Тако је нпр. истраживањима у САД и Великој Британији утврђено да се смртност неких инсеката повећава у близини поља на којима се гаје генетички модификоване биљке, мада су публиковани и радови који то негирају.

Разне „моралне“ дилеме које противници ГМО истичу у првом реду су у вези са опасности од *„поигравања границама које је природа или божанска рука поставила“*, те односом богатих и сиромашних држава и улогом коју мултинационалне корпорације могу да одиграју у продубљивању и онако већ постојећег предубоког јаза. Иако присталице генетичког инжењеринга тврде да нове врсте, које обезбјеђују веће приносе или дају више меса, представљају рјешење за проблем глади и сиромаштва, мало је оних који потпуно вјерују у то. Осим тога, противници ГМО-а ову технологију сматрају потенцијалном и сасвим реалном опасношћу, која пријети људској околини, а може и створити монструозне организме. Исти ГМО храну сматрају и недовољно усавршеном и испитаном што се тиче утицаја на људско здравље и животну средину, истичући опасност од поигравања границама које је природа или божанска рука поставила (Димитријевић и Петровић, 2004). Тако су према њима ГМО нови производи који ослобођени у природи могу угрозити екосистеме, можда чак и ненамјерно. Такође, они истичу да би потрошачи широм свијета требали имати више права да сами процјене користи од прихватања ГМО хране у односу на могуће ризике (Annerberg, 2003). Тако они наводе да неколико тренутно на тржишту доступних трансгених биљака не представљају очигледну корист за потрошаче, већ за произвођаче, због чега се потрошачи питају зашто би они требали прихватити ризик, док произвођачи и/или мултинационалне снабјевачке компаније жању добит.

Осим тога, многе невладине организације посебну пажњу посвећују и правним и етичким аспектима

„патентирања живог“ тј. патената на генетички модификоване организме (Egziabher, 2001). Тако према Тарасјеву и сар. (2006) мада, у принципу, постоји сагласност око тога да се може патентирати технологија, патентирање самих организама изазива оштре реакције. Ту се прије свега указује да није ријеч о проналасцима већ у најбољем случају открићима, те да су како организми који се користе као реципијенти, тако и гени који се уграђују, продукт еволуције и већ постојећи а не новостворени, те да њихово потомство настаје нормалном репродукцијом и сл. Исти аутори наводе да ситуације у којима би фармери били тужени због тога што се на њиховим њивама нашао патентирани генетички модификовани организам, при чему је он ту могао доспјети и против њихове воље, у сваком случају осим правног заслужују и етичко разматрање.

Због свега тога нам се чини да у данашње вријеме, када научници из земаља широм свијета утиру нове путеве и начине читања, размјењивања и манипулисања тим, прије свега, фундаменталним алфабетом живота - *генетичким кодом*, битним трагом наше егзистенције и свијета у коме живимо, те када смо свјedoци узбудљивим и наизглед неограниченим могућностима науке, морамо више него икад учествовати у дискусији о **етици** таквих драматичних промјена (Баллиан, 2009).

Поред свих дилема, остаје чињеница да је човјек кумулирао знање и овладао још једном техником која му помаже да продре у микрокосмос гена и генетичке информације. Чињеница је такође, да му достигнути ниво знања омогућава да потире, или помјера природне законе и постављене границе у хоризонталном преносу гена, односно размјени генетичких информација између врста. Као и свака драматична 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** (Тркуља и сар., 2005, 2006, 2017).

## 2

### ПОГЛАВЉЕ

## ГЕНЕТИЧКИ МОДИФИКОВАНИ ОРГАНИЗМИ

### – *Актуелно стање*

#### **2.1. Како је тренутно стање са узгојем и регистрацијом сорти и хибрида ГМ биљака у свијету?**

Први генетички модификовани организам који је у САД од стране FDA (Food and Drug Administration) званично одобрен за комерцијализацију 18. маја 1994. године, био је „*Flavr Savr*“ – хибрид парадајза кога је произвела компанија Calgene из Калифорније (сл. 1), у кога су унесени страни гени како би он имао могућност да се дуже чува након бербе.



Слика1. Први ГМО – хибрид парадајза „*Flavr Savr*“ компаније Calgene који је комерцијализован у САД 1994. године (фото: Г. Вогнаппи).

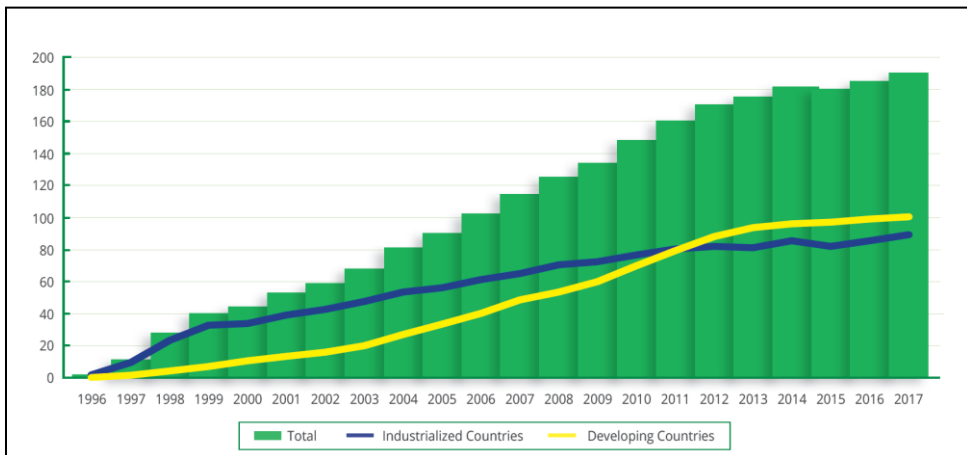
У току посљедње 22 године, од 1996. до 2017. године, фармери су константно повећавали гајење ГМ усјева сваке



године од када су ГМ усјеви први пут комерцијализовани 1996. године (граф. 1). Тако су укупне површине под ГМ биљкама у свијету порасле за 112 пута у прве 22 године након почетне комерцијализације 1996. године (1,7 милион ха), што ГМ усјеве чини најбрже усвојеном технологијом усјева у историји.

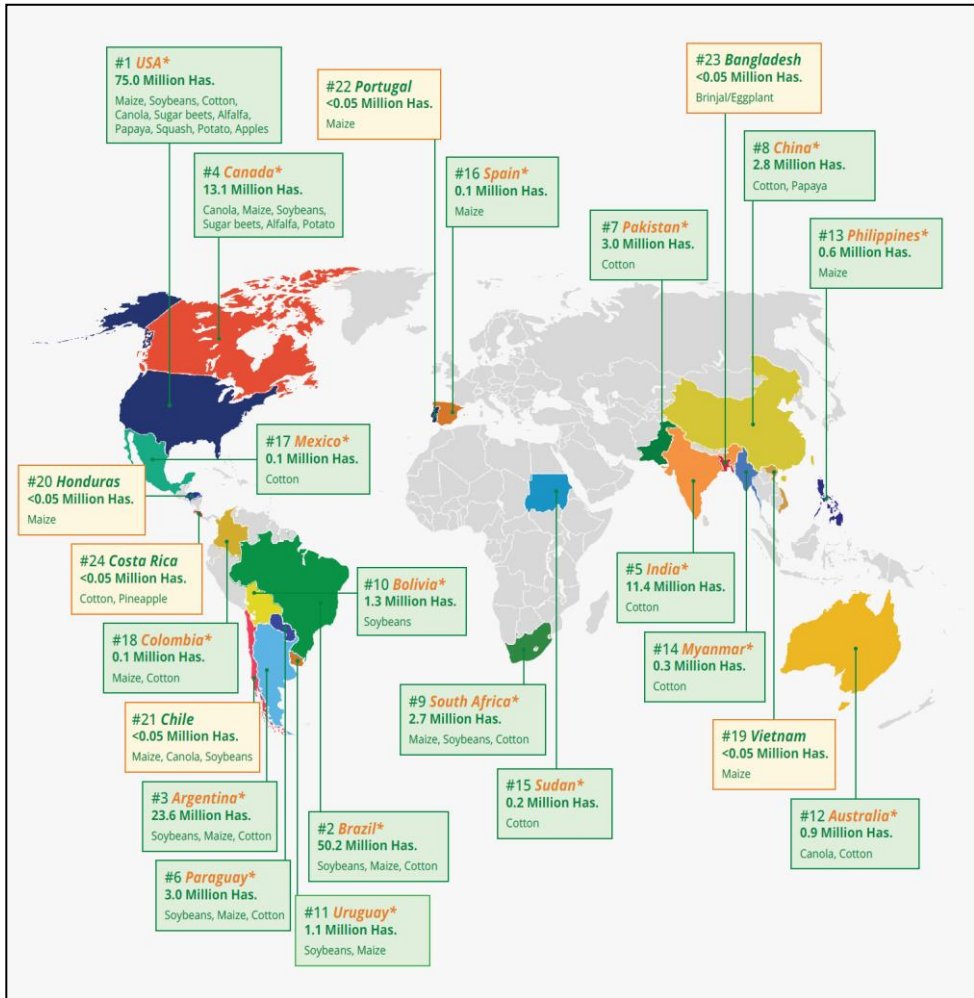
Током 2017. године 17 милиона фармера у 24 земље свијета (таб. 1) засијало је **189,8 милиона хектара** ГМ усјева, што је пораст од 4,7 милиона хектара или 3% у односу на претходну 2016. годину када су се ГМ биљке узгајале на 185,1 милиона ха.

Према Clive (2013) значајно је истаћи да је више од пола укупне популације људи која броји преко 7 милијарди (60% или преко 4 милијарде људи) живјело у 27 земаља у којима су се у 2013. години узгајале ГМ биљке, те да се више од половине од укупно 1,5 милијарду хектара земљишних површина под усјевима у свијету налазило у 27 држава у којима су у 2013. години одобрене и узгајане ГМ биљке. Исто тако, важан је податак да 189,8 милиона хектара под ГМ биљкама на којима су оне гајене у 2017. години, представља 12,6% од 1,5 милијарде хектара укупних земљишних



површина под усјевима у свијету.

*Графикон 1. Преглед површина у свијету на којима су се гајиле ГМ биљке од 1996. до 2017. године, као и преглед укупних површина под ГМ биљкама у индустријски развијеним и земљама у развоју у милионима хектара (ISAAA, 2017a)*



Графикон 2. Преглед држава у којим су се гајиле ГМ биљке у 2017. години (ISAAA, 2017b).

Током 2017. године број држава у којим су се узгајале ГМ биљке је био 24, од чега су 19 земаља у развоју и 5 развијених индустријских земаља (граф. 2). Према броју засијаних хектара под ГМ биљкама, то су: САД, Бразил, Аргентина, Канада, Индија, Парагвај, Пакистан, Кина, Јужна Африка, Боливија, Уругвај, Аустралија, Филипини, Мијанмар, Судан, Шпанија, Мексико, Колумбија, Вијетнам, Хондурас, Чиле, Португал, Бангладеш и Костарика, од чега су

2 земље чланице ЕУ (Шпанија и Португал), у којима се узгајао ГМ кукуруз (таб. 1).

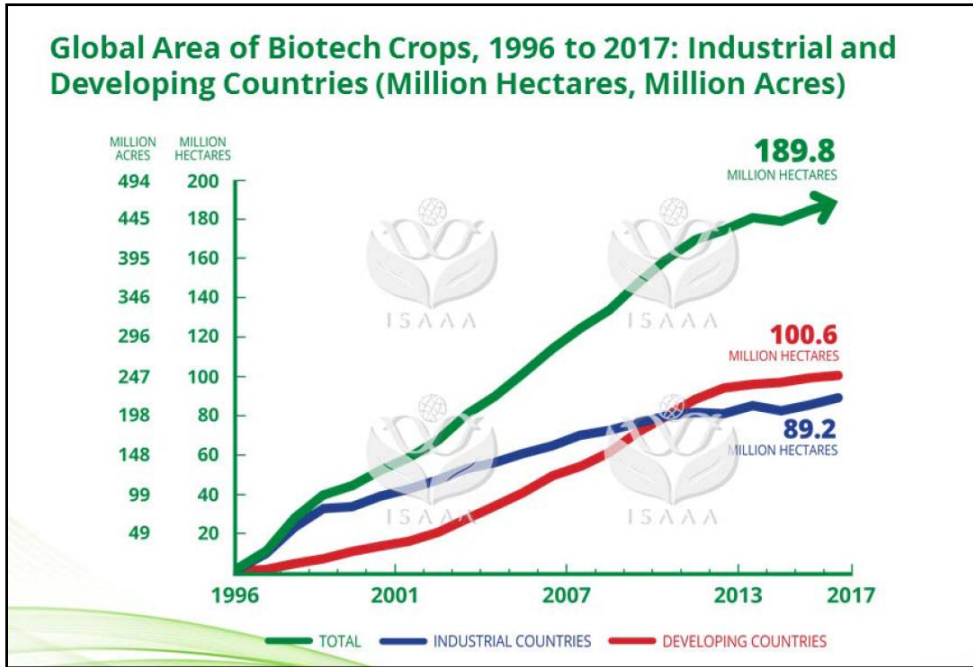
Таб. 1. Површине и врсте ГМ биљака засијане у 2017. години у појединим државама у свијету (ISAAA, 2017b)

Ред. број	Држава	Површина (милиона ha)	ГМ биљке
1.*	САД	75,0	Кукуруз, соја, памук, уљана репица, шећерна репа, луцерка, папаја, тиквица, кромпир, јабука
2.*	Бразил	50,2	Соја, кукуруз, памук
3.*	Аргентина	23,6	Соја, кукуруз, памук
4.*	Канада	13,1	Уљана репица, кукуруз, соја, шећерна репа, луцерка, кромпир
5.*	Индија	11,4	Памук
6.*	Парагвај	3,0	Соја, кукуруз, памук
7.*	Пакистан	3,0	Памук
8.*	Кина	2,8	Памук, папаја
9.*	Јужна Африка	2,7	Кукуруз, соја, памук
10.*	Боливија	1,3	Соја
11.*	Уругвај	1,1	Соја, кукуруз
12.*	Аустралија	0,9	Уљана репица, памук
13.*	Филипини	0,6	Кукуруз
14.*	Мијанмар	0,3	Памук
15.*	Судан	0,2	Памук
16.*	Шпанија	0,1	Кукуруз
17.*	Мексико	0,1	Памук
18.*	Колумбија	0,1	Кукуруз, памук
19.	Вијетнам	<0,1	Кукуруз
20.	Хондурас	<0,1	Кукуруз
21.	Чиле	<0,1	Кукуруз, уљана репица, соја
22.	Португал	<0,1	Кукуруз
23.	Бангладеш	<0,1	Плави патлиџан
24.	Костарика	<0,1	Памук, ананас

\*18 држава у којима се ГМ усјеви узгајају на >50.000 ha

У 2017. години САД, Бразил, Аргентина, Канада, Индија и Парагвај су биле шест водећих земаља у свијету у којима су се узгајали ГМ усјеви. САД су задржале своју позицију на броју један са 75 милиона хектара (39,5% укупних површина

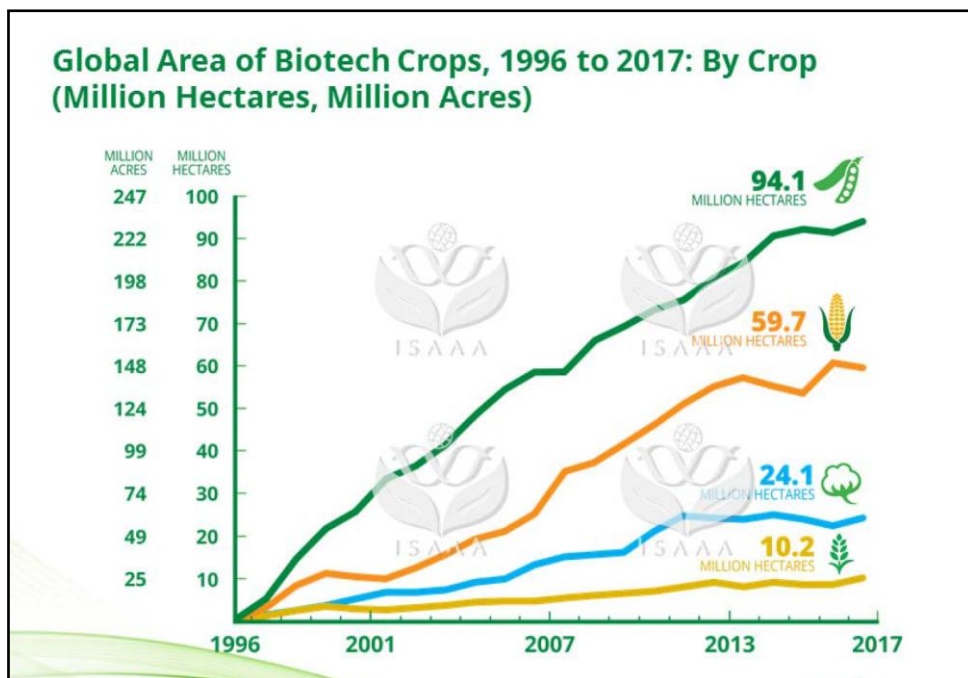
под ГМ усјевима у свијету), послије којих слиједе Бразил са 50,2 милиона хектара, Аргентина са 23,6 милиона хектара, Канада са 13,1 милиона хектара, Индија са 11,4 милиона хектара и Парагвај са 3 милиона хектара (таб. 1).



Графикон 3. Површине (у милионима ha) под ГМ биљкама у развијеним и неразвијеним земљама и у свијету у периоду 1996-2017. године (ISAAA, 2017a)

По шести пут заредом у 2017. години земље у развоју гајиле су више ГМ биљака (53%) у односу на индустријски развијене земље, у којима је било засијано 47% укупних површина под ГМ усјевима (граф. 3). То је у супротности с 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 прихваћене и усвојене од стране земаља у развоју.

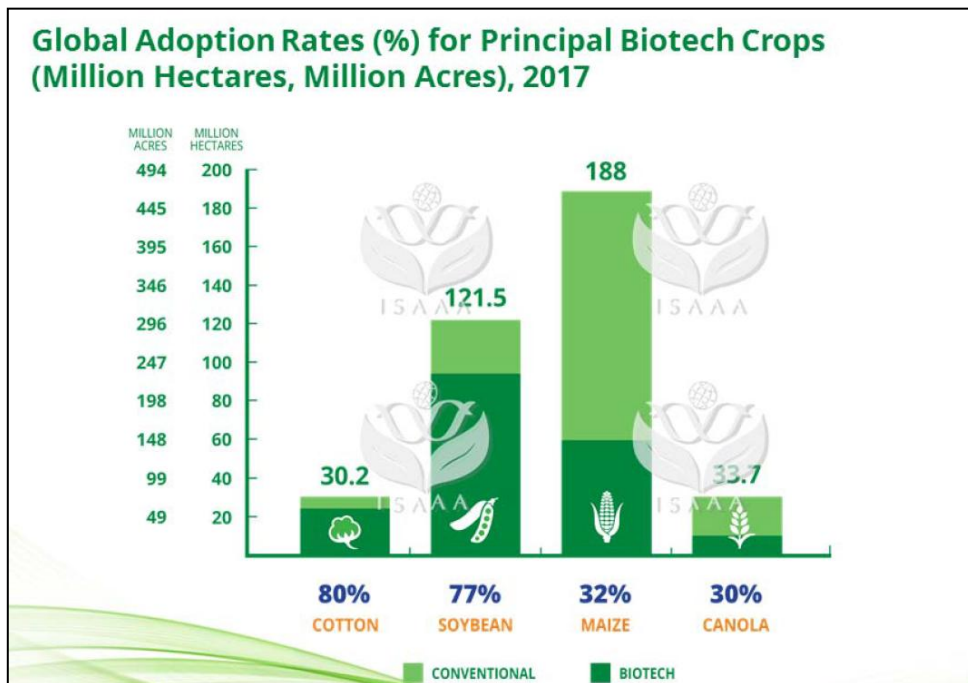
Највеће повећање површина под ГМ усјевима у свијету у 2017. години било је у САД за 2,1 милион хектара, односно за 3% у односу на 2016. годину када је оно износило 72,9 милиона хектара.



Графикон 4. Површине (у милионима ха) под најважнијим ГМ биљкама у свијету у периоду 1996-2017. године (ISAAA, 2017)

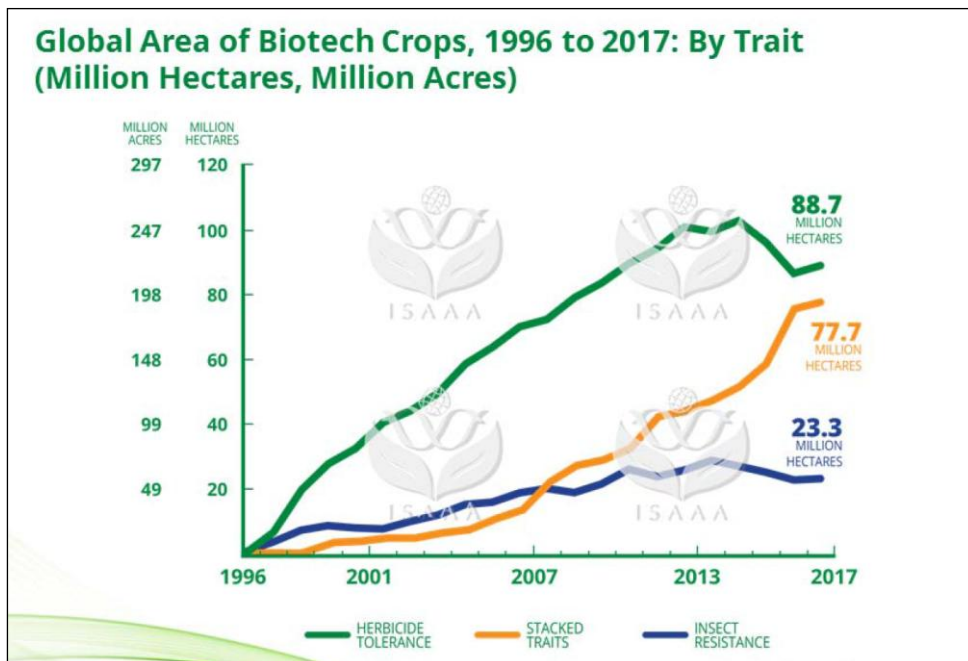
ГМ соја је и у 2017. години била највише гајена ГМ биљка у свијету која је узгајана на 94,1 милиона хектара (49,6% од укупних површина под ГМ усјевима), затим кукуруз (59,7 милиона хектара, односно 31,5% укупних површина), памук (24,1 милиона хектара или 12,7%) и уљана репица (10,2 милиона хектара или 5,4% укупних површине под ГМ биљкама) (граф. 4).

Осим тога, из графикона 5 се види да је у 2017. години 77% укупно произведене соје у свијету ГМ соја (94,1 милиона ха од укупно 121,5 милиона ха на којима се у свијету узгаја соја). Такође, из истог графикона се види да 80% укупно произведеног памука у свијету отпада на ГМ памук (24,1 милиона ха од укупно 30,2 милиона ха), те 32% укупно произведеног кукуруза у свијету (59,7 милиона ха ГМ кукуруза од укупно 188 милиона ха), као и 30% укупно произведене уљане репице, односно 10,2 милиона ха ГМ уљане репице од укупно 33,7 милиона ха (ISAAA, 2017а).



Графикон 5. Површине (у милионима ха) и % под најважнијим ГМ биљкама у свијету у 2017. години (ISAAA, 2017a).

Такође, у 2017. години, *толерантност према тоталним хербицидима* примијењена на ГМ соји, кукурузу, уљаној репици, памуку и луцерки је и даље најдоминантнија особина код ГМ биљака које су се гајиле на око 88,7 милиона хектара (граф. 6) или 47% површина под трансгеним усјевима. Међутим, у 2017. години ГМ биљке са тзв. „*групам*а особина“, тј. са двије или три нове особине заједно у истој сорти или хибриду (енгл. „*Stacked traits*“) гајиле су се на већим површинама, односно 77,7 милиона хектара или 41% укупних површина под биотехнолошким усјевима, у односу на ГМ биљке које су имале *Vt резистентност према инсектима* које су се гајиле на 23,3 милиона хектара или 12% укупних површина под трансгеним усјевима. Осим тога, ГМ биљке *резистентне на вирусе* као и са неким другим особинама у свијету су се гајиле на површни мањој од 1 милион хектара или <1% укупних површина под ГМ усјевима (ISAAA, 2017a).



Графикон 6. Преглед површина (у милионима ha) засијаних ГМ биљкама према особинама у периоду 1996-2017. године (ISAAA, 2017a)

Док су 24 земље гајиле ГМ биљке у 2017. години, још 43 државе су издале одобрења за увоз различитих сорти и хибрида ГМ биљака намијењених за храну и храну за животиње, што укупно износи 67 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 67 земаља које су одобриле увоз ГМ биљака намијењених за храну и храну за животиње или њихов узгој живи више од 75% свјетске популације људи (ISAAA, 2017a).

Према извјештају ISAAA (2017a) до децембра 2017. године у ових 67 земаља укупно је издато 4.133 одобрења за укупно 476 ГМ сорти и хибрида (енгл. "GM event") код 29 различитих гајених биљака, од чега су 1.995 одобрења за

коришћење различитих сорти и хибрида ГМ биљака за храну, 1.338 одобрења за њихово коришћење као храну за животиње и 800 одобрења за гајење.

Од ових 29 биљака у свијету су највише узгајају четири биљне врсте, и то: соја (*Glycine max* (L.) Merr.), кукуруз (*Zea mays* L.), памук (*Gossypium hirsutum* L.) и уљана репица (*Brassica napus* L.). Осим њих, у различитим земљама у свијету одобрења су издата и за различите сорте и хибриде и других биљних врста као што су: пшеница (*Triticum aestivum* L.), рижа (*Oryza sativa* L.), кромпир (*Solanum tuberosum* L.), парадајз (*Lycopersicon esculentum* Mill.), паприка (*Capsicum annuum* L.), диња (*Cucumis melo* L.), тиквица (*Cucurbita pepo* L.), пасуљ (*Phaseolus vulgaris* L.), сочиво (*Lens culinaris* Medikus), цикорија (*Cichorium intybus* L.), дукан (*Nicotiana tabacum* L.), сунцокрет (*Helianthus annuus* L.), шећерна репа (*Beta vulgaris* L.), огрштица (*Brassica rapa* L.), бијела росуља (*Agrostis stolonifera* L.), каранфил (*Dianthus caryophyllus* L.), петунија (*Petunia x hybrida*), ружа (*Rosa x hybrida*), шљива (*Prunus domestica* L.), папаја (*Carica papaya* L.), топола (*Populus* sp.), јабука (*Malus domestica* Borkh.) и ананас (*Ananas comosus* (L.) Merr.).

У табели 2 је приказан допуњен списак према (Тркуља и сар., 2014b) биљних врста за које постоје генетички модификоване сорте или хибриди које су прошле процес одобравања у некој од држава у свијету.

Таб. 2. Списак биљних врста (са латинским називом и називом на пет свјетских језика) за које постоје генетички модификоване сорте или хибриди које су у некој од земаља у свијету прошле процес одобравања

Биљна врста (латински назив)	Енглески	Руски	Шпански	Њемачки	Италијански
Соја ( <i>Glycine max</i> )	soybean	соја	haba de soja	sojabohne	di semi di soia
Кукуруз ( <i>Zea mays</i> )	maize	кукуруза	maíz	mais	mais
Уљана репица ( <i>Brassica napus</i> )	argentine canola	аргентинско рапса	Argentina Canola	argentine canola	Argentina Canola



Генетички модификовани организми – стање и перспективе

Огрштица ( <i>Brassica rapa</i> )	polish canola	польский рапса	Pulir Canola	polnisch canola	Polacco di canola
Рижа ( <i>Oryza sativa</i> )	rice	рис	arroz	reis	riso
Кромпир ( <i>Solanum tuberosum</i> )	potato	картофель	patata	kartoffel	patata
Пшеница ( <i>Triticum aestivum</i> )	wheat	пшеница	trigo	weizen	grano
Парадајз ( <i>Lycopersicon esculentum</i> )	tomato☒	помидор	tomate	tomate	pomodoro
Диня ( <i>Cucumis melo</i> )	melon☒	дыня	melón	melone	melone
Тиквица ( <i>Cucurbita pepo</i> )	squash☒	сквош	calabacín	squash	squash
Сунцокрет ( <i>Helianthus annuus</i> )	sunflower☒	подсолнеч ник	girasol	sonnenbl ume	girasole
Шећерна репа ( <i>Beta vulgaris</i> )	sugar beet☒	сахарная свекла	remolacha	zucke rrübe	barbabetola da zucchero
Луцерка ( <i>Medicago sativa</i> )	alfalfa☒	люцерна	alfalfa	alfalfa	erba medica
Дуван ( <i>Nicotiana tabacum</i> )	tobacco☒	табак	tabaco	tabak	tabacco
Лан ( <i>Linum usitatissimum</i> )	flax☒	Лен, льняное	Lino, linaza	flachs, leinsamen	Di lino, semi di lino
Цикорија ( <i>Cichorium intybus</i> )	chicory☒	цикорий	achicoria	chicoree	cicoria
Сочиво ( <i>Lens culinaris</i> )	lenti☒	чечевица	lenteja	linse	lenticchia
Памук ( <i>Gossypium hirsutum</i> )	cotton☒	хлопок	algodón	baumwo lle	cotone
Бијела росуља ( <i>Agrostis stolonifera</i> )	creeping bentgrass☒	Ползучая полевицы	bentgrass	creeping bentgrass	agrostide
Каранфил ( <i>Dianthus caryophyllus</i> )	carnation☒	гвоздика	clavel	nelke	garofano
Шљива ( <i>Prunus domestica</i> )	plum☒	сливовый	ciruela	pflaume	prugna
Папаја ( <i>Carica papaya</i> )	papaya☒	папайя	papaya	papaya	Papaia
Паприка ( <i>Capsicum annuum</i> )	pepper	перец	pimienta	pfeffer	pepe
Пасуљ ( <i>Phaseolus vulgaris</i> )	beans	фасоль	haba	bohne	fagiolo

Петунија ( <i>Petunia x hybrida</i> )	petunia	петунија	petunia	petunie	petunia
Ружа ( <i>Rosa hybrida</i> )	rose	роза	rosa	rose	rosa
Топола ( <i>Populus sp.</i> )	poplar	тополь	álamo	pappel	pioppo
Јабuka ( <i>Malus domestica</i> )	apple	јблоко	manzana	apfel	mela
Ананас ( <i>Ananas comosus</i> )	pinapple	ананас	piña	ananas	ananas

Већина ГМ биљака које се данас узгајају припадају тзв. „првој генерацији ГМ биљака“ које су генетички измијењене с циљем да се фармерима олакша њихов узгој, 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).

