



Gimnazija in ekonomska srednja šola Trbovlje

Avtentična naloga

GENSKI INŽENIRING

Mentorji:

Irena Lavrač,

Jelena Keršnik,

Katarina Bola Zupančič in

Matjaž Pajk

Avtorji:

Erik Medvešek

Jakob Grošelj in

Nejc Pelko,

2.a, ITS Virusi

Trbovlje, maj 2021

Kazalo

Kazalo.....	2
Kazalo slik.....	3
Kazalo ikon.....	4
Povzetek	5
1. Uvod.....	6
1.1. Genski inženiring.....	7
1.1.1. Začetki genskega inženirstva	7
1.1.2. Vpogled v prihodnost in situacija danes.....	7
1.2. Biotehnologija	7
1.3. O GSO	8
1.4. Rastlinski virusi.....	9
1.4.1. Zgradba rastlinskih virusov	9
1.5. Rastlinske bolezni.....	9
2. Glavni del (opis igre).....	10
2.1. Vključene rastline.....	10
2.1.1. Krompir	10
2.1.2. Vinska trta.....	10
2.1.3. Industrijska konoplja	11
2.1.4. Paradižnik	11
2.2. Vključene rastlinske bolezni.....	12
2.2.1. Krompirjev virus Y.....	12
2.2.2. Rdeči listni ožig	13
2.2.3. Rak konoplje	14
2.2.4. Virus rjave grbančavosti plodov paradižnika.....	15
2.3. Cilj igre	16
2.4. Napotki za igranje	16
3. Zaključek	17
4. Viri.....	18

Kazalo slik

Slika 1 Rastlina krompirja med cvetenjem	10
Slika 2 Rastlina vinske trte z grozdi.....	10
Slika 3 Rastlina industrijske konoplje	11
Slika 4 Rastlina paradižnika s plodovi	11
Slika 5 Primerjava okuženega in zdravega krompirja	12
Slika 6 Trta okužena z rdečim listnim ožigom.....	13
Slika 7 Industrijska konoplja, katero je napadel rak konoplje	14
Slika 8 Listi in plodovi okuženega paradižnika s ToBRFV	15
Slika 9 Tako izgleda igra	16

Kazalo ikon

Ikona 1 Zdrav krompir	12
Ikona 2 Okužen krompir	12
Ikona 3 Zdrava vinska trta	13
Ikona 4 Okužena vinska trta	13
Ikona 5 Zdrava industrijska konoplja	14
Ikona 6 Okužena industrijska konoplja.....	14
Ikona 7 Zdrav paradižnik.....	15
Ikona 8 Okužen paradižnik	15
Ikona 9 Vrtnar, ki ga kontrolira igralec	16
Ikona 10 Zapolnjena vrstica napredka.....	16
Ikona 11 Goba, ki nas vrže visoko v zrak	16

Povzetek

Namen naše avtentične naloge je bil približati gensko inženirstvo in gensko spremenjene organizme (na kratko GSO) ljudem. Zato smo v sklopu naloge izdelali precej poenostavljen in privlačen prikaz genskega inženiringa s pomočjo virusov v obliki videoigre. Med branjem literature smo prišli do ugotovitev, da izvajamo genski inženiring že tisočletja v obliki križanja in odbiranja rastlin in živali. Prav tako smo ugotovili, da GSO, ob ustreznem ravnanju, nimajo nobenega negativnega vpliva na okolje. Vpliv na naše zdravje ob njihovem uživanju pa je za enkrat še premalo raziskan, saj lahko gensko spremenjene rastline proizvajajo snovi, ki bi lahko pri nekaterih ljudeh povzročale alergijske reakcije in druge nevarnosti.

Ključne besede: genski inženiring, rastlinska bolezen, GSO, biotehnologija, virus

Abstract

The purpose of our authentic assignment was to educate people about gene editing and genetically modified organisms (GMO for short). As part of our assignment, we have programmed a videogame, which takes you through an attractive and simplified display of gene editing using viruses. Whilst researching for this assignment, we concluded that humans have been executing gene editing in the form of crossing and artificial selection of plants and animals for millennia. We have also concluded that GMOs do not pose any threats to our ecosystems, with proper management. However, the effects of consuming GMOs are still unknown and understudied as genetically modified crops could produce substances, which could cause an allergic reaction and other inconveniences.

Keywords: Gene Editing, Plant Disease, GMO, Biotechnology, Virus

1. Uvod

Smo dijaki drugega letnika splošne gimnazije in pri interdisciplinarnem tematskem sklopu Virusi smo se odločili za izdelavo avtentične naloge na temo genskega inženiringa in gensko spremenjenih organizmov. Za to temo smo se odločili, saj se v zadnjih nekaj letih pojavlja vse več debat o tem, da so gensko spremenjeni organizmi (na kratko GSO) in genski inženiring nekaj slabega. Nas je zanimalo ali to drži in kaj pravzaprav genski inženiring sploh je.

Cilj naše avtentične naloge je bil približati principe genskega inženiringa in gensko spremenjene organizme ljudem. Zato smo se odločili, da v sklopu naloge izdelamo tudi posplošen prikaz genskega inženiringa s pomočjo virusov v obliki videoigre.

