



HELSINGIN YLIOPISTO
HELSINGFORS UNIVERSITET
UNIVERSITY OF HELSINKI

β ρ ρ ⑤ ① ① ρ ② ⑤ ⑥ ③ ⑥ ρ ① ρ ⑤
② ρ ① ② ① ① ① ρ ρ ① ⑥ ④ ① ① ⑦ * ① ② * * ⑤

Eiran aikuislukio 10.11.2010

I. Ruostesieni Ug99 vyöryttää – kuinka vehnää pelastetaan perinnejalostuksella?

<http://www.geenit.fi/Eira10PerV.pdf>

Jussi Tammissola, kasvinjalostuksen dosentti

jussi.tammissola@helsinki.fi

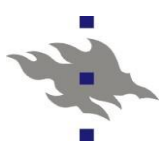
www.geenit.fi



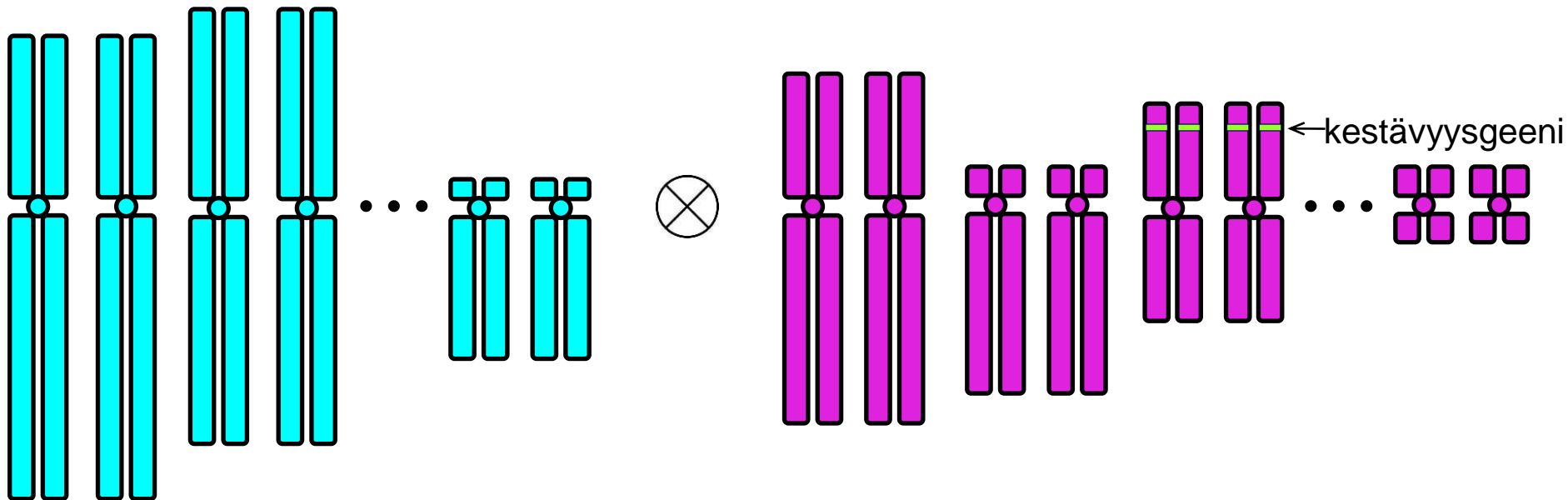
Mustaruoste uhkaa romahduttaa maailman vehnäsadot – jälleen

- Ruosteenkestävät ja lyhytkortiset vehnälajikkeet
 - toivat "vihreän kumouksen" vehnän viljelyyn 60-luvulla:
Peltonen-Sainio P. Vihreä vallankumous. Tiede 22.8.2005.
http://www.tiede.fi/artikkeli/485/vihrea_vallankumous
- Tautisien evoluutio iskee vihdoin takaisin:
- Mustaruosteen (*Puccinia graminis*) tuhoisa uusi rotu (Ug99)
 - leviää nyt Afrikasta Aasian kautta maailman vehnäalueille
 - ...ja vehnäsadot uhkaavat romahtaa kaikkialla
- Maailman tuhannet tärkeät vehnälajikkeet on siksi jalostettava nopeasti uudelleen, kestäviksi tälle tuhoisalle tautirodulle
- Kunnollisia kestävyysgeenejä sitä vastaan ei löydy vehnäaineistoista
- Villiheinistä kestävyysgeenejä on kuitenkin löydetty, ja niitä ollaan siirtämässä leipävehnään
 - ...”perinteisillä” kromosomimutaatioilla, kuten **translokaatioilla**





