

Geenitehnoloogia

Koostanud Ülle Irdt

Geenitehnoloogia

- =insenergeneetika:

DNA valitud lõikude eraldamine, töötlemine in vitro ja siirdamine kromosoomi, plasmidi või viirusesse

- Eelduseks rekombinantse DNA loomine, so. DNA molekul, mis koosneb eri liigi DNA fragmentide ühendusest (1970)

Geenitehnoloogia

- **Restriktaasid** on bakterites leiduvad ensüümid, mis tagavad neile nn “immuunsuse” viiruste vastu lõigates nende DNA juppideks
 - Bakterid omavad võõra DNA vastu nn R/M süsteemi (restriktsioon/modifikatsioon süsteem) toimub kahe ensüümi koostöö: restriktaas, mis lõikab DNA fragmentideks ja metüültransferaas, mis metüleerib ära oma DNA ja kaitseb seega oma DNA-d lõhkumise eest.

Geenitehnoloogia

- Restriktaasid tunnevad ära teatud järjestusega nukleotiidipaarid (4-8) DNA-s
- Teada erinevaid restriktaase üle 3500:
 - I, III, IV tüüp lõikab DNA äratundmiskohast jupp maad eemalt
 - II tüüp äratundmiskohast või selle järgselt ja kleepuvalt
 - DNA lõikamine toimub kas kleepuvalt või tõmbilt

Geenitehnoloogia

Kleepuvad otsad:

G A A T T C
C T T A A G

Tömbid otsad:

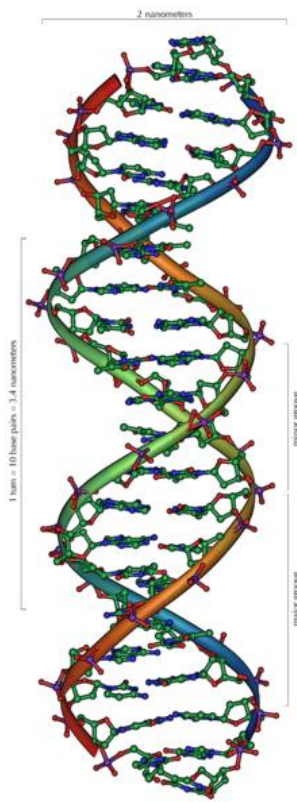
G A A T T C
C T T A A G

Erineva DNA sama järjestusega nukleotiidid liituvad komplementaarsuse alusel ja ahelate liitmiseks kasutatakse ensüümi **ligaas**

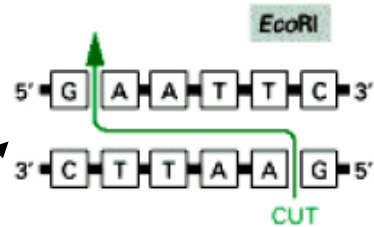
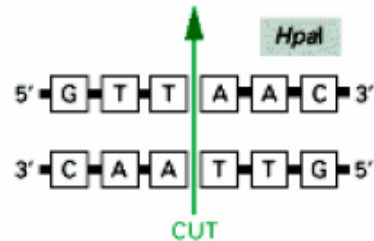
Restriksiooniensüümid

LÕIKAVAD SPETSIIFILIST KOHTA DNA-I

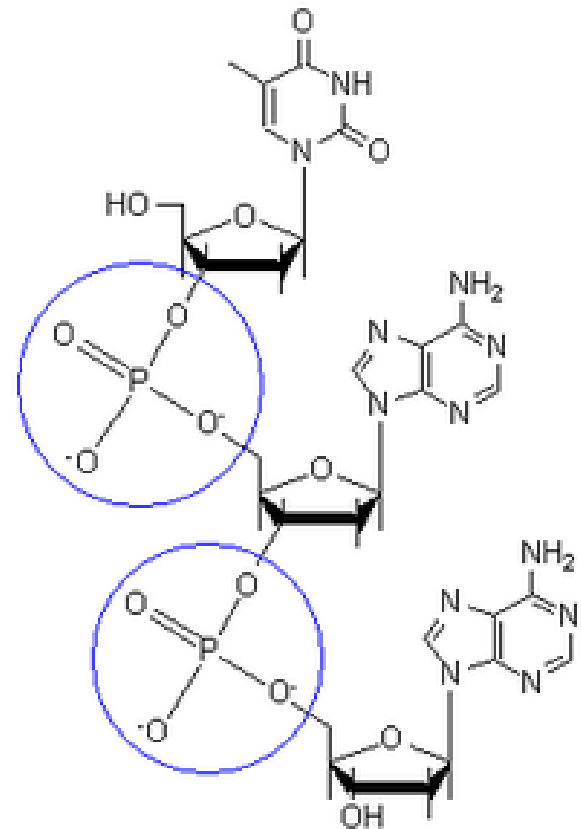
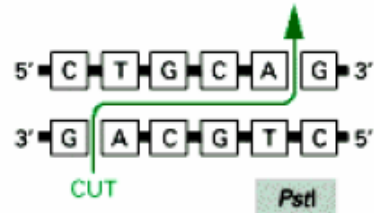
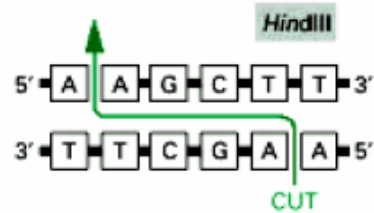
Koht, mille restriksiooniensüümid ära tunnevad, võib olla 4, 5, 6 või 8 nukleotiidi pikk. Mõnede ensüümide puhul on see koht ka pikem, mõnede puhul lühem.



