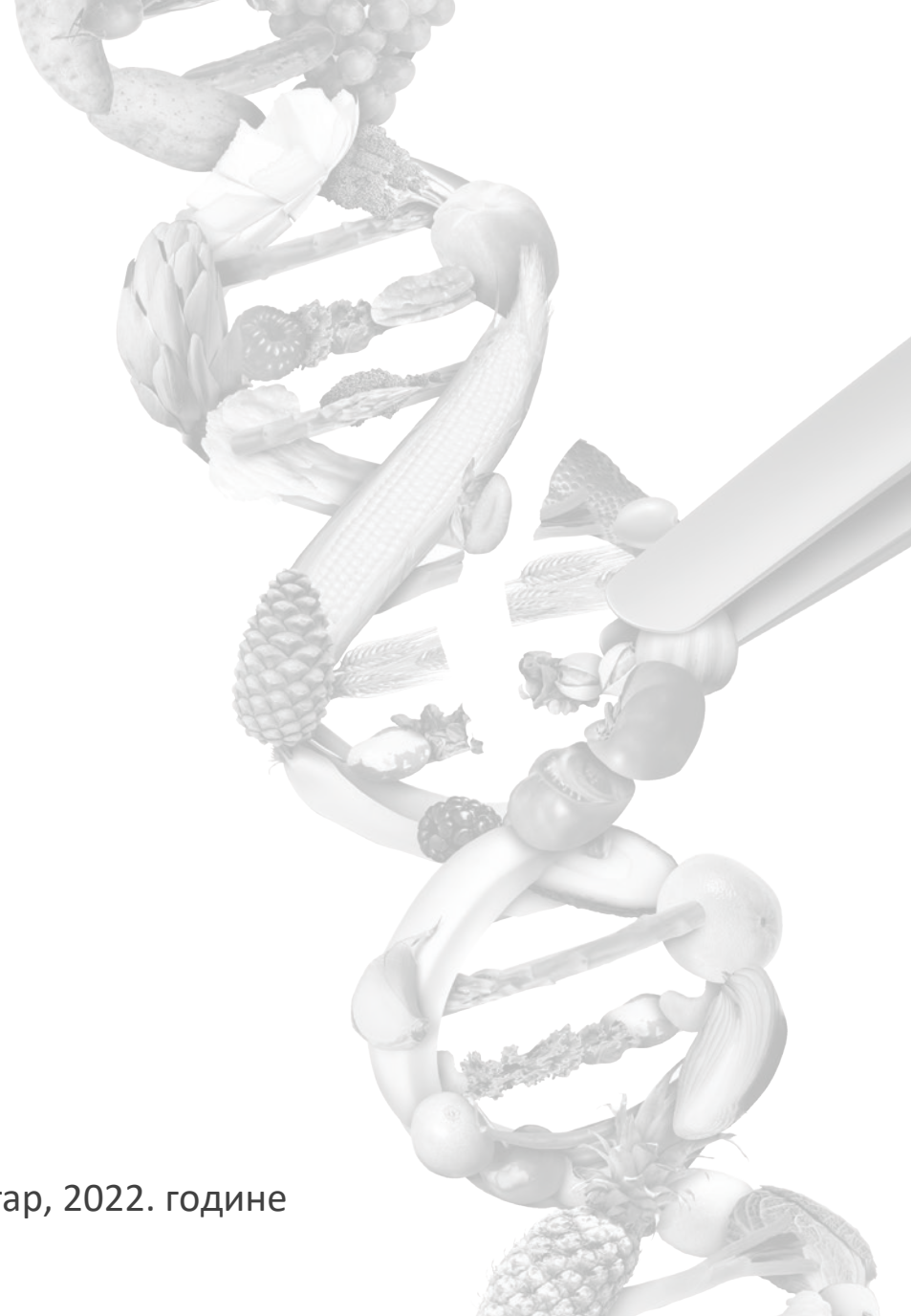
ГЕНЕТИЧКИ МОДИФИКОВАНИ ОРГАНИЗМИ У БОСНИ И ХЕРЦЕГОВИНИ

ГМО

ГЕНЕТИЧКИ МОДИФИКОВАНИ ОРГАНИЗМИ У БОСНИ И ХЕРЦЕГОВИНИ



Мостар, 2022. године

Издавач
Агенција за безбједност хране Босне и Херцеговине

За финансијере
Др Зоран Тегелтија, предсједавајући Савјета министара Босне и Херцеговине
Др Борис Пашалић, министар пољопривреде, шумарства и водопривреде у Влади Републике Српске
Мр Шемсудин Дедић, министар пољопривреде, водопривреде и шумарства у Влади Федерације БиХ

Главни и одговорни уредник
Др Џемил Хајрић,
директор Агенције за безбједност хране Босне и Херцеговине

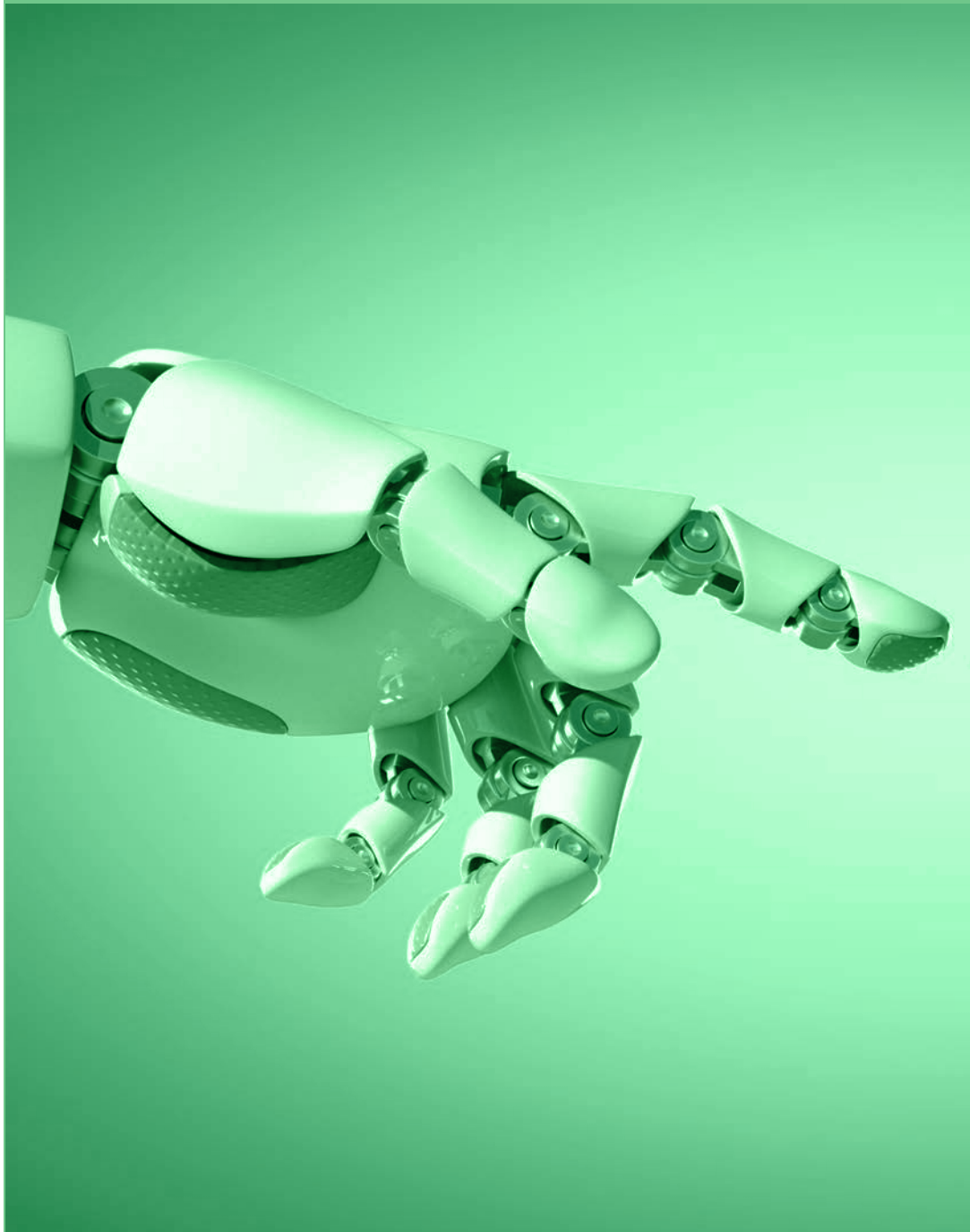
Тираж
9.000 примјерака
(6.000 босански/хрватски - латиница; 3.000 српски - ћирилица)

Припрема за штампу и дизајн
Никола Савић

Лектори:
Александра Агинчић - за српски језик
Тамара Чапељ - за хрватски језик
Лејла Нухоџић - за босански језик

Штампа:
***

Цитирање:
Матаруга, М., Чакловица, Ф., Пржуљ, Н., Петровић, Д., Мачкић, С., Иванковић, С., Гаши, Ф., Дурмић Пашић, А., Чолаковић, А. (2022): Генетички модификовани организми у Босни и Херцеговини, Агенција за безбједност хране, п:56.



Аутори - чланови Савјета за ГМО

Др Милан Матаруга, редовни професор на Шумарском факултету Универзитета у Бањој Луци
Др Фарук Чакловица, професор емеритус на Ветеринарском факултету Универзитета у Сарајеву
Др Ново Пржуљ, редовни члан Академије наука и умјетности Републике Српске, редовни професор на Пољопривредном факултету Универзитета у Бањој Луци
Др Данијела Петровић, ванредни професор на Агрономском и прехрамбено-технолошком факултету Свеучилишта у Мостару
Др Сејад Мачкић, ванредни професор на Фармацеутско-здравственом факултету Универзитета у Травнику,
Др Станко Иванковић, редовни професор на Агрономском и прехрамбено-технолошком факултету Свеучилишта у Мостару
Др Фуад Гаши, редовни професор на Пољопривредно-прехрамбеном факултету Универзитета у Сарајеву

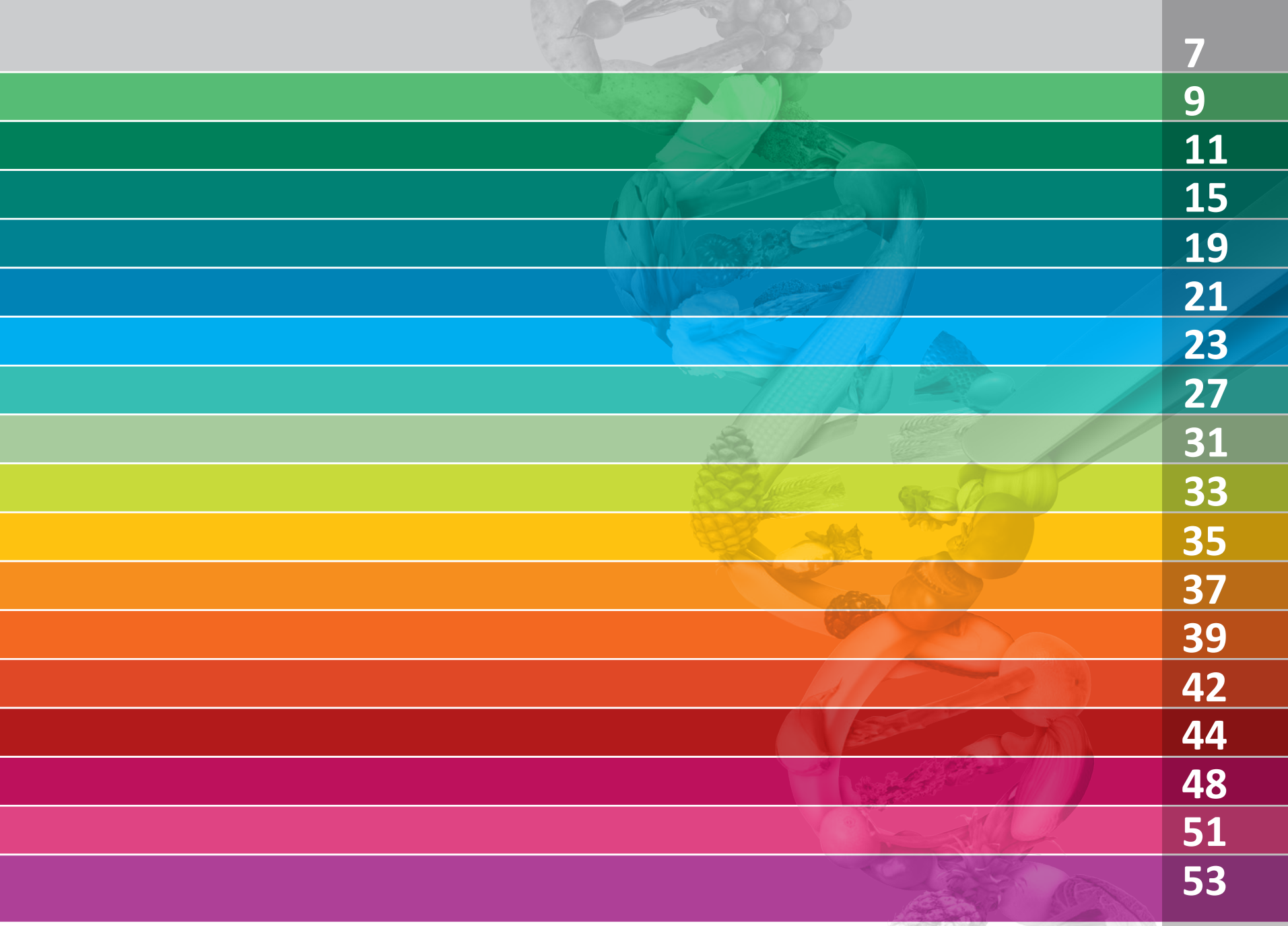
Аутори – нису чланови Савјета за ГМО

Др Адалета Дурмић Пашић, научни савјетник у Институту за генетички инжењеринг и биотехнологију Универзитета у Сарајеву
Др Армин Чолаковић из Агенције за безбједност хране БиХ

Рецензенти

Др Војислав Тркуља, редовни професор на Пољопривредном факултету Универзитета у Бањој Луци, научни савјетник на Институту за пољопривреду
Др Далибор Баллиан редовни професор на Шумарском факултету Универзитета у Сарајеву
Др Стојко Видовић, редовни професор на Медицинском факултету Универзитета у Бањој Луци
Др Иван Остојић, редовни професор на Агрономском и прехрамбено-технолошком факултету Свеучилишта у Мостару

УМЈЕСТО ПРЕДГОВОРА
1 ШТА ЈЕ ГМО?
2 ИСТОРИЈАТ ПОСТАНКА И РАЗВОЈ ГМО-А
3 ДА ЛИ СУ ГЕНЕТИЧКИ НЖЕЊЕРИНГ И ГМО ИСТО?
4 КОНВЕНЦИОНАЛНО ОПЛЕМЕЊИВАЊЕ НАСПРАМ ГМО-А
5 ЗА И ПРОТИВ (PROS AND CONS) ГМО-А
6 ПОЗИТИВНИ И НЕГАТИВНИ ПРИМЈЕРИ
7 ГМО У БРОЈКАМА
8 ПРОЦЈЕНА РИЗИКА ГМО-А ПО ЗДРАВЉЕ ЉУДИ, ЖИВОТИЊА И ЖИВОТНУ СРЕДИНУ
9 ГМО У СОЦИОЛОШКИМ, РЕЛИГИОЗНИМ, ФИЛОЗОФСКИМ И ПОЛИТИЧКИМ РАСПРАВАМА
10 ОЗНАЧАВАЊЕ (ДЕКЛАРИСАЊЕ) И ПРОМЕТ ГМО-А КОД НАС И У СВИЈЕТУ
11 ДА ЛИ КОД НАС (У БИХ) ПОСТОЈИ ГМО?
12 ДА ЛИ ЈЕ БИХ ДЕФИНИСАЛА ЗАКОНСКЕ И ПОДЗАКОНСКЕ ПРОПИСЕ У ВЕЗИ СА ГМО-ОМ?
13 КО ЈЕ НАДЛЕЖАН ЗА ПРАЋЕЊЕ И КОНТРОЛУ ГМО-А У БИХ?
14 ГМО КОД МИКРООРГАНИЗАМА, ЖИВОТИЊА И ЉУДИ
15 ВАЖНОСТ ПОДИЗАЊА СВИЈЕСТИ И ЗНАЊА О ГМО-У
16 ПРАВА ПОТРОШАЧА У БИХ И УСКЛАЂЕНОСТ СА ЕВРОПСКИМ ЗАКОНОДАВСТВОМ
17 ГМО - БУДУЋНОСТ ИЛИ ЗАБЛУДА?



