

design your future

Plantenveredeling I

Jan Van Doorselaere

biotechniek

bachelor in de agro- en biotechnologie

campus Roeselare

academiejaar 2020-2021

2BB



katholieke hogeschool
associatie KU Leuven

Inhoudsopgave

Inhoudsopgave	3
Inleiding	5
1 Doel en belang van de plantenveredeling en een aantal historische veredelings- experimenten	6
1.1 Doel en belang van de plantenveredeling.....	6
1.2 Genotype, fenotype, chromosomen, allelen, cultivars	11
1.3 Belangrijke historische veredelingsexperimenten	13
1.3.1 <i>Massaselectie versus stamselectie</i>	13
1.3.2 <i>De zuivere lijn theorie van Johannsen</i>	14
1.4 Recente technieken in de veredeling:.....	16
2 Bloembioologie, bestuivings- en bevruchttings-mechanismen	17
2.1 Bloemonderdelen.....	17
2.2 Bevruchting	20
2.3 Bestuivingsmechanismen.....	24
2.4 Voorplantingsmechanismen en afwijkingen op de generatieve voortplanting	25
3 Mendeliaanse genetica.....	28
3.1 De eerste Wet (Uniformiteitswet).....	29
3.2 De tweede wet (segregatie wet)	32
3.3 Testkruisingen	33
4 Mutatieveredeling.....	35
4.1 Mutaties	35
4.2 Mutatie vs cross-over	37
4.3 Chimaerie (chimerie)	37
4.4 Inductie van mutaties.....	38
4.5 Mutatieveredeling bij generatief vermeerderde gewassen.....	40
4.6 Mutatieveredeling bij vegetatief vermeerderde gewassen	43
4.6.1 <i>Spontane mutaties bij fruit</i>	43
4.6.2 <i>Praktijkvoorbeeld: appel, rhododendron en chry sant</i>	45
5 Kruisingsveredeling bij zelfbestuivers en kruisbestuivers	50
5.1 Systematische plantenveredeling	50
5.2 Zelfbestuivers: lijnselectie	50
5.3 Voorwaarden die worden gesteld aan een nieuw ras of cv (ohb)	54
5.4 Kloonsselectie bij zelf en kruisbestuivers	55
5.5 Kruisbestuivers	57
5.6 Terugkruising	61
5.7 Inkruisen van een ziekte resistentie kenmerk.....	62

5.8	Overdracht van een recessief, monogeen kenmerk	65
6	F1 hybriden	67
6.1	Inteelt en heterosis	67
6.2	Hybriderassen.....	67
6.3	Kweken van homozygote inteeltlijnen	69
7	Mannelijke steriliteit als werktuig in de veredeling	71
7.1	Steriliteit versus inkompatibiliteit	71
7.2	Gametofytische inkompatibiliteit.....	72
7.3	F1-hybriden en zelfinkompatibiliteit	Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.
7.4	Gametociden	73
7.5	Genetische mannelijke steriliteit (gms).....	74
7.6	Cytoplasmatische mannelijke steriliteit	76
8	Chromosoomveredeling: polyploidie	78
	Bibliografie	Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.
	Bijlagen	Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.

2 Bloembioologie, bestuivings- en bevruchtings-mechanismen

In de veredeling is de kennis van de voortplanting (bloembioologie, bestuivings en bevruchtingsmechanismen) en manier van vermeerdering van groot belang (bv bij granen gaat men uit van zaad, bij aardappelen worden knollen gebruikt, bij sierplanten worden stekken gebruikt). Alvorens men gaat veredelen (verbeteren) dient men inzicht te hebben in de voortplanting en vermeerderingswijze.

