

Prostorni utjecaj GMO-a

Karčić, Dominik

Undergraduate thesis / Završni rad

2020

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Science / Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:217:741682>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-01-10**



Repository / Repozitorij:

[Repository of the Faculty of Science - University of Zagreb](#)



Sveučilište u Zagrebu
Prirodoslovno-matematički fakultet
Geografski odsjek

Dominik Karčić

Prostorni utjecaj GMO-a

Prvostupnički rad

Mentor: izv. prof. dr. sc. Nenad Buzjak

Ocjena: _____

Potpis: _____

Zagreb, 2020.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište u Zagrebu
Prvostupnički rad
Prirodoslovno-matematički fakultet
Geografski odsjek

Prostorni utjecaj GMO-a

Dominik Karčić, JMBAG: 01190432637

Izvadak: Genetski inženjering čovječanstvu je otvorio mnoge nove mogućnosti, s time i upravljanje genetskim materijalom biljaka. Danas se u velikim količinama manipulira genskim materijalom u svrhu povećanja prihoda i podizanja kvalitete usjeva. U ovom radu biti će prikazane sve prostorne posljedice i mogući rizici proizašli iz toga manipuliranja.

20 stranica, 8 grafičkih priloga, 1 tablica, 21 bibliografskih referenci; izvornik na hrvatskom jeziku

Ključne riječi: Biotehnologija, GMO, prostor, soja, herbicid

Voditelj: prof. dr. sc. Nenad Buzjak

Tema prihvaćena: 16. 1. 2020.

Datum obrane: 3. 7. 2020.

Rad je pohranjen u Središnjoj geografskoj knjižnici Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, Marulićev trg 19, Zagreb, Hrvatska.

BASIC DOCUMENTATION CARD

University of Zagreb

Undergraduate

Thesis

Faculty of Science

Department of Geography

Spatial impact of GMO-s

Dominik Karčić, , JMBAG: 01190432637

Abstract: Genetic engineering has opened up many new possibilities for mankind, and one of the possibilities is management of plant genetic material. Today, genetic material is being manipulated in large quantities in order to increase income and raise crop quality. This paper will present all the spatial consequences and possible risks resulting from this manipulation.

20 pages, 8 figures, 1 tables, 21 references; original in Croatian

Keywords: Biotechnology, GMO, space, soybean, herbicide

Supervisor: Nenad Buzjak, PhD, Associate Professor

Undergraduate Thesis title accepted: 16/01/2020

Undergraduate Thesis defense: 03/07/2020

Thesis deposited in Central Geographic Library, Faculty of Science, University of Zagreb, Marulićev trg 19, Zagreb, Croatia

SADRŽAJ

1. UVOD	1
2. METODOLOGIJA	2
3. ŠTO JE GMO?	3
4. POVIJEST I TRENUTNO STANJE KORIŠTENJA GMO-a U SVIJETU	4
5. PROSTORNI UTJECAJ GMO-a	7
6. ZAKLJUČAK	16
7. LITERATURA	17
8. IZVORI	18

1. UVOD

Čovjek svojim djelovanjem neprestano mijenja okoliš u kojem živi, nastoji ga prilagoditi sebi i maksimalno ga iskoristiti. Tehnologija i znanost 21. stoljeća omogućavaju donedavno nezamislive stvari između kojih je i genetički inženjering. Od pojave sjedilačkog načina života pa do danas ljudi biraju one biljke koje daju najveći urod, one koje su najotpornije na fluktuacije klime i one koje imaju široku geografsku rasprostranjenost. U počecima nesvjesno, a kasnijim razvojem znanosti svjesno, oni su tim odabirom genetski modificirali određene biljke koje se danas bitno razlikuju od svojih predaka. Usavršavanjem tehnologije i sve većim znanjem na području biologije, kemije i ostalih znanosti, genetički inženjering doveden je do vrlo visoke razine upotrebljivosti pružajući ljudima mogućnost manipuliranja genima na način na koji se to u prirodi ne odvija. U svrhu unaprjeđivanja karakteristika biljaka (i životinja), što većeg prinosa uz zadržavanje iste površine zemljišta, te brojnih drugih ciljeva (kao što je npr. rješavanje problema gladi u svijetu), u znanstvenim laboratorijima „stvaraju“ se biljke s genskim materijalom drugih organizama. Manipuliranje genskim kodom organizma stvara genetski modificiran organizam (GMO) sa željenim karakteristikama koje ga razlikuju od izvorne vrste. Nakon utvrđivanja upotrebljivosti organizma on odlazi u optjecaj, od nepreglednih prostranstava farmi, preko polica trgovačkih lanaca, sve do stola krajnjeg konzumenta. Ipak, znanost ne može odgovoriti na sve nuspojave korištenja GM organizama, stoga brojni znanstveni radovi, publikacije i primjeri iz svakodnevice ukazuju na niz nelogičnosti povezanih sa njihovim uzgojem. Također, mnogi radovi ukazuju na štetno djelovanje takvih organizama na prostor u kojem se uzgajaju, na ljude koji ih konzumiraju i nemogućnost suživota s biljkama koje se uzgajaju konvencionalnim načinom. U ovom radu biti će prikazana različita stajališta o GM organizmima s posebnim naglaskom na njihov prostorni utjecaj kao i posljedice koje određeni prostor podnosi uslijed korištenja GMO-a.

2. METODOLOGIJA

U ovom radu korišteno je više izvora podataka, kao i znanstveno-istraživačkih literaturnih referenci. Sekundarni podatci su prikupljeni iz dostupne literature i publikacija. Njihovom analizom i interpretacijom utvrđeni su različiti znanstveni pristupi problematici prostornog utjecaju GMO-a koji su u nastavku uspoređeni. Komparativnom metodom uspoređuju se određeni izvori te se donosi kritički zaključak s obzirom na korištene literaturne reference. Za što bolju predodžbu problematike korišteni su i grafički te tablični prilozi, kao i GIS alati koji omogućavaju bolje razumijevanje teme rada.

3. ŠTO JE GMO?