7
9
11
15
19
21
23
27
31
33
35
37
39
42
44
48
51
53

УМЈЕСТО ПРЕДГОВОРА

Распрострањеност генетички модификованих организама (ГМО) наставља да расте, као и интерес јавности о безбједности ових производа. Порастом употребе ових организама расте и забринутост која се углавном фокусира на здравље потрошача и негативан утицај на животну средину. Зато су широм свијета подијељени ставови о употреби генетички модификованих организама, од оних који су априори против, до оних који сматрају да су у питању квалитетне нове технологије које ће ријешити многе проблеме човјечанства.

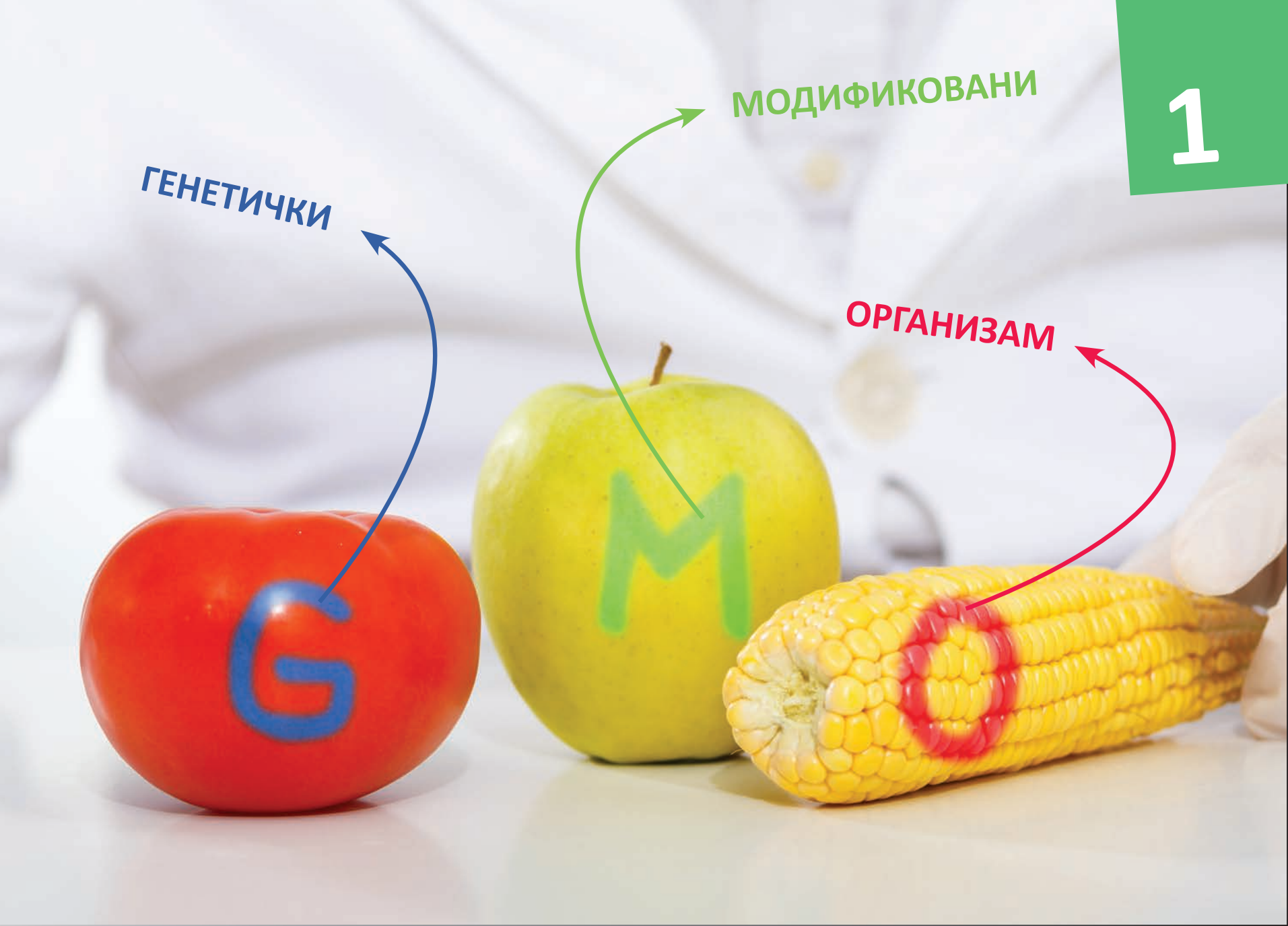
Да би се одговорило на ову забринутост, све је више научних, истраживачких и стручних студија у којима су упоређивани ефекти традиционалне хране са генетички модификованом храном. Иако се стално води битка о томе коме и у шта вјеровати у вези са овом темом, бројне међународне организације, укључујући Свјетску здравствену организацију и Америчко медицинско удружење, закључиле су да је генетички модификована храна безбједна за потрошаче. То захтијева додатна образложења и коментарисање те јавне расправе међу научном заједницом, доносиоцима одлука и широм јавности.

Овом публикацијом аутори (чланови Савјета за ГМО које је именовао Савјет министара БиХ) немају намјеру да заступају било чије ставове. Циљ овог текста није у афирмацији или оспоравању генетичког инжењерства (укључујући и ГМО) него у реалном упознавању читаоца са достигнућима и могућностима ове технологије. Ово је покушај да се представе све добре и лоше стране јачањем свијести, развојем капацитета и институција у Босни и Херцеговини. Циљ је информисати становништво о најновијим сазнањима и праксама како у свијету тако и код нас. Општа знања, укључујући и ово о ГМО-у, важан је покретач развоја нашег друштва.

Публикација је настала уз значајну подршку бројних експерата у области биљне, животињске и хумане генетике који данас раде на територији Босне и Херцеговине. Овом приликом посебно желимо захвалити професорима Рифету Терзићу и Касиму Бајровићу, који су заједно са рецензентима, у свом досадашњем раду, дали значајан допринос објективним сагледавањима и сазнањима о ГМО-у, те својим сугестијама и приједлозима унаприједили квалитет текста ове публикације.

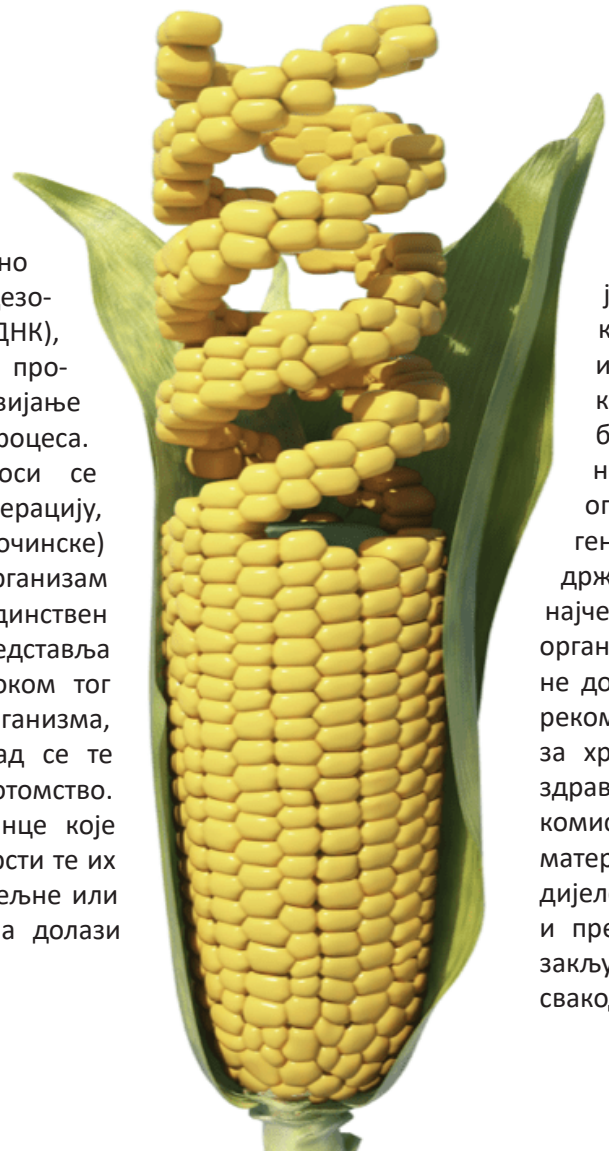
Мостар, јуни 2022. године

Аутори


1
ГЕНЕТИЧКИ
МОДИФИКОВАНИ
ОРГАНИЗАМ
G
M
O

ШТА ЈЕ ГМО?

Насљедну основу сваког живог бића (без обзира да ли се ради о биљци, човјеку, бактерији и сл.) чине гени. Гени су, поједностављено речено, молекуле (дијелови) дезоксирибонуклеинске киселине (ДНК), који управљају - кодирају - синтезу протеина. Протеини су одговорни за одвијање и надзирање свих животних процеса. Насљедна супстанца (ДНК) преноси се „вертикално", тј. из генерације у генерацију, спајањем двије ћелије (материнске и очинске) исте врсте. Зато је сваки нови организам настао сексуалном репродукцијом јединствен и другачији од својих родитеља (представља комбинацију гена мајке и оца). Током тог преноса, као и развоја самог организма, промјене ДНК су могуће и понекад се те промјене (мутације) преносе на потомство. Ове мутације могу створити секвенце које никада раније нису постојале у тој врсти те их карактеришемо као еволутивно пожељне или непожељне (гдје до пуног изражаја долази природна селекција).



Скраћеница ГМО подразумијева генетички модификован организам (енг. *Genetically modified organism*) и представља било који организам чији је генетички материјал (ДНК) измијењен коришћењем техника генетичког инжењерства. На овај начин се стварају комбинације биљних, животињских, бактеријских и вирусних гена које се не јављају традиционалним методама оплемењивања. Прецизна дефиниција генетичког инжењерства варира међу државама и институцијама, мада се најчешће мисли на намјерну промјену организма (структуре ДНК) на начин који се не догађа размножавањем и/или спонтаном рекомбинацијом у природи (Организација за храну и пољопривреду - ФАО; Свјетска здравствена организација - СЗО; и Европска комисија - ЕК)[1]. Дакле, ГМО у свом генетичком материјалу носи стабилно уграђене стране дијелове ДНК (гене), који су трајно присутни и преносе се на потомство према општим закључцима насљеђивања. Ова технологија у свакодневном говору се назива још и „генска

технологија“, „рекомбинантна ДНК технологија“ или „генетички инжењеринг“. Данас су доступне бројне технике за инсертовање изолованог гена у геном домаћина, а недавни напредак (посебно истичући CRISPR технику) учинио је стварање ГМО-а веома једноставним.

Организам добијен генетичким инжењерингом (ГЕО – енг. *Genetically engineered organism*) може се користити као прецизнији термин у поређењу са ГМО када се описују новонастали организми којима се директно манипулише биотехнологијом. У Протоколу из Картагине о биолошкој безбједности из 2002[2]. године коришћен је синоним живи модификовани организам (ЛМО енг. *Living modified organism*) и дефинисан је као „било који живи организам који посједује нову комбинацију генетског материјала добијеног коришћењем савремене биотехнологије“.

Модерно генетичко инжењерство управо подразумијева преношење одређеног или више гена унутар саме врсте, између врста, чак и између различитих царстава (биљке, животиње, гљиве, бактерије, вируси и сл.). Могуће је модификовати (измијенити) или „угасити” појединачни ген, те унијети синтетски, добијен технологијом рекомбинантне ДНК (молекула ДНК настала комбинацијом двију молекула). На тај начин се иреверзибилно мијења генетички кôд који описује карактеристике појединог организма. Другим ријечима, биотехнолошким процесима данас је могућа „хоризонтална” измјена насљедне супстанце - гена - између несродних врста, чиме заправо настаје нови организам, с новим својствима записаним у насљедној основи, која унутар те врсте никад прије нису постојала. Генетичким инжењерством могућа је уградња насљедног материјала у организам у којем он природно не постоји, али ће сада ту заувијек остати и преносити се на сљедеће генерације.

Сложеност и различитост у дефинисању појма ГМО доказује чињеница да је *Европски суд* правде 25. 07. 2018. године донио пресуду у којој мијења своју дефиницију ГМО-а како би укључио „организме добијене мутагенезом“. Насупрот томе, Министарство пољопривреде Сједињених Америчких Држава (УСДА, енг. *The United States Department of Agriculture*) пресудило је да се организми са измијењеним геномом не сматрају ГМО-има. Мало је тема које су тако снажно подијелиле јавност као ова. Док научна заједница у већини подржава генетички инжењеринг у правцу стварања ГМО-а, став јавности углавном карактерише снажан отпор описујући ове активности као „играње Бога” или „играње са природним процесима”. Такав однос може „кочити” примјену генетичког инжењерства и у случајевима када он може бити од непроцјењиве користи (производња инсулина; вакцина против хепатитиса Б и сл.) или у случајевима значајно брже добијених резултата него код традиционалног оплемењивања. Искључивост у ставовима није добра на било коју тему, па ни у случају генетички модификованих организама.