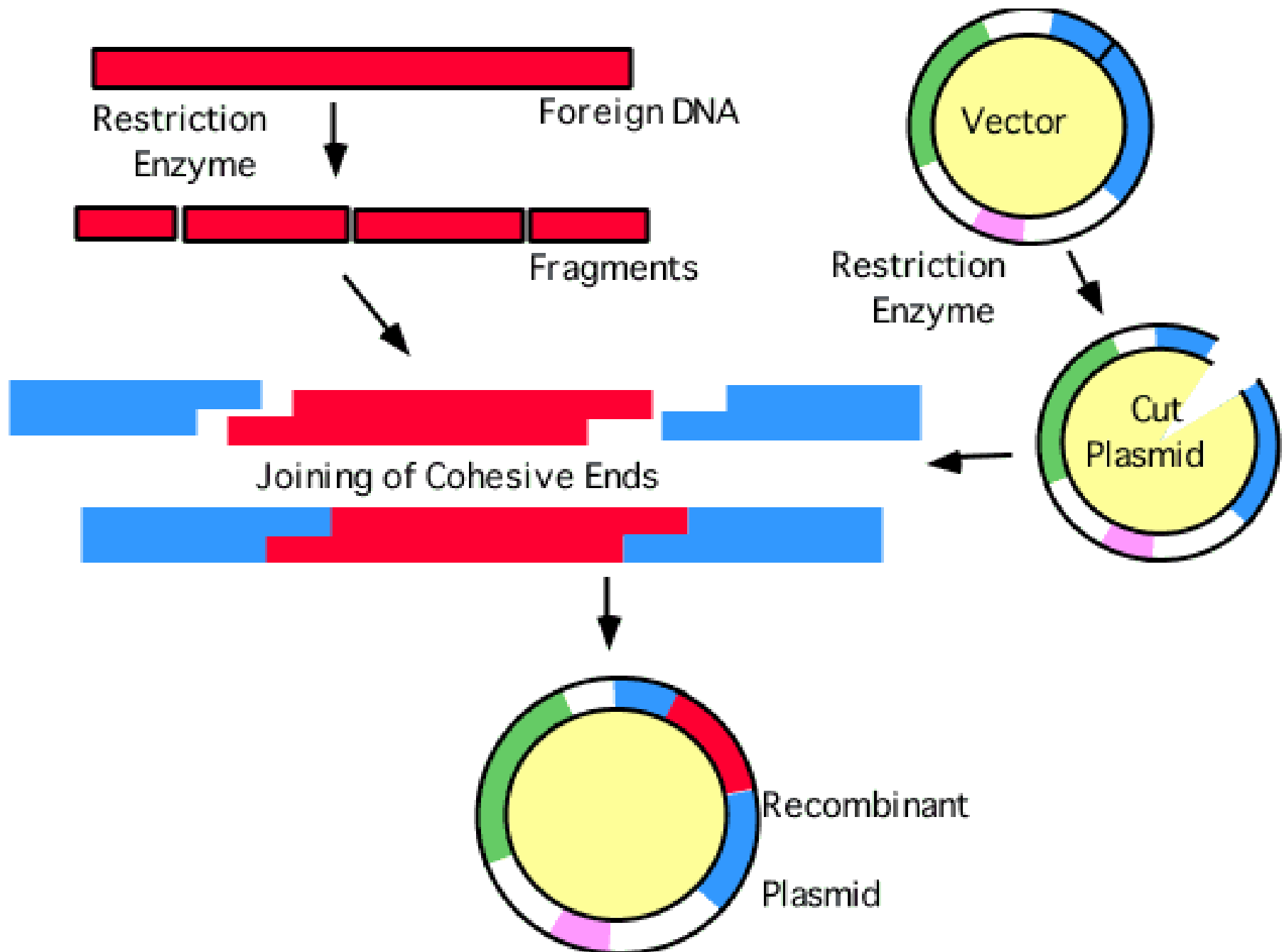
nn tõmbid otsad



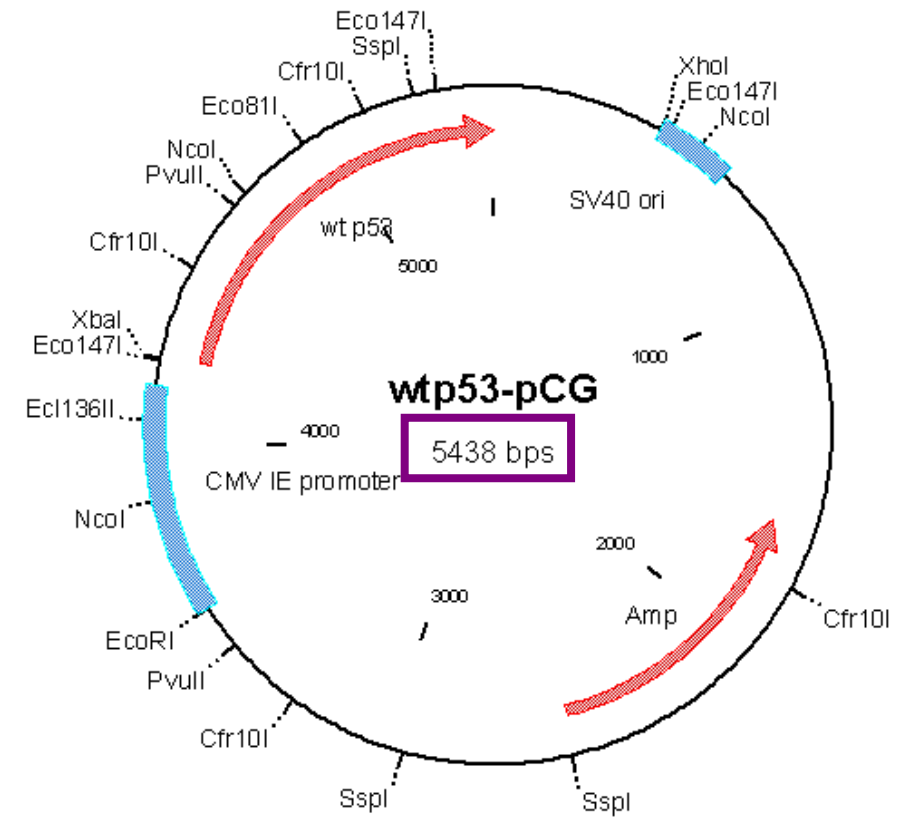
nn kleepuvad
e üleulatuvad otsad



fosfodiesteride lõhutakse



GATCTTTTCCCTCTGCCAAAATATGGGACATCATGAAGCCCTTGAAGCATCTGACT
 TCTGGCTAATAAAGGAAATTTATTTTCATTGCAATAGTGTGTGGAATTTTTGTGTCTC
 TCACTCGGAAGGACATATGGGAGGGCAAATCATTTAAAACATCAGAATGAGTATTTGGTT
 TAGAGTTTGGCAACATATGCCATATGCTGGCTGCCATGAACAAAGTGGCTATAAAGAGG
 TCATCAGTATATGAAACAGCCCTCTGCTGCCATTCCTATTCCATAGAAAAGCCTTGAC
 TTGAGGTTAGATTTTTTATATTTTGTITGTGTTATTTTTCTTTAACATCCCTAAA
 ATTTCTTACATGTTTTACTAGCCAGATTTTTCTCTCTCTGACTACTCCCAGTCAT
 AGCTGTCCCTCTTCTTATGAACCTCGAGCTTTTTGCAAAGCCTAGGCCCTCAAAAAAG
 CCTCTCACTACTCTGGAATAGCTCAGAGCCGAGGCGGCTCGCCTCTGCAATAA
 AAAAAATAGTCAGCCTGGGGCGGAGAATGGGCGGAAGTGGGCGGAGTTAGGGGCGAG
 ATGGGCGGAGTTAGGGGCGGACTATGGTTGCTGACTAATTGAGATGCTCAATTAAGAA
 TCGGCCAACGCGGGGAGAGGCGGTTGCGTATTTGGGCGCTCTCCGCTTCTCGCTCA
 CTGACTCGTGCCTCGTCTGTTCCGGCTGCGGCGAGCGGTATCAGCTACTCAAAAGCGG
 TAATACGGTTTCCACAGAATCAGGGGATAACGAGGAAAGAACATGTAGCAAAAAGGCC
 AGCAAAAAGGCCAGAACCGTAAAAGGCCGCTGTGCTGGCTTTTCCATAGGCTCCGCC
 CCGCTGACGAGCATCAAAAAATCGACGCTCAAGTCAGAGGTGGCGAAACCCGACGAGC
 TATAAAGATACCAGCGTTTCCCTGGAAAGCTCCCTGCTGCGCTCTCTGTTCCGACCC
 TGCCGCTTACCAGTACCTGTCCGCTTCTCCCTTCCGGGAAGCGTGGCGCTTCTCATA
 GCTCACGCTGAGGTATCTCAGTTCGGTGTAGGTGCTTCCGCTCAAAGTGGGCTGTGTC
 ACGAACCCCGCTTACGCCGACCGCTGCGCTTATCCGGTAACTATCGTCTGAGTCCA
 ACCGGTAAAGACACGACTTATCGCACTGGCAGCAGCCTGTTAACAGGATTAGCAGAG
 CGAGGTATGTAGGCGGTGCTACAGAGTCTTGAAGTGTGGCTAACTACGGCTCACTA
 GAAGGACAGTATTTGGTATCTGCGCTCTGCTGAAGCCAGTACTCTCGGAAAAAGAGTTG
 GTAGCTTTGATCCGGCAAAACAAACCCCGTGTAGCGGTGGTTTTTGTGTTGCAAGC
 AGCAGATTACGCGCAGAAAAAAGGATCTCAAGAAGACTCTTGTATCTTTACGGGGT
 CTGACGCTCAGTGGAAACGAAAACCTACGTTAAGGGATTTTGGTCAATGAGATTACAAA
 GGATCTTCACTAGTACCTTTTAAATAAAATGAAGTTTAAATCAATCTAAAGTATAT
 ATGAGTAAACTTGGTCTGACAGTTACAAATGCTAATCAAGTGAAGGCACTATCTCAGCGA
 TCTGTCTATTTGTTTCCATAGTTGCTGACTCCCGCTGTGTAGATAACTACGATAC
 GGGAGGGCTTACCATCTGGCCCAAGTGTCTCAATGATACCGCGAGACCCAGCTCACCGG
 CTCCAGATTTATCAGCAATAAACACGCCAGCCGGAAGGGCCGAGCGCAGAAGTGTCTG
 CACTTATCCGCTCCATCAGTCTAATTAATGTTGCCGGGAAGCTAGAGTAAGTAGT
 CGCCAGTTAATAGTTTGGCAACGTTGTTGCCATTGCTACAGGCACTGTGGTGTCAAGCT
 CGTCTGTTGGTATGGCTTCACTCAGCTCCGGTCCCAACGATCAAGCGAGATTACATGAT
 CCCCATGTTGTGCAAAAAGCGGTAGCTCTTCCGCTCCTCGATCGTGTGTCAGAAAGTA
