



Geenieditointi kasvinjalostuksessa - mahdollisuuksia ja riskejä?

Outi Manninen, Boreal Kasvinjalostus Oy

FoodTech Platform Finland

'Geenieditoinnin ja GMO:iden rooli tulevaisuuden elintarvikkeissa'

2.6.2020

Boreal Kasvinjalostus Oy on vahva suomalainen viljelijöiden, siemenkaupan ja teollisuuden kumppani. Jalostamme satoisia peltokasvilajikkeita Suomeen ja vastaaviin kasvuoloihin.

Työllämme on merkittävä rooli kotimaisessa ruokaketjussa.

Laaja kasvivalikoimamme tukee monipuolista viljelyä

BOREAL



Boreal Kasvinjalostus Oy

- Perustettu 1994, edeltäjät toimineet vuodesta 1904 alkaen
- Henkilökunta: ~ 70
- Liikevaihto: ~ 10 M€
- Vahva kotimainen omistus
- Laaja testausverkosto Suomessa ja lähimaissa
- Markkinaosuus Suomessa ~ 60 %





- Olemme tuotekehitysyritys, joka jalostaa uusia peltokasvilajikkeita pohjoisille viljelyalueille.
- Tuotamme kantasiementä yrityksille, jotka lisäävät ja myyvät siementä viljelijöille.
- Lajikkeista maksetaan käyttöoikeusmaksu jalostajalle (vrt. tekijänoikeuskorvaus).
- Tuotekehitys perustuu kasvinjalostukseen, jossa luodaan geneettistä vaihtelua ja valitaan jatkoon parhaita geeniyhdistelmiä monipuolisen testauksen avulla.
- Kasvinjalostuksella on tiiviit yhteydet tutkimukseen, viljelijöihin ja satoa käyttävään teollisuuteen.

Mitä kasvinjalostus on?

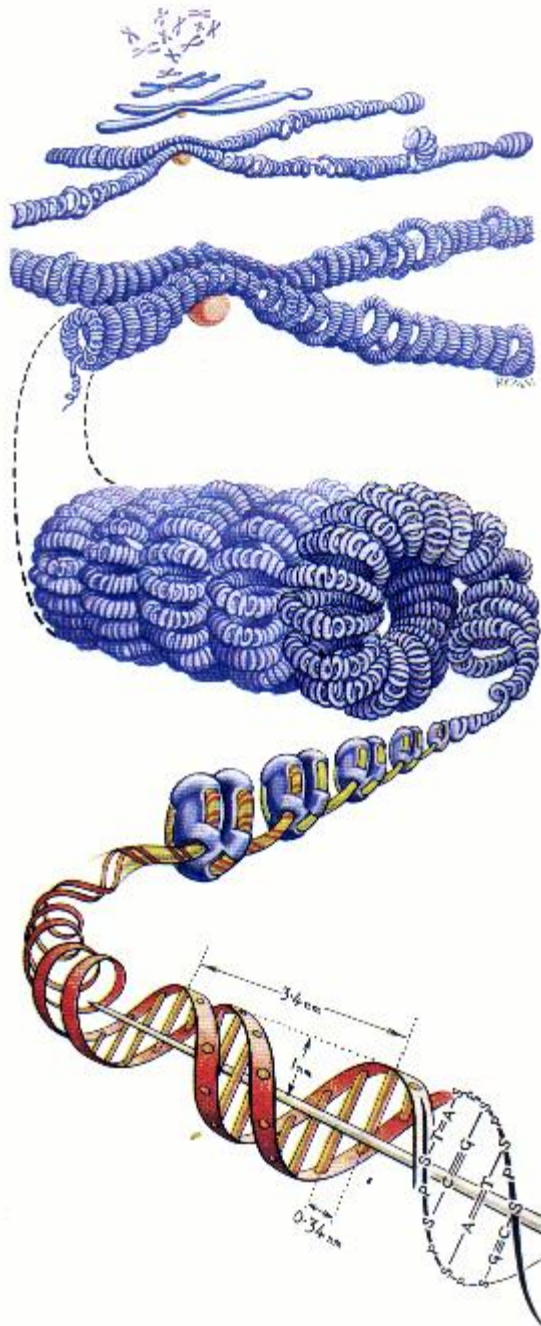
Kaiken takana on genomi

Lajikeominaisuudet määräytyvät geenien toiminnan tuloksena.