[1] FAO, 2019: “Section 2: Description and Definitions”. www.fao.org. Retrieved 3 January 2019. WHO, 2019: “Frequently asked questions on genetically modified foods”. Retrieved 3 January 2019. EU Legislation, 2019: “The EU Legislation on GMOs - An Overview”. EU Science Hub - European Commission. 29 June 2010. Retrieved 3 January 2019

[2] COUNCIL DECISION of 25 June 2002 concerning the conclusion, on behalf of the European Community, of the Cartagena Protocol on Biosafety (2002/628/EC)

ИСТОРИЈАТ ПОСТАНКА И РАЗВОЈ ГМО-А

Седамдесетих година 20. вијека постала је доступна револуционарна техника која омогућава циљану измјену у насљедној основи одређене врсте. Техника је позната као рекомбинантна ДНК или генетичко инжењерство, а омогућава директну манипулацију насљедним материјалом одређене врсте путем уградње нових ДНК секвенци без обзира на њихово поријекло.

Први успјешан покус везан за рекомбинантну ДНК извели су научници Херберт В. Бојер и Стенли Н. Коен, који су 1973. године унијели генетичку информацију за отпорност на антибиотик из групе тетрациклина у бактерију која је била претходно осјетљива на овај антибиотик и на тај начин створили први трансгени микроорганизам.

Први велики успјех генетичког инжењерства везује се за производњу хуманог инсулина, у трансгеној *Escherichia coli* у коју је уграђен ген за људски инсулин. Наиме, компанија Genentech је 1982. године у партнерству са Eli Lilly & Co. на тржиште пласирала хумани инсулин „Humulin®" као први комерцијализовани продукт генетичког инжењерства. Трансгена *E. coli* производи хумани протеин у контролисаним условима, пречишћавање хормона је поједностављено, а могуће је произвести практично неограничене количине хормона. Два су разлога да је ова примјена генетичког инжењерства врло добро и лако прихваћена: хумулин је ријешио велику фармакотерапијску кризу а трансгена *E. coli* инсулин производи у контролисаним условима у затвореном систему. У погледу биљних култура, дуван (*Nicotiana* sp.) представља прву биљку код које је извршена модификација 1983. године кроз интродукцију гена за отпорности на антибиотик канамицин.

Иако су продукти генетичког инжењерства у прехрамбени ланац ушли у форми рекомбинантног химозина (ензим који се користи у млијечној индустрији за згрушавање млијека) још 1990. године, ширу пажњу јавности привукли су тек неколико година касније, са комерцијализацијом првих генетички модификованих биљака намијењених исхрани људи и животиња.

Прва генетички модификована биљка одобрена за комерцијализацију у Сједињеним Америчким Државама, 1994. године био је FlavrSavr™ парадајз са продуженим роком трајања зрелог плода. У ћелије сорте парадајза уграђен је ген који кодира ензим полигалактуроназа (ПГ), али обрнуте оријентације. Овај ензим је укључен у процесе смекшавања плода током посљедње фазе зрења. Испољавање гена обрнуте оријентације спречава испољавање природно присутног гена парадајза који кодира ПГ. Ова техника назива се *antisense* РНК.

Упркос очекивањима, комерцијални успјех ове модификације је изостао, а власник патента, компанија *Calgene*, суочила се са финансијским колапсом. Од 1997. године, компанија и права на патент у власништву су компаније *Monsanto*.

Иако се већ одавно не узгаја, FlavrSavr™ је остао запамћен као прва ГМ биљка са дозволом за употребу у исхрани и на неки начин постао симбол савремене биотехнологије засноване на рекомбинантној ДНК технологији. Особина циљана овом модификацијом превенствено је била усмјерена ка прерађивачкој индустрији која није одговорила на очекивани начин. Плашећи се реакције потрошача и губитка тржишта, прерађивачи парадајза нису радо прихватили FlavrSavr™. Биотехнолошке компаније су се потом окренуле примарним произвођачима као наредној циљној групи, а резултат су ГМ индустријске биљке, примарно соја, кукуруз, уљана репица и памук, са уграђеном толеранцијом на одређене хербициде и/или резистенцијом на инсекте.

Ова промјена оријентације учинила је трансгене усјеве најбрже усвојеном технологијом у историји пољопривреде. Од 1996. године, када се почињу комерцијално узгајати, површине под трансгеним усјевима се континуирано увећавају са двоцифреним стопама пораста годишње за већину година. Према извјештају Међународне службе за усвајање биотехнолошких апликација у пољопривреди - ISAAA (eng. *International Service for Acquisition of Agri-biotech Applications*) за 2019. годину, у 24. години комерцијализације, узгој трансгених усјева широм свијета превазишао је 190 милиона хектара, што је 0,7% мање у односу на претходну годину. Ове површине се налазе у 29 земаља, које насељава око 60% свјетске популације (око четири милијарде људи). Највећи свјетски произвођачи трансгених усјева су САД, Канада, Аргентина, Бразил и Индија са укупно 91% свјетске производње ГМ биљака. У свим земљама, осим Кине, стопа заступљености ГМ усјева за доминантне биљне врсте (кукуруз, соја, уљана репица, луцерка и памук) досегла је засићење (90–100%) и даља експанзија се може очекивати само у случају увођења нових ГМ биљака или нових особина. Занимљиво је да се од 2011. године увећање површине под ГМ усјевима углавном односи на земље у развоју тако да се у 2019. више од 56% површина под ГМ усјевима налази у земљама у развоју. Соја је и даље најзаступљенија ГМ биљка тако да у 2019. око 48% површина под ГМ усјевима отпада на сојy. Други по заступљености међу ГМ усјевима је кукуруз (32% површина под ГМ усјевима).

Европска унија је, у погледу узгоја ГМ култура, изразито конзервативна. Једина ГМ биљка са дозволом за узгој у ЕУ је MON 810 кукуруз и у 2019. узгајао се само у Шпанији и Португалу.

10,000 ГОДНА ПРИЈЕ

Људи започињу припитомљавање усијева користећи селективни узгој.

КАСНЕ 1800те

Пољопривредници и научници почињу да укрштају биљке између врста.

1940те И 1950те

Узгајивачи и истраживачи траже додатна средства за увођење генетских варијација у генетски фонд биљака.

1980те

Истраживачи уче да копирају ген за жељену особину из једне биљке или организма и користе га у другој биљци. Резултат је ГМО (генетски модификован организам).

1990те

Први ГМО у пољопривреди су представљени на тржишту.

1995

ГМ тиква и соја постају комерцијално доступни у САД

1996

ГМ памук и кукуруз постају комерцијално доступни у САД

1997

ГМ папаја постаје комерцијално доступна у САД

1999

ГМ репица постаје комерцијално доступна у САД

2006

ГМ луцерка и шећерна репа постају комерцијално доступне у Сједињене Америчке Државе.

2016

ГМ кромпир постаје комерцијално доступан у САД

2017

ГМ јабуке постају комерцијално доступне у САД

Доминантни ГМ усјеви су: соја, кукуруз, памук, уљана репица, шећерна репа, луцерка и папаја, а трансгене особине толеранција на хербициде и резистенција на инсекте. Од 2013. године скоро трећина трансгених усјева отпада на тзв. групе особина (*stacked traits*), тј. усјева који садрже не само једну већ више модификованих особина, а у 2019. тај удио је порастао до 45%. У 2019. години знатно су увећане површине под другим ГМ усјевима као што су: луцерка, шећерна репа, шећерна трска, папаја, патлиџан, кромпир, бодаљ (safflower), а на јабуку, ананас и тикву отпада близу 1000 хектара широм свијета.

Све више на значају добијају културе са новим особинама као што су модификовани и побољшани састав нутријената. У 2019. години ФДА је одобрио употребу памука са изузетно ниским садржајем госипола (TAM66274) за употребу у исхрани људи и животиња.

Узгој златне риже одобрен је 2021. на Филипинима а у САД, Новом Зеланду, Аутралији и Канади одобрена је за исхрану људи и животиња. Златна риža садржи трансгене поријеклом из биљака и бактерија чији продукти омогућавају конверзију прекурсора β-каротена из зрна у функционални витамин А и њен развој је у потпуности мотивисан потребама потенцијалних потрошача. Наиме, у

3

југоисточној Азији велики је проблем дефицитаран унос витамина А у организам, због чега милиони дјеце пате од ксерофталмије, а многи и ослијепе.

Крајем 2019. године Нигерија је одобрила узгој ГМ аутохтоне сорте граха (*Vigna unguiculata*) и његову употребу у исхрани људи и животиња. Модификација SAMPEA 20-T јединственог кода AAT709A је резистентна на штетне инсекте из реда Лепидоптера и први је биотехнолошки продукт рада истраживача из Африке. И неке друге афричке земље (Гана, Нигер, Кенија, Мозамбик) припремају се за прелазак са контролисаног узгоја на фазу узгоја на отвореном за ГМ кукуруз толерантан на сушу, SAMPEA 20-T и ГМ касаву.

Прегледом међународних база података о усјевима ГМО може се уочити да су зељасте врсте далеко чешћи објекат генетичког инжењерства у односу на дрвенасте врсте. Уз ГМ папају, резистентну на вирус прстенасте пјегавости папаје (*Papaya ringspot virus* – PRSV), у бази се може још пронаћи ГМ шљива резистентна на вирус шарке шљиве (*Plum pox virus* – PPV), као и недавно дерегулисана јабука чије месо плода не подлијеже ензиматском посмеђењу (Arctic® Apple).

ДА ЛИ СУ ГЕНЕТИЧКИ ИНЖЕЊЕРИНГ И ГМО ИСТО?

Генетички инжењеринг (технологија рекомбинантне ДНК) обухвата методе вјештачког образовања нових комбинација насљедног материјала, што је у основи много шири појам од самог стварања генетички модификованог организма. Методе модерне молекуларне биологије, нарочито генетичког инжењерства, отвориле су нове могућности у многим индустријама. Примјена генетичког инжењерства врло је разнолика и у данашње вријеме општеприхваћена – у биотехнологији, биохемијском инжењерству, медицини, пољопривреди и у фундаменталним и примијењеним научним истраживањима. Генетичко инжењерство омогућава дијагностификовање насљедних болести, производњу протеинских хормона за лијечење људи, производњу протеина за исхрану стоке (тзв. једноћелијски протеини), производњу нових антибиотика, вакцина и лијекова, израду мапе људског генома, упознавање сложене структуре гена, истраживање вируса који инфицирају ћелије сисара, производњу гајених биљака отпорних на болести и неповољне абиотичке услове, уграђивање страног гена у неки ембрион

или замјену неког гена у ембриону, стварање бактерија које производе биоразградиву пластику, стварање бактерија које разлажу пластику итд. У индустрији се примјењују генетички модификоване бактерије које разграђују токсични отпад, генетички модификовани квасци који користе целулозу за производњу глукозе и алкохола за гориво, у узгоју алги у марикултури.

Генетичко инжењерство показало је свој изузетан значај и ефикасност у области медицине и фармације, због чега је у тим областима општеприхваћено. Тако генетички модификовани организми (нпр. бактерија *Escherichia coli*), којима су уграђени људски гени, производе хумане протеине неопходне за лијечење тешких болести – инсулин (за лијечење дијабетеса), интерферон (против вирусних обољења), фактори коагулације (за лијечење хемофилије), хормоне раста или различите вакцине, нпр. против хепатитиса Б.

Едитовање генома или едитовање гена је у ствари метод генетичког инжењерства при чему се обавља инсертовање, уклањање, модификовање или замјена гена у геному организама. Супротно техници класичног генетичког инжењерства код којег се насумично (рандом) инсертује генетички материјал у геном домаћина, приликом едитовања генома промјене се раде тачно на одређеном мјесту. Емануел Шарпентије и Џенифер Дудна су добитнице Нобелове награде за хемију у 2020, за откриће методе познате под ознаком CRSISPR-CAS9, која омогућава мијењање генског записа живих бића по вољи. Метода се заснива на посебним ензимима који прецизно пресијецају ланчану структуру молекула ДНК на одређеним, одабраним мјестима, уз могућност да се ту уметне одабрана генска секвенца.

Способност да се по вољи мијења насљедна основа организама револуционарно дефинише човјекове могућности на пољу биотехнологије, али и у многим другим областима. Те су могућности, међутим, скопчане са озбиљним етичким питањима и сљедственом друштвеном дебатом која увелико траје широм свијета, због чега су ова истраживања тренутно забрањена. ГМО је тема која је значајно подијелила ставове управо између научне заједнице и друштва. Велики број научника и истраживача (посебно оних који се баве биоинжењерством) данас нас желе увјерити у безопасност технологије и безбједност хране произведене генетичким инжењерингом, док јавност и они који је примјењују у пракси траже више информација и контрола, једном ријечју опреза. Неповјерење према генетичком инжењерству свеприсутно је у Европи када је ријеч о производњи ГМО-а и ГМ хране. У пољопривреди се генетичко инжењерство употребљава за производњу биљака отпорних на хербициде, сушу, ниске и високу температуру, заслањена земљишта, неповољне услове складиштења и транспорта и за производњу биљака боље прехрамбене вриједности. Тренутно су на тржишту доступне различите врсте генетички модификованих гајених биљака као што су соја, кукуруз, рижа, парадајз, кромпир, дуван, памук, диња, папаја и др.

4

КОНВЕНЦИОНАЛНО ОПЛЕМЕЊИВАЊЕ НАСПРАМ ГМО-А

Највећи дио хране коју данас једемо води поријекло од биљака и животиња које су створене класичним оплемењивањем. Укрштањем генотипа који има велики број ситнијих зрна са генотипом који има мањи број крупних зрна у потомству се могу класичним оплемењивањем издвојити генотипови са комбинацијом обје позитивне особине – велики број крупних зрна. Међутим, класично оплемењивање је дуготрајан процес и углавном не дозвољава хоризонтално преношење гена између врста које припадају различитим таксономским категоријама. Методе генетичких модификација гајених биљака – генетичко инжењерство и едитовање генома омогућавају генетичке промјене код неке врсте, које се у природи не могу нормално десити нити извести класичним оплемењивањем, као што је нпр. уношење гена из бактерије у гајене биљке.

Генетичко инжењерство је процес који обухвата: (а) Дефинисање особине која недостаје гајеној биљци (нпр. отпорност на инсекте, хербициде, сушу), те проналазак организма (биљка, животиња, микроорганизам) који посједује дефинисану особину, односно ген/гене за ту особину. Нпр. оплемењивачи желе створити хибрид кукуруза резистентан на инсекте, ген резистентности су пронашли у земљишној бактерији *Bacillus thuringiensis* (Bt), која производи природни инсектицид, који се иначе користи у традиционалној и органској производњи. (б) Након екстракције и изолације ДНК из бактерије врши се клонирање и дизајнирање *Bt* гена који обезбјеђује резистентност кукуруза према инсектима. (ц) Коришћењем одређених алата *Bt* ген се инсертује у ДНК кукуруза. Сви остали гени биљке домаћина – кукуруза остају непромијењени. То значи, ГМ биљка кукуруза разликује се само у овом гену у односу на нормалну биљку, иако утицај инсертованог гена на гене биљке домаћина није искључен. (д) Биљка са инсертованим Bt геном гаји се у лабораторији ради провјере да ли је биљка ген усвојила. Ако је биљка ген усвојила, нови Bt генотип кукуруза тестира се прво у стакленику, а затим у пољским огледима. ГМ биљке пролазе ригорозно тестирање и безбједносне тестове прије комерцијалне производње.