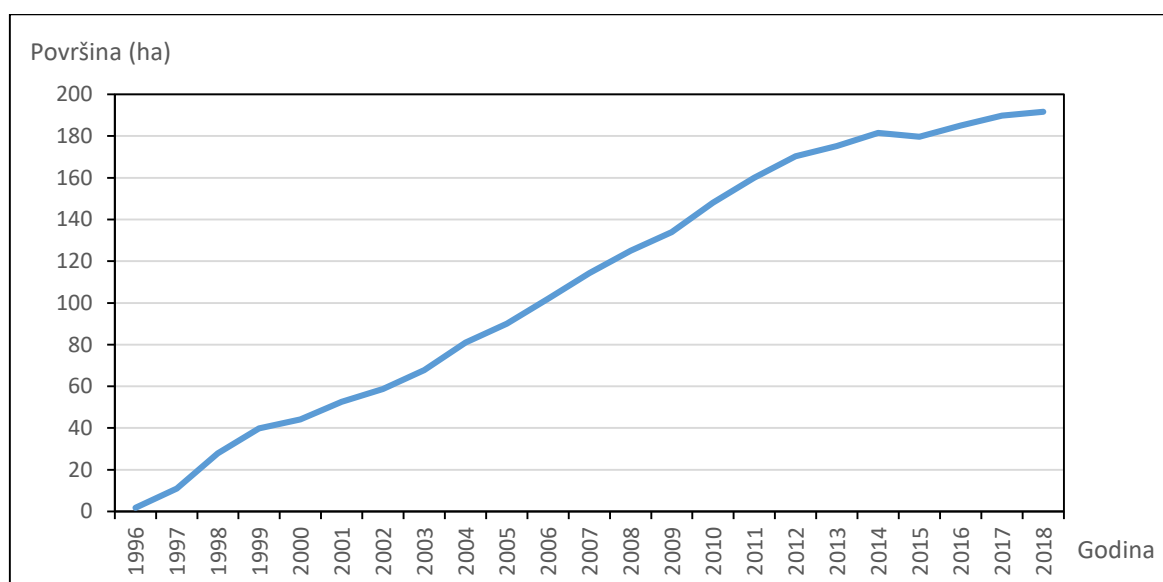
Prema definiciji Svjetske zdravstvene organizacije, genetski modificiran organizam podrazumijeva sve organizme (biljke, životinje ili mikroorganizme) kojima je genetski materijal promijenjen na način koji se ne odvija prirodnim putem procesom rekombinacije (WHO, 2014). Genetski modificirana hrana podrazumijeva hranu proizvedenu od genetskih modificiranih biljaka ili životinja. Kada se govori o GM organizmima u užem smislu, to podrazumijeva metodu transgeneze, tj. proces unošenja stranih gena u živi organizam čime nastaju nova (željena) svojstva kod nove jedinke, koja se prenose na potomstvo (Kelam, 2017). Povijest rekombinatorike gena seže u 1973. godinu kada su znanstvenici otkrili da se genetski materijal može prenositi između različitih vrsta, a danas su te spoznaje daleko preciznije od onih pionirskih (Vukorepa, 2018). Moderni biotehnološki pristup omogućava prenošenje gena iz prokariota ili eukariota biljaka ili životinja u biljni genom. Duhan i rajčica bile su prve biljke na kojima je započela široka primjena GMO biotehnologije, a danas su najrasprostranjeniji GM usjevi soja, kukuruz, pamuk i uljana repica (Vukorepa, 2018).

Većina GM usjeva funkcionira tako da se njihov genetski materijal izmjeni kako bi oni postali otporni na herbicide kojima su tretirani, a koji uništavaju okolni korov i nametnike. Najrasprostranjeniji herbicid danas, patentiran od biotehnološkog diva Monsanto (koji je odnedavno kupljen od strane njemačkog Bayera), je herbicid Roundup koji se koristi u proizvodnji većine GM usjeva u svijetu. U većini slučajeva, osnovni predmet neslaganja jest njegov aktivni sastojak glifosfat koji se prema određenim znanstvenicima smatra kancerogenim, a prema drugima u potpunosti prihvatljivim, čak i poželjnim (Bayer Global, 2020).

Osim herbicida, ono što GMO industriju čini kontroverznom jest veliki broj drugih slučajeva koji kod brojnih znanstvenika i pojedinaca potiču sumnju, a koji će biti prikazani u nastavku. Zanimljivo je primijetiti kako su u raspravu o utjecaju glifosfata (i GMO-a općenito) uključeni svi slojevi društva - od političara i znanstvenika, sve do poljoprivrednika i radničke klase. Također, proučavanjem dostupne znanstvene literature utvrđeno je postojanje velikog broja zagovaratelja GMO-a među znanstvenicima, ali i onih koji mu se suprotstavljaju. U daljnjoj analizi biti će prikazani omjeri korištenja i prostornog utjecaja GMO-a na globalnoj razini uključujući i primjere određenih mikro prostora kao najboljeg pokazatelja održivosti i isplativosti ovakvoga načina uzgoja biljaka.

4. POVIJEST I TRENUTNO STANJE KORIŠTENJA GMO-a U SVIJETU

Prema vodećoj svjetskoj organizaciji za promicanje GMO-a u 2018. godini gotovo 17 milijuna poljoprivrednika zasadilo je 191 milijuna hektara biotehničkih usjeva u 26 zemalja širom svijeta. Od početka komercijalizacije GM usjeva 70-ih godina 20. st., kada je tim usjevima bilo zasađeno oko 1,7 milijuna hektara, do danas se ukupna površina zasađena GM usjevima povećala gotovo 113 puta. Stoga se biotehnološke kulture smatraju najbrže usvojenom tehnologijom usjeva u povijesti moderne poljoprivrede (sl. 1.) (ISAAA, 2018).

