

# **TAIKOMOJI GENETIKA IR BIOTECHNOLOGIJOS MIŠKININKYSTĖJE**

## **Biotechnologija miškininkystėje**

**Prof. Dr. (HP) Alfąs Pliūra**

**LAMMC Miškų instituto**

**Miško genetikos ir selekcijos skyrius**

Tel.: 827 547289, faks.: 837 547446, mobil.: 8682 67811

El. pašt: [genetsk@mi.lt](mailto:genetsk@mi.lt)

Internetas: <http://www.forestgen.mi.lt>

<http://www.mi.lt/lt/>

A.Pliūra



**LAMMC MIŠKŲ INSTITUTAS**  
Miško genetikos ir selekcijos skyrius

# Turinys

1. Įvadas
2. Medžių selekcija ir biotechnologija
3. Genetiškai modifikuojami medžių (GMM) požymiai ir savybės
4. Miškininkystės technologijų pokyčiai naudojant GMM
5. GMM – nauda ir pavojai
6. Trumpos apyvartos plantaciniai miško želdiniai



# Įvadas

***Biotechnologija*** plačiaja prasme - tai bet kurios technologijos, kurios naudoja biologines sistemas ar gyvus organizmus produktams modifikuoti ar gaminti ar perdirbti specifiniam naudojimui (FAO 2001)

Biotechnologija nėra naujas dalykas. Ji prasidėjo maždaug prieš 12,000 metų, kai žmonės ėmė jaukinti gyvulius ir kultūrinti augalus maisto gamybai

Dabar molekulinė genetika ir molekulinė biologija sukūrė naujus ir efektyvesnius organizmų keitimo ir panaudojimo žmogaus reikmėms metodus ir žymiai praplėtė biotechnologijos galimybes

## Kokios pasaulio miškų industrijos vystymosi kryptys ir poreikiai skatina miško biotechnologijos taikymą?

- Kasmet pasaulyje sunaudojama apie 2 000 000 000 m<sup>3</sup> medienos, jos **poreikis kasmet išauga 1,7%**. Ateities medienos poreikiams patenkinti neišvengiamai būtinos sparčiai augančios trumpos rotacijos medžių veislės.
- Pasaulyje yra 3,5 mlrd. ha miškų, Europoje - 127 mln ha. **Kasmet prarandama 12 mln. hektarų tropinių miškų**, o vidutinio klimato šalyse pasodinama tik apie 2,8 mln. ha, taigi, miškai pasaulyje sparčiai nyksta – **9,2 mln. ha kasmet**.



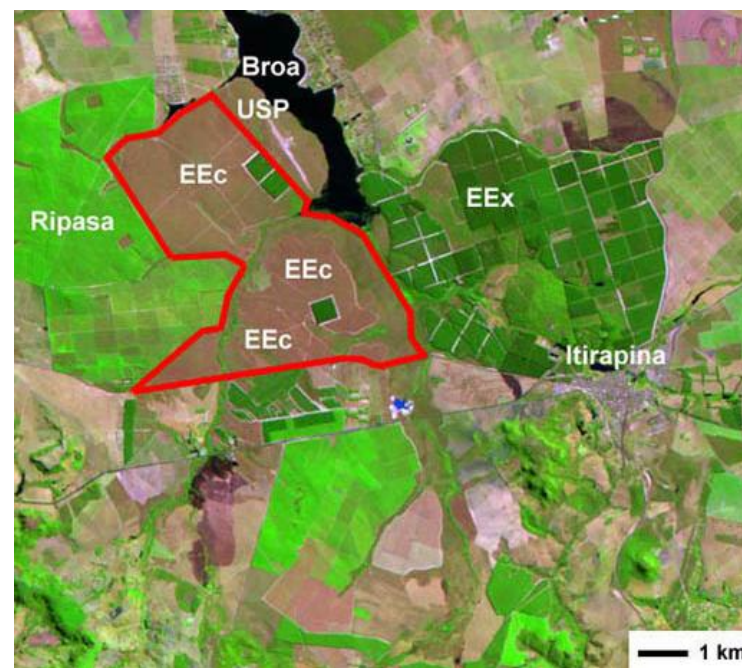
## Sparčiai iškertami atogražų miškai Amazonės baseine (Brazilija)



- Europos Sąjungoje 8% miškų yra natūralūs, 85% - pusiau natūralūs ir tik 10% - intensyvaus ūkininkavimo miško želdiniai
- Prognozuojama, kad šio dešimtmečio pabaigoje apie 40% industrinio medienos pluošto bus gaunama pasodintuose miškuose.
- Prognozuojama, kad 2050 metais pasodinti ir intensyviai ūkininkaujami miškai pasaulyje sudarys 10-15% viso miškų ploto ir tenkins 80% viso medienos industrijos poreikių.
- Taigi, esama didžiulio biotechnologijos ir genetiškai modifikuotų medžių panaudojimo potencialo plėtojant medienos gamybą miškų ūkyje.



*Pinus radiata* plantaciniai želdiniai Australijoje



Eukaliptų plantaciniai želdiniai Brazilijoje



## Miškų tvarumas ir biotechnologija

- Miško tvarumo koncepcijoje svarbūs visi aplinkos, ekonominiai ir socialiniai komponentai ir sąveika tarp žmogaus ir resursų.
- Vietinių miškų tvarumas neatsiejamas nuo globalaus konteksto: trečdalis visos pagaminamos medienos patenka į tarptautinę prekybą, pietinės šalys yra pagrindinės pasaulio medienos tiekėjos, tarptautinės miškų kompanijos tapo globaliai integruotos korporacijos, valdančios miškų žemes, ruošą, medienos perdirbimą, rinką, prekybą, kainas ir kt.

## tęsinys

- Prognozuojama, kad medienos gavyba sodintuose miškuose sumažins natūralių miškų eksploatavimą ir padidins natūralių miško sistemų tvarumą. Perkėlus medienos gavybą į biotechnologinius intensyviai tvarkomus sodintus miškus, 50% pasaulio miškų galėtų būti palikta rezervatiniais miškais.