Генетичко инжењерство код биљака има посебно интензиван развој, а осим примјене у пољопривреди има могућности развоја нових технологија и финалних производа у прехрамбеној, хемијској и фармацеутској индустрији. У суштини, примјена генетичког инжењерства у пољопривреди има исти циљ као конвенционално оплемењивање – стварање генотипова гајених биљака са одређеним, побољшаним карактеристикама. У случају конвенционалног оплемењивања сексуалним путем, не преносе се само пожељни гени, него комплетан геном једног родитеља, и са непожељним генима. Методама молекуларне технологије врши се трансфер једног или више пожељних гена из било које еволуционе категорије. Генетичке трансформације могуће је извршити директним уношењем

структурних гена или посредством вектора. Трансформације помоћу вектора остварују се на неколико начина: помоћу *Agrobacterium* плазмида, ДНК биљних вируса, ДНК биљних органела, полена и поленових цјевчица. Директно уношење структурних гена обавља се стимулацијом ендоцитазе, хемијским путем, електропорацијом, генетичким пиштољем и микроињектирањем.

ГМ биљке друге генерације имају повећану отпорност на узрочнике болести и штеточине и отпорност на хербициде, толерантност на факторе спољне средине, продужено трајања на тржишту, способност чишћења животне средине и развој алтернативних ресурса за индустрију. Од ГМ биљака треће генерације очекују се: отпорност на сушу, толерантност на заслањена земљишта, толерантност на метале у земљишту, побољшано усвајање азота и фосфора, производња лијекова и вакцина за њихову примјену у медицини.

И на крају, умјесто закључка у вези с овим насловом, навешћемо ријечи професора Хуба J. Спирца са Универзитета Вагенинген "... свака технологија може бити употријебљена на користан и штетан начин, због чега не треба критички оцјењивати технологију, него како и у које сврхе се она користи..."

ЗА И ПРОТИВ (PROS AND CONS) ГМО-А

Поборници примјене ГМО-а наводе њихове многобројне предности за добробит човјечанства. Наводе велики потенцијал у борби против глади и могућности производње довољних количина хране у свијету за стално растућу хуману популацију. Аргументе за ове тврдње проналазе у томе да је генетски потенцијал за приносе најважнијих узгајаних биљних култура већ добрано достигнут у конвенционалној селекцији, а површина најплоднијег земљишта се стално смањује из више разлога. Предности ГМ технологије могу бити у огромним могућностима манипулације генима, те у стварању нових погодних биљних организама и микроорганизама. Анализа 147 објављених радова из 2014. године показала је да је употреба ГМО-а смањила употребу хемијских пестицида за 37% и повећала приносе за 22% (Klümper & Qaim 2014[3]).

Ризици и страхови због примјене ГМО-а и коришћења у храни за људе и животиње се генерално дијеле на здравствене ризике, ризике учинка на животну средину и економски ефекат који се односи на смањене трошкове заштите усјева од инсеката и корова. Противници стварања и коришћења ГМО-а а тиме и ГМ хране, те оних који нису у потпуности против тих захвата и идеја

Pros

Већи приноси усјева уз мању употребу пестицида
Већа снабдјевеност храном
Већа отпорност на биљне патогене и штеточине
Већа толеранција на хербициде
Већа толеранција на сушу, ниске температуре и заслањена станишта
Боља нутритивна својства хране
Дужи рок трајања хране
Употреба биљака у фиторемедијацији

Cons

Утицај на здравље људи (повезаност са алергијским реакцијама)
Утицај на животну средину (Више резистентности на пестициде)
Страх од трансфера гена (из ГМО) у природу
Толерантност на болести и штеточине узрокује њихово убрзано престројавање
Увећана употреба хербицида

заговарају врло опрезно поступање, детаљно и дуготрајно испитивање тих организама и њихов утицај на животну средину, људско здравље и промјене у екосистему. Присутне су и различите моралне, етичке и религиозне двојбе и дилеме у вези са мијешањем у природу и њену структуру. Противници ГМО-а и генетички инжењеринг сматрају опасним и недовољно усавршеним и испитаним, те да новостворени ГМО-и пуштени у природу могу бити монструми са штетним и несагледивим посљедицама на животну средину. Због тога је у примјени ових технологија неопходна висококвалитетна и стална контрола.

ГМ храна има одређене предности и одређене мане над другим начинима узгоја биљака и њиховог коришћења за исхрану становништва или животиња, иако превладава већином негативно мишљење о њеном квалитету и употреби (Xu 2015[4]). Непознати утицаји на здравље људи који још нису утврђени, али постоји бојазан за људску популацију да ГМО продукују отрове и гене отпорне на антибиотике.

Иако тренутно не постоји нити једна валидна студија чији резултати указују да генетички модификовани организми који се тренутно користе у људској исхрани, као и исхрани животиња, представљају већи ризик по здравље људи у односу на храну која није произведена употребом трансгених технологија, пољопривредна пракса везана за производњу генетички модификованих организама може имати негативне посљедице на животну средину. Наиме, након САД, највећи произвођач трансгених усјева је Бразил, држава у којој је пракса да се нове површине под ГМ усјевима добијају крчењем шума и уништавањем биоразноликости. Надаље, узгој великих површина под усјевима отпорним на тотални хербицид са активном материјом глифосат често резултира прекомјерном употребом овог отровног хербицида усљед мањка контроле примјене пестицида у појединим државама. У исто вријеме, важно је напоменути да неодржива пољопривредна пракса, као и њен негативан утицај на животну средину, није искључиво везана за узгој трансгених усјева, те је присутна у многим земљама са мањком регулаторних механизама у погледу примјене пестицида.

[3]Klümper, W., Qaim, M., (2014) A Meta-Analysis of the Impacts of Genetically Modified Crops, PLoS ONE 9(11):e111629, DOI:10.1371/journal.pone.0111629
[4]Xu,Ch (2015): Nothing to Sneeze at:the Allergenicity of GMOs.Science in the News. Haward University

6 ПОЗИТИВНИ И НЕГАТИВНИ ПРИМЈЕРИ

Нижи трошкови производње, повећање приноса и дуже вријеме трајања тих производа су неке од наведених предности примјене ГМ биљака. Стопа повећања приноса усјева у свијету данас је мања од 1,7%, док се очекује повећање од 2,4% како би се задовољили захтјеви раста популације и побољшање прехрамбених стандарда. ФАО (Свјетска организација за храну и пољопривреду) предвиђа да ће се површина обрадивог земљишта по особи за производњу хране смањити са садашњих 0,24 хектара на 0,18 хектара до 2050. године (Alexandratos & Bruinsma 2012[5]).

Губици на усјевима због штетних инсеката су огромни, што доводи до смањеног урода биљних култура, финансијских губитака те дефицита хране и потхрањености становништва појединих сиромашних земаља. Потрошачи желе храну која је мање третирана инсектицидима због потенцијалне здравствене опасности, а осим тога усљед њихове примјене долази до загађења воде и тла, што узрокује штете животној средини (*Huebner* и сар. 1999[6]). Примјер ГМ биљке високе родности, отпорне на биљне патогене, штеточине и хербициде је Бт кукуруз. Овај ГМ кукуруз настао је уношењем гена из бактерије *Bacillus thuringiensis* (Bt) који контролише производњу протеина са инсектицидним дјеловањем. Овај Бт кукуруз сам производи протеин који је инсектицид односно отров, а који му обезбјеђује отпорност од напада инсеката (*Hutchison* и сар. 2010[7]).

Памук у Индији служи као сировина и има виталну улогу у пољопривредном и текстилно- прерађивачком сектору. ГМ памук (енг. *Bt coton*) садржи ген *Bacillus thuringiensis* који штити сјемени тоболац од штетника ружичастог црва (*Pectinophora gossypiella*). Приноси памука су повећани за 31%, употреба инсектицида смањила се за 46–21% (*Raman* 2017[8]).

Толерисање хербицида је својство које превладава од самог почетка комерцијализације ГМ усјева и широко се користи у ГМ соји. Ови усјеви могу толерисати више хербицида (глифосат и амонијев глуфосинат) и показују отпорност према различитим штетницима. Толеранција на сушу и толеранција на заслађеност је стварање биљака које могу да издрже дуге периоде суше или високе садржаје соли у тлу и подземним водама, а што би помогло пољопривредницима да узгајају биљне усјеве у неодговарајућим условима (Бошковић и сар. 2003[9]).

Област гдје се може поправити квалитет хране која превладава у исхрани одређене популације становништва, а не садржи све потребне храњиве материје најбоље је документована код риже. Ова рижа названа „златна рижа“, коју су створили истраживачи Савезног института за биљну технологију из Швајцарске, садржи више бета-каротена који је провитамин витамина А. Витамина А има врло мало у зрну житарица те његов дефицит узрокује сљепило људи ако се провитамин не уноси довољно у организам (*Daniell & Streatfield* 2001[10]). Садашња генерација ”златне риже” превазишла је овај недостатак, док се проблем јавља у чињеници спонтаног укрштања дивљих сродника и ГМ риже.

Примјена у фармацији и фитомедицини служи за стварање лијекова и вакцина. Такође, неке биљке (нпр. тополе) генетски

су пројектоване за чишћење тла од загађења тешким металима. Испитано је дјеловање неколико врста усјева риже, кукуруза, соје и кромпира који се описују као потенцијални носиоци јестивих вакцина против токсина *Escherichie coli*, вируса хепатитиса Б или бактерије *Helicobacter pylori* (Zhang i sar. 2016[11]).

Значај ГМО је највидљивији и вјероватно је најпотребнији за особе које болују од дијабетеса те су овисне о инсулину. Ове особе користе генетички модификовани инсулин који производи безопасан сој бактерија *Escherichia coli*, а у коју је усађен људски ген за производњу инсулина.

Упоредо са предностима данас се доказују штетни ефекти ГМО-а који се манифестују кроз здравље људи и очување животне средине.

Алергије су реакције код осјетљивих људи а које могу изазвати унесени гени у биљке те се тиме могу створити нови алергени. Специфични протеини у млијеку, јајима, пшеници, риби, кикирикију, соји и шкољкама изазивају више од 90% алергија. Алергије на ГМ храну објашњавају се тиме да људска исхрана уноси нови протеин који никада од свог постанка није био у ланцу исхране (*Jošt & Cox* 2005[12]). Примјер опасности у храни представља кукуруз „старлинк“, који се први пут помиње 1998. године у САД. Научници су жељели развити отпорност на поједине инсекте те су биљку обогатили геном из бактерије *Bacillus thuringiensis*. Инсертован ген кодира за протеин Cry9c, који узрокује снажну алергијску реакцију код осјетљивих особа. Ова модификација никада није била одобрена за људску исхрану.

Примјер опасности у храни укључује ГМ сојуја је изазвала алергијску реакцију код конзумената који су алергични на бразилски орах (*Zhang et al.* 2016). Како би побољшали нутритивну вриједност соје која садржи мало аминокиселина са сумпором, научници су убацили ген 2С албумина богатог метионином из ендосперма бразилског ораха. Испитаници који су били алергични на бразилски орах били су алергични и на ову ГМ сојуја. Ова ГМ соја није стављена на тржиште и није узроковала штету по здравље људи.

Еколошки ризик огледа се у ненамјерним штетама на друге организме. Ове ситуације манифестују се у могућностима да уништавају циљано штетне инсекте који нападају ГМ биљке али да могу наштетити и другим инсектима из природе.

Смањења ефикасност пестицида је један од ризика а односи се на могућност да неке врсте и популације инсеката или микроорганизама постану отпорни на та средства. Најочигледнији примјер тога су неке популације комараца које су развиле отпорност на инсектицид - ДДТ (Бошковић и сар. 2010[13]).

Трансфер гена на циљане врсте представља ризик примјене ГМ биљака које су модификоване у погледу толерантности на хербициде и корове и да могу пренијети ген отпорности на коров и немодификоване култиваре. Тако би се створио супер коров отпоран на хербициде (Бошковић и Продановић 2016[14]).

[5] Alexandratos, N., Bruinsma, J. (2012): World Agriculture towards 2030/2050: The 2012 Revision. ESA Working Paper No. 12-03, FAO, Rome.

[6] Huebner, CD., Vankat, JL., Renwick, WH. (1999): Change in the vegetation mosaic of central Arizona USA betwen 1940 – 1989. Plant Ecology 144.

[7] Hutchison, EW., Burknessp, C., Mitchellr, D., Moont, W., Leslies, J., Fleischerm, J., Abrahamsonk, L., Hamiltonk, L., Steffey, E., Raun, S. (2010): Areawide suppression of European corn borer with Bt maize reaps savings to non-Bt maize growers. Science. 330: 222 – 225.

[8] Raman, R. (2017): The impact of Genetically Modified (GM) crops in modern agriculture: A review, GM Crops & Food, 8(4): 195-208

[9] Bošković, J., Bošković, M., Ivanc, A., Mićanović, Ž. (2003): Genetski modifikovane biljke i životna sredina, Poglavlje u monografiji: Održivi razvoj poljoprivrede i zaštita životne sredine. Urednici: Bošković, J., Ivanc, A., Simić, J., Megatrend univerzitet primenjenih nauka, Beograd, 2003.

[10] Daniell, H., Streatfield, S.J. Wycoff, K (2001): Medical molecular farming: production of antibodies, biopharmaceuticals and edible vaccines in plants. Trends Plant Sci. 6, 219–226.

[11] hang, C., Wohlhueter, R., Zhang, H. (2016): Genetically modified foods: A critical review of their promise and problems. Food Science and Human Wellness. 5(3):116–123.

[12] Jošt, M., Cox, Th (2003): *Intelektualni izazov tehnologije samouništenja,knjiga. Matica hrvatska, Križevci*

[13] Boskovic, J., Isajev, V., Prijic, Z., Zecevic, V., Hojka, Z., Dozet, G (2010): Assessing ecological risks and benefits of genetically modified crops. Journal of Agricultural Sciences. 55, 89-101.