При узгоју оваквих биљака често се примјењују мање количине пестицида него при узгоју конвенционалних сорти и хибрида различитих гајених биљака, што је често токсиколошки и еколошки повољније, односно користи се мање пестицида који су често повољнијих екотоксиколошких својстава (нпр. глифосат) у односу на неке конвенционалне хербициде који се нпр. користе у заштити соје од корова.

У заштити биљака од инсеката користе се 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-toksini**“ (“*Bt-toxins*”). Ови протеини проузрокују 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 поједу наведени

протеин, док за људе и животиње овај протеин уопште није опасан (Sanvido и сар., 2006).

У еколошкој пољопривреди бактерија *Bacillus thuringiensis* се користи 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, стабљаци или сјеменкама оваквих биљака угибају. Пољопривредници су задовољни јер не морају куповати инсектициде нити долазити са њима у додир при узгоју оваквих ГМ биљака, а и потрошачи су задовољни јер се не морају бринути о присуству остатака синтетичких инсектицида у храни. Осим тога, на *Bt* биљкама неће угинути инсекти који се не хране „*Bt*-токсином“, због чега је утврђено да се на пољима на којима се узгајају ГМ усјеви налази већи број различитих инсеката него на пољима са традиционалним усјевима гдје се користе пестициди за сузбијање штетних инсеката (Тркуља и сар., 2014а).

## **2.2. Какво је тренутно стање са узгојем и регистрацијом сорти и хибрида ГМ биљака у Европској унији?**

Двије земље ЕУ (Шпанија и Португал) су наставиле да узгајају биотехнолошке усјеве у 2017. години. Укупне засијане површине у ове двије земље биле су 131,535 хектара у 2017. години, што представља смањење од 4% у односу на 136,363 хектара у 2016. години (ISAAA, 2017а).

Чешка Република, као ни Словачка нису узгајале биотехнолошке усјеве у 2017. години због строгих услова извјештавања о узгоју биотехнолошких усјева као и због преференција произвођача ка сировинама које нису ГМО.

У ЕУ 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 за исхрану људи и

домаћих животиња и само једно одобрење за узгој (хибрид кукуруза MON810).

Европска унија је до децембра 2018. године издала одобрење за **19 сорти ГМ соје** за исхрану или као састојци у храни за људе и животиње. Од тога 17 сорти има особину отпорности на тоталне хербициде, саму или у комбинацији са другим особинама, једна сорта соје има уграђен *cry1Ac* ген који јој даје својство отпорности на одређене инсекте из реда *Lepidoptera*, а једна има измјењен нутриционистички састав захваљујући уграђеном *Pj.D6D* гену што за резултат има конверзију линолне у  $\alpha$ -линолеинску киселину и *Nc.Fad3* ген који резултује конверзијом  $\alpha$ -линолеинске у стеаридонску киселину. Од укупно 17 сорти ГМ соје отпорних на хербициде 12 има уграђене гене за отпорност на један или више хербицида, док једна има комбинацију *cry1Ac* гена заслужну за отпорност на инсекте и *cp4 epsps* ген који јој даје отпорност на хербицид глифосат, док преостале четири сорте соје имају комбинацију отпорности на хербициде и измјењени нутриционистички састав (Тркуља и Михаћ-Салапура, 2018).

Европска унија је до децембра 2018. године издала одобрења за **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 узгој. 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 АОРР (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 *pti* 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 (Тркуља и Михаћ-Салапура, 2018). Исти аутори наводе да један хибрид има уграђен *cspB* ген који је инсертован да редукује губитке приноса проузроковане сушом и поред њега *nptII* ген који служи као селекциони маркер.

Такође, 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 узгоја. 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 услед уграђеног *2mepsps* 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 (Тркуља и Михаћ-Салапура, 2018).

Исто тако, Европска унија је 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 један има комбинацију четири гена од чега два за отпорност на хербициде и два који доводе до недостатка фертилног полена и мушке стерилности.

До децембра 2018. године Европска унија је издала одобрења и за **једну сорту ГМ шећерне репе** која има својство отпорности на хербициде на бази глифосата за употребу у састојцима хране за људе и животиње, као и храна за животиње произведена од ње.

Регистар одобрених сорти и хибрида ГМ биљака са роковима важења одобрења која су издата на подручју Европске уније дат је у табели 3 (European Commission, 2018).

Таб. 3. ЕУ регистар одобрених сорти и хибрида ГМ биљака са роковима важења одобрења

Генетички модификован памук			
Биљка (ГМ хибрид/сорта) Јединствени ИД [Компанија]	Инсертовани ген/ карактеристика	Одобрена употреба	Датум истека одобрења
Памук (MON1445)  MON-Ø1445-2  [Монсанто]	Генетички модификован памук који садржи:  <b>cp4 epsps</b> ген инсертован да би се постигла толерантност према хербицидима на бази глифосата  <b>nptII i aadA</b> гене инсертоване као селекцијски маркери	Храна произведена од MON-Ø1445-2 памука	26/04/2025
		Храна за животиње произведена од MON-Ø1445-2 памука	26/04/2025
Памук (MON15985)  MON-15985-7  [Монсанто]	Генетички модификован памук који садржи:  <b>cry1A i cry2Ab2</b> ген инсертован да би се постигла резистентност на одређене инсекте из реда <i>Lepidoptera</i>  <b>uidA</b> ген инсертован као селекцијски маркер <b>nptII i aadA</b> гене инсертоване као селекцијске маркере	Храна и састојци хране који садрже, састоје се од или су произведени од MON-15985-7 памука	26/04/2025
		Храна за животиње која садржи, састоји се од, или се производи од MON-15985-7 памука	26/04/2025
		Производи који нису храна и храна за животиње која садржи, или се састоји се од MON-15985-7 памука за исту употребу као и било који други памук са изузетком узгоја	26/04/2025
Памук (MON531)	Генетички модификован	Храна произведена	26/04/2025

<p><b>MON-00531-6</b> <b>[Монсанто]</b></p>	<p>памук који садржи: <b>cry1Ac ген</b> инсертован да би се постигла резистентност на одређене инсекте из реда <i>Lepidoptera</i> <b>nptII i aadA</b> гене инсертоване као селекцијске маркере</p>	<p>од MON-00531-6 памука  Храна за животиље произведена од MON-00531-6 памука</p>	<p>26/04/2025</p>
<p><b>Памук (MON531 x MON1445 )</b> <b>MON-00531-6 x MON-01445-2</b> <b>[Монсанто]</b></p>	<p>Генетички модификован памук који садржи: <b>cry1Ac ген</b> инсертован да би се постигла резистентност на одређене инсекте из реда <i>Lepidoptera</i> <b>cp4 epsps ген</b> инсертован да би се постигла толерантност према хербицидима на бази глифосата <b>nptII i aadA</b> гене инсертоване као селекцијске маркере</p>	<p>Храна произведена од MON-00531-6 x MON-01445-2 памука  Храна за животиље произведена од MON-00531-6 x MON-01445-2 памука</p>	<p>26/04/2025</p>
<p><b>Памук (LLCotton25)</b> <b>ACS-GH001-3</b> <b>[Bayer]</b></p>	<p>Генетички модификован памук који садржи: <b>pat</b> ген инсертован да би се постигла толерантност према хербицидима на бази глуфосинат-амониума</p>	<p>Храна и састојци хране која садрже, састоје се од, или су произведени од ACS-GH001-3 памука (укључујући и адитиве) Храна за животиље и састојци хране који садрже, састоје се од, или су произведени од ACS-GH001-3 памука (крмива и адитиви) Други производи осим за храну за људе и храну за животиње који садрже или су састављени од ACS-GH001-3 памука за исту употребу као и било који други памук са изузетком узгоја</p>	<p>Обнова одобрења у току</p>
<p><b>Памук (GHB614)</b> <b>BCS-GH002-5</b></p>	<p>Генетички модификован памук који садржи:</p>	<p>Храна и састојци хране који садрже, састоје се или или се</p>	<p>16/06/2021</p>

<p>[Bayer]</p>	<p><b>2mepsps</b> ген инсертован да би се постигла толерантност према хербицидима на бази глифосата</p>	<p>производе од BCS-GH002-5 памука (укључујући и адитиве у храни)</p> <p>Храна за животиње која садржи, састоји се од, или се произведи од BCS-GH002-5 памука (укључујући и материјале и адитиве за храну за животиње)</p> <p>Други производи осим за храну за људе и храну за животиње који садрже или су састављени од BCS-GH002-5 памука за исту употребу као и било који други памук са изузетком узгоја</p>	
<p>Памук (281-24-236x3006-210-23)</p> <p>DAS-24236-5xDAS-21023-5</p> <p>[Dow AgroSciences]</p>	<p>Генетички модификован памук који садржи:</p> <p><b>cry1Ac</b> i <b>cry1F</b> гене инсертоване да би се постигла резистентност на одређене инсекте из реда <i>Lepidoptera</i></p> <p><b>pat</b> ген инсертован да би се постигла толерантност према хербицидима на бази глуфосинат-амониума</p>	<p>Храна и састојци хране који садрже, састоје се или или се производе од DAS-24236-5xDAS-21023-5 памука (укључујући и адитиве у храни)</p> <p>Храна за животиње која садржи, састоји се од, или се произведи од DAS-24236-5xDAS-21023-5 памука (укључујући и материјале и адитиве за храну за животиње)</p> <p>Други производи осим за храну за људе и храну за животиње који садрже или су састављени од DAS-24236-5xDAS-21023-5 памука за исту употребу као и било који други памук са изузетком узгоја</p>	<p>21/12/2021</p>
<p>Памук (Т304-40)</p> <p>BCS-GH004-7</p>	<p>Генетички модификован памук који садржи:</p>	<p>Храна и састојци хране који садрже, састоје се или се производе од BCS-</p>	<p>26/04/2025</p>



<p>[Bayer]</p>	<p><b>pat</b> ген инсертован да би се постигла толерантност према хербицидима на бази глүфосинат-амониума</p> <p><b>cry1Ab</b> ген инсертован да би се постигла резистентност на одеређене инсекте из реда <i>Lepidoptera</i></p>	<p>GH004-7 памука</p> <p>Храна за животиње која садржи, састоји се, или се производи од BCS-GH004-7 памука</p>	<p>26/04/2025</p>
		<p>Други производи осим за храну и храну за животиње који садрже или су састављени од BCS-GH004-7 памука за исту употребу као и било који други памук са изузетком узгоја</p>	<p>26/04/2025</p>
<p>Памук (MON 88913)</p> <p>MON-88913-8</p> <p>[Monsanto]</p>	<p>Генетички модификован памук који садржи:</p> <p><b>cp4 epsps</b> ген инсертован да би се постигла толерантност према хербицидима на бази глифосата</p>	<p>Храна и састојци хране који садрже, састоје се или се производе од MON-88913-8 памука</p>	<p>26/04/2025</p>
		<p>Храна за животиње која садржи, састоји се, или се производи од MON-88913-8 памука</p>	<p>26/04/2025</p>
		<p>Други производи осим за храну и храну за животиње који садрже или су састављени од MON-88913-8 памука за исту употребу као и било који други памук са изузетком узгоја</p>	<p>26/04/2025</p>
<p>Памук (GHB614xLLPamuk25)</p> <p>BCS-GH002-5xACS-GH001-3</p> <p>[Bayer]</p>	<p>Генетички модификован памук који садржи:</p> <p><b>pat</b> ген инсертован да би се постигла толерантност према хербицидима на бази глүфосинат-амониума</p> <p><b>cp4 epsps</b> ген инсертован да би се постигла толерантност према хербицидима на бази глифосата</p>	<p>Храна и састојци хране који садрже, састоје се или се производе од BCS-GH002-5xACS-GH001-3 памука</p>	<p>26/04/2025</p>
		<p>Храна за животиње која садржи, састоји се, или се производи од BCS-GH002-5xACS-GH001-3 памука</p>	<p>26/04/2025</p>
		<p>Други производи осим за храну и храну за животиње који садрже или су састављени од BCS-GH002-5xACS-GH001-3 памука за исту употребу као и било који други памук са</p>	<p>26/04/2025</p>

		изузетком узгоја	
<p><b>Памук</b> (281-24-236x3006-210-23xMON88913) <b>DAS-24236-5x DAS-21023-5xMON-88913-8</b> <b>[Dow AgroSciences]</b></p>	<p>Генетички модификован памук који садржи:</p> <p><b>Pat</b> ген инсертован да би се постигла толерантност према хербицидима на бази глуфосинат-амониума</p> <p><b>cp4 epsps</b> ген инсертован да би се постигла толерантност према хербицидима на бази глифосата</p> <p><b>cry1F i cry1Ac</b> гене инсертоване да би се постигла резистентност на одеређене инсекте из реда <i>Lepidoptera</i></p>	Храна и састојци хране који садрже, састоје се или се производе од DAS-24236-5x DAS-21023-5xMON-88913-8 памука	03/07/2027
		Храна за животиње која садржи, састоји се, или се производи од DAS-24236-5x DAS-21023-5xMON-88913-8 памука	03/07/2027
		DAS-24236-5 x DAS-21023-5 x MON-88913-8 памука у производима који их садрже или се састоје од њега за било који други производ осим оних из (1) i (2), са изузетком узгоја	03/07/2027
<p><b>Памук (GHB119)</b> <b>BCS-GH005-8</b> <b>[Bayer CropScience]</b></p>	<p>Генетички модификован памук који садржи:</p> <p><b>pat</b> ген инсертован да би се постигла толерантност према хербицидима на бази глуфосинат-амониума</p> <p><b>cry2Ae</b> ген инсертован да би се постигла резистентност на одеређене инсекте из реда <i>Lepidoptera</i></p>	Храна и састојци хране који садрже, састоје се или се производе од BCS-GH005-8 памука	03/07/2027
		Храна за животиње која садржи, састоји се, или се производи од BCS-GH005-8 памука (крмива и адитиве)	03/07/2027
		Други производи осим за храну и храну за животиње који садрже или су састављени од BCS-GH005-8 памука за исту употребу као и било који други памук са изузетком узгоја	03/07/2027
<b>Генетички модификован кукуруз</b>			
<b>Биљка (ГМ хибрид/сорта) Јединствени ИД [Компанија]</b>	<b>Инсертовани ген/ карактеристика</b>	<b>Одобрена употреба</b>	<b>Датум истека одобрења</b>
Кукуруз (Bt11)  SYN-BT 011-1	Генетички модификован кукуруз који садржи:  <b>cry1A(b)</b> ген инсертован да	Храна и састојци хране који садрже, састоје се или се производе од	Обнова одобрења је у току

<p>[Syngenta]</p>	<p>би се постигла резистентност на одређене инсекте из реда <i>Lepidoptera</i></p> <p><b>pat</b> ген инсертован да би се постигла толерантност према хербицидима на бази глуфосинат-амониума</p>	<p>SYN-BT011-1xMON-00021-9 кукуруза</p> <p>Храна за животиње и састојци хране који садрже, састоје се или се производе од SYN-BT011-1xMON-00021-9 кукуруза</p> <p>Други производи осим хране за људе и животиње који садрже или су састављени од SYN-BT011-1xMON-00021-9</p>	
<p>Кукуруз (DAS59122)</p> <p>DAS-59122-7</p> <p>[Pioneer and Dow AgroSciences]</p>	<p>Генетички модификован кукуруз који садржи:</p> <p><b>cry34Ab1</b> и <b>cry35Ab1</b> гене инсертоване да би се постигла резистентност на одређене инсекте из реда <i>Coleoptera</i></p> <p><b>pat</b> ген инсертован да би се постигла толерантност према хербицидима на бази глуфосинат-амониума</p>	<p>Храна и састојци хране који садрже, састоје се или се производе од DAS59122-7 kukuruza</p> <p>Храна за животиње и састојци хране који садрже, састоје се или се производе од DAS59122-7 кукуруза</p> <p>Други производи осим хране за људе и животиње који садрже или су састављени од <b>DAS59122-7</b> кукуруза за исту употребу као и било који други кукуруз са изузетком узгоја</p>	<p>05/08/2028</p>
<p>Кукуруз (DAS1507xNK603)</p> <p>DAS-01507-1xMON-00603-6</p> <p>[Pioneer and Dow AgroSciences]</p>	<p>Генетички модификован кукуруз који садржи:</p> <p><b>cry1F</b> ген инсертован да би се постигла заштита од одређених инсеката из реда <i>Lepidoptera</i> као што је кукурузни пламенац (<i>Ostrinia nubilalis</i>) и врсте</p>	<p>Храна и састојци хране који садрже, састоје се од или су произведени од DAS-01507-1xMON-00603-6 кукуруза укључујући прехрамбене</p>	<p>Обнова је у току</p>

	<p>које припадају роду <i>Sesamia</i></p> <p><b>pat</b> ген инсертован да би се постигла толерантност према хербицидима на бази глүфосинат-амониума</p> <p><b>ср4 epsps</b> ген инсертован да би се постигла толерантност према хербицидима на бази глүфосата</p>	<p>адитиве</p> <p>Храна за животиње и састојци хране који садрже, састоје се или се производе од DAS-01507-1xMON-00603-6 кукуруза (крмива и адитиви за храну)</p> <p>Други производи осим хране за људе и животиње који садрже или су састављени од DAS-01507-1xMON-00603-6 кукуруза за исту употребу као и било који други кукуруз са изузетком узгоја</p>	
<p><b>Кукуруз (DAS1507)</b></p> <p><b>DAS-01507-1</b></p> <p><b>[Pioneer and Dow AgroSciences]</b></p>	<p>Генетички модификован кукуруз који садржи:</p> <p><b>сry1F</b> ген инсертован да би се постигла резистентност на одређене инсекте из реда <i>Lepidoptera</i></p> <p><b>pat</b> ген инсертован да би се постигла толерантност према хербицидима на бази глүфосинат-амониума</p>	<p>Храна и састојци хране који садрже, састоје се од или су произведени од 1507 кукуруза</p> <p>Храна за животиње која садржи или се састоји од 1507 кукуруза</p> <p>Други производи који садрже или су састављени од 1507 кукуруза са изузетком узгоја</p>	<p>20/12/2027</p>
<p><b>Кукуруз (GA21)</b></p> <p><b>MON-00021-9</b></p> <p><b>[Syngenta]</b></p>	<p>Генетички модификован кукуруз који садржи:</p> <p><b>mepps</b> ген инсертован да би се постигла толерантност према хербицидима на бази глүфосата</p>	<p>Храна и састојци хране који садрже, састоје се од или су произведени од MON-00021-9 кукуруза (укључујући и адитиве)</p> <p>Храна за животиње која садржи или се</p>	<p>05/08/2028</p>

		састоји од MON-00021-9 кукуруза (крмива и адитиви)	
		Други производи осим хране за људе и животиње који садрже или су састављени од MON-00021-9 кукуруза за исту употребу као и било који други кукуруз са изузетком узгоја	
<p><b>Кукуруз (MON810)</b></p> <p><b>MON-00810-6</b></p> <p><b>[Monsanto]</b></p>	<p>Генетички модификован кукуруз који садржи:</p> <p><b>cry1A(b)</b> ген инсертован да би се постигла резистентност на одређене инсекте из реда <i>Lepidoptera</i></p>	Храна и састојци хране произведени од MON810 укључујући и адитиве)	03/07/2027
		Полен произведен од кукуруза MON810	05/11/2023
		Храна за животиње која се састоји од MON810 кукуруза	03/07/2027
		Храна за животиње произведена од MON810 кукуруза	03/07/2027
		<b>Сјеме за гајење</b>	Обнова одобрења је у току
<p><b>Кукуруз (NK603)</b></p> <p><b>MON-00603-6</b></p> <p><b>[Monsanto]</b></p>	<p>Генетички модификован кукуруз који садржи:</p> <p><b>cp4 epsps</b> ген инсертован да би се постигла толерантност према хербицидима на бази глифосата</p>	Храна која садржи, састоји се од или је произведена од MON-00603-6 кукуруза	26/04/2025
		Храна за животиње која садржи или се састоји од MON-00603-6 кукуруза	26/04/2025
		Други производи који садрже или су састављени од MON-00603-6	26/04/2025

		кукуруза за исту употребу као и било који кукуруз са изузетком узгоја	
<p><b>Кукуруз (NK603 x MON810)</b> <b>MON-00603-6 x MON-00810-6</b> <b>[Monsanto]</b></p>	<p>Генетички модификован кукуруз који садржи:</p> <p><b>cp4 epsps</b> ген инсертован да би се постигла толерантност према хербицидима на бази глифосата</p> <p><b>cry1A(b)</b> ген инсертован да би се постигла резистентност на одређене инсекте из реда <i>Lepidoptera (Ostrinia nubilalis, Sesamia. spp.)</i></p>	<p>Храна и састојци хране који садрже, састоје се од, или су проишведени од MON-00603-6xMON-00810-6 кукуруза (укључујући и адитиве)</p>	<p>Обнова је у току</p>
		<p>Храна за животиње која садржи, састоји се, или је произведена од MON-00603-6xMON-00810-6 кукуруза (крмива и адитива)</p>	
		<p>Други производи осим хране за људе и животиње који садрже или су састављени од MON-00603-6xMON-00810-6 кукуруза за исту употребу као и било који други кукуруз са изузетком узгоја</p>	
<p><b>Кукуруз (T25)</b> <b>ACS-ZM003-2</b> <b>[Bayer]</b></p>	<p>Генетички модификован кукуруз који садржи:</p> <p><b>pat</b> ген инсертован да би се постигла толерантност према хербицидима на бази глүфосинат-амониума</p>	<p>Храна и састојци хране који садрже, састоје се од, или су проишведени од ACS-ZM003-2 kukuruza</p>	<p>26/04/2025</p>
		<p>Храна за животиње која садржи састојци се, или је произведена од ACS-ZM003-2 кукуруза</p>	<p>26/04/2025</p>
		<p>Производи осим хране и хране за животиње који садрже или се</p>	<p>26/04/2025</p>

		састоје од кукуруза ACS-ZM003-2 за исте намјене као било који други кукуруз, осим за узгој	
<p><b>Кукуруз (MON88017)</b></p> <p><b>MON-88017-3</b></p> <p><b>[Monsanto]</b></p>	<p>Генетички модификован кукуруз који садржи:</p> <p><b>cry3Bb1</b> инсертован да би се постигла резистентност на одеређене инсекте из реда <i>Coleoptera</i></p> <p><b>cp4 epsps</b> ген инсертован да би се постигла толерантност према хербицидима на бази глифосата</p>	<p>Храна и састојци хране који садрже, састоје се од, или су произведени од MON-88017-3 кукуруза (укључујући и адитиве)</p>	<p>Обнова одобрења је у току</p>
		<p>Храна за животиње која садржи састојци се, или је произведена од MON-88017-3 кукуруза (крмива и адитива)</p>	
		<p>Други производи осим хране за људе и животиње који садрже или су састављени од MON-88017-3 кукуруза за исту употребу као и било који кукуруз са изузетком узгоја</p>	
<p><b>Кукуруз (MON89034)</b></p> <p><b>MON-89034-3</b></p> <p><b>[Monsanto]</b></p>	<p>Генетички модификован кукуруз који садржи:</p> <p><b>cry1A.105</b> и <b>cry2Ab2</b> гене инсертоване да би се постигла резистентност на одређене инсекте из реда <i>Lepidoptera</i></p>	<p>Храна и састојци хране који садрже, састоје се од или су произведени од MON-89034-3 кукуруза (укључујући и адитиве)</p>	<p>Обнова одобрења је у току</p>
		<p>Храна за животиње која садржи састојци се, или је произведена од MON-89034-3 кукуруза (крмива и адитива)</p>	
		<p>Други</p>	

		производи осим хране за људе и животиње који садрже или су састављени од MON-89034-3 кукуруза за исту употребу као и било који други кукуруз са изузетком узгоја	
<p><b>Кукуруз (MIR604)</b></p> <p><b>SYN-IR604-5</b></p> <p>[Syngenta]</p>	<p>Генетички модификован кукуруз који садржи:</p> <p><b>cry3A</b> ген инсертован да би се постигла резистентност на одређене инсекте из реда <i>Coleoptera</i></p> <p><b>pmi</b> ген инсертован као селективни маркер</p>	Храна и састојци хране који садрже, састоје се од или су произведени од SYN-IR604-5 кукуруза (укључујући и адитиве)	29/11/2019
		Храна за животиње која садржи састојци се, или је произведена од SYN-IR604-5 кукуруза (крмива и адитива)	
		Други производи осим хране за људе и животиње који садрже или су састављени од SYN -IP604-5 кукуруза за исту употребу као и било који други кукуруз са изузетком узгоја	
<p><b>Кукуруз (MON88017xMON810)</b></p> <p><b>MON-88017-3xMON-00810-6</b></p> <p>[Monsanto]</p>	<p>Генетички модификован кукуруз који садржи:</p> <p><b>cry1Ab</b> ген инсертован да би се постигла резистентност на одређене инсекте из реда <i>Lepidoptera</i></p> <p><b>cry3Bb1</b> ген инсертован да би се постигла резистентност на одређене инсекте из реда <i>Coleoptera</i></p> <p><b>cp4 epsps</b> ген инсертован да би се постигла толерантност према</p>	Храна и састојци хране који садрже, састоје се од или су произведени од MON-88017-3xMON-00810-6 кукуруза	27/07/2020
		Храна за животиње која садржи састојци се, или је произведена од MON-88017-3xMON-00810-6 кукуруза	



	хербицидима на бази глифосата	Други производи осим хране за људе и животиње који садрже или су састављени од MON-88017-3xMON-00810-6 кукуруза	
<p align="center"><b>Кукуруз</b> (MON89034 x MON88017)  MON-89034-3x MON-88017-3  [Monsanto]</p>	<p>Генетички модификован кукуруз који садржи:</p> <p><b>cry1A.105 i cry2Ab2</b> гене инсертоване да би се постигла резистентност на одређене инсекте из реда <i>Lepidoptera</i></p> <p><b>cry3Bb1</b> ген инсертован да би се постигла резистентност на одређене инсекте из реда <i>Coleoptera</i></p> <p><b>cp4 epsps</b> ген инсертован да би се постигла толерантност према хербицидима на бази глифосата</p>	Храна и састојци хране који садрже, састоје се од или су произведени од MON-89034-3x MON-88017-3 кукуруза (укључујући и адитиве у храни)	16/06/2021
		Храна за животиње која садржи састојци се, или је произведена од MON-89034-3x MON-88017-3 кукуруза (укључујући и додатке храни за животиње)	
		Производи осим хране и хране за животиње који садрже или се састоје од MON-89034-3x MON-88017-3 кукуруза за исте намјене као и било који други кукуруз, осим за узгој	
<p align="center"><b>Кукуруз</b> (Bt11 x MIR162 x MIR604 x GA21)  SYN-BT011-1 x SYN-IR162-4 x SYN-IR604-5 x MON-00021-9 i четири повезана ГМ кукуруза који комбинују три различита појединачна ГМ уметка:  (Bt11 x MIR162 x MIR604)</p>	<p>Генетички модификован кукуруз који садржи:</p> <p><b>cry1Ab i vip3Aa20</b> гене инсертоване да би се постигла резистентност на одређене инсекте из реда <i>Lepidoptera</i></p> <p><b>cry3A</b> ген инсертован да би се постигла резистентност на одређене инсекте из реда <i>Coleoptera</i></p>	<p>Храна и састојци хране који садрже, састоје се од или су произведени од ГМО-а, спецификовани у колони један (укључујући прехранбене адитиве)</p> <p>Храна за животиње која садржи састојци</p>	18/09/2026

