



HELSINGIN YLIOPISTO
HELSINGFORS UNIVERSITET
UNIVERSITY OF HELSINKI

Ruoka ja geenit

5. Ruostesieni Ug99 vyöryttää – kuinka vehnää pelastetaan perinnejalostuksella?

Jussi Tammissola, kasvinjalostuksen dosentti

jussi.tammissola@helsinki.fi

<http://geenit.fi>

13.9.2012

Koulutus- ja kehittämiskeskus Palmenia



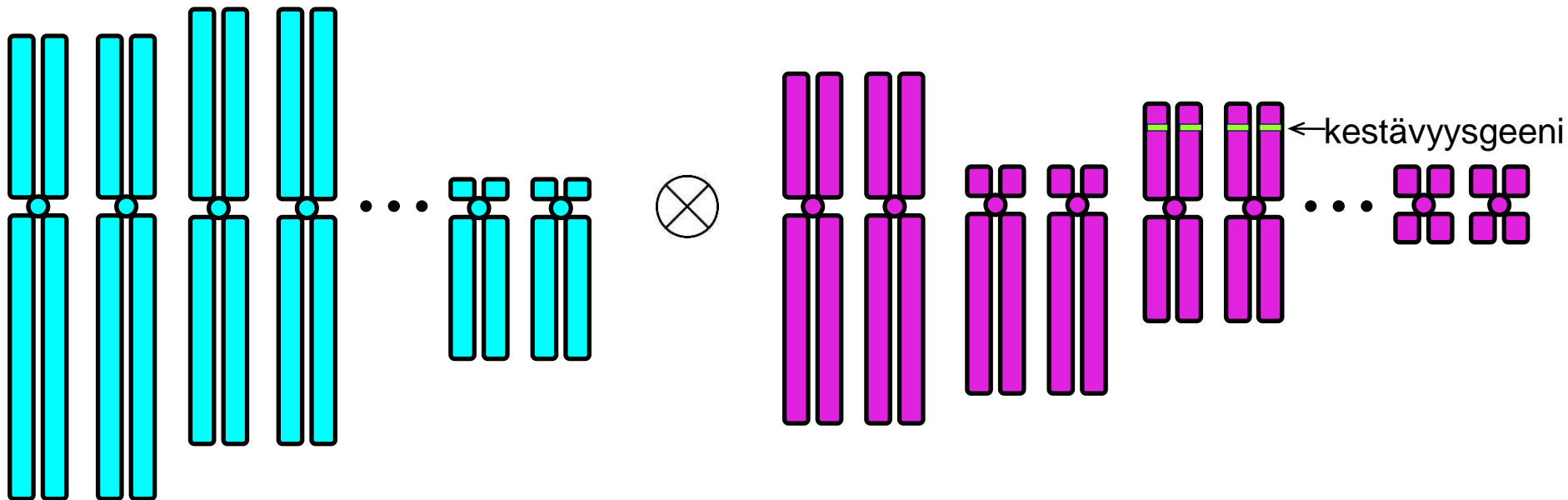
Mustaruoste uhkaa romahduttaa maailman vehnäsadot – jälleen

- 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*)