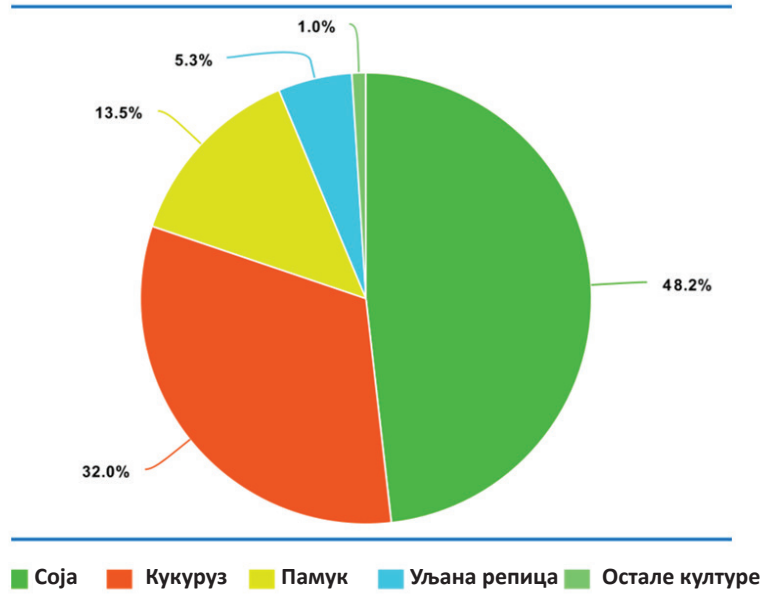
[14] Bošković, J., Prodanović, R. (2016): Methodology of risk assessment and cumulative impact of genetically modified plants on the environment. u: The 6th Intenatnationala Congress Bomedicine and Geosciences-Influence of Environment on human Health, 18-18. Belgrade, Invited lectures, p. 9-19.

ГМО У БРОЈКАМА

Иако се техника генетичког инжењерства може примијенити у различитим сегментима људске дјелатности попут фармакологије, индустрије, заштите животне средине, развој и комерцијализација ГМО-а највише се примјењује у пољопривредној производњи. Генетички модификоване биљке почеле су се комерцијално узгајати почетком деведесетих година 20. вијека, најприје у САД, а затим су се постепено почеле узгајати и у другим државама. Та производња се веома брзо ширила, па су већ 1996. површине под генетички модификованим усјевима износиле 1,7 милиона хектара. У периоду од 1996. до 2019. те су површине повећане 112 пута, на 190,4 милиона хектара, што биотехнологију чини најбрже растућом технологијом у узгоју биљних култура на свијету.

Данас се ГМ биљке узгајају у 29 земаља свијета, од којих су 24 земље у развоју и 5 индустријски развијених држава. Треба рећи да се у 10 земаља налази 98% укупно засијаних ГМ култура. Осим тога, око 40 земаља увози производе од генетички модификованих биљака. Највише узгајани биотехнолошки усјеви су соја, кукуруз, памук и уљана репица. У 2019. години соја је била водећа биотехнолошка врста са 91,9 милиона хектара и заузимала је 48% глобалне површине биотехнолошких усјева. Слиједе кукуруз са 60,9 милиона хектара, памук 25,7 милиона хектара и уљана репица 10,1 милион хектара. Остале врсте биле су засијане на 1,8 милиона хектара (графикон). На основу глобалне површине засијаних усјева за поједине врсте, процјењује се да су 79% памука, 74% соје, 31% кукуруза и 27% репице чинили биотехнолошки усјеви у 2019. години.

Граф. Удио ГМ усјева у 2019. години



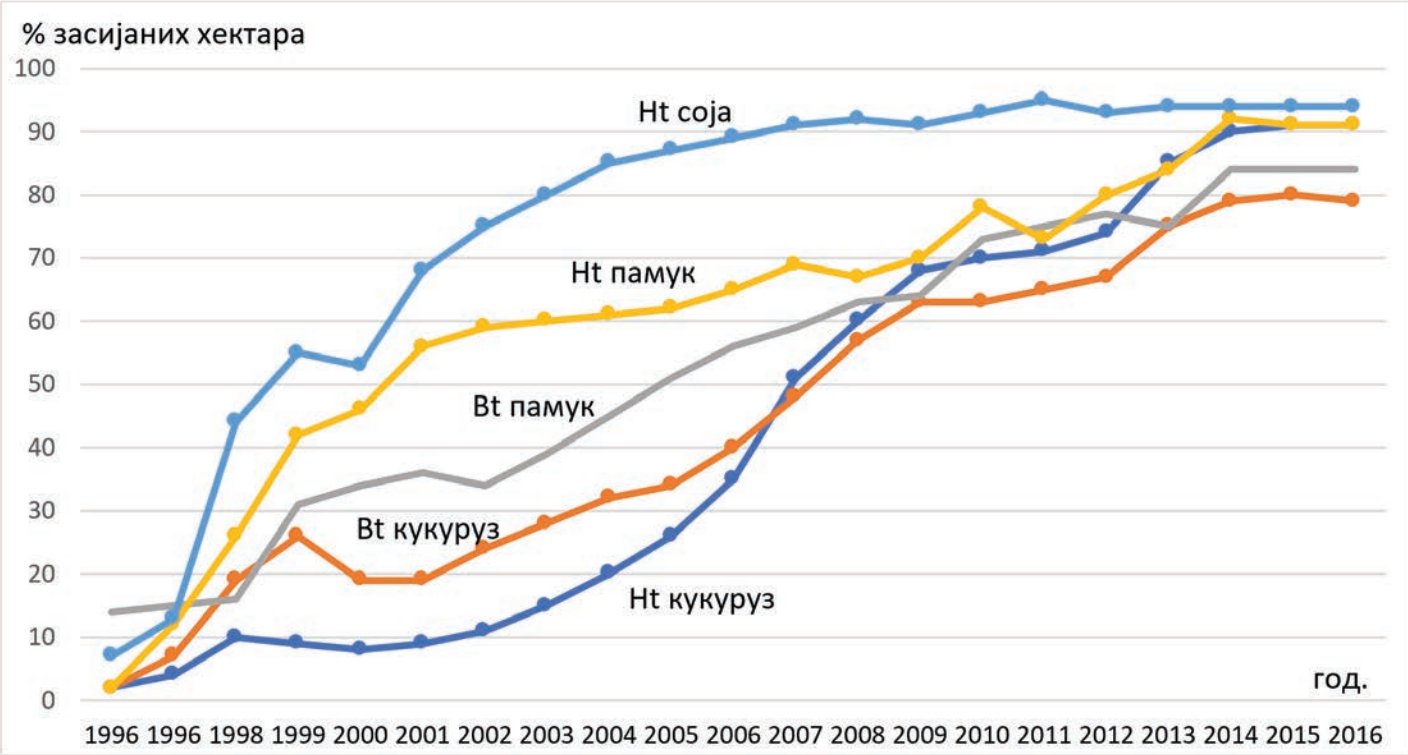
Економски добици од биотехнолошких усјева од 1996. до 2018. износили су 225,1 милијарди америчких долара. Највећи добитак остварили су САД (95,9 милијарди америчких долара), Аргентина (28,1 милијарда америчких долара), Бразил (26,6 милијарди америчких долара), Индија (24,3 милијарде америчких долара), Кина (23,2 милијарде америчких долара), Канада (9,7 милијарди америчких долара) и други (17,3 милијарде америчких долара). Само у 2018. години зарада на производњи ГМ биљака износила је 18,9 милијарди америчких долара, углавном у шест земаља. То су биле САД са 7,8 милијарди америчких долара, Бразил 3,8 милијарди америчких долара, Аргентина 2,4 милијарде америчких долара, Индија 1,5 милијарди америчких долара, Кина 1,5 милијарди америчких долара, Канада 0,9 милијарди америчких долара, а све остале земље једну милијарду америчких долара. То одговара 5,8% вриједности свјетске производње четири главне врсте: соје, кукуруза, памука и уљане репице (Brookes & Barfoot 2020[15]).

Табела. Глобалне површине под биотехнолошким културама у 2019. по земљама (милиони хектара)

Ранг	Земља	Површина (мил.ха)	Биотехнолошке културе
1	УСА	71.5	Кукуруз, соја, памук, луцерна, репица, шећерна репа, крумпир, папаја, тиква, јабуке
2	Бразил	52.8	Соја, кукуруз, памук, шећерна трска
3	Аргентина	24.0	Соја, кукуруз, памук, луцерна
4	Канада	12.5	Уљана репица, соја, кукуруз, шећерна репа, луцерна, кромпир
5	Индија	11.9	Памук
6	Парагвај	4.1	Соја, кукуруз, памук
7	Кина	3.2	Памук, папаја
8	Јужноафричка Република	2.7	Кукуруз, соја, памук
9	Пакистан	2.5	Памук
10	Боливија	1.4	Соја
11-29	Остали	3,8	Кукуруз, уљана репица, памук, шећерна трска, патлиџан, ананас
	Укупно	190.4	

(Извор: ISAAA Brief 55-2019.: Executive Summary: Biotech Crops Drive Socio-Economic Development and Sustainable Environment in the New Frontier)

Граф. Трендови учешћа генетички модификованих усјева у САД за период 1996-2016 (НТ – толерантни на хербициде; БТ - Усјеви отпорни на инсекте који садрже ген из земљишне бактерије Bt (*Bacillus thuringiensis*) Извор: USDA[16])



[15] Brookes, G., Barfoot, P. (2020) Crop technology use 1996 – 2018: farm income and production impacts. Biotechnology in Agriculture and the Food Chain. (11) 4: 242-261.

[16] Economic Research Service using data from Fernandez-Cornejo and McBride (2002) for the years 1996-99 and USDA, National Agricultural Statistics Services, June Agricultural Survey for the years 2000-16.

8 ПРОЦЈЕНА РИЗИКА ГМО-А ПО ЗДРАВЉЕ ЉУДИ, ЖИВОТИЊА И ЖИВОТНУ СРЕДИНУ

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 у бројним рецензираним научним часописима, документима и извјештајима 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 ГМ производа је „да се оцјењује индивидуални производ, а не технологија”.

Поступак за одобрење увођења ГМО-а у животну средину, коришћење у исхрани људи или домаћих животиња је изузетно

сложен и захтијева веома опсежна и сложена претходна испитивања у погледу процјене ризика. Ако се тестирањем интродукованих гена и њихових производа не утврди појава било каквих штетних ефеката, као и ако генетички модификовани производ покаже еквивалент у односу на немодификовани производ, уз испуњавање свих осталих услова из процјене ризика од ГМО-а, нова сорта или хибрид ГМ биљке може од надлежног органа добити одобрење за коришћење у исхрани људи и/или домаћих животиња, као и за комерцијални узгој и производњу.

Процјена здравствене исправности намирница добијених од ГМО-а укључује истраживање: могућих директих негативних учинака новог протеина на здравље (токсичност); могућности изазивања алергијске реакције (алергогеност); могућих промјена у прехрамбеним својствима, укључујући промијењену концентрацију постојећих токсина и алергогена; стабилности уграђених или промијењених гена и могућности свих осталих ненамјерних промјена које би могле произаћи из генетичке модификације.

Приликом анализе и оцјене могућих штетних утицаја на животну средину 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 животну средину 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 животну средину, а који настају узрочно-посљедичним ланцем догађаја, механизама попут међудјеловања са другим организмима, пренос генетског материјала или промјена у употреби или управљању, 3) тренутне утицаје, који се односе на утицаје на здравље људи или животну средину 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 учинци постану видљиви у каснијој фази или након завршетка уношења.

Европска агенција за безбједност хране (*European Food Safety Authority* - EFSA) прописује одговарајућу процедуру за израду процјене ризика од ГМО-а. Научни панел о генетички модификованим организмима ЕФСА-е препоручује седам специфичних области које је неопходно анализирати приликом израде процјене ризика за околину од ГМ биљака, и то: (1) перзистентност и инвазивност ГМ биљака, или њихових компатибилних сродника, укључујући трансфер гена са биљке на биљку; (2) трансфер гена биљка-микроорганизам; (3) интеракција ГМ биљака са циљаним организмима; (4) интеракција ГМ биљака са нецељаним 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 био-гео-хемијске процесе, и (7) утицаји на здравље људи и животиња.

9 ГМО У СОЦИОЛОШКИМ, РЕЛИГИОЗНИМ, ФИЛОЗОФСКИМ И ПОЛИТИЧКИМ РАСПРАВАМА

Расправе са валидним аргументима, као и знатно распрострањеније кампање дезинформација присутне су у јавности од самог почетка увођења трансгених технологија у медицину и фармокологију, али нарочито након примјене ових технологија у пољопривреди и прехрамбеној индустрији. Иако је са научног становишта лако одбацити страхове шире јавности као неосноване, неопходно је узети у обзир шири контекст. Наиме, храна осим што је један од основних услова за опстанак људи, такође је често везана за разне традиције појединих народа, као и за многобројна вјерска убјеђења.

Етика, као грана филозофије која се бави моралом, нашла је своју примјену у расправи о производњу и конзумацији генетички модификованих организама. Наиме, има неколико етичких питања у вези са примјеном трансгених технологија у пољопривреди и прехрамбеној индустрији:

- Да ли је примјена ових техника неприродна?
- Да ли производња ГМ хране шкоди природној средини, а њена конзумација здрављу људи?
- Да ли примјена трансгених техника представља још један велики корак у процесу приватизације производње хране од стране мултинационалних компанија?

За разлику од традиционалних сорти пољопривредних култура, које се сматрају биљним генетским ресурсима у власништву држава на чијим просторима се оне узгајају деценијама или вијековима, трансгени усјеви представљају патентирану интелектуалну својину мултинационалних компанија. Битна разлика је та што произвођач-фармер може у једној години производње сачувати сјеме сорти које не подлијежу патентним правима и користити га за сјетву наредне године. Патентна права трансгених усјева најчешће не дозвољавају ову праксу. Важно је напоменути да покушаји агроиндустрије да у што већој мјери приватизује производњу хране нису искључиво везани за трансгене усјеве.

Расправа у погледу „неприродности" развоја, узгоја и конзумације генетички модификованих усјева није искључиво у домену вјерских убјеђења. Наиме, присутна су и секуларна увјерења да су људски напори да мијењају насљедну основу живих организама нешто „неприродно" и потенцијално опасно. Важно је напоменути да су ови аргументи барем дјелимично посљедица неупућености сегмената друштва, које није упознато са чињеницом да људи индиректно мијењају насљедну основу микроорганизама, биљака и животиња већ јако дуг период прије открића модерне биотехнологије. Ипак, модерна биотехнологија даје човјечанству много моћније алате у односу на оне претходно коришћене у стварању нових сорти и хибрида, па и врста биљака, као и пасмина животиња.

Ставови вјерских ауторитета у погледу узгоја и конзумације ГМ хране увелико варирају, а често нису ни потпуно усаглашени. Папинска академија за живот прогласила је модификацију биљних и животињских насљедних основа теолошки прихватљивим, а поједини поглавари Римокатоличке цркве изразили су позитивно мишљење о ГМ храни уз напомену да сваки случај треба детаљно испитати с циљем отклањања етичких и научних недоумица. Иако Српска православна црква није изнијела службени став, поједини представници ове цркве сматрају да генетичке модификације нарушавају повјерење које је Бог указао човјеку, као чувару његове творевине. Вијеће муфтија Исламске заједнице у Босни и Херцеговини је фетвом утврдило да се генетички модификовани организми сврставају у категорију сумњивих – мешбух производа и као такви се не могу користити за исхрану људи или животиња чије су месо и производи дозвољени – халал. Упркос наведеном, други исламски ауторитети у свијету су прогласили ГМ храну као дозвољену – халал. Такође, унутар заједнице јеврејских вјерских ауторитета тренутно не постоји апсолутни консензус у погледу тога да ли је храна која садржи ГМО кошер – дозвољена.