Najprej smo raziskali genski inženiring v preteklosti, danes in kakšen bi lahko bil v prihodnosti, nato smo raziskali gensko spremenjene organizme in njihov vpliv na naše telo in okolje, na koncu pa smo raziskali rastlinske bolezni ter rastlinske viruse in kako vnašajo dedni material v gostiteljsko celico.

Sledi glavni del naloge, v sklopu katerega smo izdelali videoigro. V glavnem delu so opisane rastlinske vrste in rastlinske bolezni, ki smo jih vključili v igro. Na koncu pa smo zapisali še kratka navodila za igranje.

1.1. Genski inženiring

Preden začnemo s čimerkoli drugim, moramo sprva definirati, kaj genski inženiring sploh je.

Torej genski inženiring je v širšem pomenu spreminjanje dednega zapisa in s tem spreminjanje živega organizma. Uporablja se predvsem za ustvarjanje novih in izboljšanih različic pridelkov, domačih živali. Uporablja se tudi za spreminjanje bakterij in virusov, katere uporabljamo za ustvarjanje novih zdravil. Genski inženiring je eden večjih dosežkov na področju biotehnologije.

1.1.1. Začetki genskega inženirstva

Moderni genski inženiring je dokaj mlada tehnologija, saj jo uporabljamo komaj 50 let. Toda človek že tisočletja predvsem z odbiranjem in križanjem ustvarja nove rastlinske in živalske vrste. Tako so npr. nastali psi iz volkov in ohrovti iz divjega zelja.

Že v sredini sedemdesetih let so se začeli pojavljati dvomi in strahovi javnosti in znanstvenikov o mogočih negativnih vplivih gensko spremenjenih organizmov, kateri so prisotni še dandanes.

1.1.2. Vpogled v prihodnost in situacija danes

Nadaljnji razvoj področja genskega inženiringa na rastlinah, živalih in predvsem na ljudeh nam odpira pot do marsikaterih pozitivnih odkritij kot so: odpornost na razne bolezni, izkoreninjenje dednih bolezni in raznih okvar. Vendar se bomo morali med razvojem te tehnologije večkrat vprašati, če smo šli predaleč in odgovoriti na etične dileme.

Argumentov, ki podpirajo in zavračajo genski inženiring, je več. Razlogi za nadaljnji razvoj so predvsem odpravljanje prej neozdravljivih bolezni in daljšanje življenjske dobe. Razlogi proti genskemu inženiringu pa so predvsem dejstva o neraziskanosti te metode, vprašanja o dolgotrajnih posledicah ter možnosti napak in velika nevarnost pri izvajanju genskega inženiringa.

1.2. Biotehnologija

Biotehnologija je interdisciplinarna veda, ki združuje znanje biologije, kemije in tehnologije v raziskovalne namene. V širšem pomenu je biotehnologija mešana uporaba inženirskih in molekularno bioloških znanj, katerih cilj je izboljšava v gospodarski uporabi organizmov, njihove sestave, lastnosti in seveda proizvodov. Biotehnologija se nagiba k sodobnim metodam spreminjanja in manipulacije sestave mikroorganizmov, k sledenju njihovih procesov in vodenju prav teh. za našo nalogo je najbolj pomembna rastlinska stran biotehnologije, ki obravnava spreminjanje in dolgoročno izboljšanje agronomskih lastnosti rastlin, z uporabo DNA markerjev. Obravnava vprašanja biološke varnosti gensko spremenjenih rastlin, diagnostiko rastlinskih patogenov ter uporabo genomskih podatkov iz modelnih rastlinskih sistemov.

Biotehnologijo delimo na 4 razrede. Prva je siva biotehnologija, ki se ukvarja z izkoriščanjem naravnih virov in principov, z namenom pridobivanja biološko pomembnih materialov, kemikalij in goriv. Zelena biotehnologija se ukvarja s podobnimi problemi, le na nivoju kmetijstva, tako kot se rdeča biotehnologija na nivoju medicine in modra biotehnologija na področju voda.

Madžarski kmetijski inženir Karl Ereky je prvi uporabil izraz biotehnologija leta 1919 na Madžarskem v knjigi *Biotechnologie der Fleisch, Fett und Milcherzeugung im landwirtschaftlichen Großbetriebe*.

Uporaba biotehnologije se kaže na področjih bioloških zdravil, genske terapije, genskega testiranja, presejalnih testov in testiranja celičnih kultur in organizmov.

Seveda je biotehnologija ključna tudi za zdravje, saj se sooča z zadevami kot so cepiva, odkrivanje genetskih napak, kloniranje humanih genskih proizvodov, odkrivanje patogenih organizmov in genska terapija.

Za našo nalogo je najbolj pomembna kmetijska uporaba biotehnologije, ta pa obsega pripravo rastlin z odpornostjo na obolenja, izboljšanje semenske kvalitete, uravnavanja rasti, ter zagotavljanje enostavne in cenene diagnoze ter testiranja toksičnih vsebin.