I. Leipävehnä ja juolavehnan sukulainen pakkoristeytetään keskenään* – hybridisiemen pidetään hengissä ”keskoshoidolla” (alkionpelastus)



Leipävehnä (*Triticum aestivum*)

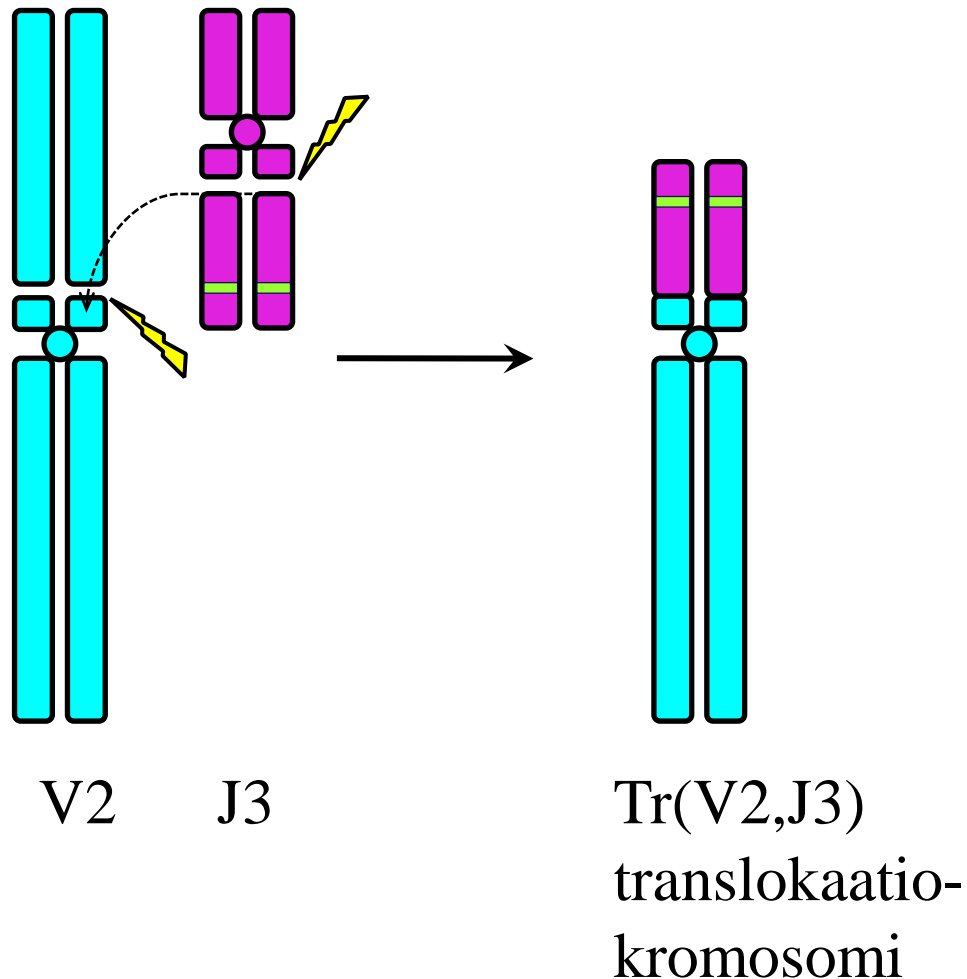
”Juolavehnä” (*Thinopyrum* sp.)

* Sama prosessi (I.–III.) toistetaan kenties viiden eri villilajin kanssa, jotta vehnään kertyisi riittävästi eri kestävyysgeenejä Ug99-rotua vastaan