10

ГМО
ОЗНАЧАВАЊЕ

ОЗНАЧАВАЊЕ (ДЕКЛАРИСАЊЕ) И ПРОМЕТ ГМО-А КОД НАС И У СВИЈЕТУ

У Босни и Херцеговини означавање (декларисање) производа који се састоји, садржи или је произведен од генетички модификованих организама регулисано је одредбама Закона о ГМО-у („Службени гласник БиХ", број 23/09) и Правилника о условима и поступку издавања одобрења за стављање ГМ хране и хране за животиње први пут на тржиште Босне и Херцеговине и захтјевима који се односе на њихову сљедивост и означавање („Службени гласник БиХ", бр. 78/12 и 62/15). Такође, Протоколом из Картагине о биосигурности, који је БиХ ратификовала 2008. године, дефинисано је да живе модификоване организме који су намијењени намјерном уношењу у животну средину странка увоза и сваког другог модификованог живог организма унутар досега Протокола јасно означи као модификоване живе организме и јасно наведе идентитет и одговарајуће особине и/или карактеристике.

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 сами да доносе одлуку о томе да ли желе или не желе да купују и конзумирају храну која садржи ГМО. Према Закону о ГМО-у, за производе који садрже или се састоје од ГМО-а субјекти у пословању са храном/храном за животиње дужни су да осигурају да:

1. на запакованом производу на ознаци (декларацији) пише: „Овај производ садржи компоненте генетички модификованих организама" или „Овај производ садржи генетички модификован (назив организма)";
2. се на незапакованом 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, као и на пратећој документацији (фактури).

Изузеци од означавања производа који се састоје, садрже или су произведени од ГМО-а су према Закону о ГМО-а производи „контаминирани" са ГМО-ом (али искључиво са ГМО-ом који је претходно одобрен) не подлијежу обавезном праћењу и означавању уколико садрже трагове ГМО-а испод границе од 0,9%,, под условом да је присуство трагова тог ГМО-а технички неизбјежно.

У складу са Законом о ГМО-у у БиХ, а у складу са законодавством ЕУ којим је регулисана ова област (Уредба (ЕК) Но 1829/2003), није обавезно означавање производа као што су месо, млијеко и јаја који су добијени од животиња које су храњене ГМ храном или су третиране ГМ лијековима.

Правила означавања (декларисања) производа који садрже или се састоје од ГМО-а која су прописана Законом о ГМО-у у нашој земљи и подзаконски акти у потпуности су у складу са законодавством ЕУ којим је регулисана ова област и узимају у обзир обавезе Босне и Херцеговине према међународној трговини, као и Протокол из Картагине 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-а у потпуности усаглашена са правилима Свјетске трговинске организације (СТО), јер су: јасна, транспарентна и недискриминирајућа.

ДА ЛИ КОД НАС (У БИХ) ПОСТОЈИ ГМО?

Постојање ГМО-а у БиХ је регулисано Законом о генетички модификованим организмима („Службени гласник БиХ“, број: 23/09), те Законом о генетички модификованим организмима у Републици Српској („Службени гласник РС“ број, 103/08). Сходно наведеним законима, праћење стања ГМО-а се може посматрати кроз: узгој, употребу као храна за људе и као храна за животиње (односно како је Законом о ГМО-у прецизније дефинисано: „ограничену употребу ГМО-а у контролисаном затвореном систему), намјерно уношење у животну средину (засијавање), стављање на тржиште: као храна или храна за животиње, као репродукциони материјал у пољопривреди и шумарству или као средства за заштиту биља, као лијекови или репродукциони материјал у ветеринарству, и приликом употребе ГМО-а и/или производа који садрже и/или се састоје и/или потичу од ГМО-а у козметици, фармацији или здравственој заштити људи”.

12

Данас у БиХ ниједан генетички модификован усјев нема рјешење о одобрењу за узгој. Такође, ниједан генетички модификован организам нема рјешење о одобрењу за употребу у храни за исхрану људи на тржишту Босне и Херцеговине. То значи да се на тржиште Босне и Херцеговине тренутно не може стављати храна намијењена за исхрану људи која се састоји, садржи или води поријекло од ГМО-а.

Када је ријеч о храни за животиње, Савјет за ГМО је у претходном периоду давао сагласност за увоз првенствено соје (сојине сачме) као компоненте припреме хране за стоку која је резултат генетичких модификација и то у складу са Регистром одобрених генетички модификованих организама Европске уније (енг. *EU Register of authorised GMO's*), а која се користити искључиво као храна за животиње. Наведена генетичка модификација одобрена је за стављање на тржиште ЕУ први пут 1996. године у складу са Директивом 90/220/ЕЕЦ, а након ступања на снагу Уредбе (ЕЦ) 1829/2003 поново је подвргнута процесу процјене ризика и 2012. године одобрено је стављање на тржиште земаља ЕУ хране и хране за животиње која садржи, састоји се или потиче од ГМ соје. До сада су одобрене сљедеће ГМ соје на тржиште БиХ а које су наравно одобрене и у ЕУ, и то:

- Генетички модификована соја MON 40-3-2 јединственог идентификационог кода MON-Ø4Ø32-6,
- Генетички модификована соја MON 89788 јединственог идентификационог кода MON-89788-1,
- Генетички модификована соја MON 87701 јединственог идентификационог кода MON-877Ø1-2,
- Генетички модификована соја A5547-127 јединственог идентификационог кода ACS-GMØØ6-4,
- Генетички модификована соја MON 87751 јединственог идентификационог кода MON-87751-7,
- Генетички модификована соја MON 87708 јединственог идентификационог кода MON-877Ø8-9,
- Генетички модификована соја DAS-44406-6 јединственог идентификационог кода DAS-444Ø6-6 и
- Генетички модификована соја MON 87701 x 89788 јединственог идентификационог кода MON-877Ø1-2 x MON-89788-1.

Правила за увоз ГМО хране (за животиње) у Босну и Херцеговину иста су као и у земљама Европске уније (уз напомену да се ЕУ категорише као простор са веома„ригорозним“ прописима у погледу ГМО). Такође, према напријед наведеним законима, обавеза произвођача хране за животиње јесте да јасно истакне ознаку (нпр.: „Овај производ садржи генетички модификовану сојy MON-Ø4Ø32-6“). У исто вријеме није обавезно означавати производе добијене од животиња (месо, млијеко, сир и сл.) које су храњене ГМ храном, што данас оставља простор за дискусију и критике.

ДА ЛИ ЈЕ БИХ ДЕФИНИСАЛА ЗАКОНСКЕ И ПОДЗАКОНСКЕ ПРОПИСЕ У ВЕЗИ СА ГМО-ОМ?

У Босни и Херцеговини је област генетички модификованих организама Законом о генетички модификованим организмима и подзаконским актима. Закон о ГМО-у је, на приједлог Агенције за безбједност хране БиХ, у сарадњи са надлежним органима БиХ, ентитета и Брчко Дистрикта БиХ, усвојен 2009. године у оба дома Парламентарне скупштине Босне и Херцеговине. Законом о ГМО-у уређује се поступање са ГМО-ом, прекогранични пренос ГМО-а и производа који се састоје, садрже или воде поријекло од ГМО-а, ограничена употреба, уношење у животну средину, стављање на тржиште, руковање, превоз и паковање. Надаље, овим законом дефинисани су општи појмови који су у употреби у вези са проблематиком ГМО-а, а представљају основну терминологију усклађену са међународним прописима. Законом је одређен начин спровођења стручних, управних и инспекцијских послова за ГМО и производа који се састоје, садрже или воде поријекло од ГМО-а.

Закон о ГМО-у усклађен је са прописима Европске уније:

- Директивом Европског парламента и Савјета 2001/18/ЕУ од 12. марта 2001. о намјерном испуштању ГМО-а у животну средину, и о укидању Директиве Савјета 90/220/ЕЕЗ,
- Директивом Европског парламента и Савјета 2001/18/ЕУ од 12. марта 2001. о намјерном испуштању ГМО-а у животну средину, и о укидању Директиве Савјета 90/220/ЕЕЗ,
- Директивом Савјета 90/219/ЕЕЗ од 23. априла 1990. о ограниченој употреби генетички модификованих организама,
- Уредбом Европског парламента и Савјета (ЕУ) бр. 1946/2003 од 15. јула 2003. о прекограничном кретању ГМО-а,
- Уредбом Европског парламента и Савјета (ЕЦ) бр. 1829/2003 од 22. септембра 2003. о генетички модификованој храни и храни за животиње,

Уредбом Европског парламента и Савјета (ЕЗ) бр. 1830/2003 од 22. септембра 2003. о сљедивости и означавању ГМО-а и сљедивости прехрамбених производа и хране за животиње произведених од ГМО-а.На основу Закона о ГМО-у, Агенција за безбједност хране је у сарадњи са надлежним органима БиХ, ентитета и Брчко Дистрикта БиХ и уз стручну помоћ Савјета за генетички модификоване организме припремила сет подзаконских аката које је донио Савјет министара Босне и Херцеговине.

Савјет министара Босне и Херцеговине донио је сљедеће прописе:

- Правилник о начину вођења јединственог регистра генетички модификованих организама („Службени гласник БиХ“, број 17/12) - национални пропис,
- Правилник о успостављању система за развој и додјељивање јединствених кодова за генетички модификоване организме („Службени гласник БиХ“, број 68/12) – усаглашен са Уредбом Комисије бр. 65/2004 од 14. јануара 2004. године,
- 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 сљедивост и означавање („Службени гласник БиХ“, број 78/12 и 62/15) – усаглашен са Уредбом ЕЦ 1829/2003 о генетички модификованој храни и храни за животиње и Уредбом ЕЦ 641/2004 о детаљним правилима за примјену Уредбе ЕЦ 1829/2003,
- 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 гласник БиХ“, број 78/12) – усаглашен са Уредбом ЕЦ бр. 1830/2003 Европског парламента и Савјета од 22. септембра 2003,
- 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 методологије за процјену ризика („Службени гласник БиХ“, број 79/12) – усаглашен са Директивом 2001/18/ЕЦ Европског парламента и Савјета од 12. марта 2001. године,

- Одлука о висини посебне накнаде за издавање рјешења о одобрењу за стављање на тржиште генетички модификоване хране и хране за животиње („Службени гласник БиХ“, број 61/14) - национални пропис,
- 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) – усаглашен са Директивом 2001/18/ЕЦ Европског парламента и Савјета од 12. марта 2001. године, Одлуком Савјета 2002/811/ЕЦ од 3. октобра 2002. године и Одлуком Комисије 2009/770/ЕЦ од 13. октобра 2009. године,
- Правилник 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) - национални пропис.

Наведеним правилницима се, између осталог, регулише процедура за подношење захтјева за стављање на тржиште ГМ хране и хране за животиње те издавање рјешења о одобрењу за стављање на тржиште ГМ хране и хране за животиње узимајући у обзир мишљење Савјета за генетички модификоване организме, као и друге чињенице важне за доношење рјешења о одобрењу, за које је у складу са чланом 3. став (2) тачка ц) Закона надлежна Агенција за безбједност хране Босне и Херцеговине. Наведеним законодавним оквиром у потпуности се регулишу процедура и начин стављања ГМ хране и хране за животиње на тржиште Босне и Херцеговине на исти начин како је то дефинисано у Европској унији. Сам поступак подразумијева дуготрајну и сложену процедуру, у оквиру које је потребно претходно прибавити обимну документацију, на основу које се спроводи управни поступак, те доноси коначно рјешење о дозволи или одбијању за стављање на тржиште Босне и Херцеговине ГМ хране и хране за животиње.

С циљем обезбјеђивања високог нивоа заштите живота и здравља људи, здравља и добробити животиња, животне средине и интереса потрошача, те с циљем испуњавања преузетих обавеза и напретка Босне и Херцеговине на европском путу и преузимања најновијих научних сазнања и стандарда, неопходно је приступити измјени и допуни тренутно важећих прописа о ГМО-у.

Протокол о сарадњи за развој овлашћених испитних лабораторија за генетички модификоване организме у БиХ потписан је 20. 04. 2011. године, између Агенције за безбједност хране БиХ и института *Istituto Zooprofilattico Sperimentale delle Regioni Lazio e Toscana* из Рима, Италија, у оквиру којег се налази Референтна лабораторија за ГМО. Савјет министара БиХ је на 155. сједници, одржаној 13. 07. 2011. године усвојио Извјештај о потписивању Протокола о сарадњи за развој овлашћених испитних лабораторија за ГМО у БиХ између Агенције и института *Istituto Zooprofilattico Sperimentale delle Regioni Lazio e Toscana*.

13 КО ЈЕ НАДЛЕЖАН ЗА ПРАЋЕЊЕ И КОНТРОЛУ ГМО-А У БИХ?

Босна и Херцеговина је, у процесу усклађивања легислативе са *acquisem*, у своје законодавство уградила и одредбе које се између осталог односе на праћење и контролу ГМО-а. На основу одредаба члана 3. Закона о ГМО-у, надлежни органи спроводиће службене контроле, инспекцијски и управни надзор у складу са важећим законским прописима у Босни и Херцеговини, ентитетима и Брчко Дистрикту БиХ. Инспекцијски надзор над примјеном Закона о ГМО-у и прописа донесених на основу њега обављају надлежни инспекцијски органи у оквиру својих надлежности, у складу са важећим законским прописима у Босни и Херцеговини. На основу одредаба чл. 61. и 62. Закона о ГМО-у, у спровођењу инспекцијског надзора надлежна инспекција има право и обавезу да лицима која не прибаве одобрење или друге сагласности надлежног органа рјешењем забрани прекогранични промет, транзит, ограничену употребу, намјерно уношење у животну средину и стављање на тржиште ГМО-а и производа који се састоје, садрже или воде поријекло од ГМО-а. Ако постоји сумња да се увози, уноси у животну средину, ставља на тржиште, употребљава или одлаже у околину ГМО или производ који се састоји, садржи или води поријекло од ГМО-а супротно одредбама Закона о ГМО-у или посебног прописа, надлежни инспектор наредиће да се пошиљка стави под царински надзор и затражити од увозника односно корисника вјеродостојну исправу, те одредити рок у којем исправа треба да буде предочена. Надлежни инспекцијски органи су обавезни да при службеним контролама врше истраживања и испитивања да ли се субјекти у пословању са храном и храном за животиње придржавају чл. 51, 52. и 53. Закона о ГМО-у, а који се односе на сљедивост и означавање.