1.3. O GSO

Kratice GSO pomeni gensko spremenjen organizem. To so organizmi, pri katerih je človek spremenil dedni zapis (DNK) organizma. To omogoča sodobna biotehnologija, s katero lahko prenašamo gene iz enega organizma v drugega. V naravi je to mogoče le med osebki istih vrst, z biotehnološkimi postopki pa je to možno tudi med različnimi vrstami. Na ta način je mogoče v rastline prenašati gene povsem drugih rastlin in celo živali. Prva, uradno pridelana gensko spremenjena rastlina, je bil paradižnik z večjimi in obstojnejšimi sadeži. Zaradi tega smo se tudi odločili, da vključimo paradižnik v našo igro.

Najpomembnejša vprašanja pri rastlinskih GSO sta zagotovo vprašanja o tem, kakšen vpliv imajo GSO na okolje in kakšen vpliv imajo na naše zdravje.

Za odgovor na prvo vprašanje lahko vzamemo za primer širjenje cvetnega prahu gensko spremenjenih rastlin. Cvetnega prahu ne moremo kontrolirati, s tem pa se lahko širijo ti novi geni gensko spremenjenega organizma na druge sorodne vrste, ki niso bile gensko spremenjene. Nekateri strokovnjaki opozarjajo, da bi to lahko vodilo do rušenja raznovrstnosti sort in s tem do rušenja ekosistemov, v katerih smo vsi medsebojno povezani, prav tako ljudje kot rastline in živali. Zato moramo pri gojenju GSO biti zelo pazljivi, da ne povzročimo nepovratne škode. Drugače pa, ob ustreznem ravnanju pridelovalcev, GSO-ji ne vplivajo škodljivo na okolje.

Pri odgovoru na drugo vprašanje pa ne moremo podati točnega odgovora. Gensko spremenjeni organizmi lahko povzročajo nepričakovane alergijske reakcije in druge težave, saj lahko vsebujejo snovi, na katere naše telo ni privajeno. Tako bi lahko npr. gensko spremenjene rastline, ki vsebuje delček tujih genov, proizvajale določene snovi, ki bi lahko povzročile alergije pri ljudeh, ki sicer na to živilo niso alergični. Potrebno pa je poudariti, da so takšni primeri redki, in da je potrebno izvesti še nešteto raziskav vpliva GSO na naše zdravje.

Genetske spremembe vplivajo na številne izdelke, ki jih uživamo na dnevni ravni. Ker število GSO, ki so na voljo za komercialno uporabo, vsako leto narašča, projekt Non-GSO skrbno dela na tem, da bi zagotovili najbolj natančne in posodobljene standarde za preverjanje vsebnosti GSO.

Na organizmih lahko izvajamo genski inženiring na različne načine, mi pa se osredotočamo na prenos dednega materiala s pomočjo lizogenih virusov. Lizogeni virusi so virusi, ki po vbrizganju lastnega dednega materiala v celico, ta dedni material »zapakirajo« v dedni zapis celice. S tem ne povzročajo razpada celice, kar povzročajo litični virusi. Čeprav lahko viruse uporabimo v svoj prid, imajo ti v naravi predvsem negativen vpliv.

1.4. Rastlinski virusi

Rastlinski virusi so povzročitelji številnih bolezni rastlin. Velika večina rastlinskih bolezni ni nevarnih za ljudi, a moramo pri delu z obolelo rastlino vseeno biti previdni in delovati v skladu s higienskimi ukrepi. Praktično vse kulturne rastline okužujejo virusi. Prva pisna omemba rastlinske bolezni, ki jo je povzročil rastlinski virus, je v stari japonski pesmi, ki jo je napisala japonska vladarica Koken leta 752.

Konec 19. stoletja je bilo že znano, da so povzročiteljice številnih bolezni bakterije, ki pa niso prihajale skozi takrat poznane filtre. Leta 1886 Adolf Eduard Mayer opisal bolezen tobaka, ki jo je poimenoval »mosaikkrankheit« in za katero danes vemo, da jo povzroča virus tobačnega mozaika.

1.4.1. Zgradba rastlinskih virusov

Virusi imajo beljakovinski plašč, imenovan tudi kapsida, ta pa je sestavljen iz ponavljajočih se podenot, imenovane kapsomere. Te kodirajo virusni genom. Če viruse opazujemo pod mikroskopom, hitro opazimo da so najpogostejše oblike rastlinskih virusov nitasta, izometrična, bacilasta (paličasta) in parnoizometrična. Bolj redki so rastlinski virusi kroglaste oblike. Oblika vpliva tudi na samo velikost virusa.

Med najmanjšimi so virusi izometrične oblike, katerih premer sega od približno 18 do 90 nm, največji pa so nitasti virusi (dolgi so pribl. 1000 nm). V igri smo rastlinski virus ponazorili z bakteriofagom, ki sicer napada predvsem bakterijske celice. Odločili smo se za obliko bakteriofaga zaradi jasnejše ponazoritve, kako virus vbrizga svojo dedno snov v rastlinsko celico.