- Be to, natūraliuose ribotai ūkininkaujamuose miškuose ir net rezervatuose biotechnologinių priemonių pagalba būtų galima atkurti dėl ligų ar kenkėjų išplitimo benykstančias rūšis ar populiacijas





## Miškų tvarumas ir biotechnologija

- Ar ir kiek biotechnologija gali padidinti miškų našumą?
- Ar ir kiek biotechnologija padės sumažinti poveikį aplinkai, kurį sukelia įvairių resursų gavyba?
- Ar biotechnologija gali sumažinti neigiamas klimato pokyčių pasekmes?
- Kokios gali būti neigiamos biotechnologijos vystymo ir taikymo pasekmės?

# Galimas poveikis skirstomas į dvi kategorijas:

## 1. Tiesioginis poveikis:

- žala žmogaus maisto saugumui
- žala ekosistemoms
- genetinės įvairovės praradimas
- žala gyvūnams
- resursų išsekimas

## 2. Netiesioginis arba nežinomas poveikis

- Įvairaus pobūdžio galima žala dėl intensyviai tvarkomų, industrializuotų, chemiškai intensyviai veikiamų monokultūrų plėtros

## Tiesioginio pavojaus aplinkai mechanizmai:

1. Toksinų gamyba
2. Genų disrupcija (ardymas)
3. Piktžolių (piktmedžių) sukūrimas
4. Naujų patogenų sukūrimas

## Pagrindiniai veiksniai:

1. Genų ekspresijos keitimas
2. Genų pernešimas (išplitinimas)
3. Modifikuotų organizmų tikslinis dizainas

# GREENPEACE

A GREENPEACE BACKGROUND BRIEFING

## Pulp Fiction Genetically engineered trees

Scientists are inserting alien genes into trees in the same way that they are genetically engineering agricultural crops to make them resistant to chemical weed-killers or insects. Trees, which have long life cycles and grow in intricate ecosystems are in the earliest stages of domestication.<sup>1</sup> Planting genetically engineered (GE) trees poses potentially devastating environmental risks.

Greenpeace is calling for an immediate ban on the release of GE trees into the environment, because of the threat of irreversible genetic pollution.

**Greenpeace  
reikalauja  
uždrausti GM  
medžių  
naudojimimą**



Forest ecosystems are complex and poorly understood.

Photo: Greenpeace

### ■ Concerns about GE trees

#### Gene Escape

The biggest threat from GE trees, as with any organism released into the environment, is the risk of their alien genes to other organisms, mainly only -- through cross-pollination, with unpredictable results. According to Professors Muller and Bertrand:



# Biotechnologijos potencialas Europoje

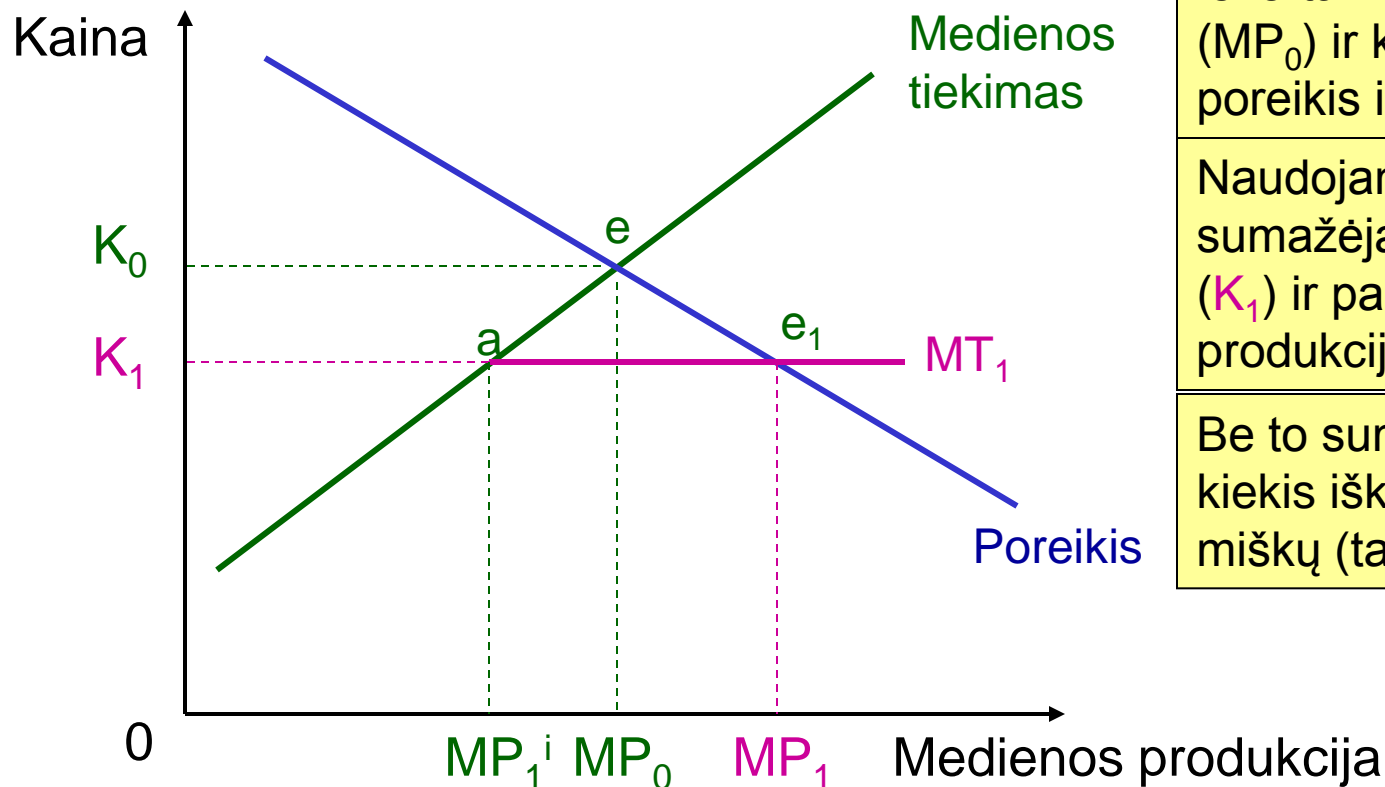
- Miškų produktyvumo padidinimas, tiek medienos gamybos, tiek ir anglies (CO<sub>2</sub>) surišimo (sekvestravimo) padidinimo aspektais.
- Medienos kokybės pagerinimas ir specializacija pagal reikalingumą atskiriems gaminiams gaminti.
- Medienos savybių, leidžiančių naudoti mažiau taršias ir energijai imlias technologijas, pagerinimas.
- Miško medžių rūšių atsparumo masiškai išplitusioms ligoms (guobinių marui, lapuočių fitoftorai ir mikoplazminėms ligoms, kaštainių marui ir kt.) padidinimas tuo sudarant sąlygas rūšies populiacijoms atkurti.
- Miško medžių rūšių atsparumo kenkėjams, pernešantiems ligas, arba darantiems tiesioginę žalą medžiams, padidinimas.
- Atsparumo/adaptacijos padidinimas stresoriams susijusiems su vykstančiais aplinkos ir klimato pokyčiais (sausros, šalnos, padidėjęs UV spinduliavimas)
- Urbanizuotose miškuose ar miestuose augančių medžių atsparumo taršai padidinimas
- Įvairių gydomųjų medžiagų (priešvėžinių preparatų, vitaminų, ir kt.) bei funkcinio maisto gamyba selekciškai pagerintuose arba genetiškai modifikuotose medžiuose

