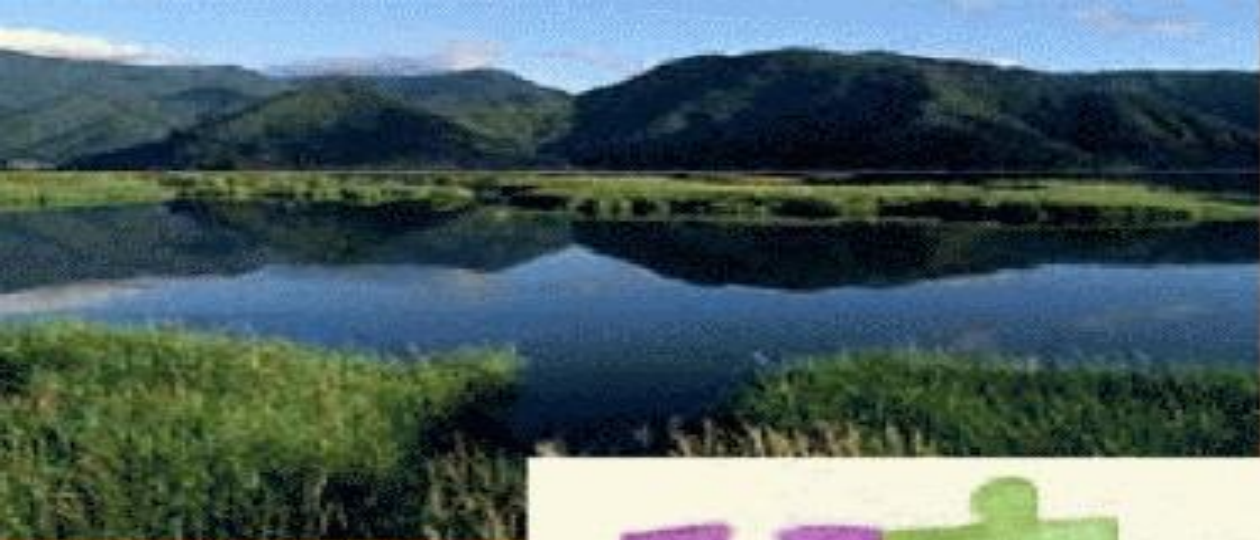


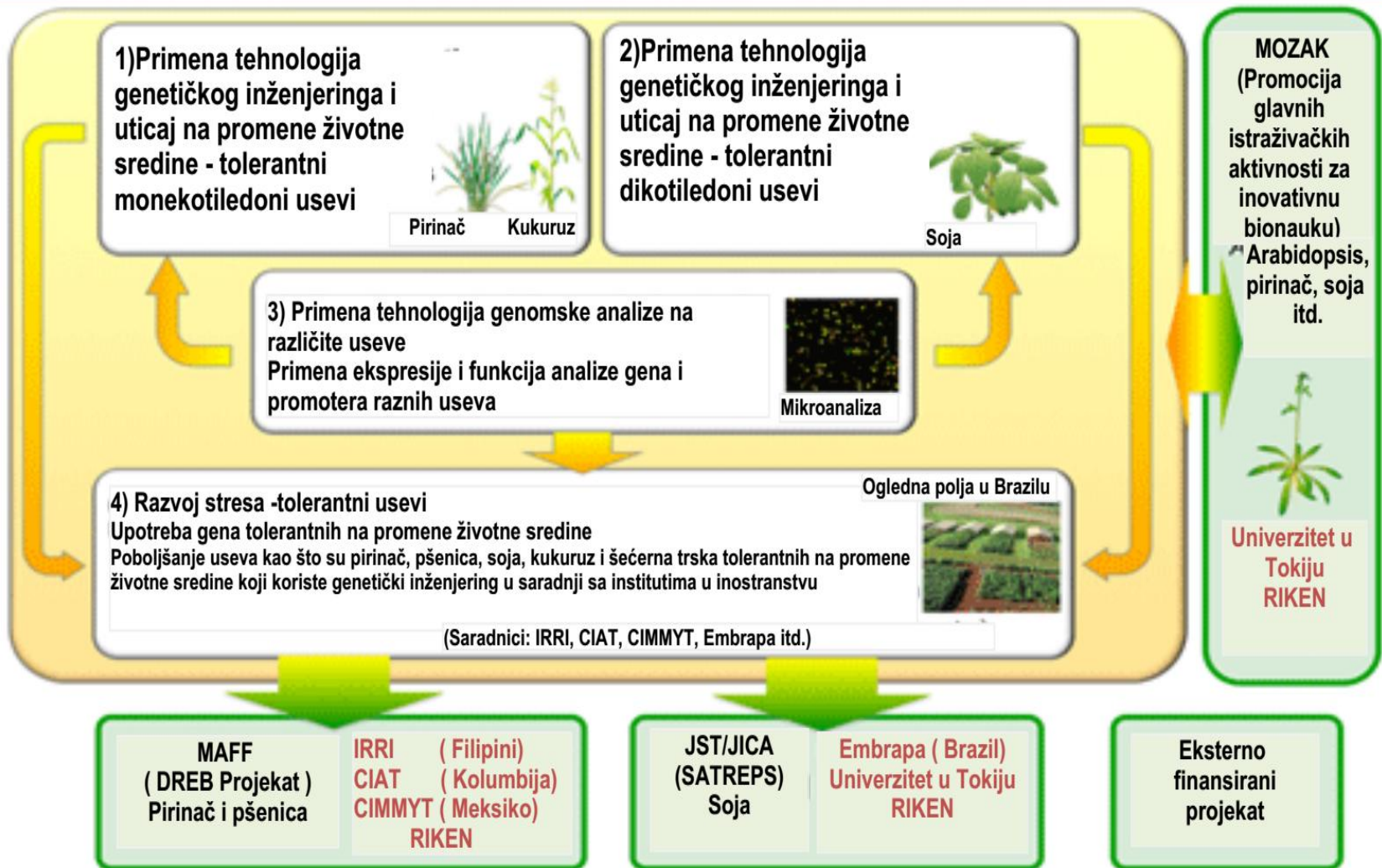
GMO I ŽIVOTNA SREDINA





Bošković Jelena
Univerzitet Metropolitan
Beograd




PRIMENA TEHNOLOGIJA GENETIČKOG INŽENJERINGA U POLJOPRIVREDI I ZAŠTITI ŽIVOTNE SREDINE







Novi vek će sigurno biti vek moderne biotehnologije, uključujući sekvencioniranje humanog genoma, na dobrobit celog čovečanstva.



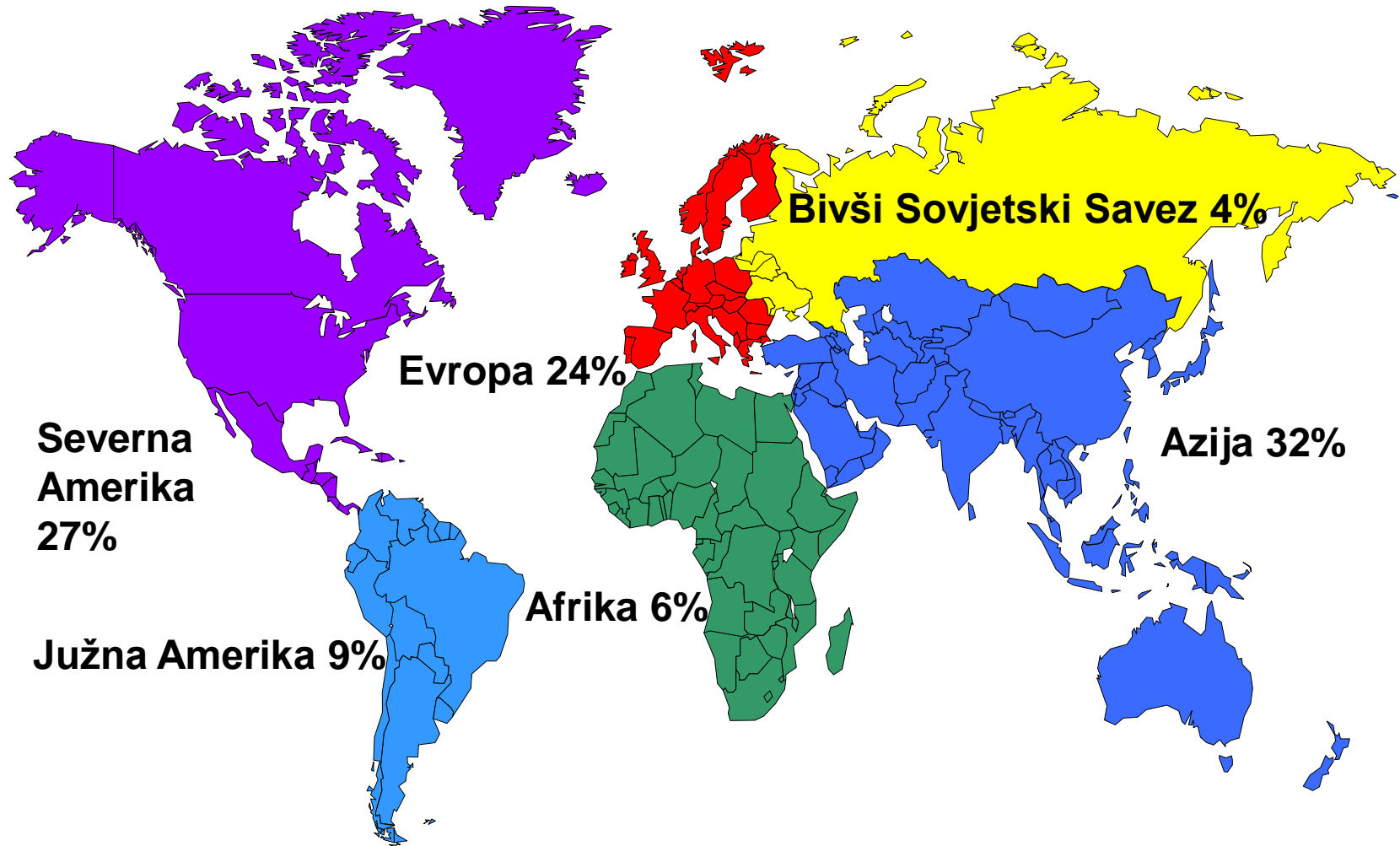
Pomažući nam, da i dalje kontrolišemo bolesti, štetočine, promene u životnoj sredini, omogućavajući ishranu narastajuće humane populacije.