Razlikuje se tudi število genov, ki so kodirani z virusnim genomom. Večina virusnih genomov ima vsaj tri gene; vsaj enega, ki kodira gibalni protein, vsaj enega ki kodira plaščni protein in vsaj enega, ki uravnava pomnoževanje nukleinskih kislin.

Genom virusov lahko predstavlja ena molekula DNA ali RNA, ali pa genom sestavlja več molekul nukleinskih kislin. Količina molekul nukleinskih kislin oz. genomskih komponent pri rastlinskih virusih lahko variira od 1 do 12.

1.5. Rastlinske bolezni

Rastline, tako kot ljudje, zbolevalo za številnimi boleznimi, katere povzročajo številni dejavniki. Razlog za bolezen so lahko rastni pogoji (količina vode, količina sončne svetlobe ...), ter številne bakterije, glive in virusi.

Kadar se na rastlini pojavi rja (manjše ali večje rjave pike), nagubanost listov, ali nenadno odmrtje rastlinskega tkiva, pomeni v veliki večini primerov, da je rastlino napadla neka bakterija, gliva ali virus.

2. Glavni del (opis igre)

2.1. Vključene rastline

Da smo lahko v igro implementirali rastlinske bolezni, smo se morali odločiti, katere rastline bomo implementirali. Odločili smo se za krompir, vinsko trto, industrijsko konopljo in paradižnik.

2.1.1. Krompir

Krompir (*Solanum tuberosum*) je zelo poznana rastlina iz družine razhudnikovk. Izvira iz Južne Amerike, danes pa se kultivira praktično po celotnem svetu in je četrta najpomembnejša kulturna rastlina po količini pridelane hrane na svetu. Za prehrano se uporabljajo njegovi gomolji.

Zaradi tako velike pomembnosti krompirja v globalni prehrani, smo se odločili, da ga v igro vključimo, saj ima lahko še tako majhna zmanjšanje produktivnosti rastline, in s tem količine pridelka, hude posledice. Primer hude posledice je irska velika lakota, imenovana tudi velika krompirjeva lakota, ko je zaradi slabše letine, ki jo je povzročila krompirjeva plesen, prišlo do hudega pomanjkanja hrane.



Slika 1 Rastlina krompirja med cvetenjem

2.1.2. Vinska trta

Vinska trta (*Vitis vinifera*) spada v družino vinikovk. Je pomembna rastlina, katere plodovi se uporabljajo za izdelavo vina že tisočletja. Plodovi so grozdi, ki so lahko vijolične, rdeče ali bele barve. Prihaja iz Azije, danes pa se goji na vseh kontinentih. Bolje uspeva na bolj sončnih legah in toplejših krajih, zato najdemo veliko vinogradov na prisojni strani hribov ter v Mediteranu.



Slika 2 Rastlina vinske trte z grozdi

2.1.3. Industrijska konoplja

Konopljo (*Cannabis sativa*) dobro poznamo kot prepovedano drogo, s katero se lahko dobro omamimo. A konoplja je zelo koristna rastlina, katero lahko uporabimo na nešteto načinov. Iz konopljinih vlaken lahko spletemo tkanino, in posledično tudi oblačila, v prehrani lahko uporabljamo konopljina semena in konopljino olje, iz konoplje so narejeni številni blažitelji bolečin in druga zdravila. Iz zmletih konopljinih stebel je možno narediti celo izolacijo. Skratka, z gotovostjo lahko trdimo, da je konoplja zelo uporabna rastlina, in počasi se spet vrača na polja.

Konoplja se uporablja že tisočletja, vzgajali so jo že Mezopotamci in antični Egipčani. V današnjih dneh pa je dovoljeno gojiti le industrijsko konopljo, ki ima zelo nizko vsebnost THC, ki nas lahko omami. Zato je strah pred produkti industrijske konoplje neutemeljen.

Zaradi tako velike uporabnosti industrijske konoplje, smo se odločili, da jo implementiramo v našo igro.



Slika 3 Rastlina industrijske konoplje

2.1.4. Paradižnik

Paradižnik (*Solanum lycopersicum*) je rastlina iz družine razhudnikovk in je sorodna krompirju, papriki ter jajčevcu. Izvira iz Srednje in Južne Amerike na območju Mehike in Peruja. Danes je zelo priljubljen po vsem svetu, zato ga tudi gojimo na vseh kontinentih. Obožuje bolj tople kraje z dovolj vlage, zato se v Evropi goji kot enoletnica.

Danes se prideluje veliko paradižnika, ki je gensko spremenjen, da ga je lažje prevažati iz kmetije do kupca. Zaradi razširjenosti gensko spremenjenih paradižnikov smo se odločili, da jih vključimo v igro.



Slika 4 Rastlina paradižnika s plodovi

2.2. Vključene rastlinske bolezni

V videoigro smo vključili številne rastlinske bolezni, vsaka ima svoje značilnosti in napada različne rastline v različnih razvojnih stopnjah. Nekatere povzročajo virusi, druge pa glive.

