



Академија инжењерских наука Србије
АИНС

1998 -2017

Одељење биотехничких наука

Округли сто

**“Генетички модификовани
организми (ГМО), научни и
етички аспекти, производња и
коришћење”**

Зборник предавања

**Проф. др Ратко Лазаревић и Проф. др
Васкрсија Јањић (Едитори)**

SRBIJA



Београд, 2017.

**Академија инжењерских наука Србије - АИНС
Одељење биотехничких наука**

Округли сто

**“Генетички модификовани
организми (ГМО), научни и
етички аспекти, производња
и коришћење“**

25. април 2013.

Зборник предавања

**Проф. др Ратко Лазаревић, академик АИНС и
Проф. др Васкрсија Јањић, академик АНУРС и
АИНС (Едитори)**

Београд, 2017.

Организациони одбор скупа:

Васкрсија Јањић, академик АИНС и АНУРС

Косана Констатинов, академик АИНС

Снежана Младеновић Дринић, дописни члан АИНС

Витомир Видовић, дописни члан АИНС



За издавача:

Проф. др Бранко Ковачевић,

Председник Академије инжењерских наука Србије,

Проф. др Бошко Рашуо,

Председник Међуодељенског Одбора за публикације

Академије инжењерских наука Србије

Садржај

Програм „округлог стола“	1
Косана Константинов „ Могући аспекти стварања, гајења и коришћења генетички модификованих организама (ГМО)“	4
Васкрсија Јањић „ Садашње стање, глобални статус и еколошки последице гајења генетички модификованих биљака“	29
Снежана Младеновић Дринић „ Храна произведена од генетички модификованих организама (ГМО)“	66
Јанош Берењи „ Генетички модификоване биљке-чистачи околине“	76
Јелена Самарџић „ Детекција и квантификација присуства ГМ у биљном материјалу и храни биљног порекла у овлашћеној лабораторији Института за молекуларну генетику и генетичко инжењерство (ИМГГИ)“	87



Академија инжењерских наука Србије
АИНС
Одељење биотехничких наука
25. април 2013., 11 сати

ОКРУГЛИ СТО

“Генетички модификовани организми (ГМО), научни и етички аспекти, производња и коришћење”



Академија инжењерских наука Србије
Одељење биотехничких наука
25. април 2013., 11 сати

ОКРУГЛИ СТО

“Генетички модификовани организми (ГМО), научни и етички аспекти, производња и коришћење”

Организациони одбор:

- проф. др Васкрсија Јањић, академик АНУРС и АИНС
- научни саветник, Косана Константинов, академик АИНС
- научни саветник, Снежана Младеновић Дринић, дописни члан АИНС
- проф. др Витомир Видовић, дописни члан АИНС

 **Академија инжењерских наука Србије**
Одељење биотехничких наука, 25. април 2013., 11 сати

ОКРУГЛИ СТО
“Генетички модификовани организми (ГМО), научни и етички аспекти, производња и коришћење”

11.00 Свечано отварање скупа

- Проф. др Бранко Ковачевић, председник АИНС
- Министарство пољопривреде, шумарства и водопривреде
- Министарство просвете, науке и технолошког развоја
- Привредна комора Србије

Председава: Ратко Лазаревић, Васкрсија Јањић

11.20 - 11.40

- Могући аспекти стварања, гајења и коришћења генетички модификованих организама (ГМО).
Излагач академик АИНС, др Косана Константинов, научни саветник

 **Академија инжењерских наука Србије**
Одељење биотехничких наука, 25. април 2013., 11 сати

ОКРУГЛИ СТО
“Генетички модификовани организми (ГМО), научни и етички аспекти, производња и коришћење”

11.40 - 12.00

- Садашње стање, глобални статус и еколошки последице гајења генетички модификованих биљака.
Излагач академик АНУРС и АИНС, проф. др Васкрсија Јањић

12.00 - 12.20

- Храна произведена од генетички модификованих организама (ГМО).
Излагач дописни члан АИНС, др Снежана Младеновић Дринић, научни саветник



Академија инжењерских наука Србије
Одељење биотехничких наука, 25. април 2013., 11 сати
ОКРУГЛИ СТО
"Генетички модификовани организми (ГМО), научни и етички аспекти, производња и коришћење"

12.20 - 12.40

- Генетички модификоване биљке-чистачи околине.
Излагач др Јанош Берењи, научни саветник,
Институт за ратарство и повртарство, Нови Сад

12.40 - 13.00

- Детекција и квантификација присуства ГМ у биљном материјалу и храни биљног порекла у овлашћеној лабораторији Института за молекуларну генетику и генетичко инжењерство (ИМГИ).
Излагач др Јелена Самарцић, научни саветник

13.00 - 13. 40

- **Дискусија**

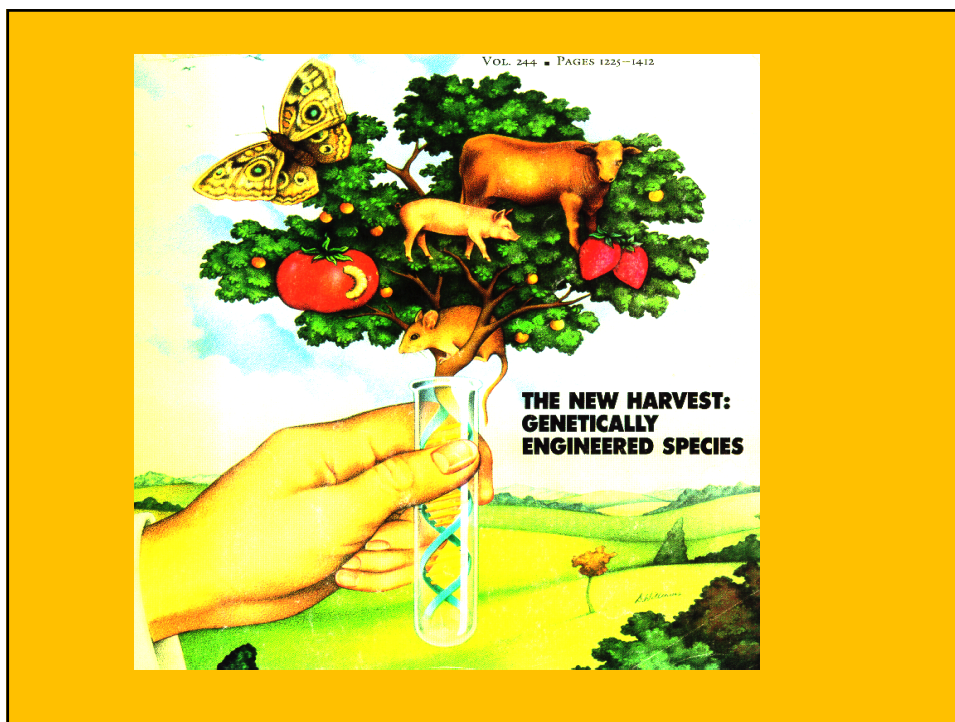
**MOGUĆI ASPEKTI STVRANJA, GAJENJA I
KORIŠĆENJA GENETIČKI MODIFIKOVANIH BILJAKA**

**Kosana Konstantinov, redovni član Akademije inženjerskih
nauka Srbije - AINS**

**MODERNA POLJOPRIVREDA ĆE SE U NAREDNIM GODINAMA
SRESTI SA BROJNIM IZAZOVIMA KAO
ŠTO SU:**

- ODGOVARAJUĆA SNABDEVENOST HRANOM,
- ZEMLJIŠNI I LJUDSKI RESURSI,
- SMANJENJE GENETIČKE DIVERGENTNOSTI,
- PROBLEM BOLESTI I SREDSTAVA ZAŠTITE
- JEDNA OD MOGUĆNOSTI JE PRIMENA BIOTEHNOLOGIJE

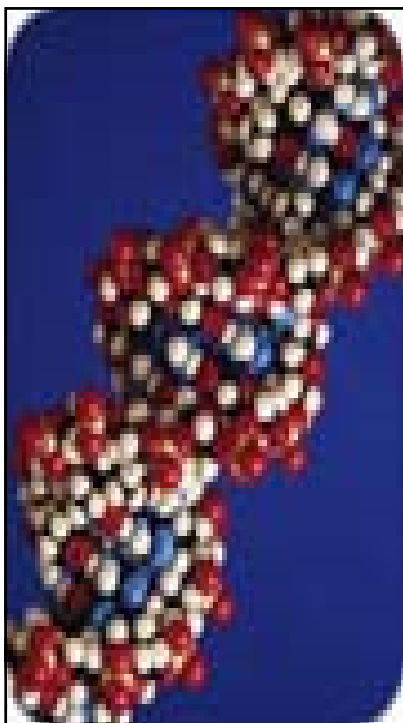
Округли сто:
Генетички модификовани организми (ГМО), научни и етички аспекти, производња и коришћење



Biotehnologija – jedna od definicija

“svaka tehnologija koja koristi biološke sisteme, žive organizme, ili substance, da poboljša ili modifikuje proizvode ili procese za specifičnu upotrebu”

- MOLEKULARNA DIJAGNOSTIKA
- MOLEKULARNO OPLEMENJIVANJE
- GENOMIKA
- BIOINFORMATIKA
- GENETIČKE MODIFIKACIJE



- **Univerzalno prisustvo DNK u ćelijama svih živih organizama**
- upravljaju procesima metabolizma
- **čuvaju genetičke informacije**
- **Gen – diskretan segmenat DNK koji kodira informacije neophodne za stvaranje specifičnog proteina**

Sličan mehanizam za konvertovanje informacija

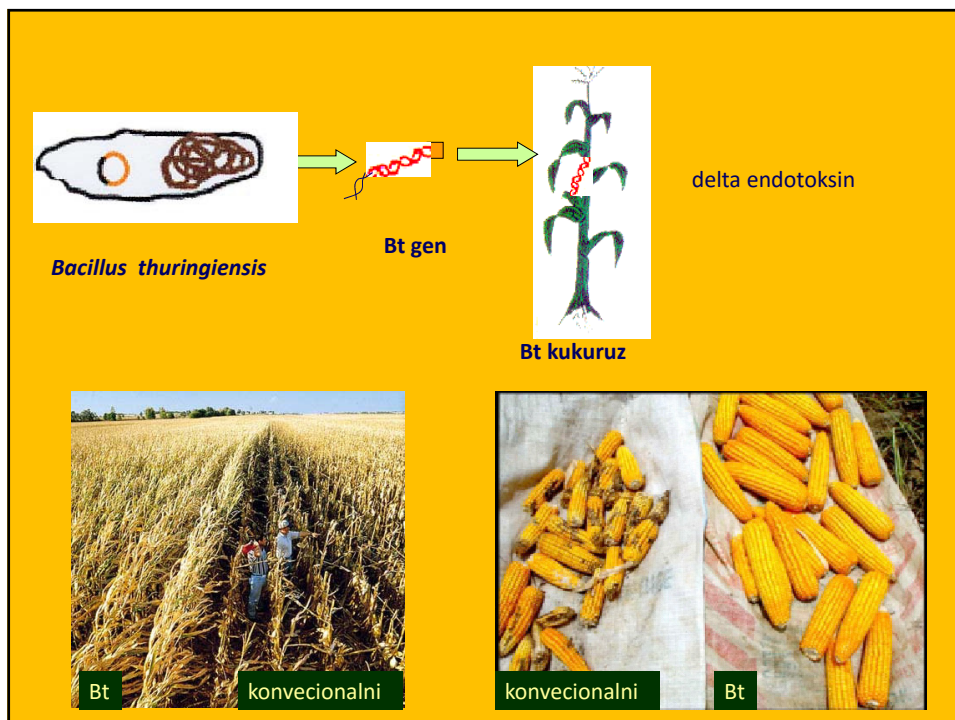
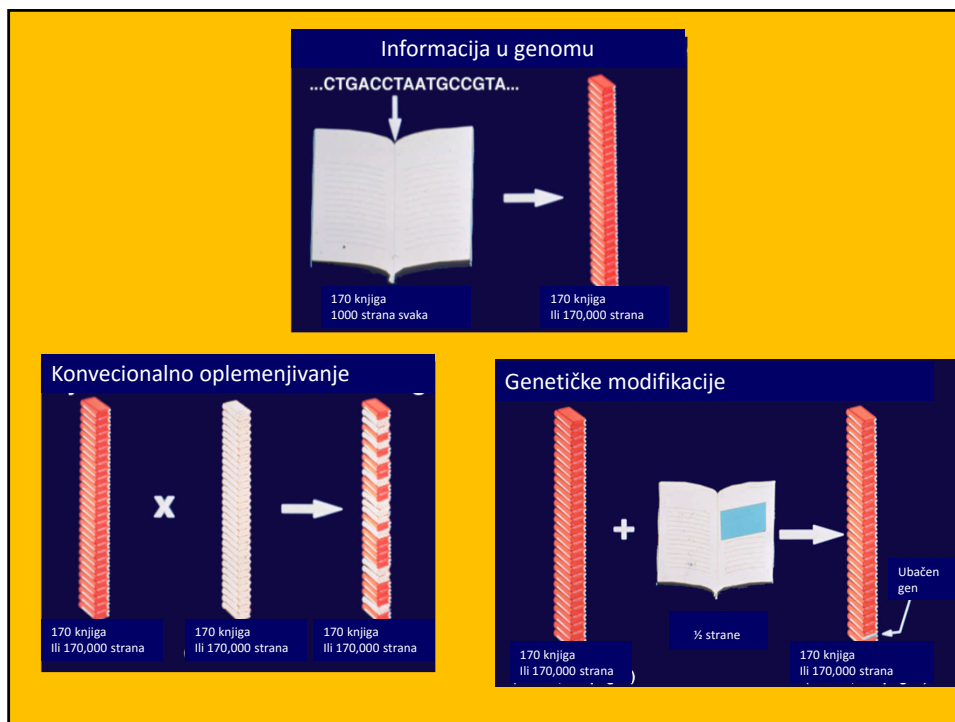


Restrikcioni enzimi

Specifična funkcija na DNK
Prepoznaju i isecaju DNK na specifičnom mestu

Ligaze spajaju krajeve dva DNK fragmenta

Округли сто:
Генетички модификовани организми (ГМО), научни и етички аспекти, производња и коришћење



ASPEKTI PRISTUPA KORIŠĆENJU BIOTEHNOLOGIJE

- Naučni
- **ETIČKI**
- Komercijalni
- Politički

Osposobljavanje kadrova i obezbeđenje infrastrukture
za istraživanja u ovoj oblasti jer

**SNAGE KOJE PROIZVODE BOGATSTVO
U SVAKOJ EKONOMIJI SU NJENI
NEMATERIJALNI RESURSI – NE NAFTA
ILI GAS, BAKARNA ILI ŽELEZNA RUDA,
NEGO INTELEKTUALNE I ORGANIZACIONE
SPOSOBNOSTI KOJE PRESTAVLJAJU
SAMU SRŽ USLUGA**

JAMES COOK

**ETIČKI ASPEKTI PRIMENE GENETIČKOG
INŽENJERSTVA**

**Gajene biljne i životinjske sorte i rase su kreirane
radom bezbrojnih generacija u odabiranju
najboljih genotipova i održavanju semena bez
komercijalne nadoknade**

**Pravi i opravdan pristup ovom bogatstvu je da ima
tretman zajedničkog nasleđa ukupne svetske
humane populacije**

**ETIKA GENA (*Gene ethics group, 2007, SAD*)
smatra da živi organizmi NE MOGU da budu
predmet monopolskog vlasništva u okviru
patentiranja il zaštita prava oplemenjivača**

**Prava intelektualne svojine treba da budu data
samo za genijalna otkrića a ne da se primenjuju na
ŽIVE organizme koji normalno žive u prirodi**

**PATENTIRANJEM SORATA I HIBRIDA
OPLEMENJIVAČI ĆE IZGUBITI PRISTUP
GERMPLAZMI (PRIRODNIM BILJNIM
RESURSIMA)**

PRINCIPI ZAŠTITE INTELEKTUALNE SVOJINE

- SAMO PRVI PRONALAZAČ MOŽE DA DOBIJE PATENT
- OTKRIĆE KREACIJA MORA DA BUDE POTPUNO NOVO
- PATENT MORA DA UKLJUČI KREATIVNU KOMPONENTU

Živi organizmi zaštićeni patentom mogu da budu

- Genotipovi/biotipovi kreirani konvencionalnim oplemenjivanjem
- Specifične sekvence genetičkog materijala kao što su gene, genetički markeri i promotorske sekvence
- Nove metode oplemenjivanja primenom genetičkog inženjerstva

POSLEDICE: Patentiranje onemogućava oplemenjivače da koriste u procesima oplemenjivanja i u istraživačkim programima

OVO JE KLASIČNO BIOLOŠKO GUSARSTVO

ZAŠTITA PRAVA OPLEMENJIVČA (Plant Breeder Rihts Protection – PBR)

- Dolazi do privatizacije javnih resursa
- PBR – zaštita prava oplemenjivača se ostvaruje na biološkom materijalu koji je dostupan kroz strane programe saradnje (materijal dobijen iz neke Banke biljnih gena
- Patentiranje biljnih sorata – hibrida dobijenih transformacijom (GM biljke)
- **PROBLEM:** Genska kontaminacija – polen ili seme patentiranih ili zaštićenih genotipova prenose sopstvene gene u genome biljaka stvorenih konvencionalnim metodama ili biljke gajene u uslovima organske proizvodnje

NAUČNA KRITIKA I KOMPANIJE

The Independent of Sunday 22.5.2005.