# Biotechnologijos ekonomika

Kad biotechnologija būtų ekonomiškai efektyvi ji turi arba sumažinti išlaidas arba padidinti produkciją – produktų kiekybę ir/ar kokybę

Nežiūrint didesnių lėšų reikalingų miškams veisti, dėl didesnio našumo **sodintuose miškuose** išauginamos produkcijos kaštai mažesni nei natūraliuose miškuose.

Nors biotechnologinė sodinamoji medžiaga gerokai brangesnė už įprastą, tačiau dėl trumpos rotacijos, didelio miškų našumo ir geresnės medienos kokybės, produkcijos išauginimo kaštai turėtų būti mažesni.



Iškertamos medienos kiekį ( $MP_0$ ) ir kainą ( $K_0$ ) nustato poreikis ir tiekimas (taške e).

Naudojant biotechnologiją sumažėja medienos kaina ( $K_1$ ) ir padidėja medienos produkcija ( $MP_1$ )

Be to sumažėja medienos kiekis iškertamas iš natūralių miškų (taškas a,  $MP_1^i$ )

# Investicijų į biotechnologiją atsipirkimo terminai

Atsipirkimo terminai priklauso nuo taikomos biotechnologijos, gerinamų požymių/savybių, technologijos kaštų, įdiegimo apimčių ir kt.

<b>Taikoma biotechnologija</b>	<b>Požymiai/ savybės</b>	<b>Kaštai</b>	<b>Atsipirkimo terminai</b>
Mikrodauginimas	Augimo sparta, medienos kokybė	Vidutiniai	Labai trumpas ( <i>daigynai</i> )
Selekcija žymenų pagalba (MAS)	Augimo sparta, adaptacija, medienos kokybė	Vidutiniai	Vidutinio ilgumo
Genetinė modifikacija	Atsparumas herbicidams	Dideli	Labai trumpas ( <i>daigynai</i> ) Trumpas ( <i>jauni želdiniai</i> )
Genetinė modifikacija	Augimo sparta	Labai dideli	Vidutinio ilgumo ( <i>trumpos rotacijos želd.</i> )
Genetinė modifikacija	Lignino kiekis, plaušų ilgis	Dideli	Vidutinio ilgumo ( <i>trumpos rotacijos želdin.</i> )
Genetinė modifikacija	Atsparumas ligoms, kenkėjams, šalnomis, sausroms,	Dideli	Trumpas ( <i>trump.rot.želd.</i> ) Vidutinio ilgumo
Genetinė modifikacija	Medienos kokybė, šakotumas	Labai dideli	Ilgas
Mikorizacija	Augimo sparta, adaptacija	Vidutiniai	Labai trumpas ( <i>daigynai</i> ) Trumpas ( <i>jauni želdiniai</i> )

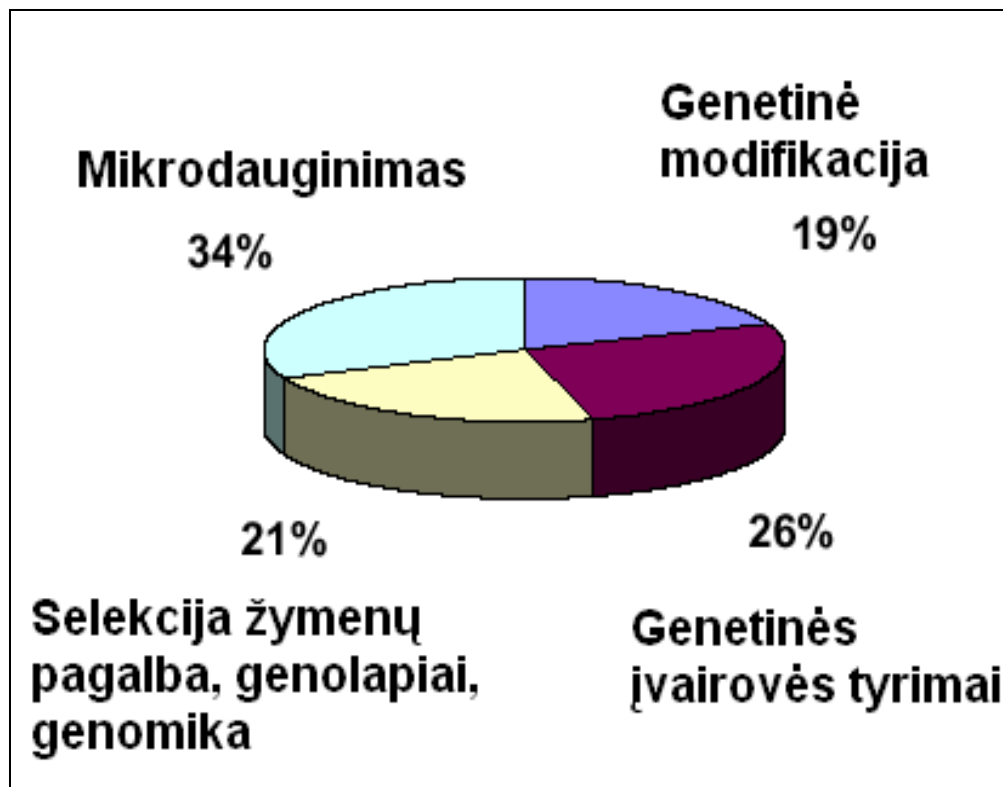
# Biotechnologijos kryptys

Yanchuk (2001) išskyrė tris miško biotechnologijos kategorijas:

1. Biotechnologija naudojanti molekulinis žymenis.
2. Biotechnologija plėtojanti augalų dauginimą ir vienodos miško reprodukcinės medžiagos auginimą dideliu mastu.
3. Biotechnologija modifikuojanti miško medžių genomą.

Dabar išskiriamos keturios plačios miško biotechnologijos šakos:

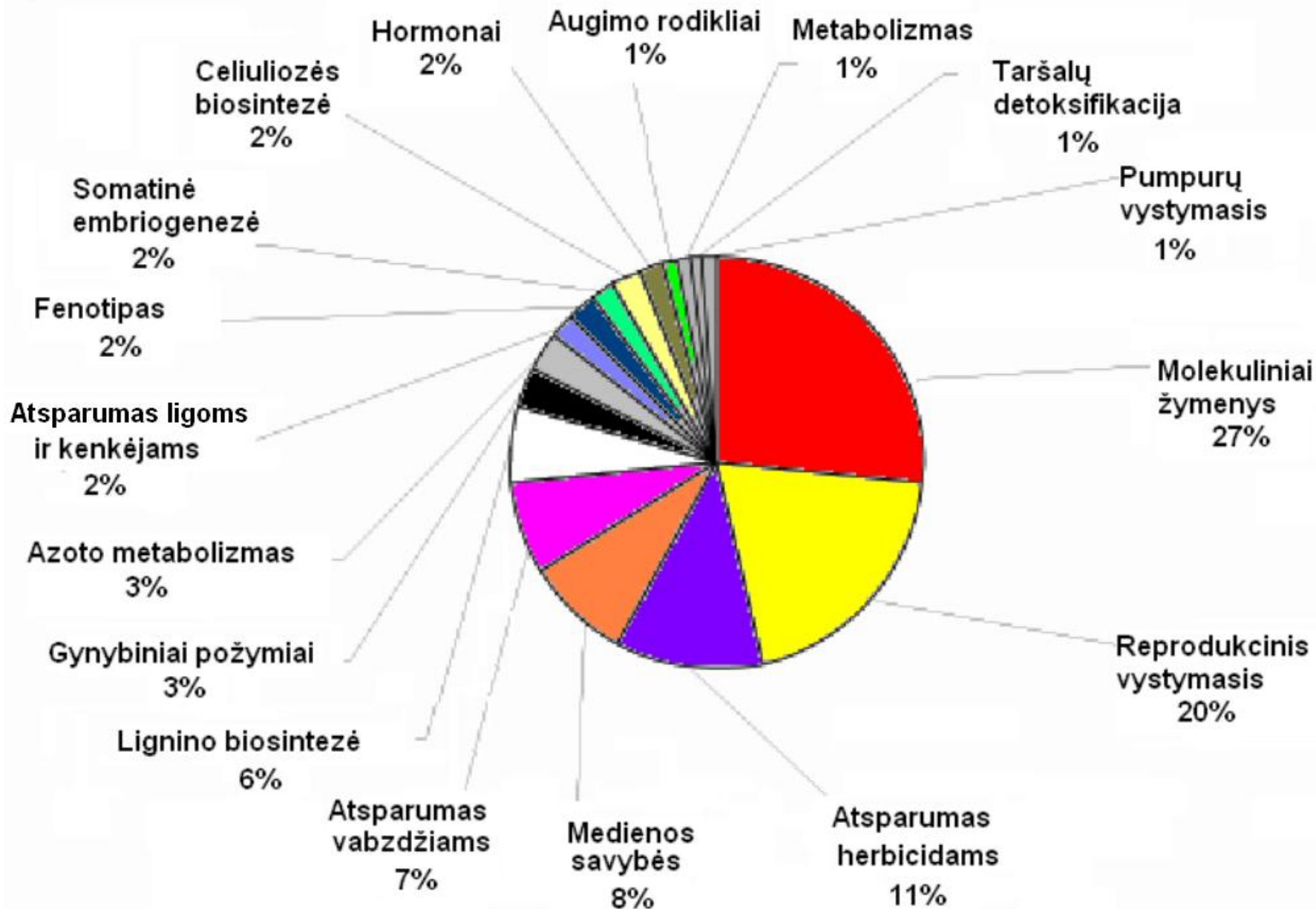
1. Medžių rūšių genetinės įvairovės (t.t. įvairovės struktūros) apibūdinimas (charakterizacija), genų pernešimo ir žmogaus poveikio miško medynams studijos.
2. Funkciniai ir taikomieji genetiniai tyrimai: selekcija žymenų pagalba, genolapių sudarymas ir genomika.
3. Vegetatyvinio mikrodauginimo tyrimai ir pritaikymas.
4. Genominė modifikacija (GMO).
- + (5). Mikorizė.