2.2.1. Krompirjev virus Y

Virus Y krompirja lahko pridelovalcem naredi veliko škodo, saj okužena rastlina začne odmirati, kar lahko deloma ali popolnoma uniči pridelek. Simptomi, ki se pojavijo na rastlinah, so odvisni od različnih dejavnikov (od sorte, starosti okuženih rastlin in rastnih pogojev). V glavnem se na listih pojavijo rahla ali močnejša razbarvanja v obliki mozaikov in listi se lahko nagubajo. Možen je tudi pojav nekroze oz. odmrtja žilnega in medžilnega tkiva ter propad celotne rastline.



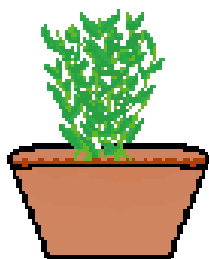
Slika 5 Primerjava okuženega in zdravega krompirja

Krompirjev virus Y se lahko prenaša s pomočjo listnih uši, pogostejši pa je prenos s semenskimi gomolji krompirja. Virus se prenaša tudi med rastlinami, ki se dotikajo.

Zaenkrat zdravilo oz. škropivo, ki bi popolnoma zatrl virus, še ne obstaja. Zato je pri sajenju krompirja pomembno upoštevanje številnih preventivnih ukrepov, da se okužba sploh ne pojavi:

- sajenje odpornih sort (slovenske odporne sorte so: pšata, bistra, KIS mirna, KIS sora, KIS sotla, KIS kokra in KIS mura),
- kupujemo sadilni material certificiranih proizvajalcev,
- zatiranje listnih uši ter
- uporaba olj, ki zmanjšujejo učinkovitost prenosa virusa.

V igri smo krompir ponazorili z naslednjima ikonama:



Ikona 1 Zdrav krompir



Ikona 2 Okužen krompir

2.2.2. Rdeči listni ožig

Rdeči listni ožig lahko povzroča hude preglavice pridelovalcem grozdja. K sreči je pojav te bolezni močno povezan s sušnim stresom rastline, zato se v Sloveniji pojavlja lokalno in v bolj sušnih letih. Kjer pa ima rastlina na razpolago zadostno količino vode, se bolezen pojavlja redkeje.

Povzročiteljica rdečega listnega ožiga je gliva rdečega listnega ožiga (*Pseudopeziza tracheiphila*). Znaka bolezni sta venenje in sušenje listov. Na začetku poletja se na spodnjih 4 do 5 listnih poganjkov pojavijo rumenkasti madeži pri belih sortah trte in škrlatnordeči madeži pri rdečih sortah trte. Ti madeži se postopoma povečujejo, dokler se celoten list ne posuši. Preko poletja se nato gliva iz spodnjih listov širi na zgornje.

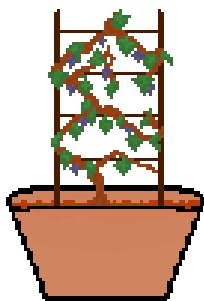


Slika 6 Trta okužena z rdečim listnim ožigom

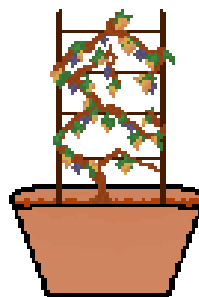
Gliva rdečega listnega ožiga se prenaša v obliki saprofitskega* micelija v odpadnem listju. Okužbe so najbolj pogoste v vlažnem in toplém vremenu pri temp. 15-20 °C.

Inkubacijska doba od okužbe do prvih znakov bolezni traja približno od 3 do 5 tednov. Da trto zaščitimo pred to škodljivo glivo, izvajamo preventivna škropljenja s fungicidi, ki so zelo škodljivi.

V igri smo vinsko trto ponazorili z naslednjima ikonama:



Ikona 3 Zdrava vinska trta



Ikona 4 Okužena vinska trta

*Saprofit – organizem, ki se hrani z organskimi snovmi odmrlih organizmov

2.2.3. Rak konoplje (angl. Hemp Canker)

Gliva povzročiteljica raka konoplje napada tudi številne druge rastline – npr. grozdje in vrtnine. Ta gliva povzroča hude preglavice pri vzgoji sadik, saj povzroča padavico rastlin. Je ena najpogostejših gliv v rastlinah konoplje.

Povzročitelj raka konoplje je *Botrytis* oz. siva plesen (*Botrytis cinerea*). Pri malih sadikah se ob okužbi pojavi padavica, pri odraslih rastlinah pa klorotične* pege na steblih (rumene oz. bele pege), značilno je tudi sušenje vršičkov.

Gliva se širi s pomočjo žuželk, gosenic, predpogoj za širjenje glive pa je zadostna vlaga, zato je pri vzgoji sadik zelo pomembno zmerno zalivanje in redno zračenje prostora.

Popolnoma odpornih sort konoplje na to bolezen še ni, zato se rak konoplje omejuje na različne načine:

- strogi higienski ukrepi pri vzgoji (razkuženi lončki, orodja oz. vse, kar pride v stik z rastlino, naj bo sterilno),
- okužene rastline takoj odstranimo,
- zagotavljanje ne prevlažnih razmer ter
- zatiranje gosenic in ostalih žuželk.