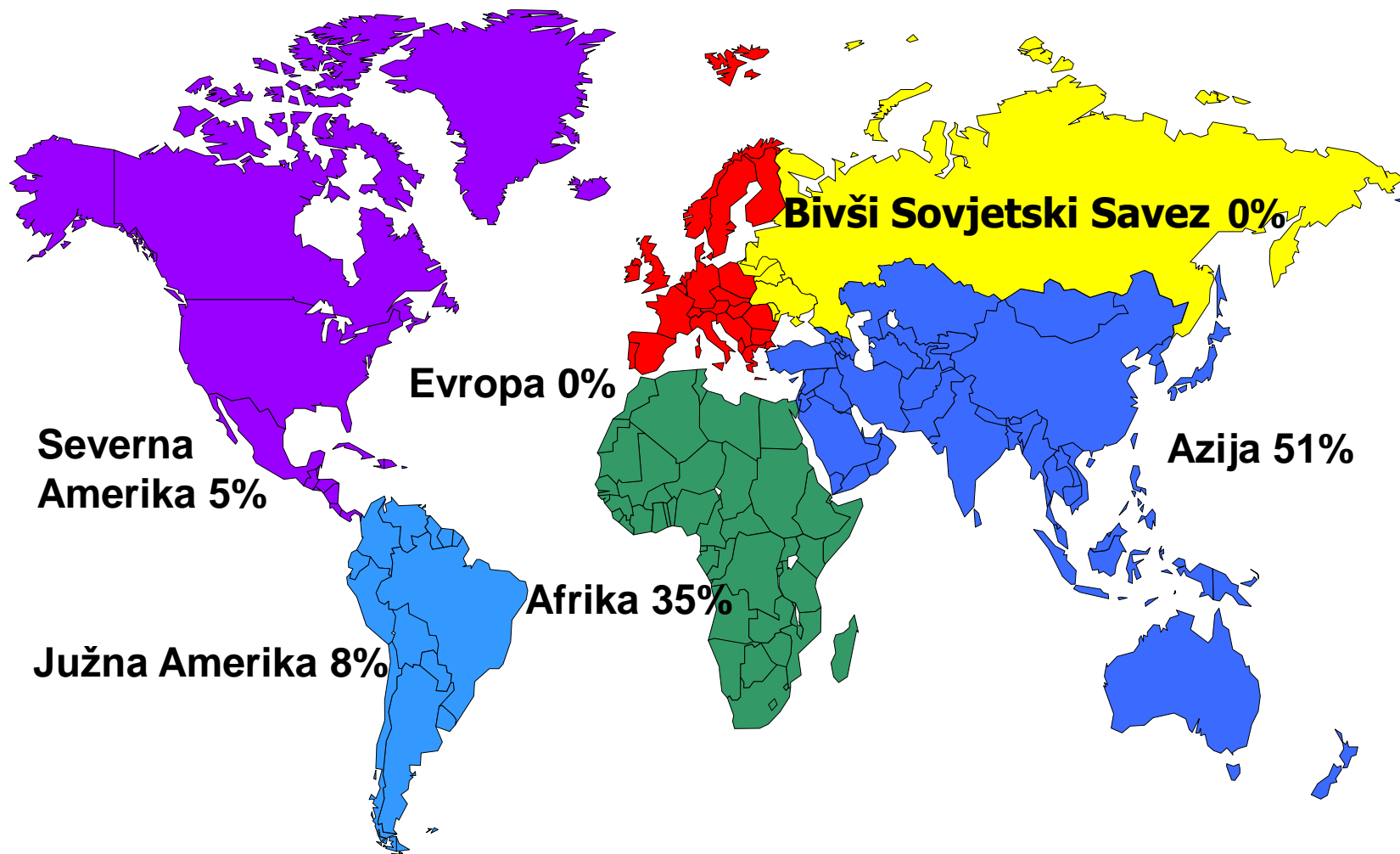
Gotovo je sigurno da će istraživanja biti usmerena u pravcu ovladavanja i kontrolisanja prirodne varijabilnosti.



RASPORED PRIHODA U SVETU DO 2021.GOD.



RAST SVETSKE POPULACIJE DO 2021.GOD.



Gajenje biljaka i poljoprivreda

- Alternativa transgene ili netransgene biljke
- Integriranje transgenih biljaka u prirodnu sredinu
- Koezistencija oba sistema

Zaštita životne sredine

- Prelazak TRANSGena sa sa gajenih biljaka na divlje srodnike
- Prelazak TRANSGena sa transgenih biljaka na netransgene
- Efekat na željene organizme
- Efekat na okolni živi svet

Zdravlje ljudi i životinja

- Novi produkti
- Alergeni

GM BILJKE

Filozofsko i etičko pitanje


- **STAV I PRISTUP:** (minimiziranju rizika, sloboda informisanja, oprezan pristup)
- **VLASNIŠTVO NAD BIODIVERZITETOM**

Socijo-ekonomski i politički aspekt


- Ekonomski gubici za farmera i zajednicu
- Narušavanje poverenja kupca
- Velike kulturološke promene ruralnim zajednicama
- Razlike među državama

Legalitet


- Prava vlasništva
- Međunarodni sporazumi
- Regulatorica
- Označavanje



Postoje brojna naučna razmatranja o uticaju GM biljaka na životnu sredinu. Najvažnija procena efekta širenja GM biljaka na životnu sredinu je vertikalni i/ili horizontalni protok gena, ekološki mehanizmi, uticaj na biodiverzitet i prisustvo GM materijala u drugim proizvodima.



GM biljke prilagođene različitim lokalitetima i ekosistemima, biodiverzitetima i poljoprivrednim agrotehnikama.



Potrebno je poznavanje i razumevanje uticaja GM useva na životnu sredinu i njenu održivost, koje bi pomoglo u proceni intenziteta, veličini i obimu rizika vezanih za proširenje transgenih biljaka.

HORIZONTALNI

TRANSMISIJA

- krećući se

različitim

prirodni

(HGT)

među

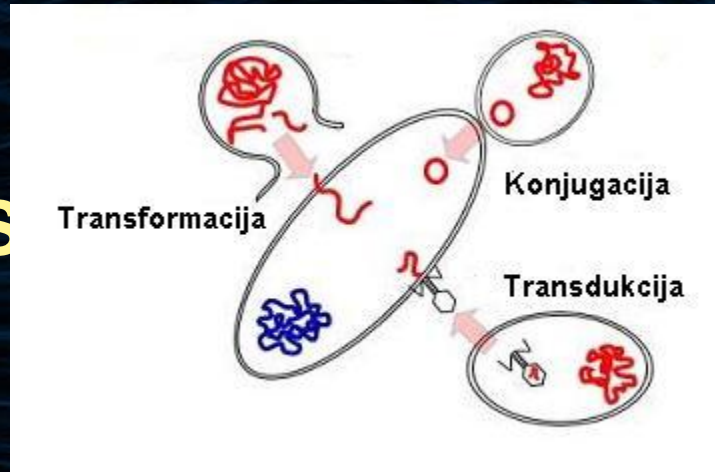
na u



MEHANIZMI HGT-a


KONJUGACIJA-direktna razmena DNK među ćelijama u direktnom međusobnom fizičkom kontaktu

TRANS
virusa




DNK preko

TRANSFORMACIJA- direktan ulaz DNK iz okoline



Jedan od problema sa kojim se suočavaju i oni koji rade na regulaciji i potencijalni korisnici tehnologije je **kvantitativno određivanje malih rizika** i **predviđanje efekata opsega oslobađanja gena iz transgenog useva.**

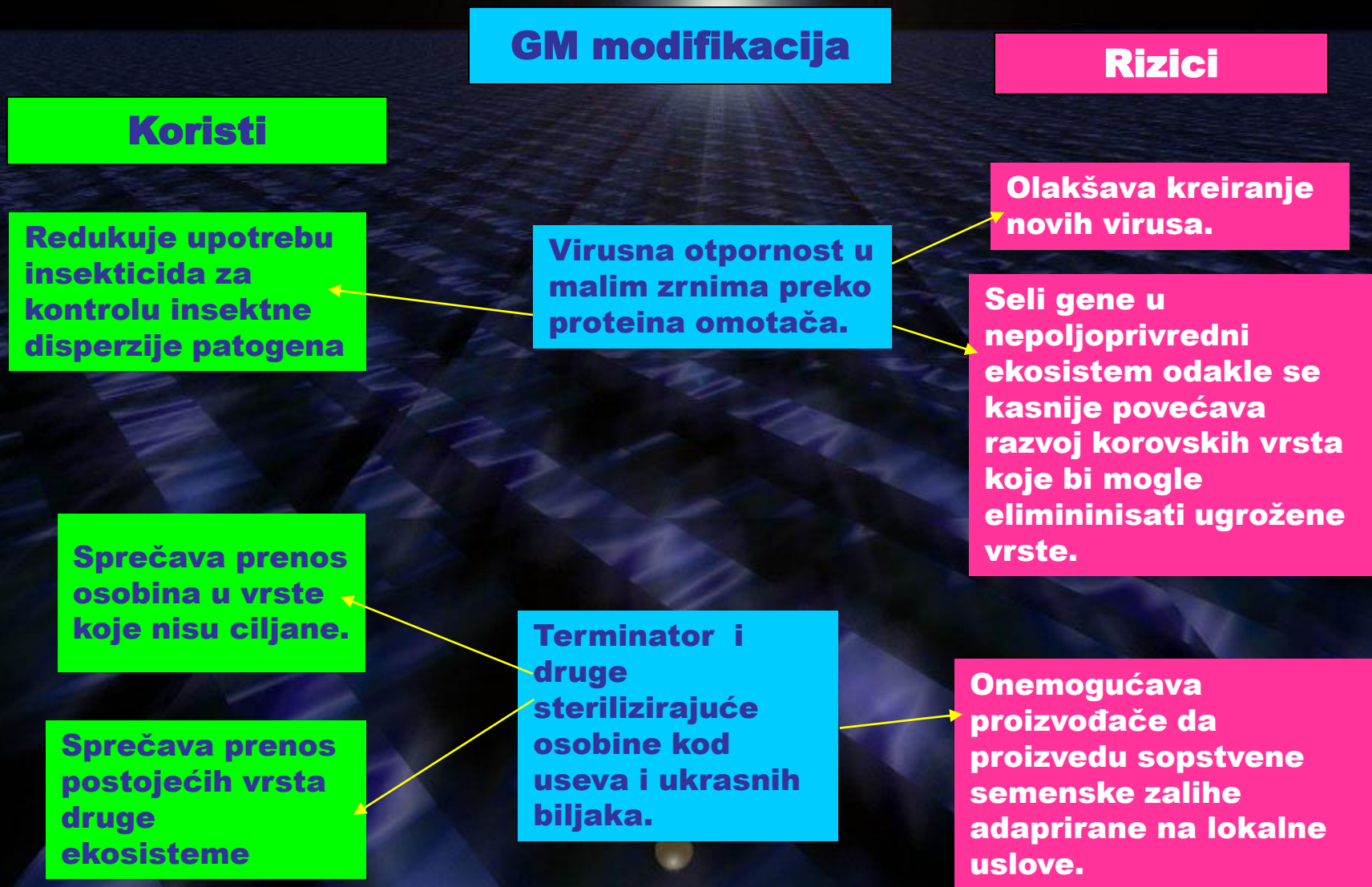


Posebne poteškoće predstavlja donošenje odluka o tome da li su važniji **ekonomski efekti** ili **efekti uticaja na životnu sredinu.**

Primeri potencijalnih ekoloških koristi i rizika od GM useva.



Primeri potencialnih ekoloških koristi i rizika od GM useva.



Primeri potencijalnih ekoloških koristi i rizika od GM useva.



Prostorna skala

mali

veliki

Potencijalni rizici i koristi

UTICAJ
GM USEVA

direktni

Poljoprivredni

Ekološki

Socijalni

indirektni

Sama
biljka

Test
parcela

Farma

Region

<i>Jednostavno</i>	<i>Predvidjanje</i>		
	<i>Testiranje i monitoring</i>		
			<i>teško</i>

ZAŠTITA BILJAKA



Stewarts Wilt

Gray Leaf Spot

Green Snap

Diplodia Ear Rot

Northern Leaf Blight

FAW

Etc..