<p>SYN-BT011-1 × SYN-IR162-4 × SYN-IR604-5,</p> <p>(Bt11 × MIR162 × GA21) SYN-BT011-1 × SYN-IR162-4 × MON-00021-9,</p> <p>(Bt11 × MIR604 × GA21) SYN-BT011-1 × SYN-IR604-5 × MON-00021-9,</p> <p>(MIR162 × MIR604 × GA21) SYN-IR162-4 × SYN-IR604-5 × MON-00021-9</p> <p>i</p> <p>шест повезаних ГМ кукуруза који комбинују два различита појединачна ГМ уметка:</p> <p>(Bt11 × MIR162) SYN-BT011-1 × SYN-IR162-4,</p> <p>(Bt11 × MIR604) SYN-BT011-1 × SYN-IR604-5,</p> <p>(Bt11 × GA21) SYN-BT011-1 × MON-00021-9,</p> <p>(MIR162 × MIR604) SYN-IR162-4 × SYN-IR604-5,</p> <p>(MIR162 × GA21) SYN-IR162-4 × MON-00021-9,</p> <p>(MIR604 × GA21) SYN-IR604-5 × MON-00021-9</p> <p>SYN-BT011-1 × SYN-IR162-4 × SYN-IR604-5 × MON-00021-9</p> <p>[Syngenta]</p>	<p><b>mepps</b> ген инсертован да би се постигла толерантност према хербицидима на бази глифосата</p> <p><b>pmi</b> ген инсертован као селекциони маркер</p>	<p>се, или је произведена од ГМО-а, спецификована у колони један (укључујући материјале и адитиве у храни за животиње)</p> <p>Производи осим хране и хране за животиње који садрже или се састоје од ГМО-а, специфицирани у колони један, за исте намјене као и било који други кукуруз, осим за узгој</p>	
<p>Кукуруз (MIR162)</p> <p>SYN-IR162-4</p> <p>[Syngenta]</p>	<p>Генетички модификован кукуруз који садржи:</p> <p><b>vip3Aa20</b> ген инсертован да би се постигла резистентност на одређене инсекте из реда <i>Lepidoptera</i></p>	<p>Храна и састојци хране који садрже, састоје се од или су произведени од SYN-IR162-4 кукуруза</p> <p>Храна за животиње која садржи састојци</p>	<p>18/10/2022</p>

		се, или је произведена од SYN-IR162-4 кукуруза	
		Производи осим хране и хране за животиње који садрже или се састоје од SYN-IR162-4 кукуруза	
<p>Кукуруз (MON 89034×1507×MON88017×59122)</p> <p>MON-89034-3xDAS-01507-1xMON-88017-3xDAS-59122-7</p> <p>i</p> <p>četiri povezana GM kukuruza koji kombinuju tri različita pojedinačna GM umetka:</p> <p>(MON89034×1507×MON88017) MON-89034-3xDAS-01507-1xMON-88017-3,</p> <p>(MON89034×1507×59122) MON-89034-3xDAS-01507-1xDAS-59122-7,</p> <p>(MON89034×MON88017×59122) MON-89034-3xMON-88017-3xDAS-59122-7,</p> <p>(1507×MON88017×59122) DAS-01507-1xMON-88017-3xDAS-59122-7.</p> <p>i</p> <p>четири повезана ГМ кукуруза који комбинују два различита појединачна ГМ уметка:</p> <p>(MON89034x1507) MON-89034-3xDAS-01507-1,</p> <p>(MON89034x59122) MON-89034-3xDAS-59122-7,</p> <p>(1507xMON88017) DAS-01507-1xMON-88017-3,</p> <p>(MON88017x59122) MON-88017-3xDAS-59122-7</p>	<p>Генетички модификован кукуруз који садржи:</p> <p><b>Cry1A.105, Cry2Ab2 i Cry1F</b> гене инсертоване да би се постигла резистентност на одређене инсекте из реда <i>Lepidoptera</i> као што су кукурузни пламенац (<i>Ostrinia nubilalis</i>) и врсте које припадају роду <i>Sesamia</i></p> <p><b>Cry3Bb1, Cry34Ab1 i Cry35Ab1</b> гене инсертоване да би се постигла резистентност на одређене инсекте из реда <i>Coleoptera</i>, као што је ларва кукурузне златице (<i>Diabrotica</i> spp.)</p> <p><b>pat</b> ген инсертован да би се постигла толерантност према хербицидима на бази глуфосинат-амониума</p> <p><b>cp4 epsps</b> ген инсертован да би се постигла толерантност према хербицидима на бази глифосата</p>	<p>Храна и састојци хране који садрже, састоје се од или су произведени од ГМО-а, спецификовани у колони један (укључујући прехранбене адитиве)</p> <p>Храна за животиње која садржи састојци се, или је произведена од ГМО-а, спецификована у колони један (укључујући материјале и адитиве у храни за животиње)</p> <p>Производи осим хране и хране за животиње који садрже или се састоје од ГМО-а, спецификовани у колони један, за исте намјене као и било који други кукуруз, осим за узгој</p>	05/11/2023

<p>[Monsanto and Dow AgroSciences]</p> <p>MON-89034-3xDAS-01507-1xMON-88017-3xDAS-59122-7</p> <p>□</p>			
<p>Кукуруз (MON89034x1507xNK603)</p> <p>MON-89034-3xDAS-01507-1xMON-00603-6</p> <p>[Monsanto and Dow AgroSciences]</p>	<p>Генетички модификован кукуруз који садржи:</p> <p><b>Cry1A.105, Cry2Ab2 i Cry1F</b> гене инсертоване да би се постигла резистентност на одређене инсекте из реда <i>Lepidoptera</i> као што су кукурузни пламенац (<i>Ostrinia nubilalis</i>) и врсте које припадају роду <i>Sesamia</i></p> <p><b>pat</b> ген инсертован да би се постигла резистентност на одређене инсекте на бази глуфосинат-амониума</p> <p><b>cp4 epsps</b> ген инсертован да би се постигла толерантност према хербицидима на бази глифосата</p>	<p>Храна и састојци хране који садрже, састоје се од или су произведени од MON-89034-3xDAS-01507-1xMON-00603-6 кукуруза (укључујући прехранбене адитиве)</p> <p>Храна за животиње која садржи MON-89034-3xDAS-01507-1xMON-00603-6 кукуруз (укључујући материјале и адитиве у храни за животиње)</p> <p>Производи осим хране и хране за животиње који садрже или се састоје од MON-89034-3xDAS-01507-1xMON-00603-6 кукуруза за исте намјене као и било који други кукуруз, осим за узгој</p>	<p>05/11/2023</p>
<p>Кукуруз (MON 87460)</p> <p>MON 87460-4</p> <p>[Monsanto]</p>	<p>Генетички модификован кукуруз који садржи:</p> <p><b>cspB</b> ген инсертован да смањи губитак приноса изазваних стресом усљед суше</p> <p><b>nptII</b> ген инсертован као селекциони маркер</p>	<p>Храна и састојци хране који садрже, састоје се или су произведени од MON 87460-4 кукуруза</p> <p>Храна за животиње која садржи, састоји се или је произведена од MON 87460-4 кукуруза</p>	<p>26/04/2025</p> <p>26/04/2025</p>

		Производи осим хране и хране за животиње који садрже или се састоје од MON 87460-4 кукуруза за исте намјене као и било који други кукуруз, осим за узгој	26/04/2025
<p><b>Кукуруз (NK603 × T25)</b> <b>MON-00603-6 × ACS-ZM003-2</b> <b>[Monsanto]</b></p>	<p>Генетички модификован кукуруз који садржи:</p> <p><b>cp4 epsps</b> ген инсертован да би се постигла толерантност према хербицидима на бази глифосата</p> <p><b>pat</b> ген инсертован да би се постигла толерантност на одређене инсекте из глүфосинат-амониума</p>	Храна и састојци хране који садрже, састоје се или су произведени од MON-00603-6 × ACS-ZM003-2 кукуруза	03/12/2025
		Храна за животиње која садржи, састоји се или је произведена од MON-00603-6 × ACS-ZM003-2 кукуруза	03/12/2025
		Производи осим хране и хране за животиње који садрже или се састоје од MON-00603-6 × ACS-ZM003-2 кукуруза за исте намјене као и било који други кукуруз, осим за узгој	03/12/2025
<p><b>Кукуруз MON 87427</b> <b>MON-87427-7</b> <b>[Monsanto]</b></p>	<p>Генетички модификован кукуруз који садржи:</p> <p><b>cp4 epsps</b> ген инсертован да би се постигла толерантност према хербицидима на бази глифосата</p> <p><b>cp4 epsps</b> експресија је одсутна или ограничена у мушким репродуктивним ткивима, што елиминира или смањује потребу за детаљизацијом када се <b>MON -87427-7</b> користи као женски родитељ у хибридној производњи сјемена кукуруза</p>	Храна и састојци хране који садрже, састоје се или су произведени од MON-87427-7 кукуруза	03/12/2025
		Храна за животиње која садржи, састоји се или је произведена од MON-87427-7 кукуруза	03/12/2025
		Производи осим хране и хране за животиње који садрже или се састоје од	03/12/2025

		MON-87427-7 кукуруза за исте намјене као и било који други кукуруз, осим за узгој	
<p><b>Кукуруз (1507 × 59122 × MON 810 × NK603)</b></p> <p><b>DAS-01507-1 × DAS-59122-7 × MON-00810-6 × MON-00603-6</b> <b>i</b></p> <p>четири повезана ГМ кукуруза који комбинују три различита појединачна ГМ уметка:</p> <p><b>(1507 × 59122 × MON 810)</b> <b>DAS-01507-1 × DAS-59122-7 × MON-00810-6,</b></p> <p><b>(59122 × 1507 × NK603)</b> <b>DAS-59122-7 × DAS-01507-1 × MON-00603-6,</b></p> <p><b>(1507 × MON 810 × NK603)</b> <b>DAS-01507-1 × MON-00810-6 × MON-00603-6,</b></p> <p><b>(59122 × MON 810 × NK603)</b> <b>DAS-59122-7 × MON-00810-6 × MON-00603-6</b> <b>i</b></p> <p>четири повезана ГМ кукуруза који комбинују два различита појединачна ГМ уметка:</p> <p><b>(1507 × 59122)</b> <b>DAS-01507-1 × DAS-59122-7,</b></p> <p><b>(1507 × MON 810)</b> <b>DAS-01507-1 × MON-00810-6,</b></p> <p><b>(59122 × MON 810)</b> <b>DAS-59122-7 × MON-00810-6,</b></p> <p><b>(59122 × NK603)</b> <b>DAS-59122-7 × MON-00603-6</b></p> <p><b>DAS-01507-1 × DAS-59122-7 × MON-00810-6 × MON-00603-6</b> <b>6</b></p>	<p>Генетички модификован кукуруз који садржи:</p> <p><b>cry1Ab i cry1F gene insertovane</b> гене инсертоване да би се постигла резистентност на одређене инсекте из реда <i>Lepidoptera</i></p> <p><b>Cry34Ab1 i Cry35Ab1</b> инсертоване гене да би се постигла резистентност на одређене инсекте из реда <i>Coleoptera</i></p> <p><b>pat gen</b> ген инсертован да би се постигла толерантност на одређене инсекте из глуфосинат-амониума</p> <p><b>cp4 epsps</b> ген инсертован да би се постигла толерантност према хербицидима на бази глифосата</p>	<p>Храна и састојци хране који садрже, састоје се или производе од ГМО-а, специфицирани у колони један</p>	04/08/2028
		<p>Храна за животиње која садржи, састоји се или је произведена од ГМО-а, спецификована у колони један</p>	04/08/2028
		<p>Производи осим хране и хране за животиње који садрже или се састоје од ГМО-а, спецификовани у колони један, за исте намјене као и било који други кукуруз, осим за узгој</p>	04/08/2028

[Pioneer]			
<p><b>Кукуруз (DAS-40278-9)</b></p> <p><b>DAS-40278-9</b></p> <p><b>[Dow AgroSciences]</b></p>	<p>Генетички модификован кукуруз који садржи:</p> <p><b>aad-1</b> ген инсертован да би се постигла толерантност према хербицидима на бази 2,4-D i AOPP (арилоксифеноксипропионат)</p>	<p>Храна и састојци хране који садрже, састоје се од или су произведени од DAS-40278-9 кукуруза (укључујући адитиве)</p>	<p>03/07/2027</p>
		<p>Храна за животиње која садржи, састоји се или је произведена од DAS-40278-9 кукуруза (укључујући крмива и адитиве)</p>	<p>03/07/2027</p>
		<p>Производи осим хране и хране за животиње који садрже или се састоје од DAS-40278-9 кукуруза за исте намјене као и било који други кукуруз, осим за узгој</p>	<p>03/07/2027</p>
<p><b>Кукуруз (Bt11 × 59122 × MIR604 × 1507 × GA21)</b></p> <p><b>SYN-BT011-1 × DAS-59122-7 × SYN-IR604-5 × DAS-01507-1 × MON-00021-9</b></p> <p><b>i</b></p> <p><b>пет повезаних ГМ кукуруза који комбинују два различита појединачна ГМ уметка:</b></p> <p><b>(Bt11 x MIR604 x 1507 x GA21)</b></p> <p><b>SYN-BT011-1 × SYN-IR604-5 × DAS-01507-1 × MON-00021-9,</b></p> <p><b>(Bt11 × 59122 × 1507 × GA21)</b></p> <p><b>SYN-BT011-1 × DAS-59122-7 × DAS-01507-1 × MON-00021-9,</b></p> <p><b>(Bt11 × 59122 × MIR604 × GA21)</b></p> <p><b>SYN-BT011-1 × DAS-59122-7 ×</b></p>	<p>Генетички модификован кукуруз који садржи:</p> <p><b>cry1Ab i cry1F</b> гене инсертоване да би се постигла резистентност на одређене инсекте из реда <i>Lepidoptera</i></p> <p><b>cry3A, cry34Ab1 i cry35Ab1</b> гене инсертоване да би се постигла резистентност на одређене инсекте из реда <i>Coleoptera</i></p> <p><b>mepsps</b> ген инсертован да би се постигла толерантност према хербицидима на бази глифосата</p> <p><b>pat</b> ген инсертован да би се постигла толерантност према хербицидима на бази глифосинат-амониума</p> <p><b>pmi</b> ген инсертован као</p>	<p>Храна и састојци хране који садрже, састоје се или производе од ГМ хибрида кукуруза, спецификованих у првој колони (укључујући адитиве)</p>	<p>03/07/2027</p>
		<p>Храна за животиње која садржи, састоји се или је произведена од ГМ хибрида кукуруза, спецификованих у првој колони (укључујући материјале и адитиве у храни за животиње)</p>	<p>03/07/2027</p>
		<p>Производи осим хране и хране за</p>	

<p><b>SYN-IR604-5 × MON-00021-9,</b></p> <p><b>(Bt11 × 59122 × MIR604 × 1507)</b>  <b>SYN-BT011-1 × DAS-59122-7 ×</b>  <b>SYN-IR604-5 × DAS-01507-1,</b></p> <p><b>(59122 × MIR604 × 1507 ×</b>  <b>GA21)</b>  <b>DAS-59122-7 × SYN-IR604-5 ×</b>  <b>DAS-01507-1 × MON-00021-9</b></p> <p><b>i</b></p> <p><b>devet повезаних ГМ кукуруза</b>  <b>који комбинују три</b>  <b>различита појединачна ГМ</b>  <b>уметка:</b></p> <p><b>(Bt11 × 59122 × MIR604)</b>  <b>SYN-BT011-1 × DAS-59122-7 ×</b>  <b>SYN-IR604-5,</b></p> <p><b>(Bt11 × 59122 × 1507)</b>  <b>SYN-BT011-1 × DAS-59122-7 ×</b>  <b>DAS-01507-1,</b></p> <p><b>(Bt11 × 59122 × GA21)</b>  <b>SYN-BT011-1 × DAS-59122-7 ×</b>  <b>MON-00021-9,</b></p> <p><b>(Bt11 × MIR604 × 1507)</b>  <b>SYN-BT011-1 × SYN-IR604-5 ×</b>  <b>DAS-01507-1,</b></p> <p><b>(59122 × MIR604 × GA21)</b>  <b>DAS-59122-7 × SYN-IR604-5 ×</b>  <b>MON-00021-9,</b></p> <p><b>(59122 × 1507 × GA21)</b>  <b>DAS-59122-7 × DAS-01507-1 ×</b>  <b>MON-00021-9,</b></p> <p><b>(MIR604 × 1507 × GA21)</b>  <b>SYN-IR604-5 × DAS-01507-1 ×</b>  <b>MON-00021-9</b></p> <p><b>i</b></p> <p><b>шест повезаних ГМ кукуруза</b>  <b>који комбинују два</b>  <b>различита појединачна ГМ</b>  <b>уметка:</b></p> <p><b>(Bt11 × 59122)</b>  <b>SYN-BT011-1 × DAS-59122-7,</b></p>	<p>селекциони маркер</p>	<p>животиње који  садрже или се  састоје од ГМ  хибрида  кукуруза,  спецификованих  у првој колони  (лијево), за исте  намјене као и  било који други  кукуруз, осим за  узгој</p>	
--	--------------------------	--	--



<p>(Bt11 × 1507) SYN-BT011-1 × DAS-01507-1,</p> <p>(59122 × MIR604) DAS-59122-7 × SYN-IR604-5,</p> <p>(59122 × GA21) DAS-59122-7 × MON-00021-9,</p> <p>(MIR604 × 1507) SYN-IR604-5 × DAS-01507-1,</p> <p>(1507 × GA21) DAS-01507-1 × MON-00021-9</p> <p>SYN-BT011-1 × DAS-59122-7 × SYN-IR604-5 × DAS-01507-1 × MON-00021-9</p> <p>[Syngenta]</p>			
<p>Кукуруз (MON 87427 × MON 89034 × NK603)</p> <p>MON-87427-7 × MON-89034-3 × MON-00603-6 i три повезана ГМ кукуруза који комбинују два различита појединачна ГМ уметка:</p> <p>(MON 87427 × NK603) MON-87427-7 × MON-00603-6,</p> <p>(MON 89034 × NK603) MON-89034-3 × MON-00603-6,</p> <p>(MON 87427 × MON 89034) MON-87427-7 × MON-89034-3</p> <p>MON-87427-7 × MON-89034-3 × MON-00603-6</p> <p>[Monsanto]</p>	<p>Генетички модификован кукуруз који садржи:</p> <p><b>cry1a.105 i cry2ab2</b> инсертоване гене да би се постигла резистентност на одређене инсекте из реда <i>Lepidoptera</i></p> <p><b>cp4 epsps</b> ген инсертован да би се постигла толерантност према хербицидима на бази глифосата</p>	<p>Храна и састојци хране који садрже, састоје се или производе од ГМ хибрида кукуруза, спецификованих у првој колони</p> <p>Храна за животиње која садржи, састоји се или је произведена од ГМ хибрида кукуруза, с спецификованих у првој колони</p> <p>Производи осим хране и хране за животиње који садрже или се састоје од ГМ хибрида кукуруза, спецификованих у првој колони, за исте намјене као и било који други кукуруз, осим за узгој</p>	<p>04/08/2028</p> <p>04/08/2028</p> <p>04/08/2028</p>
<b>Генетички модификована уљана репица</b>			
<b>Биљка (ГМ хибрид/сорта)</b>	<b>Инсертовани ген/</b>	<b>Одобрена</b>	<b>Датум</b>

Јединствени ИД [Компанија]	карактеристика	употреба	истека одобрења
<p>Уљана репица (GT73)</p> <p>MON-00073-7</p> <p>[Monsanto]</p>	<p>Генетички модификована уљана репица која садржи:</p> <p><b>cp4 epsps i goxv247</b> гене инсертоване да би се постигла толерантност према хербицидима на бази глифосата</p>	<p>Храна и састојци хране произведени од MON-00073-7 уљане репице са изузетком изолованих протеина сјемена</p>	<p>26/04/2025</p>
		<p>Храна за животиње која садржи или се састоји од MON-00073-7 уљане репице</p>	<p>Обнова одобрења је у току</p>
		<p>Храна за животиње произведена од MON-00073-7 уљане репице</p>	<p>26/04/2025</p>
		<p>Други производи који садрже или су састављени од MON-00073-7 уљане репице</p>	<p>Обнова одобрења је у току</p>
<p>Огрштица (шведска репица) (MS8, RF3, MS8xRF3)</p> <p>ACS-BN005-8, ACS-BN003-6, ACS-BN005-8 x ACS-BN003-6</p> <p>[Bayer]</p>	<p>Генетички модификована шведска репица која садржи:</p> <p><b>bar (pat)</b> ген инсертован да би се постигла толерантност на одређене инсекте из глуфосинат-амониума</p> <p><b>barnase</b> ген инсертован да доведе до недостатка фертилног полена и мушке стерилности</p> <p><b>barstar</b> ген инсертован да доведе до недостатка фертилног полена и мушке стерилности</p>	<p>Храна и састојци хране који садрже, састоје се или су произведени од ACS-BN005-8, ACS-BN003-6, ACS-BN005-8 x ACS-BN003-6 уљане репице (укључујући адитиве)</p>	<p>24/06/2023</p>
		<p>Храна за животиње која садржи или се састоји од ACS-BN005-8, ACS-BN003-6, ACS-BN005-8 x ACS-BN003-6 уљане репице</p>	<p>Обнова одобрења је у току</p>
		<p>Храна за животиње произведена од ACS-BN005-8, ACS-BN003-6, ACS-BN005-8 x ACS-BN003-6 уљане репице</p>	<p>24/06/2023</p>

		Други производи који садрже или су састављени од ACS-BN005-8, ACS-BN003-6, ACS-BN005-8 x ACS-BN003-6 уљане репице са изузетком узгоја	Обнова одобрења је у току
<p><b>Уљана репица (T45)</b></p> <p><b>ACS-BN008-2</b></p> <p>[Bayer]</p>	<p>Генетички модификована уљана репица која садржи:</p> <p><b>pat</b> ген инсертован да би се постигла толерантност према хербицидима на бази глуфосинат-амониума</p>	Храна и састојци хране који садрже или су произведени од од ACS-BN008-2 уљане репице (укључујући адитиве)	Обнова одобрења је у току
		Храна за животиње која садржи или је произведена од ACS-BN008-2 уљане репице (крмива и адитиви)	
		Други производи осим хране и хране за животиње	
<p><b>Уљана репица (MON 88302)</b></p> <p><b>MON-88302-9</b></p> <p>[Monsanto]</p>	<p>Генетички модификована уљана репица која садржи:</p> <p><b>cp4 epsps</b> ген инсертован да би се постигла толерантност према хербицидима на бази глифосата</p>	Храна и састојци хране који садрже или су произведени од MON-88302-9 уљане репице	26/04/2025
		Храна за животиње која садржи или је произведена од MON-88302-9 уљане репице	26/04/2025
		Производи осим хране и хране за животиње који садрже или се састоје од MON-88302-9 уљане репице за исту намјену као и свака друга уљана репица, осим узгоја	26/04/2025
<p><b>Уљана репица (MON88302 x Ms8 x Rf3, MON88302 x Ms8 i</b></p>	<p>Генетички модификована уљана репица која садржи:</p>	<p>Храна и састојци хране који садрже или</p>	20/12/2027

<p><b>MON88302 x Rf3)</b></p> <p><b>MON-88302-9 x ACSBN005-8 x ACS-BN003-6; MON-88302-9 x ACSBN005-8; MON-88302-9 x ACS-BN003-6</b></p> <p><b>[Bayer CropScience and Monsanto Europe]</b></p>	<p><b>cp4 epsps</b> ген инсертован да би се постигла толерантност према хербицидима на бази глифосата</p> <p><b>bar (pat)</b> ген инсертован да би се постигла толерантност према хербицидима на бази глуфосинат-амониума</p> <p><b>barnase</b> ген инсертован да доведе до недостатка фертилног полена и мушке стерилности</p> <p><b>barstar</b> ген инсертован да доведе до недостатка фертилног полена и мушке стерилности</p>	<p>су произведени од MON88302 x Ms8 x Rf3, MON88302 x Ms8 i MON88302 x Rf3 уљане репице</p>	
		<p>Храна за животиње која садржи или је произведена од MON88302 x Ms8 x Rf3, MON88302 x Ms8 and MON88302 x Rf3 уљане репице</p>	<p>20/12/2027</p>
		<p>Производи осим хране и хране за животиње који садрже или се састоје од MON88302 x Ms8 x Rf3, MON88302 x Ms8 i MON88302 x Rf3 осим узгоја</p>	<p>20/12/2027</p>
<p><b>Генетички модификована соја</b></p>			
<p><b>Билка (ГМ хибрид/сорта)</b> <b>Јединствени ИД [ Компанија ]</b></p>	<p><b>Инсертовани ген/ карактеристика</b></p>	<p><b>Одобрена употреба</b></p>	<p><b>Датум истека одобрења</b></p>
<p><b>Соја (A2704-12)</b></p> <p><b>ACS-GM005-3</b></p> <p><b>[Bayer]</b></p>	<p>Генетички модификована соја која садржи:</p> <p><b>Pat</b> ген инсертован да би се постигла толерантност према хербицидима на бази глуфосинат-амониума</p>	<p>Храна и састојци хране који садрже или су произведени од ACS-GM005-3 соје ((укључујући адитиве)</p> <p>Храна за животиње која садржи, састоји се или је произведена од ACS-GM005-3 соје (крмива и адитиви)</p> <p>Други производи осим хране и хране за животиње који садрже или су састављени од ACS-GM005-3</p>	<p>Обнова одобрења је у току</p>

Генетички модификовани организми – стање и перспективе

		соје за исту употребу као и било која друга соја, са изузетком узгоја	
<p><b>Soja (MON89788)</b></p> <p><b>MON-89788-1</b></p> <p><b>[Monsanto]</b></p>	<p>Генетички модификована соја која садржи:</p> <p><b>cp4 epsps</b> ген инсертован да би се постигла толерантност према хербицидима на бази глифосата</p>	<p>Храна и састојци хране који садрже или су произведени од MON-89788-1 соје (укључујући адитиве)</p>	<p>Обнова одобрења је у току</p>
		<p>Храна за животиње која садржи, састоји се или је произведена од MON-89788-1 соје (крмива и адитиви)</p>	
		<p>Други производи осим хране и хране за животиње који садрже или су састављени од MON-89788-1 соје за исту употребу као и било која друга соја, са изузетком узгоја</p>	
<p><b>Soja (MON40-3-2)</b></p> <p><b>MON-Ø4Ø32-6</b></p> <p><b>[Monsanto]</b></p>	<p>Генетички модификована соја која садржи:</p> <p><b>cp4 epsps</b> ген инсертован да би се постигла толерантност према хербицидима на бази глифосата</p>	<p>Храна која садржи, састоји се или је произведена од od MON 40-3-2 soje (uključujući i aditive)</p>	<p>09/02/2022</p>
		<p>Храна за животиње која садржи, састоји се или је произведена од MON40-3-2 соје</p>	
		<p>Храна за животиње произведена од MON40-3-2 соје (крмива и адитиви)</p>	
		<p>Други производи који садрже или су састављени од MON 40-3-2 соје са изузетком узгоја</p>	

<p><b>Soja (MON87701)</b></p> <p><b>MON-87701-2</b></p> <p><b>[Monsanto]</b></p>	<p>Генетички модификована соја која садржи:</p> <p><b>cry1Ac</b> ген инсертован да би се постигла отпорност на одређене инсекте из реда <i>Lepidoptera</i></p>	<p>Храна и састојци хране који садрже или су произведени од MON-87701-2 соје (укључујући адитиве)</p> <p>Храна за животиње која садржи се или је произведена од MON-87701-2 соје (крмива и адитиви)</p> <p>Производи осим хране и хране за животиње који садрже или се састоје од MON-87701-2 соје за исте намјене, као и било која друга соја, осим за узгој</p>	<p>09/02/2022</p>
<p><b>Soja (356043)</b></p> <p><b>DP-356043-5</b></p> <p><b>[Pioneer]</b></p>	<p>Генетички модификована соја која садржи:</p> <p><b>Gat</b> ген инсертован да би се постигла толерантност према хербицидима на бази глуфосинат-амониума</p> <p><b>gm-hra</b> ген инсертован да би се постигла толерантност на хербициде који инхибирају ALS</p>	<p>Храна и састојци хране који садрже или су произведени од DP-356043-5 соје (укључујући и адитивеу храни)</p> <p>Храна за животиње која садржи или се састоји од DP-356043-5 соје (крмива и адитиви)</p> <p>Производи осим хране и хране за животиње који садрже или се састоје од DP-356043-5 соје за исте намјене као и било која друга соја, осим за узгој</p>	<p>09/02/2022</p>
<p><b>Soja (A5547-127)</b></p> <p><b>ACS-GM006-4</b></p> <p><b>[Bayer]</b></p>	<p>Генетички модификована соја која садржи:</p> <p><b>pat</b> ген инсертован да би се постигла толерантност према</p>	<p>Храна и састојци хране који садрже или су произведени од ACS-GM006-4 соје</p>	<p>09/02/2022</p>

	хербицидима на бази глуфосинат-амониума	(укључујући и адитиве у храни) Храна која садржи, састоји се од или производи од ACS-GM006-4 соје (крмива и додатака храни) Производи осим хране и хране за животиње који садрже или се састоје од ACS-GM006-4 соје за исте намјене као и било која друга соја, осим за узгој	
Soja (MON87701 x MON89788)  MON-87701-2 x MON-89788-1  [Monsanto]	Генетички модификована соја која садржи:  <b>cry1Ac</b> ген инсертован да би се постигла отпорност на одређене инсекте из реда <i>Lepidoptera</i>  <b>cp4</b> ген инсертован да би се постигла толерантност према хербицидима на бази глифосата	Храна и састојци хране који садрже или су произведени од MON-87701-2 x MON-89788-1 соје (укључујући и адитиве у храни) Храна за животиње која садржи или се састоји од MON-87701-2 x MON-89788-1 соје (крмива и адитиви) Производи осим хране и хране за животиње који садрже или се састоје од MON-87701-2 x MON-89788-1 соје за исте намјене као и било која друга соја, осим за узгој	27/06/2022
Soja (MON 87705)  MON-87705-6  [Monsanto]	Генетички модификована соја која садржи:  <b>cp4 epsps</b> ген инсертован да би се постигла толерантност према хербицидима на бази глифосата	Храна и састојци хране који садрже или су произведени од MON-87705-6 соје Храна за животиње која	26/04/2025