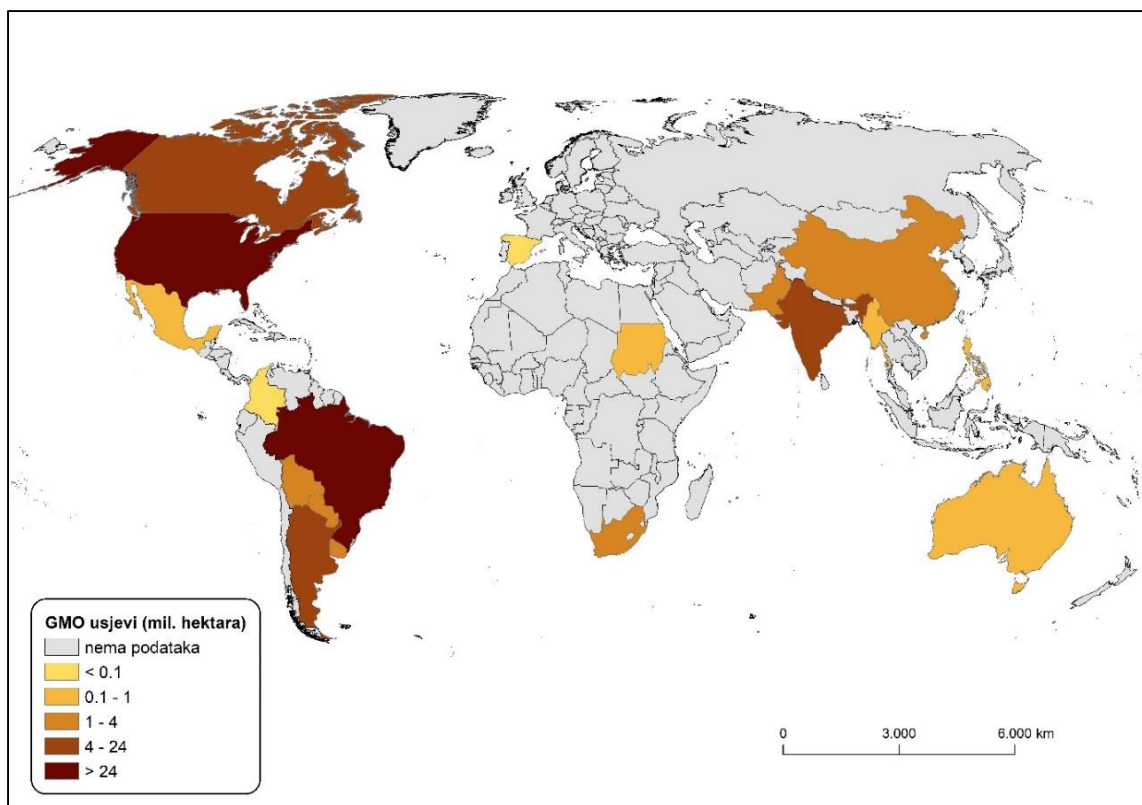


Sl. 1. Ukupna površina zasađena GM usjevima u svijetu 1996. - 2018. godine

Izvor: ISAAA, 2018.

U posljednjih sedam godina zemlje u razvoju zasadile su više GM usjeva nego razvijene, industrijske zemlje. U 2018. godini 21 zemlja u razvoju zasadila je gotovo 54% (ili 103,1 milijuna ha) od ukupne površine GM usjeva, dok je pet industrijskih zemalja zauzelo površinu od preostalih 46% (ili 88,6 milijuna hektara). Na ovom primjeru jasno je uočljivo kako se većina GM usjeva nalazi u zemljama u razvoju koje često ovise o politici i pomoći onih zemalja koje upravljaju velikim dijelom svjetske ekonomije. Također, u budućnosti se očekuje nastavak rasta ovog trenda zbog velikog broja zemalja južne hemisfere koje tek počinju primjenjivati najnovije tekovine biotehnoške znanosti u svojoj poljoprivredi. Od svih zemalja koje uzgajaju GMO u slabije razvijenima prevladava uzgoj riže, kao osnovne prehrambene namjernice kojom se koristi većina stanovništva.

U razvijenim zemljama najviše se uzgajaju kulture poput soje i kukuruza koje se podjednako koriste u prehrani ljudi, ali i životinja (ISAAA, 2018). Sl. 2. prikazuje površine u svijetu zasijane GM usjevima 2018. godine. Sve prikazane zemlje smatraju se biotehnoškim mega državama koje uzgajaju GM usjeve na površini većoj od 50 000 ha. Promatranjem ovog pokazatelja SAD predvode sa zasađenih gotovo 75 milijuna ha zauzimajući čak 40% ukupne površine GM usjeva. Na drugom mjestu nalazi se Brazil s 51,3 milijuna ha odnosno čak 27% ukupne svjetske površine. Iza njih slijede Argentina, Kanada i Indija koje zajedno sa svjetskim predvodnicama zauzimaju čak 91% od ukupne svjetske površine zasađene GM usjevima (ISAAA, 2018).

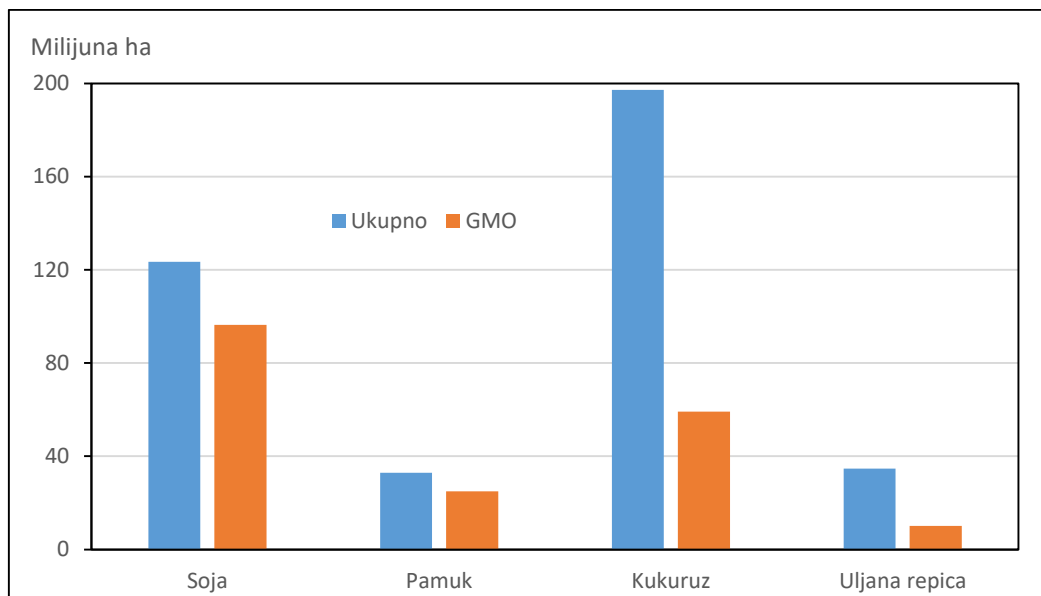


Sl. 2. Površine zasijane GM usjevima 2018. godine

Izvor: ISAAA, 2018.

Kao što je već ranije spomenuto većina GM usjeva odnosi se na soju, kukuruz, pamuk i uljanu repicu. Od ukupne svjetske proizvodnje soje čak 78% pripada GM soji. Time GM soja postaje biljka koje najrasprostranjenija u svijetu biotehnologije. Od 197,2 milijuna ha kukuruza u svijetu 2018. godine, 30% pripada GM kukuruzu. U usporedbi sa 2017. godine površina GM kukuruza smanjila se za 1% što se pripisuje lošim vremenskim uvjetima u Latinskoj Americi i nižoj cijeni na tržištu. Na trećem mjestu prema zastupljenosti nalazi se GM pamuk.