ECB

Common Rust

Southern Leaf Blight

BCW

CRW

Southern Rust

Anthracoese Leaf Blight

Anthracoese Stalk Rot





Osnovne prednosti široke primene GM biljaka za zaštitu biljaka su mogućnost ugrađene otpornosti u slučaju zaštite od patogena, virusa (promena virusnih genoma koje za rezultat imaju povećanu virulentnost) i insekata.

Zaštita biljaka od napada štetočina putem genetskih modifikacija privukla je posebnu pažnju. Primena **Bt toksina** iz *Bacillus thuringiensis*, koji je uspešno korišćen u vidu spreja tokom mnogo godina, sada je uvedena u mnoge biljne vrste, uključujući paradajz, duvan i pamuk.

Primena transgene virusne otpornosti kroz primenu indirektne zaštite omotača proteina.

Pokazalo se da je ovaj metod koristan za širok spektar virusa i domaćina, a poljski ogledi na mnogima od njih, na primer ekspresija TMV omotača proteina na paradajzu i krompiru otpornom na PVX i PVY, ukazali su da je metod uspešan u odnosu na životnu sredinu u poljoprivredi.

Primena ovog metoda nosi dva moguća rizika:

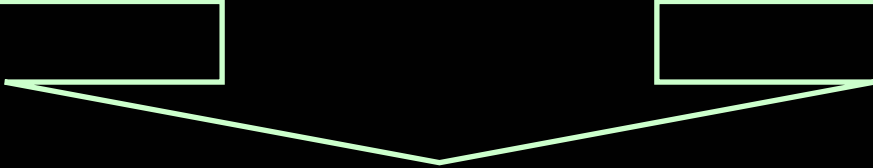
- 1) Transenkapsidacija:** rizik da bi drugi virus mogao da zarazi transgenu biljku, odnosno da njegove nukleinske kiseline uđu u proteinski omotač transgene biljke i utiču na promenu, kako domaćina tako i virusa.
- 2) Drugi rizik je mogućnost rekombinacije** između visokih nivoa omotača proteina RNK koji produkuju transgene biljke, i ulazak sekundarnog virusa, što bi opet za rezultat imalo novi tip virusa.

Varijeteti GM virus-otpornih useva odobreni za komercijalnu upotrebu u SAD


IME VARIJETETA	VRSTE	UMETNUTE KONSTRUKCIJE	NAPOMENA
ZW – 20	BUNDEVA	3 xCaMV 35s promoter 3 xCaMV 35s terminator WMV – 2 proteina omotača ZYMV protein omotača	Puna dužina proteina, oba detektovana u biljkama
CZW – 30	BUNDEVA	4 xCaMV 35s promoter 4 xCaMV 35s terminator CMV protein omotača WMV – 2 proteina omotača ZYMV protein omotača	Puna dužina proteina, sva 3 detektovana u biljkama
sunUp I 63 – 1	PAPAJA	PRSV protein omotača fuzionisan sa kratakom CMV sekvencom proteina omotača	Puna dužina proteina detektovana u biljkama
3 TRANSGENE LINIJE	KROMPIR	PVY protein omotača FMV promoter	Puna dužina proteina + PVY 3 izvorna replikacija, mRNK samo detektovana
7 TRANSGENIH LINIJA	KROMPIR	PLRV replikaza (ORFs 1 i 2) 2 x FMV promoter	Puna dužina replikaze, (3.8 Kb), mRNK samo detektovana

Herbicidna tolerantnost

Herbicidna tolerantnost može da se postigne ili preteranom produkcijom herbicidnog ciljnog mesta, redukcijom preuzimanja herbicida, degradacijom herbicida, ili smanjenjem prijemčivosti za herbicidom.



Osnovna prednost primene herbicidne tolerantnosti u usevima bila bi prebacivanje herbicida od pre klijanja na posle klijanja. Ovo bi uključivalo opštu redukciju primene herbicida i dalje omogućilo primenu različitih herbicida sa smanjenim problemima uticaja životne sredine.



Geni herbicidne tolerantnosti se sada ekstenzivno primenjuju kao markeri u selekciji transgenih biljaka.



Tolerantnost na stres

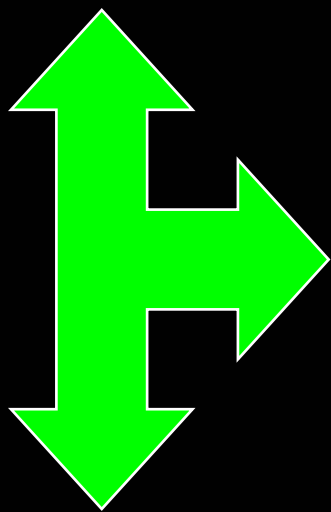
Široko rasprostranjena primena useva koji nose karakteristike tolerantnosti biljaka na različite vrste stresa imaju potencijal za preživljavanje u nepovoljnim uslovima, što može da poboljša njihovu adaptibilnost, čineći ih verovatno problemom za poljoprivredu ili prirodne populacije.

Širenje tolerantnosti na sušu ili salinitet iz useva do divljih srodnika moglo bi da poveća spektar divljih srodnika čineći ih konkurentnim, što bi u principu imalo negativne implikacije na eko i agroekosistem.



**Karakteristike
kvaliteta
GM biljaka**

Treba pažljivo posmatrati slučajne izmene karakteristika, kao što su to hranljiva vrednost glavnog proizvoda ili povećanje sekundarnih toksičnih metabolita.

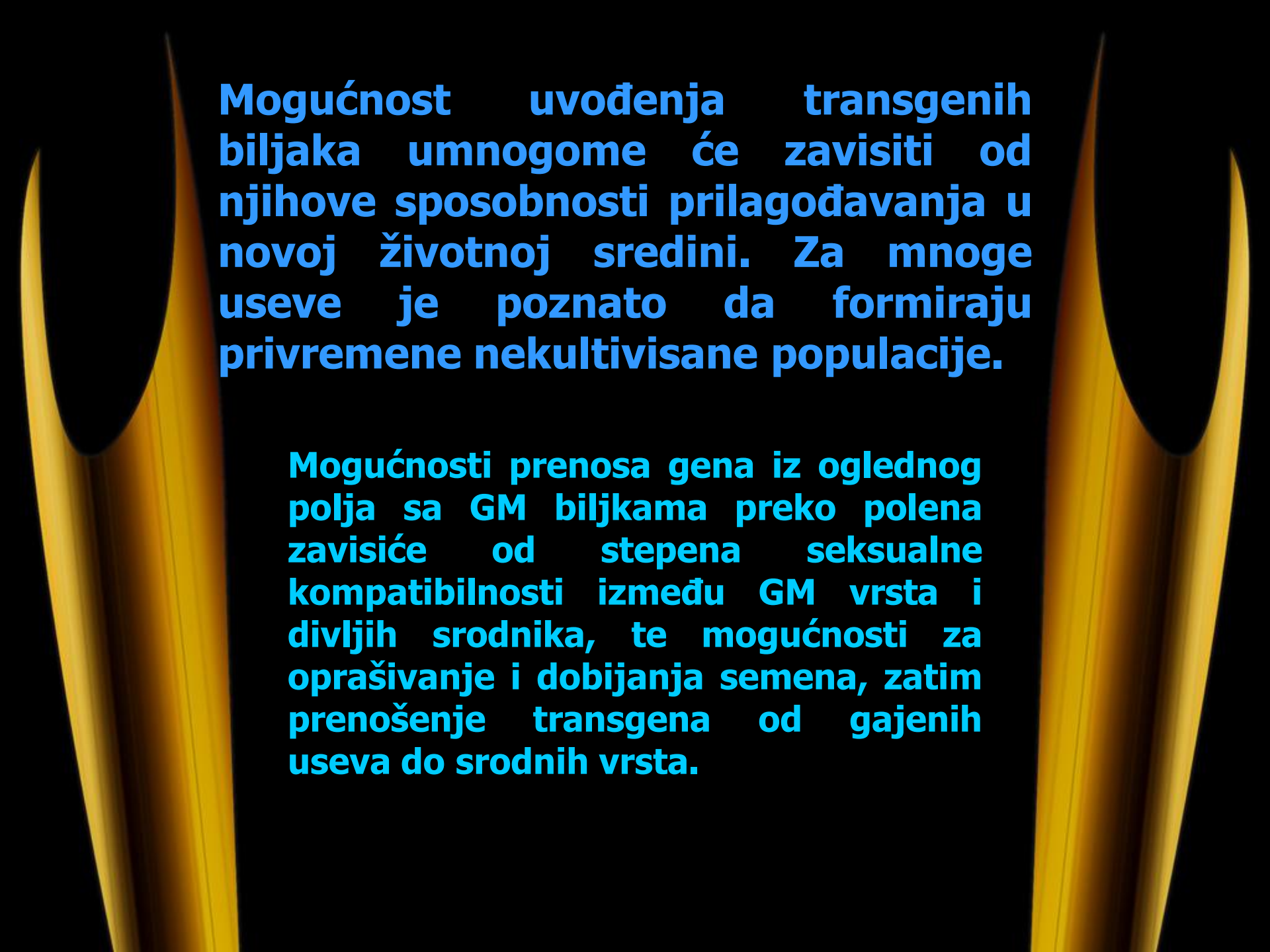


Potrebno je prikupiti što više biohemijskih i drugih podataka o transgenim biljkama, pre nego što se široko prihvate, da bi se izbegle neželjene posledice koje mogu da postanu problem.

Adaptibilni efekti biljaka ili hibrida sa novim karakteristikama moraju biti proučavani slučaj po slučaj.




**Nekultivisane
populacije biljaka
transgenih useva**

The image features two golden corn cobs, one on the left and one on the right, set against a solid black background. The cobs are positioned vertically, with their pointed tips facing upwards. The lighting highlights the texture of the kernels and the sheen of the husks.

Mogućnost uvođenja transgenih biljaka umnogome će zavisiti od njihove sposobnosti prilagođavanja u novoj životnoj sredini. Za mnoge useve je poznato da formiraju privremene nekultivisane populacije.

Mogućnosti prenosa gena iz oglednog polja sa GM biljkama preko polena zavisice od stepena seksualne kompatibilnosti između GM vrsta i divljih srodnika, te mogućnosti za oprašivanje i dobijanja semena, zatim prenošenje transgena od gajenih useva do srodnih vrsta.




**Seksualna
kompatibilnost između
gajenih biljnih useva i
prirodnih vrsta**

U Velikoj Britaniji usevi su grupisani u tri kategorije na osnovu njihovog potencijala za obrazovanje hibrida sa prirodnim vrstama. Ovakva grupisanja mogu biti drugačija u drugim zemljama, što zavisi od prisutnih prirodnih populacija.

Grupa 1 – vrste sa minimalnom mogućnošću prelaska gena uključuju krompir, kukuruz, pšenicu, pirinač, paradajz, nekoliko žitnih leguminoza, krastavac, suncokret i vinovu lozu. Za ove vrste rizik od prenosa transgena na prirodne populacije divljih srodnika smatra se nevažnim.