V igri smo industrijsko konopljo ponazorili z naslednjima ikonama:



Ikona 5 Zdrava industrijska konoplja



Ikona 6 Okužena industrijska konoplja



Slika 7 Industrijska konoplja, katero je napadel rak konoplje

*Kloroza - bolezenska blede zelena barva rastlin

2.2.4. Virus rjave grbančavosti plodov paradižnika (angl. Tomato brown rugose fruit virus)

Virus rjave grbančavosti plodov paradižnika povzroča veliko škode predvsem pri pridelovanju paprike in paradižnika. Odkrili so ga leta 2014 v Izraelu, sedaj pa je razširjen že po celotnem svetu.

Povzročitelj te bolezni je virus ToBRFV iz rodu Tobamovirusov.

Simptomi okužbe so kloroza, mozaik in pegavost listov ter plodovi zorijo neenakomerno in so manjši po velikosti ter deformirane oblike. Na plodovih se pojavljajo rjave ali rumene pege ter raskavost. Cvetovi, peclji in stebela začnejo odmirati. Da ugotovimo, če gre točno za ta virus, je potrebna laboratorijska analiza.



Slika 8 Listi in plodovi okuženega paradižnika s ToBRFV

Virus se prenaša z okuženim semenom, sadikami, orodjem, obleko in obutvijo, širijo pa ga tudi žuželke. Virus napada predvsem rastline paprik in paradižnikov.

Odpornih sort na ta virus zaenkrat še nismo vzgojili, zato so pomembni:

- strogi fitosanitarni ukrepi pri uvozu semena in sadik ter
- strogi higienski ukrepi pri pridelavi paprike in paradižnika

V igri smo paradižnik ponazorili z naslednjima ikonama:



Ikona 7 Zdrav paradižnik



Ikona 8 Okužen paradižnik

2.3. Cilj igre

Cilj naše igre je, da igralec sprva poišče, pobere in prinese domov obolele rastline. Na teh nato v svojem laboratoriju opravlja poskuse in s pomočjo virusov vnaša nove gene v rastline. Pri uspešni izvedbi genskega inženiringa postane ta rastlinska vrsta odporna na to bolezen. Igralec zmaga, ko postanejo odporne vse 4 vključene rastlinske vrste.



Ikona 9 Vrtnar, ki ga kontrolira igralec



Ikona 10 Zapolnjena vrstica napredka (ko pobereмо vse 4 rastline)

2.4. Napotki za igranje

Vrtnarja premikamo s pomočjo puščic ali tipk W, A, S in D na tipkovnici. Skačemo z gumbom za presledek. Če skočimo na gobo, se visoko odbijemo.



Ikona 11 Goba, ki nas vrže visoko v zrak



Slika 9 Tako izgleda igra

3. Zaključek

Namen naše avtentične naloge je seznanjati ljudi z gensko spremenjenimi organizmi (GSO) in njihovimi učinki na naše telo in okolje. Zato smo se odločili, da prikažemo gensko inženirstvo s kratko igrico. Med brskanjem literature smo ugotovili, da GSO, ob ustreznem ravnanju, ne povzročajo nobene škode okolju, vpliv GSO na naša telesa in dolgotrajne posledice pa so še neznane.

V igro smo vključili 4 kulturne rastline – krompir, vinsko trto, industrijsko konopljo in paradižnik. Prav tako smo za vsako rastlino izbrali 4 bolezni, ki napadajo te rastline. Bolezni krompirjevega virusa Y in virus rjave grbančavosti plodov paradižnika povzročajo virusi, rak konoplje in rdeči listni ožig vinske trte pa povzročajo glive.

Menimo, da GSO niso nekaj slabega, a vendar moramo biti pri njihovi uporabi previdni, da ne povzročimo kakšne nepovratne škode okolju in našemu zdravju.

Med raziskovanjem in izdelavo igrice smo naleteli na veliko težav, ki so nam povzročale hude preglavice. Pri iskanju virov za to nalogo smo porabili veliko časa, za preverjanje njihove verodostojnosti, saj smo uporabljali le internetne vire, ki niso vedno najbolj zanesljivi. Pri izdelavi igrice pa so nam povzročale preglavice manjše napake v kodi, ki jih je zelo težko odpraviti, s čimer nam je pomagal profesor Pajk.

Nalogo bi lahko izboljšali s še bolj natančnim opisom, kako izvajamo rezanje genov pri virusih, saj se v to nismo poglobljali. Igrico pa bi lahko izboljšali s tem, da bi naredili več nivojev ter da bi vključili podigro pri izvajanju genskega inženiringa na virusih namesto filmčka. Za igro bi lahko tudi izdelali skladbo, ki bi se predvajala med igranjem.

Za nadaljnje raziskovanje bi lahko izvedli anketo o poznanosti gensko spremenjenih organizmov in o prepričanju o njihovi škodljivosti na okolje ter naše telo.

