

APOMİKSİS

Döllenme gerçekleşmeden ve kromozom sayısı yarıya inmeden Yumurta hücresinden tohum oluşumudur. Vegetatif çoğalma yöntemidir. Bahçe bitkilerinin değişik kültür veya yabani türlerinde apomiksis görülür; Mango, Citrus, elma (*Malus hupehensis*), armut (*Malus sieboldii*), çilek (*Potentilla spp*), soğan (*Allium odorum*), sarımsak (*Allium tuberosum*), Guayele' de apomiksisin değişik türleri görülmektedir. Apomiktik tohumların pek çoğu *Citrus* (turunçgiller) haricinde polyploiddir.

Apomiksis vegetatif çoğaltmaya eşdeğer olduğundan döller üniform ve ana bitki ile aynıdır. Üstün özellikler sahip bir bitki apomiksis sayesinde bir çeşit oluşturmak için yeterlidir. Çeşitler üniform ve stabildir.

Melez azmanlığı (heterosis) ve epistatik gen etkileri sabitlenebilir. Tohum üretiminde çeşitler arasındaki izolasyon mesafesi kısaltılabilir.

Turunçgillerde örneğinde olduğu gibi virüs enfeksiyonları elimine edilebilir.

Öte yandan apomiksis ıslahçı açısından yeni varyasyonların oluşturulamaması gibi bir soruna da neden olmaktadır.

1- Gametofitik Apomiksis

a)- Diplospori:

Mayoza uğramamış megagamet hücresinden (*embriyo kesesi ana hücresi*) $2n$ yapısında embriyo kesesi oluşur ve içindeki yumurta hücresi partenogenetik olarak embriyoya dönüşür.

b)- Apospori:

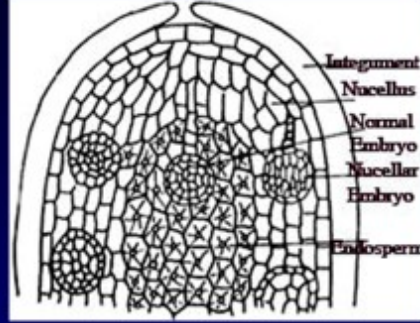
Nusellus veya integümentlerdeki somatik hücrelerden birisi farklılaşarak embriyo kesesi ($2n$) oluşturur ve içindeki yumurta hücresi partenogenetik olarak embriyoya dönüşür. Yumurta dışındaki hücreler embriyoya dönüşürse apogamy denir.

2- Adventif (Nusellar) Embriyoni

Embriyo direk olarak sporofitik dokudan (nusellus ve integüment) oluşur. Ancak gametofit (embriyo kesesi) oluşumu söz konusu değildir.

Partenogenesis:	Çilek
Apogamy:	Ceviz
Nusellar embriyoni:	Turunçgiller

Nusellar embriyolar



A- GAMETOFİTİK APOMİKSİS



B- ADVENTİF (NUSELLAR) EMBRİYONİ



Burada;
Sporofit = Gamet (eşey hücresi) oluşturan bitki
Gametofit = Embriyo kesesi (Gamet oluşturan yapı, = haploid multicellular stage)
Gamet = Eşey hücresi

POLİEMBRIYONİ

Bir çekirdekte birden fazla embriyo oluşmasına poliembriyoni denir. İki değişik şekilde oluşur.

1- Gametik poliembriyolar:

- a)- Apomiktik (dölllenme olmadan) poliembriyoni
 - Partenogenesis
 - Apogami

Apomiktik embriyolar haploid veya diploid olabilir. Diploid olanların yaşama gücü daha yüksektir.

b)- Zigotik poliembriyoni

Yumurta hücresi döllenir ve zigotu meydana getirir. Ancak zigotun gelişmesi esnasında dallanma şeklinde yeni embriyolar meydana gelir.

2- Nusellar –adventif poliembriyoni:

Diploid yapıdaki nusellus hücrelerinden veya bazen integümentlerden embriyolar oluşur.