Grupa 2 – uključuje uljanu repicu, lan, malinu, crnu ribizlu, zelenu salatu i ječam, za koje se smatra da imaju malu verovatnoću prenosa gena. Divlji srodnici istog roda prisutni su u Velikoj Britaniji, iako prirodne populacije istih vrsta nisu prisutne.

Grupa 3 – u kojoj je visoka mogućnost prenosa gena, uključuje šećernu repu, šargarepu, neke vrste kupusa, drveće kao što su to topola, bor, jabuka i šljiva i stočne trave kao što su raž, detelina i lucerka. Ove vrste predstavljaju visok rizik za prenos gena, jer imaju seksualno kompatibilne prirodne populacije u istom geografskom području kao i sami usevi.

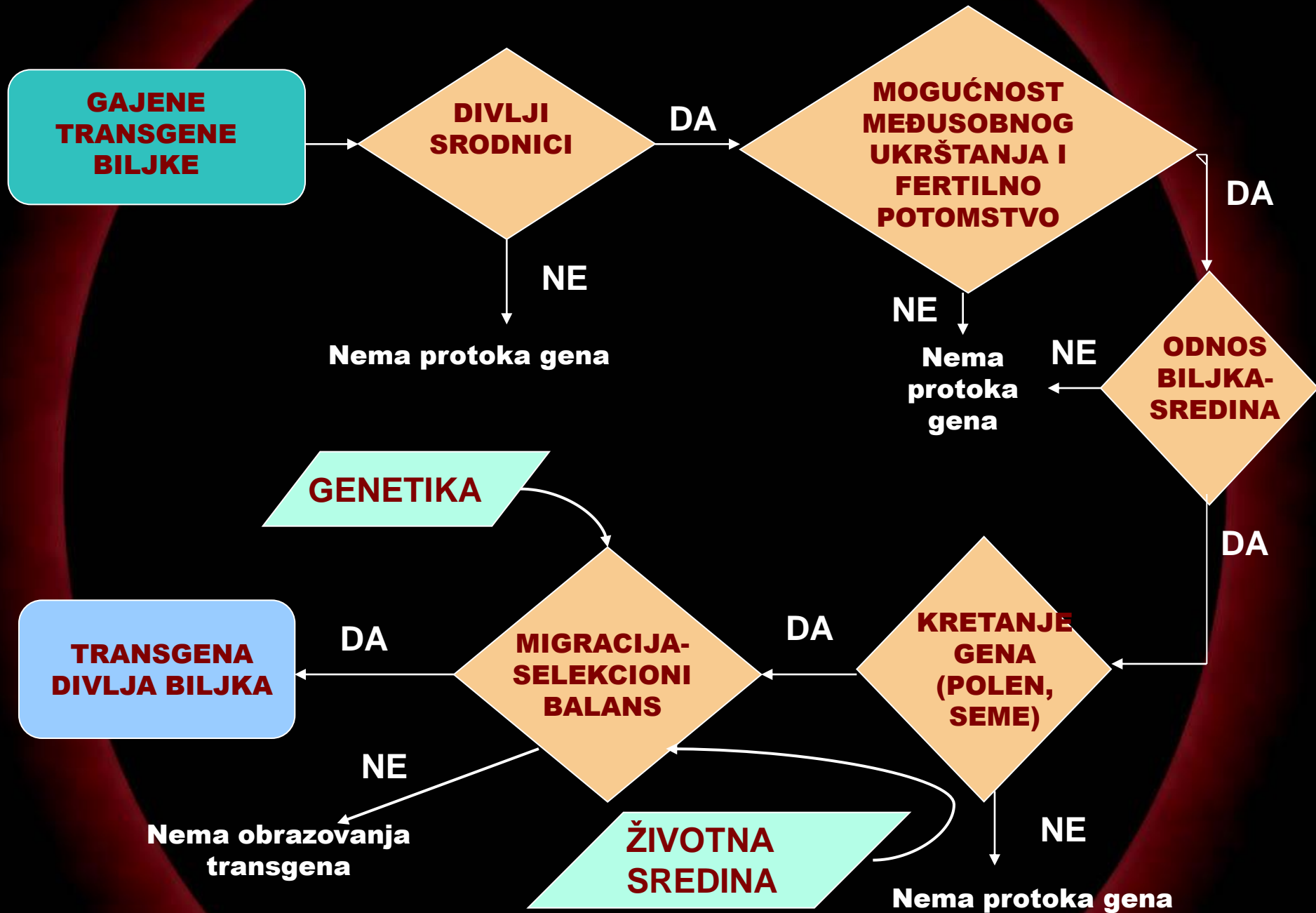


**Prelazak gena sa
useva na korove**



Kompleksi usev-korov

USEV	KOROV	MOGUĆNOST STRANOOPLODNJE
Sirak (<i>Sorghum bicolor</i>)	<i>S. halepense</i> , <i>S. bicolor</i>	VISOKA
Pirinač (<i>Oryza sativa</i>)	<i>Oryza sativa</i>	UMERENA
Pšenica (<i>Triticum aestivum</i>)	<i>Aegilops cylindrica</i> , <i>Secale cereale</i> , <i>Agropyron sp.</i> , <i>Elymus sp.</i>	NISKA



**GAJENE
TRANSGENE
BILJKE**

**DIVLJI
SRODNICI**

DA

**MOGUĆNOST
MEĐUSOBNOG
UKRŠTANJA I
FERTILNO
POTOMSTVO**

DA

NE

Nema protoka gena

NE

**Nema protoka
gena**

NE

**ODNOS
BILJKA-
SREDINA**

DA

GENETIKA

**TRANSGENA
DIVLJA BILJKA**

DA

**MIGRACIJA-
SELEKSIONI
BALANS**

DA

**KRETANJE
GENA
(POLEN,
SEME)**

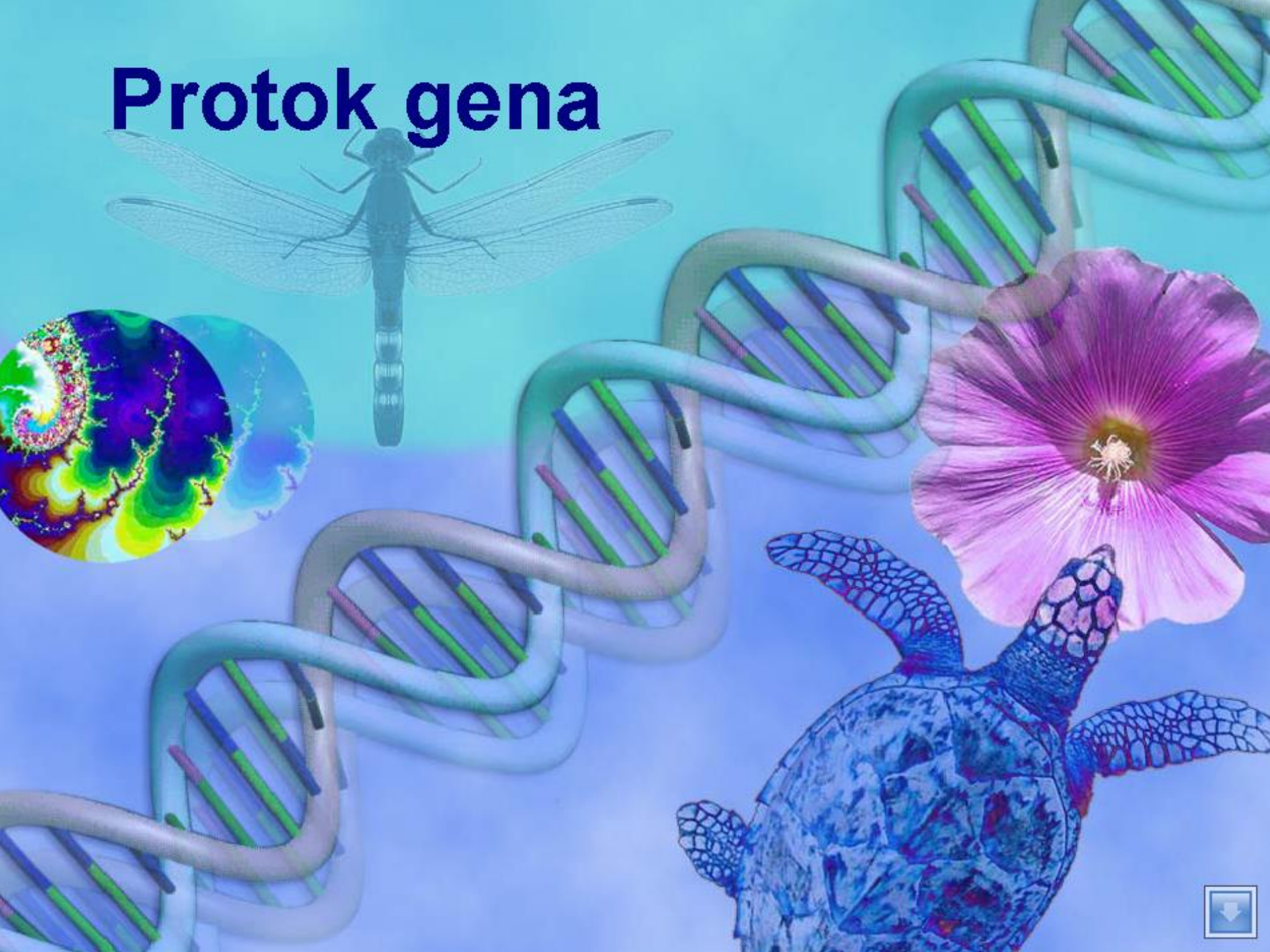
NE

Nema protoka gena

**Nema obrazovanja
transgena**

**ŽIVOTNA
SREDINA**

Protok gena



Protok gena između vrsta

Unakrsna oplodnja između sex. kompatibilnih vrsta/useva se dešava

Mogućnost unakrsne oplodnje je determinisan sa blizinom sex. kompa. vrsta i sinhronizacijim cvetanja

Daljina koju može da dostigne polen zavisi od disperznog mehanizma i životnog veka polena

Polinacija rapidno opada sa razdaljinom, ali se razdaljina na kojoj je polinacija =0 ne može tačno odrediti.

Posledice transfera novih gena iz GM useva u korove zavisi ne samo od fizičke distribucije već i od prirode gena i biologije i ekologije recipijenta.

Promena u staništu može potencijalno rezultirati evolucijom korova od kultivisanih biljaka ili njihovih divljih srodnika

Transformacija hloroplasta može ograničiti mogući transfer gena sa polena.

HT se može razviti evolucijom i selekcijom unutar korova koji se stalno šire sa istim herbicidom, pre nego prelaskom gena sa HT useva

GM-HT biljke nisu invazivnije u poljoprivrednom polju ili prirodnom staništu nego dvojnici (srodnici) koji nisu GM



**Selekcija na
otpornost prema
štetnim organizmima
primenjena u SAD**

Otpornost prema važnim štetnim organizmima pirinča u SAD

ŠTETNI ORGANIZMI

Pyricularia oryzae Cav.

Rhizoctonia sloani Kuhn

Sclerotium oryzae Catt.