4. Viri

Kaj so genetsko spremenjeni organizmi? [online]. 2021. Krajček. [citirano 30.3.2021]. Dostopno na naslovu: <<https://www.krajcek.si/kaj-gensko-spremenjeni-organizmi-gsogmo/>>

Gensko spremenjeni organizmi. [online]. 2021. Knjižnica Celje. [citirano 30.3.2021]. Dostopno na naslovu: <<https://www.knjiznica-celje.si/raziskovalne/4201603864.pdf>>

Genetsko spremenjeni organizem [online]. 2021. Wikipedija, prosta enciklopedija. [citirano 30.3.2021]. Dostopno na naslovu: <https://sl.wikipedia.org/wiki/Genetsko_spremenjeni_organizem>

Virusi in rastline. [online]. 2021. Slonep, vrt in okolica. [citirano 6.4.2021]. Dostopno na naslovu: <<https://www.slonep.net/vrt-in-okolica/bolezni-in-nadloge/virusi-in-rastline>>

Rastlinski virusi [online]. 2021. Wiki, Univerziteteta Lj. [citirano 6.4.2021] Dostopno na naslovu: <http://wiki.fkkt.uni-lj.si/index.php/Rastlinski_virusi>

Biotehnologija [online]. 2021. Dijaški.net. [citirano 13.4.2021]. Dostopno na naslovu: <https://dijaski.net/gradivo/bio_ref_biotehnologija_01>

Biotehnologija [online]. 2021. Wikipedija, prosta enciklopedija. [citirano 13.4.2021]. Dostopno na naslovu: <<https://sl.wikipedia.org/wiki/Biotehnologija>>

Gensko inženirstvo. [online]. 2021. Medicinska fakulteta v Ljubljani. [citirano 21.3.2021]. Dostopno na naslovu: <<http://ibk.mf.uni-lj.si/people/komel/Genskoinzenirstvo.pdf>>

Plusi in minusi genskega inženiringa. [online]. 2021. 1. gimnazija v Celju. [citirano 21.3.2021]. Dostopno na naslovu: <<https://d2.si/glavno/genski-inzeniring-nasprotovanje-clovekovi-naravi-ali-bodocnost-moderne-medicine>>

GSO – up ali strah človeštva. [online]. 2021. Knjižnica Celje. [citirano 21.3.2021]. Dostopno na naslovu: <<https://www.knjiznica-celje.si/raziskovalne/4200810532.pdf>>

Najpogostejše bolezni rastlin. [online]. 2021. Merkur. [citirano 31. 3. 2021]. Dostopno na naslovu: <<https://www.merkur.si/najpogostejse-bolezni-rastlin>>

Signs and symptoms of plant disease. [online]. 2021. Michigan State University. [citirano 31. 3. 2021]. Dostopno na naslovu: <https://www.canr.msu.edu/news/signs_and_symptoms_of_plant_disease_is_it_fungal_viral_or_bacterial>

Virus Y krompirja. [online]. 2021. Integrirano varstvo rastlin. [citirano 21. 3. 2021]. Dostopno na naslovu: <<https://www.ivr.si/skodljivec/virus-y-krompirja/>>

Krompir: nove slovenske sorte so odporne na viruse. [online]. 2021. Delo in dom. [citirano 1. 4. 2021]. Dostopno na naslovu: <<https://deloindom.delo.si/gomoljnice/krompir-nove-slovenske-sorte-so-odporne-na-viruse>>

Rdeči listni ožig. [online]. 2021. Integrirano varstvo rastlin. [citirano 21. 3. 2021]. Dostopno na naslovu: <<https://www.ivr.si/wp-content/uploads/2018/12/Rde%C4%8Di-listni-o%C5%BEig.pdf>>

Rdeči listni ožig. [online]. 2021. Crop Science. [citirano 21. 3. 2021]. Dostopno na naslovu: <<https://www.cropscience.bayer.si/Kulture/Vinogradnistvo/Bolezni-vinske-trte/Rdeci-listni-ozig>>

Hemp Gray Mold. [online]. 2021. Pacific Northwest Pest Management Handbooks. [citirano 1. 4. 2021]. Dostopno na naslovu: <<https://pnwhandbooks.org/plantdisease/host-disease/hemp-cannabis-sativa-gray-mold-botrytis-bud-blight-stem-canker>>

Siva grozdna plesen. [online]. 2021. Wikipedija, prosta enciklopedija. [citirano 1. 4. 2021]. Dostopno na naslovu: <https://sl.wikipedia.org/wiki/Siva_grozdna_plesen>

Siva plesen na vrtninah. [online]. 2021. Gaia. [citirano 1. 4. 2021]. Dostopno na naslovu: <<https://www.klubgaia.com/si/sos/bolezni/3888-Siva-plesen-na-vrtninah>>

Virus rjave grbančavosti plodov paradižnika. [online]. 2021. Republika Slovenija. [citirano 21. 3. 2021]. Dostopno na naslovu: <<https://www.gov.si/teme/virus-rjave-grbancavosti-plodov-paradiznika-eng-tomato-brown-rugose-fruit-virus/>>