Monsanto eksperiment - hranjenje pacova sa GM kukuruzom – abnormalnosti unutrašnjih organa i promene sastava krvi

Monsanto je odbacio sopstvena istraživanja kao beznačajna i slučajna

dr Arpad Pusztai - ekspert za lektin – Rowett Institut Škotska:

Pacovi hranjeni GM krompirom – promene na unutrašnjim organima

BBC – The world in action

Intervencija kompanija i vlade - suspendovan sa posla, tel.razgovori, kontrola kontakata na internetu

Rowelt Institut dobio 140.000 funti od kompanije

PRIMERI

- Novim metodama privatne kompanije su identifikovale aktivne substance lekovitim biljkama (sakupljenim od lokalnog stanovništva ili onih koji se bave lečenjem (medicinari, farmaceuti) i već su aktivirani brojni patenti
- XA21 gen kod pirinča: Gen koji kontroliše otpornost prema bolestima je izolovan u Međunarodnom institutu za pirinač u Indiji i partnerima u Maliju PATENTIRAN JE NA DAVIS UNIVERZITETU u Kaliforniji

ETIČKI ASPEKT: Nerešiva legalna i praktična implikacija ETIKE kada neko, unošenjem stranog gena poboljša ili izmeni genotip koji je razvio drugi istraživač

Konvencijom o biološkom Diverzitetu, kojom je regulisano sakupljanje i način korišćenja živih organizama nije regulisano:

- Korišćenje uzoraka iz botaničkih bašta koji su ranije sakupljeni
- Resursa koji se nalaze u okeanima i međunarodnim vodama



- Lekovitog bilja koje je sakupljano i selekcionisano radom stanovništva i onih koji su se bavili lečenjem ljudi (medicinari, farmaceuti...)



**Veoma mali broj gaenih biljnih vrsta nema DIVLJE
SRODNIKE koji obično rastu u stresnim uslovima i
POSEDUJU GENE KOJI KONTROLIŠU
TOLERANTNOST PREMA USLOVIMA STRESA I
TOLERANTNOST OTPORNOST PREMA BOLESTIMA**

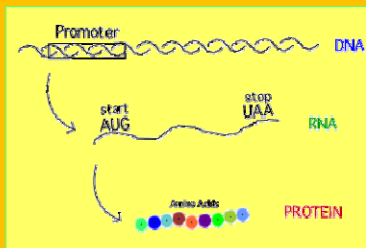
**Divlji srodnici se najvećim delom, ako ne i u celini nalaze na
teritoriji siromašnih zemalja i dostupni su za korišćenje bez
nadoknade**

Gen izolovan iz genoma divljeg srodnika se Genetičkim
inženjerstvom integriše u genom gotovih genotipova gajenih biljaka

**NOVOSTVOREN GENOTIP KOMPANIJA PATENTIRA I
PRODAJE DRŽAVI IZ KOJE JE DOBILA BESPLATNO GEN -
DIREKTNА EKSPLOATACIJA**

Bakterije nosioci gena se nalaze slobodno u prirodi i gen izolovan iz
njih je besplatan. Transgeni genotip se štiti patentom

**EFEKTI GENA NA EKSPRESIJU GENOMA
BILJKE DOMAĆINA**



CaMV 35S Promoter

- komponenta 80% transgenih useva
- virus mozaika karfiola

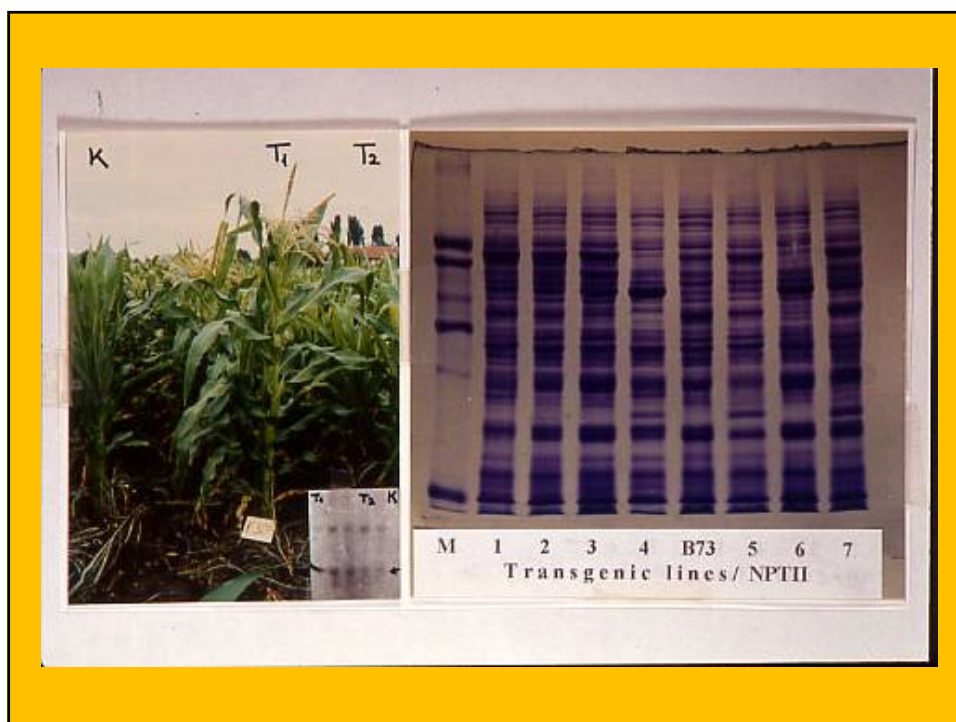
- 35S promotor se može rekombinovati sa endogenim virusima i stvoriti nove viruse
- 35S promotor rekombinovati sa virusima sisara
- 35S interaguje sa drugim sekvencama u genomu domaćina



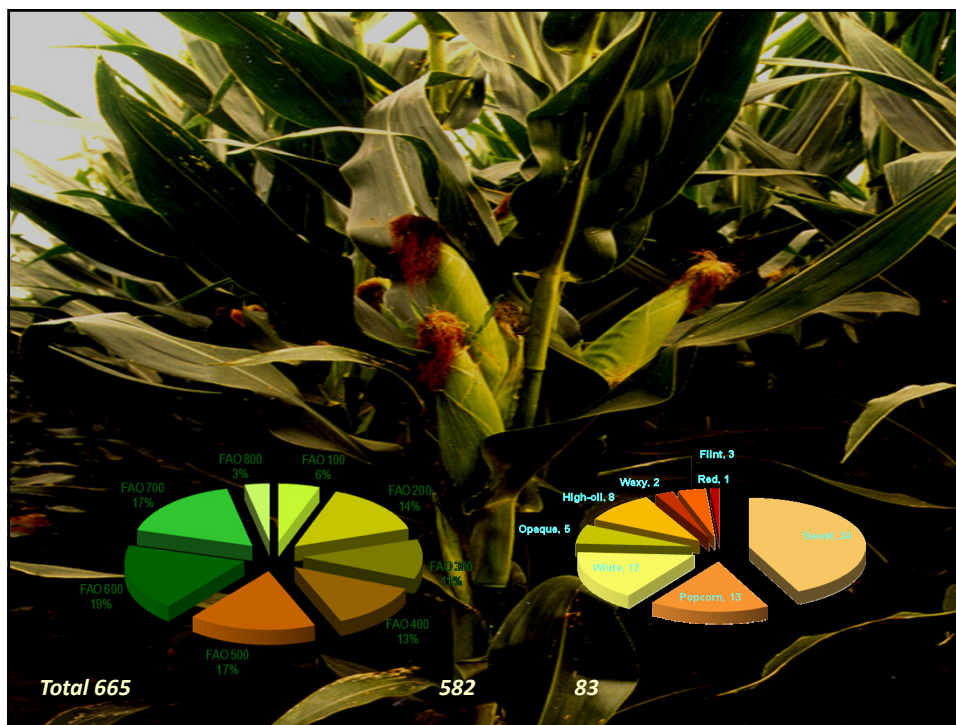
Округли сто:
Генетички модификовани организми (ГМО), научни и етички аспекти, производња и коришћење



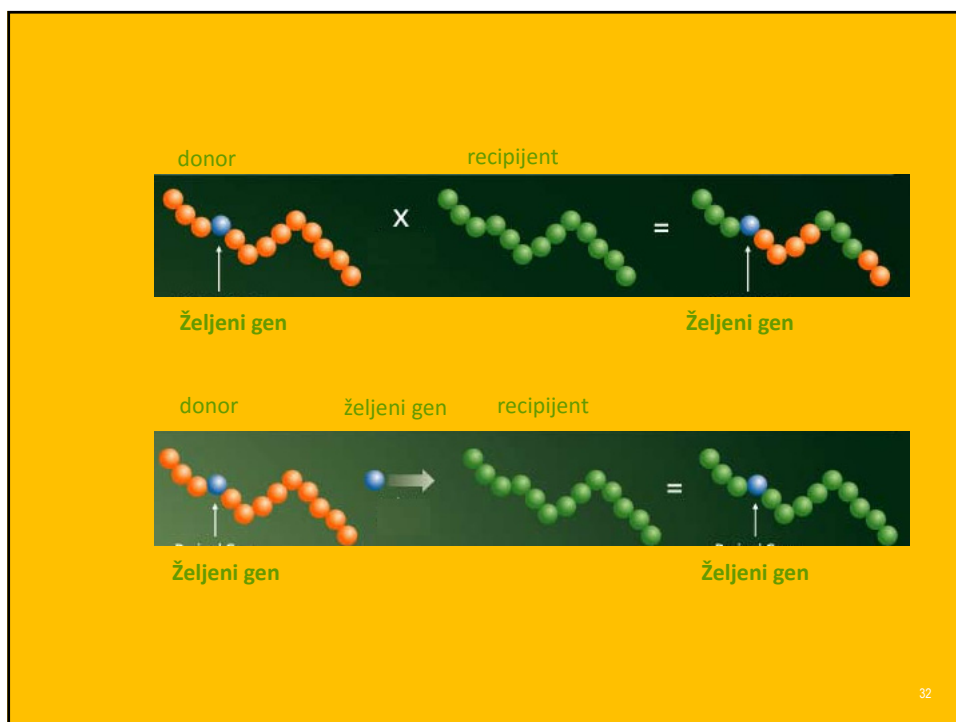
Округли сто:
Генетички модификовани организми (ГМО), научни и етички аспекти, производња и коришћење



Округли сто:
Генетички модификовани организми (ГМО), научни и етички аспекти, производња и коришћење



Округли сто:
Генетички модификовани организми (ГМО), научни и етички аспекти, производња и коришћење



KOMPANIJE I ETIKA

Kompanije u farmaceutske industriji, biotehnologiji i industriji hrane obavezne su da poštuju pravila etike

- hrana od GMO
- genska terapija
- istraživanja embrionalnih ćelija
- testiranje lekova na životinjama
- potencijalna zloupotreba genetičkih informacija
- transgene životinje za proizvodnju lekova



NAUČNA KRITIKA I KOMPANIJE

The Independent of Sunday 22.5.2005.

Monsanto eksperiment - hranjenje pacova sa GM kukuruzom – abnormalnosti unutrašnjih organa i promene sastava krvi

Monsanto je odbacio sopstvena istraživanja kao beznačajna i slučajna

dr Arpad Pusztai - ekspert za lektin – Rowett Institut Škotska:

Pacovi hranjeni GM krompirom – promene na unutrašnjim organima

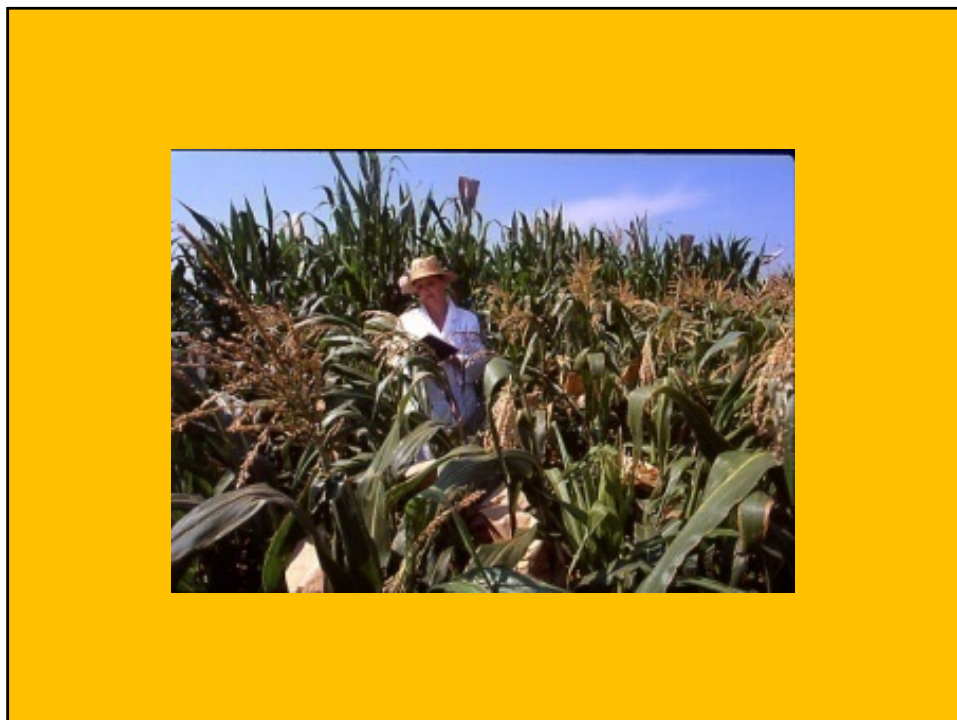
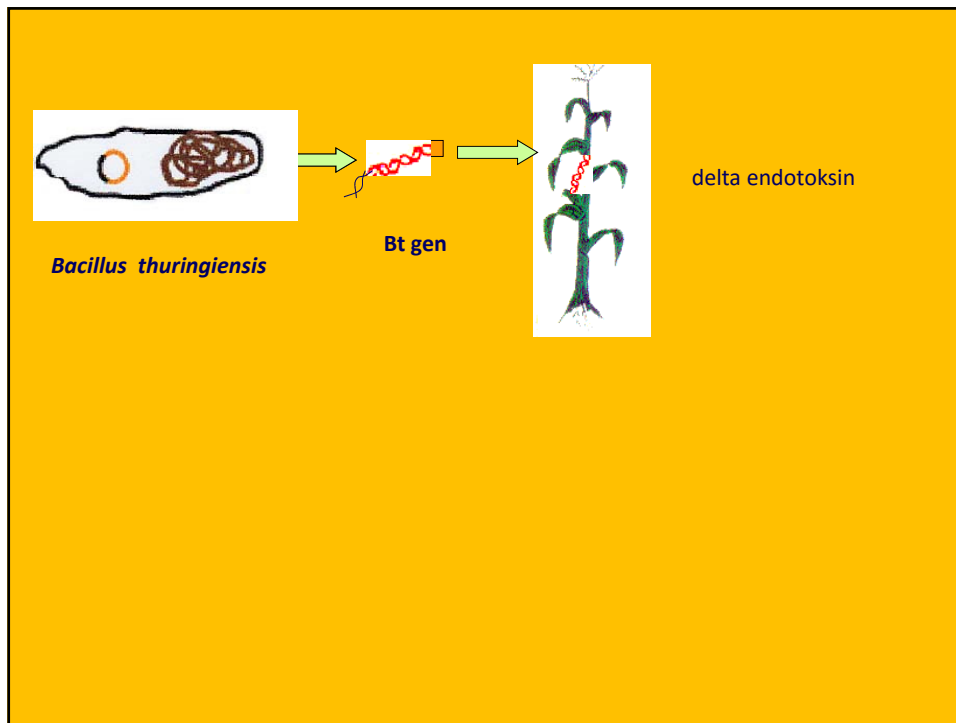
BBC – The world in action

Intervencija kompanija i vlade - suspendovan sa posla, tel.razgovori, kontrola kontakata na internetu

Rowett Institut dobio 140.000 funti od kompanije

Округли сто:

Генетички модификовани организми (ГМО), научни и етички аспекти, производња и коришћење



Округли сто:

Генетички модификовани организми (ГМО), научни и етички аспекти, производња и коришћење



- **Plant Breeders Rights (PBR) PROTECTION:**
 1. **the public resources privatization**
 2. **PBR on a variety that has become available through a foreign aid program**
 3. **Patented or PBR varieties especially GMO**
- **gene contamination: pollen or seed of patented or PBR varieties transfer their genes into the genomes of conventional or organic crops.**

**DNA AND PROTEIN COULD BE IDENTIFIED
ONLY FOR KNOWN BY CREATOR GIVEN
INFORMATION**

- **DOES CREATOR COULD IDENTIFY SIDE EFFECT
OF BACKBONE INTEGRATION INTO PLANT
GENOME AND ITS EXPRESSION?**

- **Medicinal plants have been collected and selected by indigenous groups, local farmers and traditional medicinal healers.**
- **By new methods private companies did identify the active ingredients and several patents have been issued to these companies.**
- **These are being challenged, but the issue needs further ethical resolution.**
- **The practical issues of royalty sharing also need to be resolved.**

- **Unresolved legal and practical implications of the ETHICAL ISSUE are when someone improves upon a variety that another has developed.**
- **XA21 gene in rice.**
- **Gene is coding an important disease resistance, based on earlier research by the International Rice Research Institute and its partners in India and Mali, have been patented by the University of California, Davis.**
- **After long negotiation University in Davis released the patent for development purposes and even did developed a benefit share mechanism for profits derived from the commercial use of the patent**

- **PRINCIPLES for varieties PROTECTION are:**
- 1. Only the first inventor of something patentable can obtain a patent;**
- 1. The invention must be useful;
- 2. The invention must be novel;
- 3. The patent must involve a creative step.