Özellikler

- Poliembriyoni Turunçgillerin *Citrus*, *Fortunella* ve *Poncirus* cinslerinde görülür.
- Genellikle çekirdekte 2-3 (4) nusellar embriyo bulunur. Ancak Ponlan mandarininde bir çekirdekte 48 embriyo oluşabilmektedir.
- Çeşide göre değişmekle beraber %0-100 arasında nusellar fidan üretilebilir.
 - Üniform anaç
 - Virüssüz anaç ve çeşit (virüssüz klon-kültür çeşidi)
- Nusellusdan oluşan embriyolar zigotik embriyolara göre daha kuvvetli gelişme eğilimindedir. Fidanlıkta zigotik embriyolar elimine edilir.
- Nusellar embriyo söz konusu olduğunda melezleme güçleşmektedir. *Poncirus trifoliata* (üç yapraklı) ile melezleme. F₁ de üç yapraklılık dominant.
- İslahta monoembriyonik çeşitler önemlidir. Böylece istenilen varyasyon zigotik embriyo ile elde edilir.



Tohum içinde embriyoların görünümü
(Embriyolar mikropilar bölgede)



Farklı gelişme aşamalarındaki embriyolar.
M: matured, H: heart stage, G: globular.

Kishore, K., Monika, N., Rinchen, D., Lepcha, B., Pandey, B. . 2011. Polyembryony and seedling emergence traits in apomictic citrus . *Scientia Horticulturae*, 138 : 101-107.



Kaba limonda (*Citrus jambhiri*) ikili, üçlü, dördlü embriyolarda homojen olmayan çimlenme ve çıkış



Calamondin 'de (*Citrus medurensis*) ikili ve üçlü embriyolarda homojen çimlenme ve çıkış

Kishore, K., Monika, N., Rinchen, D., Lepcha, B., Pandey, B. . 2011. Polyembryony and seedling emergence traits in apomictic citrus . *Scientia Horticulturae*, 138 : 101-107.

PARTENOKARPI

a)- Dölllenme olmadan tohumuz meyve teşekkülüdür.

Muz, Washington Navel, Ankara armudu

b)- Stenospermokarpi: Bazen döllenme gerçekleşir, ancak embriyo iç veya dış nedenlerden dolayı aborsiyona uğrar. Ancak meyve gelişmeye devam eder.

Sultani Çekirdeksiz

Partenokarpi bir ıslahçı açısından istenmeyen bir özelliktir. Çünkü döllenme gerçekleşmemekte ve tohum elde edilememektedir. Bu nedenle istenen kombinasyonları oluşturabilmek amacıyla partenokarpik çeşitler melezleme çalışmalarında ancak baba olarak kullanılabilirler.

Yetiştiriciler partenokarpiyi ister. Çünkü meyve türlerinde tozlayıcıya gerek kalmaz. Domates, patlıcan gibi sebzelerde ise kışın düşük sıcaklıklarda görülen tozlanma ve döllenme sorunları nedeniyle yapılan ısıtma, hormon veya bambus arısı uygulamalarına gerek kalmaz.

Öte yandan tohumuz meyve oluşumu daha çok tüketiciler açısından tercih edilmektedir.

KISIRLIKLAR

Tanım:

Kısırlık, a) eşey organlarındaki morfolojik noksanlıklar veya yetersizlikler, b) genetik, veya sitoplazmik nedenlerle normal eşey hücrelerinin (gametlerin) oluşmaması, bu nedenle dölleme ve döllenme yeteneğinden veya her ikisinden birden yoksun kalma veya bazı bitkilerde embriyo ve endospermin gelişmemesidir.

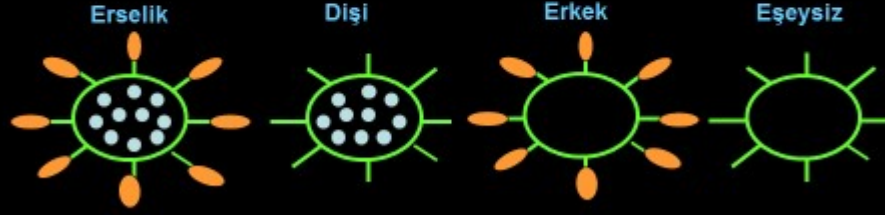
I- Morfolojik Kısırlıklar:

Eşey organlarındaki yapı noksanlıkları veya yetersizlikleri nedeniyle oluşan kısırlıklardır. Genetik olarak kontrol edilebildiği gibi çevre koşullarının etkisi altında geçici olarak da ortaya çıkabilmektedir.

Morfolojik Kısırlıklar

Eşey organlarındaki yapı noksanlıkları veya yetersizlikleri nedeniyle oluşan kısırlıktır.