2.1 Bloemonderdelen

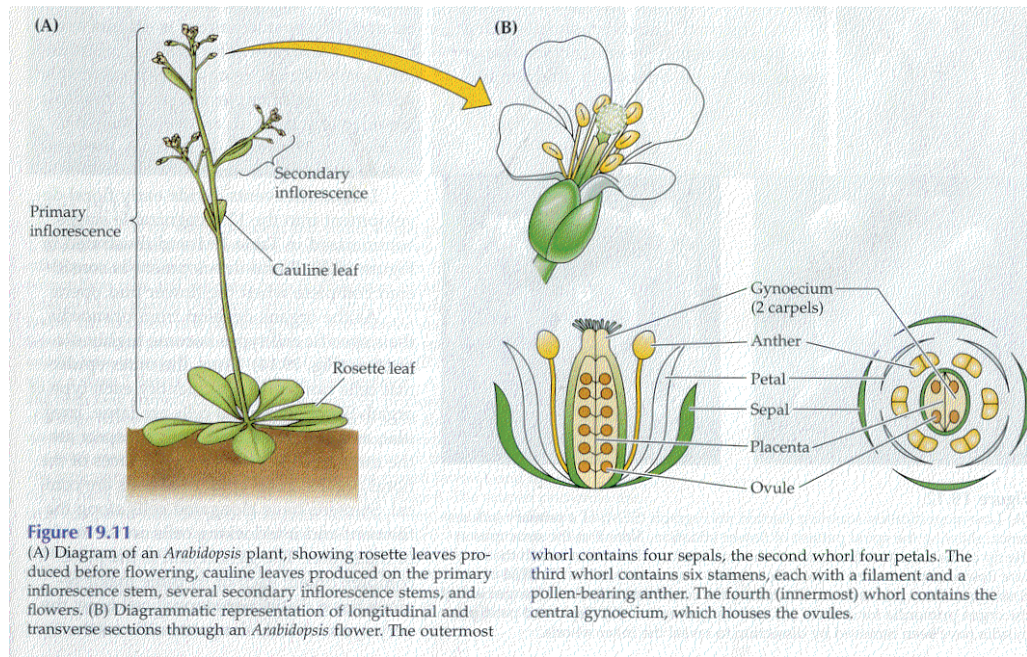
Bij de bedektzadigen (angiospermen waartoe de monocotylen en dicotylen behoren en dus de meeste planten) bestaat een bloem uit kelk en kroonbladen en voortplantingsorganen.

De mannelijke voortplantingsorganen worden meeldraden genoemd en bestaan uit een helm draad en helmknop (antheren). Het vrouwelijke voortplantingsorgaan bestaat uit een stempel (of stigma), stijl en vruchtbeginsel (ovarium). In dit ovarium zitten 1 of verschillende ovulen (zaadbeginsels of zaadknoppen).

Tweeslachtige bloemen bezitten zowel meeldraden als stamper (bv koolzaad).

Eenslachtige bloemen bezitten ofwel meeldraden ofwel stamper (bv mais).

Tweehuizige planten hebben eenslachtige bloemen die op afzonderlijke planten staan (bv cannabis; vrouwelijke en mannelijke planten, asperge) terwijl eenhuizige planten zowel vrouwelijke als mannelijke bloemen op dezelfde plant hebben (bv mais; aan de top de mannelijke pluim en in de oksels de vrouwelijke aren; komkommer).



Vorming van mannelijke geslachtscellen

In een jonge helmknop van een meeldraad ontstaan diploïde stuifmeelkorrelmoederzellen. Deze ondergaan een meiose waardoor uit elke stuifmeelkorrelmoedercel vier haploïde cellen ontstaan die zich elk tot een stuifmeelkorrel differentiëren (zie onderstaande figuur).

De kern van de stuifmeelkorrel ondergaat dan een mitose. Zo ontstaan er 2 kernen: een spermatogene kern en een buiskern (vegetatieve kern).

In deze rijpe toestand verlaten de stuifmeelkorrels de helmknop. De eigenlijke geslachtscellen zijn op dit moment nog altijd niet gevormd. Pas wanneer de stuifmeelkorrel op een stempel terechtkomt, ontstaan er (door mitose) uit de spermatogene kern 2 spermakernen.