Od ukupne svjetske proizvodnje pamuka, čak 76% pripada GM pamuku. U odnosu na 2017. godinu proizvodnja GM pamuka se povećala zahvaljujući sve većoj primjeni pamuka otpornog na nametnike. Površina GM uljane repice smanjila se za 1% u odnosu na 2017. godinu čineći tako 29% ukupne svjetske proizvodnje uljane repice. Pad površina zabilježen je uslijed njezine manje potražnje na sjevernoj hemisferi (sl. 3.). Biljka alfa-alfa ili lucerna, koja se koristi kao hrana za stoku, također je visoko zastupljena u biotehnoškoj industriji. Porast zasađene površine alfa-alfu u odnosu na 2017. godinu porastao je za 3,3%, a očekuje se i daljnji rast (ISAAA, 2018). Osim navedenih biljaka u biotehnoškoj industriji široku rasprostranjenost i primjenu imaju papaja, patlidžan, krumpir i jabuka.



Sl. 3. Odnos konvencionalnih i biotehnoških kultura u svijetu 2018. godine

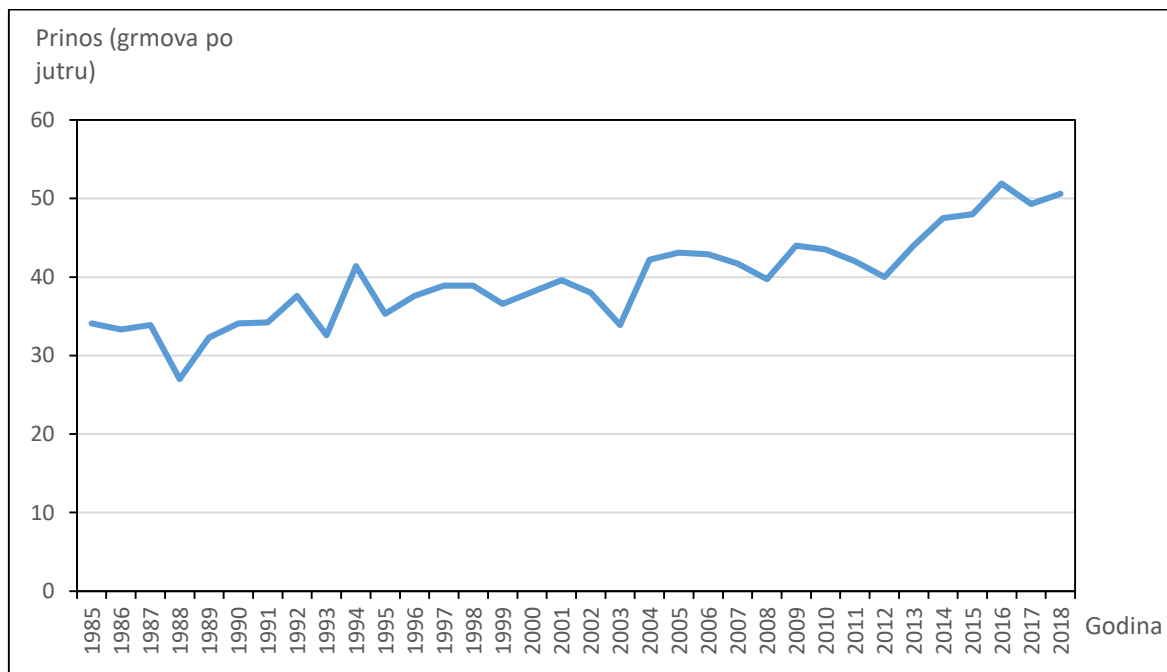
Izvor: ISAAA, 2018.

Uzimajući navedene pokazatelje u obzir zaključuje se kako i svjetska trgovina GM proizvodima također proporcionalno raste. Godine 2016. ona je iznosila 15,8 milijardi američkih dolara, a 2017. godine porasla je 9%, na iznos od 17,2 milijarde. Udio trgovine GM proizvodima u odnosu na proizvode konvencionalne poljoprivrede SAD-a 2016. godine iznosio je skoro 24%. Promatramo li globalnu razinu, taj se udio povećava na 30%, čineći gotovo trećinu svjetske trgovine poljoprivrednim dobrima (ISAAA, 2018). Uzimajući u obzir sve navedene pokazatelje, u budućnosti se očekuje još veći stupanj implementacije GMO-a u poljoprivredi. Svi prikazani podatci upućuju na iznimnu važnost promatranja utjecaja GMO-a na prostor, uslijed prikazanih trendova njegove brze ekspanzije.

5. PROSTORNI UTJECAJ GMO-a

Osnovi objekt proučavanja geografije jest prostor. Ono što geografiju razlikuje od većine ostalih znanosti jest njezina interdisciplinarnost tj. promatranje određene stvarnosti na više razina kako bi se dobila što točnija predodžba. Također, geografija i njezine brojne grane imaju aplikativnu komponentu, tj. teže uočavanju i optimalnom rješavanju određenog problema. Kako je ranije utvrđena velika prisutnost GMO-a u poljoprivredi, opravdano se nameće ispitivanje održivosti njenog razvoja i prostornog utjecaja.

Jedan od najvećih svjetskih promicatelja primjene GMO tehnologije u poljoprivredi, organizacija ISAAA (International Service for the Acquisition of Agri-Biotech Applications), izdala je publikaciju o mitovima povezanim s biotehnologijom u kojoj se demantira deset pokazatelja (većinom o prostornom utjecaju) koje najčešće iznose protivnici GMO-a. Generalno gledajući, stav ISAAA-e jest da nema dokaza kako je uzgajanje GM biljaka nesigurno za okoliš i ljude, odnosno da nije dokazano kako je konvencionalna (ili organska) poljoprivreda povoljnija za prostor. Napominje se kako je za upravljanje GMO poljoprivredom potrebno manje resursa u odnosu na konvencionalan način, što ju čini mnogo prihvatljivijom. U publikaciji se navodi kako je osnovna prednost GMO-a povećanje prinosa jednake zasade površine (sl. 4.) i smanjena upotreba pesticida koji bi se koristili na konvencionalnim biljkama (ISAAA, 2015).



Sl. 4. Prosječni godišnji prinos soje u SAD-u 1985. - 2018. godine

Izvor: USDA, 2020

Nadalje, ističe se kako se sve genetske modifikacije odvijaju prirodnim putem. Poljoprivrednici su stoljećima križali biljke kako bi se dobili najpovoljniji rezultati dok biotehnologija to može učiniti na brži i sigurniji način. Križanje gena između vrsta, koje protivnici GMO-a ističu kao neprirodno i negativno, ionako bi se dogodilo prirodnim putem, ali u evolucijski vrlo dugačkom periodu (Lemaux, 2009).