 AGTTGGCGCAGTGTATCACTCATGTTATGGCAGCACTGCAATAATCTTACTGTCA
 TGCCATCCGTAAGATGCTTTCTGTGACTGGTGTGACTCAACCAAGTCACTTCTGAGAA
 AGTGTATGGCGGACCGAGTGTGCTTGGCCGGCTCAATACGGGATAATACCGCGCCAC
 ATAGCAGAACTTTAAAAGTGTCTATCATTGAAAACGTTCTTCCGGGGCAAACTCTCAA
 GGATCTTACCCTGTTGAGATCCAGTTCGATGTAACCCACTCGTGCACCCCACTGATCTT
 CAGCATCTTTTACTTACCAGCGTTTCTGGGTGAGCAAAAACAGGAAGGCCAAAATGCG
 CAAAAAGGGAATAAGGGGACACGGAATGTTGAATACTCATACTCTCTCTTTTCAAT
 ATTTGAAGCAATATCAGGGTATTTGCTCATGAGCGGATACATATTTGAATGTATTT
 AGAAAAATAACAATAAGGGGTTCCGCGCACATTTCCCGAAAAGTGGCCACTGAGCTCT
 AAGAAACATTATATCATGACATTAACCTATAAAAATAGCGGTATCACGAGGCCCTTTC
 GTCTCGCGGTTTTCGGTGTGACGCGTGAAGAACCTCTGACACATGACAGTCCCGGAGCG
 TCACAGCTTGTCTGAAGCGGATGCCGGGACGACAAAGCCGTCAGGGCCGCTCAGCGG
 GTTTGGCGGGTGTGGGGTGGCTTAACTATGCGGCATCAGAGCAGATTGTACTGAGAG
 TGCCACATATGCGGTGTGAATAACCGCACAGATGCGTAAGGAGAAAAATCCGCATCAGGA
 AATTGTAACCGTAAATATTTTGAATAATCGCGTAAATTTTGTAAATCAGCTCAAT
 TTTTAAACCAATAGGCCGAAAATCGCAAAATCCCTTATAAATCAAAGAATAGACCGAGAT
 AGGGTTGAGTGTGTTCCAGTTTGAACAAGAGTCCACTATTAAGAAGCTGGACTCCAA
 CGTCAAAGGGCGAAAAACCGTCTATCAGGGCGATGGCCCACTACGTGAACCATCACCTTA
 ATCAAGTTTTTTGGGGTTCGAGGTGCGCTAAAGCACTAAATCGGAACCTAAAAGGGACCC
 CCGATTTAGAGCTTACGCGGGAAGCGCGGCAACGTTGGCGGAGAAAGGGAAGAAAGAG
 GAAAGGAGCGGGCGCTAGGGCGTGGCAAGTGTAGCGGCTACGCTGCGGCAATGACACCA
 ACCCGCGCTTAAATGCGCGCTACAGGGCGCTGCGGCCATTGCCATTACAGCTGCG
 CACTGTTGGGAAGGGGATCGGTTGCGGGCTCTTCCGCTATTACGCGCACTGGCGAAAGG
 GGGATGTGCTCAAGGCGATTAAAGTTGGGTAACGCCAGGGTTTTTCCAGTACGACGTTG
 TAAACGACGCGCAGTGAATGTAATACGACTCACTATAGGGCAATCGGTTACATAAAT
 TACGGTAAATGGCCCGCTGGCTGACCCCAAAGCAGCCCGCCCTATTGACGCTCAATA
 TGACGTATGTTCCATAGTAACGCCAATAGGGACTTCCATTGACGCTCAATGGTGGAGT
 ATTTACGGTAAACTGCCACTTGGCAGTACATCAAGTGTATCATATGCAAGTACGCCCC
 CTATTGACGCTCAATGACGGAATAAGTGGCCGCTGGCATTATGCCAGTACATGACCTTAT
 GGACTTCTACTTGGCAGTACCTACTGATATGTCATCGCTATTCACATGATCGTATGATC
 GGTTTTGGCAGTACATCAATGGCGTGAAGCGGTTTTTACTCACGGGAGTTTCAAGTC
 TCCACCCATTGACGCTCAATGGGAGTTGTTTTGGCACAAAATCAACGGGACTTCCAA
 AATGTCTGAACAACTCCGCCATTGACGCAATGGGCGGTAGGCGTGTACGGTGGGAGG
 TCTATAAAGCAGAGCTCTTTAGTGAACGCTCAGATCGCTGGAGACGCCATCCACGCT
 GTTTGACCTCCATAGGACACCGGGACCGTCCAGCTCCGCGGACTTGTGTTGGTGGGT
 GAAACTCCCGCACTCTCGCCAGCGCTTGTAGAAGCCTCGGAGCTTAGGCTCTAGAAATGGA
 GGAGCCGACGTAGATCCTAGCTGAGCCCTCTGAGTCAGGAACATTTTACAGACT