Biodegradabilna plastika i proteinski polimeri

Elastin, kolagen

Industrijski enzimi - laktoferin, β kazein,
amilaza, fitaza, hidrolaza

2 gena Bakterija *Alcaligenes eutrophus* –enzim za sintezu
polyhydroxybutyrate –biodegradabilna plastika
Arabidopsis thaliana, detelina, pamuk



silk protein spidroin

Spider

Biljke za produkciju

Sintetičkih spidroina

Duvan, krompir

– endoplazmatični retikulum



Life forms protected by UTILITY patent are:

1. Plant varieties created by conventional breeding;
2. Particular sequences of genetic material or DNA such as genes, markers, and promoters ;
3. Novel methods of breeding through genetic engineering;

- **Patentiing grew fast in modern agricultural biotechnology:**
 -
 - 1. **Fom 1980 - 1984 about 3% of all agricultural biotechnology patents;**
 - 2. **By 1996 – 2000 about 22%**
- **Universities do not patent near-market technologies such as plant cultivars.**

- **Plant patents and PVPCs prevent:**
 - 1. **Unlawful proliferation of the variety;**
 - 2. **Do not prevent the use of protected plant materials for breeding purposes.**
- **Utility patents prevent:**
 - 1. **Seed amount increase via reproduction of the same variety;**
 - 2. **Protect breeders against unauthorized use of protected varieties for breeding and research purposes.**

- **Unresolved legal and practical implications of the ETHICAL ISSUE are when someone improves upon a variety that another has developed.**
- **XA21 gene in rice.**
- **Gene is coding an important disease resistance, based on earlier research by the International Rice Research Institute and its partners in India and Mali, have been patented by the University of California, Davis.**
- **After long negotiation University in Davis released the patent for development purposes and even did developed a benefit share mechanism for profits derived from the commercial use of the patent**

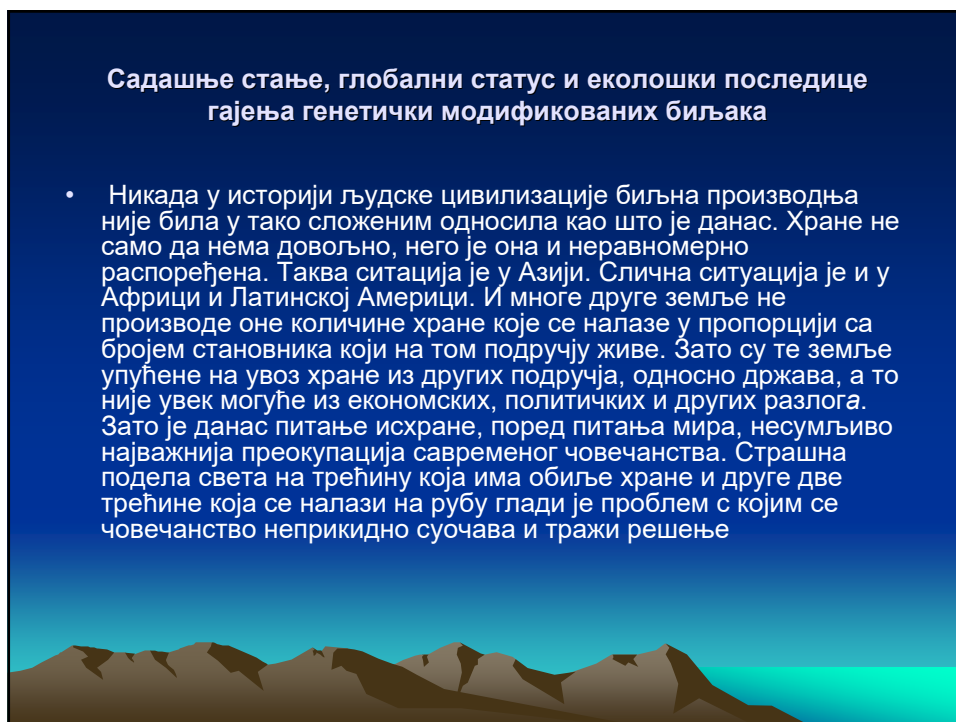
- **Medicinal plants have been collected and selected by indigenous groups, local farmers and traditional medicinal healers.**
- **By new methods private companies did identify the active ingredients and several patents have been issued to these companies.**
- **These are being challenged, but the issue needs further ethical resolution.**
- **The practical issues of royalty sharing also need to be resolved.**

ОСНОВА ЗА ПАТЕНТИРАЊЕ ЖИВИХ ОРГАНОЗАМА

- Развој технологије Рекомбинантне ДНК технологије и биотехнологије је везан за дубоке промене у начину комерцијализације резултата истражвања у области природних наука
- Омогућена је идентификација гена који контролишу поједине особине биљака и њихова интеграција у геном и њихова експресија у већ постојећим оригиналним генотиповима
- Коришћењем генске пробе “креатор” може да идентификује трансгени организам и неколико компанија су патентирале измењене генотипове као НОВЕ.
- Могуће је детектовати присуство патентираних генотипова или генетичког материјала у новој сорти или хибридима биљака

ОЧЕКИВАНЕ КОРИСТИ ОД БИОТЕХНОЛОГИЈЕ ЗАСНОВАНЕ НА ГЕНЕТИЧКОМ ИНЖЕЊЕРСТВУ

- Повећана продуктивност биљака, повећање броја биљних производа који могу да се користе у исхран људи и животиња
- Побољшање хранљиве вредности и потребних особина при складиштењу производа
- Адаптација биљака на специфичне услове средине
- Повећање толерантности биљака на различите услове стреса
- Производња нових субстанци у биљкама које се користе у исхрани
- Коришћење нових биљних сировина



**Садашње стање, глобални статус и еколошки последице
гајења генетички модификованих биљака**

- Површине подесне за пољопривредну производњу у свету веома су мале. У свету се обрађује свега 10 % од укупне површине. Да би се разумела ограниченост коришћења земљишта треба имати у виду чињеницу да се од 13 милијарди хектара само 11 % може без ограничења користити за пољопривредну производњу. Према подацима ФАО око 28 % од укупних површина је изложено прекомерној суши, око 23 % површина изложено је утицају штетних хемијских једињења, 22 % површина су сувише плитка земљишта, 10 % су веома влажна и подводна земљишта, док је преосталих 6 % површина у зони вечитог леда и хладноћа. То значи да свету стоји на располагању само 1,5 милијарда хектара земљишта на којем треба да се организује производња која треба да подмири све већу тражњу становништва.

**Садашње стање, глобални статус и еколошки последице
гајења генетички модификованих биљака**

- Ваља истаћи да је у већини земљама проширење земљишних површина један од значајних фактора на који се може ослонити експанзија пољопривредне производње. Стручњаци ФАО (2010.), расправљајући перспективе развоја проценили су да би се у привредно неразвијеним подручјима света могле обрадиве површине повећати за неких 20 % (од 740 милиона хектара у 1970. на 890 милиона хектара у 2000. години). То нарочито вреди за велика подручја Африке и Јужне Америке, где се привођење култури постојећих површина може постићи с релативно ниским улагањем. У таб. X. дати су подаци о укупној површини појединих подручја света и обрадивој површини, као и површини која се може потенцијално искористити за обраду.

Садашње стање, глобални статус и еколошки последице гајења генетички модификованих биљака

Таб.-Укупна површина и степен коришћења земљишта у различитим деловима света (у милионима ха) (ФАО, 2006)

Географска Област	Укупна површина земљишта	Обрадиво Земљиште	% од укупне површине	Потенцијално за коришћење	Однос обради-вог и потенци-јалног за обраду (у %)
Африка	310	158	5,2	734	22
Азија	2.740	519	18,9	627	83
Аустралија и Н. Зеланд	820	32	3,9	153	21
Европа	480	154	32,1	174	88
Северна Америка	2.110	239	11,3	465	51
Јужна Америка	1.750	77	4,4	681	11
Земље бивше СССР	2.240	227	10,6	356	64
Укупно	13.150	1.406	10,6	3.190	44

Садашње стање, глобални статус и еколошки последице гајења генетички модификованих биљака

- Ако обрадиве површине по становнику узмемо као важан показатељ за степен богатства једне земље у обрадивим површинама, а овај параметар се у целом свету користи за такву намену, онда се може уочити да се сви континенти изузев Азије налазе изнад светског просека. По том основу Европа са својих 0,78 ха по становнику је сиромашнија од других континената. Светски просек обрадивих површина по становнику износи 0,46, а изнад овог просека су и Африка (1,27) и Америка (1,59). Најсиромашни континент је Азија, где на на једног становника долази 0,22 ха обрадиве површине. Највеће обрадиве површине по активном становнику има Америка и оне износе 52,50 ха по активном становнику. Скоро пет пута мање су обрадиве површине у Африци (12,54 ха) и Европи (10,54 ха). У Азији, као најсиромашнијем континенту, обрадиве површине по активном становнику су око 100 пута мање него у Америци и оне износе 0,45 ха. Светски просек износи 1,05 ха по активном становнику.

Садашње стање, глобални статус и еколошки последице
гајења генетички модификованих биљака

Таб.-Преглед обрадивих површина по становнику (ФАО, 2006)

Регион	Обрадиве површине (у 000 ха)	Обрадиве површине по становнику (у ха)	Обрадиве површине по активном становнику (у ха)
Европа	284.095	0,78	10,04
Америка	399.964	1,59	52,50
Африка	314.870	1,27	12,54
Азија	540.870	0,22	0,45
Свет	1.402.317	0,46	1,05

Садашње стање, глобални статус и еколошки последице
гајења генетички модификованих биљака

Таб.-Преглед обрадивих површина по становнику у неким земљама (ФАО, 2010.)

Земља	Обрадиве површине (у 000 ха)	Обрадиве површине по становнику (у ха)	Обрадиве површине по активном становнику (у ха)
САД	173.450	1,16	60,90
Канада	45.660	2,69	126,13
Русија	122.559	1,57	16,19
Индија	160.519	0,34	0,59
Кина	142.615	0,18	0,28
Јапан	4.395	0,06	1,19
БиХ	1.585	0,42	2,41
РС	776	0,54	3,55
Србија	2.678	0,50	–
Црна Гора	191	0,31	–

Садашње стање, глобални статус и еколошки последице
гајења генетички модификованих биљака

- Све земље настоје да повећају производњу хране. Међутим, број становника, а нарочито у срединама где се не планира број чланова породице, непрестано расте (демографска експлозија) тако да долази до раскорака између потреба становништва и расположивих количина намирница. Производња хране у свету одвија се у различитим подручјима, али често тако да не постоји корелација између броја становника и пољопривредне производње (Јањић, 1998.). Ова ситуација у свету је представљена у табели х.

Садашње стање, глобални статус и еколошки последице
гајења генетички модификованих биљака

Таб.-х Популација и пољопривредна производња у различитим подручјима света 2002. године

Географска област	% становништва од укупног становништва у свету	% пољ. производње од укупне пољ. производње у свету
Западна Европа	8,3	16,2
Источна Европа	8,4	16,9
Земље бившег СССР и Азија (без Јапана)	56,9	33,6
Африка	8,6	4,8
Аустралија и Нови Зеланд	0,1	1,6
Северна Америка	5,6	15,1
Латинска Америка	8,3	8,0

Округли сто:
Генетички модификовани организми (ГМО), научни и етички аспекти, производња и коришћење

Таб.- Површина, број становника и производња жита на појединим континентима (2010. год.)

Параметар	Африка	Америка	Азија	Европа	Аустралија и Н.Зеланд	Свет
Површина (у 000) км ²	30.244	42. 436	49. 695	10. 500	7. 687	148.939
% од светске површине	20,31	28,49	33,37	7,00	5,16	100,00
Број становника (у 000)	1, 022. 234	876. 097	4, 000.601	732.000	24.279	6, 895.888
% од броја становника у свету	14,82	12,70	58,01	10,61	3,52	100,00
Насељеност становника / км ²	30,5	20,7	80,5	69,0	2,0	-
Производња жита (у 000) у тонама	156. 353	640.328	1,219.075	407.368	34.507	2, 457.662
% од светске производње жита	6,36	26,05	49,60	16,58	1,40	100,00
Кг жита/ глави становника	153	731	305	557	1.421	356
% од светске производње по глави становника	42,98	205,34	85,67	156,46	399,16	100,00

**Садашње стање, глобални статус и еколошки последице
гајења генетички модификованих биљака**

- Као резултат примене научних достигнућа укупна производња 17 главних култура у САД порасла је за 242 % између 1940. и 1980. године, док су површине повећане само за 3 %.
- Ако би принос остао на нивоу 1940. године било би потребно 72 милиона хектара нових обрадивих површина да би се обезбедила производња као 1980. године.

Округли сто:
Генетички модификовани организми (ГМО), научни и етички аспекти, производња и коришћење

Садашње стање, глобални статус и еколошки последице
гајења генетички модификованих биљака

Таб.- Пораст броја и просечни годишњи прираштај становника у свету у периоду
1630-2010. год.

Година	Број становника у милионима	Просечни годишњи прираштај у милионима	Пораст 500 милиона становника у временском периоду од година
1630.	400	3	170
1800.	900	7	70
1900.	1.600	10	50
1940.	2.000	40	13
1950.	2.400	50	10
1960.	2.900	60	8
1970.	3.500	100	5
2000.	6.500	--	--
2010	6.896	--	--

Садашње стање, глобални статус и еколошки последице
гајења генетички модификованих биљака

Таб.-Број гладних у односу на укупан број становника у свету
(1990-2010. год.)

1990-1992.	1999-2001.	2004-2006.	2007-2009.	2010-2012.	2015. план
1,000,000,000	919,000,000	898,000,000	867,000,000	868,000,000	11,6 %
23,3 %	18,3 %	16,8 %	15,5 %	14,9 %	

Садашње стање, глобални статус и еколошки последице
гајења генетички модификованих биљака

Таб- Табела за израчунавање сиромаштва у свету

Регион	% сиромашних 1,25 долара дневно	Сиромаштво (у милионима)	Становништво мање од 1 долар дневно (у милионима)
Источна Азија и Пацифик	16,8	1,884	316
Латинска Америка и Кариби	8,2	550	45
Јужна Азија	40,4	1,476	596
Под Сахарска Африка	50,9	763	388
Укупно земље у развоју	28,8	4,673	1.345
Европа и Централна Азија	0,04	473	17
Блиски Исток и Северна Африка	0,04	305	11
Укупно	--	5,451	1.372

Садашње стање, глобални статус и еколошки последице
гајења генетички модификованих биљака

- Од укупне флоре у свету процењује се да се 10.000-50.000 врста биљака може користити у исхрани. Данас се сматра да се директно за људску исхрану користи тек око 5.000 врста, а при томе три основне јестиве биљке кукуруз, пшеница и пиринач задовољавају чак 60 % људских потреба у енергији и протеинима (UNESCO, 1992.).
- Данас је у свету познато више од 1.000 врста које се као поврће користе за исхрану у свежем, сувом, куваном, прерађеном или конзервисаном стању. У свету се гаји око 150 врста, а у широкој употреби у свету и нашој земљи има 30-50 врста повртарских биљака. Од недавне прошлости многе повртарске биљке су напуштене и сада се налазе у спонтаној флори (Guillaumin и sar., 1955.) као што су *Portulaca oleracea*, *Sedum album*, *Chrysanthemum balsamita*, *Lappa major*, *Inula helenium*, *Poterium sanguisorba*, *Plantago coronopus* и друге.
- У читавом свету сматра се да око 67.000 врста штетних организама напада гајене биљке. Од тог броја око 900 врста припада инсектима и грињама, 50.000 врста патогеним микроорганизмима и око 8.000 врста коровским биљкама (Pimentel, 1995.).