	<p>фрагменти <b>FAD2-1A</b> и <b>FATB1-A</b> гена који настају као резултат инхибиције експресије гена <b>FAD2-1A</b> и <b>FATB1-A RNA</b> интерференцијом (RNAi), што доводи до повећаног садржаја олеинске киселине и смањење садржаја линолне киселине</p>	<p>садржи, састоји се или је произведена од <b>MON-87705-6</b> соје</p> <p>Други производи осим хране и хране за животиње који садрже или су састављени од <b>MON-87705-6</b> соје за исту употребу као и било која друга соја, са изузетком узгоја</p>	
<p><b>Soja (MON 87708)</b> <b>MON-87708-9</b> <b>[Monsanto]</b></p>	<p>Генетички модификована соја која садржи:</p> <p><b>dmo</b> ген инсертован да би се постигла толерантност према хербицидима на бази дикамбе:</p>	<p>Храна и састојци хране који садрже, састоје се од или су произведени од <b>MON-87708-9</b> соје</p> <p>Храна за животиње која садржи, састоји се или је произведена од <b>MON-87708-9</b> соје</p> <p>Други производи осим хране и хране за животиње који садрже или су састављени од <b>MON-87708-9</b> соје за исту употребу, као и било која друга соја, са изузетком узгоја</p>	<p>26/04/2025</p>
<p><b>Soja (MON 87769)</b> <b>MON-87769-7</b> <b>[Monsanto]</b></p>	<p>Генетички модификована соја која садржи:</p> <p><b>Pj.D6D</b> ген који се резултује конверзијом линолне киселине у <math>\alpha</math>-линоленску киселину</p> <p><b>Nc.Fad3</b> ген који резултира конверзијом линолне киселине у стеаридорску киселину</p>	<p>Храна која садржи, састоји се од или су произведени од <b>MON-87769-7</b> соје</p> <p>Храна за животиње која садржи, састоји се или је произведена од <b>MON-87769-7</b> соје</p> <p>Други производи осим</p>	<p>26/04/2025</p>



		хране и хране за животиње који садрже или су састављени од MON-87769-7 соје за исту употребу као и било која друга соја, са изузетком узгоја	
<p><b>Соја (305423)</b> <b>DP-305423-1</b> <b>[Pioneer]</b></p>	<p>Генетички модификована соја која садржи:</p> <p>фрагмент ендогеног <b>FAD2-1</b> гена који је, кроз RNK интерференцију, утишао ендогени <b>FAD2-1</b> ген, што доводи до повећаног садржаја олеинске киселине и смањеног садржаја линолне киселине</p> <p><b>Glycine max-hra</b> ген инсертован да би се постигла толерантност према хербицидима који инхибирају ацетолактат синтазу</p>	<p>Храна и састојци хране који садрже, састоје се од или су произведени од DP-305423-1 соје</p>	<p>26/04/2025</p>
		<p>Храна за животиње која садржи, састоји се или је произведена од DP-305423-1 соје</p>	
		<p>Други производи осим хране и хране за животиње који садрже или су састављени од DP-305423-1 соје за исту употребу као и било која друга соја, са изузетком узгоја</p>	
<p><b>Соја (BPS-CV127-9)</b> <b>BPS-CV127-9</b> <b>[BASF]</b></p>	<p>Генетички модификована соја која садржи :</p> <p><b>acetohidroksiacid sintaze</b> велике подјединице <i>Arabidopsis thaliana</i> ген инсертован да би се постигла толерантност према хербицидима на бази имидазолинона</p>	<p>Храна и састојци хране који садрже, састоје се од или су произведени од BPS-CV127-9 соје</p>	<p>26/04/2025</p>
		<p>Храна за животиње која садржи, састоји се или је произведена од BPS-CV127-9 соје са изузетком крмива</p>	
		<p>Други производи осим хране и хране за животиње који садрже или су</p>	

		састављени од BPS-CV127-9 соје за исту употребу као и било која друга соја, са изузетком узгоја	
<p><b>Soja (FG 72)</b> <b>MST-FGØ72-2</b> <b>[Bayer]</b></p>	<p>Генетички модификована соја која садржи :</p> <p><b>HPPDPf336</b> ген инсертован да би се постигла толерантност према хербицидима на бази изоксафлутола</p> <p><b>2mepsps</b> ген инсертован да би се постигла толерантност према хербицидима на бази глифосата</p>	<p>Храна и састојци хране који садрже, састоје се од или су произведени од MST-FGØ72-2 соје</p>	25/07/2026
		<p>Храна за животиње која садржи, састоји се или је произведена од BPS-CV127-9 MST-FGØ72-2 соје</p>	
		<p>Други производи осим хране и хране за животиње који садрже или су састављени од BPS-CV127-9 MST-FGØ72-2 соје за исту употребу као и било која друга соја, са изузетком узгоја</p>	
<p><b>Soja (MON 87705 × MON 89788)</b> <b>MON-877Ø5-6 × MON-89788-1</b> <b>[MON-877Ø5-6 × MON-89788-1]</b></p>	<p>Генетички модификована соја која садржи:</p> <p><b>cp4 epsps</b> ген инсертован да би се постигла толерантност према хербицидима на бази глифосата</p> <p>фрагменти <b>FAD2-1A i FATB1-A</b> гена који резултирају инхибицијом експресије гена <b>FAD2-1A i FATB1-A RNA</b> интерференцијом (RNAi), што доводи до повећаног садржаја олеинске киселине и смањеног садржаја линолне киселине</p>	<p>Храна и састојци хране који садрже, састоје се од или су произведени од MON-877Ø5-6 × MON-89788-1 соје</p>	25/07/2026
		<p>Храна за животиње која садржи, састоји се или је произведена од MON-877Ø5-6 × MON-89788-1 соје</p>	
		<p>Други производи осим хране и хране за животиње који садрже или су састављени од BPS- MON-</p>	

		87705-6 × MON-89788-1 соје за исту употребу као и било која друга соја, са изузетком узгоја	
<p><b>Соја (MON 87708 × MON 89788)</b></p> <p><b>MON-87708-9 × MON-89788-1</b></p> <p><b>[Monsanto]</b></p>	<p>Генетички модификована соја која садржи:</p> <p><b>dmo</b> ген инсертован да би се постигла толерантност према хербицидима на бази дикамбе</p> <p><b>cp4 epsps</b> ген инсертован да би се постигла толерантност према хербицидима на бази глифосата</p>	<p>Храна и састојци хране који садрже, састоје се од или су произведени од MON-87708-9 × MON-89788-1 соје</p>	25/07/2026
		<p>Храна за животиње која садржи, састоји се или је произведена од MON-87708-9 × MON-89788-1 соје</p>	
		<p>Други производи осим хране и хране за животиње који садрже или су састављени од BPS- MON-87708-9 × MON-89788-1 соје за исту употребу као и било која друга соја, са изузетком узгоја</p>	
<p><b>Соја (305423 × 40-3-2)</b></p> <p><b>DP-305423-1 × MON-04032-6</b></p> <p><b>[Pioneer]</b></p>	<p>Генетички модификована соја која садржи:</p> <p><b>cp4 epsps</b> ген инсертован да би се постигла толерантност према хербицидима на бази глифосата</p> <p><b>glycine max-hra</b> ген инсертован да би се постигла толерантност према хербицидима који инхибирају ацетолактат синтазу</p> <p>фрагмент ендогеног <b>fad2-1</b> гена који је резултовао, путем RNK интерференције, у залеђењу ендогеног фад2-1 гена, што доводи до повећаног садржаја олеинске киселине и смањеног</p>	<p>Храна и састојци хране који садрже, састоје се од или су произведени од DP-305423-1 × MON-04032-6 соје</p>	20/12/2027
		<p>Храна за животиње која садржи, састоји се или је произведена од DP-305423-1 × MON-04032-6 соје</p>	20/12/2027
		<p>Други производи осим хране и хране за животиње који садрже или су састављени од BPS- DP-</p>	20/12/2027

	садржаја линолне киселине	305423-1 × MON-04032-6 соје за исту употребу као и било која друга соја, са изузетком узгоја	
<p><b>Соја (FG72 × A5547-127)</b> <b>MST-FG072-2 × ACS-GM006-4</b> <b>[Bayer]</b></p>	<p>Генетички модификована соја која садржи:</p> <p><b>pat</b> ген инсертован да би се постигла толерантност према хербицидима на бази глуфосинат-амониума</p> <p><b>2mepsps</b> ген инсертован да би се постигла толерантност према хербицидима на бази глифосата</p> <p><b>hppdPf336</b> ген инсертован да би се постигла толерантност према хербицидима на бази изоксафлутола</p>	Храна и састојци хране који садрже, састоје се од или су произведени од FG72 × A5547-127 соје	20/12/2027
		Храна за животиње која садржи, састоји се или је произведена од FG72 × A5547-127 соје	20/12/2027
		Други производи осим хране и хране за животиње који садрже или су састављени од FG72 × A5547-127 соје за исту употребу као и било која друга соја, са изузетком узгоја	20/12/2027
<p><b>Соја (DAS-44406-6)</b> <b>DAS-44406-6</b> <b>[Dow AgroSciences]</b></p>	<p>Генетички модификована соја која садржи:</p> <p><b>2mepsps</b> ген инсертован да би се постигла толерантност према хербицидима на бази глифосата</p> <p><b>aad-12</b> ген инсертован да би се постигла толерантност према хербицидима на бази 2,4- D и другим сродним фенокси хербицидима</p> <p><b>pat</b> ген инсертован да би се постигла толерантност према хербицидима на бази глуфосинат-амонијума</p>	Храна и састојци хране који садрже, састоје се од или су произведени од DAS-44406-6 соје	20/12/2027
		Храна за животиње која садржи, састоји се или је произведена од DAS-44406-6 соје	20/12/2027
		Други производи осим хране и хране за животиње који садрже или су састављени од DAS-44406-6 соје за исту употребу као и било која друга соја, са	20/12/2027

		изузетком узгоја	
<p><b>Соја (DAS-68416-4)</b></p> <p><b>DAS-68416-4</b></p> <p>[Dow AgroSciences]</p>	<p>Генетички модификована соја која садржи:</p> <p><b>aad-12</b> ген инсертован да би се постигла толерантност према хербицидима на бази 2,4- D и другим сродним феноксикличним хербицидима</p> <p><b>pat</b> ген инсертован да би се постигла толерантност према хербицидима на бази глүфосинат-амонијума</p>	<p>Храна и састојци хране који садрже, састоје се од или су произведени од DAS-68416-4 соје</p>	20/12/2027
		<p>Храна за животиње која садржи, састоји се или је произведена од DAS-68416-4 соје</p>	20/12/2027
		<p>Други производи осим хране и хране за животиње који садрже или су састављени од DAS-68416-4 соје за исту употребу као и било која друга соја, са изузетком узгоја</p>	20/12/2027
<b>Генетички модификована шећерна репа</b>			
<b>Билка (ГМ хибрид/сорта) Јединствени ИД [ Компанија ]</b>	<b>Инсертовани ген/ карактеристика</b>	<b>Одобрена употреба</b>	<b>Датум истека одобрења</b>
<p><b>Шећерна репа (Н7-1)</b></p> <p><b>КМ-000Н71-4</b></p> <p>[KWS SAAT i Monsanto]</p>	<p>Генетички модификована шећерна репа која садржи:</p> <p><b>ср4 epsps</b> ген инсертован да би се постигла толерантност према хербицидима на бази глифосата</p>	<p>Храна и састојци хране произведени од КМ-000Н71-4 шећерне репе</p>	05/08/2028
		<p>Храна за животиње произведена од КМ-000Н71-4 шећерне репе</p>	05/08/2028

### **2.3. Како је актуелно стање примјене генетичког инжењеринга у шумарству?**

Упркос њиховој неупоредивој важности, како еколошки тако и економски, веома мало се зна о молекуларним механизмима на којима се заснива развој генетичког инжењеринга и њихов утицај на раст и здравствено стање шумског дрвећа. Међутим, посљедњих десет година појавио се изузетан напредак у расвјетљавању биохемијских и

генетичких механизма који контролишу раст и опстанак једногодишњих биљака. Велик дио овог напретка је постигнут кроз примјену онога што данас називамо функционалном геномиком. Функционална геномика подразумијева анализу генетичког материјала (генома) неког организма и сложених односа између његовог састава и функције. Ако се у том случају разматрају трошкови и користи, укључујући и нежељене ефекте, то ће утицати на крајњи избор циљаног својства. То је посебно важно када се упоређују усмјерени циљеви на нека својства, те њихов однос према модификованим својствима, као и поједини алтернативни приступи (нпр. конвенционалном оплемењивању, узгоју или плантажном узгоју дрвећа) (Ќајба и Баллиан, 2007; Баллиан, 2008, 2009).

Уопштено, постоје три главна циља за узгој и побољшање генетички модификованих шумских биљака, који подразумијевају: 1) побољшану отпорност према биотичким факторима, односно према инсектима, узрочницима болести и коровима (хербицидима); 2) према разним абиотичким стресовима и 3) ради добијања побољшаних карактеристика дрвета, што ће бити елаборисано у наставку текста (Баллиан, 2009; Баллиан и Ќајба, 2011).

**1) Побољшана отпорност на разне биотичке факторе.** Штете на дендрофлори и перенском биљу узроковане од домаћих и интродукованих патогена и штеточина су веома често од глобалног значаја. Због тих сталних биотичких стресова биљке пате, а то значајно утиче на раст и развој, односно продуктивност шума, са значајним економским посљедицама. На примјер, у Кини 1989. године је забиљежено велико оштећење хибридних топола од заједничког напада два инсекта дефолиатора, и то губара (*Lymantria dispar*) и тополовог туљца (*Apochemia cineraria*). Тај заједнички напад је резултовао значајним производним губитком прираста који се кретао око 40% (Hu *et al.*, 2001). Слично томе, код појединих врста четинара као што је теда бор (*Pinus taeda*), честа су оштећења од инсеката *Dendrolimus punctatus* и *Crypyothelea formosicola* (Tang *et Tian*, 2003), док бијелу смреку (*Picea glauca*), често оштећује инсект дефолиатор смрекова пупа (*Choristoneura fumiferana*) (Lachance *et al.*,

2007). Осим инсеката дефолиатора, ту су и фитопатогене гљиве, бактерије и вируси који такође могу утицати на здравствено стање шума и значајно умањити њихову продуктивност. Стога ће у наставку бити ријеч о неким резултатима који су постигнути генетичким модификацијама у циљу побољшања отпорности дрвећа против разних врста штетних организама.

**1.1) Генетички модификовано дрвеће које садржи Бт токсине.** Штетни инсекти су велики проблем за дендрофлору и перенско биље, како у природним шумама тако и плантажама. Стога се интензивно ради на генетичким модификацијама топола које се саде на плантажама широм свијета. Постоје двије главне групе тополових штеточина, при чему су у првој групи инсекти из фамилије *Chrysomelidae* (bube listare), а у другој инсекти из реда *Lepidoptera* (leptiri) који су штетни у фази гусјеница, а који су постали резистентни на инсектициде. При томе они ипак показују осјетљивост на одређене биолошке пестициде који настају из различитих сојева бактерије *Bacillus thuringiensis* (James, 1997). Ова бактерија синтетизује протеине који се активирају у цријевима неких инсеката, узрокујући на њима појаву лезија усљед чега на крају долази до смрти инсеката. Инсектицидни протеини, који су познати као *Bt* toksini, у пракси се успјешно користе као биолошки пестициди за заштиту многих биљних врста већ дуго година, како егзогено тако и ендогено (Thompson *et al.*, 1995; James *et al.*, 1999). Ти *Bt* toksini су релативно селективни инсектициди који имају врло мало учинака на нециљане инсекте и патогене. Тако је до сада идентификовано неколико сојева *Bt* токсина, при чему сваки од њих утиче само на одабране групе инсеката који су обично врло уско филогенетски повезани (Grace *et al.*, 2005.). Увођењем *Bt* генетичких модификација дрвећа се нуди атрактивна алтернатива за подизање плантажа ГМ дрвећа које је отпорно на шири круг штетних инсеката (DiCosty *et Whalon*, 1997; James, 1997; Roush *et Shelton*, 1997).

За генетички модификовано дрвеће које има *Bt* трансген може бити пожељно да се не користи третирање инсектицидима, што може имати више предности. Прво, вегетација, земљиште и вода око плантаже у том случају нису изложени третману инсектицидима. Осјетљиви, корисни

нециљани инсекти у подручјима око трансгених плантажа неће бити изложени хемикалијама из инсектицида, чиме се смањује потенцијал за развој отпорности на *Bt* токсине које имамо у биљкама (Luttrell *et al.*, 1996; Roush, 1997; Gould, 1998; McGaughey *et al.*, 1998). Друго, инсектициди са којима се врши хемијско третирање се брзо разграђују, те остају на лишћу третираних стабала дрвећа у најбољем случају неколико дана. За разлику од тога генетички модификована стабла могу производити *Bt* токсин континуирано, чиме се избјегава осјетљивост на временске прилике и трошкове повезане с поновљеним третманима (Nwanze *et al.*, 1995; Maredia, 1997; Roush, 1997). Коначно, због генетичке промјене дрвеће производи токсин у биљним ткивима, те је могуће утицати на инсекте који живе у деблу или унутрашњем биљном ткиву, као што су инсекти дрвоточци и лисни минери. Против неких од тих штетних инсеката инсектициди који су нам тренутно на располагању нису у могућности да помогну или да циљано дјелују, те су ови инсекти чести узрочници већих еколошких поремећаја због штета које изазивају на дрвећу у плантажама и околини. Још у самом почетку развоја трансгеног дрвећа, први резултати су указивали да код топола имамо стабилно модификовање са *Bt* геном, уз континуирану продукцију токсина. Једна од добијених трансгених линија је показала висок ниво отпорности према појединим штеточинама, посебно према губару и још неким штетним гусјеницама инсеката из реда *Lepidoptera*. Међутим, неке трансгене биљке код четинара, као што је нпр. трансгени Монтерејски бор (*Pinus radiata*), експресија гена за *Bt* токсин је показала варијабилност у отпорности на оштећења која узрокује ларва врсте *Teia anartoides*, у зависности од доспијећа младих иглица. Ова истраживања показују посебну важност нивоа експресије трансгена и специфичности ткива у које су уграђени.

**1.2) Отпорност без *Bt* трансгена.** Упркос помоћи коју нуде *Bt* токсини против штетних инсеката који нападају различито дрвеће, врше се и друга истраживања која су усмјерена на изналагање отпорности код биљака на нападе инсеката уз коришћење различитих једињења која се могу добити генетичким модификацијама (Confalonieri *et al.*, 1998).



Као примјер може послужити генерисана експресија инхибитора трипсин протеиназе код соје (инхибитор *Kunitz proteinase*, КТi3) и код црних топола. Иако генетички модификовани *Kunitz* протеини инхибирају пробавне протеиназе код губара (*Lymantria dispar*) и тополиног чупавог прелца (*Clostera anastomose*) у условима *in vitro*, у условима тестирања *in vivo* они нису показали пораст морталитета ларви као резултат трансгене експресије (Delledonne *et al.*, 2001).

### 1.3) Отпорност према фитопатогеним гљивама.

Болести које проузрокују фитопатогене гљиве могу бити јако штетне за шумско дрвеће. У борби против њих, између осталог, коришћене су и различите генетичке модификације уз уношење разних гена поријеклом из различитих бактерија, биљака или животиња с циљем стварања отпорности на фитопатогене гљиве, при чему је остварен промјењиви успјех (Mittler *et al.*, 1995). Тако је нпр. уградњом *bacterio-opsin (bO) gena* поријеклом из бактерије *Halobacterium halobium* у трансгени дуван утврђено да се у њему могу индуковати одређени одбрамбени механизми, те да се уградњом овог гена може добити експресија која даје отпорност на неке биљне патогене (Rizhsky *et al.*, 2001). Међутим, експресија синтетичког *bacterio-opsin (bO) gena* који је примијењен код црних хибридних топола није изазвала значајно повећање одбрамбеног механизма против разних фитопатогених гљива, као што су *Melampsora spp.* – проузроковачи лисне рђе топола и *Dothichiza populea* – проузроковач рак-рана и некрозе коре тополе (Mohamed *et al.*, 2001). Сличну ситуацију имамо и код генетички модификоване бијеле тополе (*Populus alba*) код које је унесен *stilben sintaze (StSy)* ген поријеклом из винове лозе, који у њој производи антиоксиданте ресвератрол глукозиде, али они ипак нису значајно утицали на повећање отпорности према *Melampsora pulcherrima* – проузроковачу лисне рђе тополе (Giorcelli *et al.*, 2004). Насупрот томе, утврђено је да уградња *defensin (HIP-1)* гена поријеклом из кунића (Zhao *et al.*, 1999) или *hitinaza 5B (CH5B)* гена поријеклом из пасуља у трансгене тополе (Meng *et al.*, 2004) може да повећа њихову отпорност на широк спектар фитопатогених гљива.

#### 1.4) Отпорност према фитопатогеним бактеријама.

Бројни извјештаји о генетичким модификацијама биљака указују на то да су оне резултовале повећаном отпорношћу према фитопатогеним бактеријама проузроковачима биљних болести (Haworth *et* Spiers, 1988; De Kam, 1984). Иако су различите бактериозе код дрвећа прилично ријетке, неке су ипак економски значајне, а посебно инфекције бактеријама из рода *Xanthomonas* (Mentag *et al.*, 2003). Тако трансгена топола која има експресију антимикуробних протеина, познатих као D4E1, показује мјешовиту или непотпуну отпорност према фитопатогеним бактеријама из родова *Agrobacterium* и *Xanthomonas*. Конкретно, оваква трансгена топола испољава значајно повећање отпорности према овим бактеријама, а што се манифестује мањим формирањем и смањеном величином тумора након инокулације са *Agrobacterium* sp., односно, развојем мањих рак-рана након инокулације са *Xanthomonas* sp. Међутим, код трансгених топола у које је унесен D4E1 протеин, није се појавила побољшана отпорност према фитопатогеним гљивама (Mentag *et al.*, 2003). При томе треба напоменути да отпорност према једном соју *Agrobacterium* sp., познатом као C58, такође није побољшана, те је стога могућа примјена протеина D4E1 само у ограниченим и специфичним условима.

#### 1.5) Резултати теренских огледа.

Практична вриједност генетички модификованих врста дрвећа се може утврдити тек након завршетка бројних и опсежних теренских испитивања. При испитивању отпорности на штеточине и патогене постоје бројни теренски огледи у високо развијеним земљама, при чему су неки добијени резултати показали извјесну контрадикторност. Тако у једном случају, отпорност је била нешто нижа при теренским него у лабораторијским огледима, при чему ниво отпорности може варирати у зависности од ткива које је испитивано. На примјер, при теренском тестирању трансгене брезе током три године утврђено је да су ГМ биљке показале већу отпорност у условима стакленика, док су при отвореном пољском тестирању показале једнаку, ако не и вишу осјетљивост према фитопатогеној гљиви *Pyrenopeziza betulicola* – проузроковачу пјегастих листова брезе (Pasonen *et al.*, 2004). У другом пак

случају гдје су тестиране Vt-трансгене црне тополе (*Populus nigra*) то се није показало, јер је и при теренским испитивањима утврђено значајно смањење штета од инсеката defoliatora: 10% општећења лишћа у односу на 80 до 90% општећења на контролним биљкама (Hu *et al.*, 2001). Ово истраживање је имало и друге значајне импликације, јер се показало да је дошло до истодобног пада бројности кокона инсеката у земљишту на парцелама гдје су узгајане огледне биљке, а да нису трансгене, односно дивљи тип је био више заштићен када се узгаја у близини или између трансгених биљака. У трећем случају код Vt трансгене смреке ниво Vt протеина *Cry1Ab* у иглицама дрвећа у теренским огледима је порасла, што је побољшало отпорност на појаву штеточина (Lachance *et al.*, 2007). При томе је смртност ларви које су се храниле биљним ткивима иглица смреке у теренским огледима била у распону од 44 до 100% код трансгених биљака, у поређењу са приближно 37% код контролних биљака.

Наведена истраживања су показала својствену варијабилност код генетички модификованог дрвећа, што наглашава системску потребу за дугорочним теренским испитивањима. Такође, потребно је да се разумију све промјене које су узроковане генетичким модификацијама код дрвећа, као што је то нпр. учинак Vt гена на хемијски састав, квалитет и структуру дрвета код ГМ хибридних топола (Davis *et al.*, 2006).

**1.6) Отпорност на хербициде.** Побољшање отпорности дрвећа на поједине хербициде би омогућило смањење укупног коришћења хербицида, као и примјену еколошки и токсиколошки прихватљивијих активних материја, а да се не спомиње већа флексибилност с обзиром на вријеме њихове примјене (Chureau *et al.*, 1994).

**1.6.1) Глифосат.** Још крајем осамдесетих година се извјештава о првим успјешним уметањима гена код дрвећа како би оно постало резистентно на тотални хербицид глифосат који изазива инхибицију ензима енол-пирувил-шिकимат-фосфатне синтазе (EPSPS) код немодификованих биљака, односно спријечава синтезу ароматичних

аминокиселина неопходних за производњу хелијских протеина. Прва таква ГМ дрвенаста биљка је била трансгена хибридна топола (*P. alba* x *P. grandidentata*) у које је уграђен у које је уграђен *gen aroA* поријеклом из бактерије *Salmonella typhimurium*, како би она постала отпорна на инхибицију ензима на EPSP синтазе од стране глифосата. (Comai et al., 1983; Riemenschneider et Haissig, 1991; Donahue et al., 1994).

**1.6.2) Хлорсулфурон.** Хлорсулфурон је хербицид из групе сулфониуреа хербицид који дјелује на ензим ацетолактат синтазу (ALS) и блокира биосинтезу аминокиселина валина и изолеуцина (Ray, 1984). Прва ГМ дрвенаста биљка у коју је унесен ген мутант *acetolaktat sintaze (crs1-1)*, поријеклом из биљке *Arabidopsis thaliana*, који преноси отпорност на хлорсулфурон, је хибридна трансгена топола (*Populus tremula* x *P. alba*). При теренским огледима контролне индивидуе топола које су третиране хлорсулфуроном су одумирале у року од двије до три седмице од третирања, док су трансгене линије преживјеле. Иако су мало касниле у расту и развоју коријена, ГМ биљкама тополе би се временом вратио нормални раст након завршетка третмана (Brasileiro et al., 1992).

**1.6.3) Хлорацетанилиди.** Ацетохлор и метола хлор су активне материје хербицида из групе хлорацетанилида. Глутатион (GSH) и ензими из групе *glutathionS-transferaza (GST)* имају врло битну улогу у разградњи ових хербицида. Прва ГМ дрвенаста биљка толерантна према овим хербицидима је трансгена хибридна топола (*Populus tremula* x *Populus alba*) у коју је умијешан *gshI* ген поријеклом из бактерије *Escherichia coli* који кодира ензим *γ-glutamylcistein sintetaza (γ-ECS)* који разлаже ове хербициде. Приликом теренских испитивања различитих линија тополе на земљишту третираном са хербицидима ацетохлор и метолахлор раст и биомаса свих испитиваних линија била је изразито смањена, али је смањење било мање драматично код трансгених линија у односу на стабла топола која нису била трансгена (Gullner et al., 2001). Такође, утврђено је да је садржај ензима *γ-ECS* био повећан у листовима свих

испитиваних линија топола, али ипак знатно више код трансгених топола (Edwards et al., 2000).

1.6.4) **Глуфосинат амонијум.** Глуфосинат амонијум глутатиона је активна материја хербицида који је тржишту најпознатији herbicida под трговачким називом Basta. Овај тотални хербицид инхибира ензим глутамин синтетазу (GS), продукујући амонијак који се акумулира, а који је при повишеним концентрацијама смртоносан за биљку (Bishop-Hurley et al., 2001). Као примјери генетичких модификација код дрвећа у које је уграђен *pat* ген, поријеклом из *Streptomyces viridochromogenes*, који му даје отпорност на тотални хербицид глуфосинат амонијум, могу се навести Монтерејски бор (*Pinus radiata*), смрча (*Picea abies*) и трансгена хибридна топола (*Populus tremula* × *P. alba*) (Pascual et al., 2008).

**2) Побољшана отпорност на разне абиотичке факторе.** Утицај и интеракција животне средине може значајно утицати на продуктивност дрвећа. Ниске температуре и високе концентрације соли у земљишту током вегетације могу значајно оштетити саднице, изазвати слабљење раста или чак смрт биљака (Баллиан и Кајба, 2011; Cushman и Bohnert, 2000). Познато је да су биљке и бактерије у могућности да опстану у неповољним животним условима. Уз помоћ геномских алата могу се идентификовати позиције циљаних гена које им омогућавају да преживе, као и извршити њихова трансформација. На основу тих сазнања на тај начин може се осигурати заштита од стреса, односно толеранција која може настати помоћу генетичких модификација (Cushman et Bohnert, 2000). Тако је повећана отпорност на многе врсте стреса већ постигнута код неколико биљних врста. Као примјер коришћења ове технологије код дрвећа може се навести трансгена топола у коју су унесена два гена против смрзавања, и то: ген *PsG6PDH* који кодира ензим глукоза-6-фосфат дехидрогеназу и ген *PsAFP* који кодира протеин против смрзавања (Georges et al., 1990; Baertlein et al., 1992; Murata et al., 1992).