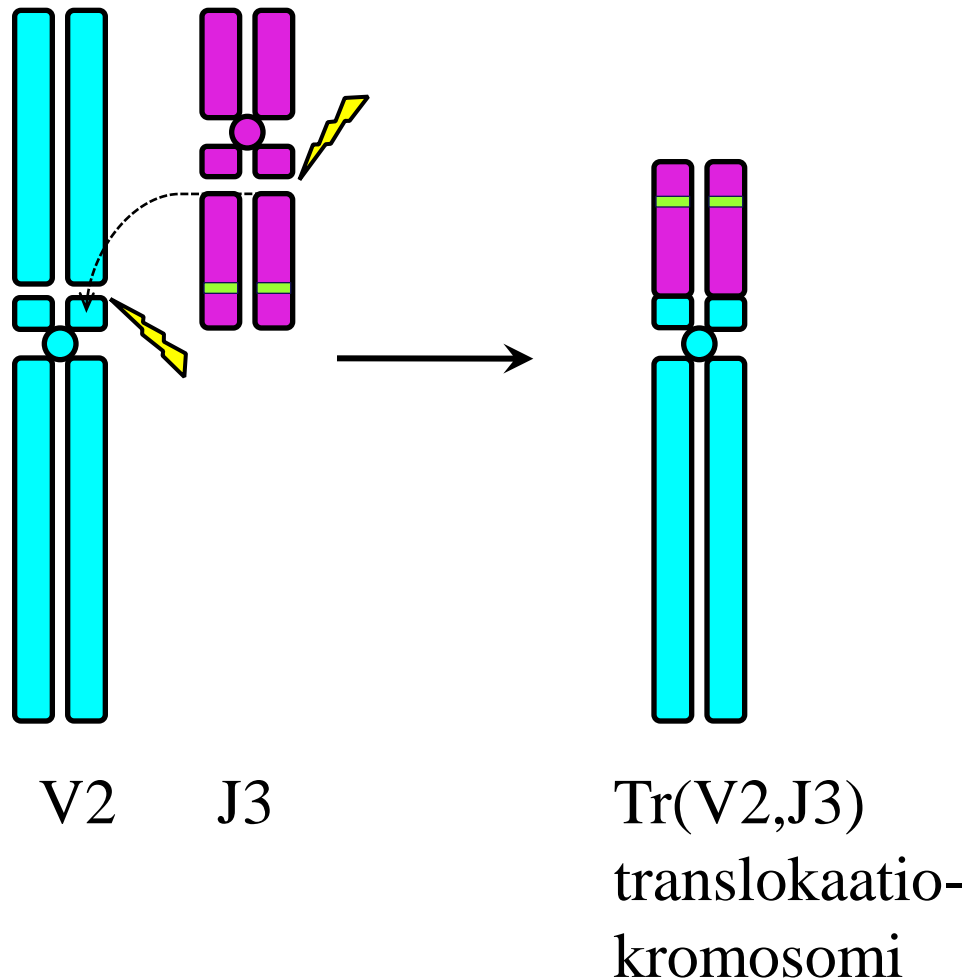
”Juolavehnä” (*Thinopyrum* sp.)

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



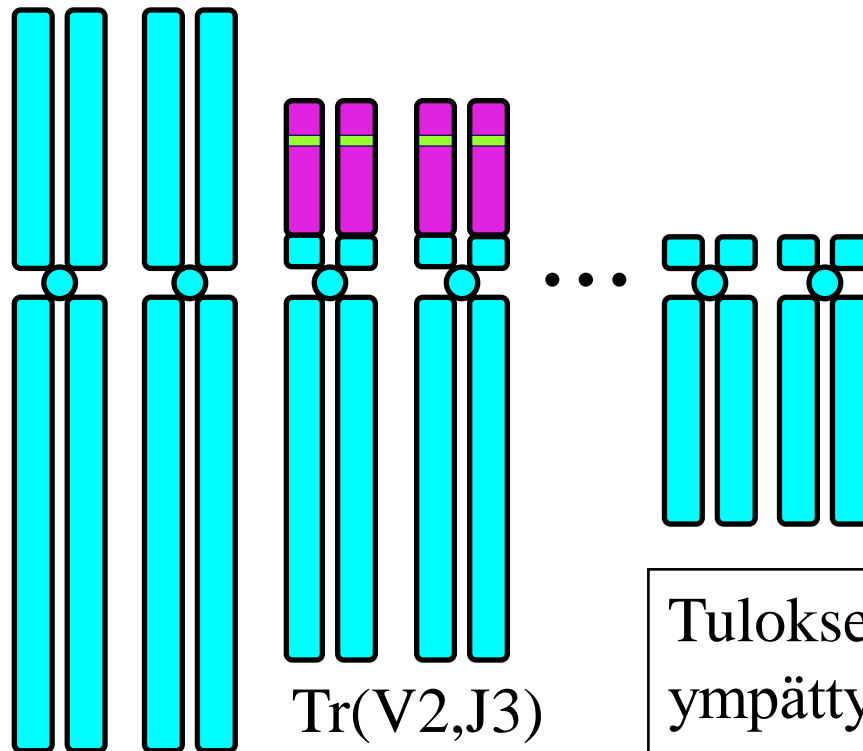
II. Lajirsteytymää pommitetaan säteilyllä kromosomien katkomiseksi