ATGGAACACTCTCTGAAAAACAGTCTGTCCCCCTTGGCGTCCCAAGCAATGGATGA
 TTGTAGTCTGTCCCCGGACGATATTGAACAATGGTTCACTGAAGACCCAGTGGCAGATGA
 AGCTCCCAAGATGCCAAGGGCTGCTCCCCCGTGGCCCTGCACCCAGCAGCTCTACACC
 GGCGGCCCTGCACCCAGCCCTCTGCGCCCTGTCACTTCTGTCCCTCCAGAAAAC
 CTACAGGGCAGCTACGGTTCCTGCTGGCTCTTGGATTCTGGACAGCAAGTCTGT
 GACTTGCAGCTACTCCCTGCCCTCAACAAGATGTTTTGCCAAGTGGCAAGACCTGCC
 TGTGCAAGTGTGGTTGATTCCACACCAGCCCGCCGGCACCCGCTCCGCGCATGGCCAT
 CTACAAGCAGTCAACAGCAGTACGAGGAGTGTGAGGGCGTCCGCCCACTGAGCGCTG
 CTCAGATAGCGATGTTGCGCCCTCTCAGCATCTTATCCGAGTGGAAAGAAATTTGCG
 TGTGGAGTATTGGATGACAGAAAACATTTTGCAGATAGTGTGGTGGCTATGAGCC
 CGCTGAGTTGGCTGACTGTACCCATCCACTACAACATACATGTGTAACAGTTCCTG
 CATGGGCGCATGAACCGGAGGCCCATCTCTCACTATCACAAGTGGAAAGTGGGAGTGG
 TAATCTACTGGGACGGAACAGCTTTGAGGTGATGTTGTGCTGCTGCGGAGAGACCG
 GCGCAGAGGAAAGAAATCTCCGCAAGAAAGGGGAGCCTCACACGAGCTGCCCCAGG
 GAGCACTAAGCGAGCACTGCCAAACACCAAGCTCTCTCCCAAGCAAGAAAGAAACC
 AGCTGGATGAGAAATTTTCACTTCAAGTCCGTTGGGCGTGGAGCTTCCGATGTTCCG
 ACTGCTGAAGGCTTCCGCAAGTCAAGTACGAGTCCCGGACTGAGGAGGAGGAGGAGG
 CAGGGCTCACTCAGCCACTGAAGTCCAAAAGGGTCACTCACTCCCGCCATAAAAA
 ACTCATGTTCAAGCAGAAAGGGCTGACTCAGACTGAG



	#sites	-- Bp position of recognition site --																			
AatII	5	2634,	3650,	3703,	3786,	3972															
AccI	1	5380																			
AciI	62																				
AflIII	3	370,	823,	4962																	
AhdI	1	1711																			
AluI	25	421,	448,	502,	764,	990,	1080,	1126,	1383,	1904,	2004,	2067,	2746,	2765,	2993,	3250,	3468,	4094,	4441,	4489,	4572
		4686,	5060,	5148,	5192,	5283															
Alw44I	3	1137,	2383,	2880																	
AlwI	13	1390,	1464,	1476,	1561,	1574,	2038,	2341,	2359,	4171,	4186,	4274,	5248,	5438							
AlwNI	3	1234,	4455,	4972																	
ApoI	7	76,	105,	359,	2966,	2977,	3584,	4852													
AvaI	1	444																			
AvaII	4	1854,	2076,	4166,	4430																
BanI	5	1664,	3201,	3994,	4715,	4906															
BanII	4	3235,	4093,	4286,	5343																
BbsI	3	4156,	4421,	5027																	
BbvCI	1	4826																			
BbvI	21	210,	647,	728,	746,	1165,	1230,	1233,	1439,	1767,	2133,	2744,	3343,	3415,	3488,	4460,	4487,	4569,	4684,	4779,	4792
		5149																			
BciVI	2	1032,	2559																		
BfaI	8	380,	464,	1318,	1571,	1906,	3315,	4251,	4278												
BglI	6	511,	1830,	3406,	3613,	3735,	3806														
BlnI	1	463																			
BpmI	4	1801,	4121,	5032,	5350																
EpulOI	1	4826																			
BsaAI	3	3162,	3867,	4627																	
BsaHI	7	2252,	2634,	3650,	3703,	3786,	3972,	4126													
BsaI	2	1783,	5094																		
BsaJI	20	463,	512,	521,	556,	983,	3515,	3889,	4181,	4392,	4426,	4470,	4564,	4731,	5087,	5155,	5156,	5251,	5295,	5313,	5336
BsaWI	4	1029,	1176,	2007,	4995																
BseRI	5	395,	482,	4259,	4824,	5194															
BsgI	3	4479,	4509,	4682																	
BsiEI	5	736,	1160,	2083,	2232,	3437															
BsiHKAI	7	1137,	2298,	2383,	2880,	4093,	5161,	5172													
BsII	19	200,	556,	665,	839,	857,	1023,	1302,	2750,	3054,	3380,	4174,	4366,	4518,	4706,	4726,	4922,	5082,	5219,	5313	
BsmAI	8	116,	1783,	2548,	2701,	2754,	3958,	4124,	5094												
BsmBI	3	2700,	2754,	4124																	
BsmFI	13	29,	425,	619,	3690,	3841,	4009,	4165,	4351,	4363,	4390,	4544,	4604,	5050							
BsmI	2	4449,	4597																		
BspI286I	11	1137,	2298,	2383,	2880,	3235,	4093,	4286,	4907,	5161,	5172,	5343									
BspHI	4	35,	1543,	2551,	2656																
BspLU11I	3	370,	823,	4962																	
BspMI	1	4673																			
BsrBI	3	754,	2555,	3306																	
BsrdI	4	87,	1770,	1952,	4370																
BsrI	19	413,	579,	1226,	1239,	1356,	1762,	1880,	1923,	2187,	2362,	3077,	3526,	3552,	3824,	4663,	5023,	5034,	5047,	5221	
BssKI	23	850,	971,	984,	1202,	1898,	2249,	2750,	2785,	3515,	3618,	3811,	4120,	4163,	4181,	4393,	4427,	4524,	4564,	4712,	5082
		5156,	5314,	5330																	
BssSI	4	996,	2380,	2687,	5144																
Bst4CI	17	785,	856,	1326,	1639,	2154,	2722,	2757,	3137,	3423,	3603,	3725,	3796,	4070,	4108,	4575,	4938,	4971			
BstAPI	2	190,	2882																		
BstF5I	14	351,	599,	1696,	1877,	2164,	2780,	3482,	4131,	4375,	4873,	4948,	5005,	5224,	5308						
BstUI	18	669,	671,	869,	1450,	1780,	2273,	2605,	2705,	2707,	2810,	2971,	3347,	3367,	3391,	3396,	4239,	4721,	4727		
Bsu36I	1	4922																			
Cac8I	17	206,	752,	838,	875,	1435,	1826,	2839,	3265,	3308,	3322,	3445,	3465,	3469,	3613,	3806,	4221,	5170			
Cfr10I	4	1796,	3265,	4498,	5097																
Csp6I	10	2195,	2871,	3747,	3772,	3827,	3860,	3911,	4068,	4630,	4941										