Lissorhoptrus oryzophilus Kuschel

Bakterioze *

Rizohtonija *

Insekti iz rodova Lepidoptera i Coleoptera*

PRISTUPI ZA OTPORNOST

Germplazma i genom; povećanje prirodnih mehanizama otpornosti upotrebom molekularne biologije

Ograničena genplazma

Srodne vrste

Germplazma

rDNK

rDNK

rDNK za proteinazu inhibitor II krompira i vrste Bt toksina

Otpornost prema važnijim patogenima pšenice

PATOGENI ORGANIZMI

Puccinia recondita tritici
Puccinia graminis

Erysiphe graminis

*Fusarium, Septoria i opšta otpornost prema gljivična **

WSMV i BYDV *

PRISTUPI ZA OTPORNOST

Srodna germplazma, *Lophopyron i Triticum triaristatum*

Germplazma

rDNK za gene hitinaze i glukanaze

rDNK

Otpornost prema štetnim organizmima sirka

ŠTETNI ORGANIZAMI

Sphacelotheca sorghi

Colletotrichum graminicolum

Puccinia purpurea

SCMV

Blisus leucopterus

Rhopalosiphum maidis

PRISTUPI ZA OTPORNOST

Recesivna

Dominantna

Dominantna

Dominantna

Moguća dominantnost

Moguća dominantnost



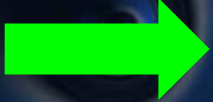
Hibridizacija




Hibridizacija između transgenih ili konvencionalnih biljnih vrsta i seksualno kompatibilnih srodnika pojavljuje se u mnogim usevima i proizvela je **nove forme korova** u dobijenim populacijama. Može se očekivati da će transgeni preći čak i preko velikih prostornih prepreka i značajnih prepreka genetskih nekompatibilnosti.




Introgresija i adaptacija



Populacije korova često se pojavljuju male i ponekad su privremene, tako da će efekti selekcije, migracije i slučajne genetske promene uticati na evoluciju introgresije.



Ekologija semena je primarna za preživljavanje korova, pa će stoga transgeni verovatno ispoljiti jake selektivne efekte na druge gene biljnih vrsta i ekologiju semena.



Introgresija gena koji poboljšavaju adaptaciju korova na ove predominantne selektivne činioce može znatno da poveća prosečnu adaptibilnost korovske populacije.



**Disperzija
semena**



Za većinu korova u poljskim usevima raspršivanje je određeno interakcijom osobina korova i ljudskih aktivnosti.



Krajnji dometi širenja su u većini slučajeva slabo poznati.



Širenje korova ima i evolucionu ulogu.



**Ekološke
posledice - efekti**

Zakorovljenost


GM modifikacije bi mogle rezultirati u povećanoj zakorovljenosti, koja može biti podeljena u dva glavna područja razmatranja:

- ☞ uticaj na poljoprivedu i**
- ☞ uticaji na prirodne populacije.**

Široko rasprostranjena upotreba herbicida već je dovela do akumulacije otpornosti na herbicide kod divljih vrsta.



Genetska modifikacija sama za sebe suštinski ne menja ništa, ali adaptibilnost GM biljaka će zavisiti od efekata transgena i uticaja određene faze transgena u razvoju.

A digital illustration of a desert landscape at sunset. The sky is filled with soft, golden and purple clouds, with a bright sun low on the horizon. In the foreground, there is a sandy desert floor. On the left, a tall, dark cactus stands prominently. In the background, there are dark, silhouetted mountains. On the right side, the fronds of palm trees are visible, partially obscuring the sky.

UTICAJ GM BILJAKA NA EKOLOGIJU ZEMLJIŠTA

Pristupi za procenu uticaja GM biljaka na ekologiju zemljišta

Uticaj GM biljaka na kvalitet zemljišta

Zemljišni indikatori: pH, stabilnost jedinjenja, nivo organskih materija, rastvorljivog P, mineralizovanog N, i električna provodljivost.

Uticaj GM biljaka: osnovni principi, važne grupe i procesi

Izbor indikatora prema sledećim kriterijumima: ekološka signifikantnost, osetljivost na promene, ispravnost, malo odstupanje, praktičnost, procena vrednosti

Široka merenja diverziteta i aktivnosti zemljišnog sistema

Veličina populacije i aktivnosti

Biodiverzitet

Diverzitet zemljišne flore

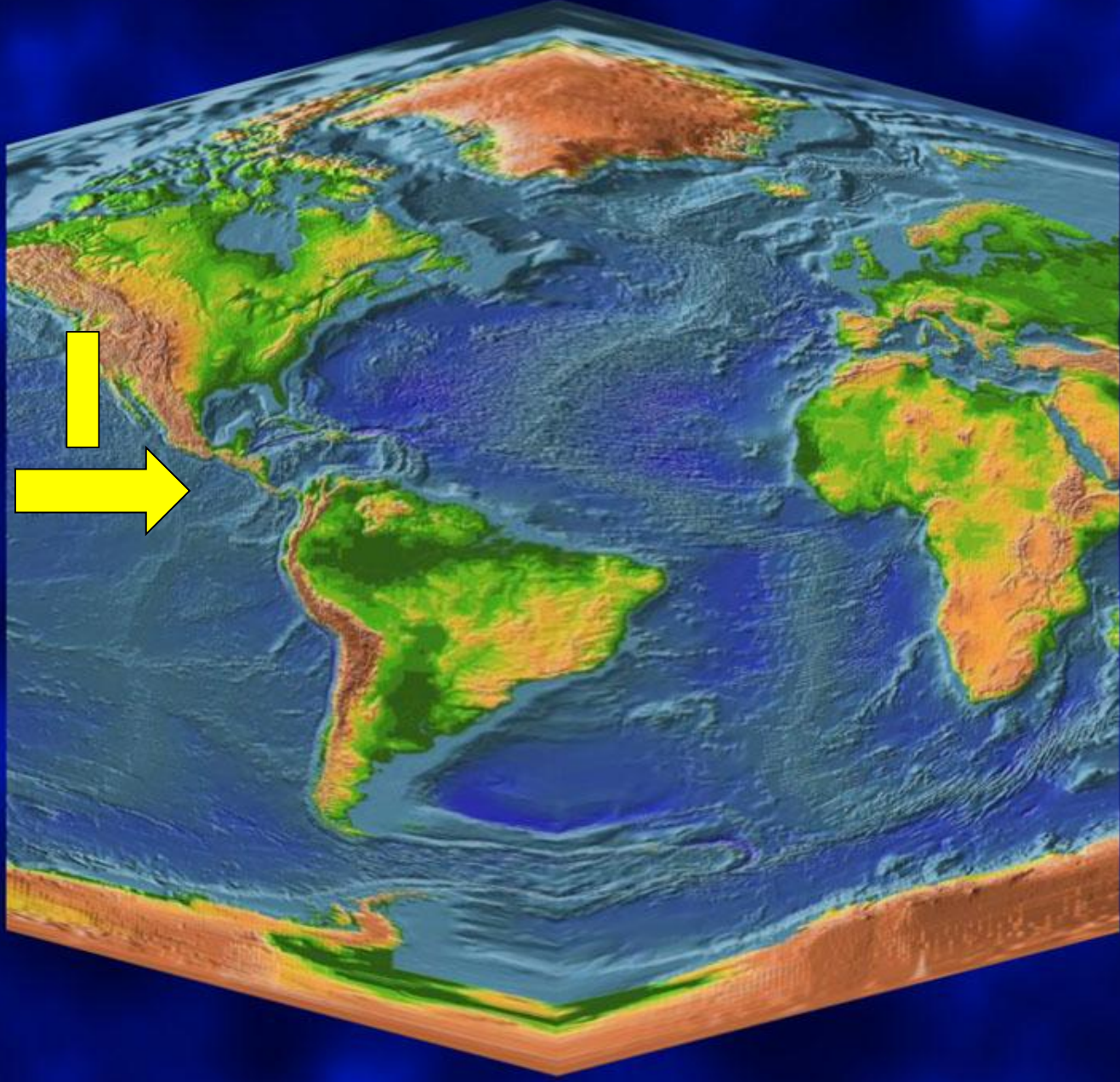
Diverzitet mikroorganizama

Stabilnost delovanja transgena

Sa porastom brojnih ogleda prihvatanja GM biljaka, akumulirani su podaci o stabilnosti delovanja transgenih gena u različitim klimatskim uslovima, različitim biljnim i gajenim vrstama. Iako je ogroman broj poljskih ogleda pokazao dobru stabilnost transgenog fenotipa, zapaženi su i primeri nestabilnosti.



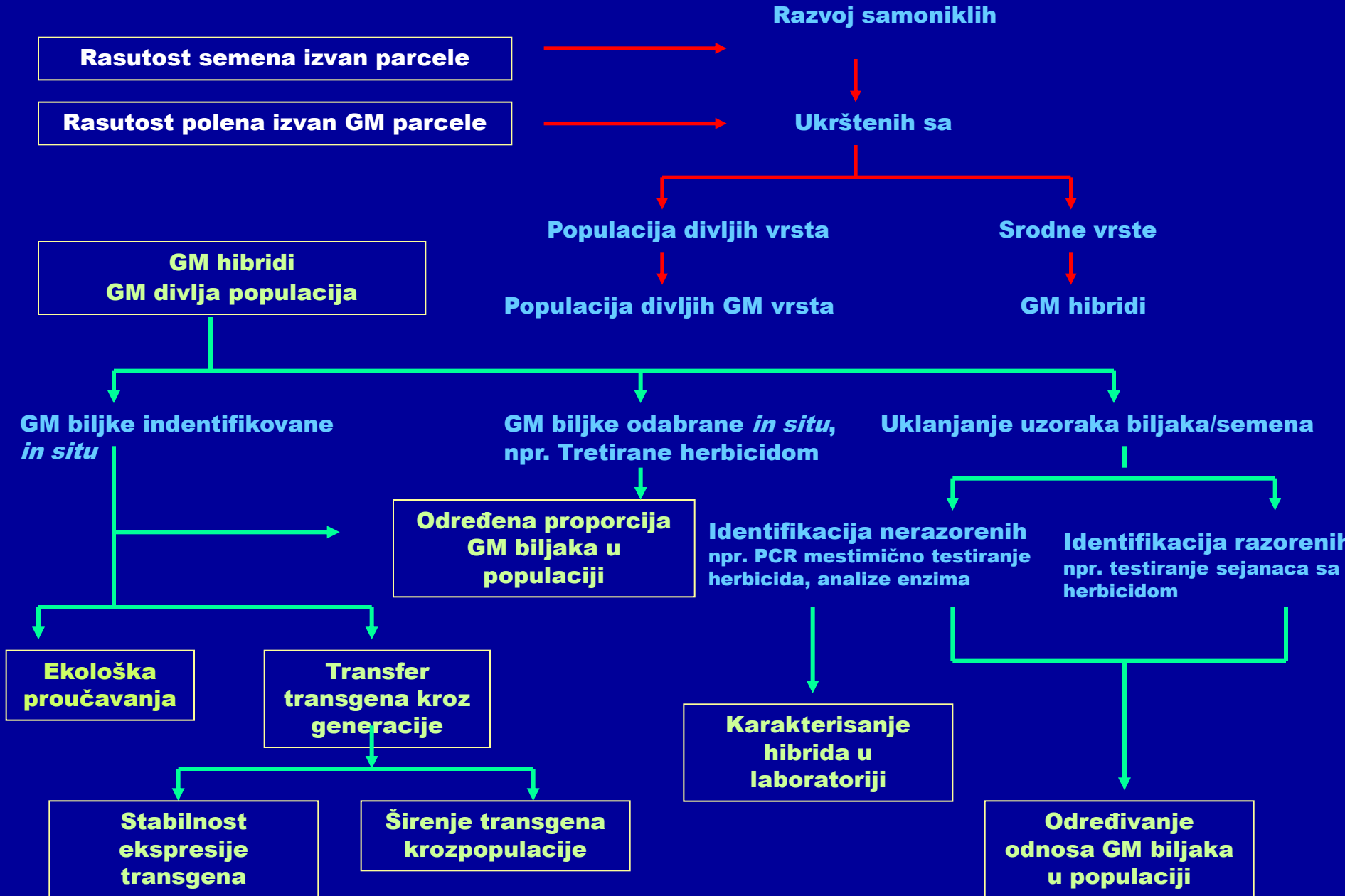
— 0 — 0 — 0 — 0 — 0 — 0 —



0 — 0 — 0 — 0 — 0 — 0 —

- ★ **Najviše rasprava je izazvalo pitanje da li gene antibiotičkog markera i njihove produkte treba uključiti u ljudsku ishranu!!**
- ★ **Uprkos činjenici da nema dokaza za prenos gena antibiotičke otpornosti na druge organizme iz biljnog genoma ili druge probleme u vezi sa sigurnošću primenjenih **marker gena**, nađene su metode za eliminaciju markera iz biljnih vrsta.**
- ★ **To bi bilo potrebno za kotransformaciju specifičnih sistema rekombinacije mesta delovanja ili promenu lokacije transgena preko prenosivih elemenata.**