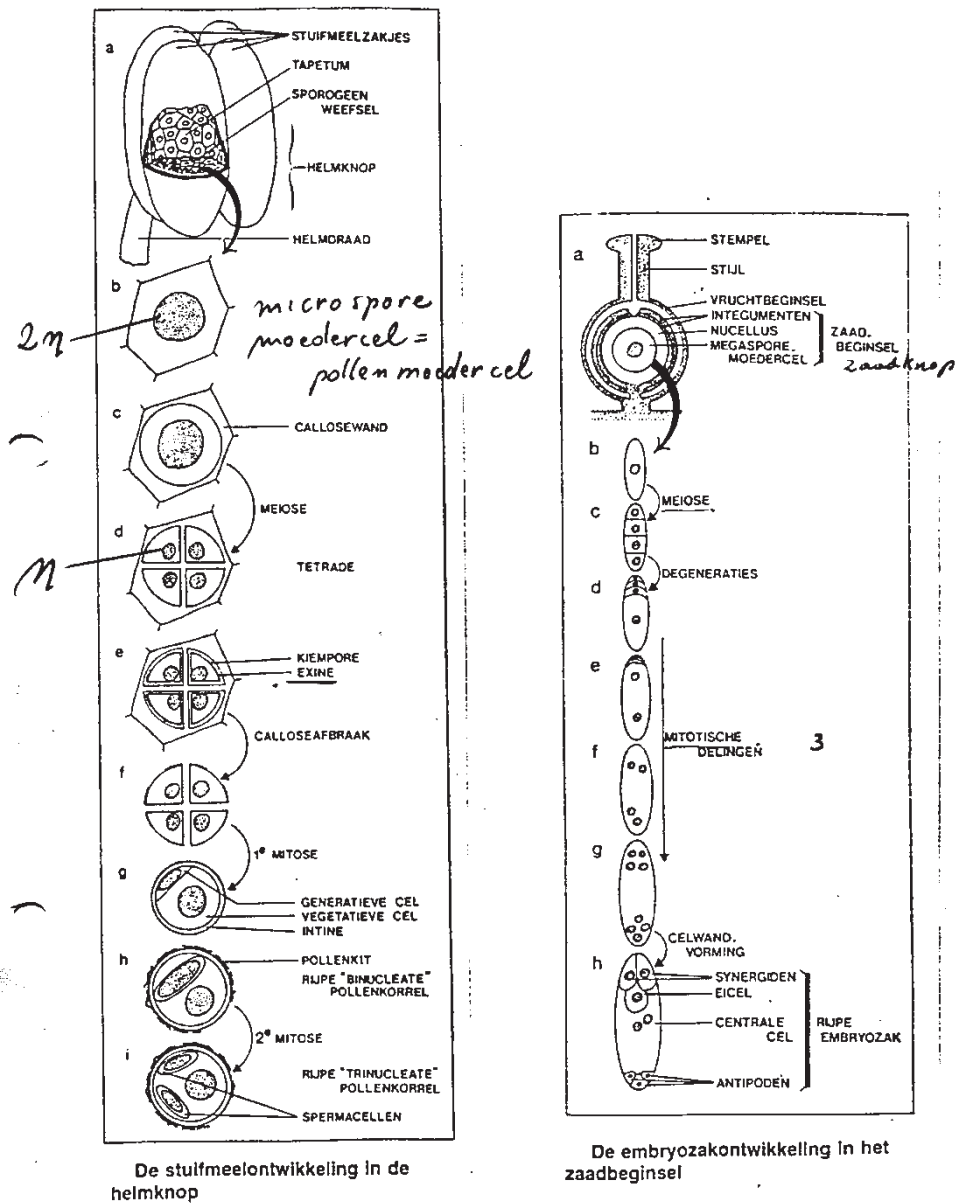


Fig 24 Gametenvorming bij angiospermen

Vorming van vrouwelijke voortplantingscellen

Zaadbeginsels zitten opgesloten binnen het vruchtbeginsel. Een zaadbeginsel bestaat uit een diploïde nucellus cellen, omringd door 1 of 2 integumenten.