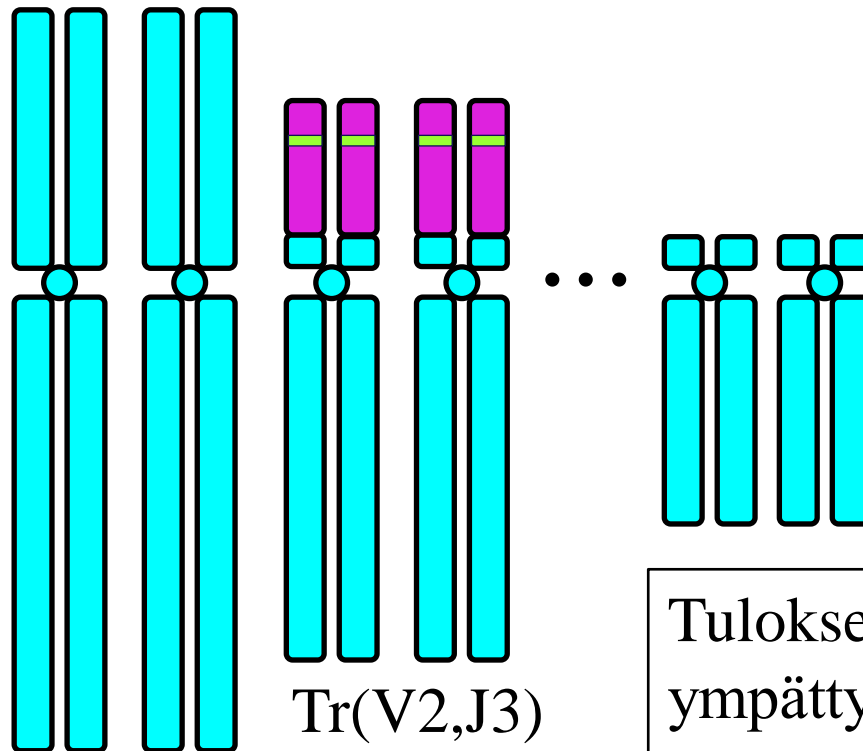
II. Lajirsteytymää pommitetaan säteilyllä kromosomien katkomiseksi

– vehnän jonkin kromosomin osa häviää ja
tilalle tarttuu ”juolavehnän” kromosomin osa



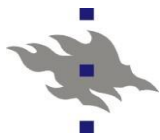


- III. Lajihybriditä risteytetään takaisin vehnään
- 5–10 sukupolven ajan* turhien villikromosomien
- karsimiseksi
- ja lopuksi tuotetaan homotsygoottinen kasvinlinja itsepölytyksillä tai kaksoishaploiditekniikalla





Tuloksena vehnälinja, johon on ympätty ”juolavehnän” kromosomin osa

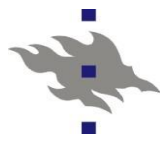
*Dna-määritysten tukena, sillä 5 polven päästä vielä yli puolet jälkeläisistä sisältää ”juolavehnän” kromosomeja



”Retro”keinojen ongelmia 1.

Puolen vuosisadan takaisin muotikonsteihin liittyy vakavia pulmia:

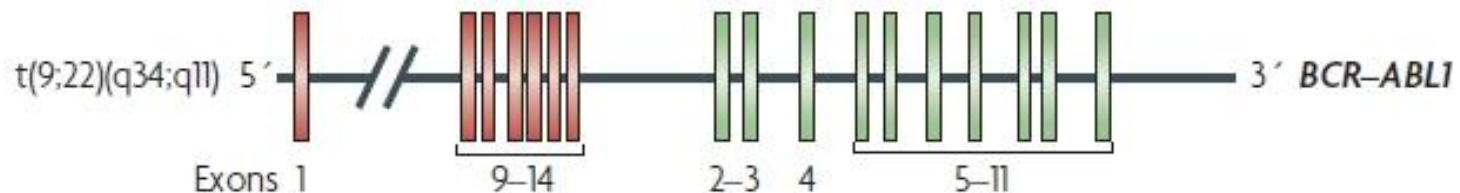
- Irronneessa kromosomin osassa 
vehnästä katoaa pysyvästi jopa tuhansia vehnän geenejä
 - Jotkin niistä voivat olla korvaamattomia vehnän laadulle, satoisuudelle ja viljeltävyydelle
- Tilalle tarttuvassa käsivarren pätkässä 
vehnän perimään saapuu pysyvästi – ja tarpeettomasti – jopa tuhansia, tuntemattomia villiheinin geenejä
 - Monet näistä ”primitiivisistä” geeneistä voivat olla vahingoksi vehnän vuosituhansia parannetuille ominaisuuksille
- Vehnän jalostuspopulaatio jakautuu erilaisiin ”kromosomirotuihin”, joiden välisiä risteytyksiä kiusaa heikko jyvästo (sillä translokaatioheterotsygootissa on sukusoluhäiriöitä)
 - ...mikä vaikeuttaa lajikkeiden jalostamista perinteisillä risteytyksillä



”Retro”keinojen ongelmia 2.