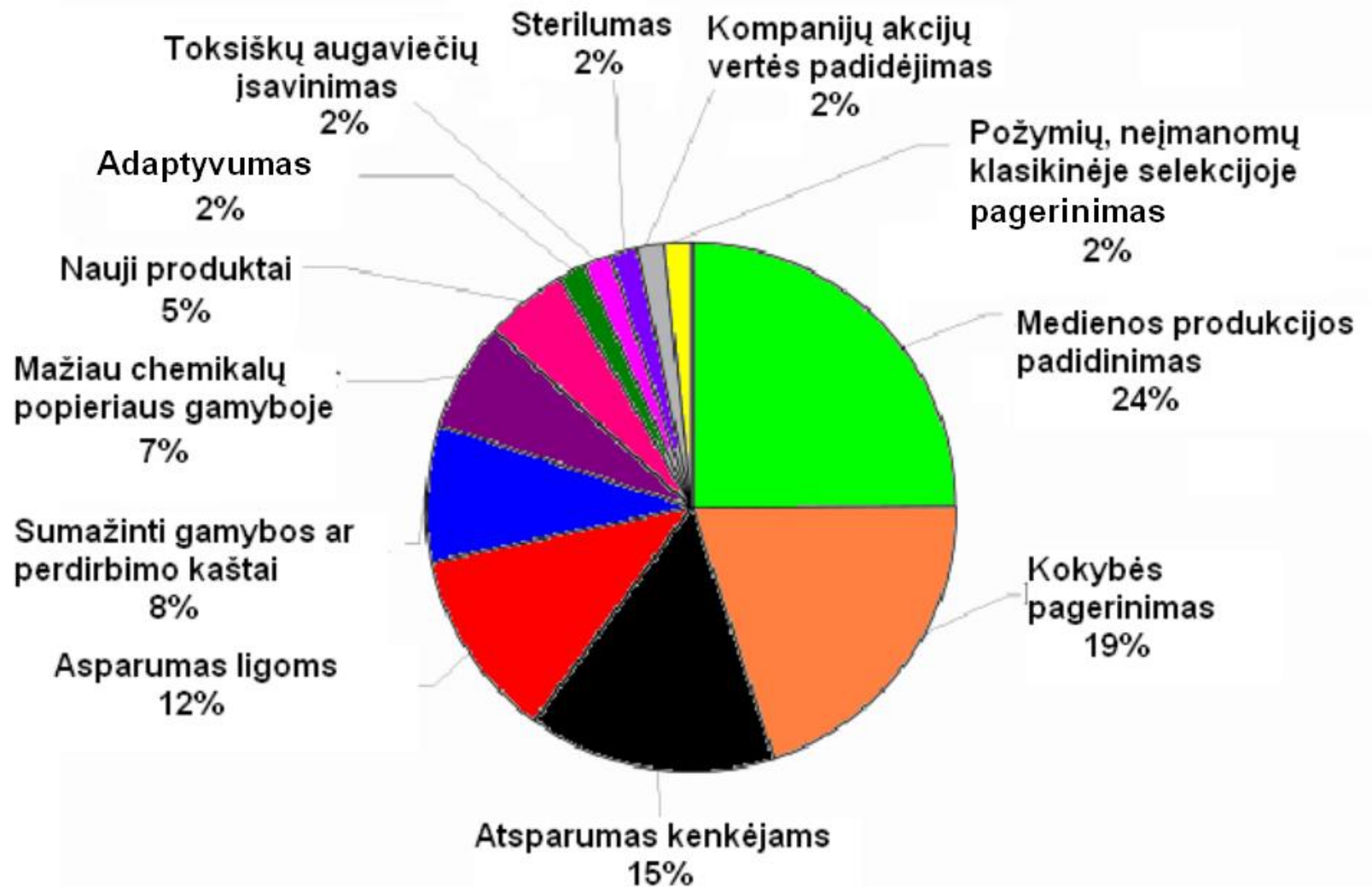
## Biotechnologijos veiklos proporcijos pasaulyje

# Požymiai, kurie gerinami biotechnologijos metodų pagalba

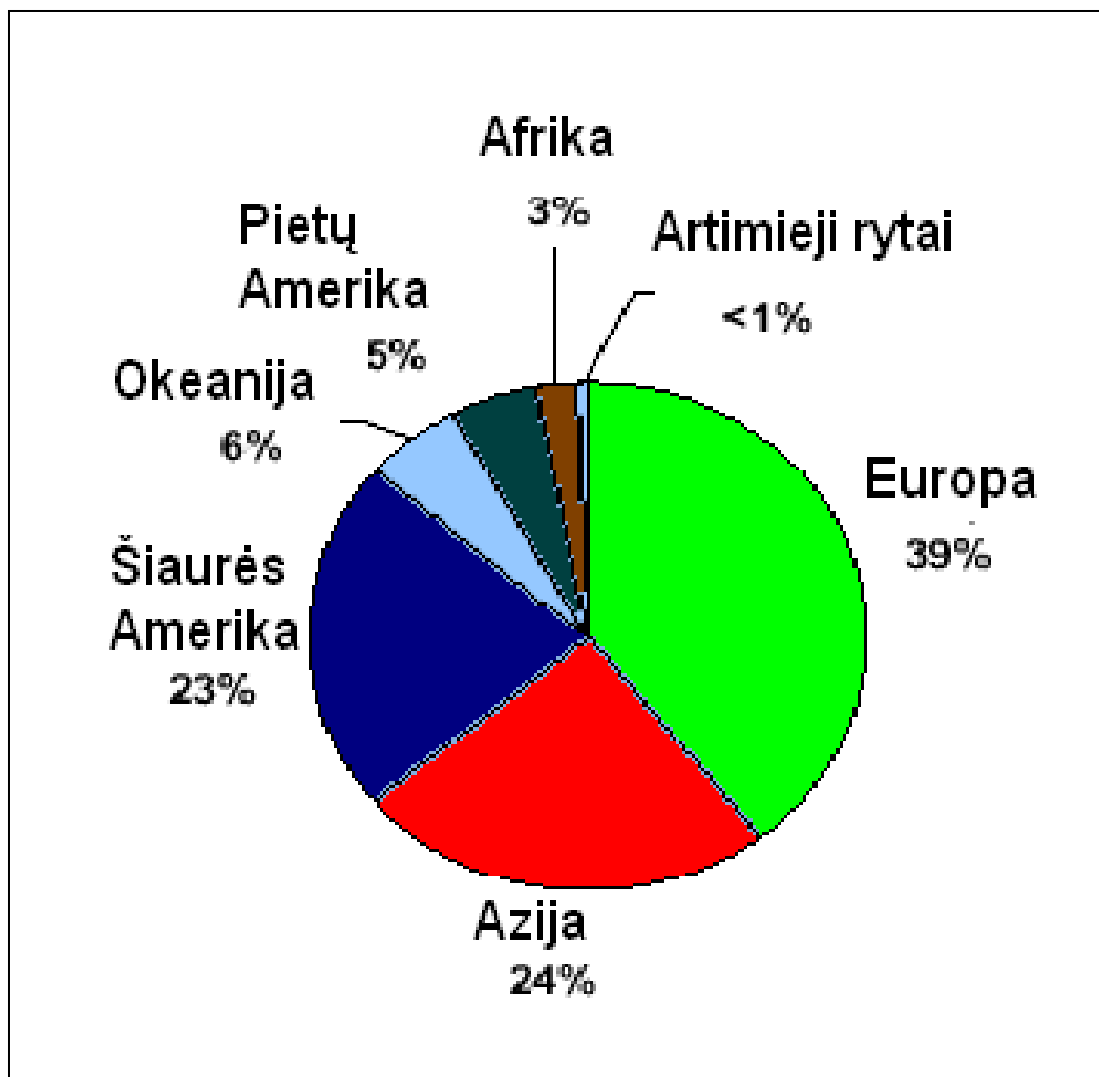
Savybių grupė	Savybės
<b>Miškininkystės</b>	Augimo sparta Azoto įsisavinimas ir metabolizmas Stiebo forma Lajos (šakų) forma Žydėjimas Atsparumas herbicidams
<b>Adaptacijos</b>	Atsparumas sausroms Atsparumas šalčiui Atsparumas šalnoms Atsparumas vabzdžiams Atsparumas ligoms Atsparumas toksinėms medžiagoms Gynybiniai požymiai
<b>Medienos kokybės</b>	Medienos tankio padidinimas Lignino sumažinimas Lignino ekstrakcijos palengvinimas Ankstyvosios medienos sumažinimas Šakotumas ir kt.