In de nucellus ontwikkelt er zich een grote cel met een grote kern die de embryozakmoeder cel (diploïd) genoemd wordt. Deze ondergaat een meiose waardoor er 4 haploïde cellen ontstaan. Drie van deze haploïde cellen sterven af. De

overblijvende haploïde kern deelt zich vervolgens mitotisch in 2 kernen, die elk naar een uiteinde van de embryozak bewegen. Daar ondergaan ze elk nog 2 mitosen, zodat er uiteindelijk 8 haploïde kernen gevormd worden.

Finaal zal een embryozak bestaan uit drie antipoden, twee helpercellen, 1 eicel en 2 overblijvende kernen in het centrum van de embryozak. De 2 poolkernen versmelten tot de diploïde kiemwitkern, waaruit zich later het kiemwit (endosperm) ontwikkelt. Nadat deze cellen en kernen gevormd zijn is de embryozak rijp (ovaalvormig).

2.2 Bevruchting

Een stuifmeelkorrel (pollenkorrel) die op de stempel van de stamper terechtkomt begint te 'ontkiemen'. De pollenkorrel vormt dan een stuifmeelbuis die steeds langer wordt en doorheen de stijl naar het zaadbeginsel toe beweegt. Aan de top van de stuifmeelbuis ligt de buiskern die de groei van de stuifmeelbuis regelt. De haploïde spermakern volgt de buiskern en ondergaat een mitose waardoor 2 spermakernen worden gevormd. De stuifmeelbuis dringt vervolgens in de embryozak binnen via het poortje. Eén van de spermakernen kan nu vrijkomen, de eicel binnendringen en haar bevruchten. De 2^e spermakern versmelt met de diploïde kiemwitkern, zodat een triploïde ($3n$), bevruchte kiemwitkern wordt gevormd.

Na de bevruchting ontwikkelt het zaadbeginsel zich tot een zaad. Binnen het zaad ontstaat uit de bevruchte eicel eerst een embryo (kiem) en bij de ontkieming van het zaad groeit het embryo tot een nieuwe plant uit. Hierbij wordt het endosperm gebruikt als voedingsweefsel (zie figuur voor een embryo met cotyledonen in een zaad; de cotyledonen zijn de eerste blaadjes van het embryo). De zaadhuid van het zaad is van maternale oorsprong is (genetisch identiek aan de moeder).