Садашње стање, глобални статус и еколошки последице
гајења генетички модификованих биљака

Таб.- Штете од штеточина, биљних болести и корова у различитим географским областима (у %)

Географска област	Од штеточина	Од болести	Од корова	Укупно
Северна и Централна Америка	9,4	11,3	8,0	28,7
Јужна Америка	10,0	15,2	7,8	33,0
Европа	5,1	13,1	6,8	25,0
Африка	13,0	12,9	15,7	41,6
Азија	20,7	11,3	11,3	43,3
Океанија	7,0	12,6	8,3	27,9

Садашње стање, глобални статус и еколошки последице
гајења генетички модификованих биљака

Таб.- Светски губици приноса различитих култура од штеточина, болести и корова

Култура	Приноси у милионима тона годишње	Губици у милионима тона годишње
Жита	960	500-510
Шећерна репа	211	69
Кромпир	270,8	129,1
Винова лоза	50,7	26,6
Соја	31,98	13,07
Засади воћа	66,6	21,4
Поврће	201,7	78,2

Округли сто:
Генетички модификовани организми (ГМО), научни и етички аспекти, производња и коришћење

Таб.- Процена годишњих штета од проузроковача биљних болести, штетних инсеката и корова на подручју Србије и Републике Српске изражена по културама

Култура	Тона
Жита	1.000.000
Шећерна репа	250.000
Луцерка и детели	350.000
Ливаде и пашњаци	200.000
Винова лоза	280.000

Таб.- Процена годишњих штета у појединим областима пољопривредне производње од проузроковача биљних болести, штетних инсеката и корова на подручју Србије и Републике Српске

Област	Штете у тонама
Ратарство	2.500.000
Повртарство	680.000
Воћарство и виноградарство	490.000
Укупно	3.670.000

Садашње стање, глобални статус и еколошки последице гајења генетички модификованих биљака

• ХЕРБИЦИДИ

- ХОРМОНСКИ ХЕРБИЦИДИ, 2,4-D, 2,4,5-T
- ТРИАЗИНСКИ ХЕРБИЦИДИ
- КАРБАМИДИ
- ГЛИФОСАТ
- СУЛФОНИЛУРЕЕ
- ИМИДАЗОЛИНОНИ
- Особине
- Механизам деловања
- Резистентност

Округли сто:

Генетички модификовани организми (ГМО), научни и етички аспекти, производња и коришћење

Садашње стање, глобални статус и еколошки последице гајења генетички модификованих биљака

Таб.-Преглед гена и њихових извора који су коришћени у стварању генетички модификованих биљака

Ген	Извор гена	Производ	Функција
2,4-D хербицид			
aad-1	синтетичка форма aad-1 гена из <i>Sphingobium herbicidovorans</i>	арилоксилканоат диоксигеназа - 1 (AAD-1) протеин	детоксикација 2,4-D хербицида деградацијом бочног ланца и деградација R-енантиомера арилоксифен-оксипропионата хербицида
aad-12	<i>Delftia acidovorans</i>	арилоксилканоат диоксигеназа -12 (AAD-12) протеин	катализа деградације бочног ланца 2,4-D хербицида

Садашње стање, глобални статус и еколошки последице гајења генетички модификованих биљака

Таб.-Преглед гена и њихових извора који су коришћени у стварању генетички модификованих биљака

Резистентност на колеоптере			
cry34Ab1	<i>Bacillus thuringiensis</i> лаина ц PS149B1	Cry34Ab1 делта-ендотоксин	Повећање резистентности на инсекте колеоптере селективним оштећењем црева
cry35Ab1	<i>Bacillus thuringiensis</i> лаина ц PS149B1	Cry35Ab1 делта-ендотоксин	повећање резистентности на инсекте колеоптере селективним оштећењем црева
cry3A	<i>Bacillus thuringiensis</i> subs p. <i>tenebrionis</i>	cry3A делта-ендотоксин	повећање резистентности на инсекте колеоптере селективним оштећењем црева
cry3Bb1	<i>Bacillus thuringiensis</i> subs p. <i>kumamotoensis</i>	Cry3Bb1 делта-ендотоксин	повећање резистентности на инсекте колеоптере селективним оштећењем црева
merv3A	Синтетичка форма cry3A гена из <i>Bacillus thuringiensis</i> subs p. <i>tenebrionis</i>	модификовани Cry3A делта-ендотоксин	повећање резистентности на инсекте колеоптере селективним оштећењем црева

Садашње стање, глобални статус и еколошки последице
гајења генетички модификованих биљака

Таб.-Преглед гена и њихових извора који су коришћени
у стварању генетички модификованих биљака

Толерантност на дикамба хербицид			
dmo	<i>Stenotrophomonas maltophilia</i> ланац DI-6	дикамба моно-оксигеназа ензим	повећава толерантност на хербицид дикамба, његовим коришћењем као супстрата у ензиматским реакцијама

Садашње стање, глобални статус и еколошки последице
гајења генетички модификованих биљака

Таб.-Преглед гена и њихових извора који су коришћени
у стварању генетички модификованих биљака

Толерантност на глукофосинат хербицид			
bar	<i>Streptomyces hygroscopicus</i>	фосфинотрицин N-ацетилтрансферазе (PAT) ензим	елиминација хербицидне активности глукофосината (фосфинотрицин) хербицида ацетилацијом
pat	<i>Streptomyces viridochromogenes</i> ланац Tu 494	фосфинотрицин N-ацетилтрансферазе (PAT) ензим	елиминација хербицидне активности глукофосината (фосфинотрицин) хербицида ацетилацијом
pat (svn)	Синтетичка форма pat гена из <i>Streptomyces viridochromogenes</i> ланац Tu 494	фосфинотрицин N-ацетилтрансферазе (PAT) ензим	елиминација хербицидне активности глукофосината (фосфинотрицин) хербицида ацетилацијом

Округли сто:

Генетички модификовани организми (ГМО), научни и етички аспекти, производња и коришћење

Садашње стање, глобални статус и еколошки последице гајења генетички модификованих биљака

Таб.-Преглед гена и њихових извора који су коришћени
у стварању генетички модификованих биљака

Толерантност на глифосат хербицид			
2merpsps	<i>Zea mays</i>	5-енолпирувил шикимат-3-фосфат синтазе ензим (верзија дуплог мутанта)	смањење афинитета за глифосат и повећање толерантности на глифосат хербицид
cp4 epsps (aroA:CP4)	<i>Agrobacterium tumefaciens</i> ланац CP4	хербицид толерантна форма 5-енолпирувил-шикимат-3-фосфат синтаза (EPSPS) ензим	смањење афинитета за глифосат и повећање толерантности на глифосат хербицид
epsps (Ag)	<i>Arthrobacter globiformis</i>	5-енолпирувил-шикимат-3-фосфат-синтазе ензим	повећање толерантности на глифосат-амонијум
gat4601	<i>Bacillus licheniformis</i>	глифосат N-ацетил-трансферазе ензим	детоксикација глифосата, повећање толерантности на глифосат хербицид
gat4621	<i>Bacillus licheniformis</i>	глифосат N-ацетилтрансферазе ензим	детоксикација глифосата, повећање толерантности на глифосат хербицид
goxv247	<i>Ochrobactrum anthropi</i> ланац LBAA	глифосат оксидаза	деградација глифосата у амилметилфосфонску киселину (AMPA) и глиоксилат
merpsps	<i>Zea mays</i>	модификовани 5-енолпирувил-шикимат-3-фосфат синтаза (EPSPS) ензим	повећање толерантности на глифосат-амонијум

Садашње стање, глобални статус и еколошки последице гајења генетички модификованих биљака

Таб.-Преглед гена и њихових извора који су коришћени
у стварању генетички модификованих биљака

Толерантност на изоксафлутол хербицид			
hppdPF W336	<i>Pseudomonas fluorescens</i> ланац A32	модификовани р-хидроксифенилпируват диоксигеназа (hppd) ензим	повећање толерантности према HPPD-инхибиторима као што је изоксафлутол редукцијом специфичних хербицидних биоактивних конституената

Округли сто:

Генетички модификовани организми (ГМО), научни и етички аспекти, производња и коришћење

Резистентност на лепидоптере			
cry1A	<i>Bacillus thuringiensis</i>	делта-ендотоксин Cry1A групе	повећање резистентности на инсекте лепидоптере селективним оштећењем њихових црева
cry1A.105	<i>Bacillus thuringiensis</i> subsp. <i>kumamotoensis</i>	Cry1A.105 протеин са укљученим Cry1Ab, Cry1F и Cry1Ac протеинима	повећање резистентности на инсекте лепидоптере селективним оштећењем њихових црева
cry1Ab	<i>Bacillus thuringiensis</i> subsp. <i>kurstaki</i>	Cry1Ab делта-ендотоксин	повећање резистентности на инсекте лепидоптере селективним оштећењем њихових црева
cry1Ab	Синтетичка форма Cry1Ab из <i>Bacillus thuringiensis</i> subsp. <i>kumamotoensis</i>	Cry1Ab делта-ендотоксин	повећање резистентности на инсекте лепидоптере селективним оштећењем њихових црева
cry1Ab-Ac	Синтетички фузиони ген из <i>Bacillus thuringiensis</i>	Cry1Ab-Ac делта-ендотоксин (спојен са протеином)	повећање резистентности на инсекте лепидоптере селективним оштећењем њихових црева
cry1Ac	<i>Bacillus thuringiensis</i> subsp. <i>kurstaki</i> ланац HD73	Cry1Ac делта-ендотоксин	повећање резистентности на инсекте лепидоптере селективним оштећењем њихових црева
cry1C	Синтетички ген из <i>Bacillus thuringiensis</i>	Cry1C делта-ендотоксин	повећање резистентности на инсекте лепидоптере посебно Spodoptera
cry1F	<i>Bacillus thuringiensis</i> var. <i>aizawai</i>	Cry1F делта-ендотоксин	повећање резистентности на инсекте лепидоптере селективним оштећењем њихових црева
cry1Fa2	Синтетичка форма cry1F gena из <i>Bacillus thuringiensis</i> var. <i>aizawai</i>	модификован Cry1F протеин	повећање резистентности на инсекте лепидоптере селективним оштећењем њихових црева

Резистентност на лепидоптере			
cry2Ab2	<i>Bacillus thuringiensis</i> subsp. <i>kumamotoensis</i>	Cry2Ab делта-ендотоксин	повећање резистентности на инсекте лепидоптере селективним оштећењем њихових црева
cry2Ac	<i>Bacillus thuringiensis</i> subsp. <i>dakota</i>	Cry2Ac делта-ендотоксин	повећање резистентности на инсекте лепидоптере селективним оштећењем њихових црева
cry9C	<i>Bacillus thuringiensis</i> subsp. <i>tobworthi</i> ланац BTS02618A	Cry9C делта-ендотоксин	повећање резистентности на инсекте лепидоптере селективним оштећењем њихових црева
mocrv1F	Синтетичка форма cry1F gena из <i>Bacillus thuringiensis</i> var. <i>aizawai</i>	модификован Cry1F протеин	повећање резистентности на инсекте лепидоптере селективним оштећењем њихових црева
pinII	<i>Solanum tuberosum</i>	протеаза инхибитор протеин	повећава одбрану предатора инсеката смањњем дигестије и нутритивног квалитета листа
vip3A(a)	<i>Bacillus thuringiensis</i> ланац AB88	VIP3A вегетативни инсектицидни протеин	повећава резистентност на оштећење изазвано исхраном код инсеката лепидоптера селективним оштећењем њихових црева
vip3Aa20	<i>Bacillus thuringiensis</i> ланац AB88	вегетативни инсектицидни протеин (vip3Aa варијанта)	повећава резистентност на оштећење изазвано исхраном код инсеката лепидоптера селективним оштећењем њихових црева

Садашње стање, глобални статус и еколошки последице
гајења генетички модификованих биљака

Таб.-Преглед гена и њихових извора који су коришћени
у стварању генетички модификованих биљака

Мултипла резистентност на инсекте			
API	<i>Sagittaria sagittifolia</i> (	протеаза инхибитор протеина А или В	повећање резистентности за велики број штетних инсеката
CpTI	<i>Vigna unguiculata</i>	трипсин инхибитор	повећање резистентности за велики број штетних инсеката
cry3.1Ab	Синтетичка форма Cry3A гена и Cry1Ab гена из <i>Bacillus thuringiensis</i>	химерични (Cry3A- Cry1Ab) делта - ендотоксин протеин	повећање резистентност на инсекте колеоптере и лепидоптере, селективним оштећењем црева

Садашње стање, глобални статус и еколошки последице
гајења генетички модификованих биљака

Таб.-Преглед гена и њихових извора који су коришћени
у стварању генетички модификованих биљака

Толерантност на сулфонилуреа хербициде			
als	<i>Arabidopsis thaliana</i>	хербицид толерантни ензим ацетолактат синтаза (als)	синтеза есенцијалних аминокиселина у присуству сулфонилуреа хербицида
csr1-2	<i>Arabidopsis thaliana</i>	модификовани ацетохидрокси киселина синтаза субјединица (AtAHASL)	повећање толерантности на имидазолинон хербициде
gm-hra	<i>Glycine max</i>	модификована ацетолактат синтаза (ALS) ензим	повећање толерантности на примену сулфонилуреа хербициде
S4-HrA	<i>Nicotiana tabacum</i> cv. Xanthi	хербицид толерантни ацетолактат синтаза (ALS) ензим	повећана синтеза у биљкама есенцијалних аминокиселина у присуству сулфонилуреа хербицида
surB	<i>Nicotiana tabacum</i>	хербицид толерантни ацетолактат синтаза (ALS) ензим	повећање толерантности на сулфонилуреа хербициде и друге хербициде инхибиторе ацетолактат синтазе (ALS)
zm-hra	<i>Zea mays</i>	хербицид толерантни ацетолактат синтаза (ALS) ензим	повећање толерантности на хербициде инхибиторе ацетолактат синтазе као што су сулфонилуреа и имидазолинони

Округли сто:
Генетички модификовани организми (ГМО), научни и етички аспекти, производња и коришћење

Толерантност на вирусе			
ac1	Вирус златног мозаика пасуља (BGMV)	sense и antisense RNA вирус реплициран протеин (Rep)	инхибиција синтезе виралних протеина вируса мозаика пасуља преко пригушивања генских механизма
cmv-cp	Cucumovirus (CMV)	Протеин мозаичног вируса краставца cucumovirus (CMV)	повећање резистентности на вирус мозаика краставца (CMV) преко "pathogen-derived resistance" механизма
plr1-orf1	Вирус увијености листа кромпира (PLRV)	предпостављена репликаза вируса увијености листа кромпира (PLRV)	повећање резистентности на вирус увијености листа кромпира (PLRV) преко пригушивања генских механизма
plr1-orf2	Вирус увијености листа кромпира (PLRV)	предпостављена хеликаза вируса увијености листа кромпира (PLRV)	повећање резистентности на вирус увијености листа кромпира (PLRV) преко пригушивања генских механизма
ppv-cp	Вирус шљиве (PPV)	Протеин вируса шљиве (PPV)	повећање резистентности на вирус шљиве (PPV) преко механизма "pathogen-derived resistance"
prsv-cp	Тачкасти вирус папаје (PRSV)	протеин (CP) тачкастог вируса папаје (PRSV)	повећање резистентности на вирус папаје (PRSV) преко механизма "pathogen-derived resistance"

Толерантност на вирусе			
prsv-rep	Тачкасти вирус папаје (PRSV)	репликаза папајиног тачкастог вируса (PRSV)	повећање резистентности на папаја тачкасти вирус (PRSV) преко пригушивања генских механизма
pvv-cp	Вирус кромпира Y (PVY)	протеин кромпировог вируса Y (PVY)	повећање резистентности на кромпиров вирус Y (PVY) преко механизма "pathogen-derived resistance"
wmv-cp	Мозаични вирус динје Potyvirus 2 (WMV2)	протеин watermelon мозаичног потивируса 2 (WMV2)	повећање резистентности на мозаични вирус динје (WMV2) преко механизма "pathogen-derived resistance"
zymv-cp	Zucchini жути мозаични Potyvirus (ZYMV)	Протеин "zucchini" жутог мозаичног потивируса (ZYMV)	повећање резистентности на zucchini жути мозаични потивирус (ZYMV) преко механизма "pathogen-derived resistance"

Садашње стање, глобални статус и еколошки последице
гајења генетички модификованих биљака

- У стварању генетички модификованих биљака толерантних на хербициде коришћена су три механизма:
 - уношење гена одговорних за хиперпродукцију ензима на који хербицид делује
 - промена осетљивости кључног места деловања хербицида и
 - уношење гена одговорног за детоксикацију хербицида у биљкама.



Округли сто:
Генетички модификовани организми (ГМО), научни и етички аспекти, производња и коришћење



Кукурузна златица



Округли сто:
Генетички модификовани организми (ГМО), научни и етички аспекти, производња и коришћење

Таб.- Најпознатији примери генетичких модификација биљака

Уљана репица (<i>Brassica napus</i>)	Модификација на висок садржај олеинске киселине Толерантност на глифосат Толерантност на оксинил Толерантност на имидазолиноне Толерантност на фосфинотрицин Модификација на контролу оплодње, фертилност и мушку стерилност
Памук (<i>Gossypium hirsutum</i>)	Толерантност на сулфонилуреа Толерантност на бромксинил Толерантност на глифосат Отпорност на инсекте (<i>Lepidoptera</i>)
Лан (<i>Linum usitatissimum</i>)	Толерантност на сулфонилуреа
Кукуруз (<i>Zea mays</i>)	Отпорност на кукурузни пламенац (<i>Ostrinia nubilalis</i>) Толерантност на глифосат (Roundup ReadyR) Толерантност на фосфинотрицин (Liberty Link, Hercules) Толерантност на имидазолиноне Толерантност на циклохексаноне Модификација на мушку стерилност

Таб.- Најпознатији примери генетичких модификација биљака

Диња (<i>Cucumis melo</i>)	Модификација на касније зрење
Репица (<i>Brassica rapa</i>)	Толерантност на глифосат (Роундуп Реаду TM)
Кромпир (<i>Solanum tuberosum</i>)	Отпорност на кромпирову златицу (Atlantic, Superior Newleaf R, Russet Burbank Newleaf R) Отпорност на Y вирус кромпира (PVY, Newleaf Y R) Отпорност на В вирус кромпира (PLRV, Russet Burbank Newleaf R Plus)
Пиринач (<i>Oryza sativa</i>)	Толерантност на фосфинотрицин (Glifosinat, LibertyTM)
Соја (<i>Glycine max</i>)	Толерантност на фосфинотрицин Толерантност на глифосат Модификација на висок садржај масних киселина у зрну, нарочито висок садржај олеинске киселине Модификација на низак садржај линолне киселине
Шећерна репа (<i>Beta vulgaris</i>)	Толерантност на фосфинотрицин Толерантност на глифосат
Парадајз (<i>Lycopersicon esculentum</i>)	Модификација на касније сазревање Отпорност на инсекте (<i>Lepidoptera</i>)
Дуван (<i>Nicotina tabacum</i>)	Толерантност на оксинил
Пшеница (<i>Triticum aestivum</i>)	Толерантност на имидазолиноне (имазамокс, индукована мутагенеза)

Округли сто:
Генетички модификовани организми (ГМО), научни и етички аспекти, производња и коришћење

Таб.-Број огледа са генетички модификованим
биљкама у свету 1986-1995. год.

Земља	Број огледа
Канада и Америка	2.438
Западна Европа	796
Азија	86
Африка	25
Азија	62
Латинска Америка	204
Источна Европа и Русија	36
Индустријски развијене земље	3.320
Земље у развоју	291
Укупно у свету	3.647

Извор: Извор: James, C.-ISAAA Brief 1, 1996

Таб.-Прва комерцијализована производња генетички
модификованих биљака у свету

Земља	Гајена биљка	Основа	Површина ха	Фирма
Аргентина	Соја	Толерантна на глифост	152.000	Monsanto, 1996.
Канада	Уљана репица	Толерантна на глифосинат	81.000	AgrEvo, 1995.
Кина	Дуван	Резистентан на вирус	810.000	н/а, 1992.
САД	Кукуруз	БТ-резистентан на инсекте	190.350	Ciba-Geigy, 1995.
	Памук	БТ-резистентан на инсекте НА инсекте	810.000	Monsanto, 1995.
	Памук	Толерантан на глифосат	10.125	Monsanto, 1996.
	Соја	Толерантна на глифосат	405.000	Monsanto, 1995.
	Парадајз	Одложено дозревање	4.050	Calgene, 1994.