Örnekler: Osmanlı çileği, süs elmaları, ahududu, J.Hale şeftalisi ve Washington Navel portakalı



Ahududu çiçeklerinde eşey organları ve çiçek yapısı

Morfolojik Kısırlıklar

Ahududunda eşey organlarının dağılımı, kalıtsal yapısı ve fenotipik görünüm

	Erselik Çiçekler	Dişi Çiçekler	Erkek Çiçekler	Eşesiz çiçekler
Kalıtsal yapı (genotipik yapı)	MMFF MMFf MmFF MmFf	mmFF mmFf	MMff Mmff	mmff
Fenotipik görünüm	MF	mF	Mf	mf

Olumsuz çevre koşulları nedeniyle oluşan morfolojik kısırlıklar

Çiçeklenme öncesi sıcak havalar:

Meyve ağaçlarında özellikle sert çekirdekli meyve türlerinin (kayısı, kiraz, erik) çiçeklerinde steril dişi organ oluşumu görülebilir. Stil kısa ve küçük ovaryumlu olabilir ya da ovül dejenere olabilir. Bunun oranı bazı çeşitlerde %50- %80'lere çıkabilir.

II- Genetik-sitoplazmik nedenlerle oluşan kısırlıklar

Genellikle Erkek Kısırlığı şeklinde görülür.

Bitkiler morfolojik yapı nedeniyle doğal olarak kastre edilmiş durumda bulunur.

İslahçılar ve hibrit tohum üreticileri bu özelliği rahatlıkla, kolaylıkla ve güvenle kullanırlar.

Erkek kısırlığı meydana geliş biçimine göre 3 farklı şekilde görülür.

- Genetik erkek kısırlığı
- Sitoplazmik erkek kısırlığı
- Genetik-sitoplazmik erkek kısırlığı

a) Genetik Erkek Kısırlığı

Biber , soğan, domates, fasulye, Arpa buğday, mısır, pamuk, patates, pirinç, darı, soya fasulyesi, tütün türlerinde görülür.

Hücre çekirdeğinin içinde bulunan genlerin etkisiyle ortaya çıkar.

Normal anter ve polen gelişimi engellenir.

Genellikle tek bir gen ve resesif allel (*ms*) ile kontrol edilir.

Yeni erkek kısır bitkiler elde etmek için kısır bitkinin normal heterozigot bitkilerle tozlanması gerekir.

Genetik Erkek Kısırlığının Aktarılması

Not: Erkek kısırlık resesif (*ms*) geni ile kontrol edilmektedir.

Dişi (Kısır)	Erkek (Normal)	Sonuç
<i>msms</i> (resesif) X	<i>MsMs</i> (homozigot)	<i>Msms</i> (%100 normal)
	<i>Msms</i> (heterozigot)	<i>Msms</i> (%50 Normal) <i>msms</i> (%50 Kısır)

Bir çeşide genetik erkek kısırlığını aktarmak geri melezleme yöntemiyle mümkün olabilmektedir.

Erkek kısırlığını kontrol eden gen bir başka gen ile bağlıysa (linkage) ve bu gen çiçeklenme öncesinde morfolojik görülebilir bir özelliği kontrol ediyorsa markör olarak kullanılabilir. Dolayısıyla erkek kısır olmayan bitkileri henüz erken safhada ayıklamak olanağı bulunabilir.

Uygun bir tozlayıcı kullanarak erkek kısır domateslerden melez tohum elde etmek mümkün gibi görünmekteyse de ticari anlamda bir üretim oldukça zordur. Fakat bu erkek kısır domatesler ıslah ve genetik çalışmalar için üzerinde kolay çalışılabilir değerli bir materyaldir. Çünkü özellikle kendine tozlanan türlerde kastrasyona gerek kalmamaktadır.