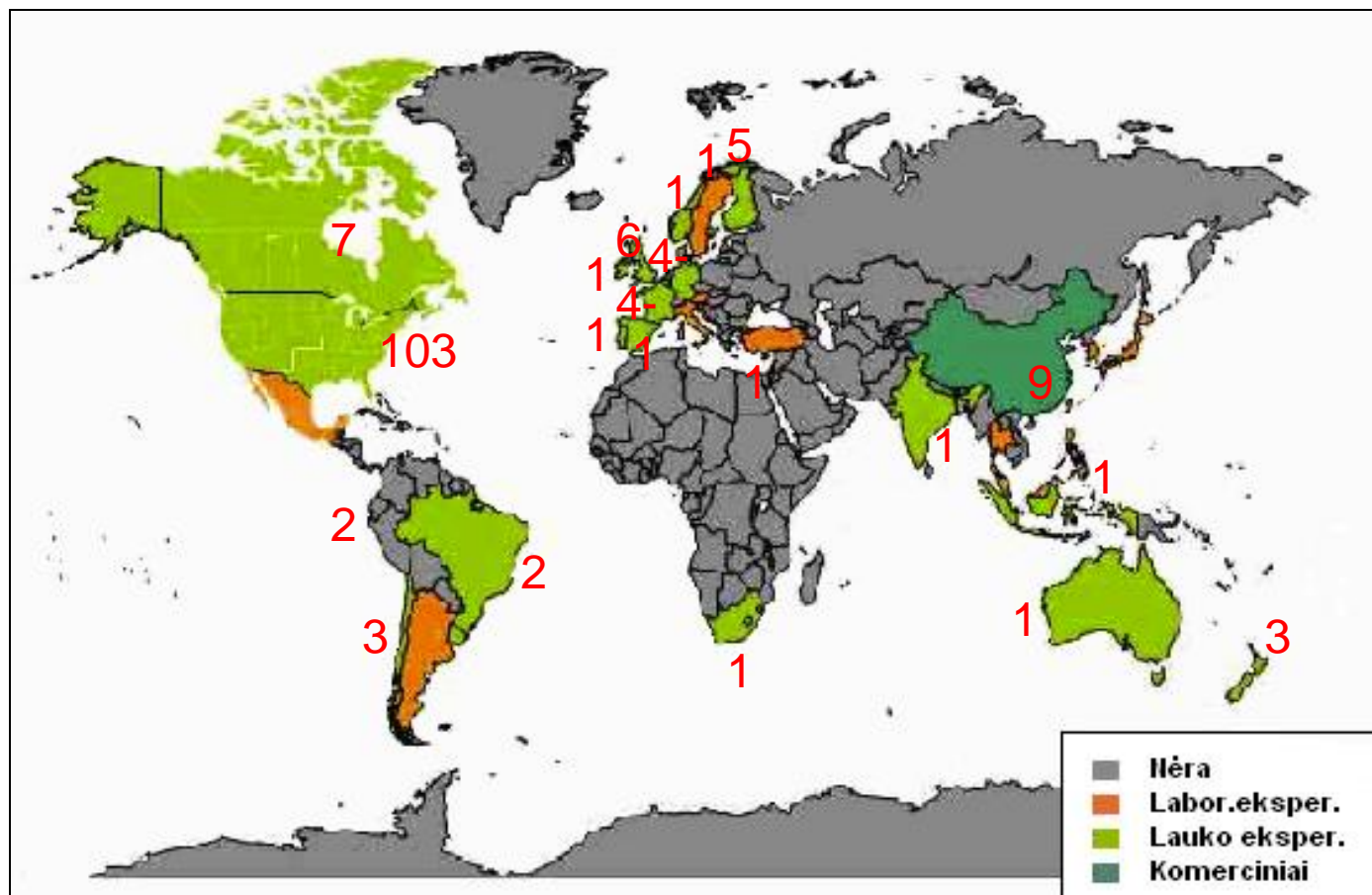
## Genetiškai modifikuojami medžių požymiai (FAO 2004)