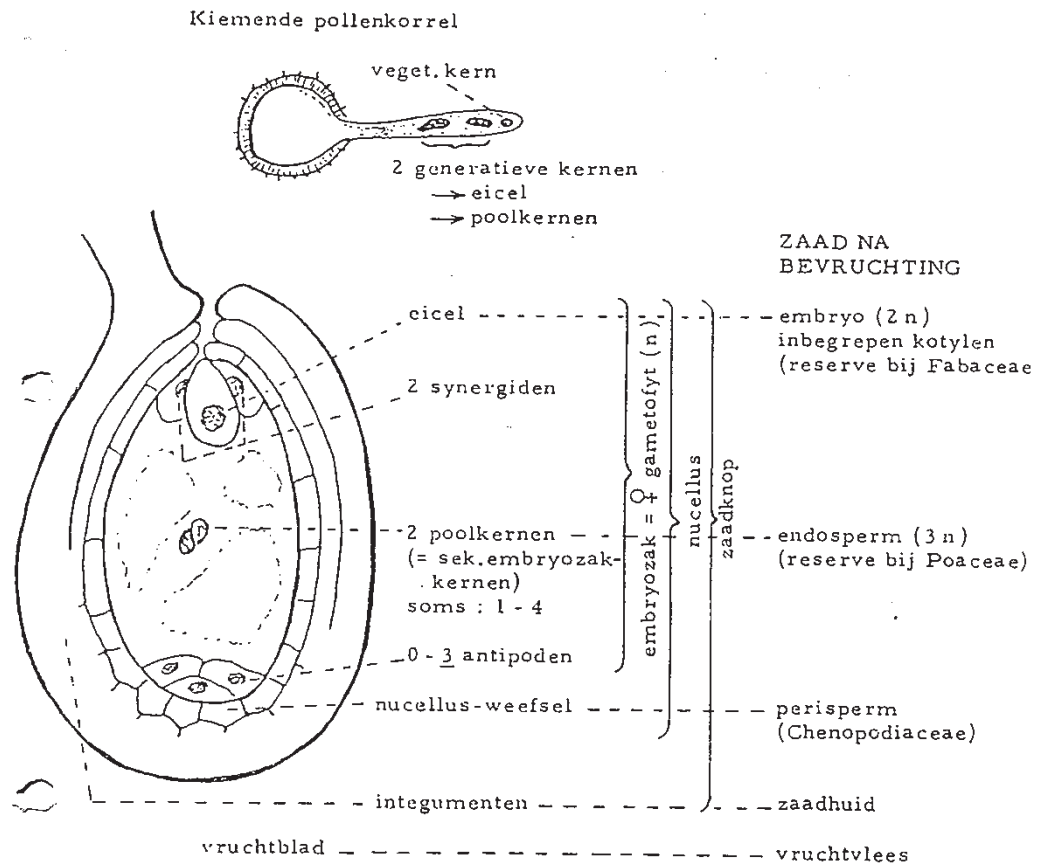
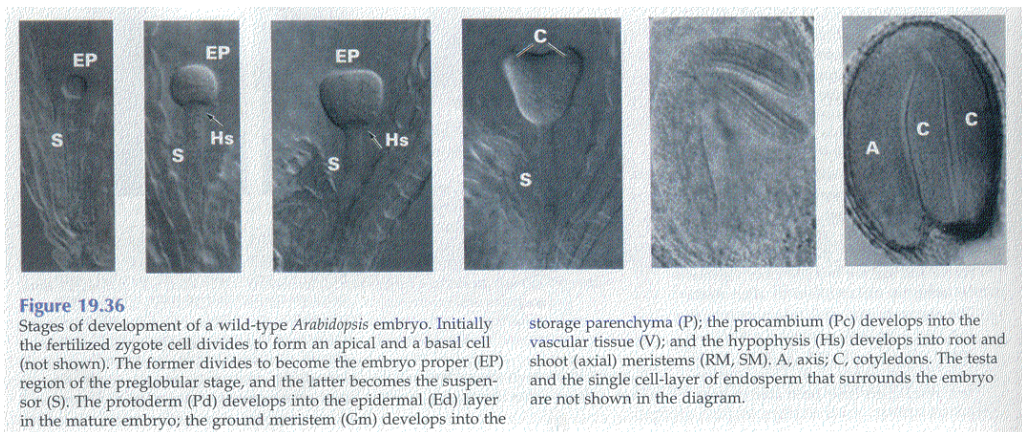


fig. 2 b : Schema van bevruchting



In de lichaamcellen (of somatische cellen) van planten komen alle chromosomen in tweevoud ($2n = 2x$) voor. We spreken over diploide ($2n$) planten. Bovendien kunnen we vermelden dat het embryo de organellen erft van de moeder (eicel): we spreken

van maternale overerving (overerving van de moeder) maw het embryo zal organellen (mitochondrieën en chloroplasten hebben identiek aan de moeder).

Zelfbestuiving: autogamie; stuifmeel van plant A komt terecht op de stampers van plant A en dit leidt tot bevruchting (zelfbevruchting). Zie Tabel 2a voor een aantal zelfbestuivende gewassen oa tarwe, erwten en bonen, tomaat.