Округли сто:
Генетички модификовани организми (ГМО), научни и етички аспекти, производња и коришћење

Таб. Површине под генетички модификованим
биљкама у свету од 1996-2012. год.

Година	Површина у милионима ха	Ланчани индекс	Повећање, број пута
1996	1,7	100	1,00
1997	11,0	647	6,47
1998	27,8	396	16,35
1999	39,9	144	23,47
2000	44,2	111	26,00
2001	52,6	119	30,94
2002	58,7	112	34,53
2003	67,7	115	39,82
2004	81,0	120	47,65
2005	90,0	111	52,94
Укупно 1996-2005.	474,6	14,7*	-

Таб. Површине под генетички модификованим
биљкама у свету од 1996-2012. год.

2006	102,0	113	60,00
2007	114,0	112	67,06
2008	125,0	110	73,53
2009	134,0	107	78,82
2010	148,0	110	87,06
2011	160,0	108	94,12
2012	170,0	106	100,00
Укупно 2006-2012.	953,0	12,05***	--
Укупно 1996-2012.	1.427,6	9,4**	--

*Просечно год. повећање од 2000- 2005. ** од 2006-2012. *** од 2000-2012.
Извор: James, C. ISAAA Brief, 1-44, 1996-2012.

Округли сто:
Генетички модификовани организми (ГМО), научни и етички аспекти, производња и коришћење

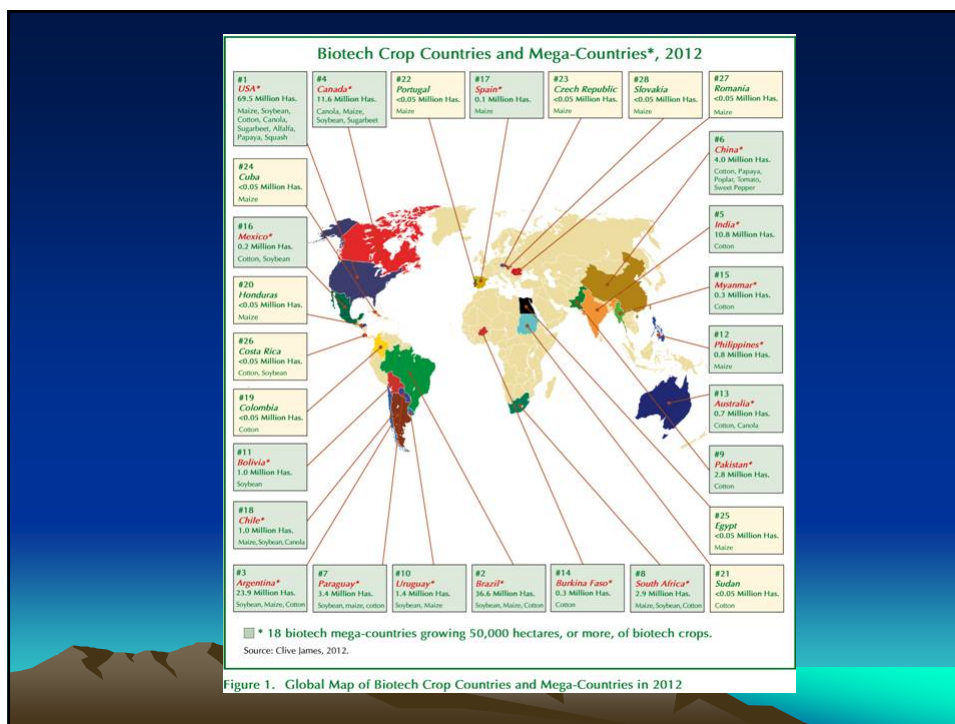


Figure 1. Global Map of Biotech Crop Countries and Mega-Countries in 2012

Таб.-Преглед површина у пет земаља највећих произвођача генетички модификованих биљкама у свету, у периоду 1996-2012. год

Год.	САД		Бразил		Аргентина		Канада		Индија		Укупно
	ха	%	ха	%	ха	%	ха	%	ха	%	
1996.	1,5	83	-	-	0,1	0,1	0,1	0,1	-	-	1,7
1997.	8,1	74	-	-	1,4	13	1,3	12	-	-	11,0
1998.	20,5	74	-	-	4,3	15	2,8	10	-	-	27,8
1999.	28,7	72	-	-	6,7	17	4,0	10	-	-	39,9
2000.	30,3	69	-	-	10,0	23	3,0	7	-	-	44,2
2001.	35,7	68	-	-	11,8	22	3,2	6	-	-	52,6
2002.	39,0	66	-	-	13,5	23	3,5	6	0,1	0,1	58,7
2003.	42,8	63	-	-	13,9	21	4,4	6	0,1	0,1	67,7
2004.	47,6	59	5,0	6	16,2	20	5,4	7	0,5	0,6	81,0

Округли сто:
Генетички модификовани организми (ГМО), научни и етички аспекти, производња и коришћење

Таб.-Преглед површина у пет земаља највећих произвођача генетички модификованих биљака у свету, у периоду 1996-2012. год

2005.	49,8	55	9,4	10	17,1	19	9,4	10	1,3	1,4	90,0
2006.	54,6	54	11,5	11	18,0	18	6,1	6	3,8	4	102,0
2007.	57,7	51	15,0	13	19,1	17	7,0	6	6,2	5	114,0
2008.	62,5	50	15,8	13	21,0	17	7,6	6	7,6	6	125,0
2009.	64,0	48	21,4	16	21,3	16	8,2	6	8,4	6	134,0
2010.	66,8	45	25,4	17	22,9	15	8,8	6	9,4	6	148,0
2011.	69,0	43	30,3	19	23,7	15	10,4	7	10,6	7	160,0
2012.	69,5	41	36,6	21	23,9	14	11,6	7	10,8	6	170,0
Укупно	748,1	52	170,4	12	244,9	17	96,8	7	58,8	4	1.427,6

Извор: James, C. ISAAA Brief, 1-44, 1996-2012

Таб.-Основне карактеристике земаља највећих произвођача генетички модификованих биљака у свету, 2010. год

Параметри	САД	Бразил	Аргентина	Индија	Канада
Број становника, милиона	308,8	194,2	39,9	1.186,2	33,2
GDP билиона US \$	14.093	1.575	328	1.159	1.501
GDP по глави US \$	46.350	8.210	8.240	1.020	45.070
GDP од пољопривреде, у %	1	7	10	17	3
GDP од пољопривреде, у билионима US \$	140,9	110	32,8	197	45
Пољопривредно становништво, у %	2	21	1	64	3
Обрадиво земљиште у милионима ха	178	59,6	33,2	177,5	49,9
Обрадиво земљиште/становнику	2,4	1,3	3,3	0,60	6,0

Округли сто:

Генетички модификовани организми (ГМО), научни и етички аспекти, производња и коришћење

Таб.-Основне карактеристике земаља највећих произвођача генетички модификованих биљака у свету, 2010. год

Главне културе	Кукуруз, шећерна трска, пшеница, соја, шећерна репа, уљана репица, памук, луцерка	Шећерна трска, мањока, соја, наранџе, кукуруз	Соја, кукуруз, шећерна трска, сунцокрет семе, пшеница	Шећерна трска, поврће, пиринач, кромпир, пшеница, памук	Пшеница, јечам, кукуруз, уљана репица, кромпир
Комерцијализоване ГМ биљке	Кукуруз, памук, кромпир, соја, тикве, шећерна репа, уљана репица, папаја, луцерка	Соја, памук, кукуруз	Соја, памук, кукуруз	Памук	Уљана репица, соја, кукуруз, шећерна репа
Укупна површина под ГМ биљкама, у милионима ха (% од укупних површина)	69,5 (39,0 %)	36,6 (61,4 %)	23,9 (72,0 %)	10,8 (6,1 %)	11,6 (23,2 %)
Доходак од ГМ 1996-2000 год. у милионима US \$	29,8	3,5	10,3	7,0	2,6

Таб.-Површине најзаступљенијих генетички модификованих биљака у свету у периоду 1996.-2012.год.

Година	Соја		Кукуруз		Памук		Уљана репица		Укупн о
	Милиона ха	%	Милиона ха	%	Милиона ха	%	Милиона ха	%	
1996	0,5	18	0,3	10	0,8	27	0,1	5	1,7
1997	5,1	40	3,2	25	1,4	11	1,2	10	11,0
1998	14,5	52	8,3	30	2,5	9	2,4	9	27,8
1999	21,6	54	11,1	28	3,7	9	3,4	9	39,9
2000	25,8	58	10,3	23	5,3	12	2,8	7	44,2

Округли сто:
Генетички модификовани организми (ГМО), научни и етички аспекти, производња и коришћење

Таб.-Површине најзаступљенијих генетички модификованих биљака у свету у периоду 1996.-2012.год.

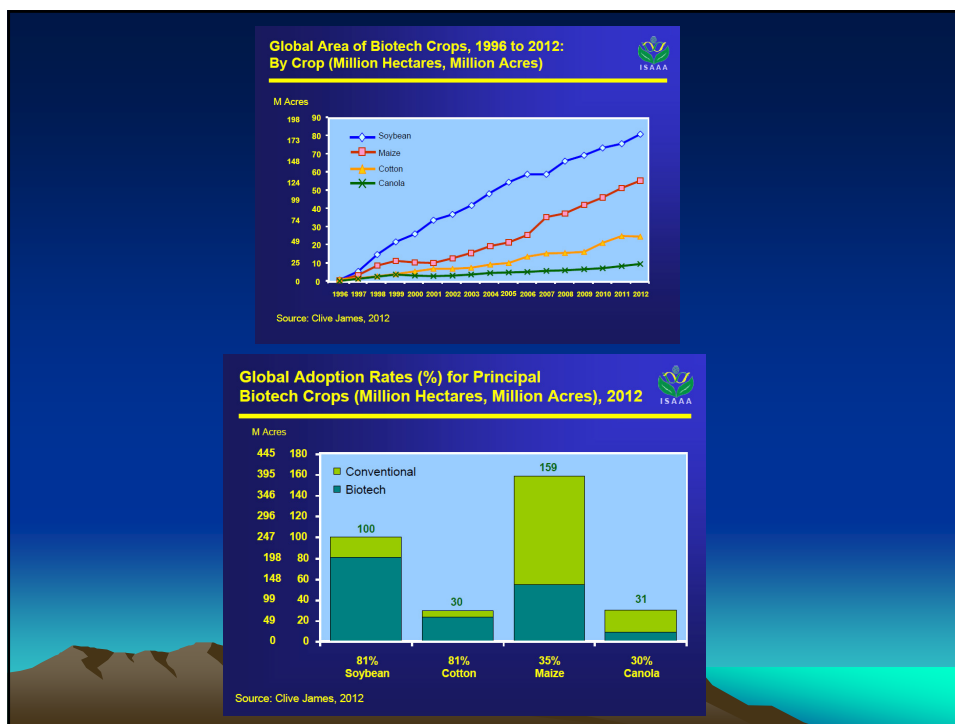
2001	33,3	63	9,8	19	6,8	13	2,7	5	52,6
2002	36,5	62	12,4	21	6,8	12	3,0	5	58,7
2003	41,4	61	15,5	23	7,2	11	3,6	5	67,7
2004	48,4	60	19,3	23	9,0	11	4,3	6	81,0
2005	54,5	60	21,2	24	9,8	11	4,6	5	90,0
2006	58,6	57	25,2	25	13,4	13	4,3	5	102,0

Таб.-Површине најзаступљенијих генетички модификованих биљака у свету у периоду 1996.-2012.год.

2007	58,6	51	35,2	31	15,0	13	5,5	5	114,0
2008	65,8	53	37,3	30	15,5	12	5,9	5	125,0
2009	69,2	52	41,7	31	16,1	12	6,4	5	134,0
2010	73,3	50	46,0	31	21,0	14	7,0	5	148,0
2011.	75,0	75	51,0	32	25,0	82	8,1	26	160,0
2012.	81,0	81	56,0	35	24,0	81	9,3	30	170,3
Укупно	763,1	53	403,8	28	183,3	13	74,6	5	1.427,6

Извор: James, C. ISAAA Brief, 1-44, 1996-2012.

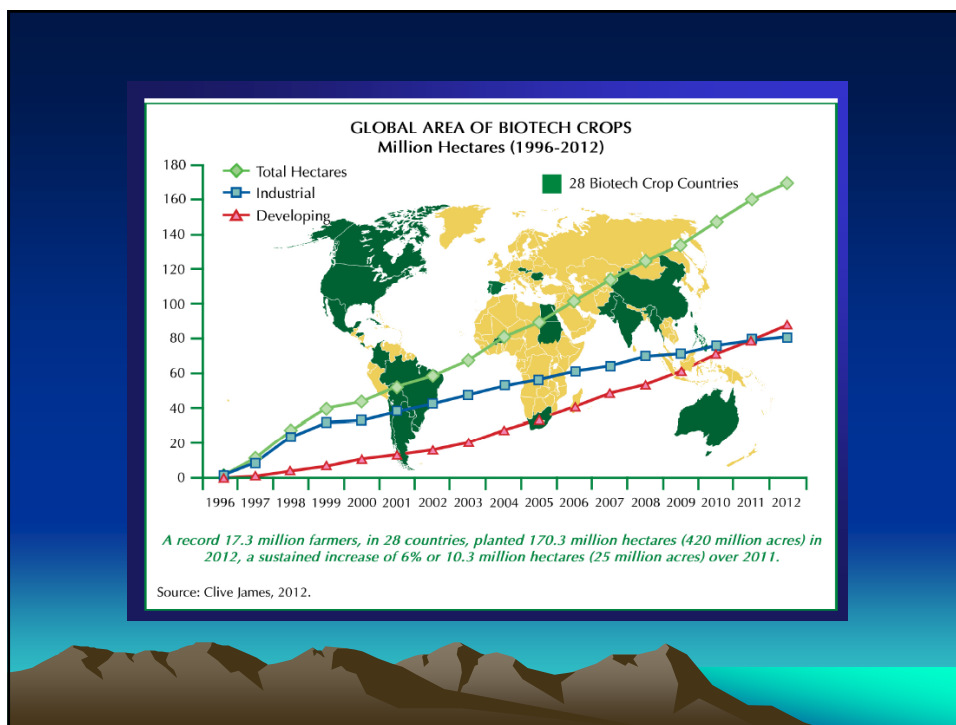
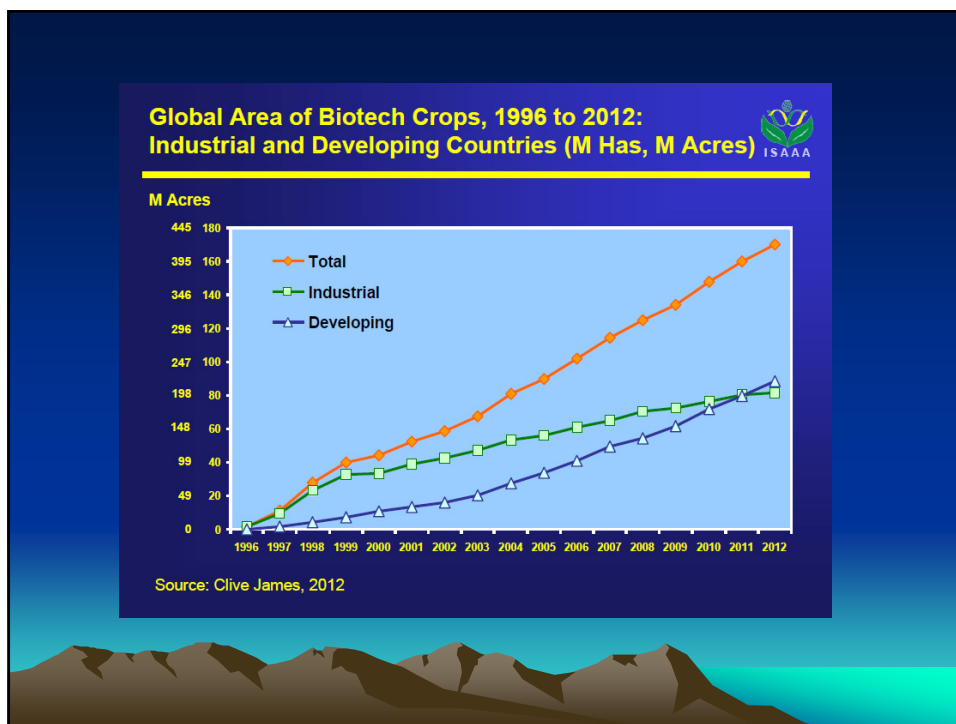
Округли сто:
Генетички модификовани организми (ГМО), научни и етички аспекти, производња и коришћење



Таб. Глобалне површине под генетички модификованим усеви­ма у индустријским земљама и земљама у развоју од 1997 до 2012. год.