**2.1) Озонски стрес.** Озон настаје као фотохемијска реакција између азотних оксида, угљиководоника и угљен

моноксида, те је веома фитотоксичан (Lelieveld et Crutzen, 1990). При повишеним концентрацијама изазива промјене у биљним биохемијским и физиолошким процесима, што код биљака резултира појавом некроза на листу, убрзаним старењем биљке, мањом стопом раста и развоја, те повећаном производњом реактивног кисеоника (ROS) (Foyer et al., 1994). У том случају глутатион (GSH) и ензим аскорбат-глутатион естераза имају важну улогу у заштити биљке. Смањење глутатиона одмах одржава активност ензима глутатион редуктазе (GR), те многе биљне врсте имају побољшање отпорности на фото-оксидативни стрес, хербициде или пак сушу, односно кроз њихову комбинацију долази до регулације ензима глутатион редуктазе или супероксид дисмутазе (Foyer et al., 1994).

**2.2) Стрес на заслањеност земљишта.** Заслањеност земљишта је веома важно питање у цијелом свијету, а наметнуто је због недостатка воде и осмотског стреса и акумулације јона који негативно утичу на биохемијске процесе у биљкама (Tang et al., 2005). Бројни гени су тестирани у покушају да се повећа толерантност дрвећа на со у земљишту и води. Тако је топола трансформисана геном *mt1D* поријеклом из *Escherichia coli* расла брже и имала вишу стопу преживљивања од дивљег типа (Hu et al., 2005). Међутим, под условима када биљка није под стресом заслањености, трансгена топола је имала раст који је био за око 50% мањи од контролне. Такође, и неке друге врсте дрвећа на којима је проведена трансформација у циљу толерантности на заслањеност земљишта су такође показале већу толерантност на соли када су биле трансформисане с геном *mt1D* (Hu et al., 2005).

**2.3) Стрес усљед суше.** Суша представља стрес прије свега јер дјелује на осмотску активност биљке, а изазива прекид у дистрибуцији јона хомеостазе у ћелији (Serrano et al., 1999; Zhu 2001). Топола трансформисана с геном *GS1*, поријеклом из бора одговорним за цитоплазматску глутамин синтетазу (GS), показала је да посједује одређену толерантност на стрес усљед суше у односу на немодификовану тополу (El-Khatib et al., 2004). На свим

нивоима доступности воде, генетички модификована стабла тополе су имала већу стопу асимилације, фотосинтетску активност и проводљивост стома од одговарајућих контрола. Добри резултати отпорности на сушу, односно сушни стрес су добијени и код ГМ хибрида еукалиптуса (*Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*) који су трансформисани геном *DREB1A* (Kawazu, 2004).

**2.4) Фиторемедијација.** Употреба биљака за уклањање загађења животне средине је позната као фиторемедијација ((Schnoor et al., 1995). Ова технологија која је недавно била примијењена у пракси показала је одређене слабости, те указала на неколико еколошких проблема, укључујући одлагање отпадних вода из комуналног система, те на проблематику биофилтрације и дотицање индустријских вода, као и још неријешене проблеме санација земљишта након индустријских процеса, као што су нпр. површински рудокопи и депоније Che et al., 2003, 2006; Lee et al., 2003; Strand et al., 2005). Будући да је технологија фиторемедијације помоћу биљака јефтинија, те мање естетски инвазивна на животну средину, а и често даје употребљив продукт (нпр. биомасу), она има многе предности у односу на традиционалне методе, односно подизање индустријских пречистача (Rockwood et al., 2004). Такође, фиторемедијација помоћу биљака може пружити додатне погодности за животну средину, као што је везивање атмосферског угљеника, контролу ерозије, одржавање биљног и животињског свијета на воденим стаништима и стварања заштите против буке, смећа и штетне прашине (Rockwood et al., 2004). Тако је добијен трансгени дуван у који је унесен нови ген из генетички модификоване врсте *Arabidopsis thaliana* која је отпорна на живина испарења, те која живин јон веже захваљујући *mer* гену који су у њу унешени из бактерије *Escherichia coli*, због чега ове биљке могу опстати на живом контаминираним мјестима. Тако ген *mer* кодира ензим редуктазу који катализује претварање јонске живе Hg (II), односно њеног хлапљивог деривата у Hg (0). Такође и тулипановац или жута топола (*Liriodendron tulipifera*) је трансформисан са геном *mer A18* из *E. coli*, и резултира снажним растом биљака на подлози која садржи одређену количину живе, а која је око десет пута токсичнија за

нормалне биљке из контроле. Такође је у трансгеним биљкама регистрована и елементарна жива у десет пута већој количини него код дивљег типа, а што је било без видљивог утицаја на раст оваквих биљака (Bizily et al., 2000; Meagher, 2000).

Још један од тешких метала је интересантан, а то је *цинк*, јер код разних врста дрвећа може узроковати смањење масе лишћа, као и суве масе (Di Vascio et al., 2003). Када се сива топола (*Populus canescens*) модификује са *геном gsh1* поријеклом из *E. coli*, који кодира ензим  $\gamma$ -глутамилцистеин синтетаза ( $\gamma$ -ECS)), добијене индивидуе садрже повишени ниво глутатиона (GSH). Очекује се да ће већи ниво GSH резултирати појачаном производњом фитожелатина. Међутим, када се ове генетички модификоване индивидуе и дивљи тип подвргну различитим нивоима цинка, добију се слични резултати. Тако се нпр. при  $10^{-1}$  М Zn на њима испољавају симптоми у виду појаве некроза и тешке фитотоксичности, док је на индивидуама при  $10^{-2}$  М Zn лишће бјеле, али и даље расте. За разлику од претходног, при нижим нивоима Zn ( $10^{-3}$  до  $10^{-5}$  М), није било токсичних учинака цинка (Di Vascio et al., 2003).

**2.5) Хормони.** Већи број истраживања је проведен у циљу измјене концентрације лигнина код цвјетница, те добијања отпорности на абиотске и биотиске факторе (Akiyoshi et al., 1984). Гени који контролишу синтезу хормона су потенцијални кандидати за добијање дрвећа које ће бити генетички модификовано у односу на та својства, али и друга пожељна својства. То укључује смањење терминалног пупа, високу густоћу дугих влакана, те боље укорјењивање и побољшање раста, јер су та својства под утицајем хормона. Биљни хормон *citokinin* је веома важан јер утиче на раст и диференцијацију код биљака. Ген за исопентенилтрансферасе (IPT) из *Agrobacterium tumefaciens* пак катализује конверзију аденозин-5'-монофосфата и исопентенилпирофосфата исопентениладеносина-5'-монофосфата, који се потом претвара у исопентенил-изеатином типа цитокинина. Тако тополе са повећаном експресијом (IPT) показују повећано стварање грана, с кратким интернодијама које се нису могле искључити (Von Schwartzenberg et al., 1994).



**3) Генетичке модификације ради добијања побољшаних карактеристика дрвета.** Као последица брзо растућег броја људи на нашој планети појављује све већи притисак на свјетске шуме како би задовољили све веће захтјеве за производњом довољних количина дрвета за прераду и гориво. Као посебан проблем издваја се и све веће крчење шума у циљу добијања пољопривредног земљишта. Осим тога, треба напоменути да се требају задовољити и све строжи еколошки прописи и све већи интерес за одрживост (Баллиан, 2005, 2008, 2009; Vorjan, 2005).

**3.1) Садржај лигнина.** Садржај лигнина је био међу првим својствима које је показало потенцијал у генетичком инжењерингу за модификовање лигнина код дрвета намијењеног за хемијску прераду. Тако је нпр. топола (*Populus tremuloides*) трансформисана са геном *4CL*, који кодира коензим А лигазу, а што има за последицу смањење садржаја лигнина за 45% (Hu et al., 1999). Ово велико смањење у укупној количини лигнина, без истовремених промјена у саставу мономера лигнина, се повољно одразило на индустријску прераду дрвета, укључујући производњу целулозе и папира, јер уклањање лигнина захтијева велике количине енергије и реагенса. Тако су проведена теренска истраживања током четири године с трансгеном хибридном тополом (*P. tremula* × *P. alba*) која је генетички модификована да садрже мање ензима *cafeat-5-hidroksiferulat-O-methyltransferase* (COMT) и *cinamil alkohol dehidrogenaze* (CAD) Pilate et al., 2002). Смањење CAD ензима код дрвећа показује већу једноставност у делигнификацији и врхунски принос, док је код дрвећа са измијењеним COMT ензимом потребно више енергије за уклањање лигнина. Насупрот томе, у сличним активностима код трансгених врста дрвећа из рода *Eukaliptus*, смањена експресија CAD ензима (*antisense*) резултовала је без промјене у квалитету лигнина и саставу пулпе (Tournier et al., 2003).

**3.2) Хемијски састав лигнина.** Веома је важно да се у дрвету смањи удио лигнина за лакшу хемијску обраду, јер се мијењањем састава мономера лигнина побољшава укупни делигнификациони поступак у производњи целулозе Changet

et Sarkanen, 1973; Stewart et al., 2006; Mansfield et Weiniesen, 2007). Иначе у структури дрвета се не повећава лигнин, односно омјер S:G мономера, а то јасно показује да се на овај начин побољшава и ефикасност припреме дрвене пулпе. Током посљедње двије деценије улаже се знатан напор у измјени састава мономера. Ту је значајно смањење укупног садржаја лигнина уз истовремено смањење S мономера које је постигнуто кроз лако сузбијање СОМТ ензима под регулацијом 35С промотора (Jouanin et al., 2000).

**3.3) Мијењање структуре ћелијског зида и полисахарида.** Коришћење генетичких модификација код разних врста дрвећа је често имало за циљ повећање садржаја целулозе, било директно или индиректно. Тако је генетичким инжењерингом код дрвећа промијењена структура лигнина, што је показало додатну предност у индиректном побољшању количине целулозе по јединици произведене дрвне масе (Hu et al., 1999; Park et al., 2004). Као примјер се може навести успјешно повећање количине целулозе и смањење садржаја ксилогукана код генетички модификоване бијеле тополе (*Populus alba*) кроз експресију унешених гена из гљиве који су одговорни за ензим ксилогуканазу. Слично је и код јасике (*Populus tremula*) која је трансформисана геном *Cell* поријеклом из *Arabidopsis thaliana*, одговорним за ензим ендогуканазу, а што је резултирало са 10% повећања садржаја целулозе. У новије вријеме су трансгени хибриди тополе (*P. alba* × *P. grandidentata*), у које су уграђени гени из бактерије одговорни за ензим пирофоспорхорилаза UDP глуказу, чиме је у њима значајно повећан садржај целулозе уз истовремено смањење лигнина. Међутим, то дрвеће је расло знатно спорије од контролних индивидуа које нису модификоване (Coleman et al., 2007).

**4) Будуће активности.** Иако нису сви напори довели до побољшања на дрвету намијењеном за индустријске прераду, они су значајно допринијели нашем разумијевању основних механизма синтезе и формирања ћелијских зидова. Тако је нпр., смањење од 90% у активности ензима ССоАОМТ код трансгених топола довело до смањења у садржају лигнина од 11% (Anterola et Lewis., 2002). То упућује да ензим ССоАОМТ

има мали надзор над протоком угљеника кроз лигнинска влакна. Такође, откривен је и ген за функционални *hidroksicinamoil CoA*, те ензим *šikimat hidroksicinamoiltransferazu* (HCT) код *Pinus radiata* које налазимо у елементима трахеја (Wagner et al., 2007). За овај ген раније није било познато да је укључен и у биосинтезу лигнина код четинара, због чега он може представљати нови циљ за добијање индивидуа које су генетички модификоване за мању количину лигнина при производњи дрвета и биогорива.

# 3

## ПОГЛАВЉЕ

# ПРОЦЈЕНА РИЗИКА ОД ГЕНЕТИЧКИ МОДИФИКОВАНИХ ОРГАНИЗАМА

### ***3.1. Шта је процјена ризика од ГМО, када и како се она врши?***

Процјена ризика од ГМО представља низ анализа на основу којих се врши процјена здравствене исправности и еколошке прихватљивости сваке појединачне сорте или хибрида ГМ биљака. Процјена ризика се врши прије него што се допусти ограничена употреба ГМО или комерцијално гајење сваке поједине сорте или хибрида ГМ биљака и/или дозволи пуштање на тржиште производа од одређене сорте или хибрида ГМ биљака. Основни принцип при изради процјене ризика је „*да се оцјењује индивидуални ГМО, а не технологија*“, због чега је неопходно да научна процјена ризика буде изведена према принципу „*случај по случај*“, што значи да се увијек испитује појединачни ГМО. Такође при изради процјене ризика неопходно је да се слиједи приступ „*корак по корак*“, што значи да се сваки ГМО увијек прво испитује од фазе ограничене употребе која подразумијева тестове у затвореним системима, лабораторијама и стакленицима, након чега у случајевима позитивне процјене ризика у затвореним системима слиједи фаза испитивања у животној средини која обухвата пољске огледе. Уколико испитивани ГМО добије позитивну процјену ризика и дође до његовог одобравања закон прописује и обавезу сталног мониторинга могућих штетних утицаја на околину и на здравље људи после пуштања на тржиште или намјерног увођења у животну средину (Тркуља и сар., 2015).

При утврђивању, анализи и оцјени могућих штетних утицаја на околину и на здравље људи, потребно је узети у обзир четири врсте утицаја, и то: 1) *директне утицаје*, који се односе на примарне утицаје на здравље људи или околину који су посљедица самог ГМО-а и не настају узрочно-посљедичним ланцем догађаја, 2) *индиректне утицаје*, који се

односе на утицаје на здравље људи или околину а који настају узрочно-посљедичним ланцем догађаја механизма попут међудјеловања с другим организмима, преноса генетичког материјала или промјена у употреби или управљању, 3) *тренутне утицаје*, који се односе на утицаје на здравље људи или околину који се уоче током периода уношења ГМО-а, који могу бити директни или индиректни, као и 4) *одгођене (накнадне) утицаје*, који се односе на утицаје на здравље људи или животну средину који не морају бити уочени за вријеме уношења ГМО-а, већ кад директни или индиректни утицаји постану видљиви у каснијој фази или након завршетка уношења. Осим тога, мора се провести и анализа *кумулятивних дугорочних утицаја* битних за уношење и стављање на тржиште одређеног ГМО. Кумулативни дугорочни утицаји односе се на акумулиране утицаје на здравље људи и околину, укључујући, између осталог, флору и фауну, плодност земљишта, разградњу органских састојака у земљишту, прехранбену вриједност хране за животиње, биолошку разноликост, здравље животиња и отпорност организама на антибиотике. Осим свега наведеног у обзир треба узети и *социјалну компоненту*, која такође утиче на процјену ризика а обухвата мишљење јавности, недостатак поузданих информација, негативан став медија, противљење активистичких група, неповјерење у индустрију као и економску компоненту ризика (Тркуља и сар., 2015).

Истраживања у „*процјени ризика*“ укључују: анализу стабилности генетичке промјене, анализу потенцијалне токсичности и алергености новог протеина/метаболита, анализу нутриционистичког састава, анализу утицаја на биохемијске процесе, анализу промјене пољопривредне праксе и њене потенцијалне посљедице, анализу утицаја на циљане и друге организме, анализу ширења у околини, анализу могућности преноса генетичке промјене у геном сродних дивљих врста, потенцијалне штетне посљедице, и др.

### **3.2. Које су фазе при изради процјене ризика?**

Процјена ризика од ГМО одвија се у *пет фаза* (Тркуља и сар., 2008а). **У првој фази процјене ризика** за поједине генетички модификоване организме утврђују се и

анализирају специфичне особине тог ГМО-а. Тако процјена ризика мора узети у обзир релевантне техничке и научне појединости у погледу карактеристика:

- приматељског или родитељског организма (организама);
- генетичких модификација, било уградње или изрезивања генетичког материјала и релевантних података о вектору и донору ГМО-а;
- планираног уношења или коришћења, укључујући његов обим;
- потенцијалну животну средину која га прима и
- њихова међудјеловања.

Према Тркуљи и сар. (2008а) у оквиру **друге фазе процјене ризика** у шест корака утврђују се и вреднују могући штетни утицаји намјерног увођења ГМО-а у животну средину и процјена опасности за биолошку разноврсност и здравље људи, при чему је *први корак*: уочавање карактеристика које могу изазвати штетне ефекте; *други корак*: процјена могућих посљедица сваког штетног ефекта, ако до њега дође; *трећи корак*: процјена вјероватноће појаве сваког уоченог појединачног штетног ефекта; *четврти корак*: процјена ризика који представља свака од одређених карактеристика ГМО-а; *пети корак*: примјена стратегија управљања ризиком при намјерном уношењу или стављању ГМО-а на тржиште, и *шести корак*: одређивање свеукупног ризика одређеног ГМО-а.

Морају се идентификовати све карактеристике ГМО-а повезане са генетичком модификацијом које би могле узроковати штетне ефекте на здравље људи и на животну средину. Упоређивање карактеристика ГМО-а са карактеристикама немодификованих организама, у одговарајућим условима уношења или коришћења, помоћи ће при одређивању могућих штетних ефеката и посљедица генетичке модификације у ГМО-у. Важно је да се не занемари ниједан могући штетни ефекат из разлога што је вјероватноћа његовог појављивања мала.

Могући штетни ефекти ГМО-а разликују се од случаја до случаја, а могу укључивати:

- болест опасну за људе, укључујући алергијске или токсичне ефекте;
- болест опасну за животиње и биљке, укључујући токсичне и, понекад, алергијске ефекте;
- ефекте на динамику популација врста у животној средини примаоца те на генетичку разноликост сваке од тих популација;
- измијењене ефекте на патогене и/или векторе који олакшавају ширење заразних болести и/или стварање нових примаоца или вектора;
- ометање профилактичких или терапеутских медицинских, ветеринарских или поступака у заштити биља, нпр. преносом гена отпорних на антибиотике који се користе у медицини за људе или животиње, и
- ефекте на биогеохемију (биогеохемијске циклусе), посебно рециклажу угљеника и азота путем промјена при разлагању органских материја у земљишту.

**У трећој фази процјене ризика** наводи се закључак процјене ризика, који се првенствено заснива на утврђеним и вреднованим могућим штетним утицајима намјерног увођења ГМО-а у околину и процјени опасности за биолошку разноврсност и здравље људи из друге фазе процјене ризика.

**У четвртој фази процјене ризика** описује се поступак израде процјене те се наводе извори података и информација коришћених за израду процјене, упозорава се на могуће недостатке процјене и утврђује се вјероватноћа појаве штетних ефеката уколико је током извођења поступка процјене било објективних потешкоћа.

У завршној, **петој фази процјене ризика**, наводе се подаци о израђивачу процјене и свим особама које су учествовале у изради процјене ризика.

Процјена здравствене исправности намирница добијених од ГМО-а укључује истраживање: могућих директних негативних учинака новог протеина на здравље (токсичност); могућности изазивања алергијске реакције (алергогеност); могућих промјена у прехранбеним својствима, укључујући промјењену концентрацију постојећих токсина и алергогена; стабилности уграђених или промјењених гена и могућности

свих осталих ненамјерних промјена које би могле проizaћи из генетичке модификације.

Европска Агенција за безбједност хране (European Food Safety Authority - EFSA) прописује одговарајућу процедуру за израду процјене ризика од ГМО (Waigmann и сар., 2012), док научни Панел о генетички модификованим организмима Европске Агенције за безбједност хране (EFSA GMO Panel, 2010) препоручује седам специфичних области које је неопходно да се анализирају при изради процјене ризика за животну средину од ГМ биљака, и то: (1) перзистентност и инвазивност ГМ биљака, или њихових компатибилних сродника, укључујући трансфер гена са биљку на биљку; (2) трансфер гена биљка-микроорганизам; (3) интеракција ГМ биљака са циљаним организмима; (4) интеракција ГМ биљака са нециљаним организмима, укључујући критеријуме за селекцију одговарајуће врсте и релевантних функционалних група за процјену ризика; (5) утицај специфичног узгоја, техника управљања и жетве, укључујући разматрање производних система и примање окружења; (6) утицаји на биогеохемијске процесе, и (7) утицаји на здравље људи и животиња.

Поступак за одобрење увођења ГМО-а у животну средину или коришћења у исхрани људи или домаћих животиња је у ЕУ изузетно сложен и захтијева веома обимна и сложена претходна испитивања за израду процјене ризика. Уколико се тестирањем интродукованих гена и њихових производа не утврди појава било каквих штетних ефеката, као и уколико генетички модификовани производ покаже еквивалент у односу на немодификовани производ, те уз испуњавање свих осталих услова из процјене ризика од ГМО, нова сорта или хибрид ГМ биљке може од стране надлежног органа добити одобрење за коришћење у исхрани људи и/или домаћих животиња или за комерцијални узгој и производњу (Тркуља и сар., 2015).



### 3.3. Да ли је ГМ храна опасна по здравље људи?

Ако је конзумирање „стране“ ДНК или протеина опасно по здравље људи, онда током читаве еволуције живимо опасним животима. Све што конзумирамо садржи „страну“ ДНК и протеине. То наравно не значи да је сваки ГМО безбједан, као што није безбједан ни сваки природни протеин. За ГМО не можемо издати генералну лиценцу, али осуђивати технологију у старту не би имало никаквог смисла.

Генетички модификована храна доступна је потрошачима од 1996. године. Широм свијета, а нарочито у САД, људи је конзумирају без видљивих утицаја на здравље, што је евидентирано кроз бројне рецензиране научне часописе, документе и извјештаје регулаторних тијела и агенција. Међутим, о теоретски могућим хроничним утицајима ГМ хране на здравље људи за сада се не може говорити, јер је протекло премало времена од почетка комерцијализације ГМ усјева до данас. Основни принцип процјене ризика и нешкодљивости ГМО производа је **„да се оцјењује индивидуални производ, а не технологија“**. Стратегија процјене ризика за ГМ храну укључује: информације о карактеристикама модификације, укључујући функцију и особине новог гена; нешкодљивост, алергеност и прехранбену вриједност нових супстанци/продуката експресије унесеног гена; идентификацију и евалуацију свих промјена у саставу ГМ производа, испитивање нежељених појава; утицај модификације на токсиколошка својства нове хране; улогу нове хране у прехрани; потенцијалне утицаје прераде и кварења ГМ производа, итд. (Тркуља и сар., 2014а).

Свјетска здравствена организација (WHO) развила је, у сарадњи са другим агенцијама, посебан приступ оцјени нешкодљивости генетички модификованих и других нових намирница (намирнице које су добијене новим технологијама). Посебан приступ се заснива на доказивању *„еквивалентности у битној мјери“*, односно, да се за сваку нову намирницу утврди једнакост са њеним конвенционалним панданом, послје чега се, ако једнакост постоји, нова намирница третира као и њен *„оригинал“*, а ако не, онда нова храна треба бити подвргнута ригорозним испитивањима нешкодљивости (токсиколошка,

алерголошка, прехранбена и друга испитивања). При оцјени нешкодљивости сваког ГМО-а важно је задржати *индивидуални приступ*, односно оцјењивати нешкодљивост сваког ГМО-а или производа за себе. Принцип еквивалентности у битној мјери је предмет критика једног дијела научних кругова у којима се сматра да би генетички модификоване намирнице требало тестирати дуготрајним експериментима храњења животиња и двоструко слијепим испитивањима на добровољцима.

### ***3.4. Процјењују ли се намирнице добијене од ГМО-а различито од начина процјене традиционалних намирница?***

Потрошачи сматрају да су намирнице добијене традиционалном производњом (сл. 2), које се једу већ хиљадама година, здравствено исправне. Међутим, познато је да се и приликом креирања нових сорти и хибрида разних пољопривредних биљака помоћу традиционалних метода оплемењивања, неке од постојећих карактеристика намирница могу промијенити. Премда се од надлежних институција задужених за контролу намирница може затражити да истраже традиционалне намирнице, то није увијек уобичајено па се често дешава да се производи добијени од нових сорти и хибрида разних биљака развијених помоћу традиционалних метода селекције не истражују довољно детаљно методама процјене ризика.



Слика 2. Плодови различитих биљака произведени на традиционални начин (фото: [www.cameroncowan.net](http://www.cameroncowan.net)).

За разлику од њих, код генетички модификованих организама неопходне су посебне процјене, због чега су успостављени посебни системи за детаљно анализирање, вредновање и провјеравање ГМ организама и од њих добијених намирница с обзиром на ризик за људско здравље и животну средину.

Традиционалне намирнице не пролазе сличне провјере. Управо зато за те двије групе намирница настаје знатна разлика у поступку провјере и процјене здравствене исправности прије њихове продаје (Тркуља и сар., 2014а).

### ***3.5. Како се утврђују потенцијалне опасности таквих намирница по здравље људи?***

Процјена здравствене исправности намирница добијених од ГМО-а укључује истраживање:

- а) могућих директних негативних утицаја новог протеина на здравље (токсичност);
- б) могућности изазивања алергијске реакције (алергеност);

- c) могућих промјена у прехранбеним својствима, укључујући промјењену концентрацију постојећих токсина и алергена;
- d) стабилности уграђених или промјењених гена, и
- e) могућности свих осталих ненамјерних промјена које би могле проizaћи из генетичке модификације.



*Слика 3. Нова сорта ГМ ананаса компаније Del Monte са розе бојом унутрашњости плода (фото: C. S. Prakash).*

Прије него што се допусти комерцијално гајење сваке поједине сорте или хибрида ГМ биљака и/или дозволи стављање на тржиште производа од одређене сорте или хибрида ГМ биљака (сл. 3), по закону је обавезно извршити тзв. „процјену ризика“ („risk assesment“), односно низ анализа

на основу којих се врши процјена здравствене исправности и еколошке прихватљивости сваке појединачне сорте или хибрида ГМ биљака. Према Јеленићу (2004б) та истраживања редовно укључују:

- анализу стабилности генетичке промјене,
- анализу потенцијалне токсичности и алергености новог протеина/метаболита,
- анализу нутриционистичког састава,
- анализу утицаја на биогеохемијске процесе,
- анализу промјене пољопривредне праксе и њене потенцијалне посљедице,
- анализу учинка на циљане и друге организме (директан и индиректан),
- анализу ширења у околини,
- анализу могућности преноса генетичке промјене у геном сродних дивљих врста,
- потенцијалне посљедице, и др.

### ***3.6. Које карактеристике ГМО-а изазивају највише забринутости у јавности?***

Иако процјене здравствене исправности обухватају врло широки спектар анализа, највише пажње се посвећује: алергености, токсичности, могућности непожељног преноса одређених гена и укрштању ГМ усјева с конвенционалним усјевима или сродним дивљим врстама, пошто ове потенцијалне карактеристике ГМО-а и изазивају највише забринутости у јавности.

**Алергеност.** Настоји се избјегавати пренос гена из организма за које се зна да су алергени, осим ако се не докаже да протеински производ пренесеног гена није алерген. Иако се алергеност плодова и других јестивих дијелова различитих биљака које су произведене на традиционални начин (сл. 4) не истражује, Организација за храну и пољопривреду UN (FAO) и Свјетска здравствена организација (WHO) разрадиле су протоколе за тестирање намирница добијених из ГМО-а. Према њиховим извјештајима за сада нису утврђене алергијске реакције на “ГМ намирнице“ које су тренутно присутне на тржишту. Међутим, неке намирнице које су

добијене од ГМО-а, а за које је утврђено да имају алергени учинак, повучене су са тржишта. Примјер за то је повлачење са тржишта хибрида кукуруза „*Star Link*” у САД 2000. године, за који је утврђено да је код извјесног броја осјетљивих особа проузроковао појаву алергијских реакција.



Слика 4. Плодови и други јестиви дијелови различитих биљака које су произведене на традиционални начини (фото: [www.ebrookosteopathy.co.uk](http://www.ebrookosteopathy.co.uk)).

**Токсичност.** Генетичким модификацијама долази до измјена одређених биохемијских процеса у домаћинству. Због наведеног постоји могућност да неки од продуката метаболизма постану токсични или да се неконтролисано повећа производња постојећег токсина, због чега се при процјени здравствене исправности сваког појединачног ГМО овој потенцијалној могућности посвећује посебна пажња.

**Хоризонтални пренос гена и могуће стварање резистентности према појединим антибиотицима.** Постоји изражена бојазан да би потенцијални пренос одређених гена из “ГМ намирница” у ћелије нашег организма или у бактерије у нашем пробавном систему (тзв. “*хоризонтални пренос гена*”) могао неповољно утицати на људско здравље. У том контексту посебно забрињавају гени за отпорност на поједине антибиотике, који се налазе у неким ГМ биљкама, пошто се ти антибиотици истовремено

примјењују и у лијечењу. Иако је вјероватноћа преноса мала, стручњаци FAO-а и WHO-а у последње вријеме инсистирају на прихватању искључиво ГМ биљака без гена за отпорност на антибиотике.

**Укрштање ГМ биљака са конвенционалним усјевима или сродним дивљим врстама.** Оваква укрштања, уколико до њих дође, као и мијешање сјеменског материјала, могу имати индиректни утицај на животну средину и здравствену исправност намирница. Та је опасност стварна, јер је у САД-у доказано да је дошло до мијешања једног типа кукуруза одобреног само за храну за животиње с кукурузом намијењеним људској исхрани (случај горе поменутог хибрида кукуруза „*Star Link*”, који је због тога морао да буде повучен са тржишта). Неке су земље усвојиле стратегије за смањење ове појаве (тзв. „коегзистенција”), што укључује прописивање метода за безбједно раздвајање поља на којима расту ГМ усјеви од поља с конвенционалним усјевима (Тркуља и сар., 2014а).