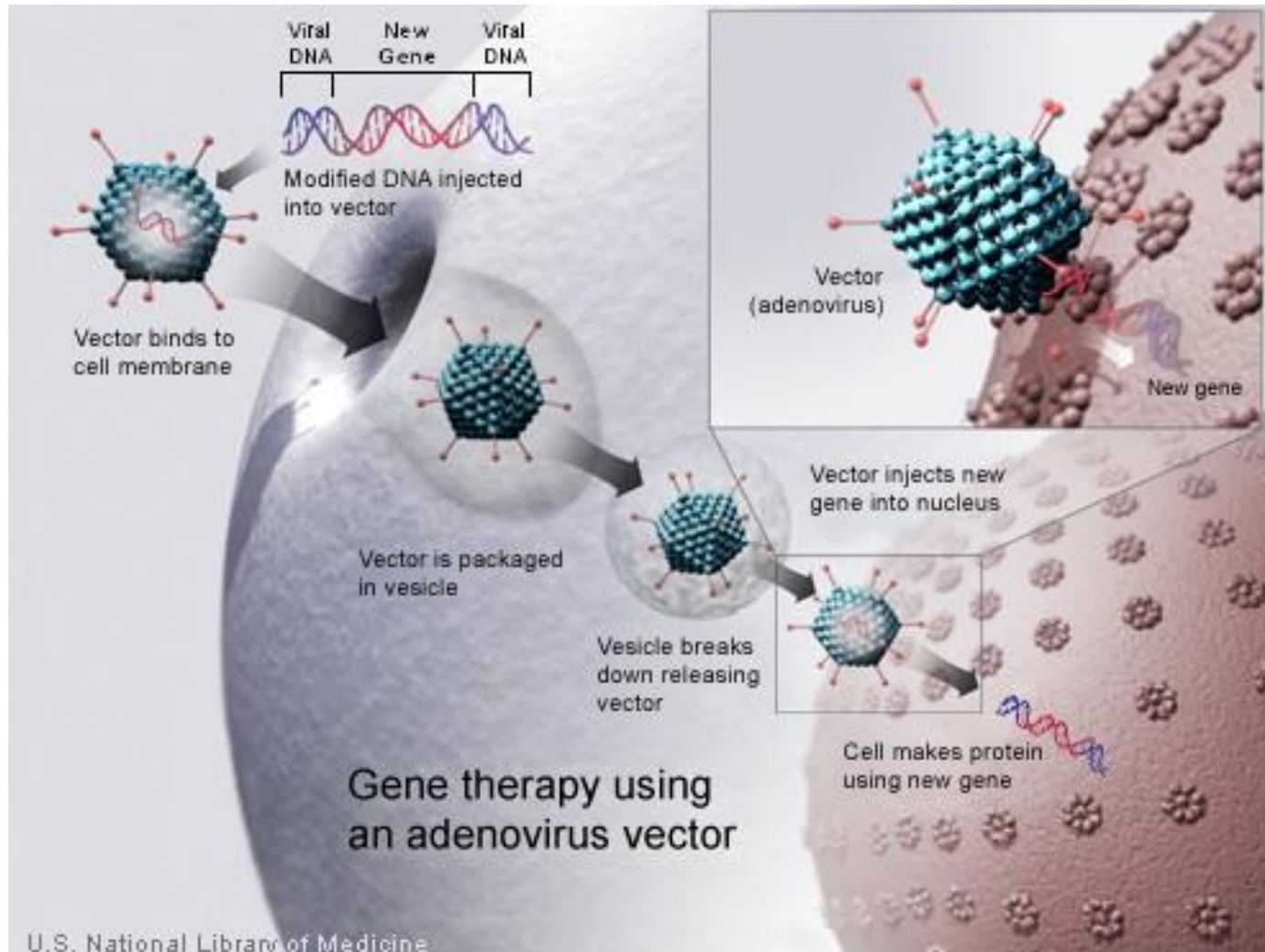
Geenide ülekanne

1. Bakteri plasmiidiga
2. Viirustega

Kui neile on soovitud geen lisatud, nimetame teda **geenivektoriks**.

3. Kullapüstoliga
4. Taimedesse Agrobakteriga

Viirusvektor viib soovitud geeni rakku



Kuidas kergesti aru saada, et soovitud geen on üle kandunud?

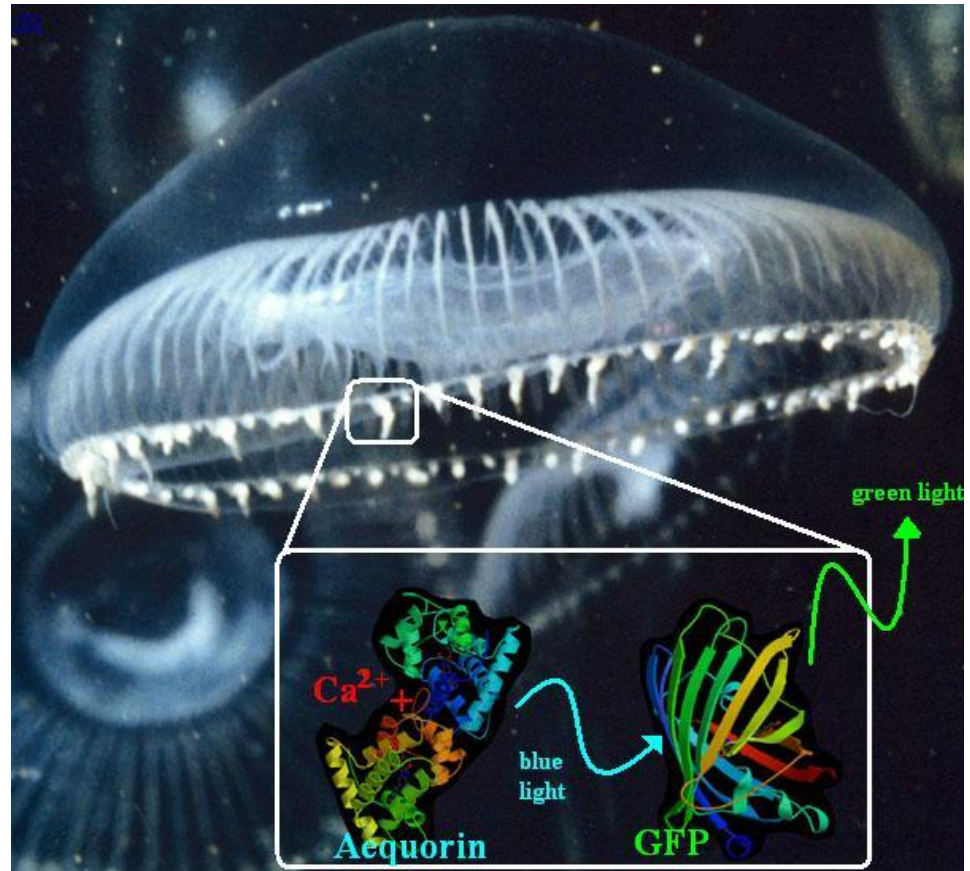
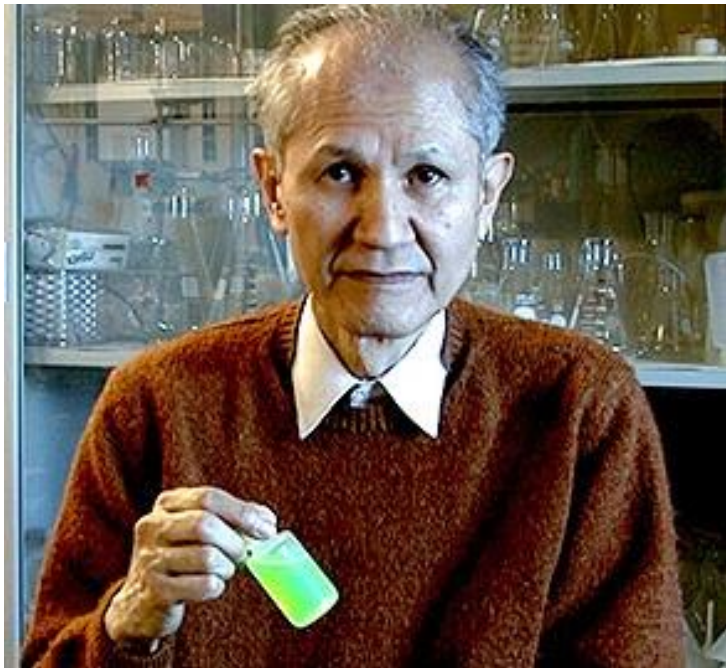
Üle viidavale geenile on **markergeen** külge pandud.