Biotehnologija taj proces može ubrzati, proučiti i uočiti sve pozitivne ili negativne posljedice za prostor u kojem se takve radnje odvijaju, te osigurati potrebne uvjete kako bi određeni organizam preživio. Umjesto križanja desetaka tisuća gena kako bi se dobila određena svojstva, genetičkim inženjeringom moguće je izolirati samo njih nekoliko čineći time taj proces znatno bržim i preciznijim. Primjera radi, tako se u kukuruz unašaju geni bakterije *Bacillus thuringiensis* (Bt) koji kukuruzu daju otpornost na herbicid kojim se tretira, a koji uništava ostale nametnike i korov (ISAAA, 2015). Problemi nastaju kada se u cijelom procesu gleda isključivo profit, a ne održivost (što je često slučaj sa multinacionalnim kompanijama). Ovakvo kombiniranje gena nemoguće je očekivati prirodnim putem, no neki znanstvenici napominju kako je ono ipak moguće, ali tek u dalekoj budućnosti evolucije. ISAAA ističe kako su konvencionalni načini poljoprivrede, uz dosadašnje korištenje pesticida i herbicida vrlo štetni za prostor, uključujući i same poljoprivrednike, ali i konzumente (2015). Sađenjem usjeva otpornih na herbicide (GM usjeva) ne smanjuje se samo njihova upotreba, već se doprinosi smanjenju mehaničkog uklanjanja korova što omogućava isplativije gospodarenje poljoprivredom. Smanjenjem mehaničkog uklanjanja korova opada i potrošnja goriva potrebna za pokretanje strojeva, isto kao i erozija te kompakcija (nabijanje) tla (Lemaux, 2009). GM poljoprivreda rezultirala je smanjenjem globalnog utjecaja čovjeka na okoliš. Od 1996. godine pritisak na okoliš, nastao uslijed poljoprivrednih djelatnosti i tretiranja kultura pesticidima, smanjio se za 15,3% (Lemaux, 2009).



Sl. 5. Tretiranje usjeva herbicidom Roundup Ready

Izvor: The Detox Project, 2020.

Usjevi tolerantni na glifosfat pospješili su razvoj poljoprivrede sa smanjenim zahvatima na tlu (oranje, košnja, itd.) u Sjevernoj i Južnoj Americi, čuvajući tlo i okoliš od nepotrebnih troškova vode, dizela, povećanih količina herbicida i emisija ugljikovog dioksida (ISAAA, 2015).

Jedna od bitnih oznaka prostora je i njegova bioraznolikost, odnosno aktivni suživot i međuzavisnost brojnih organizama u određenom prostoru. ISAAA navodi kako je upravo pretjerano i neodgovorno korištenje postojećih pesticida i herbicida dovelo do narušavanja toga sklada i pojave superkorova otpornih na konvencionalan tretman bilja (2015). Navodi se kako se pojava superkorova i nametnika otpornih na pesticide javlja podjednako i kod konvencionalne poljoprivrede i kod biotehnoških usjeva, ali se tome može doskočiti ispravnim poljoprivrednim tehnikama (smjena plodoređa, umjereno tretiranje, itd.). U provedenim studijama o negativnom utjecaju GM usjeva na ostale organizme (osim nametnika) nisu utvrđeni podatci koji taj negativan utjecaj mogu dokazati (Lemaux, 2009). U opsežnoj analizi provedenoj na 42 testna polja, uzimajući u obzir vremenski okvir, lokaciju i veličinu parcele autori su zaključili kako je broj ostalih organizama (osim nametnika) bio veći na parcelama sa GM usjevima nego onim konvencionalnim. Sumirano, nije primijećena značajnija razlika u broju organizama između GM parcela i onih konvencionalnih (Lemaux, 2009).

Nadalje, provedene znanstvene studije tvrde kako je suživot konvencionalnih usjeva sa GM usjevima moguć. Poduzmu li se određene radnje poput upozoravanja susjednog poljoprivrednika o vrsti sjemena, obostranoj prilagodbi na sjetvu, prostorna odvojenost parcela, odvojeni datumi sjetve i sadnja suprotnih biljaka, širenje neželjenog gena iz GM parcela moguće je svesti na minimum (Lemaux, 2009). Usprkos svemu tome, ove prakse primjenjive su u onim državama za koje na velikom prostoru vrijedi jednaka legislativa. Primjeri iz Europe svjedoče vrlo različitom zakonskom okviru na malenom geografskom području stoga učinkovitost ranije navedenih mjera nije dovoljno ispitana kako bi se ustanovila mogućnost dugoročnog suživota. Također, potražnja za potpunom netolerancijom na GM usjeve nemoguća je zbog zakonitosti biologije i širenja određenog gena. Ukoliko se na određenom prostoru u potpunosti želi istisnuti GMO, tada bi ga trebalo u potpunosti zabraniti (Lemaux, 2009). Sve navedene studije zaključuju kako su rizici GMO poljoprivrede u potpunosti jednaki onima koji nastaju konvencionalnom poljoprivredom, te kako je gospodarenje njima dugoročno održivo i ekonomski isplativo (ISAAA, 2015).

Suprotno ranije navedenim stavovima nalazi se velik broj znanstvenika koji napominje kako još nisu dovoljno utvrđeni i istraženi svi mogući učinci GMO-a na prostor, stoga se prema njima treba odnositi s povećanim oprezom. Jedna od posljedica korištenja GMO-a u poljoprivredi jest „bijeg gena“, odnosno kretanje genetskoga materijala s genetički promijenjenih organizama na druge populacije ili druge vrste što predstavlja širenje tog gena na druge biljke u toj okolini. Na taj način može doći do stvaranja tzv. superkorova. Naime, ako gen koji uvjetuje otpornost na herbicid prijeđe na srodnu korovnu vrstu, ta će vrsta postati otporna na herbicid i neće je biti moguće iskorijeniti herbicidima. Širenje genetskoga materijala s genetski modificiranih biljaka predstavlja poseban problem u proizvodnji ekološke (organske) hrane. Odredbe o ekološkoj proizvodnji prilično su rigorozne kad su u pitanju genetski modificirane biljke. Certificirana ekološka proizvodnja ne smije koristiti sjeme genetski modificiranih sorata niti smije biti bilo kakve razmjene genetskoga materijala između ova dva oblika proizvodnje. Da bi se spriječilo eventualno miješanje genetskoga materijala, parcele s ekološkom proizvodnjom moraju biti dovoljno udaljene kako ne bi moglo doći do razmjene genskoga materijala, što je u praksi vrlo teško izvedivo (Beljo i dr., 2015).



Sl. 6. Primjena tampon zona u GM poljoprivredi

Izvor: Civil Beat, 2020.