### ***3.7. Зашто ГМ намирнице изазивају забринутост међу потрошачима?***

Први пут су ГМ намирнице стављене на тржиште деведесетих година прошлог вијека. Од тада међу потрошачима и неким политичарима је присутна забринутост због таквих намирница, посебно у Европи. Потрошачи се често питају: *“Зашто је то мени потребно?”* Међутим, када је ријеч о лијековима који су добијени од ГМО, многи потрошачи лакше прихватају биотехнологију као корисну за њихово здравље. Такође, треба нагласити да прве ГМ намирнице уведене на европско тржиште нису пружале никакву директну корист или добит за потрошаче, већ су биле искључиво економски исплативије за пољопривреднике, њихове произвођаче. Овом треба додати да се повјерење потрошача у здравствену исправност хране у Европи знатно смањило због низа афера у вези са храном (кравље лудило, диоксини у пилетини, и сл.). Наведене афере су настале због економских интереса произвођача хране, недовољне или криве информисаности јавности и неодговорног понашања

одговорних владиних тијела. Ови случајеви нису имали везе с ГМ намирницама, али су резултирала већим неповјерењем јавности према службеним информацијама. Забринутост потрошача у Европској унији резултирала је обавезним означавањем ГМ хране, као и хране намијењене за исхрану животиња.

### **3.8. Како је забринутост јавности утицала на продају ГМ намирница у ЕУ?**

Забринутост јавности због ГМО-а и намирница добијених од ГМО-а имала је значајан утицај на тржиште ГМО-а у ЕУ. Тако је 1998. године у ЕУ, усљед огромног притиска јавности уведена привремена забрана стављања ГМ производа на тржиште, односно *de facto мораторијум*, који је био на снази до 2002. године. Продаја таквих намирница и ГМО-а и даље је предмет прецизне и обимне законске регулативе коју је ЕУ успоставила још почетком 1990-их година. Поступак за одобрење увођења ГМО-а у животну средину је у ЕУ изузетно сложен и захтијева веома опсежна претходна испитивања, као и споразум између земаље чланице ЕУ која жели да гаји ГМ усјеве и Европске комисије. Између 1991. и 1998. године Европска комисија је одобрила стављање на тржиште (продају) 18 ГМО-а, последице чега је, од укидања забране 2004. године до данас, одобрено још неколико ГМ производа, те сјетва 17 хибрида ГМ кукуруза, који су се већ током 2007. године узгајали у 8 земаља ЕУ (Шпанија, Француска, Чешка Република, Португал, Њемачка, Словачка, Румунија и Пољска). Такође, усљед притиска јавности у ЕУ је законом прописано обавезно означавање (декларисање) производа који садрже или се састоје или су произведени од ГМО. Исто тако, законски прописи прописују и случајну контаминацију конвенционалне хране ГМ материјалом, при чему је означавање производа обавезно за намирнице које садрже минимални праг од 0,9% одобрених ГМО, док за количине испод тог прага означавање није обавезно. Идентичну праксу прописује и Закон о ГМО у Босни и Херцеговини (Тркуља и сар., 2014а).



# 4

## ПОГЛАВЉЕ

# МЕТОДЕ ДЕТЕКЦИЈЕ ГЕНЕТИЧКИ МОДИФИКОВАНИХ ОРГАНИЗАМА

### ***4.1. Како препознајемо и на основу којих метода поуздано утврђујемо присуство ГМО?***

У сврху контроле присуства генетичких модификација у сјеменском материјалу и готовим производима (храни за људе и храни за домаће животиње) развијен је читав спектар метода за детекцију њиховог различитог квалитативног и квантитативног присуства. Ове технике се односе на посматрање и анализу три различита параметра, и то: *присуство нове особине (фенотипа), присуство специфичних протеина и анализу нуклеинских киселина.*

#### *4.1.1. Детекција ГМО на бази фенотипа*

Ова метода је базирана на анализи испољавања особина које дају трансгени и примјенљива је само за неке особине (нпр. толерантност према тоталним хербицидима), а захтјева одређени пораст и развиће испитиваног организма, што је често дуготрајан процес (нпр. израстао усјев се третира тоталним хербицидима при чему ће све биљке које нису ГМ угинути).

#### *4.1.2. Детекција ГМО на бази специфичних протеина*

Ове методе детекције ГМО укључују аналитичке технике које подразумевају употребу антителијела као тест реагенаса (тзв. серолошке методе). Ове методе се заснивају на реакцији која настаје након ињектирања тестне супстанце (антигена) у тијело животиње, када имуни систем препознаје страну супстанцу и одговара производњом специфичних антителијела која се вежу за антигене, што представља основу методе која се користи у овим анализама. Најчешће коришћени имуно-тест је тзв. ELISA тест (*Enzyme Linked Immunosorbent Assay*) који се примјењује у лабораторији за тестирање неких ГМО (нпр. присуство „*Roundup Ready*” протеина који је саставни

дио ензима одговорног за резистентност према хербицидима на бази глифосата). Такође, развијени су и „брзи имуно-тестови“ („*Stripe*“ методе), који се могу лако користити ван лабораторије у пољу за детекцију ГМ усјева. Технике ГМО детекције на протеинском нивоу су врло осјетљиве и често се осим за биљни материјал употребљавају и за анализу животињских узорака (Тркуља и сар., 2014а).

#### 4.1.3. Детекција ГМО на бази анализе нуклеинских киселина

За утврђивање присуства генетичких модификација у узорцима биљног материјала примјењује се PCR метода (Polymerase Chain Reaction - ланчана реакција полимеразе) у чијој основи је биохемијска реакција која омогућава *in vitro* умножавање (амплификацију) одређеног фрагмента ДНК и која је у суштини имитација синтезе ДНК која се нормално одвија у свим живим организмима.

PCR је метода којом се релативно кратки циљани дио ДНК (ген или дио гена) умножава у велики број идентичних копија. Основни принцип PCR методе је селективно *in vitro* умножавање циљане секвенце ДНК молекула у реакцијској туби у и до неколико милијарди пута без претходног изоловања из масе ДНК молекула присутних у узорку. Циљни дио ДНК молекуле који се жели умножити (ген или дио гена) одређује се кратким олигонуклеотидним секвенцама - *прајмерима*, који су комплементарни крајевима сегмента ДНК од интереса. Ови прајмери су покретачи серије реакција помоћу ензима *ДНК полимеразе*, која на основу једног ланца ДНК синтетизује нови, комплементарни ланац, при чему величина синтетизованог дијела ДНК молекуле одговара дужини коју омеђују изабрани прајмери.

Процес извођења PCR -а може се подијелити у три фазе: изолација ДНК из узорка и припрема PCR смјеше, затим PCR реакција, и на крају идентификација PCR продуката.

*У првој фази* (изолација ДНК из узорка) која се састоји од већег броја аналитичких корака из припремљеног узорка биљног материјала се изолује (екстрахује) ДНК. За екстракцију биљне ДНК из анализираног узорка користи се стандардни протокол за екстракцију ДНК из биљног материјала. На крају прве фазе врши се квантификација, тј.

одређује се колична изоловане ДНК из узорка, након чега се на основу утврђене количине изоловане ДНК узорак ДНК разријеђује на оптималну концентрацију која се на тај начин припрема за другу фазу - PCR амплификацију.

У другој фази (PCR амплификација) се изолованој ДНК из узорка у реакцијској туби додаје узорак испитиване ДНК (која ће бити калуп за копирање комплементарног ДНК ланца), два одговарајућа олигонуклеотидна прајмера, термостабилна ДНК полимераза, нуклеотиди – градивни елементи ДНК (dATP, dCTP, dGTP, dTTP), јони  $Mg^{2+}$  и реакцијски пуфер. Након мијешања компоненти у реакцијској туби, оне се постављају у термосајклер (сл. 5), односно уређај за PCR амплификацију. Основна одлика PCR апарата је брза, аутоматизована, циклична и прецизна промјена температуре 30 до 50 пута (у зависности од тестираног узорка и коришћеног протокола) под контролом микропроцесора, која је неопходна за извођење реакције полимеризације. У овом уређају се на основу програмираног температурног режима врши амплификација циљане ДНК.



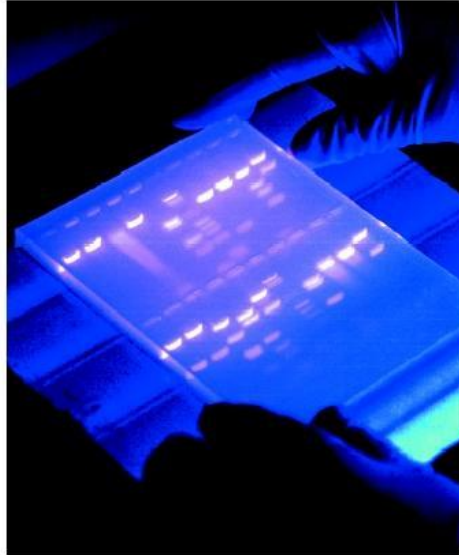
Слика 5. Детаљ из процеса детекције ГМО на бази анализе ДНК помоћу стандардног PCR

PCR може бити: 1) квалитативан, и 2) квантитативан. Квалитативни PCR може бити стандардни, RT-PCR, *in situ* PCR, док је квантитативни PCR Real Time PCR (PCR у реалном времену), који такође може бити стандардни и RT-PCR. При *квалитативној* детекцији ГМО користи се стандардни PCR (сл. 5) којим се може детектовати мање од 0,1% модификованог садржаја у необрађеном материјалу, при чему се овим методама може само потврдити или негирати присуство ГМО, односно циљаних ДНК секвенци карактеристичних за ГМО. Међутим, за *квантификовање ГМО-а*, тј. за утврђивање тачног процента присуства циљаних ДНК секвенци карактеристичних за ГМО у укупном узорку, користи се квантитативни Real Time PCR (Тркуља и сар., 2014а).

**1) Стандардни PCR** се изводи уз коришћење једног пара прајмера који омогућава амплификацију циљне секвенце ДНК и служи само за детекцију њеног присуства или одсуства (квалитативни PCR). Један циклус PCR реакције се састоји од три корака, и то: 1) *денатурација дволанчане ДНК матрице* (кидање водоникових веза између комплементарних ланаца ДНК под дејством температуре одвија се на 95°C, при чему се заустављају све ензимске реакције нпр. екстензија из претходног PCR циклуса); 2) *хибридизација прајмера са матрицом* (формирање водоникових веза између прајмера и одговарајућих секвенци на једноланчаној ДНК матрици), која се одвија при температури 40-65° С, у зависности од нуклеотидне секвенце и дужине прајмера; 3) *елонгација прајмера* (уградња нуклеотида на 3' крај прајмера катализована ензимом ДНК полимеразе), која се одвија при температури 72° С, што представља оптималну температуру за рад ДНК полимеразе.

У *трећој фази* стандардног PCR (електрофореза на агарозном гелу) се врши визуелизација продуката PCR (сл. 6) на начин да се претходно припремљена амплификована ДНК узорка помоћу стерилних пипита наноси на агарозни гел постављен у посебне кадице уређаја за хоризонталну електрофорезу. Нанешени узорак ДНК се на агарозном гелу раздваја на основу дужина базних парова под дејством електричног поља. По завршетку електрофорезе агарозни гел

се боји етидијумбромидом, материјом која има особину да емитује свјетлост под дејством ултравиолетног зрачења. Гел се фотографише у посебном уређају за фотографисање гела, након чега се приступа анализи добијених резултата (Тркуља и сар., 2014а).

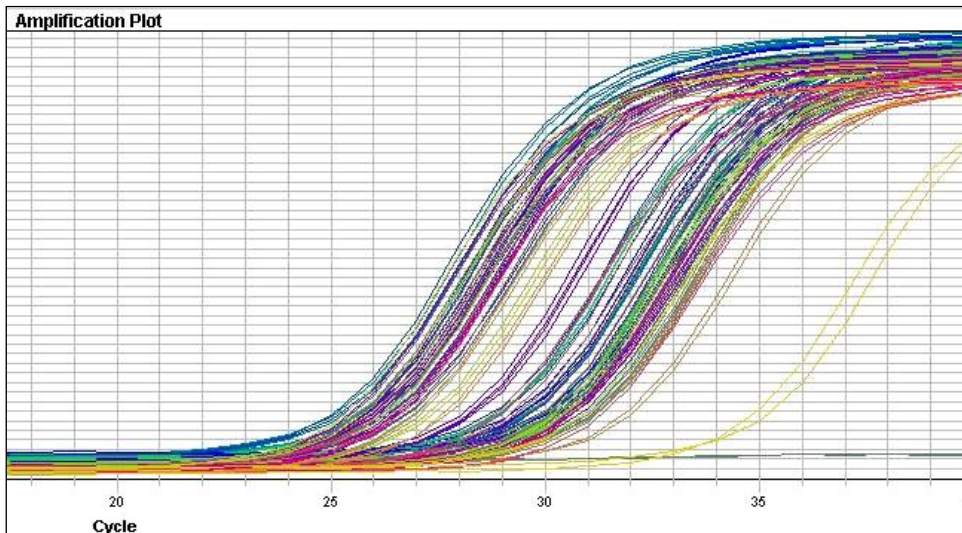


Слика 6. Електрофоретска анализа *PCR* продуката на агарозном гелу

**2) *Real Time PCR*** (*PCR* у "реалном" времену) омогућава квантитативну анализу добијеног ампликона у испитиваном узорку, нпр. број копија неког гена, као и одређивање нивоа експресије одређеног гена (квантитативни *PCR*). Нпр., код анализе % ГМО у узорку користе се стандарди са већ познатим % одређеног ГМО (0,1%, 0,9%, 3%, 5%, 10%). Компарацијом добијеног ампликона из узорка и познатих стандарда утврђује се тачан % ГМО у испитиваном узорку. Примјеном *Real Time PCR* -а може се одредити и ниво експресије одређеног гена.

*Real Time PCR* је поступак који се базира на стандардном *PCR* -у, јер су и за њега неопходни добро изолована ДНК, оптимално изабрани прајмери за реакцију и оптимизиране све фазе *PCR* реакције (денатурација, избор и услови везивања прајмера, синтеза ДНК - елонгација комплементарног ДНК ланца). Основна разлика и велико технолошко унапређење *Real Time PCR* у односу на

стандардни PCR је у томе што Real Time PCR омогућује детекцију и квантификацију умноженог циљаног сегмента ДНК у реалном времену, односно у току амплификације узорка (сл. 7), због чега нема потребе за визуелизацијом продуката PCR реакције електрофорезом на агарозном гелу, као и у томе што Real Time PCR има систем за детекцију PCR продукта заснован на детектору флуоресценције (Тркуља и сар., 2014а).



Слика 7. Динамика PCR реакције у реалном времену (Real Time PCR), односно у току амплификације узорка. До 22. циклуса концентрација PCR продукта је врло ниска, док између 22. и 32. циклуса реакција поприма линеарни, па логаритамски раст, да би око 35. циклуса дошло до формирања тзв. "платоа". У том дијелу PCR реакција није више ефикасна.

У пракси постоје три варијације овог система у смислу финалне детекције количине PCR производа амплификације, и то: 1) примјена хемијског једињења (нпр. Syber Green) које се може уградити између нуклеотида двоструког ланца ДНК и при томе емитовати флуоресценцију чији се интензитет прати; 2) примјена прајмера обиљежених флуоресцентним једињењима, тако да се амплификација ДНК прати преко уградње прајмера у PCR продукт, при чему се заправо прати пораст интензитета флуоресценције, 3) примјена стандардних

прајмера и специјалних проба које су комплементарне циљаном сегменту ДНК, а обиљежене су различитим комбинацијама једињења који емитују свјетлосну енергију и једињења који блокирају такво дјеловање. Током PCR реакције динамика односа ових једињења се мијења, тако да се као крајњи ефект мјери пораст енергије зрачења у облику флуоресцентне свјетлости. Најпознатији примјери за такав приступ су TaqMan пробе америчке компаније Applied Biosystems и FRET систем који је развила компанија Roche Diagnostics (Тркуља и сар., 2014а).

# 5

## ПОГЛАВЉЕ

# ГЕНЕТИЧКИ МОДИФИКОВАНИ ОРГАНИЗМИ И БИОСИГУРНОСТ

## 5.1. Шта је то биосигурност?

*Биосигурност* је систем који се, у контексту модерне биотехнологије и генетички модификованих организама, односи на сигурност животне средине и биодиверзитета, укључујући и сигурност и здравље људи. Безбједност хране представља посебан аспект биосигурности. Међународне обавезе (*Конвенција о биолошкој разноликости, Картагена Протокол*) као и глобална политика налажу разматрање биосигурносних проблема. У оквиру познате „Агенде 21“, чл. 16. истакнуто је да „*биотехнологија обећава значајан допринос савременој пољопривреди, здрављу људи и заштити животне средине, али само ако постоје дефинисани адекватни биосигурносни механизми*“.

Модерна биотехнологија подразумејева систем алата који се користе како би се биљке, животиње и микроорганизми унаприједили за добробит друштва – дакле, ријеч је о технологији заснованој на биологији. У дефиницији која се први пут појавила 1982. године у ОЕСД публикацији *Биотехнологија – међународни трендови и перспективе*, биотехнологија се описује као примјена принципа науке и инжењерства на процесирање материјала помоћу биолошких посредника у циљу добијања роба и услуга. Дефиниција је широка те се односи на узгајање биљака и животиња за прехрану, употребу микроорганизма за добијање прехранбених производа попут јогурта или пива, или употребу микроорганизма у здравству. У свом цјелокупном обиму дефиниција се може односити и на употребу биолошких ентитета у унапређењу индустријских процеса. Често се биотехнологија односи на генетичко инжењерство, иако неки, у том случају, радије користе термин „модерна“ биотехнологија, одређујући је као субдисциплину. Као



практични почетак развоја биотехнологије можемо означити епоху када је постала позната производња сира или активност квасца.

Савремена биотехнологија обећава побољшање производње хране (квалитета и квантитета), редукцију оптерећења животне средине, предност у исхрани, медицини и фармацији, као и отварање алтернативних начина производње потребних синтетичких материјала.

Поред дефинисања биотехнологије исти ОЕСД документ из 1982. даје препоруке владама да су дужне дефинисати одговарајуће механизме за регулисање безбједности како би јавност стекла повјерење у производе модерне биотехнологије. Први документ који је одговорио на ове препоруке је ОЕСД „*Blue Book*“. Ова публикација је унаприједила сигурносне концепте за развој и комерцијализацију ГМО, укључујући и процјену ризика, пољопривреду и животну средину, те разумјевање активности генетички модификованих биљака. Међутим, прво разматрање механизма биолошке контроле и регулације истраживања рекомбинантне ДНК у вези је са *Asilomar konferencijom* (Pacific Grove, California) која је одржана у САД 1974. године.

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, рођена 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* је ступила на снагу 29. новембра 1993. године и тренутно представља базични међународни споразум који се бави питањима биолошке разноликости. Она земљама чланицама осигурава „*свеобухватан и цијеловит приступ у очувању биолошке разноликости, те одрживо кориштење природних добара и праведну и једнакомјерну подјелу добробити произашлих из искоришћавања генетичког богатства*“ (Тркуља и сар., 2014а).

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 велик 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 сигурност кориштења 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.

Губитак сваког сегмента биолошке разноврсности (генетичка разноврсност, разноврсност врста, као и разноврсност заједница и екосистема које те врсте чине) умањује потенцијал живог свијета, а самим тим и људске врсте, да се прилагоди променљивој, односно стално мијењајућој животној средини (Тарасјев и сар., 2006). Савремена истраживања показала су да човјек има користи од очуване биолошке разноврсности како кроз квалитетан естетски и културни доживљај, тако и путем коришћења услуга екосистема или директном употребом врста биљака и животиња у фармацеутској, прехранбеној и грађевинској индустрији (Futuyma, 1998).

Према Тарасјеву и сар. (2006) постоји ризик да би ширење генетички модификованих организама у аутохтоне екосистеме, у случају да они посједују модификације које би их чиниле компетитивно супериорнијим, могло довести до негативних ефеката по очување локалне биолошке разноврсности, а и шире. На примјер, генетички модификоване биљне врсте које синтетишу Bt протеине са инсектицидним ефектом могу угрозити такозване "нециљне" врсте инсеката. Због тога ови аутори истичу да са појавом нових технологија, наша животна средина неминовно постаје

лабораторија за широк спектар експеримената на и са генетички модификованим организмима што отвара простор за прављење непоправљивих грешака и отвара многа етичка питања.

На принципима Конвенције о биолошкој разноликости, препознајући њен пуни значај, 1995. године је формирана радна група која је израдила нацрт Протокола о биолошкој сигурности (*Картагена протокол*), који је усвојен 2000. године, а ступио је на снагу 8. септембра 2003. године за све земље потписнице. Циљ овог протокола је да допринесе успостављању одговарајућих нивоа заштите у сфери сигурног прекограничног преноса, провоза, руковања и употребе *живих модификованих организама* (енгл. *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 (Тркуља и сар., 2014а).

## **5.2. Шта је Картагена протокол о биолошкој сигурности?**

**Картагена протокол о биолошкој сигурности (СРВ)** је међународни споразум који правно обавезује своје потписнике и регулише међудржавно или прекогранично кретање живих модификованих организама (енгл. „*Living modified organism – LMO*”). Намирнице добијене од ГМО-а улазе у оквир Протокола само ако садрже ЛМО-е који су способни преносити генетички материјал или се размножавати. Основа Протокола је услов према којем извозници морају од увозника затражити пристанак прије прве пошиљке ЛМО-а намијењеног пуштању у животну средину. Осим наведеног, Протокол промовише биолошку сигурност одређујући правила и процедуре за сигуран пренос, провоз, руковање и коришћење живих модификованих организама, с посебним нагласком на прекогранични пренос и провоз ЛМО-а, а одређује и временске рокове у којима се одлуке морају донијети. Такође се одређује низ процедура у зависности од намјене ЛМО-а, па тако постоје посебне

процедуре за ЛМО-е који ће се намјерно уводити у животну средину, посебне за оне ЛМО-е који се планирају користити директно за храну, храну за животиње или у производњи, те посебне процедуре за ЛМО-е који се употребљавају у затвореним системима. Према Протоколу земље потписнице су дужне обезбједити сигурно руковање, паковање и транспорт ЛМО-а, те да пошиљка ЛМО-а преко границе мора бити пропраћена одговарајућом документацијом у којој се, међу осталим подацима, тачно наводи и врста живих модификованих организама и даје 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-а* засновану на чињеницама, те *сигурно руковање тим организмима*. 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-а при чему се у обзир могу узети и властити социо-економски интереси, уколико су они у складу с међународним обвезама. Принцип предострожности мора се базирати на детаљној анализи опасности за сваки појединачни ЛМО, али он не одгађа доношење одлуке.

Земље потписнице Протокола морају такође изградити капацитете који ће омогућити спровођење мјера за уклањање штетних посљедица од утврђеног могућег ризика, као и мјере које треба предузети у случају неконтролисаног ширења одређеног ЛМО-а у животnoj средини. Да би се омогућило лакше провођење Протокола, основан је и *Међународни механизам за размјену обавијештења о биолошкој сигурности* (енгл. **Biosafety Clearing House - BCH**) за земље потписнице Протокола, преко којег се размјењују информације (Тркуља и сар., 2014а).

Током одржавања „Самита о Земљи“ промовисана је и позната „Агенда 21“ као програм одрживог развоја за 21.

вијек, који обухвата све аспекте модерне науке, укључујући и биотехнологију. Осим наведених, у значајне међународне документе о биосигурности убраја се и UNEP -ов *Међународни технички водич за сигурност у биотехнологији*, донесен 1995. године, као и документи донесени на *Свјетском самиту о одрживом развоју УН* (Рио Самит о Земљи + 10) одржаном у Јоханесбургу у Јужној Африци 2002. године, чији је главни циљ био дефинисање националних, регионалних и глобалних обавеза са освртом на биосигурност и принципе њихове имплементације (Тркуља и сар., 2014а).

Упркос разликама између биосигурносних система различитих држава, њихова структура је слична и обавезно укључује слиједеће елементе:

- 1) биосигурносну политику;
- 2) биосигурносне регулативе;
- 3) систем поступања са апликацијама, који подразумева:
  - а) преглед потпуности (административни и технички подаци) и адекватности апликације,
  - б) процјену ризика („*Risk assessment*“) – при којем обавезно треба узети у обзир: донорски и реципиентски организам, векторе, инсерте, ЛМО, детекцију и идентификацију ЛМО-а, планирану употребу, животну средину, и др.
  - с) доношење одлука (законито и транспарентно);
- 4) мониторинг и инспекције;
- 5) информације за јавност.

# 6

## ПОГЛАВЉЕ

# ЗАКОНОДАВСТВО О ГМО У СВИЈЕТУ, ЕВРОПСКОЈ УНИЈИ И БИХ

### 6.1. *Какво је законодавство о ГМО у свијету?*

Да би се било гдје у свијету различите сорте или хибриди ГМ биљака могле да узгајају или стављају на тржиште као храна за људе или храна намијењена за исхрану домаћих животиња оне морају проћи процес одобравања (ауторизације или регистарције) чија је процедура у свијету прописана различитим законодавством. Циљ законодавства у вези са ГМО је заштита живота и здравља људи, заштита здравља и добробити животиња, заштита животне средине и биодиверзитета, као и заштита интереса потрошача (Тркуља, 2015). Међутим, у свијету не постоји јединствено законодавство којим је област ГМО регулисана, већ је ова материја у различитим земљама различито регулисана. 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, док у ЕУ производи са >0,9% одобрених ГМО морају бити означени, у Бразилу и Аустралији храна са >1% ГМО мора бити означена, изузев ГМ соје у Бразилу, док у Јапану тај праг износи 5%.

Према (Тркуља и сар., 2015) различити сегменти из области ГМО су регулисани већим бројем различитих међународних конвенција, протокола, споразума, упутстава и смјерница, које су наведене у наставку текста.

- 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, припремљена је и

усаглашена *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* је ступила 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, биодиверзитета и здравља људи од могућих штетних посљедица производа модерне биотехнологије. У исто вријеме признаје се велик потенцијал модерне биотехнологије у унапређењу људског благостања преко пољопривреде, заштите здравља људи и подмирења потреба за храном. *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 животну средину и људско здравље. Потписницом ове *Конвенције* Босна и Херцеговина је постала августа 2002. године.

- 2) *Картагена протокол о биолошкој сигурности (The Cartagena Protocol on Biosafety - CPB)*. На принципима *Конвенције*, препознајући њен пуни значај, 1995. године је формирана 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. До децембра 2018. године Картагена протокол о биолошкој сигурности је потписала 171 држава. Циљ овог протокола је да допринесе успостављању одговарајућих нивоа заштите у сфери сигурног прекограничног преноса, провоза, руковања и употребе *живих модификованих организама* (енгл. *Live Modified Organisms, LMO* - термин који означава само сјеме и живе организме, а не и храну од LMO), који су производ модерне биотехнологије, а могу имати штетне ефекте на конзервацију и одрживу употребу биолошког диверзитета, узимајући у обзир и здравље људи. Картагена протокол о биолошкој сигурности је

међународни споразум који правно обавезује своје потписнике и регулише међудржавно или прекогранично кретање ЛМО . Основа Протокола је услов према којем извозници морају од увозника затражити пристанак прије прве пошиљке ЛМО -а намијењеног пуштању у животну средину. Према Протоколу земље потписнице су дужне обезбједити сигурно руковање, паковање и транспорт ЛМО -а, те да пошиљка ЛМО -а преко границе мора бити пропраћена одговарајућом документацијом. Због тога Картагена протокол о биолошкој сигурности има за циљ да осигура усклађен међународни правни оквир за разумну и еколошки сигурну примјену нове биотехнологије. У ту сврху Протокол нуди бројне алате:

- a) *Договорна процедура претходног информисања (Advanced Informed Agreement procedure, AIA)* – Ова процедура мора бити испоштована прије првог слања ЛМО који ће бити пуштени 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 овластити пошиљаоца да унутар наредних 270 дана изврши испоруку. Сврха ове процедуре је да земљи увозници да довољно времена за процјену ризика који би могао бити у вези са увозом таквог ЛМО .
- b) *Механизам за размјену обавијести о биолошкој сигурности (Biosafety Clearing House, BCH)* – Има задатак да олакша размјену научних, техничких и правних информација, као и информација о заштити животне средине, у вези са ЛМО путем интернета (WEB страница). Свака чланица за ову сврху је дужна одредити институцију и задужену особу (Focal point).
- c) *Процјена ризика и управљање ризицом (Risk assesment and risk management framework)* – Проводи се на научној основи а на основу усвојених метода процјене ризика. У случају недовољних научних сазнања у вези са одређеном ЛМО , земља увозница може примијенити принцип предострожности и забранити увоз ЛМО .



- d) *Изградња капацитета (Capacity building)* – Протокол осигурава финансијску подршку, као и међународну сарадњу при научној и техничкој обуци кадра и трансферу технологије.
- e) *Јавна свијест (Public awarnes)* – Чланица протокола дужна је осигурати јавности приступ информацијама, те уважавати одлуке јавности о биолошкој сигурности.
- 3) ***Свјетска трговинска организација (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 *СТО* 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 до децембра 2018. има 164 државе чланице које заједно чине око 98% свјетске трговине. Главни циљ *WTO* је обезбјеђивање услова за трговину без препрека, у предвидивим оквирима. У том смислу, успостављен је систем правила *WTO* који 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 примјенити на генетички модификоване организме (*ГМО*), 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*).
  - Осим тога, *WTO* прихвата све стандарде, препоруке и смијернице 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 одредби 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 смијернице 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 (*WTO*) прихвата све стандарде, препоруке и смијернице 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 смијернице 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* смијернице 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 21. вијек, који обухвата све аспекте модерне науке, укључујући и биотехнологију.