Ponašanje GM biljaka u GM parceli



Primenjive metode za identifikaciju GM biljaka

Metoda	Osnova za metod	Dobijene informacije
Muška sterilnost, boje cvetova itd.	Ispoljavanje transgena posmatrano direktno na fenotipu	Prisutan/stabilnost GM fenotipa
Tolerancija na herbicide, otpornost na antibiotike	Ispoljavanje transgena posmatrano u selektivnim tretmanima	Prisutan/stabilnost GM fenotipa
GUS aktivnost; CAT aktivnost	Ispoljavanje transgena posmatrano u enzimskoj analizi	Prisutan/stabilnost GM fenotipa
Northern blot hibridizacija, RT-PCR	Ispoljavanje transgena na RNK nivou	Prisutan/ispoljavanje transgena
PCR Southern blot	Genotip Genotip	Prisutni transgeni Prisustvo transgena i broj kopija

NEKI KLJUČNI FAKTORI KOJI UTIČU NA PREŽIVLJAVANJE GM BILJKA ILI HIBRIDA U PRIRODNOJ ILI POLJOPRIVREDNOJ SREDINI U RAZLIČITIM FAZAMA ŽIVOTNOG CIKLUSA

Životni ciklus biljke	Faktori koji utiču na preživljavanje
<p data-bbox="550 514 666 549">SEME</p> <p data-bbox="405 664 811 699">KLIJANJE SEMENA</p> <p data-bbox="299 813 917 856">PREŽIVLJAVANJE SEJANACA</p> <p data-bbox="202 971 1014 1013">PREŽIVLJAVANJE ODRASLIH BILJAKA</p> <p data-bbox="444 1170 772 1213">UMNOŽAVANJE</p> 	<p data-bbox="1072 514 1516 606">produkcija semena širenje semena</p> <p data-bbox="1072 821 1564 863">konkurencija sejanaca</p> <p data-bbox="1072 971 1680 1113">konkurencija odraslih biljaka Interakcija genotip/spoljna sredina</p> <p data-bbox="1072 1178 1680 1270">vegetativno razmnožavanje seksualno razmnožavanje</p>

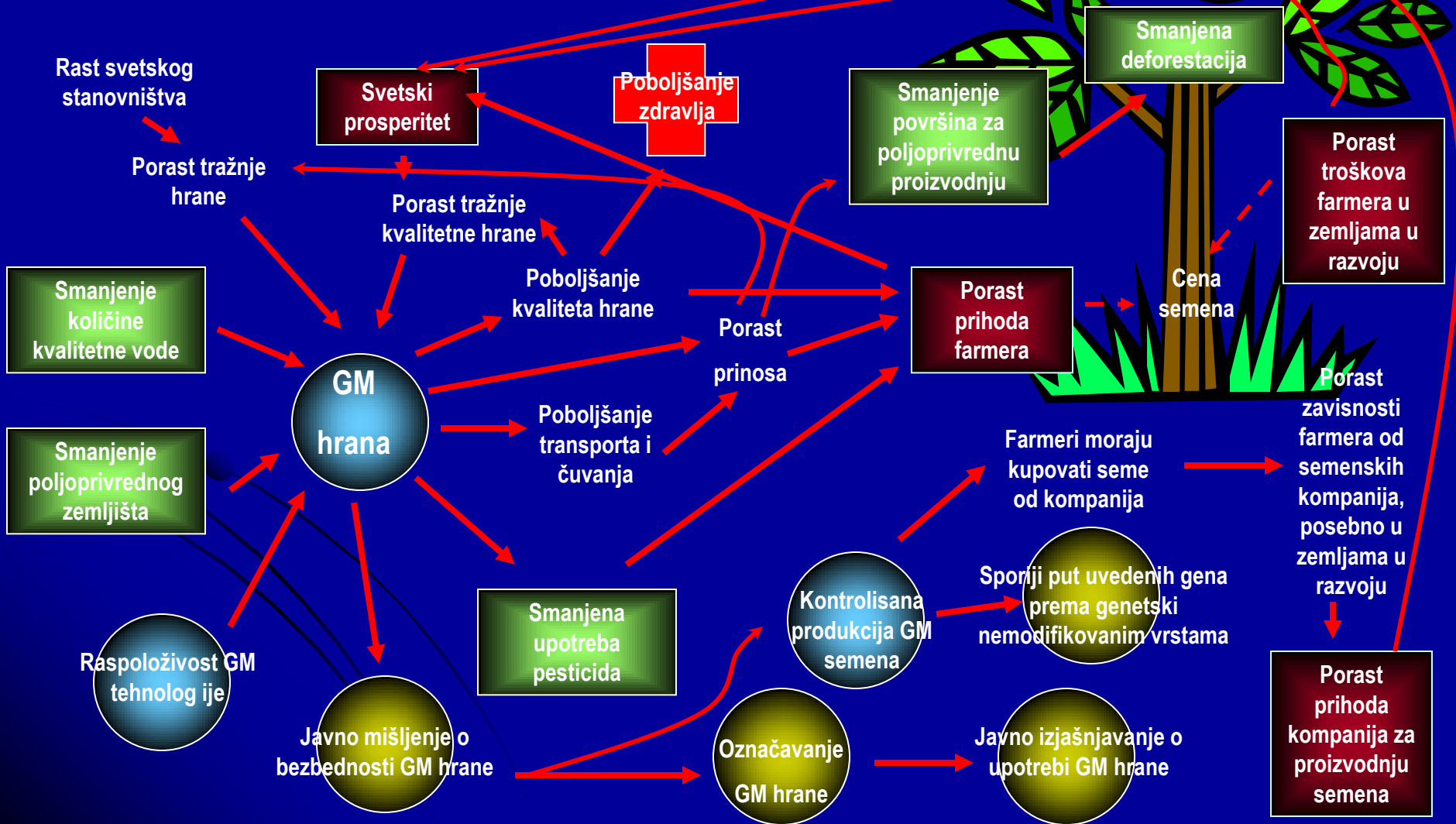


Mogući uticaji GM biljaka na životnu sredinu mnogo su kompleksniji. Unošenje novog organizma ukazuje da je čak i uticaj poznatog transgena na postojeće populacije, njega samog ili u zajednici sa drugim transgenima, veoma težak za predviđanje i upoređeno je sa širenjem biljnih patogena.

Različiti efekti genetski modifikovane (GM) hrane

OBLASTI:

-  -tehnološke
-  -političke
-  -zdravstvene
-  -ekonomske
-  -ekološke



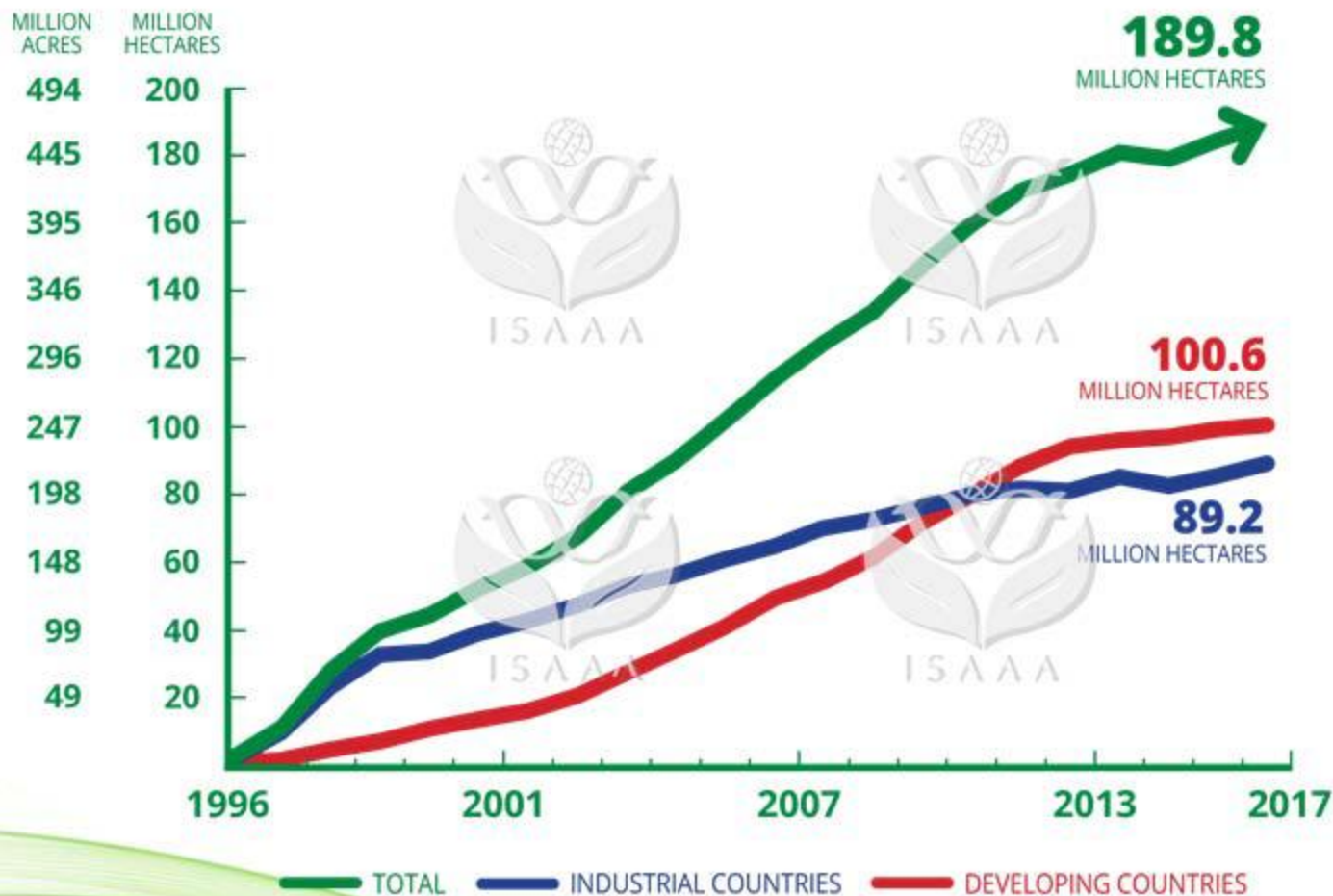


Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops in 2017:

Biotech Crop Adoption Surges as Economic Benefits Accumulate in 22 Years

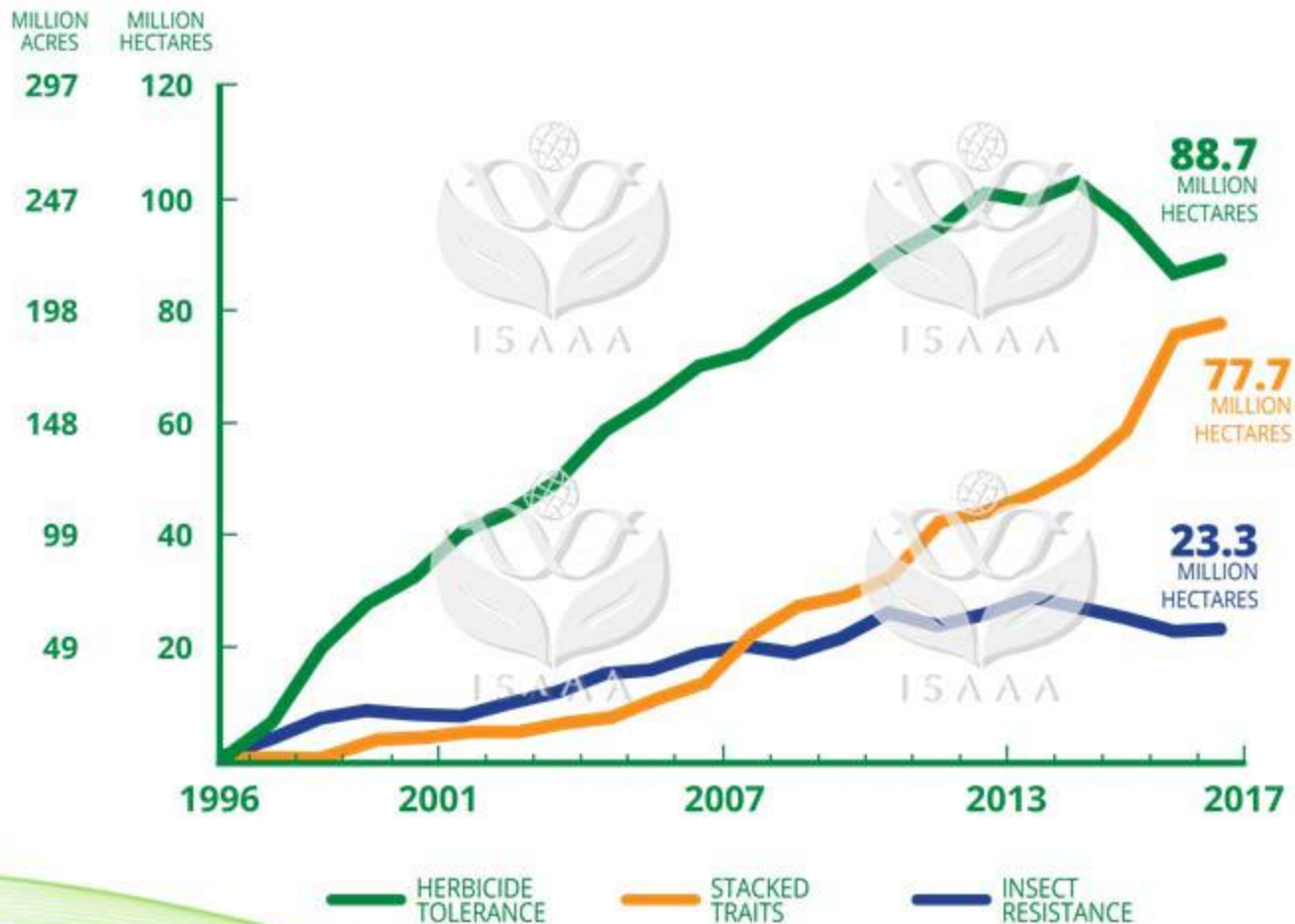
International Service for the Acquisition
of Agri-biotech Applications (ISAAA)

Global Area of Biotech Crops, 1996 to 2017: Industrial and Developing Countries (Million Hectares, Million Acres)



Global Area of Biotech Crops, 1996 to 2017: By Trait

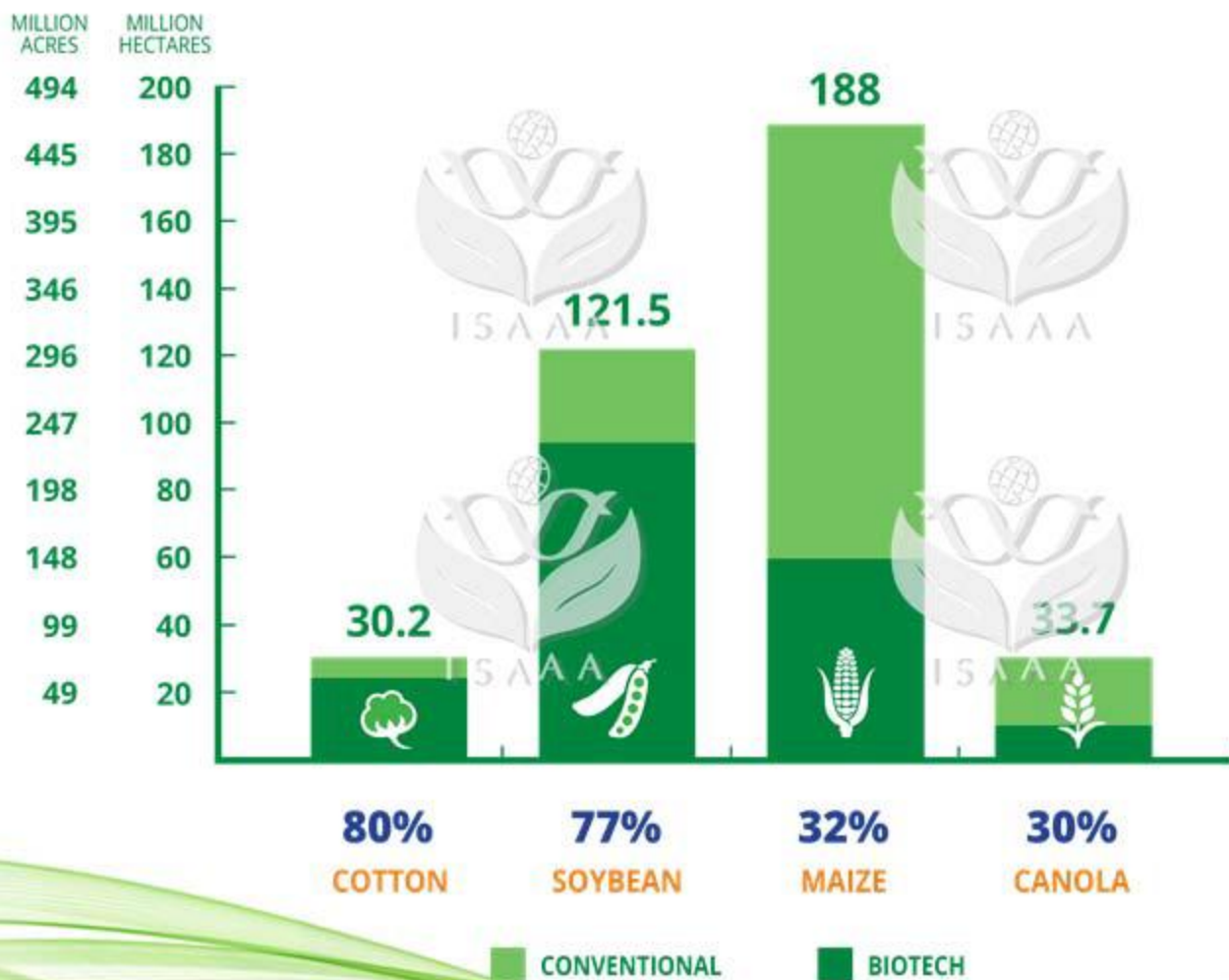
(Million Hectares, Million Acres)



ISAAA, 2017



Global Adoption Rates (%) for Principal Biotech Crops (Million Hectares, Million Acres), 2017

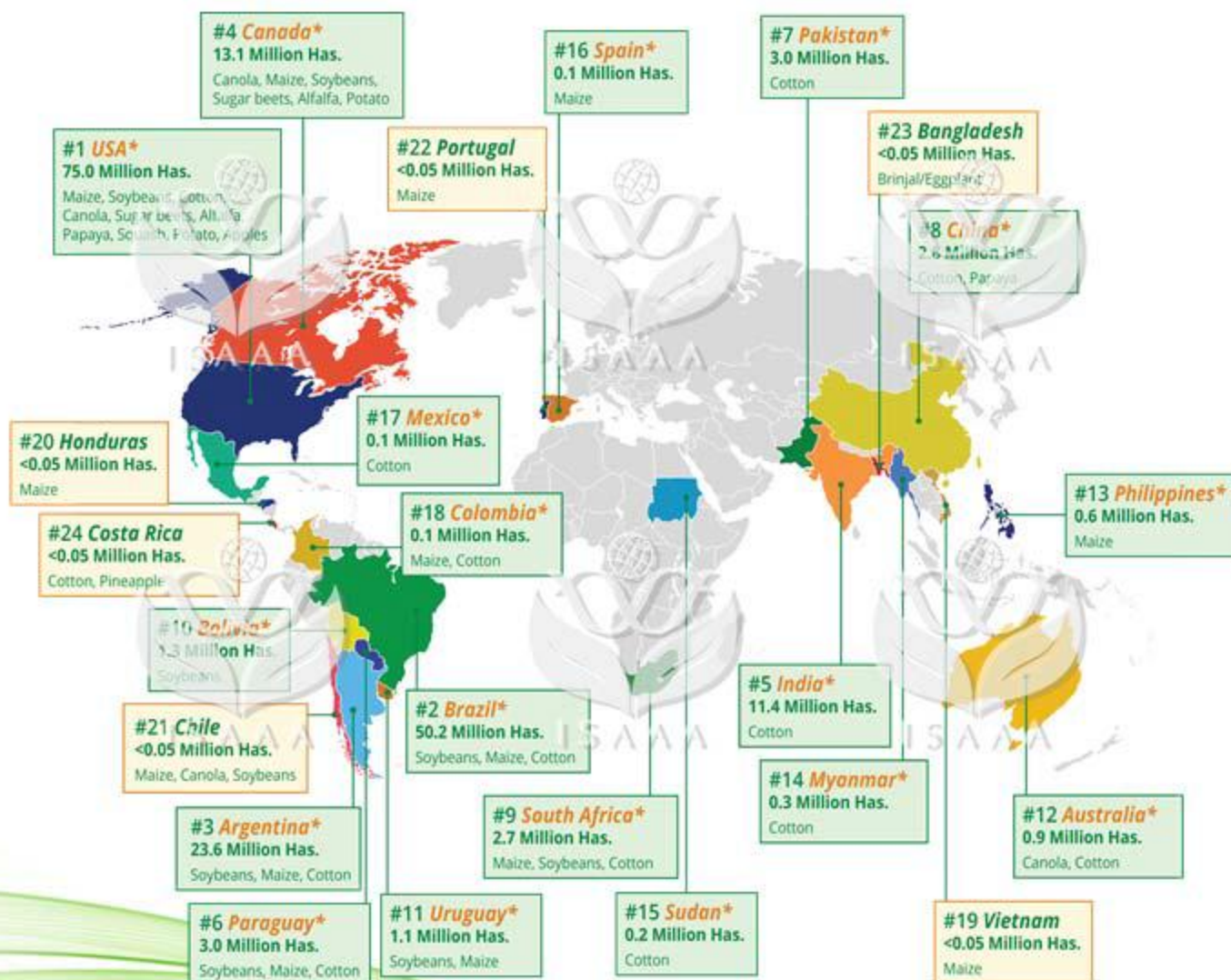


Global Area of Biotech Crops, 1996 to 2017: By Crop (Million Hectares, Million Acres)