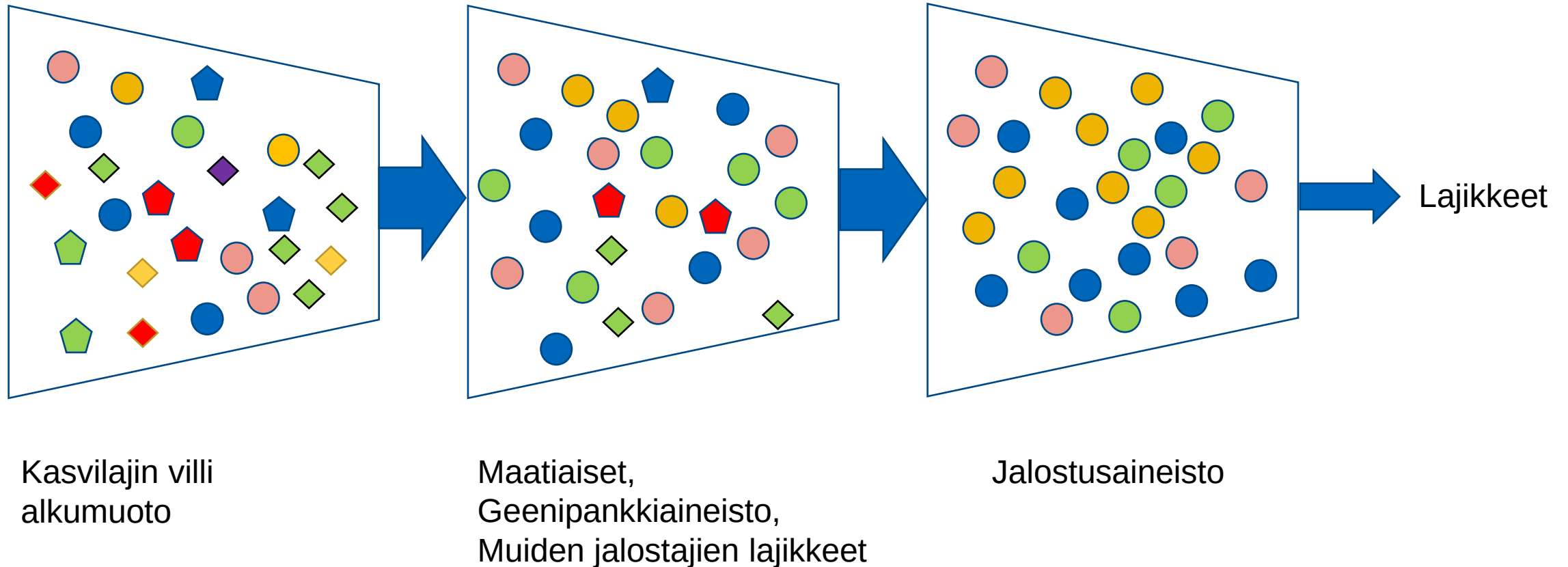
Vaihtelevia geenimuotoja eli alleeleita syntyy mutaatioiden seurauksena.

Risteytyksissä muodostuu uusia geeniyhdistelmiä.

Lajikejalostuksessa etsitään ja luodaan uusia alleeleita sekä tuotetaan risteyttämällä ja valinnalla parempia geeniyhdistelmiä.



Geneettinen vaihtelu on jalostuksen raaka-ainetta



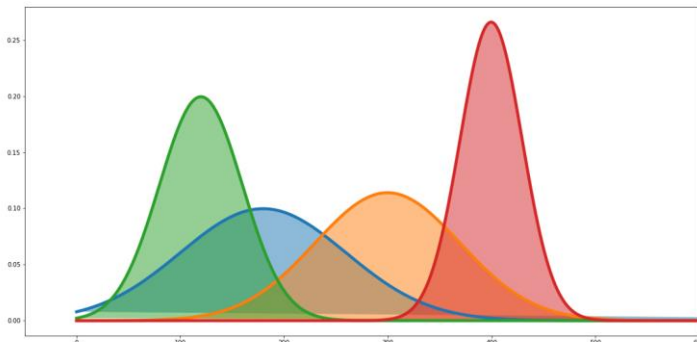
Jalostustyökalut valitaan ominaisuuden mukaan