Kruisbestuiving: xenogamie; het stuifmeel van plant A komt terecht op de stampers van plant B en dit leidt tot bevruchting (kruisbevruchting). Zie Tabel 2b. Bv mais, koolsoorten, biet, raaigras en een aantal fruitbomen (appel/peer).

Hierbij is het belangrijk om te onthouden dat er ook planten bestaan die zowel zelf als kruisbestuivend zijn maar dat dit afhankelijk is van de omstandigheden en van de rassen in kwestie.

6 F1 hybriden

6.1 Inteelt en heterosis

Door paring van verwante individuen (individuen met gelijkaardig genotype; inteelt) bij mensen, dieren en planten leidt dit tot nadelige gevolgen bij de afstammelingen. Die verminderde vitaliteit ingevolge inteelt noemt men inteeltdepressie. Anderzijds bestaat er iets als bastaardgroei­kracht, wat tegenwoordig heterosis heet en het verschijnsel aanduidt dat de F1 vaak een grotere groei­kracht en productievermogen vertoont dan men zou verwachten op basis van de prestaties van de ouders, of in vergelijking met het gemiddelde v/d F2. De oorzaken van inteeltdepressie kunnen oa zijn: het voorkomen van recessieve nadelige of letale mutaties in homozygote toestand.

Als definitie van heterosis nemen we best: de maat waarin de F1 de beste ouder overtreft. De genetische verklaring van heterosis is nog niet helemaal duidelijk. Heterosiseffecten werden bij heel wat gewassen vastgesteld, van graangewassen over groenten (tomaten, komkommer, spinazie, wortels, koolsoorten, zonnebloem, enz...) tot bij veel sierplanten. Ook bij zelfbestuivers bestaat de mogelijkheid tot heterosiseffect, hoewel dit effect meestal veel beperkter is dan bij kruisbestuivers.

6.2 Hybriderassen

Een F1-hybrideras is een commercieel produkt dat ontstaat door een gecontroleerde kruising van verschillende inteeltlijnen (homozygote lijnen; zie kruisingsveredeling bij zelfbestuivers), elk met een beperkte genotypische variabiliteit. Soms worden ook klonen, variëteiten of andere populaties genomen. Het commercieel gewas is dus een F1-populatie.

Naast het voordeel van heterosis voor hybriderassen, geldt voor kruisbestuivers ook in belangrijke mate:

1. Een hybrideras bestaat niet zomaar uit heterozygoten, maar in feite uit een kruising tussen inteeltlijnen.

2. We krijgen ook een grote fenotypische (en genotypische) uniformiteit (sierbloemen voor perkbeplanting; Primula; Impatiens walleriana). Alle F1 hybriden zijn identiek in fenotype.

De hybriderassen bestaan lang: de oudste commerciële F1-hybride van 1909 met Begonia semperflorens cv. Primadonna; hybridemais in de jaren 1930 in de VS.

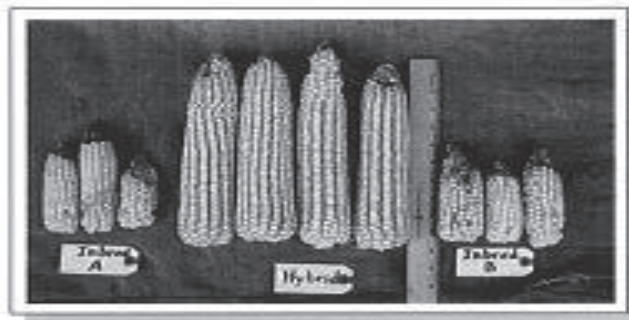


Figure 1 Heterosis in maize: A × B hybrid ears in the middle and corresponding parental inbreds A and B in both sides.