Правилником о службеним контролама које се спроводе ради верификације поступања у складу с одредбама прописа о храни и храни за животиње те прописа о здрављу и добробити животиња („Службени гласник БиХ“, број 5/13 и 62/17) прописују се општа правила о вршењу службених контрола те су прецизно дефинисане надлежности инспекцијског прегледа на присуство ГМО-а при увозу хране животињског и/или биљног поријекла и хране за животиње без обзира на поријекло укључујући и храну за животиње која садржи и/или се састоји или потиче од ГМО-а.

У складу са Правилником 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 спроводе процедуру и издају рјешења о овлашћивању лабораторија за ГМО. У БиХ се тренутно двије лабораторије налазе на јединственој листи

испитних лабораторија у БиХ за испитивање, контролу и праћење ГМО-а и производа који се састоје, садрже или потичу од ГМО-а. Када је у питању референтна лабораторија за контролу ГМО-а у Босни и Херцеговини, на снази је потписани Протокол о сарадњи за развој овлашћених испитних лабораторија за генетички модификоване организме у БиХ између Агенције за безбједност хране БиХ и института *Istituto Zooprofilattico Sperimentale delle Regioni Lazio e Toscana* из Рима, у оквиру којег се налази Референтна лабораторија за ГМО. Протоколом о сарадњи наведени институт пружа подршку за успостављање референтних лабораторија у БиХ и служи као потврдна лабораторија за анализе ГМО-а, када је то потребно.

14 ГМО КОД МИКРООРГАНИЗАМА, ЖИВОТИЊА И ЉУДИ

Иако су, до данас, произведени бројни трансгени микроорганизми (бактерије и гљивице) који производе терапијска и дијагностичка средства, ензиме који се користе у преради хране, па чак и боје за текстилну индустрију, примјена трансгених микроорганизама у отвореним системима и у животној средини није дозвољена. Ипак, бројни ГМ микроорганизми различитих намјена су у фази тестирања. Као примјери могу се навести бактерија *Pseudomonas fluorescens* HK44 која деградира нафтален, гљивице које деградирају DTT и PCB (поликлорисане бифениле), бактерија *Desulfovibrio desulfuricans* која деградира толуен у условима високе радиоактивности и сл.

Најзначајнији примјер употребе генетичких модификација код инсеката представљају трансгени комарци. Ова врста инсеката, осим што је иритантна, уједно представља

групу најопаснијих преносника обољења у природи. До данас су створене трансгене линије комараца које преносе 80% мање спорозоита маларије у односу на контролне инсекте. Новији приступи подразумијевају интродукцију трансгених комараца, развијених од компаније *Oxitec*, чији женски потомци настали парењем са немодификованим женкама не доживе стадије одраслог инсекта и на тај начин се смањи удио популације која може да шири болести.

Прву трансгену животињу направили су у Cold Spring Harboru 1975. године Jaenish и Mintl. Трансген из мајмунског генома убачен је у мишји и добијен је трансгени миш. Од тада су трансгене животиње нашле своју примјену у фармацији, гдје се користе за производњу хуманих протеина у јајима, млијеку, крви и урину с намјером коришћења ових продуката у фармацији као ензима, албумина и антитијела. Трансгене животиње, као нпр. „онкомиш“ (*OncoMouse*), који посједује гене који промовишу развој различитих врста канцера човјека, служе за истраживања хуманих болести и изналазака терапија за њихово лијечење. Генетичке модификације животињских врста као што је свиња омогућавају поступак ксенотрансплантације (трансплантације органа, ткива или ћелија између припадника различитих врста), на начин да се искључе гени у животињи донору који би код организма примаоца (човјека) узроковали одбацивање органа.

Трансгене животиње су нашле своје мјесто и у сточарској индустрији. Наиме, прије 20-ак година (1989) канадска фирма *Aqua Bounty Technologies* рочела је с развојем брзорастућег лососа како би се одговорило на повећану потражњу за месом лососа на тржишту, а истовремено смањио притисак на дивље популације. Резултат је *AquAdvantage* лосос који је генетички модификован атлантски лосос *Salmo salar* са уграђеним геном за хормон раста пацифичког краљевског лососа *Oncorhynchus tshawytscha* и промотора и терминатора гена за отпорност на ниску температуру врсте *Zoarces americanus*. Намијењен је искључиво узгоју у аквакултури и овако модификован лосос на тржиште стиже 16-18 мјесеци раније у односу на обичног атлантског. Млађ *AquAdvantage* лососа је продукт оплодње икре женки дивљег типа и трансгених гиногамих женки хормонално конвертованих у мужјаке. Оплођена икра се подвргне шоку који доводи до триплоидизације. Резултат су триплоидни зиготи који ће дати стерилне женке атлантског лососа с једном копијом трансгеног конструкта. Иако је *AquaBounty Technologies* примијенио три нивоа заштите од евентуалног ширења трансгена у животну средину (генетички, физички и еколошки), удружења за заштиту природе сматрају да пријетње природним популацијама лососа нису у потпуности одстрањене.

Од подношења захтјева за стављање на тржиште САД *AquAdvantage* лососа (1996) до коначног издавања одобрења (2019) године протекло је више од 20 година. Према доступним подацима, данас се *AquAdvantage* узгаја у једном рибогојилишту у савезној држави Индијани а на тржишту је доступан у свега једном ланцу трговина рибом. Велики трговачки ланци одбили су да дистрибирају *AquAdvantage* из бојазни да ће изгубити купце.

Компанија *AgResearch* са Новог Зеланда 2000. године објавила је производњу трансгене краве. Најсвјежији подаци (2018) казују да компанија има 12 трансгених

крава и да је најстарија рођена 2003. Техником rDNK уграђене су додатне копије гена за говеђи капа казеин. Овом модификацијом удвостручена је продукција капа казеина, што млијеко ових крава чини изразито погодним за сирарство. До комерцијализације још увијек није дошло, али на даљем развоју се интензивно ради.

Осим побољшања производних и прерађивачких особина, примјеном генетичког инжењерства настоје се ублажити утицаји примарне производње на животну средину. У том смислу је универзитет Guelph 2001. године изашао у јавност са рјешењем за утицај фосфора из измета свиња на животну средину. Произвели су трансгене свиње (*Enviropig*) којима је уграђен ген за ензим фитазу изолован из бактерије који се специфично испољава у пљувачним жлијездама свиња. Фитаза ослобађа фосфор из хране тако да није потребно додавати фосфор у исхрани животиња. Количина фосфора ослобођена фекалијама у животну средину за 75% је нижа у односу на контролне групе. Иако су *Enviropigs* добиле позитивно мишљење о усклађености са одредбама канадског закона о заштити животне средине (2010) те да се могу производити изван истраживачких постројења, главни финансијер пројекта је обуставио финансијску подршку и у јуну 2012. године, универзитет *Guelph* је закључио пројекат. Генетички материјал је похрањен у генске банке до поновног стицања услова за наставак истраживања.

Значајни напреци у погледу употребе трансгених технологија направљени су у хуманој медицини, како у дијагностичке сврхе (првествено у детекцији насљедних обољења), тако и у лијечењу болести код људи (првенствено генска терапија). Сваки облик манипулације генетичког материјала у сврху корекције експресије гена (смањење, повећање или ревитализација неактивног гена) на нивоу генома представља генску терапију. Кад су у питању људске болести условљене дефектом на једном гену, принцип терапије се заснива на трансформацији ћелија домаћина методама генетичког инжењерства и поновне инкорпорације ћелија у организам примаоца. Генска терапија у живом организму почива на принципу убацивања терапеутских гена у организам пацијента путем могућих трансфер – система (нпр. вируса, култура ћелија итд.). Тако, нпр. липосоми са генима за контролу цистичне фиброзе се у људски организам могу унијети спреј техником инхалације (у ноздрве). Ретровируси у које су уграђени антиканцерски гени су иницирани директно у малигни тумор уз очекивање куративних ефеката. У тим покушајима већ су забиљежени примјери успјешних интервенција. Такође, очекује се да би генска терапија *in vivo* могла бити успјешна и у третману хемофилије, дијабетеса, Паркинсонове болести или АИДС-а. Важно је напоменути да се ове терапије односе на тјелесне ћелије, те их не насљеђују наредне генерације.

Комерцијализација ГМ биљака је обиљежена бројним тешкоћама, али тешкоће на које су наишле институције које су произвеле трансгене животиње су далеко веће. Бројни су разлози за то; од легитимних питања везаних за утицај на животну средину и диверзитет природних популација до етичких питања и питања добробити животиња.

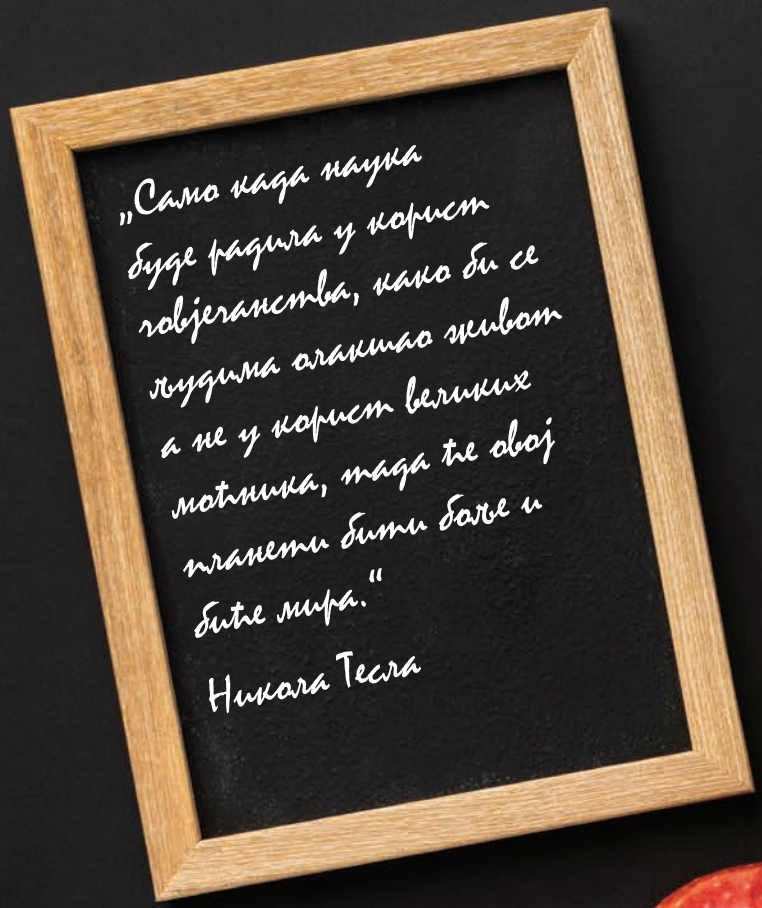
15 ВАЖНОСТ ПОДИЗАЊА СВИЈЕСТИ И ЗНАЊА О ГМО-У

Сваки период људске историје повезан је са процватом неке науке и носи биљег те науке. Некад је то била филозофија, некад хемија или физика, а крај 20. и почетак 21. вијека обиљежавају биотехнологија у природним и информатика у друштвеним наукама. Ове научне дисциплине ушле су у све поре друштва и економије и данашње друштво немогуће би било замислити без њих. Модерна биотехнологија, односно биотехнологија заснована на генетичком инжењерству, као научни производ друге половине 20. вијека, код људи изазива двојаке реакције. Док једни сматрају да она у великој мјери може унаприједити различите гране људске дјелатности, други мисле да ће та технологија људском роду донијети много више штете него користи, јер је повезана са многим ризицима (Butler i Reichhard, 1999[17]). Посебно се наглашавају могуће штете које би примјена генетичког инжењерства донијела пољопривреди и животној средини.

Свака технологија може људима донијети корист или штету, зависно од примјене и моралних начела онога који је примјењује. Тако је и са генетички преиначеним организмима који се могу користити у пољопривреди за различите намјене, у фармакологији за производњу различитих лијекова и вакцин, у заштити животне средине итд. У посљедњих 25 година површине под генетички модификованим културама нарасле су на 190 милиона хектара, а готово 50% соје у свијету је генетички модификована соја. Данас се готово сав инсулин у свијету произведе помоћу генетички модификованих организама, умјесто производње из панкреаса говеда, свиња и оваца, како се некада производио. Но све су већа противљења примјени ГМО-а, посебно у пољопривреди, тако да се већ појављују читави покрети типа “Стоп ГМО-у”.

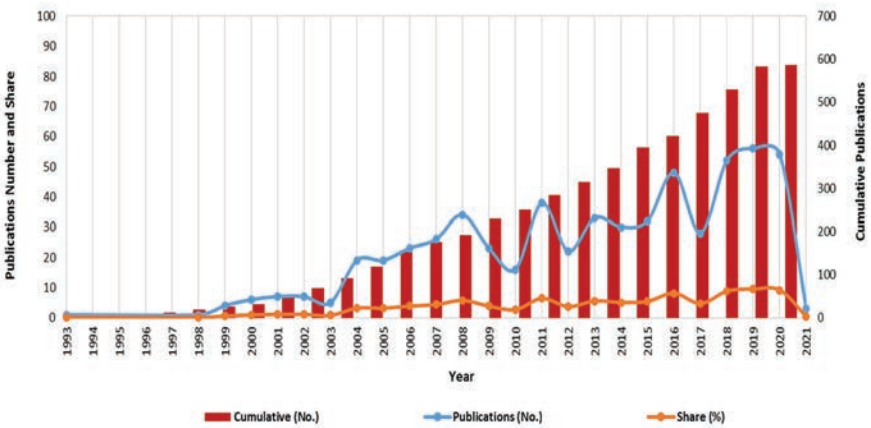
Може ли се, и треба ли забранити употребу ГМО-а? Да ли је од њих већа штета или корист? Какво је опште мишљење о ГМО-у? Свијест потрошача о ГМО-у готово је универзална и према *Hartman Organic and Natural Report*, 2018[18] износи 97%. Раст свијести потрошача такође је у складу са све већим бројем потрошача који желе избјећи ГМО. *Hartman* извјештава да 46% купаца намјерно избјегава ГМО приликом куповине. Потрошач има право да зна шта једе, па храна која садржи ГМ састојке треба да буде означена. Осим што ГМО-и могу представљати здравствене, безбједносне и друге потенцијалне ризике, бројне су етичке и моралне дилеме везане за технику генетичког инжењерства. Опоненти ове технологије истичу, на примјер, да је морално неприхватљиво уметати животињске гене у биљке.