**Laukiamos komercinės naudos iš genetiškai modifikuotų medžių panaudojimo pasiskirstymas (FAO 2004)**



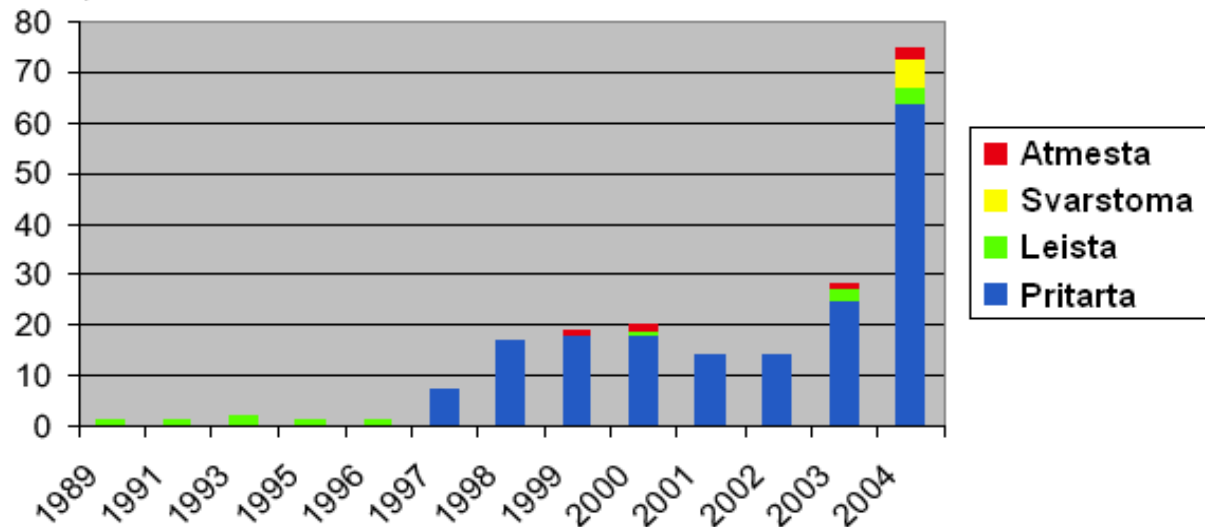
## Miško biotechnologija (išskyrus GMO) pasaulyje (FAO 2004)



**Miško GMO veikla pasaulyje (pažymėtas eksperimentų skaičius), pagal pobūdį (laboratoriniai eksperimentai, lauko eksperimentai, komerciniai želdiniai)**

## Miško GMO eksperimentų paraiškos JAV

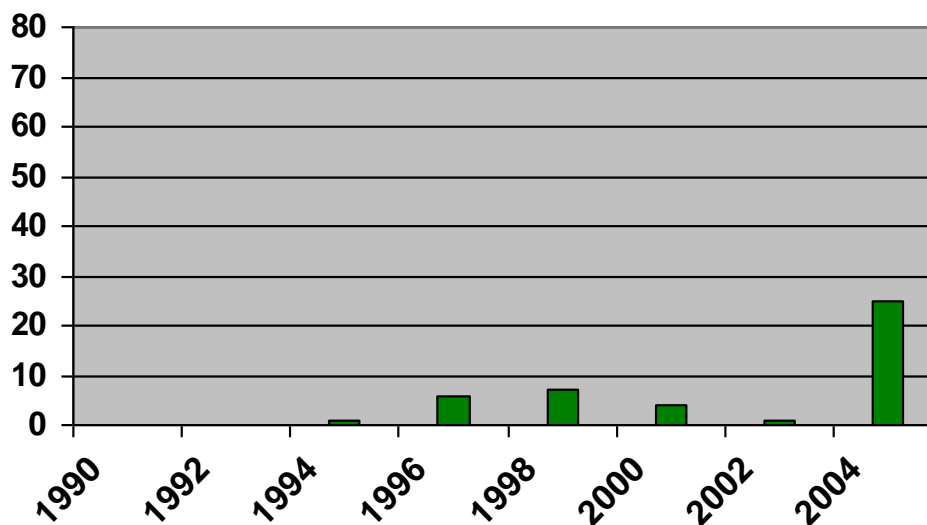
Paraiškų  
skaičius, vnt



## Miško GMO eksperimentai Europos Sąjungoje

Bandymų  
skaičius,

vnt



Metai

# JAV miško produkcijos pramonė, kartu su JAV energetikos departamentu ir USDA Miškų tarnyba parengė ir finansuoja **Agenda 2020 programą**, kuri apima daug biotechnologinių tyrimų projektų:

- Augalų genų dominantinės neigiamos mutacijos sterilumo genetinei inžinerijai.
- *Pinus taeda* medienos pluošto komponentų ir morfologijos genetinės variacijos panaudojimas juvenaliniame amžiuje
- Azoto dislokacijos molekulinė fiziologija tuopose.
- Anglies sekvestravimo medienoje molekuliniai determinantai.
- Pagrindinių genų paieška naudojant palikuonių bandymų duomenis siekiant paspartinti pranašių *Pinus taeda* plantacijų sukūrimą.
- *Pinus taeda* ir *Populus* medienos kokybės požymių genetiniai žymenys ir QTL genolapiai.
- *Pinus taeda* pagerinta augimo sparta ir medienos pluošto savybės.
- Syringil lignino padidinimas pažeminto lignino drebulėse.
- Lajos architektūros biocheminė ir molekulinė reguliacija.
- *Pinus taeda* ir *Populus* medienos savybių selekcija žymenų pagalba (MAS).
- Pušų genų atradimo projektas.
- *Pinus taeda* pagerinta augimo požymių QTL ir kandidatiniai genai.
- Ir kt.