## **6.2. Како је законодавство о ГМО у ЕУ?**

Законодавство о ГМО у Европској унији је настајало од раних 1990. година. Ова специфична регулатива у основи има два главна циља:

- 1) да заштитити здравље људи и животну средину, и
- 2) да осигура слободно кретање сигурних и здравих генетички модификованих производа у ЕУ.

Данас је законодавство ЕУ о ГМО веома сложено и састављено је из више различитих директива, уредби, одлука и препорука, и то:

- Директива 98/81/ЕС од 26. октобра 1998. године, као измјена и допуна Директиве 90/219/ЕЕС, *о ограниченој употреби генетички модификованих организама*. Ова Директива регулише истраживања и индустријски оквир активности укључујући ГМО (као што су нпр. генетички модификовани вируси или бактерије) у затвореним окружењима у којима је контакт са популацијом и околином избјегнут. Ово укључује радне активности у лабораторији или другим затвореним системима.
- Директива 2001/18/ЕС од 12. марта 2001. године *о намјерном испуштању у животну средину ГМО-а*, која се примјењује на два типа активности:
  - 1) експериментално ослобађање ГМО-а у околину, тј. увођење ГМО-а у околину ради експерименталних сврха (нпр. за различите пољске тестове), што је регулисано у дијелу Б ове Директиве;
  - 2) постављање на тржиште ГМО-а (ГМО се при том дефинише као производ који садржи ГМО или се састоји од таквих организама), нпр. трансформација

ГМО-а у индустријске производе је углавном регулисана у дијелу Ц ове Директиве.

- Уредба (ЕС) No 1829/2003 од 22. септембра 2003. године којом се прописује *стављање на тржиште ГМО хране и хране за животиње или хране и хране за животиње која садржи или се састоји од ГМО-а.*
- Уредба (ЕС) No 1830/2003 од 22. септембра 2003. године којом се прописује *следљивост и обиљежавање генетички модификованих организама и следљивост прехранбених производа за људску исхрану и исхрану животиња произведених од ГМО,* и која у том сегменту мијења Директиву 2001/18/EZ.
- Уредба (ЕС) No 1946/2003 од 15. јула 2003. године о *прекограничном кретању ГМО-а,* којом се регулише намјерно и ненамјерно кретање ГМО-а између држава чланица ЕУ и трећих земаља са изузетком намјерног кретања у оквиру ЕУ.
- Уредба (ЕС) No 65/2004 од 14. јануара 2004. године успоставља *систем за развој и додјеливање јединствених идентификационих кодова за ГМО.*
- Одлука Комисије 2004/204/EZ од 23. фебруара 2004. године, којом се утврђују детаљне информације о вођењу регистара одобрених ГМО, предвиђених у Директиви 2001/18/EZ Европског парламента и Савјета ЕУ.
- Уредба (ЕС) No 641/2004 од 6. априла 2004. године о детаљним правилима за имплементацију Уредбе (ЕС) No 1829/2003 Европског парламента и Савјета ЕУ за *ауторизацију нове генетички модификоване хране и хране за животиње, обиљежавање постојећих производа или технички неизбјежног присуства ГМ материјала гдје је искоришћена повољна евалуација ризика.*
- Уредба (ЕС) No 882/2004 од 29. априла 2004. године о *званичним 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.*

- Препорука Комисије 2004/787/ЕС од 4. октобра 2004. године *о техничким смјерницама за узорковање и детекцију ГМО и производа од ГМО-а* или производа у контексту Уредбе (ЕС) No 1830/2003.
- Уредба (ЕС) No 1981/2006 од 22. децембра 2006. прописује детаљна правила за спровођење члана 32. Уредбе (ЕС) No 1829/2003 Европског парламента и Савјета ЕУ *у вези референтних лабораторија за генетички модификоване организме у земљама чланицама ЕУ.*
- Уредба (ЕС) No 298/2008 од 11. марта 2008. године о измјенама и допунама Уредбе (ЕС) No 1829/2003 о генетички модификованој храни за људску исхрану и храни за животиње, а тиче се *извршних овлашћења додијелених Комисији.*
- Директива 2009/41/ЕС од 6. маја 2009. године *о ограниченој употреби генетички модификованих микроорганизама.*
- Проведбена Уредба Комисије (ЕУ) бр. 503/2013 од 3. априла 2013. године *о пријавама за одобрење генетички модификоване хране и хране за животиње у складу с Уредбом (ЕЗ) бр. 1829/2003 Европског парламента и Вијећа и о измјени Уредби Комисије (ЕЗ) бр. 641/2004 и (ЕЗ) бр. 1981/2006.*
- Директива (ЕУ) 2015/412 од 11. марта 2015. године о измјени Директиве 2001/18/ЕЗ *у вези могућности држава чланица да ограниче или забране узгој генетички модификованих организама (ГМО-а) на свом државном подручју* којом ће се државама чланицама на принципу начела супсидијарности омогућити више флексибилности при одлучивању желе ли узгајати ГМО-е на свом државном подручју, а да то не утиче на процјену ризика предвиђену у ЕУ за одобравање ГМО-а било за вријеме одобравања или након њега тј. омогућити ће се право одлучивања у вези узгоја ГМО на дијелу или цијелом подручју држава чланица, као и слобода избора потрошача, пољопривредника те привредних субјеката и свих

других учесника у области узгоја ГМО-а. Државе чланице Европске уније које желе ограничити или забранити узгој ГМО-а на дијелу или на цијелом подручју, обавезне су најкасније до 1. октобра 2015. године о томе обавијестити Европску комисију и с тим у вези извршити прилагођавање националног правног оквира којим ће се прописати изузеће одређеног географског подручја у тој држави чланици Европске уније.

Сва наведена легислатива гради услове које, нпр. компанија или било која научно-истраживачка институција мора да задовољи прије него што буде дозвољен развој, употреба или пуштање на тржиште ГМО-а или прехранбених производа изведених из ГМО-а.

За разлику од законодавста у САД које се заснива на претпоставци да процес биотехнологије сам по себи не носи јединствен или посебан ризик због чега храна произведена на овај начин треба да буде подвргнута истим регулативама као и храна добијена конвенционалним начином узгоја, у законодавству Европске уније се сматра да храна добијена од генетички модификованих биљака може да носи нови ризик који мора бити процијењен и посебно регулисан. Ово се односи на директан ризик, као што је потенцијална алергеност или токсичност, али и на индиректни дугорочни ефекат на околинду и потрошаче, који се можда данас не може предвидјети ("*принцип предострожности*"). Исто тако, ГМО или прехранбени производи добијени из ГМО-а (храна и храна за животиње која садржи или се састоји од ГМО-а) који се стављају на тржиште морају такође задовољити услове **означавања и сљедљивости**. Ови услови су прописани у Уредби (ЕС) No 1829/2003 и Уредби (ЕС) No 1830/2003 а које се тичу сљедљивости (праћења) и означавања хране и хране за животиње која је произведена и/или се састоји и/или потиче од ГМО-а и измјене Директиве 2001/18/ЕС (Тркуља и сар., 2014а).

### **6.3. Каква је ситуација у БиХ у вези са легислативом о ГМО?**

На основу члана IV 4. а) Устава Босне и Херцеговине, на приједлог Агенције за безбједност хране Босне и Херцеговине (у даљњем тексту: Агенција), Парламентарна скупштина Босне и Херцеговине, на 44. сједници Представничког дома, одржаној 21. јануара 2009. године, и на 25. сједници Дома народа, одржаној 26. фебруара 2009. године, усвојила је **Закон о генетички модификованим организмима** (у даљњем тексту: Закон о ГМО) који је објављен у “Службеном гласнику БиХ”, број: 23/09. Закон о ГМО је усаглашен са важећом ЕУ легислативом из ове области, односно са уредбама и директивама које су донесене до 2009. године. Законом о ГМО предвиђа се систем јединствене контроле хране на присуство ГМО од фарме до трпезе. У наставку је дат кратки преглед појединих поглавља БиХ Закона о ГМО са нагласком на практичне аспекте овог Закона, односно са аспекта подносиоца захтјева и потрошача, односно свих гађана Босне и Херцеговине.

#### **6.4. Који су принципи уведени Законом о ГМО у БиХ?**

Закон о ГМО у Босни и Херцеговини уводи:

- принцип за процјену ризика;
- сложену процедуру *обавезне регистрације (одобравања) ГМО* прије ограничене употребе, намјерног уношења у животну средину и стављања на тржиште;
- захтјеве да се осигура обиљежавање и слједљивост на свим нивоима стављања одобрених ГМО или производа који садрже и/или се састоје и/или потичу од ГМО на тржиште;
- захтјеве за пост-тржишни мониторинг, укључујући и дугорочне ефекте повезане са интеракцијом са другим ГМО-има и околином;
- мандатно информисање јавности;
- обезбјеђивање информација које дозвољавају идентификацију и детекцију ГМО-а да се олакша посттржишна инспекција и контрола;
- ограничено одобравање појединих ГМО-а на максимално пет година са могућношћу да буде прекинуто у случају појаве било какве научно

- засноване информације о негативном ефекту одобреног ГМО;
- облигаторну сагласност Вијећа за ГМО састављеног од експерата из те области за издавање одобрења за одређени ГМО, и
  - обавезу консултација јавности о одлукама за одобравање ГМО-а.

### ***6.5. Како је Законом о ГМО у БиХ регулисано уношење ГМО у животну средину?***

На основу Закона о ГМО могуће је поднијети захтјев за уношење ГМО-а у животну средину ради експерименталних разлога или због стављања ГМО-а на тржиште.

**Експериментало уношење ГМО-а у животну средину** је у потпуности регулисано овим Законом, а оно може бити дозвољено због изучавања, истраживања, демонстрације или развоја нових сорти и хибрида ГМ биљака, уз прецизне мјере ограничења које је неопходно предузети да се ограничи контакт између ГМО-а и популације или животне средине у цјелини, при чему се проучава понашање ГМО-а у отвореном окружењу и његова интеракција са другим организмима и животном средином.

Ако су резултати експерименталног уношења позитивни, компанија може одлучити поднијети захтјев за **стављање ГМО на тржиште**, тј. омогућити га доступним трећим странама без накнаде или за накнаду. Ово је каснији стадиј у развоју и употреби ГМО-а који садржи нпр. трансфер ГМО-а без надокнаде између комерцијалних партнера или маркетинг ГМО-а. Дакле, ГМО може бити стављен на тржиште из разлога *намјерног уношења у животну средину или као производ који ће се користити непосредно као храна и/или храна за животиње или за прераду у други производ*. Стављање на тржиште ГМО-а је такође стриктно регулисано овим Законом.

### ***6.6. Како се процјењује ризик усљед уношења ГМО у животну средину?***



Поступак процјене ризика усљед уношења ГМО у животну средину обухвата појединачну анализу сваког ГМО-а и његовог потенцијалног утицаја на животну средину, стабилност у животној средини и могући утицај на дотични екосистем у који се ГМО уводи, као и његов потенцијални утицај на биодиверзитет и здравље људи.

### ***6.7. Који су поводи за забринутост усљед уношења ГМО у животну средину?***

Основни поводи за забринутост усљед уношења ГМО у животну средину су:

- a) могућност директног ширења ГМО-а у животној средини;
- b) могућност укрштања ГМО-а са сродним врстама;
- c) могући негативни учинак ГМО на нециљане организме, нпр. корисне инсекте;
- d) могућност дуготрајне присутности промијењених гена у земљишту након жетве ГМО усјева;
- e) потенцијални негативни учинак ГМО на биолошку разноликост;
- f) непознате промјене због могуће нестабилности генетичке модификације и
- g) могућа повећана употреба заштитних хемијских средстава.

Због свега наведеног, садашња научна истраживања посебно се усредсређују на потенцијално штетни утицај унесених ГМО у животној средини на корисне инсекте или на бржу појаву резистентних инсеката, на потенцијално стварање нових биљних патогена, на пренос гена за отпорност према тоталним хербицидима на друге биљке, на појаву корова резистентних према тоталним хербицидима, на смањену примјену плодоредом у одређеним локалним ситуацијама, на потенцијално штетне посљедице одређеног ГМО-а на биолошку разноликост, и друга слична практична питања.

### **6.8. Како се исправно врши означавање производа који се састоји, садржи или је произведен од ГМО?**

Поред захтјева за могућност праћења, Закон о ГМО у БиХ уводи обавезу означавања (декларисања) производа који се састоји, садржи или је произведен од ГМО. Основни циљ увођења *обавезног означавања* је информисање потрошача и корисника о производу, тако да ће потрошачи моћи да заштите своје основно “право на избор”, тј. *моћи ће да сами доносе одлуку да ли желе или не желе да купују и конзумирају храну која садржи ГМО.*

Тако ће према Закону о ГМО за производе који садрже или се састоје од одобреног ГМО субјекти у пословању бити дужни осигурати да:

- a) на запакованом производу на ознаци (декларацији) да пише: „Овај производ садржи компоненте генетички модификованих организама“ или „Овај производ садржи генетички модификован (назив организма)“;
- b) се на незапованом производу (нпр. производу у ринфузи) понуђеном крајњем потрошачу ознака: „Овај производ садржи генетички модификоване организме“ или „Овај производ садржи генетички модификован (назив организма)“ постави на производ или непосредно уз производ.

Иста правила у вези обавезе праћења и означавања (декларисања) се односе и на храну за животиње (укључујући и разне врсте концентроване хране за животиње која садржи ГМ соју), с циљем да се фармерима обезбједе тачне информације о саставу и својствима хране за животиње коју они користе за исхрану домаћих животиња.

### **6.9. Који су изузеци од захтјева за означавање производа који се састоје, садрже или су произведени од ГМО?**

Конвенционални производи, тј. производи који у себи не садрже генетичке модификације, могу бити ненамјерно контаминирани са ГМО током бербе, складиштења, транспорта или прераде. Ово се не односи на ГМО. Узимајући

то у обзир, Закон о ГМО у БиХ је поставио ограничење („*праг толерантности*“) изнад којег конвенционална храна за људе, као и храна намијењена за исхрану стоке мора да буде означена као производ који се састоји, садржи или је произведен од ГМО (Тркуља и сар., 2014а).

Тако, према Закону о ГМО у БиХ конвенционални производи који су „контаминирани“ са ГМО (али искључиво са ГМО који је претходно одобрен) не подлијежу обавезном праћењу и означавању *уколико садрже трагове ГМО испод границе од 0,9%*, под условом да је присуство трагова тог ГМО технички неизбјежно.

**6.10. Да ли ће месо или млијeko од животиње која је храњена храном за животиње која се састоји, садржи или је произведена од ГМО такође морати бити означено као генетички модификовано?**

У складу са Законом о ГМО у БиХ, а на основу ЕУ легислативе којом је регулисана ова област (Уредба (ЕС) No 1829/2003), *није обавезно означавање производа као што су месо, млијeko и јаја* који су добијени од животиња које су храњене ГМ храном или су третиране са ГМ лијековима.

**6.11. Да ли су правила за означавање производа који се састоје, садрже или су произведени од ГМО која прописује Закон о ГМО у БиХ у складу са међународним тржишним правилима?**

Правила означавања (декларисања) производа који садрже или се састоје од ГМО која прописује Закон о ГМО у БиХ су у потпуности у складу са ЕУ легислативом којом је регулисана ова област и узимају у обзир обавезе БиХ према међународној трговини, као и Картагена протокол о биосигурности, посебно у односу на обавезе увозника који увозе овакве производе у БиХ, као и обавезе при потенцијалном извозу из БиХ оваквих производа трећим земљама. Због тога су правила за означавање (декларисање) производа који садрже или се састоје или потичу од ГМО у

потпуности усаглашена са правилима Свјетске трговинске организације (WTO), јер су: јасна, транспарентна и недискриминирајућа (Тркуља и сар., 2014а).

**6.12. Да ли у БиХ постоји стандард за праћење производње, контролу и систем сертификавања и означавања производа с ознаком „без ГМО“?**

Босна и Херцеговина је успоставила стандард за праћење производње, контролу и систем сертификавања и означавања производа с ознаком „без ГМО-а“ (“ГМО- free”). Овај стандард може се примјењивати на производе на бази биљака, прерађевина и производе животињског поријекла, а израђен је с циљем да се потрошачима омогући слобода избора хране и хране за животиње.

Правила за производњу без ГМО-а за све фазе у хранидбеном ланцу, као и за коришћење одговарајућих термина за потребе означавања, презентовања и оглашавања дефинисана су *Смјерницама за утврђивање процеса производње и означавања хране произведене без ГМО*, док се контрола усуглашености са ознаком „без ГМО-а” проводи у складу с одредбама *Смјерница за контролу производње без генетички модификованих организама (ГМО) заснованих на ризику*.

Да би храна носила ознаку “без ГМО” или другу ознаку која то имплицира, за исхрану, адитиве или помоћна средства у преради хране не могу се користити ГМО и производи који се састоје, садрже или су произведени од ГМО.

Руководиоци и/или привредни субјекти који пласирају на тржиште храну и/или храну за животиње у складу са смјерницама требају осигурати одговарајуће доказе за праћење поштовања правила дефинисаних смјерницама. То подразумијева документацију о припреми, третирању, преради и мијешању хране или хране за животиње којом се потврђује да су у вези са тим испоштовани сви захтјеви прописани у смјерницама. Контролу и сертификацију усаглашености са смјерницама могу водити само сертификацијска тијела која посједују ваљану акредитацију у складу са стандардом ISO 17065.

# 7

## ПОГЛАВЉЕ

# ГЕНЕТИЧКИ МОДИФИКОВАНИ ОРГАНИЗМИ – *Будући трендови*

## **7.1. *Какви су будући трендови у области генетички модификованих организама?***

Данас се већ убрзано ради на даљем истраживању и постепеном увођењу тзв. друге и треће генерације генетички модификованих биљака са побољшаним нутриционистричним квалитетом и новим технолошким и другим особинама, као што су одложено зрење плодова воћака, те отпорност на стрес, као и толерантност на сушу, заслаћеност и ниску плодност земљишта, што све заједно отвара нове прилазе и могућности за савлађивање многих добро познатих ограничења тропске пољопривреде, а све с циљем производње већих количина хране (Тркуља и сар., 2009, 2014а; Тркуља и Михаић Салапура, 2017). Осим тога, интензивно се истражују могућности стварања нових трансгених биљака које би давале храну обогаћену новим хранљивим састојцима, па чак која би истовремено била и лијек. Према Тркуљи и Рајчевићу (2007) генетички инжињеринг може имати и потенцијал за обезбјеђивање посебног капацитета толерантности или резистентности према проузроковачима болести биљака.

Према заговорницима биотехнологије нови приступ контролисању биљних патогена има потенцијал да спријечити губитке на усјевима и смањи примјену пестицида, а може бити и веома користан за проузроковаче биљних болести који се тешко сузбијају постојећим методама.

С обзиром на значајан пораст површина под ГМ биљкама који је у свијету забиљежен у прве 22 године њихове комерцијализације (1996–2017), очекује се даљи пораст површина под ГМ биљкама у наредном периоду. Евидентно је да биотехнологија нуди и врло значајне предности за повећање

ефикасности производње биогорива и у индустријским и у земљама у развоју и да ће она бити главни фактор развоја производње биогорива у будућности.

Међутим, оданост добрим праксама гајења биљака, као што су плодоред и управљање резистентношћу према инсектима и хербицидима за ГМ биљке ће и даље остати критична тачка, као што је било и у току прве декаде. Такође, мора се наставити пракса доброг управљањем узгојем ГМ усјева, посебно са државама на југу, које ће бити носиоци развоја ГМ усјева у наредној декади.

Такође, у наредном периоду се све више говори о увођењу биотехнолошких иновација у сточарству при чему се као главни циљеви наводе повећање млијечности и прираста мяса код животиња, повећање броја потомака по јединки, бескрајно умножавање животиња циљаних особина, повећање резистентности животиња према болестима, искључивање непожељних особина (нпр. рогови), повећање брзине раста (примјер лососа), производња лијекова у млијеку, боље искоришћавање хране, смањење масноће мяса, лакше аклиматизовање условима узгоја, итд. Овакви циљеви би се у будућности могли постићи путем коришћења различитих биотехнолошких метода, као што су: вјештачко осјемењавање, ембриотрансфер, клонирање, хибридизација и генетичке модификације (Велацић и сар., 2008; ISAAA, 2012).

Међутим, још увијек постоје бројна отворена питања у вези коришћења генетички модификованих животиња, при чему се наводи да оно носи бројне ризике, као што су: утицај на добробит животиња, ризици у вези клонирања животиња, употребе хормона раста, прелажења граница врста, одговор природе на смањење разноликости, прионска болест (кравље лудило) и др. (Велацић и сар., 2008), због чега коришћење генетички модификованих животиња још увијек није заживјело у пракси.

Имајући све напријед наведено у виду, чини нам се да у наредном периоду, када смо свјedoци узбудљивим и наизглед неограниченим могућностима науке, морамо више него икад учествовати и у дискусији о етици таквих драматичних промјена. Наиме, чини нам се да је у времену које долази више него икад неопходно да нас социјална и етичка правда

воде у испуњењу задатака обезбјеђивања довољних количина хране и енергије, те 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 (Diouf, 2003).

## **7.2. Умјесто закључка**

У времену испред нас, када је пољопривреда на прагу да достигне још једну прекретницу у историји, наговјештавајући значајне и узбудљиве могућности покретања нове зелене револуције, чему су данас свјedoци стотине милиона људи, чини нам се да је посебно важно да транспарентна, прецизна и објективна процјена користи и ризика у вези са употребом ГМО технологије мора бити доступна најширој јавности. Исто тако, етичка одговорност научника мора бити много више изражена, као и комуникација о њиховим проналасцима на начин који може бити разумљив лаицима, при чему сами научници, као и разне научне асоцијације морају одиграти највећу улогу у области едукације цјелокупне јавности о ГМО технологији и њеним посљедицама, те да се мора обезбједити да се ова технологија што *свеобухватније и квалитетније контролише* (Тркуља и сар., 2005). За научнике, али и за цјелокупну људску популацију ово је велики изазов који захтијева много опширнија, транспарентнија и ангажованија истраживања укључујући расподјелу одлучивања и профита на до сада потпуно нов начин. Овај велики изазов од нас захтијева да пратимо, развијамо и повезујемо предјеле знања и везе гдје се наука, етика, здравствена безбједност и сигурност хране сусрећу (Тркуља и сар., 2008).

На крају, сматрамо да би било корисно подсјетити се цитата из Конвенције о биолошком диверзитету и Програма за животну средину UN (CBD i UNEP, 2003), у коме се наводи: "Пошто је биотехнологија тако револуционарна наука и развила је веома моћну индустрију, она има велики потенцијал да преобликује свијет око нас, при чему она већ увелико мијења пољопривреду и оно што већина нас

конзумира. Но, било која већа грешка може да доведе до трагичних и можда трајних промјена у природном свијету. Из ових разлога, *будуће генерације ће се сигурно вратити у наше вријеме и, или ће нам захвалити, или ће нас проклињати због овог што чинимо - или не чинимо - у вези са ГМО и биосигурности*".



## ЛИТЕРАТУРА

- Akiyoshi, D. E., Klee, H., Amasino, R. M., Nester, E. W., Gordon, M. P. (1984): T-DNA of *Agrobacterium tumefaciens* encodes an enzyme of cytokinin biosynthesis. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 81: 5994–5998.
- Annerberg, R. (2003): The Present Status of the Use of Genetically Modified Crops in the EU - the Current Situation and a Vision for the Future. Acta Agriculturae Scandinavica, 53, Supp. 1: 13–17.
- Anterola, A. M., Lewis, N. G. (2002): Trends in lignin modification: a comprehensive analysis of the effects of genetic manipulations/mutations on lignification and vascular integrity. Phytochemistry, 61: 221–294.
- Baertlein, D. A., Lindow, S. E., Panopoulos, N. J., Lee, S. P., Mindrinos, M. N., Chen, T. H. H. (1992): Expression of a bacterial ice nucleation gene in plants. Plant Physiology, 100: 1730–1736.
- Баллиан, Д. (2005): Примјена молекуларних истраживања у шумарству. У: “Увод у генетичко инжењерство и биотехнологију”, (Уредници) К. Бајровић, А. Јеврић-Чаушевић, Р. Хаџиселимовић. INГЕВ, Сарајево, 215–231.
- Баллиан, Д. (2007): Умјетна отпорност шумског дрвећа на основу трансгена. Наше шуме, УЅИТ Сарајево, 10/11: 16–19.
- Баллиан, Д. (2008): Генетика са оплемењивањем шумског дрвећа – приручник са теоријским основама. Шумарски факултет – INГЕВ Сарајево. Универзитетски уџбеник.
- Баллиан, Д. (2009): Биоетика и генетичко загађење шума. Инегративна биоетика и интеркултуралност. Зборник радова: 285–296. Биоетичко друштво у БиХ, Сарајево.

- Балиан, Д., Кајба, Д. (2011): Оплемењивање шумског дрвећа и очување његове генетске разноликости. Универзитетски – Свеучилишни уџбеник (стр. 299).
- Bishop-Hurley, S. L., Zabkiewicz, J. A., Grace, L., Gardner, R. C., Wagner, A., Walter, C. (2001): Conifer GE: transgenic *Pinus radiata* (D. Don) and *Picea abies* (Karst) plants are resistant to the herbicide Buster. *Plant Cell Reports*, 20: 235–243.
- Bizily, S. P., Rugh, C. L., Meagher, R. B. (2000): Phytodetoxification of hazardous organomercurials by genetically engineered plants. *Nature Biotechnology*, 18: 213–217.
- Boerjan, W. (2005): Biotechnology and the domestication of forest trees. *Current Opinion in Biotechnology*, 16: 159–166.
- Brasileiro, A., Tourneur, C., Leple, J.-C., Combes, V. R., Jouanin, L. (1992): Expression of the mutant *Arabidopsis thaliana* acetolactate synthase gene confers chlorsulfuron resistance to transgenic poplar plants. *Transgenic Research*, 1: 133–141.
- CBD and UNEP (2003): Biosafety and the Environment: An introduction to the Cartagena Protocol on Biosafety. Convention on Biological Diversity and the United Nations Environment Programme. <http://www.biodiv.org/doc/press/presskits/bs/cpbs-unep-cbd-en.pdf>.
- Chang, H.-M., Sarkanen, K. V. (1973): Species variation in lignin: effects of species on the rate of Kraft delignification. *TAPPI Journal*, 56: 132–134.
- Che, D. S., Meagher, R. B., Heaton, A. C. P., Lima, A., Rugh, C. L., Merkle, S. A. (2003): Expression of mercuric ion reductase in eastern cottonwood (*Populus deltoides*) confers mercuric ion reduction and resistance. *Plant Biotechnology Journal*, 1: 311–319.
- Che, D. S., Meagher, R. B., Rugh, C. L., Kim, T., Heaton, A. C. P., Merkle, S. A. (2006): Expression of organomercurial lyase in eastern cottonwood enhances organomercury

- resistance *in vitro*. Cellular & Developmental Biology-Plant, 42: 228–234.
- Chupeau, M. C., Pautot, V., Chupeau, Y. (1994): Recovery of transgenic trees after electroporation of poplar protoplasts. Transgenic Research, 3 (1): 13–19.
- Clive, J. (2013): Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2013. International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications (ISAAA) in Briefs.
- Coleman, H. D., Canam, T., Kang, K. Y., Ellis, D. D., Mansfield, S. D. (2007): Overexpression of UDP-glucose pyrophosphorylase in hybrid poplar affects carbon allocation. Journal of Experimental Botany, 58: 4257–4268.
- Comai, L., Sen, L. C., Stalker, D. M. (1983): An altered *aroA* gene product confers resistance to the herbicide glyphosate. Science, 221: 370–371.
- Confalonieri, M., Alegro, G., Balestrazzi, A., Fogher, C., Delledonne, M. (1998): Regeneration of *Populus nigra* transgenic plants expressing a Kunitz proteinase inhibitor (KTi3) gene. Molecular Breeding, 4: 137–145.
- Cushman, J. C., Bohnert, H. J. (2000): Genomic approaches to plant stress tolerance. Current Opinion in Plant Biology, 3: 117–124.
- Davis, M. F., Tuskan, G. A., Payne, P., Tschaplinski, T. J., Meilan, R. (2006): Assessment of populus wood chemistry following the introduction of a Bt toxin gene. Tree Physiology, 26: 557–564.
- De Kam, M. (1984): *Xanthomonas campestris* pv. *populi*, the causal agent of bark necrosis in poplar. European Journal of Plant Pathology, 90: 13–22.
- Delledonne, M., Alegro, G., Belenghi, B., Balestrazzi, A., Picco, F., Levine, A., Zelasco, S., Caligari, P., Confalonieri, M. (2001): Transformation of white poplar (*Populus alba* L.) with a novel *Arabidopsis thaliana* cysteine proteinase

- inhibitor and analysis of insect pest resistance. *Molecular Breeding*, 7: 35–42.
- Di Baccio, D., Tognetti, R., Sebastiani, L., Vitagliano, C. (2003): Responses of *Populus deltoids* × *Populus nigra* (*Populus* × *euramericana*) clone I-214 to high zinc concentrations. *New Phytologist*, 159: 443–452.
- DiCosty, U. R., Whalon, M. E. (1997): Selection of Colorado potato beetle resistant to CryIIIA on transgenic potato plants. *Resistant Pest Management Newsletter*, 9: 33–34.
- Димитријевић, М., Петровић, С. (2004): Генетички модификовани организми – питања и дилеме. Зелена мрежа Војводине, Нови Сад.
- Diouf, J. (2003): Genetically Modified Crops - Why? Why not? *Acta Agriculturae Scandinavica*, 53, Supp. 1: 3–7.
- Donahue, R. A., Davis, T. D., Michler, C. H., Riemenschneider, D. E., Carter, D. R., Marquardt, P. E., Sankhla, N., Sankhla, D., Haissig, B.E., Isebrands, J.G. (1994): Growth, photosynthesis, and herbicide tolerance of genetically modified hybrid poplar. *Canadian Journal of Forest Research*, 24: 2377–2383.
- Edwards, R., Dixon, D. P., Walbot, V. (2000): Plant glutathione S-transferases: enzymes with multiple functions in sickness and in health. *Trends in Plant Science*, 5: 193–198.
- Egziabher, T. B. G. (2001): The inappropriateness of the patent system for life forms and processes. *Third World Network*.
- El-Khatib, R. T., Hamerlynck, E. P., Galardo, F., Kirby, E. G. (2004): Transgenic poplar characterized by ectopic expression of a pine cytosolic glutamine synthetase gene exhibits enhanced tolerance to water stress. *Tree Physiology*, 24: 729–736.
- EFSA Panel on GMO (2010): Guidance on the environmental risk assessment of genetically modified plants. *EFSA Journal*, 8 (11): 1879 [111 pp.].
- European Commission (2018): EU Register of authorised GMOs. [http://ec.europa.eu/food/dyna/gm\\_register/index\\_en\\_new.cfm](http://ec.europa.eu/food/dyna/gm_register/index_en_new.cfm)

- Foyer, C. H., Noctor, G., Lelandais, M., Lescure, J. C., Valadier, M. H., Boutin, J. P., Horton, P. (1994): Short-term effects of nitrate, nitrite and ammonium assimilation on photosynthesis, carbon partitioning and protein-phosphorylation in maize. *Planta*, 192: 211–220.
- FAO/WHO (1996): Biotechnology and food safety. Report of a Joint FAO/WHO Consultation. FAO Food and Nutrition Paper No. 61. FAO, Rome.
- FAO/WHO (2011): Codex Alimentarius Commission, Procedural Manual (Twentieth edition). Joint FAO/WHO Food Standards Programme, FAO, Rome.
- Futuyma, D. J. (1998): *Evolutionary Biology* (3<sup>rd</sup> ed.). Sinauer Associates, Massachusetts, USA.
- Georges, F., Saleem, M., Cutler, A. J. (1990): Design and cloning of a synthetic gene for the flounder antifreeze protein and its expression in plant cells. *Gene*, 91: 159–165.
- Giorcelli, A., Sparvoli, F., Mattivi, F., Tava, A., Balestrazzi, A., Vrhovsek, U., Caligari, P., Bollini, R., Confalonieri, M. (2004): Expression of the stilbene synthase (StSy) gene from grapevine in transgenic white poplar results in high accumulation of the antioxidant resveratrol glucosides. *Transgenic Research*, 13: 203–214.
- Gould, F. (1998): Sustainability of transgenic insecticidal cultivars: integrating pest genetics and ecology. *Annual Review of Entomology*, 43: 701–726.
- Grace, L. J., Charity, J. A., Gresham, B., Kay, N., Walter, C. (2005): Insect-resistant transgenic *Pinus radiata*. *Plant Cell Reports*, 24: 103–111.
- Gullner, G., Komives, T., Rennenberg, H. (2001): Enhanced tolerance of transgenic poplar plants overexpressing gamma-glutamylcysteine synthetase towards chloroacetanilide herbicides. *Journal of Experimental Botany*, 52: 971–979.