Истраживања показују да начин на који се биотехнологија тумачи у медијима може значајно утицати на ставове и мишљења различитих чланова друштва и на тај начин утицати на степен усвајања генетских култура. Чак 71,8% заинтересованих


„Само када наука
буде радила у корист
човječанства, како би се
људима олакшао живот
а не у корист великих
моћника, тада ће овај
планети бити боље и
биће мира."
Никола Тесла

у земљама ЕУ (са посебним нагласком у Великој Британији и Шпанији) сматра „поларизованом расправу представљену у медијима“ као „важну“ или „веома важну“ препреку усвајању ГМ усјева. Сходно томе, 91% заинтересованих сматрао је „објективно и чињенично медијско покривање“ као „важну“ или „веома важну“ мјеру која би омогућила успјешно усвајање, док је 89,7% сматрало да је то „вјероватно“ или „врло вјероватно“ начин исправљања неких од најчешћих јавних заблуда повезаних са технологијом (*Vilella-Vila & Costa-Font*, 2008[19]).

Медији играју важну улогу у олакшавању комуникације, као и на подизању свијести и знања о биотехнологији. Међутим, медијско извјештавање о биотехнолошким питањима показује тенденцију ниске и/или пристрасне покривености. Стога постоји потреба за успостављањем политика и смјерница у новинарству како би се омогућило стварно, непристрасно, објективно и адекватно преношење вијести везаних за науку и технологију. Осим тога, неопходно је изградити повјерење између медија и научне заједнице.



Једини прави закључак је да не треба некритички примати све нове технологије и новитете, али исто тако их априори не треба одбацивати због страха од непознатог. О њима се треба информисати из поузданих и научно заснованих извора. Увијек треба сучелити аргументе за и против и донијети одговарајућу одлуку.

Годишњи пораст броја публикација о перцепцијама, ставовима, преференцама и понашању потрошача о ГМ храни (1981-данас) (Извор: Sendhil et al. 2022[20]).

[17] Butler, D., Reichhard, T. (1999) Long-Term Effect of GM Crops Serves Up Food for Thought, Nature 1999 April 22398(6729): 651-656

[18] Доступно на https://www.hartman-group.com

[19] Vilella-Vila M.,Costa-Font, J. (2008) Press media reporting effects on risk perceptions and attitudes towards genetically modified (GM) food Journal of Behavioral and Experimental Economics (formerly The Journal of Socio-Economics), 37(5): 2095-2106

[20] Sendhil, R., Nyika, J., Yadav, S., Mackolil, J., Prashat GR., Workie, E., agupathy, R., Ramasundaram, P. (2022) Genetically modified foods: bibliometric analysis on consumer perception and preference, GM Crops & Food, 13:1, 65-85, DOI: 10.1080/21645698.2022.2038525

ПРАВА ПОТРОШАЧА У БИХ И УСКЛАЂЕНОСТ СА ЕВРОПСКИМ ЗАКОНОДАВСТВОМ

Документи којима се регулишу производња, контрола и промет хране добијене примјеном генетичког инжењерства су *Codex Alimentarius* и Протокол из Картагине[21]. Књига закона о храни (лат. *Codex Alimentarius*) јесте збирка међународно признатих стандарда везаних за храну објављена 1963. године. Стандарде су развиле Комисија *Codex Alimentarius* Свјетске организација за храну и пољопривреду (*Food Agriculture Organization of the Unated Nations* - FAO) и Свјетска здравствена организација (*World Health Organization* - WHO). Ова збирка покрива све намирнице, опште стандарде за питања означавања хране, адитива, пестицида, процјене ризика, хигијене хране, методе анализа и узроковања. Циљ свих активности које комисија обавља усмјерене су у правцу заштите потрошача те осигурања добре праксе у производњи и размјени хране. БиХ је чланица Комисије *Codex Alimentarius* од 2007. године.

Уз Конвенцију о биолошкој разноликости (*Convention on Biological Diversity* - CBD), односно међународни споразум за заштиту биолошке разноликости, Протокол из Картагине о биолошкој сигурности (*The Cartagena Protocol on Biosafety* - CPB) међународни је споразум којим се регулише међудржавно или прекогранично осигурање

одговарајућег нивоа заштите на пољу сигурног преноса, руковања и употребе живих модификованих организама (ЛМО). Протокол из Картагине је ступио на снагу 2003. године за земље потписнице. Протокол одређује правила и процедуре за сигуран пренос, руковање и искоришћавање живих модификованих организама, временске рокове и друге процедуре зависно од намјене. Босна и Херцеговина је потписник Протокола из Картагине од 2008. („Службени гласник БиХ“, број 12/08).

Према Закону о храни БиХ („Службени гласник БиХ”, број 50/04), заштита интереса потрошача и прописи о храни усмјерени су на заштиту интереса потрошача и обезбјеђују основ за информисаност потрошача прије избора прехрамбених производа које ће употребљавати. Циљ прописа о прехрамбеним производима је спречавање: а) нечеститих или обмањујућих поступака, б) кривотворење прехрамбених производа и ц) свих других поступака који могу довести потрошача у заблуду. Према истом Закону о храни БиХ, сљедивост је могућност улажења у траг храни, храни за животиње, животињи која производи храну, односно служи за производњу хране, сировини или материји која је намијењена уграђивању или се очекује да ће бити уграђена у храну или храну за животиње, кроз све фазе производње, прераде и дистрибуције.

Према Закону о ГМО у БиХ, подаци о употреби ГМО-а и подаци о поступцима одобравања надлежног тијела јавни су, те се путем средстава јавног информисања и веб-странице Агенције за безбједност хране БиХ јавности даје на увид. У Закону о заштити потрошача у БиХ (чл. 1, 2, 3. и 4) јасно се наводе права која су дата потрошачу („Службени гласник БиХ”, број 25/2006 и 88/2015).

[21] Alagić, D., Smajlović, M., Čaklovica, F. (2005): Genetski modificirani organizmi (GMO) u prehrani ljudi. Meso 7(5): 48-54.

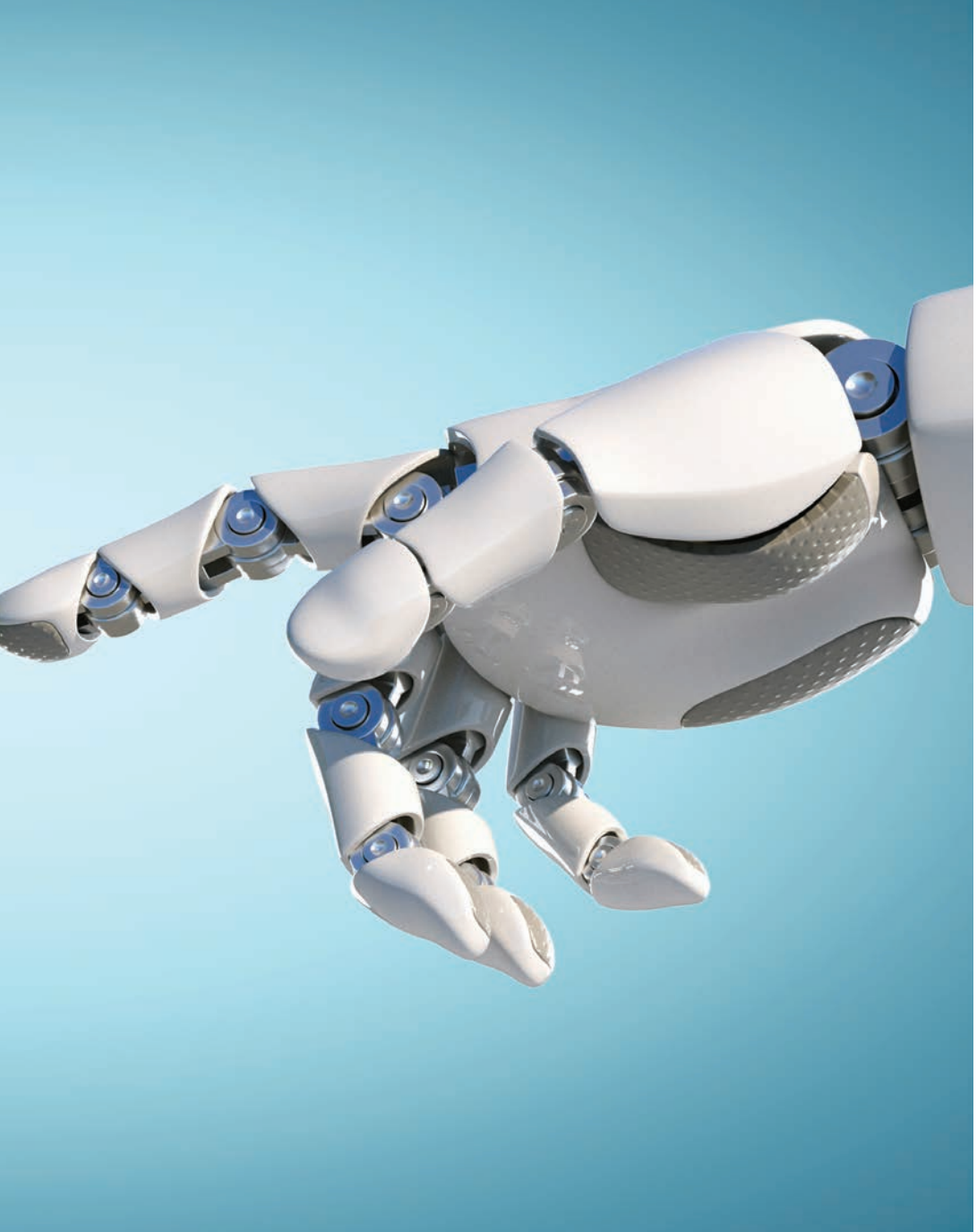
ГМО - БУДУЋНОСТ ИЛИ ЗАБЛУДА?

Ако говоримо о будућности ГМО-а, тешко је предвидјети да ли ће они бити смањени због штетних ефеката или ће „процвјетати“ са више квалитета. ГМО су данас забрањени у великом броју земаља упркос значајној либерализацији у САД. Европа тежи органској пољопривреди, али истовремено ради на ГМО-у, што показује да се ГМО не може лако елиминисати у будућности. Подсјетимо, велики број студија доказује непостојање штетног ефекта ГМО-а. Истраживачи са Универзитета у Перуђи у Италији објавили су преглед 1.783 тестова безбједности ГМО-а, од којих је у 770 испитиван директан утицај на здравље људи или животиња. Резултат води научном консензусу да постојећи ГМО-и нису ни мање ни више ризични од конвенционалних усјева. У исто вријеме данас се може читати да су генетички модификовани организми или производи „неприродни“, а да се „природа увијек враћа свом поријеклу, што значи да ће човјек морати да се суочи са посљедицама“. Усвајањем одговарајућих правила о биолошкој безбједности и њиховом регулацијом „можемо смањити штету од ГМО-а“.

Потребе за производњом довољне количине хране сваким даном су све веће из више разлога: број становника се свакодневно повећава, захтјеви појединаца постају већи, значајан дио пољопривредних производа користи се за производњу непрехрамбених производа и слично. Данас је у просјеку 800 милиона гладних и уколико се ништа не промијени, тај број ће свакако у будућности расти. Подстакнут овим чињеницама Педро Санчез, директор Центра за пољопривреду и безбједност

хране на Институту за планету Колумбија, каже: „ГМО су само једно средство да се осигура да свијет буде безбједан у храни када додамо још двије милијарде људи до 2050. године... То није једини одговор, и није суштински, али је свакако једна добра ствар у нашем арсеналу.“

У садашњим условима могуће је повећати производњу хране на више начина: повећањем обрадивих површина, унапређењем технологије гајења, већим искоришћавањем генетичког потенцијала гајених биљака, стварањем сорти и хибрида већег генетичког потенцијала и увођењем у производњу нових биљних врста. Повећање обрадивих површина је ограничено, а велики дио површина има неповољне физичке и хемијске особине. Унапређење технологије гајења има свој економски, а повећање генетичког потенцијала свој биолошки максимум. Искоришћавање постојећег генетичког потенцијала сорти и хибрида зависи од особина земљишта и технологије гајења. Производња анималне хране такође има своје лимитирајуће факторе. Постоје одређене могућности повећања хране бољим и интензивнијим коришћењем водних ресурса – океана, мора, језера и ријека. Превазилажење наведених проблема може се ријешити већим учешћем науке, а прије свега развојем и примјеном нових метода биотехнологије. Умјесто да се само изолују одређена једињења



која организам синтетише, могуће је од микроорганизама, биљних и животињских ћелија направити „биолошке фабрике“ које ће додатно синтетисати економски вриједна једињења, као што су протеини, витамини, аминокиселине, антибиотици, разни хормони и сл. Генетичким инжењерством могуће је повећати производњу или у самом организму или контролисати гене који врше синтезу тог продукта и уградити их у неки други организам, односно створити трансгене организме.

На крају међу бројним читаоцима који су за или против ГМ хране вјерујемо да ће се сви усагласити о неопходности обиљежавања и праћења ГМ производа те остављања потрошачу на вољу избора у трговини. Као важно фактор развоја/застављања коришћења ГМО у будућности може се навести примјер одговора професора Лејфа Андерсона са Универзитета у Упсали, стручњака за генетска побољшања животиња, који је на питање новинарке Наоми Дариом (часопис *Harec*) да његове активности могу код животиња изазвати много патње одговорио: „Све се враћа на појединачног купца и питање колико је појединачни купац спреман да плати месо … Ако купци од нас траже само најјефтиније могуће месо - то ће и добити… Купци морају да одлуче шта им је најважније, цијена или нешто друго.”

ISBN 978-9926-8327-4-2
CIP zapis dostupan u COBISS sistemu Nacionalne i univerzitetske biblioteke Bosne i Hercegovine
pod ID brojem 51497478

ГМО

ГЕНЕТИЧКИ МОДИФИКОВАНИ ОРГАНИЗМИ У БОСНИ И ХЕРЦЕГОВИНИ

“Публикација пружа нов извор информација, референција, практичних и основних знанствених идеја по питањима генетички модифицираних организама. Иако се у брошури користе релевантна свјетска искуства, текст је прилагођен потребама свакодневног живота код нас.”
Проф. др Далибор Баллиан

„...може се констатовати да рукопис „Генетички модификовани организми у Босни и Херцеговини“ даје корисне новије податке о тренутном присуству ГМ хране на нашем тржишту, али и шире, чињеницама и заблудама које су присутне у јавности, социолошки, религиозни, филозофски и политички приступ новим производима, те подизање свијести и знања о ГМО-у.“
Проф. др Стојко Видовић

„... циљ ове брошуре није у афирмацији или оспоравању генетског инжењерства (укључујући и ГМО) него у реалном упознавању читатеља са достигнућима и могућностима ове технологије. Ово је покушај да се представе све добре и лоше стране кроз јачање свијести, развој капацитета и институција у Босни и Херцеговини
Проф. др Иван Остојић

“Основно питање у вези са примјеном савремене биотехнологије и генетички модификованих организама је како рационално искористити предности које они пружају, а да се при томе спријече потенцијалне негативне посљедице по човјека и животну средину. Управо на трагу давања одговора на ова питања је рукопис публикације „Генетички модификовани организми у Босни и Херцеговини“ у којој аутори, на кратак али језгровит, информативан и разумљив начин пружају одговоре на многа питања у вези са ГМО-ом.”
Проф. др Војислав Тркуља