Година	Индустријске земље		Земље у развоју		Укупно
	Милиони ха	%	Милиона ха	%	
1997	9,5	86	1,5	14	11,0
1998	23,4	84	4,4	16	27,8
1999	32,8	82	7,1	18	39,9
2000	33,5	76	10,7	24	44,2
2001	39,1	74	13,5	26	52,6
2002	42,7	73	16,0	23	58,7
2003	47,3	70	20,4	30	67,7
2004	53,4	66	27,6	34	81,0
2005	56,1	62	33,9	38	90,0
2006	61,1	60	40,9	40	102,0
2007	64,9	57	49,4	43	114,3
2008	70,5	56	54,5	44	125,0
2009	72,5	54	61,5	46	134,0
2010	76,3	52	71,7	48	137,8
2011	80,2	50	79,8	50	160,0
2012	81,6	48	88,4	52	170,3

Округли сто:
Генетички модификовани организми (ГМО), научни и етички аспекти, производња и коришћење

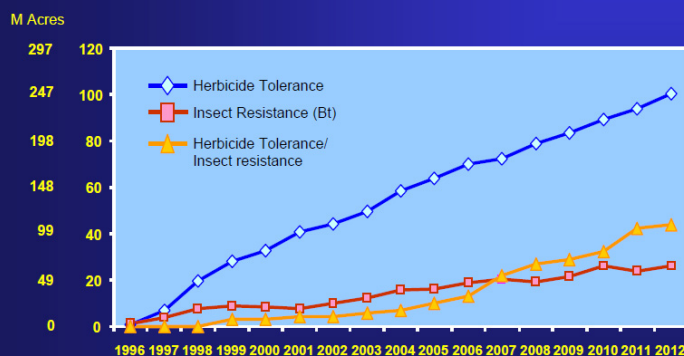


Округли сто:
Генетички модификовани организми (ГМО), научни и етички аспекти, производња и коришћење

Таб.-Глобалне површине генетички модификованих биљака 1996-2010. год
(у милионима ха)

Год.	HT	%	IR (Bt)		IR/HT	%	VR/други	УЗБ	% од ГМ	Укупно
1996	0,6	23	1,1	30	--	-	< 0,1	1,7	100,0	1,7
1997	6,9	63	4,0	36	<0,1	< 1	< 0,1	11,0	100,0	11,0
1998	19,8	71	7,7	28	0,3	1	< 0,1	27,8	100,0	27,8
1999	28,1	71	8,9	22	2,9	7	< 0,1	39,9	100,0	39,9
2000	32,7	74	8,3	19	3,2	7	< 0,1	44,2	100,0	44,2
2001	40,6	77	7,8	15	4,2	8	< 0,1	52,6	100,0	52,6
2002	44,2	75	10,1	17	4,4	8	< 0,1	58,7	100,0	58,7
2003	49,7	73	12,2	18	5,8	9	< 0,1	67,7	100,0	67,7
2004	58,6	72	15,6	19	6,8	9	< 0,1	81,0	100,0	81,0
2005	63,7	71	16,2	18	10,0	11	< 0,1	90,0	100,0	90,0
2006	69,9	68	19,0	19	13,1	-	< 0,1	102,0	100,0	102,0
2007	72,2	63	20,3	18	-		< 0,1	92,6	81,0	114,3
2008	79,0	63	19,1	15	-		< 0,1	98,2	78,6	125,0
2009	83,6	62	21,7	16	-		< 0,1	105,4	78,7	134,0
2010	89,3	61	26,3	17	-		< 0,1	117,5	79,4	148,0

Global Area of Biotech Crops, 1996 to 2012:
By Trait (Million Hectares, Million Acres)



Source: Clive James, 2012

Округли сто:
Генетички модификовани организми (ГМО), научни и етички аспекти, производња и коришћење

Таб.- Површине генетички модификованих биљака у неким земљама ЕУ

Земља	Површине ГМ биљака у ЕУ у хектарима				
	2005	2006	2007	2008	2009
Шпанија	53.225	53.667	75.148	79.269	76.057
Француска	492	5.000	21.147	-	-
Чешка Република	150	1.290	5.000	8.380	6.480
Португалија	750	1.250	4.500	4.851	5.094
Немачка *	342	947	2.685	3.171	-
Словачка	-	30	900	1.900	875
Румунија	**110.000	**90.000	350	7.146	3.344
Пољска	-	100	320	3.000	3.000
Укупно ГМ кукуруза	54.959	62.284	110.050	107.717	94.750

Извор: James, C. ISAAA Brief, 1-44, 1996-2012.

** Површине ГМ соја

Толеранција на 2,4-D хербицид
 Анти-алергије
 Антибиотичка резистентност
 Резистентност на инсекте колеоптере
 Успорено омекшавање плодова
 Успорено дозревање
 Толерантност на дикамба хербицид
 Толерантност на стрес суша
 Реставрација плодности
 Толерантност на глуфосинат хербицид
 Толерантност на глифосат хербицид
 Толерантност на изоксафлутол хербицид
 Резистентност на инсекте лепидоптере
 Мушка стерилност
 Метаболизам манозе
 Модификација ала амилазе
 Модификација аминокиселина
 Модификација боје цвета
 Модификација уља/масних киселина
 Модификација скроба/ угљених хидрата
 Мултипла резистентност инсеката
 Редукција никотина
 Синтеза нопалина
 Толерантност на оксинил хербициде
 Продукција фитазе
 Толерантност на сулфонилуреа хербициде
 Резистентност на вирусне болести
 Визуелни маркери

Листа генетички модификованих биљака

Луцерка ([*Medicago sativa* L.](#))
Аргентинска уљана репица ([*Brassica napus* L.](#))
Пасуљ ([*Phaseolus vulgaris* L.](#))
Каранфил ([*Dianthus caryophyllus* L.](#))
Цикорија ([*Cichorium intybus* L.](#))
Памук ([*Gossypium hirsutum* L.](#))
Росуља ([*Agrostis stolonifera* L.](#))
Лан ([*Linum usitatissimum* L.](#))
Кукуруз ([*Zea mays* L.](#))
Бундева (*Cucurbita pepo* L.)
Папаја ([*Carica papaya* L.](#))
Петунија ([*Petunia hybrida* Juss.](#))
Шљива ([*Prunus domestica* L.](#))
Пољска репа ([*Brassica rapa* L.](#))
Топола ([*Populus* sp.](#))
Кромпир ([*Solanum tuberosum* L.](#))
Пиринач ([*Oryza sativa* L.](#))
Ружа ([*Rosa hybrida* L.](#))
Соја ([*Glycine max* L.](#))
Шећерна репа ([*Beta vulgaris* L.](#))
Паприка ([*Capsicum annuum* L.](#))
Дуван ([*Nicotiana tabacum* L.](#))
Парадајз ([*Lycopersicon esculentum* L.](#))
Пшеница ([*Triticum aestivum* L.](#))

Комерцијална листа генетички модификованих
особина биљака

Толеранција на абиотски стрес
Резистентност на проузроковаче болести
Толерантност на хербициде
Резистентност на инсекте
Модификација квалитета производа
Полинациони контролни систем

Округли сто:
Генетички модификовани организми (ГМО), научни и етички аспекти, производња и коришћење



Округли сто:

Генетички модификовани организми (ГМО), научни и етички аспекти, производња и коришћење

Листа институција и компанија који раде на развоју
генетички модификованих биљака

[DuPont \(Pioneer Hi-Bred International Inc.\)](#)
[EMBRAPA \(Brazil\)](#)
[Florigene Pty Ltd. \(Australia\)](#)
[Huazhong Agricultural University \(China\)](#)
[Institute of Microbiology, CAS \(China\)](#)
[JK Agri Genetics Ltd \(India\)](#)
[Metahelix Life Sciences Pvt. Ltd \(India\)](#)
[Monsanto Company \(including fully and partly owned companies\)](#)
[Monsanto Company and Bayer CropScience](#)
[Monsanto Company and Dow AgroSciences LLC](#)
[Monsanto Company and Dupont \(Pioneer Hi-Bred International Inc.\)](#)

Листа институција и компанија који раде на развоју
генетички модификованих биљака

[Nath Seeds/Global Transgenes Ltd \(India\)](#)
[National Institute of Agrobiological Sciences \(Japan\)](#)
[Novartis Seeds and Monsanto Company](#)
[Origin Agritech \(China\)](#)
[Renessen LLC \(Netherlands\)](#)
[Renessen LLC \(Netherlands\) and Monsanto Company](#)
[Research Institute of Forestry \(China\)](#)
[Seminis Vegetable Seeds \(Canada\) and Monsanto Company \(Asgrow\)](#)
[Societe National d Exploitation des Tabacs et Allumettesx \(France\)](#)
[South China Agricultural University](#)
[Suntory Limited \(Japan\)](#)
[Syngenta](#)
[Syngenta and Monsanto Company](#)
[United States Department of Agriculture - Agricultural Research Service](#)
[University of Florida](#)
[University of Saskatchewan](#)
[Vector Tobacco Inc. \(USA\)](#)
[Zeneca Plant Science and Petoseed Company](#)

РИЗИЦИ ВЕЗАНИ ЗА ГЕНЕТИЧКИ МОДИФИКОВАНЕ БИЉКЕ ТОЛЕРАНТНЕ НА ХЕРБИЦИДЕ

- Ризици везани за гајење генетичких модификованих биљака толерантних на хербициде нису у потпуности познати и до детаља разјашњени. Они могу бити различите природе и трајности. Постоје одређени ризици, заједнички за већину трансгених биљака. То се пре свега односи на чињеницу да је процес настанка трансгених биљака праћен појавом мутација примењених гена, што ствара могућности да се промене генома наставе и касније, током периода комерцијалне употребе. Такве промене могу допринети стварању нежељених токсина, алергена и других материја које никада нису биле присутне у организму нити су као такве тестиране.

РИЗИЦИ ВЕЗАНИ ЗА ГЕНЕТИЧКИ МОДИФИКОВАНЕ БИЉКЕ ТОЛЕРАНТНЕ НА ХЕРБИЦИДЕ

- Додатни проблем су материје и једињења који се стандардно користе у процесу генетичке трансформације. То су пре свега промотери, генски маркери и терминатори. Посебно значајан је 35 S промотер због тога што се користи у великом броју трансгених конструкција, а потиче из вируса мозаика карфиола. То је најраспрострањенији део вирусног генома у трансгеним биљкама, не само оним отпорним на вирусе него и уопште, за који су везане и одређене контроверзе. Још 1994. године када је одобрена прва комерцијална употреба трансгеног парадајза, поставило се питање сигурности употребе 35 S као промотера, јер постоји упозорење да овај промотер може да се рекомбинује са другим вирусима и да тако настану нови вируси. Постоје резултати који указују да 35 S (CaMV) промотер има рекомбинационо „жариште”, што значи да је склон раскидању веза и спајању са другим деловима генетског материјала. Као последица тога трансгене конструкције које садрже 35 S (CaMV) промотер могу бити склоне хоризонталном трансферу гена и рекомбинацијама. Потенцијални ризици укључују мутагенезу и канцерогенезу, које настају као последица случајног уметања страних инвазивних секвенци ДНК у геном. То води реактивацији дормантних вируса и стварању генерације нових вируса. То је био основни разлог што је од једног броја научника у свету захтевано да се све трансгене културе које садрже 35 S (CaMV) промотер повуку са тржишта и да се забрани њихово коришћење, али то никад није учињено.

РИЗИЦИ ВЕЗАНИ ЗА ГЕНЕТИЧКИ МОДИФИКОВАНЕ БИЉКЕ ТОЛЕРАНТНЕ НА ХЕРБИЦИДЕ

- Развој резистентних биотипова корова као резултат повећања површина гајења генетички модификованих биљака толерантних на хербициде и интензивније примене мањег броја хербицида на већим површинама. Резистентност корова на хербициде је генетички феномен, пример убрзане еволуције корова и снаге нагона за преживљавањем. Овај процес има веома дугу генезу и пре увођења генетички модификованих биљака толерантних на хербициде. Тренд повећања површина са генетички модификованим биљкама толерантним на хербициде и примене неколико хербицида широког спектра деловања на већим површинама, указују на могућност убрзаног развоја резистентних биотипова корова на доминантне хербициде. До сада је у свету из укупно 183 коровске врсте регистровано 317 биотипова резистентних на хербициде (Неар, 2008.). Подаци о регистрованим биотиповима 13 коровских врста резистентним на глифосат (Неар, 2008.) могу бити забрињавајући када је у питању будући статус биљака толерантних на овај хербицид. *Lolium rigidum* и *Eleusine indica* развили су резистентност на глифосат пре увођења генетички модификованих биљака толерантних на хербициде (Powles и сар., 1998). Први резистентан биотип *Coryza canadensis* регистрован је у САД после трогодишње примене глифосата у соји (VanGessel, 2001).

Трансфер гена из генетички модификованих биљака толерантних на хербициде у дивље сроднике и корове.

- Резистентност корова углавном настаје као резултат селекције унутар одређене популације корова у условима виšekратне примене истог хербицида. Трансфер гена из гајене биљке толерантне на одређени хербицид у дивље сроднике је присутан проблем. Противници генетички модификованих биљака толерантних на хербициде најчешће су истицали овај проблем који нарочито има основу у центрима порекла гајених биљака. У случају кукуруза, ризик постоји у централној Америци, а у осталим регионима нема такав значај. Трансфер гена је могућ само између сексуално компатибилних биљних врста. Према Keeler и сар. (1996), од 60 гајених врста у свету, само 11 нема дивље сроднике. За дванаест од тринаест водећих гајених биљних врста, доказана је природна хибридизација са дивљим сродницима (Ellstrand и сар., 1999, цит. Wolfenbarger и Phifer, 2000). Гајењем генетички модификованих биљака толерантних на хербициде повећава се могућност укрштања са компатибилним врстама, чиме ове друге могу повећати своју адаптабилност у екосистему. У већини случајева гајене биљке у спољној средини не могу да опстану без помоћи човека.

Генетички модификоване биљке толерантне на хербициде као самоникле биљке у наредним усевима.

- Често се за овај феномен користи термин „суперкоров“, како би се нагласио потенцијални ризик везан за ову технологију. Гајене биљке као корови у наредним усевима нису нов проблем, јер он постоји скоро код сваког хербицида који се уводи у производњу. У почетку гајења уљане репице толерантне на глифосат, глуфосинат-амонијум и имидазолиноне, добијени су охрабрујући резултати у сузбијању самониклих гајених биљака у наредним усевима. Међутим, у Алберти (Канада), спонтаним укрштањем, настала је јара уљана репица (*Brassica napus*) која је била истовремено резистентна на глифосат, глуфосинат-амонијум и имидазолиноне (Hall и сар., 2000.). Овај пример указује на ризике који могу настати са појавом резистентности на неколико хербицида код компатибилних странооплодних биљака код којих самоникле биљке представљају проблем у наредном усеvu. У претходном случају препоручују се интегралне мере, укључујући смену усева и хербицида, комбинације хербицида и других мера, у циљу спречавања даље појаве и негативног ефекта самониклих биљака *B. napus* са вишеструком резистентношћу на хербициде.

Повећање ризика од оштећења нециљаних биљака применом хербицида широког спектра деловања.

- Значајнијим гајењем генетички модификованих биљака толерантних на хербициде повећавају се ризици од погрешне примене хербицида на биљкама које нису толерантне на одређени хербицид.
- Штете на усевима у случају погрешне примене хербицида и примена хербицида у биљкама које не поседује толерантност су честе, али разлоге за то не треба тражити у повећању површина гајења генетички модификованих биљака толерантних на хербициде

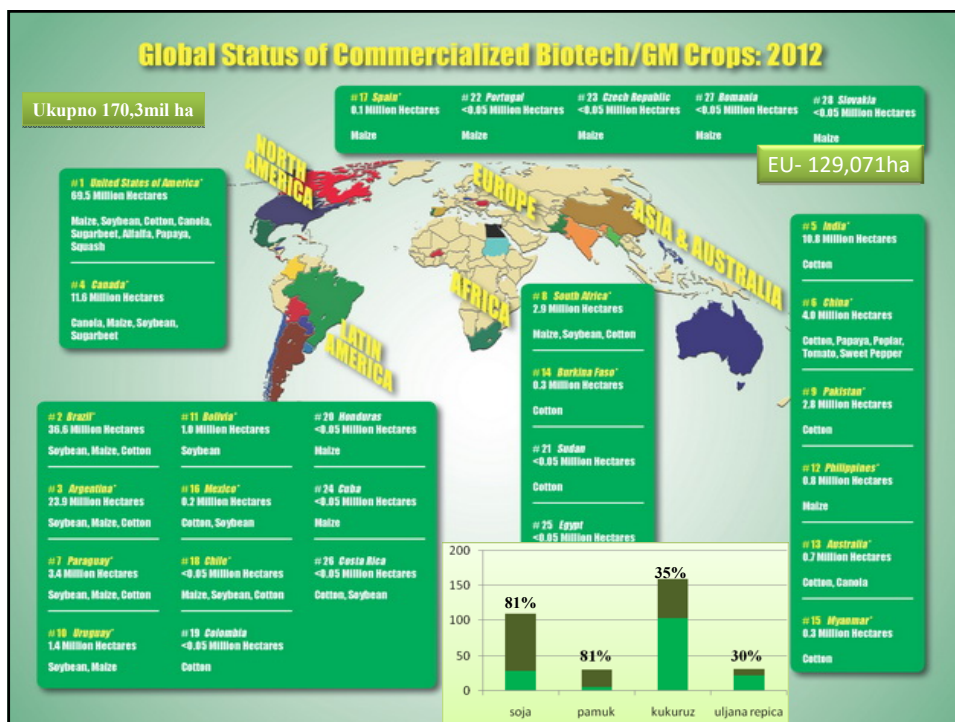
Потенцијални утицај на биодиверзитет.