- Haworth, R. H., Spiers, A. G. (1988): Characterisation of bacteria from poplars and willows exhibiting leaf spotting and stem cankering in New Zealand. *Forest Pathology*, 18: 426–436.
- Hu, J. J., Tian, Y. C., Han, Y. F., Li, L., Zhang, B. E. (2001): Field evaluation of insect-resistant transgenic *Populus nigra* trees. *Euphytica*, 121: 123–127.
- Hu, L., Lu, H., Liu, Q., Chen, X., Jiang, X. (2005): Overexpression of mtID gene in transgenic *Populus tomentosa* improves salt tolerance through accumulation of mannitol. *Tree Physiology*, 25: 1273–1281.
- Hu, W.-J., Harding, S. A., Lung, J., Popko, J. L., Ralph, J., Stokke, D. D., Tsai, C.-J., Chiang, V. L. (1999): Repression of lignin biosynthesis promotes cellulose accumulation and growth in transgenic trees. *Nature Biotechnology*, 17: 808–815.
- ISAAA (2012): Pocket K No 40: Biotechnology for the livestock industry. <http://www.isaaa.org/kc>.
- ISAAA (2017a): Global status of commercialized biotech/GM crops in 2017: Biotech crop adoption surges as economic benefits accumulate in 22 years. The International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications (ISAAA), Brief No. 53. ISAAA, Ithaca, NY, USA, pp. 1–143.
- ISAAA (2017b): Executive summary: Global status of commercialized biotech/GM crops in 2017. The International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications (ISAAA), Brief No. 53. ISAAA, Ithaca, NY, USA, pp. 1–16.
- James, R. R. (1997): Utilizing a social ethics toward the environment in assessing genetically engineered insect-resistance in trees. *Agriculture Human Values*, 14: 237–249.
- James, R. R., Croft, B. A., Strauss, S. H. (1999): Susceptibility of the cottonwood leaf beetle (Coleoptera: Chrysomelidae) to different strains and transgenic toxins of *Bacillus thuringiensis*. *Environmental Entomology*, 28: 108–109.

- Јеленић, С. (2004а): Биљке оплемењене генетичким инжињерством у комерцијалној употреби. Завод за молекуларну биологију, Природословно-математички факултет, Свеучилиште у Загребу.
- Јеленић, С. (2004б): ГМО – Теорија, пракса и процјена ризика. Завод за молекуларну биологију, Природословно-математички факултет, Свеучилиште у Загребу.
- Jouanin, L., Goujon, T., de Nadai, V., Martin, M.-T., Mila, I., Valet, C., Pollet, B., Yoshinaga, A., Chabbert, B., Petit-Conil, M., Lapierre, C. (2000): Lignification in transgenic poplars with extremely reduced caffeic acid O-methyltransferase activity. *Plant Physiology*, 123: 1363–1374.
- Кајба, Д., Баллиан, Д. (2007): Шумарска генетика. Шумарски факултет Загреб-Шумарски факултет Сарајево. Свеучилишни-Универзитетски уџбеник (стр. 283).
- Kawazu, T. (2004): Development of environmental-stress-tolerant eucalyptus and forest plantations. *Japan TAPPI Journal*, 58: 55–61.
- Lachance, D., Hamel, L.-P., Pelletier, F., Valero, J., Bernier-Cardou, M., Chapman, K., van Frankenhuyzen, K., Seguin, A. (2007): Expression of a *Bacillus thuringiensis* cry1Ab gene in transgenic white spruce and its efficacy against the spruce budworm (*Choristoneura fumiferana*). *Tree Genetics & Genomes*, 3: 153–167.
- Lee, K. H., Isenhardt, T. M., Schultz, R. C. (2003): Sediment and nutrient removal in an established multi-species riparian buffer. *Journal of Soil and Water Conservation*, 58: 1–8.
- Lelieveld, J., Crutzen, P. J. (1990): Influences of cloud photochemical processes on tropospheric ozone. *Nature*, 343: 227–232.
- Luttrell, R. G., Caprio, M. (1996): Implementing resistance management. In: "Proceedings of Beltwide Cotton Production Research Conference (vol. 1), Nashville, Tennessee, USA, 9–12 January 1996, pp. 161–163. National Cotton Council, Memphis, Tennessee, USA.

- Mansfield, S. D., Weineisen, H. (2007): Wood fibre quality and Kraft pulping efficiencies of trembling aspen (*Populus tremuloides* Michx) clones. *Journal of Wood Chemistry and Technology*, 27: 35–151.
- Maredia, K. M. (1997): Sustaining host plant resistance derived through conventional and biotechnological means. In: “Insect resistant maize: recent advances and utilization”. Mihm, J. A. (ed.). Proceedings of an International Symposium held at the International Maize and Wheat Improvement Center (CIMMYT) 27 November–3 December, 1994, pp. 175–179. CIMMYT, Mexico City, Mexico.
- McGaughey, W. H., Gould, F., Gelernter, W. (1998): Bt resistance management. *Nature Biotechnology*, 16: 144–146.
- Meagher, R. B. (2000): Phytoremediation of toxic elemental and organic pollutants. *Current Opinions in Plant Biology*, 3: 153–162.
- Meng, L., Li, H. S., Jin, D. M., Cui, D. C., Wang, B. (2004): Transformation of *Populus deltoids* with CH5B gene. *Biotechnology Bulletin*, 3: 48–51.
- Mentag, R., Luckevich, M., Morency, M.-J., Seguin, A. (2003): Bacterial disease resistance of transgenic hybrid poplar expressing the synthetic antimicrobial peptide D4E1. *Tree Physiology*, 23: 405–411.
- Mittler, R., Shulaev, V., Lam, E. (1995): Coordinated activation of programmed cell death and defense mechanisms in transgenic tobacco plants expressing a bacterial proton pump. *Plant Cell*, 7: 29–42.
- Mohamed, R., Meilan, R., Ostry, M. E., Michler, C. S., Strauss, S. H. (2001): Bacterio-opsin gene overexpression fails to elevate fungal disease resistance in transgenic poplar (*Populus*). *Canadian Journal of Forest Research*, 31: 1–8.
- Murata, N., Ishizaki-Nishizawa, O., Higashi, S., Hayashi, H., Tasaka, Y., Nishida, I. (1992): Genetically engineered alteration in the chilling sensitivity of plants. *Nature*, 365: 710–713.



- Nwanze, K. F., Seetharama, N., Sharma, H. C., Stenhouse, J. W. (1995): Biotechnology in pest management: improving resistance in sorghum to insect pests. *African Crop Science Journal*, 3 (2): 209–215.
- OECD (2010): Safety Assessment of Transgenic Organisms: OECD Consensus Documents. Volume 4, 1–335. OECD Publishing.
- Остојић, Н. (1995): Генетско инжењерство – значајна помоћ у решавању актуелних проблема савремене пољопривреде и у борби човечанства против растуће опасности од глади. *Биљни лекар* 6: 648–650, Нови Сад.
- Park, Y. W., Baba, K., Furuta, Y., Iida, I., Sameshima, K., Arai, M., Hayashi, T. (2004): Enhancement of growth and cellulose accumulation by overexpression of xyloglucanase in poplar. *FEBS Letters*, 564: 183–187.
- Pascual, M. B., Jing, Z. P., Kirby, E. G. Canovas, F. M., Galardo, F. (2008): Response of transgenic poplar overexpressing cytosolic glutamine synthetase to phosphinothricin. *Phytochemistry*, 69 (2): 382–389.
- Pasonen, H. -L., Seppenen, S. -K., Degefu, Y., Rytkenen, A., von Weissenberg, K., Pappinen, A. (2004): Field performance of chitinase transgenic silver birches (*Betula pendula*): resistance to fungal diseases. *Theoretical and Applied Genetics*, 109: 562–570.
- Pilate, G., Guiney, E., Holt, K., Petit-Conil, M., Lapierre, C., Leplé, J. -C., Pollet, B., Mila, I., Webster, E. A., Marstorp, H. G., Hopkins, D. W., Jouanin, L., Boerjan, W., Schuch, W., Cornu, D., Halpin, C. (2002): Field and pulping performances of transgenic trees with altered lignification. *Nature Biotechnology*, 20: 607–612.
- Ray, T. B. (1984): Site of action of chlorsulfuron: inhibition of valine and isoleucine biosynthesis in plants. *Plant Physiology*, 75: 827–831.

- Rizhsky, L., Mittler, R. (2001): Inducible expression of bacteriopsin in transgenic tobacco and tomato plants. *Plant Molecular Biology*, 46 (3): 313–323.
- Riemenschneider, D. E., Haissig, B. E. (1991): Producing herbicide-tolerant *Populus* using genetic transformation mediated by *Agrobacterium tumefaciens* C58: a summary of recent research. In: “Woody plant biotechnology”. M. R. Ahuja (ed.), pp. 247–263. Plenum Press, New York, USA.
- Rockwood, D. L., Naidu, C. V., Carter, D. R., Rahmani, M., Spriggs, T. A., Lin, C., Alker, G. R., Isebrands, J. G., Segrest, S. A. (2004): Short-rotation woody crops and phytoremediation: Opportunities for agroforestry? *Agroforest Systems*, 61: 51–63.
- Roush, R. T. (1997): Bt-transgenic crops: just another pretty insecticide or a chance for a new start in resistance management? *Pesticide Science*, 51: 328–334.
- Roush, R. T., Shelton, A. M. (1997): Assessing the odds: The emergence of resistance to Bt transgenic plants. *Nature Biotechnology*, 15: 816–817.
- 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.
- Schnoor, J. L., Licht, L. A., McCutcheon, S. C., Wolfe, N. L., Carreira, L. H. (1995): Phytoremediation of contaminated soils and sediments. *Environmental Science Technology*, 29: 318–323.
- Serrano, R., Mulet, J. M., Rios, G., Marquez, J. A., de Larrinoa, I. F., Leube, M. P., Mendizabal, I., Pascual-Ahuir, A., Proft, M., Ros, R., Montesinos, C. (1999): A glimpse of the mechanisms of ion homeostasis during salt stress. *Journal of Experimental Botany*, 50: 1023–1036.
- Stewart, J. J., Kadla, J. F., Mansfield, S. D. (2006): The influence of lignin chemistry and ultrastructure on the pulping

- efficiency of clonal aspen (*Populus tremuloides* Michx.). *Holzforchung*, 60: 111–122.
- Strand, S. E., Dossett, M., Harris, C., Wang, X. P., Doty, S. L. (2005): Mass balance studies of volatile chlorinated hydrocarbon phytoremediation. *Zeitschrift für Naturforschung C*, 60: 325–330.
- Tang W., Charles T. M., Newton R. J. (2005): Overexpression of the pepper transcription factor CaPF1 in transgenic Virginia pine (*Pinus virginiana* Mill.) confers multiple stress tolerance and enhances organ growth. *Plant Molecular Biology*, 59: 603–617.
- Tang, W., Tian, Y. (2003): Transgenic loblolly pine (*Pinus taeda* L.) plants expressing a modified delta-endotoxin gene of *Bacillus thuringiensis* with enhanced resistance to *Dendrolimus punctatus* Walker and *Crypyothelea formosicola* Staud. *Journal of Experimental Botany*, 54: 835–844.
- 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. Друштво генетичара Србије, Београд и Српска академија наука и уметности.
- Thompson, M. A., Schnepf, H. E., Feitelson, J. S. (1995): Structure, function and engineering of *Bacillus thuringiensis* toxins. In: “Genetic Engineering” Vol. 17. J.K. Setlow (ed.), pp. 99–117. Plenum Press, New York, USA.
- Tournier, V., Grat, S., Marque, C., El Kayal, W., Penchel, R., de Andrade, G., Boudet, A.-M., Teulières, C. (2003): An efficient procedure to stably introduce genes into an economically important pulp tree (*Eucalyptus grandis* × *Eucalyptus urophylla*). *Transgenic Research*, 12: 403–411.
- Тркуља, В. (2015): Генетички модификовани организми (ГМО) – актуелно стање и методе детекције. Часопис Вјештак из области теорије и праксе вјештачења, 1 (2): 175–180.

- Тркуља, В., Михаић Салапура Јелена (2017): Генетички модификовани организми – актуелно стање у свијету, Европској унији и БиХ. XIV Симпозијум о заштити биља у Босни и Херцеговини, Зборник резимеа: 45–47, Мостар.
- Тркуља, В., Михаић-Салапура Јелена, (2018): Генетички модификовани организми – актуелно стање у свијету, Европској унији и Босни и Херцеговини. The Sixth International Academic Conference “Science and Practice of Business Studies” Banja Luka, Collection of Papers, 1: 372–379.
- Тркуља, В., Михаић-Салапура Јелена, Ковачић-Јошић Драгана, Турковић Бојана, Вуковић Бојана, Васић Јелена, Бабић Гордана (2017): Резултати анализа узорака хране и хране за животиње на присуство генетички модификованих организама (ГМО) током 2015. и 2016. године. The Fifth International Academic Conference “Science and Practice of Business Studies” Banja Luka, Collection of Papers, 1: 442–449.
- Тркуља, В., Радановић, С., Михаић 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.
- Тркуља, В., Рајчевић, Б. (2007): Коришћење биотехнологије у заштити биља од проузроковача болести. IV Симпозијум о заштити биља у БиХ. Зборник резимеа: 43–45, Теслић.
- Тркуља, В., Стојчић, Ј., Радановић, С., Рајчевић, Б. (2006): Коришћење биотехнологије у заштити биља: зашто да, зашто не? III Симпозијум о заштити биља у БиХ. Зборник резимеа: 44–46, Неум.
- Тркуља, В., Стојчић, Ј., Рајчевић, Б., Пељто Амела, Остојић, И. (2009): Генетички модификоване биљке – актуелно стање у свијету и Босни и Херцеговини. VI Симпозијум

- о заштити биља у Босни и Херцеговини, Тузла. Зборник резимеа: 16–18.
- Тркуља, В., Стојчић, Ј., Завишић, Нада (2008): Генетички модификоване биљке: јуче, данас, сутра. Genetically modified plants: yesterday, today, tomorrow. II Међународни конгрес “Екологија, здравље, рад, спорт”. Зборник радова: 347–350, Бања Лука.
- Тркуља, В., Видовоћ, С., Стојчић, Ј., Рајчевић, Б. (2005): Резултати првих истраживања присуства ГМО у храни биљног поријекла у Републици Српској. I саветовање биолога Републике Српске. Зборник резимеа: 11–12, Бања Лука.
- 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 Босне и Херцеговине.
- 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.
- UNEP (1995): UNEP International Technical Guidelines for Safety in Biotechnology. Division of Biosafety and Biotechnology United Nations Environment Programme (UNEP), Nairobi, Kenya.
- Велацић, М., Чакловица, Ф., Фејзић, Н., Кадрић, М., Смајловић, М. (2008): Генетски модифицирани организми. Научна и универзитетска књига, Универзитет у Сарајеву.
- Von Schwartzberg, K., Doumas, P., Jouanin, L., Pilate, G. (1994): Enhancement of the endogenous cytokinin concentration in

- poplar by transformation with *Agrobacterium* T-DNA gene ipt. *Tree Physiology*, 14: 27–35.
- Wagner, A., Ralph, J., Akiyama, T., Flint, H., Phillips, L., Torr K., Nanayakkara, B., Te Kiri, L. (2007): Exploring lignification in conifers by silencing hydroxycinnamoyl-CoA: shikimate hydroxycinnamoyltransferase in *Pinus radiata*. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 104: 11856–11861.
- 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.
- Zhao, S. M., Zu, G. C., Liu, G. Q., Huang, M. R., Xu, J. X., Sun, Y. R. (1999): Introduction of rabbit defensin NP-1 gene into poplar (*P. tomentosa*) by *Agrobacterium* - mediated transformation. *Acta Genetica Sinica*, 26 (6): 711–714.
- Zhu, J. K. (2001): Plant salt tolerance. *Trends in Plant Science*, 6: 66–71.

## **ДОДАТАК 1**

### ***Вијеће за генетички модификоване организме***

На основу члана 55. и 56. Закона о ГМО („Службени гласник БиХ“, број 23/09), Савјет министара Босне и Херцеговине је на приједлог Агенције, на својој 99. сједници одржаној 24.09.2009. године донијело **Одлуку о именовану чланова Вијећа за генетички модификоване организме** (у даљем тексту: Вијеће за ГМО) која је објављена у „Службеном гласнику БиХ“ број: 92/09 од 30.10.2009. године. Овом одлуком именују се чланови Вијећа за ГМО, дефинишу задаци и обавезе Вијећа за ГМО, начин рада, услови за рад, накнаде те правовремено извјештавање о годишњем раду које се подноси Агенцији, а која о томе информише Савјет министара БиХ. Именовани чланови Вијећа за ГМО су:

- проф. др Војислав Тркуља;
- проф. др Рифет Терзић;
- проф. др Иван Остојић;
- проф. др Касим Бајровић;
- проф. др Далибор Баллиан;
- проф. др Стојко Видовић;
- проф. др Ђемо Субашић.

Прва конститутивна сједница Вијећа за ГМО је одржана 22.10.2009. године у службеним просторијама Агенције за безбједност хране Босне и Херцеговине у Мостару. На сједници поред изабраних чланова Вијећа за ГМО присутни су били и представници Агенције за безбједност хране БиХ на челу са доц. др Сејадом Мачкићем, директором Агенције.

На конститутивној сједници усвојен је Пословник о раду Вијећа за ГМО који је прецизно и детаљно урађен у складу са Законом о ГМО („Службени гласник БиХ“, број 23/09).

За предсједника Вијећа за ГМО изабран је проф. др Војислав Тркуља, за првог замјеника проф. др Рифет Терзић, а за другог замјеника проф. др Иван Остојић.

Сви присутни на првој сједници Вијећа за ГМО сложили су се да је ово врло битан дан када је у питању развој

и унапређење науке, безбједност хране и низ других питања која се отварају и која ће тражити одговоре у читавој Босни и Херцеговини, уједно врло важан дан за државу Босну и Херцеговину која тежи ка европским и свјетским интеграцијама.

Мандат напријед наведеним члановима Вијећа за ГМО истекао је у октобру 2013. године, али су они наставили радити у техничком мандату до 6.8.2015. године.

На основу чл. 55. и 56. Закона о ГМО-у („Службени гласник БиХ“, број 23/09), Вијеће министара БиХ је, на приједлог Агенције, на 17. сједници, одржаној 30.7.2015., донијело **Одлуку о именовану чланова Вијећа за генетички модифициране организме**, која је објављена у „Службеном гласнику БиХ“, број 67/15, од 25.8.2015. године. Овом одлуком именовани чланови Вијећа за ГМО су:

- проф. др Војислав Тркуља
- проф. др Рифет Терзић
- проф. др Иван Остојић
- проф. др Фарук Чакловица
- проф. др Далибор Баллиан
- проф. др Стојко Видовић
- проф. др Ахмед Џубур.

Конститутивна сједница Вијећа за ГМО одржана је 06.08.2015. године у службеним просторијама Агенције за безбједност хране БиХ у Мостару. Осим изабраних чланова Вијећа за ГМО, сједници су присуствовали и представници Агенције. За предсједника Вијећа за ГМО изабран је проф. др Војислав Тркуља, за првог замјеника проф. др Рифет Терзић, а за другог замјеника проф. др Иван Остојић.

### ***Подзаконски акти***

Агенција за безбједност хране БиХ у сарадњи са Вијећем за генетички модификоване организме припремила је сет правилника који су прошли сву законску процедуру израде те су донесени од стране Савјета министара БиХ. Сљедећи правилници су објављени у Службеном гласнику БиХ:



- Правилник о начину вођења јединственог регистра генетички модификованих организама („Службени гласник БиХ“, број 17/12);
- Правилник о успостављању система за развој и додјелјивање јединствених кодова за генетички модификоване организме („Службени гласник БиХ“, број 68/12);
- Правилник 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 слједивост и означавање („Службени гласнику БиХ“, бр. 78/12 и 62/15);
- Правилник о садржају пријаве и техничке документације за стављање на тржиште, услова означавања и паковања генетички модификованих организама или производа који садрже и/или се састоје или потичу од генетички модификованих организама („Службени гласнику БиХ“, број 78/12);
- Правилник о садржају и обиму процјене ризика за стављање на тржиште генетички модификованих организама или производа који садрже и/или се састоје или потичу од генетички модификованих организама и методологија за израду процјене ризика („Службени гласнику БиХ“, број 79/12).
- Правилник о условима плана праћења (мониторинга) утицаја генетички модификованих организама или производа који садрже и/или се састоје или потичу од генетички модификованих организама и њихове употребе („Службени гласник БиХ“, број 64/14).
- Правилник о поступку оцјењивања и овлаштења лабораторија за испитивање, контролу и праћење генетички модификованих организама и производа који се састоје, садрже или потичу од генетички модификованих организама („Службени гласник БиХ“, број 73/17).

Наведени правилници између осталог регулишу процедуру за подношење захтјева за стављање на тржиште

ГМО хране и хране за животиње те издавање рјешења о одобрењу за стављање на тржиште ГМО хране и хране за животиње узимајући у обзир мишљење Вијећа за ГМО, све важеће прописе и друге чињенице важне за доношење рјешења о одобрењу.

Цјелокупни процес издавања рјешења о одобрењу за стављање на тржиште ГМО хране и хране за животиње ће се водити уз строге мјере контроле и транспарентности, те стални стручни надзор од стране Вијећа за ГМО.

### ***Протокол о сарадњи***

Дана 20.04.2011. године, потписан је **Протокол о сарадњи за развој овлашћених испитних лабораторија за генетички модификоване организме у БиХ** између Агенције за безбједност хране БиХ и Италијанског института „Istituto Zooprofilattico Sperimentale delle Regioni Lazio e Toscana“ (IZSLT) из Рима, у склопу којег се налази Референтна лабораторија за ГМО.

Предметним Протоколом о сарадњи IZSLT ће пружити подршку БиХ за успостављање референтних лабораторија у БиХ и служиће као потврдна лабораторија за ГМО анализе, када је то потребно. IZSLT ће омогућити и обуке за доносиоце одлука, обуке за инспекторе и за лабораторијско особље, краткорочну мисију лабораторијског стручњака из земље чланице у ГМО лабораторију у БиХ, подршку у припреми службених лабораторија у БиХ да учествују у упоредним схемама тестирања као и подршку у изради националног плана контроле за ГМО. Протокол осигурава да Институт као ЕУ референтна лабораторија за генетички модификоване организме (ГМО) служи као референтна/потврдна лабораторија за Босну и Херцеговину док једна од лабораторија у БиХ не достигне ниво референтности.

Све договорене активности ће бити реализоване путем ARDP пројекта Свјетске банке кроз три пројектна задатка која покривају већину неопходних тренинга за све учеснике система контроле ГМО-а у БиХ који су дефинисани чланом 3. Закона о ГМО-у („Службени гласник БиХ“, број 23/09), а

такође укључују и неопходне обуке за стручно особље све четири овлаштене испитне лабораторије у БиХ.

Савјет министара БиХ је на 155. сједници одржаној 13.07.2011. године **размотрио и усвојио Извјештај Агенције о потписаном Протоколу о сарадњи** за развој овлашћених испитних лабораторија за генетички модификоване организме и активностима на успостављању система за контролу генетички модификованих организама у храни и храни за животиње у БиХ.

## ***ДОДАТАК 2***

### ***Овлашћене испитне лабораторије за контролу ГМО у БиХ***

На основу одредби Правилника о поступку оцјењивања и овлашћивања лабораторија за испитивање контролу и праћење генетички модификованих организама и производа који се састоје, садрже или потичу од генетички модификованих организама („Службени гласник БиХ", број 73/17) надлежна ентитетска министарства пољопривреде и Одјељење за пољопривреду Брчко дистрикта БиХ проводе процедуру и издају рјешења о овлашћивању ГМО лабораторија. Агенција за безбједност хране БиХ води Јединствену листу испитних лабораторија у БиХ за испитивање, контролу и праћење ГМО и производа који се састоје, садрже или потичу од ГМО коју објављује у Службеном гласнику БиХ и на службеној веб страници [www.fsa.gov.ba](http://www.fsa.gov.ba).

## Адресе аутора

**Проф. др Војислав Тркуља**

ЈУ Пољопривредни институт Републике Српске, Бања Лука  
Књаза Милоша 17, 78000 Бања Лука  
e-mail: vtrkulja@blic.net

**Проф. др Далибор Баллиан**

Шумарски факултет, Универзитета у Сарајеву  
Загребачка 20, 71000 Сарајево  
e-mail: balliand@bih.net.ba

**Проф. др Стојко Видовић**

Медицински факултет, Универзитета у Бања Луци  
Саве Мркаља 14, 78000 Бања Лука  
e-mail: vstojko@gmail.com

**Проф. др Рифет Терзић**

Природно-математички факултет, Универзитета у Тузли  
Универзитетска 4, Тузла 75000  
e-mail: rifet.terzic@untz.ba

**Проф. др Иван Остојић**

Агрономски и прехранбено технолошки факултет, Свеучилишта у Мостару  
Бискупа Чуле бб, 88000 Мостар  
e-mail: ivano.sjemenarna@gmail.com

**Проф. др Фарук Чакловица**

Ветеринарски факултет, Универзитета у Сарајеву  
Змаја од Босне 90, 71000 Сарајево  
e-mail: faruk.caklovica@vfs.unsa.ba

**Проф. др Ахмед Џубур**

Агромедитерански факултет, Универзитета „Џемал Биједић“, Мостар  
Универзитетски кампус, 88104 Мостар  
e-mail: ahmed.dzubur@unmo.ba

**Др Џемил Хајрић**

Агенција за безбједност хране Босне и Херцеговине  
Кнеза Вишеслава бб, 88000 Мостар  
e-mail: hajric@fsa.gov.ba

**Проф. др Горан Перковић**

Управа Босне и Херцеговине за заштиту здравља биља  
Маршала Тита 9а, Сарајево 71000  
e-mail: goran.perkovic@uzzb.gov.ba

**Мр Драган Брењо**

Агенција за безбједност хране Босне и Херцеговине  
Кнеза Вишеслава бб, 88000 Мостар  
e-mail: brenjo@fsa.gov.ba

**Армин Чолаковић др вет. мед.**

Агенција за безбједност хране Босне и Херцеговине  
Кнеза Вишеслава бб, 88000 Мостар  
e-mail: colakovic@fsa.gov.ba