Kao najbolji primjer tome može poslužiti slučaj „Marsh protiv Baxtera“ iz Zapadne Australije u kojem je organski poljoprivrednik Marsh izgubio licencu „organskoga“ uslijed kontaminacije GM uljanom repicom iz susjedne parcele. Australija je zemlja predvodnica u organskoj poljoprivredi, među prvima je razvila sustav odvjetništva za organske poljoprivrednike, pokrenula časopis o organskoj poljoprivredi i konstantno radi na njenom poboljšanju i što većem obujmu. Sa nešto više od 17 milijuna ha obrađivanih na organski način Australija čini gotovo 40% certificirane svjetske organske poljoprivrede. Uz sve to, 2004. godine donesen je moratorij na bilo koji GM usjev u Australiji kako bi se postojeće stanje zaštitilo i očuvalo. Dolaskom nove stranke na vlast, 2008. godine taj se moratorij ukinuo, te je nakon određenih ispitivanja u optjecaj pušteno sjeme GM uljane repice (Paull, 2015a). Poljoprivrednik M. Baxter zasadio je GM uljanu repicu na svojoj parceli unatoč tome što ga je S. Marsh upozorio kako bi to moglo utjecati na njegovu licencu, što bi značilo (ukoliko je izgubi) velike novčane gubitke. Tvrtka Monsanto (prodavač GM sjemena) utvrdila je da je tampon zona od 5 m dovoljna kako bi usjevi mogli opstati u održivom suživotu bez miješanja. Usporedbe radi, ta je zona u nekim najrazvijenijim zemljama Europe mnogo veća (tab. 1.).

Tab. 1. Propisana udaljenost sijanja određenih GM kultura od organskih u Nordijskim državama

Država	Usjev	Udaljenost
Danska	Kukuruz	200 m
	Repa	2 km
	Krumpir	20 m
Finska	Najčešći GM usjevi	Nije odlučeno
Island	Ječam	Nije odlučeno
Norveška	Najčešći GM usjevi	Nije odlučeno
Švedska	Krumpir	2 m
	Kukuruz	50 m

Izvor: Vintersborg i Pedersen, 2007.

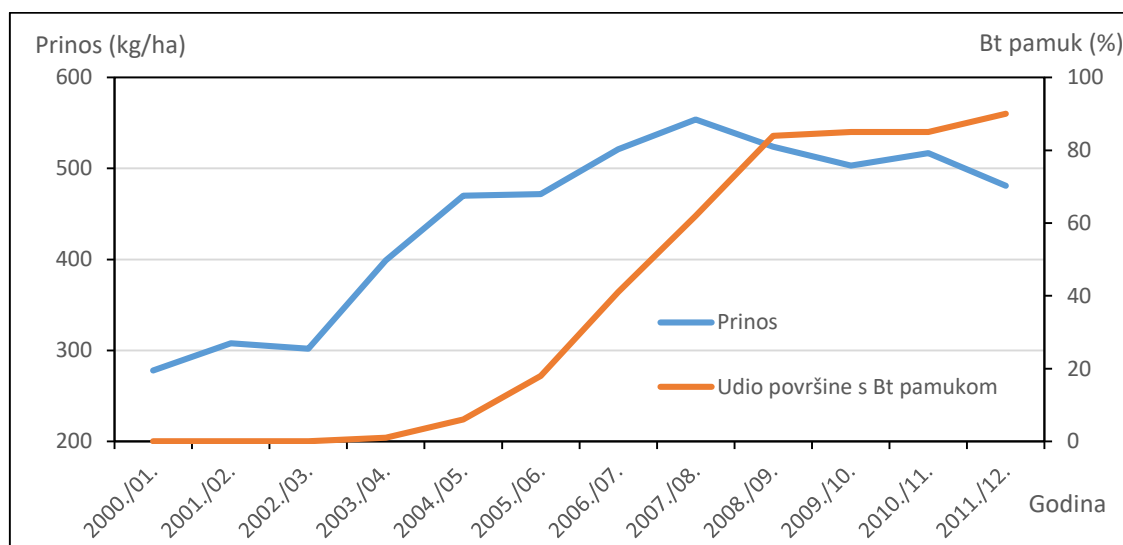
Kasnijim proučavanjem učestalosti vjetra, težine peludi i geografskim karakteristikama terena utvrđeno je kako je taj razmak bio nedovoljan. U urodu poljoprivrednika S. Marsha pronađena je količina GM uljane repice dovoljna za gubitak „organske“ licence što je značilo milijunske gubitke. Nakon višegodišnjeg suđenja slučaj „Marsh protiv Baxtera“ završen je u korist poljoprivrednika M. Baxtera, oslobađajući ga krivnje za uništavanje usjeva i milijunsku štetu nanesenu S. Marshu. Ta je odluka donesena uslijed jakog lobija od strane tvrtke Monsanto, koja je i financirala odvjetničku službu za obranu svojeg proizvoda (Paull, 2015b). Druge studije pokazale su kako je proces „kontaminacije“ konvencionalnog usjeva GM usjevom ireverzibilan, odnosno da se potpuna čistoća nakon miješanja usjeva nikada neće moći povratiti. Model širenja peludi u prostoru pokazuje kako su organski poljoprivrednici izloženi mogućnosti velikoga gubitka prihoda uslijed takvog miješanja. Bezobzirno uvođenje GM proizvoda u poljoprivredu mogu osjetiti i sami konzumenti koji će, ukoliko žele jesti organsku hranu, morati izdvajati veće količine novca kako bi platili skupo uvezenu organsku hranu iz inozemstva (Belcher i dr., 2005).

Suprotno ranije navedenom slučaju iz Australije, suđenjem u saveznoj državi Kaliforniji (SAD), sud je odredio kako tvrtka Monsanto mora isplatiti više od dvije milijarde dolara bračnom paru Alvi i Alberti Pilliod zbog prouzrokovanja karcinoma uslijed višegodišnjeg korištenja njihovog herbicida Roundup. Presudama je odlučeno kako je tvrtka Monsanto, koja je sad u vlasništvu njemačke farmaceutske korporacije Bayer, odgovorna za razvoj bolesti kod osoba jer nije na odgovarajući način upozorila na opasnosti od razvoja karcinoma povezanih sa spomenutim sredstvom. Zbog Roundupa ih tuže oboljeli, ali i obitelji osoba preminulih nakon borbe s tumorom. Na suđenjima su otkriveni dokumenti Monsanto koji su razotkrili načine na koje je tvrtka utjecala na istraživanja koja brane sigurnost glifosata, glavnog sastojka u sredstvu Roundup. Bayer i Monsanto i dalje tvrde kako je njihovo sredstvo sigurno za upotrebu, te da ne utječe na pojavu raka. Trenutno se Bayer suočava sa još stotinama sličnih slučajeva iz cijelog svijeta (The New York Times, 2019).