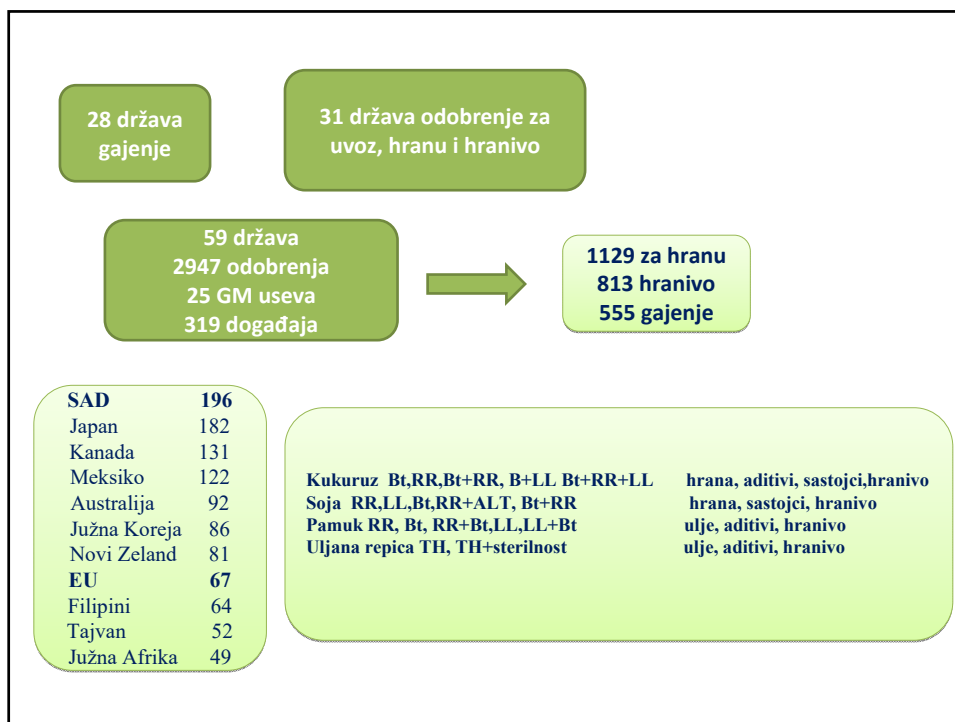
- Генетички модификоване биљке су озбиљна претња биодиверзитету. Значајније гајење ових биљака може утицати на смањење разноврсности флоре. У Великој Британији су вршена испитивања везе између гајења генетички модификоване шећерне репе толерантне на глифосат и бројности птица, односно врсте *Alauda arvensis*. Смањење бројности ове врсте може бити у вези са сузбијањем *Chenopodium album* у генетички модификованим биљкама шећерне репе толерантним на хербициде чије је семе значајан извор хране за ову врсту (Watkinson и сар., 2000; Dewar и сар., 2002, 2003.). Соја толерантна на глифосат се 2003. године у Аргентини гајила на 98 % површине од 13 милиона хектара (James, 2003). Значајније гајење соје толерантне на глифосат у Аргентини проузроковало је пад цена глифосата (3 долара по литри препарата), што је утицало на његову значајнију примену не само у соји, већ и на непољопривредним површинама. Прекомерна и виšekратна примена (чак до 16 л/ха/години) резултирала је потпуном одсуством коровских биљака око поља и у усеву соје, као и на површинама које су третиране глифосатом, а привремено се не користе за биљну производњу. У 2000. години у Аргентини, преко 100 милиона литара препарата на бази глифосата је примењено за ове намене. Претпоставља се да је биодиверзитет значајније угрожен прекомерном применом глифосата на већим површинама (Leguizamón, 2001.).

Измена коровске флоре.

- Пољопривредни произвођачи у сузбијању корова креирају сопствене системе и користе мере које по њиховим критеријумима дају најбоље резултате. Корови се адаптирају на сваки систем производње, а добра пољопривредна пракса може одложити развој негативних појава и губитак предности нових технологија. Уколико се генетички модификоване биљке не користе као део система интегралних мера у сузбијању корова, најчешћи сценарио је промена састава коровске флоре и развој резистентних биотипова корова (Кнежевић и Cassman, 2003.). Најоптималније је остварити коегзистенцију генетички модификованих биљака толерантних на хербициде као и осталих хербицида и мера у сузбијању корова. Иако се код појединих тренутно комерцијализованих генетички модификованих биљака толерантних на хербициде у свету примењују хербициди широког спектра деловања (глифосат, глуфосинат-амонијум) измена коровске флоре је могућа фаворизовањем природно отпорнијих корова на ове хербициде и повећањем њиховог учешћа (VanGessel, 2001.).

Округли сто:
Генетички модификовани организми (ГМО), научни и етички аспекти, производња и коришћење





Flavr Savr[®] paradajz

Genetički modifikovan za redukciju ekspresije enzima poligalaturonaze sazrevanje

antisense gen – manja sinteza enzima
Produženo vreme sazrevanja



1996-1998. pire od GM paradajza
1,8 mil konzervi
promena stava potrošača



ZLATNI PIRINAČ

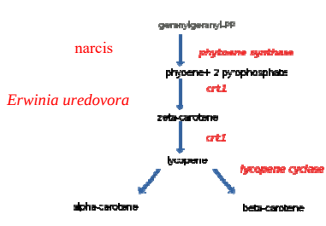
➤ Vitamin A -1,8 miliona ljudi
Pirinač glavni izvor hrane – nema provitamin A



Zvit 11b



Transgeni pristup: uneti sve gene neophodne za uspostavljanje biosintetskog puta za beta karotin (provitamin A) – sinteza samo u endospermu



Ingro Potrycus Institute of Plant science, Švajcarska
Peter Beyer Freiburg Universitete, Nemačka

ZLATNI PIRINAČ

Golden rice 2 –Syngenta
Kombinacija gena iz kukuruza psy i gena crt1 iz Golden rice 1



Wild type Golden Rice 1 Golden Rice 2

American Journal of Clinical Nutrition
uspešna konverzija u vitamin A
100g pirinča preporučena
dnevna doza
Fe, Zn

ZLATNA BANANA



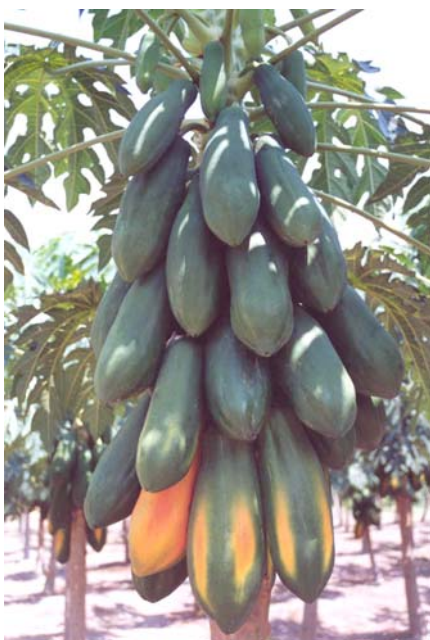
Indija i Uganda najveći proizvođači banane

Uganda – sastavni deo svih obroka, odrasla osoba pojede 3x svoju težinu banana godišnje

nedostatak vitamina A i Fe u ishrani

prof. James Dale Queensland University of Technology Australia banana bogata vitaminom A i Fe
u fazi istraživanja – prenos u lokalne sorte
očekuje se krajem ove decenije na tržištu

Xanthomonas – bolest smanjuje prinos – nema rezistentnih vrsta, hemikalija
naučnici u okviru National Banana Research Program – gen iz slatke paprike



Papaja rezistentna na viruse



Nema prirodnog gena za rezistenciju bez
GM, proizvodnja papaje na Havajima bi
bila uništena

GM PRV-rezistentna papaja se
komercijalno gaji od 1998.

PRV-papaya ringspot virus
Protein omotača

GM tikvice

Najviše se gaji u Kini, Indiji, Ukrajini, SAD
Evropi – Italija i Španija

problem virusi – ubačen gen za proteine omotača virusa

GM tikvice rezistenten na viruse –SAD i Kanada – gajenje, hrana
nema na tržištu EU

Ogledi u EU – Italija (3), Španija (2), Francuska (1) – nisu bili uspešni



Bt – patlidžan



Indija 2009.
Gen iz *Bacillus thuringiensis*
cry1Ac

VISOKO OLEINSKA SOJA



Utišavanje gena
omega 6 desaturaza
FAD2-1

0g trans masti

80% veći sadržaj oleinske kiseline slično maslinovom ulju

niži sadržaj linolne i linoleinske kiseline

20% manje zasićenih masnih kiselina u odnosu na
standardno ulje soje i 75% u odnosu na palmino ulje

veća oksidativna stabilnost prilikom zagrevanja



Genetički modifikovani mikroorganizmi



Proizvodnja enzima u bioreaktorima

Aditivi, aminokiseline, vitamini (B2,C),
enzimi (sir, pekarska, industrija pića)
za prehrambenu industriju
Promotor koji povećava proizvodnju

Aspartam – veštački zaslađivač
metilestar aspartinske kiseline fenilalaninskog dipeptida
oko 6000 proizvoda – dijetski proizvodi,
bezalkoholna pića, žvake, slatkiši

fenilalanin dobijen pomoću GM bakterija



Proizvodnja tvrdih sireva – enzim himozin
koagulacija mleka
tradicionalno se dobija iz želudca teleta
DNK za goveđi himozin u bakterije i kvasac – identičan produkt
Himozin iz transgenog kvasca prvi enzim koji je dobio dozvolu za
korišćenje u hrani
humozin i sir ne sadrže GM materijal



GM kvasac za proizvodnju piva sa niskim sadržajem ugljenohidrata

Saccharomyces cerevisiae var diastaticus stvara amilazu koja hidrolizuje skrob koji
ostaje prilikom vrenja pri čemu se visokokalorični ostaci skroba konvertuju u
fermentisane šećere
gen za enzim prenet u sojeve kvasca koji se normalno koriste u pivarstvu



Genetički modifikovana hrana



75% na tržištu SAD

Potrošači žele da znaju

- **Koji su rizici?**
- **Da li je GM hrana bezbedna?**
- **Da li je promet GM hrane regulisan?**



Potencijalni rizici

Promena hranjivih materija – različiti sastojci hrane obezbeđuju hranjive materije koje moraju da budu dostupne u odgovarajućoj količini
Antinutritivne materije su prisutne u hrani u ograničenim količinama

Povećanje nivoa toksina – reaktiviranje nekih procesa u biljkama koji mogu proizvesti toksine ili dejstvo na metabolizam povećanje količine toksina, nove supstance čija toksičnost nije poznata
Paradajz krompir glikoalkaloidi
Lektin u krompiru – gen iz visibabe

marker gen za rezistentost na antibiotik
Izaziva strah od rasta otpornosti na antibiotike kod čoveka i životinja kao rezultat prelaska gena iz GM biljke na bakterije u probavnom traktu
Nizak stepen rizika

Unošenje alergena

ALERGEN



Uvođenje novog ili promena ekspresije postojećeg gena biljke – alergen

GM biljke koji sadrže od ranije poznate alergene

GM biljke koji sadrže proteine kojih nema u konvencionalnoj hrani

Brazilski orah → gen za 2S albumin
bogat metioninom → soja



Star Link kukuruz + Bt gen

CNN IgE Cry9



ISPITIVANJE BEZBEDNOSTI

Molekularna karakterizacija

Nutritivni sastav – makro, mikronutritienti, antinutritienti

Ispitivanje proteina – toksčnost, alergenost

donor - recipijent

homologija a.k sekvenci sa poznatim toksinom, alergenom

serološki test osobine proteina

stabilnost na t°

enzime digestivnog trakta

Neočekivani efekti – genetički rearanzman, poremećaj metaboličkog puta

povećan nivo endogenih toksina, alergena, nizi nivo hranjivih

materija, ekspresija silent gena

fenotipska, molekularna, kompozicijska analiza

analiza specifične komponente

Test hranjenja životinja

OBELEŽAVANJE

Obeležavanje – GM hrane i sastojaka iz GM hrane

EU obavezno ako hrana sadrži ili se sastoji od GMO ili sadrži sastojke dobijene od GMO u količini većoj od 0,9% primesa genetički modifikovanog organizma i primesa poreklom od genetički modifikovanog organizma

Proizvodi koji sadrže
oznaka modifikacije –**OVAJ PROIZVOD SADRŽI GMO**

zdravstvena, etička, religiozna pitanja

Direktiva 1829/2003 - GM hrana i hranivo
1830/2003 – sledljivost i obeležavanje GMO



- 🚩 Zvanična tela – hrana dobijena od GMO se konzumira od strane stotina miliona ljudi u svetu proteklih 17 godina bez negativnog efekta
- 🚩 Naučni radovi - da je bezbedna ili u granicama potencijalno štetan efekat



Rizik konzumiranja GM hrane još uvek nije u potpunosti procenjen

Hrana bez obzira kako je dobijena nosi korist (hranjive materije) i rizik
(toksini, alergeni, antinutritivne materije) –intezivna ispitivanja
Ništa nije 100% bezbedno

Nemoguće je razdvojiti efekat hrane dobije od GM od tradicionalne u
svakodnevnoj ishrani

**Nema nezavisnih i neutralnih naučno zasnovanih i pravilno eksperimentalno
dizajniranih istraživanja**

Neophodna višegodišnja i multigeneracijska istraživanja

Neophodna validna opšteprihvaćena procedura za ispitivanje hrane u celini

Dugoričan efekat konzumacije GM hrane



GENETIČKI MODIFIKOVANE BILJKE – ČISTAČI OKOLINE

GENETIČKI MODIFIKOVANE BILJKE – ČISTAČI OKOLINE



zagađujuće supstance, opasne i štetne materije

Округли сто:

Генетички модификовани организми (ГМО), научни и етички аспекти, производња и коришћење

- BIOREMEDIJACIJA

- BIODETEKCIJA

BIO/FITO/REMEDIJACIJA

Sakupljanje štetnih i opasnih materija putem biljaka (fitoekstrakcija)



Arundo donax



Topola



Cz, radioaktivne materije

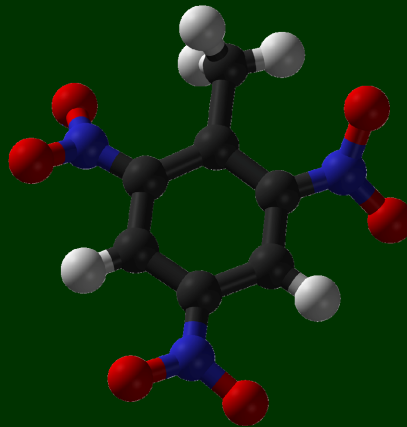
Округли сто:
Генетички модификовани организми (ГМО), научни и етички аспекти, производња и коришћење

BIODETEKCIJA (OTKRIVANJE)

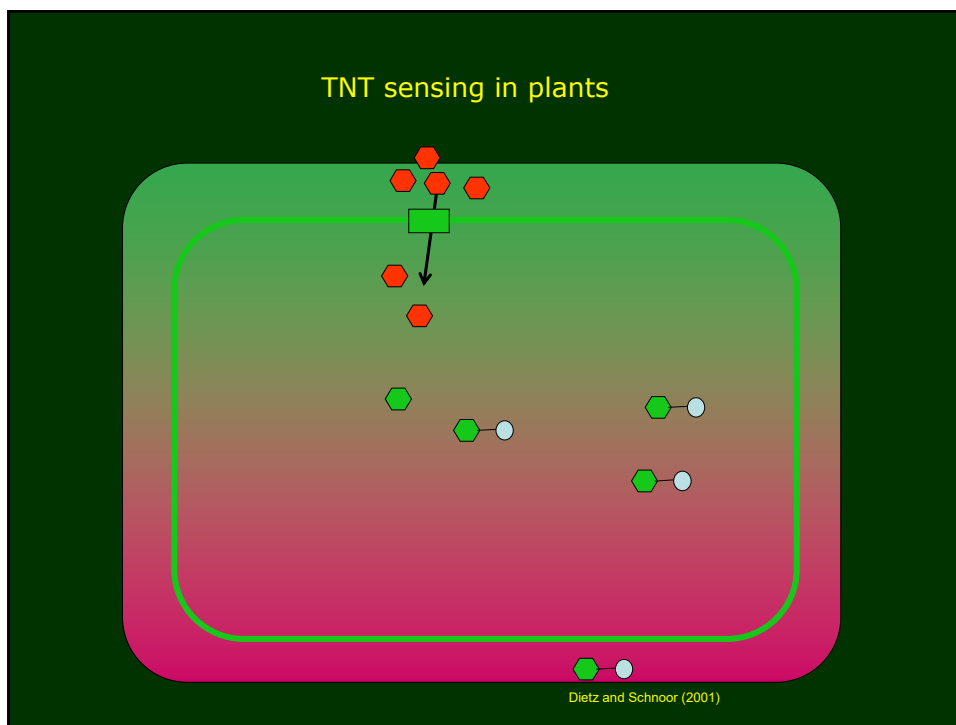
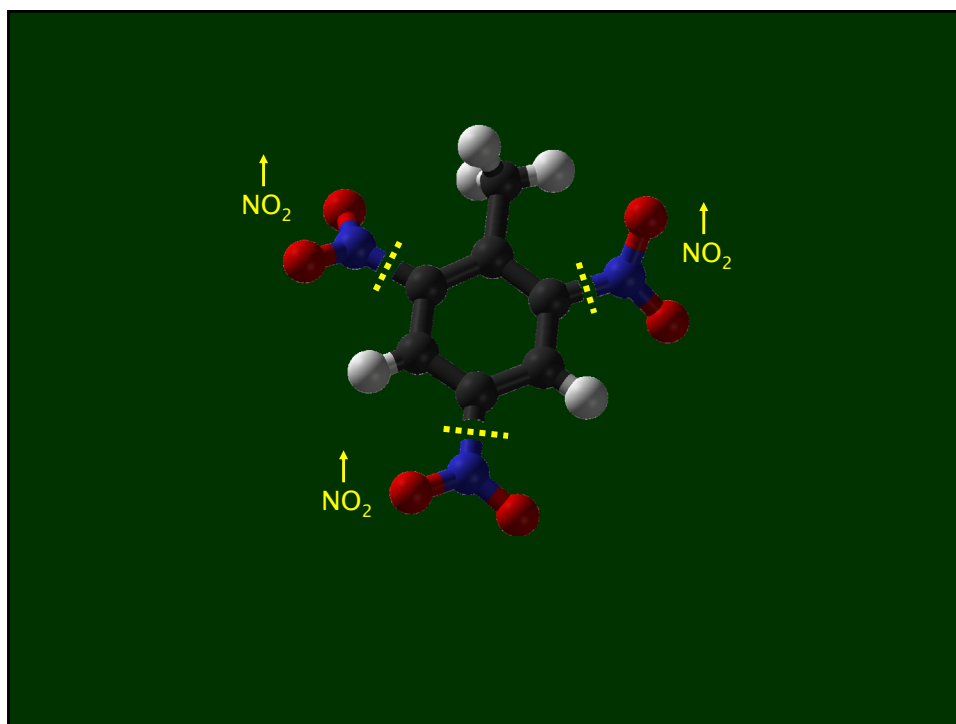