Näiteks kasutatakse GFP (helenduv) geeni markerina:

Kui uuritava geeni lõppu, enne stopp-koodoneid, on sisestatud GFP geen, siis vastava valgusüntees ei peatu enne, kui ka GFP-valk on valmis.

Nii saab üle viidud geeni avaldumist organismis kindlaks teha: vaatad ja näed, et helendub!

Fluorestseeruv valk – GFP on saadud meduusist.



O. Shimura eraldas vastava geeni esimesena
Nobeli preemia 2008



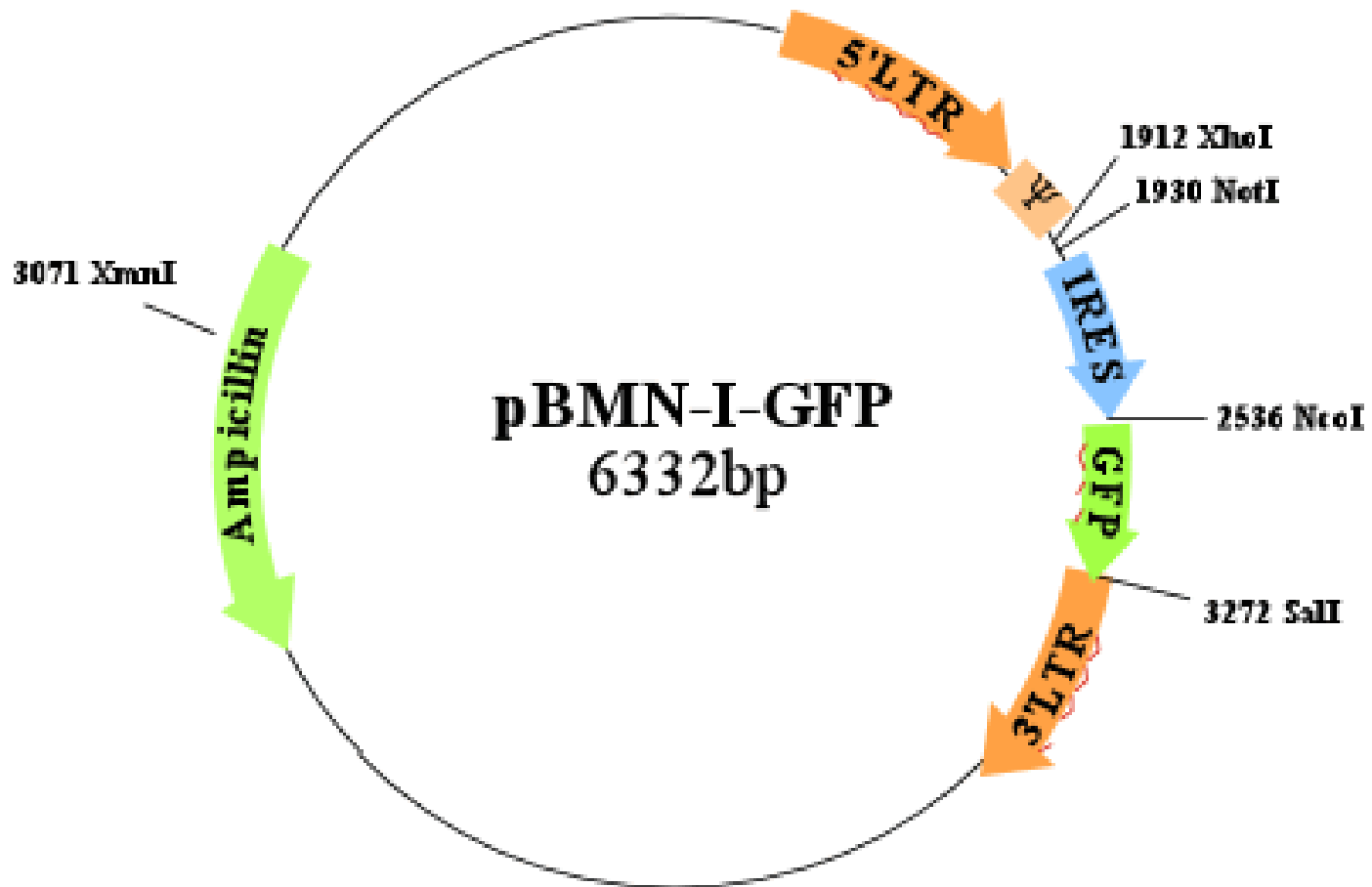
Helenduvad geenid on lisatud vaid markerina, et olla kindel geeni ülekandes.

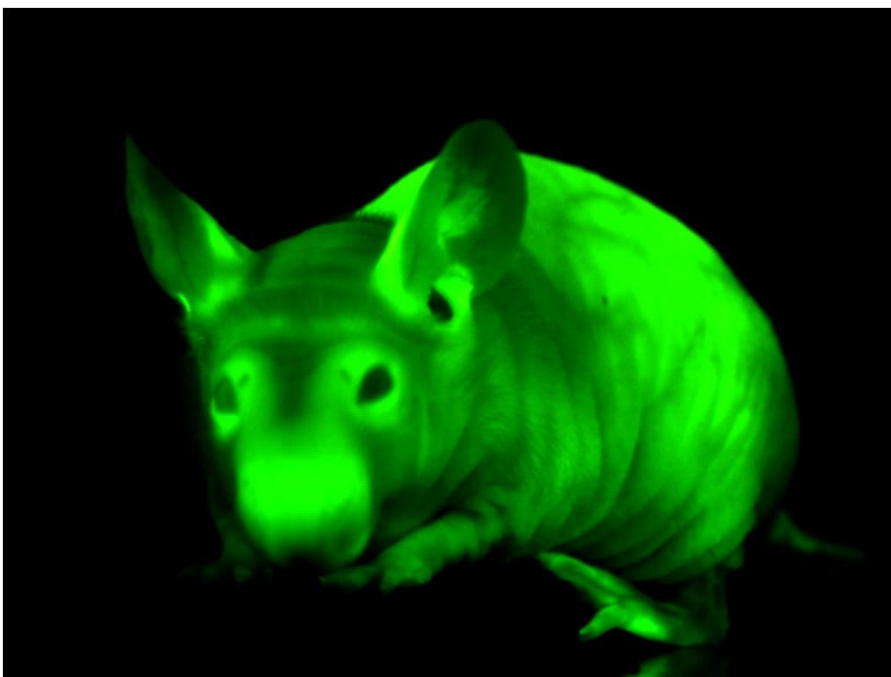
Albiino jänes hüppab ringi nagu iga tavaline jänku, kuid pimedas toas UV-valgusel hakkab helenduma.



Helenduv kärss

Plasmiid, mis sisaldab GFP-geeni ja
antibiootikumiresistentsust määravat geeni





Inimese kasvajat põhjustavale geenile on lisatud GFP- geen. See on viidud hiire rakkudesse ning nüüd on võimalik jälgida kasvaja arengut, siirdeid jne.



Fig. 18. Dr Okabe's eGFP-expressing neonate mice look "green" all over their body when illuminated with an UV source (see: <http://kumikae01.gen-info.osaka-u.ac.jp/tg/tg-ad.cfm>).