Još jedan vrlo zanimljiv primjer o prostornom utjecaju GMO-a vidljiv je na primjeru korištenja GM pamuka u Indiji. Sjeme Bt pamuka za komercijalnu upotrebu razvila je tvrtka Monsanto 1990. godine, a komercijalna proizvodnja Bt pamuka započela je 1996. u SAD-u, da bi se u narednom desetljeću brzo proširila u većinu zemalja proizvođača pamuka. Ukupna površina pod pamukom 2011. u Indiji (koja ima najveće površine zasađene pamukom u svijetu) iznosila je 12,1 milijuna ha, što znači da je 88 % nasada bio Bt pamuk (Čunko, 2013).

Za uzgoj Bt pamuka karakteristično je da su potrebne čak veće količine gnojiva i vode u odnosu na konvencionalni uzgoj. Opsežna istraživanja su pokazala da kultivacija i uzgoj Bt hibrida pamuka pojačano iscrpljuje hranjive tvari iz zemlje, što dovodi do osiromašenja tla i potrebe za 15 % intenzivnijim gnojenjem ukoliko se žele dobiti visoki prinosi vlakana (Radakrishnan, 2015). Potrebe za učestalim zalijevanjem su osobito velike u završnoj fazi stvaranja pamučnih loptica, što se većinom poklapa i s najsušnijim i najtoplijim razdobljima. Navodi se da su u paralelnom uzgoju uz navodnjavanje i bez navodnjavanja, na poljima koja su navodnjavana dobiveni prosječni prinosi od 689 kg/ha u odnosu na 247 kg/ha na površinama koje nisu navodnjavane, što je smanjenje prinosa od oko 65 %. Dakako da ti zahtjevi povećavaju troškove proizvodnje, a povećani unos gnojiva i vode nepovoljni su i u prostornom pogledu - zagađuju tlo i povećavaju vodeni otisak pamuka (Čunko, 2013).

Primjer iz Indije navodi kako su tvrdnje o smanjenju upotrebe pesticida točne za nekoliko prvih godina uzgoja, a kasnije se stanje bitno mijenja. Uzgoj Bt pamuka i dalje nije moguć bez primjene pesticida, kako zbog toga što je djelovanje umetnutog gena ne pokriva sve vrste štetočina koji napadaju pamuk, tako i zbog mnogih drugih čimbenika kao što su: primjena neodgovarajuće tehnologije i izostanak primjene agrotehničkih mjera neophodnih za visokozahtevnu GM proizvodnju, mutacije gena i stvaranje rezistentnih jedinki insekata, povećanje populacije sekundarnih insekata zbog smanjenja broja primarnih vrsta na koje je usmjerena GM tehnologija i dr. Zbog svih tih i drugih razloga, pojedina izvješća s terena u rijetkim primjerima govore čak i o povećanju potrošnje pesticida (Čunko, 2013).



Sl. 7. Prosječni prinosi i udjeli površine pod Bt pamukom u Indiji od 2000. do 2012. godine
Izvor: Čunko, 2013.

Slika 7. prikazuje prosječni prinos i udio površine pod Bt pamukom u Indiji od 2000. do 2012. godine. Izražene su indicije da se s povećanjem broja uzgojnih sezona prinosi ne nastavljaju povećavati proporcionalno sa širenjem površina pod tim pamukom. Kada se promatraju prinosi pamuka u navedenom razdoblju, ističe se nagli porast prinosa u prvoj fazi ekspanzije Bt pamuka (od 2003. do 2007. površine Bt pamuka povećane su za 41 %, a povećanje prinosa za 74 %), da bi u narednih 5 sezona u kojima su se površine pod Bt pamukom povećale za daljnjih 49 %, prosječni porast prinosa ostao gotovo na istoj razini, ili čak i manji.

Ipak, prinosi Bt pamuka i u tim stagnacijskim sezonama značajno su veći od onih iz razdoblja kada nije bilo Bt pamuka, što sigurno nije samo posljedica uvođenja GM sjemena nego i niza drugih čimbenika koji su promijenjeni u tehnologiji uzgoja (Čunko, 2013). Na slična iskustva nailazi se i kod potrošnje pesticida. U početnoj fazi uvođenja GMO-a oni se smanjuju, ali s vremenom dolazi do pojave superkorova koji zahtijevaju još veće tretiranje pesticidima kako bi se održao zadovoljavajući prinos. Povećano korištenje pesticida zabilježeno je i u Argentini, zemlji koja se često ističe vrlo uspješnom u implementaciji biotehnologije. Potrošnja herbicida na bazi glifosfata u 2009. godini iznosila je oko 200 milijuna litara naspram 13,9 milijuna litara 1996. Kada se uspoređi potrošnja glifosfata i površina zasađena GM sojom 1996. i 2009. godine, vidljivo je kako se površina zasijana GM sojom povećala pet puta a upotreba glifosfata čak četrnaest puta (Kelam i Rupčić, 2014). Argentina svjedoči još jednom procesu iznimno štetnom za prostor i njegove stanovnike - krčenje šuma. Godine 1996. bilo je 27,5 milijuna ha zasađenih poljoprivrednim kulturama da bi 2007. godine ta površina narasla na 32,5 milijuna ha. Razlika od 5 milijuna ha nastala je krčenjem šuma i sadnjom GM soje na zemljištima koja se prije nisu obrađivala. Od 1998. do 2004. sveukupno je posječeno 2,2 milijuna ha šume. Od 1998. do 2002. godišnje je iskrčeno 250 tisuća ha šume, a od 2002. do 2006. godine ta je stopa porasla na 280 tisuća ha godišnje (Kelam i Rupčić, 2014).

Slika 8. prikazuje percepciju DDT-a u javnosti 1947. godine. Iako je sintetiziran mnogo ranije, počeo se upotrebljavati i komercijalno proizvoditi 1940-ih godina kao najpoznatiji insekticid. Primjenjivao se u obliku bezbojnih kristala ili bijelog praha, a njegova upotreba bila je najraširenija tijekom Drugog svjetskog rata kada se primjenjivao protiv uši i tifusa. Predstavljan je kao „bezopasan za ljude“, a koristan u borbi protiv nametnika. Kasnijim istraživanjima uspostavilo se da je otrovan za ljude, pogotovo u oralnom obliku (EPA, 2020).

Fagan (2008) ističe kako je zanimljivo je usporediti percepciju DDT-a 1940-ih godina sa percepcijom GMO-a danas. Znanost na neka pitanja i pojave vezane uz GMO ne može odgovore, kao što nije mogla ni 1940-ih za DDT. Vrlo pogubno, možda i nepovratno bilo bi za stanovnike Zemlje ustanove li se slični (štetni) prostorni utjecaju GMO-a, kao što se to kasnije ustanovilo za DDT.