Virus rjave grbančavosti plodov paradižnika. [online]. 2021. Nacionalni inštitut za biologijo. [citirano 21. 3. 2021]. Dostopno na naslovu: <<https://www.nib.si/bolezni/1387-virus-rjave-grbancavosti-plodov-paradiznika-tomato-brown-rugose-fruit-virus-tobrfv>>

Brassica oleracea. [online]. 2021. Wikipedija, prosta enciklopedija. [citirano 29. 4. 2021]. Dostopno na naslovu: <https://en.wikipedia.org/wiki/Brassica_oleracea>

Plant Disease Transmission to Humans. [online]. 2021. Gardening Know How. [citirano 30. 4. 2021]. Dostopno na naslovu: <<https://www.gardeningknowhow.com/plant-problems/disease/plant-disease-transmission.htm>>

Kloroza. [online]. 2021. Fran. [citirano 3. 5. 2021]. Dostopno na naslovu: <<https://fran.si/iskanje?FilteredDictionaryIds=130&View=1&Query=kloroza>>

Saprofit. [online]. 2021. Fran. [citirano 3. 5. 2021]. Dostopno na naslovu: <<https://fran.si/iskanje?FilteredDictionaryIds=130&View=1&Query=saprofit>>

Krompir. [online]. 2021. Wikipedija, prosta enciklopedija. [citirano 8. 5. 2021]. Dostopno na naslovu: <<https://sl.wikipedia.org/wiki/Krompir>>

Velika lakota (Irska). [online]. 2021. Wikipedija, prosta enciklopedija. [citirano 8. 5. 2021]. Dostopno na naslovu: <[https://sl.wikipedia.org/wiki/Velika_lakota_\(Irska\)](https://sl.wikipedia.org/wiki/Velika_lakota_(Irska))>

Vitis vinifera. [online]. 2021. Wikipedija, prosta enciklopedija. [citirano 10. 5. 2021]. Dostopno na naslovu: <https://en.wikipedia.org/wiki/Vitis_vinifera>

Vitis vinifera: Origins of the Domesticated Grapevine. [online]. 2021. ThoughtCo. [citirano 10. 5. 2021]. Dostopno na naslovu: <<https://www.thoughtco.com/origins-of-the-domesticated-grape-169378>>

Navadna konoplja. [online]. 2021. Wikipedija, prosta enciklopedija. [citirano 16. 5. 2021]. Dostopno na naslovu: <https://sl.wikipedia.org/wiki/Navadna_konoplja>

Industrijska konoplja. [online]. 2021. Zasluzek.org. [citirano 16. 5. 2021]. Dostopno na naslovu: <<https://www.zasluzek.org/industrijska-konoplja/>>

Tomato. [online]. 2021. Wikipedija, prosta enciklopedija. [citirano 17. 6. 2021]. Dostopno na naslovu: <<https://en.wikipedia.org/wiki/Tomato>>

VIRI SLIK

Z domačim znanjem o uničevalnem virusu do veliko več zdravega krompirja. [online]. 2021. SiolNET. [citirano 10. 5. 2021]. Dostopno na naslovu: <<https://siol.net/digisvet/novice/z-domacim-znanjem-o-unicevalnem-virusu-do-veliko-vec-zdravega-krompirja-502769>>

Rdeči listni ožig. [online]. 2018. Integrirano varstvo rastlin. [citirano 10. 5. 2021]. Dostopno na naslovu: <<https://www.ivr.si/skodljivec/rdeci-listni-ozig/>>

Hemp gray mold. [online]. 2021. Pacific Northwest Handbooks. [citirano 10. 5. 2021]. Dostopno na naslovu: <<https://pnwhandbooks.org/plantdisease/host-disease/hemp-cannabis-sativa-gray-mold-botrytis-bud-blight-stem-canker>>

Virus rjave grbančavosti plodov paradižnika. [online]. 2021. Republika Slovenija. [citirano 10. 5. 2021]. Dostopno na naslovu: <<https://www.gov.si teme/virus-rjave-grbancavosti-plodov-paradiznika-eng-tomato-brown-rugose-fruit-virus/>>

Krompir. [online]. 2021. Wikipedija, prosta enciklopedija. [citirano 10. 5. 2021]. Dostopno na naslovu: <<https://sl.wikipedia.org/wiki/Krompir>>

Industrijska konoplja je nepogrešljiva sestavina vsakega gospodinjstva. [online]. 2019. Ptujinfo. [citirano 16. 5. 2021]. Dostopno na naslovu: <<https://ptujinfo.com/novica/lokalno/industrijska-konoplja-je-nepogresljiva-sestavina-vsakega-gospodinjstva/74115>>

The Ultimate Guide To Growing Tomatoes. [online]. 2021. Gardening Know How. [citirano 17. 5. 2021]. Dostopno na naslovu:

<<https://www.gardeningknowhow.com/edible/vegetables/tomato/growing-tomatoes-guide.htm>>

Domača Brajda. [online]. 2021. SiolNET. [citirano 17. 5. 2021]. Dostopno na naslovu:

<<https://siol.net/dom/vrt-in-okolica/domaca-brajda-258410>>