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



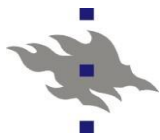


- III. Lajihybridiä risteytetään takaisin vehnään
- 5–10 sukupolven ajan* turhien villikromosomien
- karsimiseksi
- ja lopuksi tuotetaan homotsygoottinen kasvinlinja itsepölytyksillä tai kaksoishaploiditekniikalla





Tuloksena vehnälinja, johon on ympätty ”juolavehnän” kromosomin osa

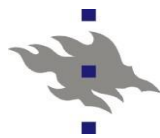
*Dna-määrittysten tukeamana, sillä 5 polven päästä vielä yli puolet jälkeläisistä sisältää ”juolavehnän” kromosomeja



”Retro”keinojen ongelmia 1.

Puolen vuosisadan takaisin muotikonsteihin liittyy vakavia pulmia:

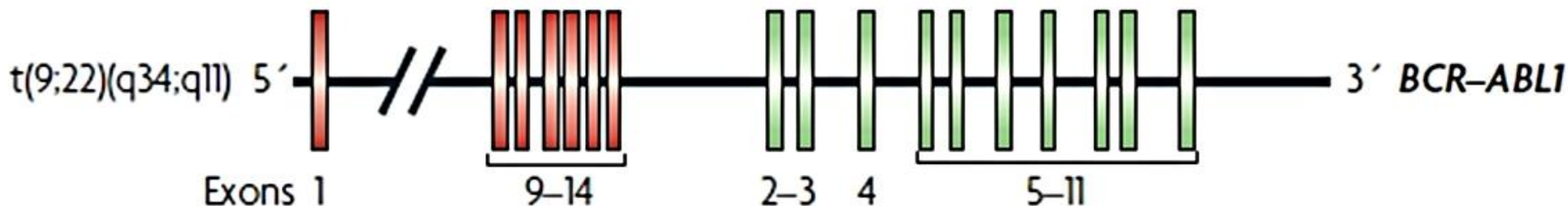
- Irronneessa kromosomin osassa 
vehnästä katoaa pysyvästi jopa tuhansia vehnän geenejä
 - Jotkin niistä voivat olla korvaamattomia vehnän laadulle, satoisuudelle ja viljeltävyydelle
- Tilalle tarttuvassa käsivarren pätkässä 
vehnän perimään saapuu pysyvästi – ja tarpeettomasti – jopa tuhansia, tuntemattomia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



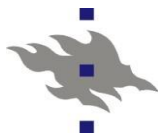
”Retro”keinojen ongelmia 2.

- Perinnöllinen monimuotoisuus kapenee, kun kaikkiin lajikkeisiin viedään (translokaatiolinjan jatkoristeytyksillä) yksi ja sama kromosominpala, jonka geeneissä ei esiinny lainkaan geneettistä vaihtelua
 - Vaihtelua syntyy vasta mutaatioiden tuloksena, ”evoluution aikaskaalassa”
- Kromosominpalojen tarttumakohtaan saattaa perinteisissä kromosomimutaatioissa muodostua toimiva fuusiogeeni*: tässä vehnätapauksessa sulautuma vehnän ja villilajin kahdesta eri geenistä
 - Se saattaa olla kasville haitaksi (jolloin huono kasvulinja on karsittava pois valinnalla)

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



Nature Rev Cancer 2007; 7:233–245. <http://dx.doi.org/10.1038/nrc2091>



”Retro”keinojen ongelmia 3.

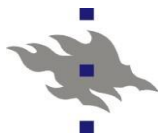
- Kun risteytetään eri kasvilajeja keskenään, niin perimän pysyvästi vaiennetut geenit ”vapautuvat” toimintaan. Seuraavien sukupolvien aikana taas osa toimivista geeneistä vaientuu.
- **Toimivien ja vaiennettujen geenien kirjo** voi lajiristeytyksen eri jälkeläislinjoissa muuttua entisestä oleellisesti
 - tuloksena vauhdikasta evoluutiota (joka ei ole ihmisen ohjauksessa)
 - ...eli lajikkeiston ominaisuudet voivat lajiristeytyksen jälkeen muuttua tästäkin syystä arvaamattomasti viljelykasvissa
- Esim. Pukinpartalajien risteytymän (*Tragopogon miscellus* eli *T. dubius* x *T. pratensis*) nopea evoluutio Amerikassa.