Sl. 8. Percepcija DDT-a u javnosti oko 1947. godine

Izvor: Fagan, 2008.

6. ZAKLJUČAK

Iz ranije provedene analize dostupnih znanstvenih radova utvrđeno je kako postoje mnoge točke neslaganja znanstvenika o prostornom utjecaju GMO-a. Također, utvrđeno je kako je mnogo više izražen ekonomski umjesto prirodnoznanstvenog diskursa, koji se često prikazuje karitativnim djelovanjem kako bi naišao na široku prihvaćenost kod pojedinaca. Podatci prikazani u analizi upućuju na određene posljedice GMO-a koje imaju pozitivan prostorni učinak, kao što su smanjenje korištenja herbicida i povećanje prinosa. Ipak, detaljnijom analizom utvrđeno je kako su ti pozitivni trendovi prisutni samo u nekoliko prvih godina od početka implementacije GMO-a u poljoprivredu, a kasnije se stanje izjednačuje s prethodnim, ili čak pogoršava. Mnogi radovi govore o povećanom pritisku na prostor uslijed korištenja GMO-a i to u obliku veće potrebe za navodnjavanjem, štetnom djelovanju na neciljane insekte, smanjenju bioraznolikosti, krčenja šuma i mnogim drugim. Jedna od osnovnih prijetnji prostoru, kao interaktivnoj cjelini velikog broja sudionika, jest ranije opisani „bijeg gena“, čiji neželjeni učinci mogu biti nepovratni i time onemogućiti optimalno funkcioniranje. Zbog svih navedenih primjera opravdana je suzdržanost brojnih država i pojedinaca glede korištenja GMO-a na svakodnevnoj razini. Izostanak opsežnih, transparentnih i dugotrajnih prostornih promatranja izostaje iz znanstvenog diskursa, što izaziva sumnju i nepovjerenje prema biotehnologiji općenito, a to se nepovjerenje produbljuje uslijed saznanja o mogućim štetnim prostornim utjecajima. Tek kada se takva istraživanja provedu, tj. kada se dobiju rezultati dugotrajnog motrenja bez želje za ekonomskim profitom na štetu prostora, moći će se planirati održivo gospodarenje i primjena biotehnologije u poljoprivredi. Masovna implementacija, bez znanstvenog konsenzusa oko bitnih prostornih utjecaja GMO-a, može biti vrlo pogubna za čovječanstvo s dugotrajnim, negativnim prostornim posljedicama i nemogućnošću njihova ispravljanja.

7. LITERATURA

1. Belcher, K., Nolan, J., Phillips, P.W.B., 2005: Genetically modified crops and agricultural landscapes: spatial patterns of contamination, *Ecological Economics* 53 (2005) 387– 401
2. Beljo, J., Herceg, N., Mandić, A., 2015: Biotehnologija i ekologija, *Mostariensia*, 19(1), str. 83-92
3. Čunko, R., 2013: Genetski modificiran Bt pamuk i globalne promjene u proizvodnji pamučnih vlakana, *Tekstil* 62, (1-2) 14-30
4. Fagan, J., 2008: Utjecaj GMO na ekološku poljoprivredu, *Agronomski glasnik* 3/2008, str. 211-234
5. International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications (ISAAA), 2015: Myths and Facts about Agricultural Biotechnology, http://www.isaaa.org/resources/publications/biotech_booklets/mythsandfacts/download/default.asp (12. 5. 2020.)
6. Kelam, I., 2017: GMO 2.0: Novi naziv – stari problem, *Socijalna ekologija*, 26(1-2), str. 45-59
7. Kelam, I., Rupčić, D., 2014: GMO između mita i stvarnosti – slučaj Argentine, *Znakovi vremena*, Godina XVII, broj 63, str. 169-186
8. Lemaux, P. G., 2009: Genetically Engineered Plants and Foods: A Scientist's Analysis of the Issues (Part II), *Annual Review of Plant Biology*, 2009., 60:511–59
9. Paull, J., 2015a: GMOs and organic agriculture: Six lessons from Australia, *Agriculture & Forestry*, Vol. 61 Issue 1: 7-14
10. Paull, J., 2015b: The threat of genetically modified organisms (GMOs) to organic agriculture: A case study update, *Agriculture & Food*, Vol. 3: 56-63

11. Radakrishnan, S.K., Kuruganti, 2020: Coalition for GM-Free India: 10 years of Bt cotton: False hype and failed promises, <http://indiagminfo.org/> (17. 5. 2020.)
12. The New York Times, 2019: \$2 Billion Verdict Against Monsanto Is Third to Find Roundup Caused Cancer, <https://www.nytimes.com/2019/05/13/business/monsanto-roundup-cancer-verdict.html> (9. 6. 2020.)
13. Vintersborg, K. L., Pedersen, S., 2007: Coexistence of genetically modified, conventional, and organic crops in the Nordic countries, Nordic Council of Ministers, Agriculture and Forestry, Copenhagen
14. Vukorepa, P., 2018: Prisutnost genetski modificirane soje kukuruza i pšenice na području Republike Hrvatske, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera, Prehrambeno-biotehnološki fakultet, Osijek

8. IZVORI

1. Bayer Global, 2020: Let's Talk About Glyphosate, <https://www.bayer.com/en/glyphosate-roundup.aspx> (9. 5. 2020.)
2. United States Environmental Protection Agency (EPA), 2020: DDT - A Brief History and Status, <https://www.epa.gov/ingredients-used-pesticide-products/ddt-brief-history-and-status> (18. 5. 2020.)
3. International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications (ISAAA), 2018: Biotech Crop Highlights in 2018, <https://www.isaaa.org/resources/publications/pocketk/document/Doc-Pocket%20K16-2019.pdf> (9. 5. 2020.)
4. The Detox Project, 2020: Eat GM Roundup Ready crops - eat Roundup, <https://detoxproject.org/glyphosate/eat-gm-roundup-ready-crops-eat-roundup/> (14. 5. 2020.)

5. United States Department of Agriculture (USDA), 2020: National Agricultural Statistics Service, Quick Stats, https://quickstats.nass.usda.gov/results/9C04569B-1695-3F93-BF3E-764DE2860BF3?pivot=short_desc (14. 5. 2020.)
6. World Health Organization (WHO), 2014: Food safety, https://www.who.int/foodsafety/areas_work/food-technology/faq-genetically-modified-food/en/ (9. 5. 2020.)
7. Civil Beat, 2020: Hawaii House Panel to Take Up Pesticide Buffer Zones, <https://www.civilbeat.org/2015/02/hawaii-house-panel-to-take-up-pesticide-buffer-zones/> (18. 5. 2020.)