Kvantitatiiviset ominaisuudet

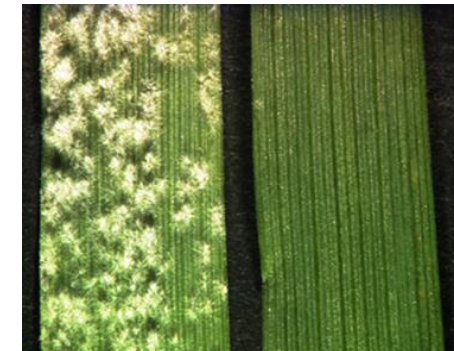
- Ominaisuuden taustalla on kymmeniä tai satoja eri geenejä
- Satoisuus, siemenkoko, proteiinipitoisuus ja kasvuaika
- Jalostus pyrkii kerryttämään positiivisia geenimuotoja risteyttämisen ja valinnan avulla
- Genomivalinta mahdollistaa nopean geneettisen edistymisen

Kvalitatiiviset ominaisuudet

- Ominaisuuden takana yksi tai muutama geeni
- Monet taudinkestävyydet ja laatuominaisuudet
- Uusia geenimuotoja voidaan tuoda lajikkeisiin risteyttämällä
- Geenimerkkiavusteinen valinta nopeuttaa valintatyötä
- Geenieditointi olisi hyödyllinen työkalu



Tuotekehityksen
kustannukset vs.
potentiaaliset tuotot



Lajikejalostusprosessi

tuhansia genotyypiltään
erilaisia risteytysjälkeläisiä

10-12 vuotta

0-2 lajiketta markkinoille



Lajikkeen tulee läpäistä viralliset lajikekokeet

Lajike voidaan laskea kauppaan vasta kun se on läpäissyt viralliset lajikekokeet ja aitoustarkastuksen.

Virallisessa kokeessa lajikkeen on osoitettava paremmuus markkinoilla olevaan lajikkeistoon.

Aitoustarkastuksessa lajikkeen on erotuttava muista lajikkeista, oltava yhtenäinen ja pysyvä.

Geenieditointi

Geenitekniikat vs. geenieditointi

Geenitekniikassa käytetään molekyylibiologian työkaluja DNA:n liittämiseksi kasvin perimään laboratoriossa. DNA voi olla peräisin samasta lajista tai aivan toisesta lajista. Geeninsiirto voidaan toteuttaa agrobakteerin tai partikkelipommituksen avulla. Siirtogeeni voi integroitua satunnaiseen kohtaan perimässä. Tuloksena on geenimuunneltu kasvi, GMO.

Geenieditointi sai alkunsa, kun geeninsiirtoja pyrittiin suuntaamaan haluttuun kohtaan perimää.

Geenieditoinnissa muutos voidaan kohdentaa tiettyyn paikkaan, eikä siinä välttämättä viedä soluun lainkaan vierasta DNA:ta. Silti ominaisuuteen voidaan saada aikaan iso muutos.

Geenieditointi perustuu kohdennettujen geenisaksien käyttöön

- DNA:n kaksoisjuosteen katkaisevat entsyymit osataan ohjata tiettyyn kohtaan genomia
 - Nykyään CRISPR/Cas9-menetelmä on yleisimmin käytetty
 - Katkaisukohdan korjauksessa voidaan tehdä erilaisia muutoksia:
 - Yksittäisten emästen vaihdokset
 - In-del mutaatiot
 - Kohdegeeniin tehtävä ohjattu muutos
 - Kokonaisen geenin kohdennettu siirto
- }

DSB-1. Yleensä tuloksena toimimaton geeni. Vastaavia mutaatioita syntyy myös luonnostaan ja perinteisillä mutaatiokäsittelyillä.

}

DSB-2. Muutetaan parempi, 'korjattu' alleeli entisen paikalle. Vastaavaa muuntelua syntyy luonnossakin.

}

DSB-3. Lopputulos samankaltainen kuin GM-tekniikalla.

Geenieditoinnin säätely

- EU:ssa tulkitaan kaikki geenieditointi GM-tekniikoiksi
- EU:n nykytulkinta käytännössä estää menetelmän käytön Euroopassa, sillä GM-kasvilajikkeen hyväksymismenettely on kallis ja hidas.
- Lopputuloksen kannalta DSB-1 ja DSB-2 sovellukset muistuttavat kuitenkin perinteisiä mutaatioita
- Geenieditoinnin säätely on nostettu uudelleen keskusteltavaksi EU:ssa
- Muualla maailmassa erilaista säätelyä, monessa maassa DSB-1 ja DSB-2 sovellukset tulkitaan perinteiseksi jalostukseksi, johon ei kohdistu erillistä säätelyä tai merkitsemisvelvoitetta
- Geenieditoinnin valvonta?