Geenitehnoloogia

- GMO: geneetiliselt muundatud organism:
 - Transgeensed organismid
 - On sisse viidud teise liigi geene
 - Põhineb rekombinantse DNA tehnoloogial
 - Nokautorganismid
 - On nende enda geen välja lülitatud
(esimene USA-s müüki jõudnud GMO tomat-
kauavalmivate viljadega)

Geenitehnoloogia

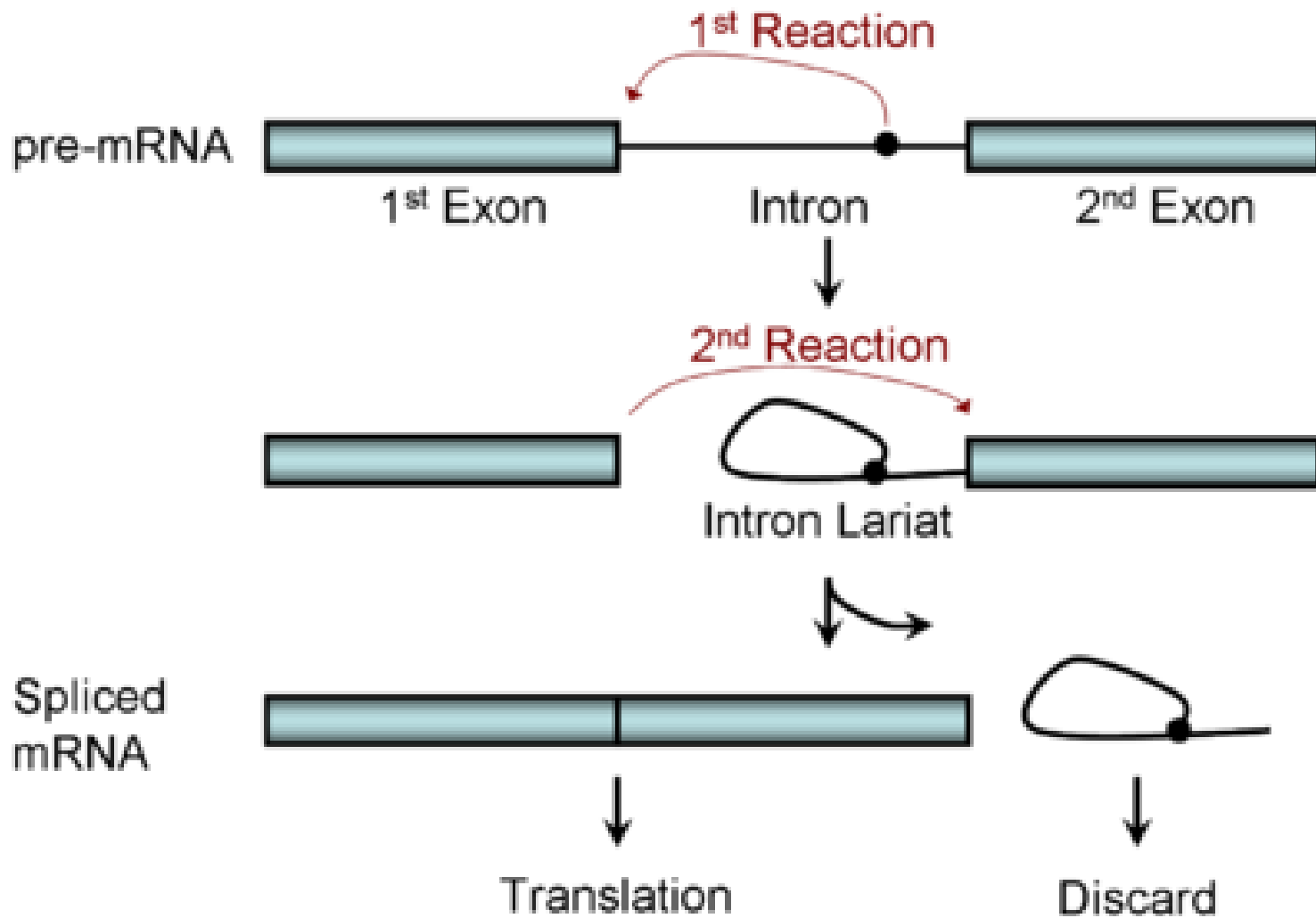
Meie ja teiste loomade, seente ja taimede geenid on **intronid** ja **eksonid**.

Pärast transkriptsiooni lõigatakse intronid välja ja ainult kokkuliidetud eksonid moodustavad mRNA, mille alusel sünteesitakse valk.

Bakter ei tunne ära introneid, vaid „loeb“ kõike!

Kui tahame bakterisse eukarüootse organismi geeni viia, siis peame selle mRNA alusel tegema DNA - retroviirustel olemas **pöördtranskriptaas (revertaas)**, mis selle töö ära teeb.

Nüüd teeb bakter sama valku, mis see geen inimese rakuski teeb.



- Esimene GM bakter loodi Kalifornias 1971. aastal
- 1973 – esimesed rekombinantset viirused ja bakterid
- 70-ndate aastate teisel poolel hakati looma genoomipanku
- 1978 esimene inimese valku (insuliin) tootev bakteritüvi
- Esimesed GM taimed tehti Belgias ja Missouris 1983. aastal (tubakataimed).

Bakterid toodavad inimese valke alates 1978.aastast

Esimene oli **insuliin**.

Inimese kasvuhormoon

Erütropoietiin aneemia raviks

Interferoon, mis reguleerib immuunsüsteemi

Vere hüübimisfaktorid

Difteeria ja teetanuse vaktsiin

Pärmseened teevad B-hepatiidi vaktsiini

Putukarakud toodavad papilloomi vaktsiini

Transgeensed loomad

- Esimene transgeenne hiir saadi 1981.a.: roti kasvuhormooniga kasvas 2 X suuremaks.
- Miks hiiri kasutatakse kõige rohkem?
 - On imetaja
 - Paljuneb kiiresti – tulemused ilmnevad kiiresti
- 2013 a kevadel/suvel tulid Tartus veterinaaria instituudis ilmale 2 transgeenset lehmvasikat, kes pidid kasvuhormooni oma piimas hakkama tootma

Transgeensed loomad

- Geenivektoritena kasutatakse viirusi või viiakse vajalik geen otse mikropipetiga hiire viljastatud munarakku
 - Munaraku viljastamine in vitro
 - Geeni siirdamine mikropipetiga
 - Embrüo siirdamine asendusemasse
 - Tiinus, järglase sünd = transgeensed isendid ja kandub edasi ka nende järglastele!

Näited ravimeid tootvatest loomadest

- GM-kitse piimas antikehad kasvajate vastu
- GM-lehma piimas laktoalbumiin enneaegsetele lastele
- GM-sead toodavad inimese hemoglobiin



Geenitehnoloogia loomade tõuaretuses

- Sigade ja lammaste kaal kasvas 30%
- Kalkunite munevus suurenes
- Lihaloomad, kelle tailiha ja rasva osakaal on täpselt määratud
- Forell jt kalad kasvasid 2 korda suuremaks
- Eestis toodetakse TÜMRI laborites transgeenseid hiiri ja müüakse neid maailma teadusasutustesse katseteks.

Geenitehnoloogia loomade tõuaretuses

- 2013. mais sündis Põllumajandusakadeemias transgeenne vasikas Mai, kes suri varsti, juunis sündis teine transgeenne kloonvasikas Juuni, kes elas peaaegu kolmekuuseks, kuid suri. Neile oli sisse viidu inimese kasvuhormooni tootev geen, mida oleks inimesed saanud nende toodetud piimaga omandada. (Sulev Kõks ja Ülle Jaakmaa). Tekkis hingamispuudulikkus, mis transgeensetele imetajatele väga omane.
- 2014.sept./okt. sündis vasikas, kellele sooviti lisada kasvuhormooni määravat geeni. Praegu (2018.a.) kloonloom elus, kuid selgus, et geeni sisseviimine ebaõnnestus, seega kasvuhormooni ei tooda.