Sci. Daily 18.3.2011 <http://www.sciencedaily.com/releases/2011/03/110317131034.htm>
Buggs RJA ym. Transcriptomic Shock Generates Evolutionary Novelty in a Newly Formed, Natural Allopolyploid Plant. Current Biology 2011; 21: 551-6
<http://dx.doi.org/10.1016/j.cub.2011.02.016>
- Uusi kasvinjalostus on paljon hallitumpaa. HS Tiede 17.8.2004
<http://geenit.fi/HSTKas110804.pdf>



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>

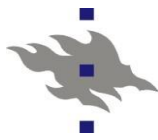
Tammissola J (2009). Kasvigeenitekniikan Top Ten Futures. *Futura* 28 (4): 28–44.

http://geenit.fi/Futura2_09.pdf



Joten...

- Suomen maataloustuotantoon kampanjoidaan modernin biologian sovellusten käyttökieltoa
 - ...uudeksi kilpailuvaltiksi



”Vaihtoehto” ei geenivastustajilla ole tavoitteena...

- ...kuten joskus kaunistellaan*

sillä

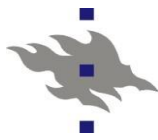
- “Kaikkien kukkien” ei anneta kukkia
- Reilusta kilpailusta ei ole puhettakaan
- Elinkeinovapaus romutetaan Suomessa “mielikuvasyistä”,

varoittaa 333 tohtorin vetoamus: <http://geenit.fi/RinnakkaiseloTurvattava.pdf>

- ...vaan okkultismille ja tieteestä vapaudelle vaaditaan monopoliasemaa

- Jos kampanjan aiheet toteutuvat, niin Suomen korkeatasoinen [soveltavan] biologian tutkimus dumpataan muihin maihin vähiten tarjoavalle

* ‘Geenimuuntelulle on vaihtoehtoja’ (ViSiO 2.11.2010; Elisa Niemi, Luomu-liiton antroposofialle suopea toiminnanjohtaja, aiemmin GMO-vapaa Suomi –kampanjan organisaattori)

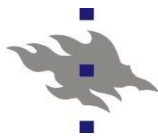


Epilogi: Agroekologia ei vastusta geenimuuntelua

Post Scriptum: Utta geeniosaamista vastustetaan kieltokampanjoissa usein agroekologian nimissä*. Agroekologia on kuitenkin luonnontiedettä siinä kuin kasvibiologiakin – se ei aseta esteitä geenimuuntelun käytölle.

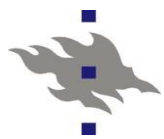
Päin vastoin: luomuväenkin kannattaisi tarkastella tieteen pohjalta, mitä ekologisesti hyödyllisiä uusia ominaisuuksia olisi järkevää jalostaa geenimuuntelulla myös luomukasveihin, kuten muun muassa agroekologian professori Juha Helenius on ehdottanut.

* säännön mukaan esim. Luomu-liiton toiminnanjohtaja Elisa Niemi



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 (eli mistä ja miten tietoa luonnosta saadaan)
 - Nämä okkultismin suuntaukset ovat geenikauhukampanjoissa moottorina
 - ...toki pimennetyin lyhdyin (<http://geenit.fi/Skepsis10.pdf>, <http://geenit.fi/SmithKum.htm> , <http://geenit.fi/HS300407.pdf>)
- Suuret uskonnot hyväksyvät geenimuuntelun kasvinjalostuksessa
 - ...kunhan geenejä ruokaan ei tuoda tabueläimistä (vrt. halal, kosher) <http://geenit.fi/KatKirkko.htm>
 - Gm-lajikkeita kehitetään muun muassa juutalaisuuden, islamin, hindulaisuuden, shintolaisuuden ja kristinuskon piirissä
 - Katolinen kirkkokin tukee geenimuuntelun käyttöä kasvinjalostuksessa
 - ...Paavi torjuu geenien muuntamisen vain ihmisillä, ei kasveilla

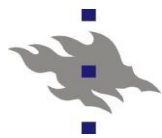


”Luonto antaa meille kaiken mitä tarvitsemme”

(rohdosmiljardööri A. Vogel)



Väinämöisen paluu –sarja. © Petri Hiltunen



”Ihmisen ja veden tietoisuudet sulautuvat yhteen” (mystikko, geenivastustaja Mae-Wan Ho)



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