Округли сто:

Генетички модификовани организми (ГМО), научни и етички аспекти, производња и коришћење



Trinitrotoulen – TNT – $\text{C}_6\text{H}_2(\text{NO}_2)_3\text{CH}_3$

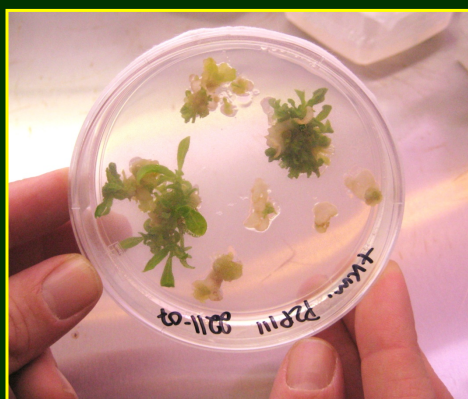


Округли сто:
Генетички модификовани организми (ГМО), научни и етички аспекти, производња и коришћење



Arabidopsis thaliana – uročnjak

125 Milb → 25.489 gena → 5 hrom



Promotor mozaičnog virusa karfiola

35S

rbcS E9 (AF309825) iz graška

Luciferaza (M15077) iz Photinus

pyralis (obični istočnjački svitac)

Округли сто:
Генетички модификовани организми (ГМО), научни и етички аспекти, производња и коришћење



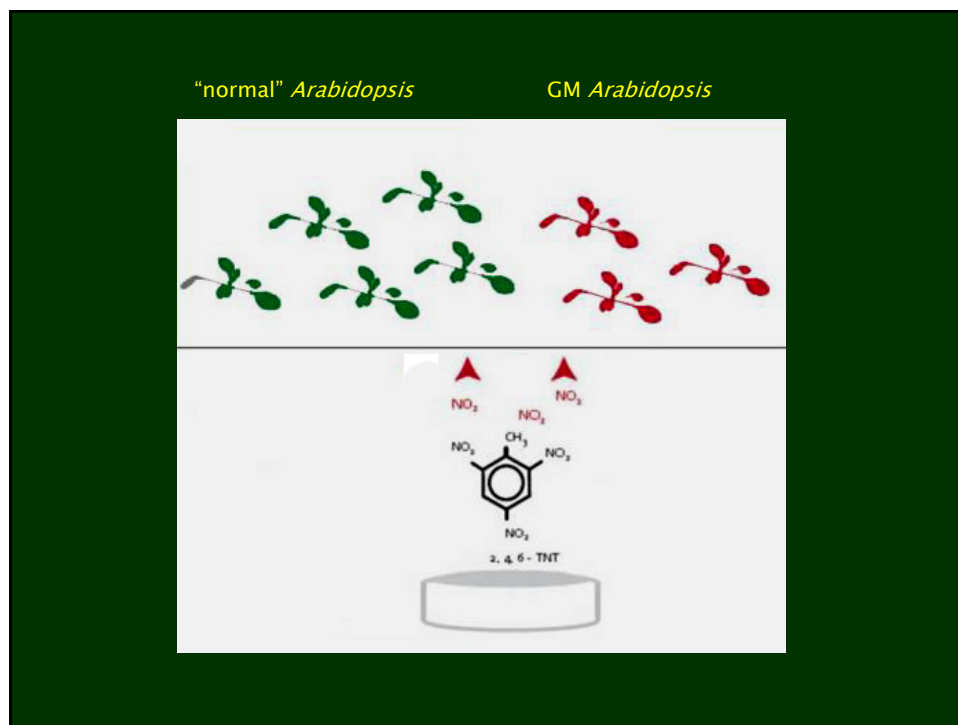
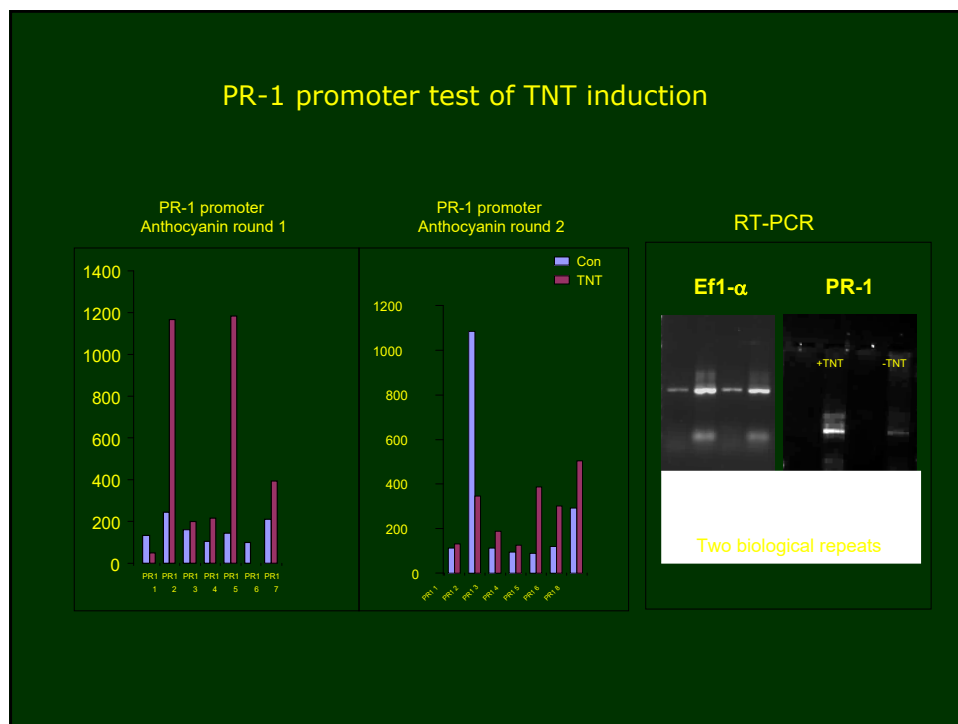
Screening existing lines

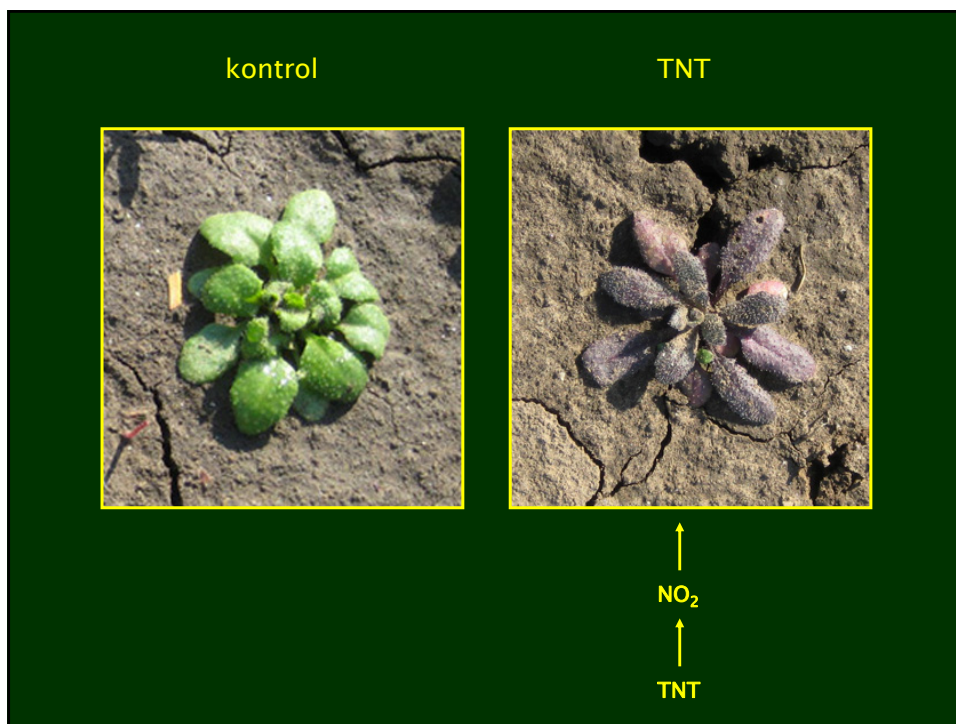
Name:CM short	RD2 bacground	line no.	total lines
Nr-1	NO2 induction	205-301	96
Nr2		1037-1149	112
Nir		4,-85	81
Ntr1-2		302-412,	110
F-Box		86-204	118
GTP	TNT induction	413-531	118
GSS		993-1036	43
Ribo		915-992	77
*00		801-914	113
*10		669-800	131
*40		606-668	62
Pr1		NN	20
ABC		NN	27
DNA		NN	32

A number of lines had been generated during the initial phase of the project, these had to be screened for TNT induction.

Округли сто:
Генетички модификовани организми (ГМО), научни и етички аспекти, производња и коришћење







Округли сто:
Генетички модификовани организми (ГМО), научни и етички аспекти, производња и коришћење



ZAKLJUČAK



DETEKCIJA I KVANTIFIKACIJA PRISUSTVA GM U BILJNOM MATERIJALU I HRANI BILJNOG POREKLA

U OVLAŠĆENOJ LABORATORIJИ
INSTITUTA ZA MOLEKULARNU GENETIKU
I GENETIČKO INŽENJERSTVO



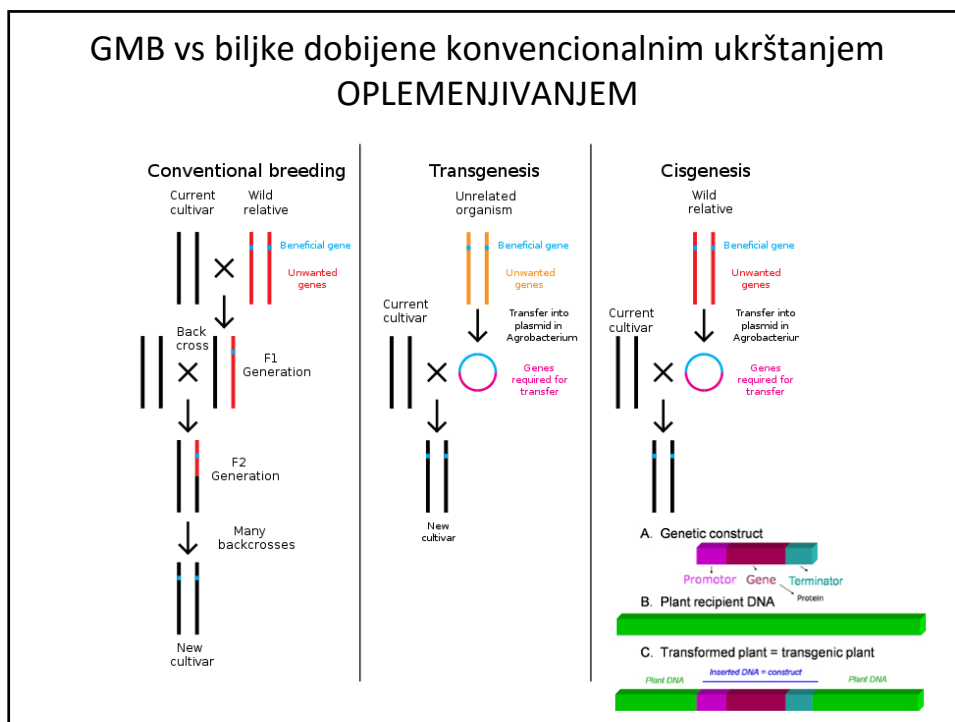
dr Jelena Samardžić



25. april 2013.



Genetički modifikovan organizam GMO je organizam kod koga je nasledni materijal promenjen upotrebom tehnika genetičkog inženjeringa (moderne biotehnologije).
BAKTERIJE, KVASCI, INSEKTI, **BILJKE**, RIBE I SISARI



EVROPSKA UNIJA

Od 1992 vrši se kontrolisano testiranje, uvođenje i gajenje GMO

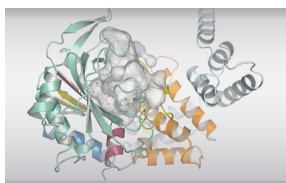
Odobreno kao hrana za ljudsku i ishranu životinja kao i za industrijsku preradu 48 modifikacija na 6 biljnih vrsta:

soja
kukuruz
uljana repica
šećerna repa
krompir
pamuk

Gajenje GMO:
kukuruz Mon 810 i krompir za ind. preradu

ELEMENTI KOJI SE ANALIZIRAJU PRI PROCENI RIZIKA OD UPOTREBE GMO

1. OPISIVANJE ORGANIZMA DONORA I RECIPIJENTA
2. KARAKTERIZACIJA DNK MOLEKULA KOJI ĆE BITI UGRAĐEN U GENOM BILJKE
3. MOLEKULARNA ANALIZA TRANSGENOG DOGAĐAJA- MESTO UGRADNJE
4. ANALIZA OČUVANOSTI TRANSGENA
5. PROCENA RIZIKA PO ZDRAVLJE LJUDI I ŽIVOTINJA
6. PROCENA RIZIKA PO ŽIVOTNU OKOLINU
7. RAZVOJ TEHNIKA ZA UTVRĐIVANJE PRISUSTVA I KVANTIFIKACIJU TRANSGENA



OBAVEZNO!!!

STALNI MONITORING I PROCENE RIZIKA

“OD SLUČAJA DO SLUČAJA”

Округли сто:
Генетички модификовани организми (ГМО), научни и етички аспекти, производња и коришћење



DETEKCIJA I IDENTIFIKACIJA GM KOD BILJAKA
LABORATORIJA ZA MOLEKULARNU BIOLOGIJU BILJAKA

1998. Detekcija i identifikacija GM u materijalu biljnog porekla- dr Vesna Maksimović



JRC (Joint Research Centre) nezavisni naučno-tehnički Centar, savetodavno telo Evropske komisije za donošenju različitih zakona i propisa EU



Referentna laboratorija EU za ispitivanje GM u hrani i hranivima ustanovljava i validira metode za detekciju GMO koordiniše rad 27 Nacionalnih referentnih laboratorija za GMO zemalja članica EU.

Округли сто:
Генетички модификовани организми (ГМО), научни и етички аспекти, производња и коришћење



DETEKCIJA I IDENTIFIKACIJA GM BILJAKA LABORATORIJA ZA MOLEKULARNU BIOLOGIJU BILJAKA

U Laboratoriji za molekularnu biologiju biljaka razvijena je i standardizovana usluga **Detekcija, identifikacija i kvantifikacija genetičkih modifikacija prisutnih kod biljaka i hrane biljnog porekla**, primenom metode kvalitativnog PCR i kvantitativnog RealTime PCR (ABI Prism 7500, Applied Biosystems).

Granica osetljivosti metode je 1 pg DNK, što omogućuje detektovanje u:

-uzorcima semena sa samo 0.01% GMO (jedno GM zrno u 10 000)

-seme i ostali reproduktivni materijal

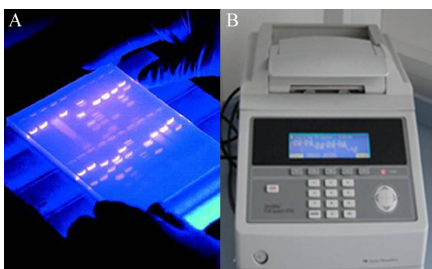
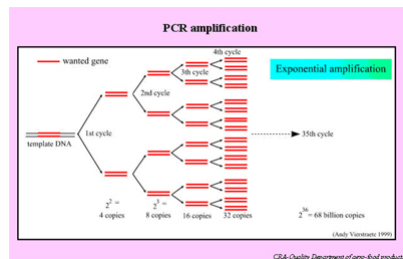
-proizvodima za humanu ishranu i hranu za životinje: lecitin, brašno, proteinski izolati, smeše, konditorski proizvodi

BILJNE VRSTE: soja, kukuruz, pirinač, krompir, uljana repica, šećerna repa

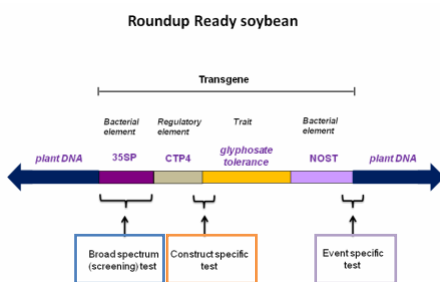
Metoda obuhvata izolovanje DNK iz dostavljenog materijala i odgovarajuće PCR analize:

METODE SU STANDARDIZOVANE PREMA KRITERIJUMIMA VAŽEĆIM U ODGOVARAJUĆIM LABORATORIJAMA EU I AKREDITOVANA PREMA STANDARDU SRPS ISO 17025 kod Akreditacionog tela Srbije

Detekcija DNK transgena metodom lančanog umnožavanja DNK polimerazom PCR



DETEKCIJA I IDENTIFIKACIJA GM BILJAKA



Skrining metoda

Testiranje prisustva konstrukta- tip modifikacije

Identifikacija insercionog događaja

KVANTIFIKACIJA PRISUSTVA GM

Procentualni sadržaj prisustva GM u odnosu na *species* specifični gen prisutan u 1 kopiji po haploidnom genomu.

RealTime PCR tehnologija

Kvantifikacija GM uz upotrebu sertifikovanih referentnih materijala (SRM)

Autorizovane GM za koje postoje SRM

Problem:

Sve veći broj neautorizovanih GMB

Rešenje:

Uvođenje metoda za detekciju i kvantifikaciju NGM

HVALA NA PAŽNJI!!!