# Medžių biotechnologijos lauko bandymai



Klonuota hibridinė drebulė, Latvija



Lapų dėmėtumo virusui atsparūs genetiškai modifikuoti “medžiai” (papaja)

# Medžių biotechnologijos lauko bandymai



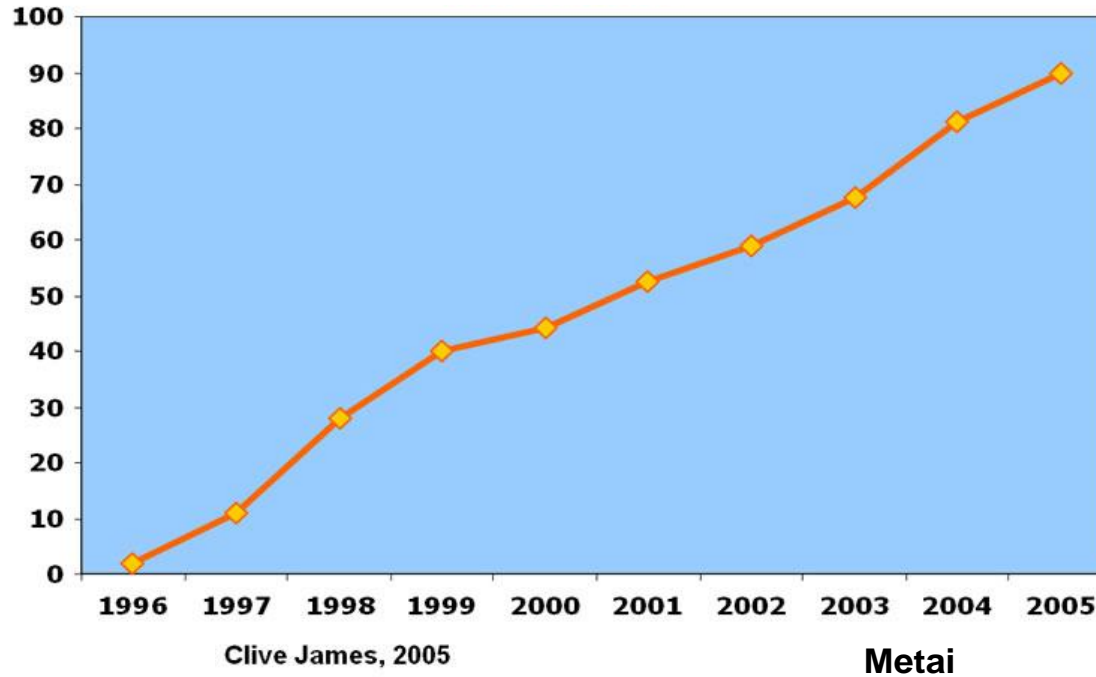
**Genetiškai modifikuota  
drebulė, Švedija**



**Genetiškai modifikuoti nežydintys  
beržai, Suomija**

# GMO žemės ūkyje labai sėkminga - žemės ūkio biotechnologinių kultūrų plotai didėja labai sparčiai

Plotas,  
mln ha



- Pirmas sėkmės laidas – ekonominis – greitas naudos gavimas nes daugiausiai naudojami vienmečiai transgeniniai augalai. Miškininkystėje produkcijos iš modifikuotų medžių želdinių reikėtų laukti keletą ar net keliolika metų
- Antras veiksnys – biologinis – audinių kultūra reikalinga tik mažam selekcinų linijų kiekiui sukurti, o po to transgenai lengvai inkorporuojami į elitines linijas naudojant tradicinę selekciją. Miško biotechnologijoje neįmanoma inkorporuoti modifikuotų genų reikiamu dažniu į selekcinę populiacijas (dėl savidulkos ar bakroso negalimumo medžių gryną selekcinų linijų sukurti neįmanoma)

## Tačiau išplitimas ir pasiekimai gana riboti

Šalis	Mln. ha
JAV	50
Argentina	17
Brazilija	9
Kanada	6
Paragvajus	2
Kinija	3
Indija	1
Europa	1
Visos kitos	1

Tačiau didžioji dalis plotų – JAV, o Europoje beveik nėra!

Kultūra	%
Soja	60
Kukurūzai	24
Medvilnė	11
Kitos rūšys	1

Auginamos tik trys modifikuotos rūšys!

Savybė	%	
	1999	2005
Tolerancija herbicidams	69	71
Tolerancija vabzdžiams	21	18
Tolerancija herb+vabzdž.	7	11
Atsparumas virusams	3	<1
Kitos	0.2	<1

Pagerintos tik dvi savybės!

# Naudotos publikacijos

- Desmond S. T. Nicholl. 2002. An Introduction to genetic engineering (Studies in biology). Cambridge University Press; 2 edition (February 7, 2002), ISBN: 0521004713.
- FAO, 2004. Preliminary review of biotechnology in forestry, including genetic modification. Forest Genetic Resources Working Paper FRG/59E, Forestry Department, FAO. Rome, Italy.
- Jain, S.M. and Ishii, K. 2003. Micropropagation of Woody Trees and Fruits. Forestry Sciences, V.75, Kluwer Academic Publishers, ISBN: 1402011350.
- Gartland, K.M.A, Kellison, R.C., Fenning, T.M. 2002 Forest biotechnology and Europe's forests of the future Edinburgh, Scotland. 23 p.
- Kirsi-Marja Oksman-Caldentey. 2002. Plant biotechnology and transgenic plants. ISBN: 082470794X. Publisher: CRC.
- Kreuzer, H and Massey, A. 2001. Recombinant DNA and Biotechnology: A guide for teachers. American Society Microbiology; 2nd edition, ISBN: 1555811752.
- Sliesaravičius, A ir Stanys, V. 2005. Žemės ūkio augalų biotechnologija. Enciklopedija, Vilnius, ISBN 9986-433-36-3.
- Strauss S.H. and Bradshaw H. D. (eds.). 2004. The bioengineered forest : Challenges for science and society. Resources for the future, ISBN: 1891853716.
- Tourte, Y. 2003. GMO: Transgenesis in plants. Science Publishers Inc. ISBN: 1578082609
- Vasil I.K. 2003. The science and politics of plant biotechnology - a personal perspective. Nat. Biotechnol 21: 849-51.
- Ермишин А.П. 2004. Генетически модифицированные организмы: мифы и реальность. Минск, - 118 с.