ISAAA, 2017

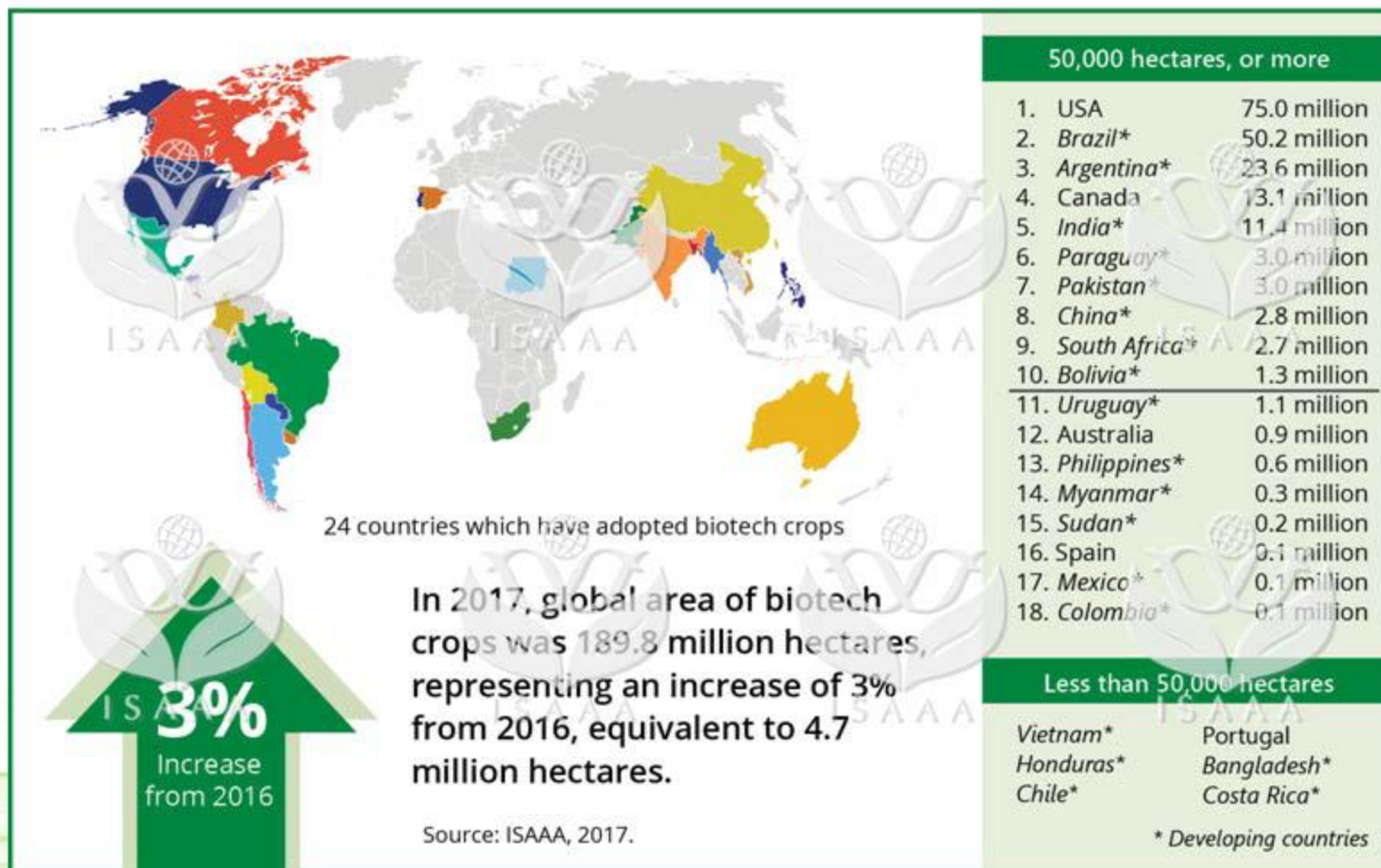
Biotech Crop Countries and Mega-Countries*, 2017



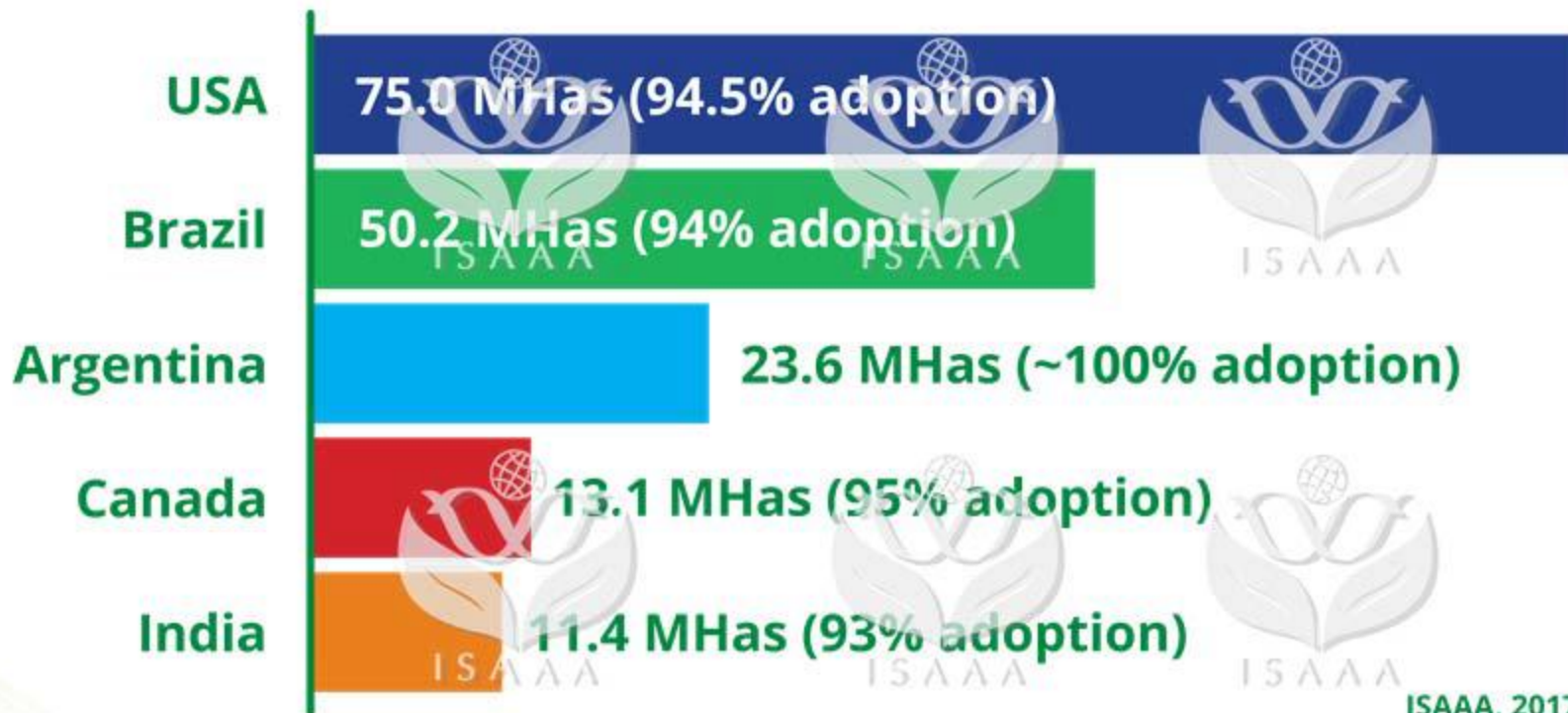
*18 biotech mega-countries growing 50,000 hectares, or more, of biotech crops.

ISAAA, 2017

Global Area of Biotech Crops, 2017: By Country (Million Hectares)



Top 5 Countries that Planted Biotech Crops in 2017 (Area and Adoption Rate)



STATUS OF APPROVED EVENTS FOR BIOTECH CROPS USED IN FOOD, FEED, PROCESSING, AND CULTIVATION



67 COUNTRIES ISSUED



4,133 REGULATORY APPROVALS FOR 26 GM CROPS SINCE 1992

1,995 FOOD USE

1,338 FEED USE

800 CULTIVATION

JAPAN HAS MOST NUMBER OF APPROVALS
646 APPROVALS

MAIZE HAS LARGEST NUMBER OF APPROVED EVENTS
232 APPROVED EVENTS IN **30** COUNTRIES

HERBICIDE TOLERANT MAIZE EVENT
NK603 HAS MOST APPROVALS
55 APPROVALS IN **26** COUNTRIES

Source: ISAAA, 2017

CONTRIBUTION OF BIOTECH CROPS TO FOOD SECURITY, SUSTAINABILITY, AND CLIMATE CHANGE



INCREASING CROP PRODUCTIVITY US\$186.1 BILLION

FARM INCOME GAINS IN 1996-2016
GENERATED GLOBALLY BY
BIOTECH CROPS



CONSERVING BIODIVERSITY

IN 1996-2016, PRODUCTIVITY GAINED
THROUGH BIOTECHNOLOGY SAVED
183 MILLION HECTARES
OF LAND FROM PLOWING AND CULTIVATION



PROVIDING A BETTER ENVIRONMENT LESS PESTICIDE APPLICATIONS

DECREASED ENVIRONMENTAL IMPACT
FROM HERBICIDE & INSECTICIDE USE
BY **18.4% IN 1996-2016**



REDUCING CO2 EMISSIONS

SAVED 27.1 BILLION KGS CO2
EQUIVALENT TO REMOVING
16.7 MILLION CARS
OFF THE ROAD FOR **1 YEAR**



HELPING ALLEVIATE POVERTY & HUNGER

BIOTECH CROPS UPLIFTED THE LIVES OF
16-17 MILLION SMALL FARMERS
AND THEIR FAMILIES TOTALING
>65 MILLION PEOPLE

Source: Brookes and Barfoot, 2018









www.privrednaakademija.edu.rs





HVALA NA PAŽNJI!