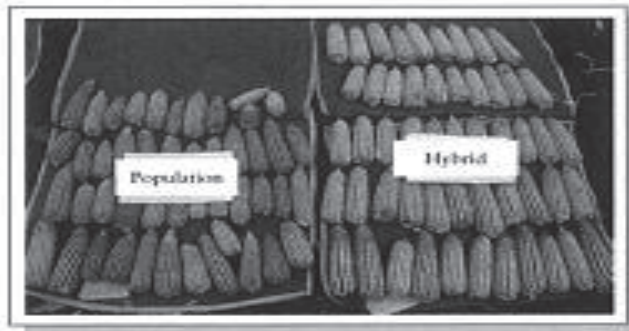


Figure 2 Relative grain yields of an open-pollinated population and a single-cross hybrid developed from selected inbreds from the same population.

6.3 Kweken van homozygote inteeltlijnen

In eerste instantie gaan we dieper in op het maken van inteeltlijnen

De meeste inteeltlijnen (bij maïs) zijn ontwikkeld door selectie binnen of tussen zelfbestoven lijnen. Er zijn hierbij 3 methoden ontwikkeld:

De standaardmethode (ear to row-methode)

Men kan uitgaan van allerlei populaties (cvs). In het eerste jaar worden verschillende 100den goed uitziende planten in de populatie zelfbestoven. Vermits maïs een kruisbestuiver is dient dit geforceerd te gebeuren (in essentie komt het er op neer dat aren van plant A worden afgeschermd en pollen van plant A worden geogst in een zak; in een later stadium worden de gameten samen gebracht voor bevruchting).

In het tweede jaar wordt van elke zelfbestoven kolf 10 à 30 planten in een rij uitgezaaid. Dit is een lijn (lijn, nakomelingschap door zelfbestuiving) die echter nog homozygoot zal zijn. Uit de lijn worden 3 à 5 geschikte planten zelfbestoven.

Vervolgens worden opnieuw per maïskolf een aantal planten gezaaid. De betere lijnen worden opnieuw geselecteerd en 3 à 5 planten worden weer zelfbestoven. Zo gaat men verder gedurende 5 à 7 jaar en dit leidt tot inteeltlijnen (homozygote lijnen). Tijdens de inteelt wordt sterk geselecteerd op algemene groeikracht, bloeitijd, resistentie, legervastheid, opbrengst.

Uiteindelijk komt het er op neer om de superieure kruisingen (tussen bepaalde inteeltlijnen) te herkennen. Dit is veel werk en vele combinaties dienen getest te worden.

Van belang bij de F1-hybriden is dat er een gecontroleerde kruising moet plaats vinden tussen twee inteelt lijnen. Dit is bij de meeste planten niet eenvoudig. In een aantal gevallen kan het handmatig gebeuren of machinaal bv bij 1-slachtige bloemen (maïs). Bij maïs kan men machinaal de mannelijke pluim (bovenaan de plant afknippen alvorens er pollen worden geproduceerd). De geemasculeerde planten vertonen aren in de oksels en deze kunnen bestoven worden door pollen afkomstig van een andere inteeltlijn die ernaast wordt aangeplant (afwisselende rijen).

Anders ligt het bij de 2-slachtige bloemen (bv tarwe, rijst, gerst) waar castratie en handbestuiving nodig zijn. Dit is tijdrovend en duur en het wordt alleen bij commerciële gewassen (oa tomaat, Petunia, e.a.) toegepast.

Vandaar dat men op zoek zal gaan naar mannelijke steriliteit (zie volgend hoofdstuk): chemische middelen (gametociden), mannelijke steriliteit.

De hybriderassen zijn belangrijk (meloen, Begonia semperflorens, witloof, tomaten, Impatiens, tarwe, mais, ...). De prijs van het zaad is duurder is dan zaad van niet F1-hybriden (50-200%): F1 hybriden geven meer opbrengst; het instandhouden van inteeltlijnen en maken van de hybriden kost meer dan het maken van niet-hybride rassen; bovendien moet ook getest worden of het F1-hybrid zaad weldegelijk F1-hybrid zaad is en niet te wijten aan bv zelfbestuiving van de moederplant.