- Perinnöllinen monimuotoisuus kapenee, kun kaikkiin lajikkeisiin viedään (translokaatiolinjan jatkoristeytyksillä) yksi ja sama kromosominpala, jonka geneeissä ei esiinny lainkaan geneettistä vaihtelua
 - Vaihtelua syntyy vasta mutaatioiden tuloksena, ”evoluution aikaskaalassa”
- Käsivarren palojen tarttumakohtaan voi muodostua toimiva fuusiogeeni: sulautuma vehnän ja villilajin kahdesta eri geenistä
 - Sen tuote kasvisolussa saattaa olla haitaksi kasville itselleen* tai kasvin käyttäjälle

* Ihmisen kromosomien translokaatioissa syntyy usein syöpää aiheuttavia fuusiogeeniä; kuvassa leukemiaa aiheuttava fuusiogeeni *BCR-ABL1*:

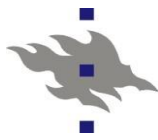


Mitelman F, Johansson B, Mertens F. The impact of translocations and gene fusions on cancer causation. *Nature Rev Cancer* 2007; 7:233–245. <http://dx.doi.org/10.1038/nrc2091>



Joten...

- Kuka tahansa saa vapaasti jalostaa ja laskea markkinoille kasvilajikkeita näillä kaoottisilla ja ”äärimmäisen” likaisilla vanhoilla keinoilla
 - ...ilman mitään turvallisuusselvityksiä
- Noita konsteja vaaditaan nyt kampanjoilla takaisin, yksinvaltaan
 - ...”puhtauden” nimeen



Kun taas uudella geenimuuntelulla...

- ...voidaan villistä kasvilajista löydetty kestävyysgeeni noutaa puhtaana vehnän perimään (ilman tuhansia kyytiläisiä)
 - Se voidaan lisätä täsmälleen haluttuun kohtaan vehnän 17 miljardin dna-emäksen ketjussa
 - yhden dna-emäksen tarkkuudella (Townsend ym 2009*, Tammissola 2009#).
 - Olemassa oleva tärkeä vehnälajike voidaan parantaa taudinkestäväksi yhdellä jalostusaskellella ja lajikkeen suotuisaa genotyyppiä sotkematta
- Tämä on:
 - tuhansia kertoja puhtaampaa
 - satoja kertoja turvallisempaa
 - kymmeniä kertoja tuloksekkaampaa

kuin kasvinjalostus ”perinteisillä” menetelmillä

* Townsend JA *et al* (2009). High frequency modification of plant genes using engineered zinc-finger nucleases. *Nature* adv. online publ. 2009, 5. <http://dx.doi.org/10.1038/nature07845>

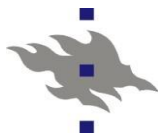
Tammissola J (2009). Kasvigeenitekniikan Top Ten Futures. *Futura* 28 (4): 28–44.

http://www.geenit.fi/Futura2_09.pdf



Joten...

- Suomeen kampanjoidaan biologian tiedekieltoa
 - ...uudeksi kilpailuvaltiksi



Mitä on vaihtoehto tieteelle? No: humpuuki...

- Luonnontieteiden suhteen sitä edustavat muun muassa
 - eräiden new age –uskontojen (joogalentäjien ja antroposofian) sekä homeopatian käsitykset...
 - ...luonnonlaeista ja genetiikasta sekä tietoteoriasta (mistä ja miten tietoa luonnosta saadaan)
 - Nämä okkultismin suuntaukset ovat geenikauhukampanjoissa moottorina
 - ...toki pimennetyin lyhdyin (<http://www.geenit.fi/SmithKum.htm>, <http://www.geenit.fi/HS300407.pdf>)
- Suuret uskonnot hyväksyvät geenimuuntelun kasvinjalostuksessa
 - ...kunhan geenejä ruokaan ei tuoda tabueläimistä (vrt. halal, kosher) <http://www.geenit.fi/KatKirkko.htm>
 - Gm-lajikkeita kehitetään mm. juutalaisuuden, islamin, hindulaisuuden, shintolaisuuden ja kristinuskon piirissä
 - Katolinen kirkkokin tukee geenimuuntelun käyttöä kasvinjalostuksessa
 - ...Paavi torjuu geenien muuntamisen vain ihmisillä

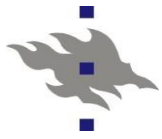


”Luonto antaa meille kaiken mitä tarvitsemme”

(rohdosmiljardööri A. Vogel)



Väinämöisen paluu –sarja. © Petri Hiltunen



”Ihmisen ja veden tietoisuudet sulautuvat yhteen”

(mystikko, geenivastustaja Mae-Wan Ho)



Laatikkokala (*Ostracion argus*). Kuvan nappasi (vesitetyin aivoin?) J. Tammissola, El Gouna 2010