Geenitehnoloogia loomade tõuaretuses

- Kloonloomade probleemid:
 - ülekaalulisus, vajadus geisrilõike järele;
 - hingamisprobleemid, sest kopsud ei taha töötada;
 - jalgade nõrkus, eriti tagajalgade nõrk kandvus;
 - suurloomade puhul liigsöömisest ja vähesest liikumisest tekkivad koolikud ja soolekeerdmised.
- See kõik suurendab nende suremust. Lisaks küsimus, kuidas neid hormoone, aineid eraldada, müüa?

Transgeensed loomad

- Transgeensete suurimetajate saamine on keerukas:
 - munaraku kahjustamine, tänapäeval viiakse üha enam geen in vitro embrüonaalsesse tüvirakku. Need omakorda uude varajasse embrüosse
 - embrüosiirdamine ei ole sageli edukas jne.
 - Ei ole olemas geenivektorit, mis integreeruks alati vajalikus kohas (kahjustab olemasolevaid geene)
 - Siiratud geen vajab veel koespetsiifilist promootorit, et hakkaks tööle õiges kohas ja ajas
 - Väga suur katsete arv! (200-300 katset , see võib mõjutada katsealuse elukvaliteeti!)

Jõulusea geneetiliselt muundatud sööt tuleb Paraguayst

Lõuna-Ameerika riigid Argentina, Brasiilia ja Paraguay on maailmas USA järel suurimad geneetiliselt muundatud taimede kasvatajad.

Sigade, lindude ja lehmade jõusööt – sojasrott.

Sojasrotiga toidetud tööstuslikult kasvatatud loomad võrsuvad kiiremini. 2 kg broileri kasvatamiseks kulub sojasöödaga kasvatades 40 päeva. GM-soja tuleb enamikus Ameerikast.

70%

maailma sojasaagist on geneetiliselt muundatud.

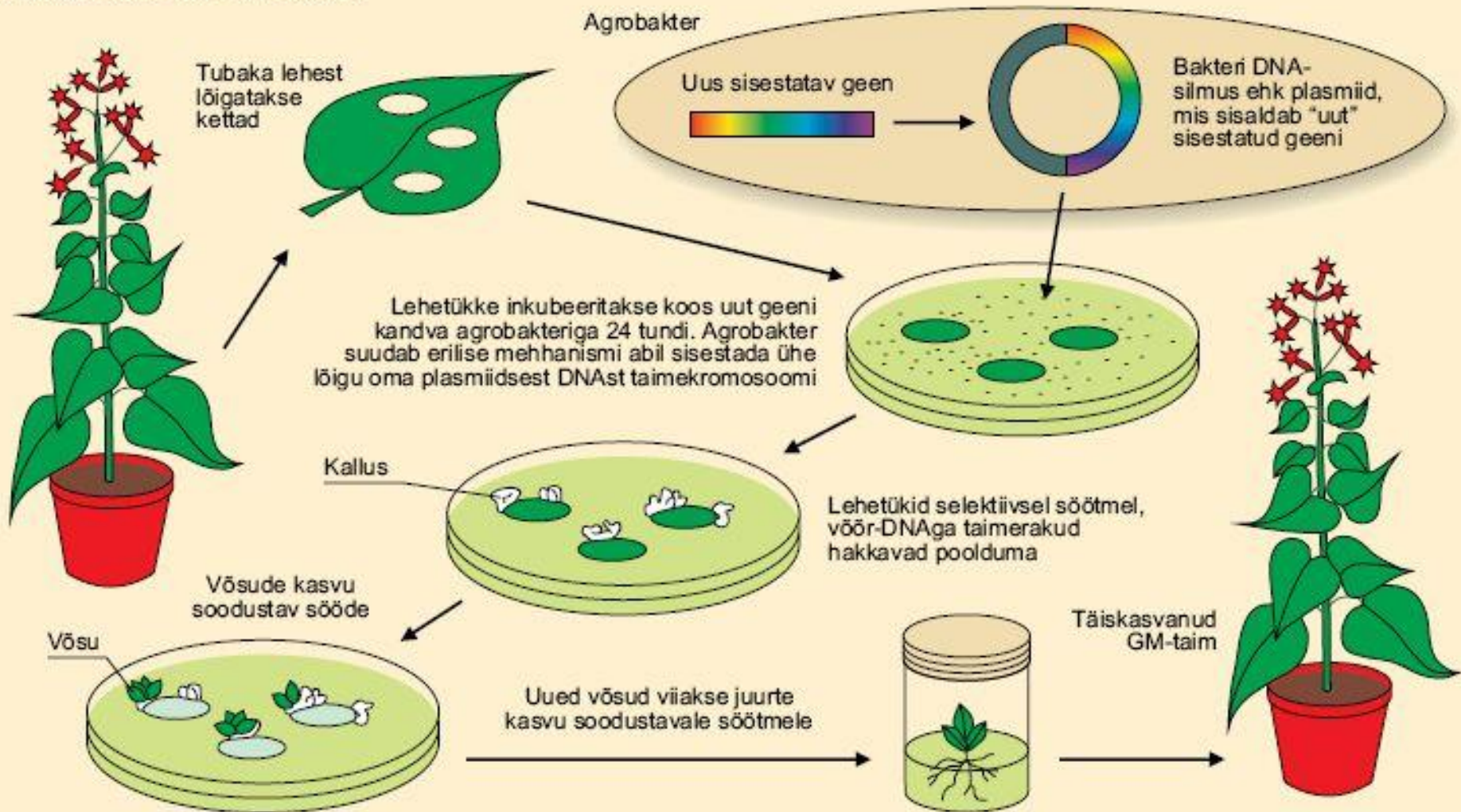


Alto, Creative Art, Inc.

http://www.eko.org.ee/gmo/index.php?option=com_content&task=view&id=31&Itemid=42

GM-taime valmistamine

Et eraldada DNA-ahelast siirdamiseks vajalikke geene, kasutatakse restriksiooniensüüme, mis lõikavad DNA-ahela soovitud kohast lahti ja valivad vajalikud geenid. Need DNA-lõigud viiakse bakteri DNAsse – plasmiid. Bakter paljuneb kiiresti ja lühikese aja jooksul valmistatakse tuhandeid "uue" geeni koopiaid. Plasmiidis sisalduv DNA-lõik koos "uue" geeniga kantakse agrobakteri vahendusel taimerakkudesse, mis võimaldab saada transgeense ehk GM-taime.



Kasutatud kirjandus

- <http://www.bioneer.ee/eluviis/tarbimine/aid-4067/Mis-on-GMO->
- <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/f/f2/GloFish.jpg/220px-GloFish.jpg>
- <http://f3.pmo.ee/f/2009/12/14/282651t41h420e.jpg>
- http://www.eko.org.ee/gmo/index.php?option=com_content&task=view&id=31&Itemid=42
- Suulised andmed Maaülikoolist (Ülle Jaakma, Elina Mark)
- Viikmaa, M.; Tartes, U. ((2008): Bioloogia Gümnasiumile II, 3. kursus. Eesti Loodusfoto
- Tenson, T., Kaldalu, N.; Tehnunen, A. (2013): Bioloogia Gümnaasiumile 3., Avita