Mitä geenieditoinnilla voidaan tehdä? 1/3

Laatuparannukset, jotka mahdollistavat uudenlaisen raaka-aineen käytön

- Ensimmäinen markkinasovellus USA:ssa on rasvahappokoostumukseltaan paranneltu soija

Yksittäisillä mutaatioilla voi olla iso vaikutus:

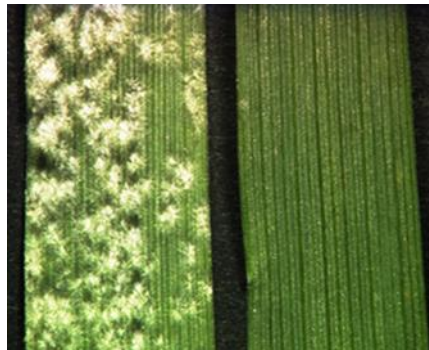
- mutaatiot, joiden avulla rypsiöljy muuttui lamppuöljystä terveelliseksi kasviöljyksi, ns. 00-lajikkeet, ei glukosinolaatteja tai erukahappoa
- mutaatio, jolla härkäpavusta lähes poistettu visiini-konvisiini, joka haitallinen favismista kärsiville ihmisille ja siipikarjalle



Mitä geenieditoinnilla voidaan tehdä? 2/3

Taudin- ja tuholaiskestävyys, joka vähentää maatalouskemikaalien käyttöä viljelyssä

- Ohran härmänkestävyys perustuu yhteen toimimattomaan geeniin, joka on peräisin mutaatiosta. Tätä kestävyyttä on hyödynnetty jo vuosikymmeniä ja se toimii hyvin.
- Vehnällä mutaatiota ei tunnettu, mutta editoimalla vastaavat geenit vehnän kolmessa genomissa, saatiin tuotettua härmänkestävä vehnä.
- Myöhemmin vastaava härmänkestävä vehnä tuotettiin perinteisen mutaatiotekniikan ja DNA-diagnostiikan avulla.



Mitä geenieditoinnilla voidaan tehdä? 3/3

Geneettisen monimuotoisuuden lisääminen viljelykasveissa

- Jalostusmateriaalista sattumalta menetettyjen hyötyalleelien palauttaminen villeistä alkumuodoista
 - Tätä tehdään jo DNA-merkkiavusteisilla takaisinristeytyksillä, tietyissä tapauksissa geenieditointi voisi olla parempi menetelmä
- Uusien lajien domestikaatio editoimalla ns. domestikaatiogeenejä, viljelyn monipuolistaminen
- Mallilajien genomitiedon hyväksikäyttö, uusia design-alleeleita viljelykasviin

Riskit?

Tuleeko geenieditoinnista työkalu eurooppalaiselle kasvinjalostajalle? Ja milloin?

Tuleeko geenieditoinnista kustannustehokas jalostusmenetelmä?

Menetelmien kehitys osittain liukunut pois Euroopasta.

Kasvilajikkeiden patentointi, geenien patentointi, menetelmien patentit?

Taudinkestävyyden perustuminen yksittäiselle resistenssigeenille voi olla ongelma, jos taudinaiheuttaja kykenee muuttumaan ja murtamaan resistenssin.



Kasvinjalostajan toiveita...

...tutkimukselle

- Geenieditointimenetelmien kehittäminen: editointi sujuu parhaisiin jalostuslinjoihin ja ylimääräiset mutaatiot minimoitu
- Lisää tietoa vaikuttavista geeneistä ja niiden alleelivaihtelun merkityksestä
- Lisää molekyylitason tietoa kasvien ja taudinaiheuttajien vuorovaikutuksesta
- Lisää geneettistä tutkimusta viljelykasveille, jotka ovat Suomen kannalta tärkeitä

...teollisuudelle

- Lisää tietoa raaka-aineen ominaisuuksien vaikutuksesta teollisuusprosesseihin
- Lisää yhteistyötä spesifisten jalostustavoitteiden määrittelyyn
- Positiivista suhtautumista uusiin jalostustekniikoihin



Lopuksi

Genomitieto on jo tuonut paljon uusia mahdollisuuksia kasvinjalostukseen. DNA-merkit nopeuttavat valintaa ja takaisinristeytysohjelmia. Genomivalinnan avulla esimerkiksi sadon jalostusarvo voidaan ennustaa jo pienestä siementaimesta.

Geenieditointi olisi uusi, hyödyllinen työkalu kasvinjalostajan työpakkiin.

Kaikki mahdolliset työkalut pitäisi saada käyttöön, sillä haasteet ovat isot: kasvava väestö, ilmaston muutos ja biodiversiteetin romahdus.

EU:n uutta päätöstä geenieditoinnista todella odotetaan!



Kiitos!