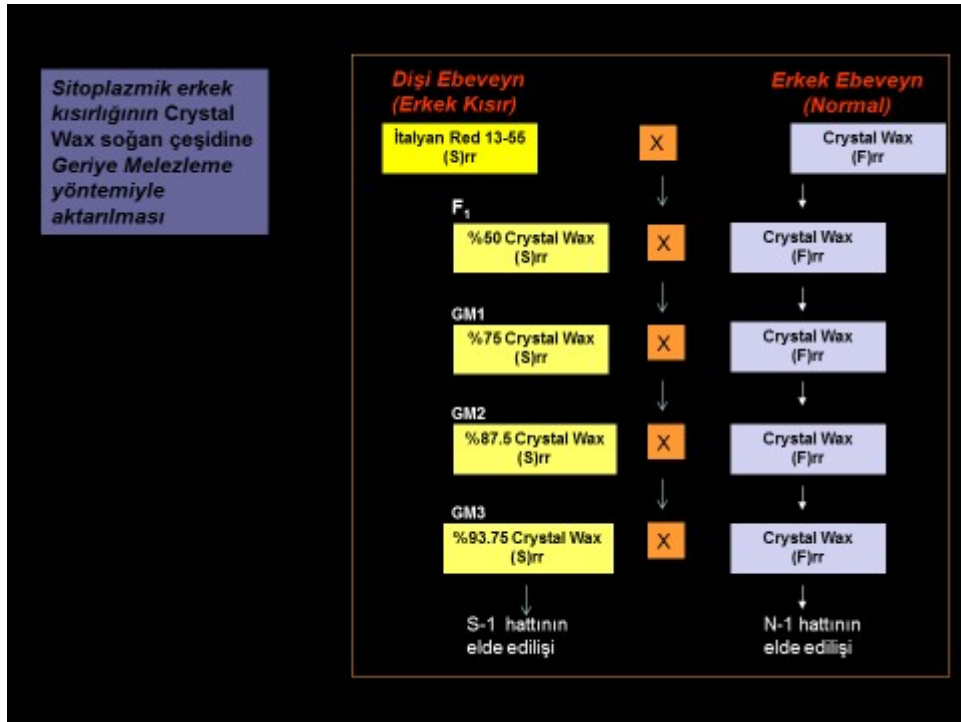
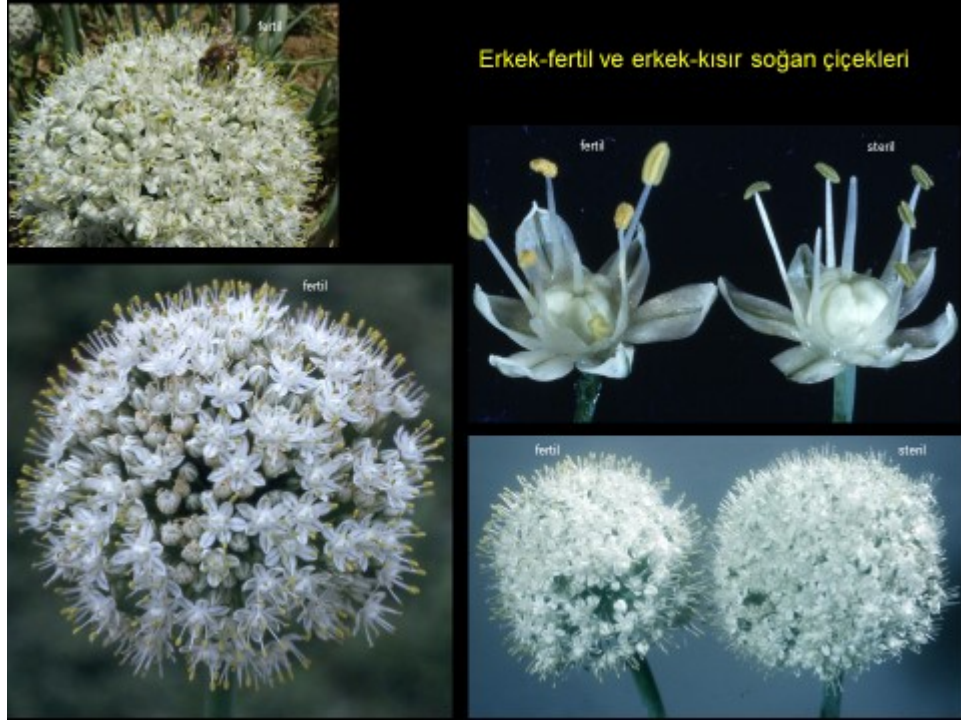
b) Sitoplazmik erkek kısırlığı

Özellikle soğanlarda görülür.

Kısırlık sitoplazmanın etkisi ile oluşur ve belirli bir sitoplazmayı içeren bitkiler erkek kısır olur. Normal bitkiler ile tozlandıklarında tohum oluşturabilirler. Ancak oluşan F_1 lerin hepsi erkek kısır olur. Çünkü sitoplazma anneden geçmektedir.

Çiçeklenme süreleri ve daha uzun olmakta ve çiçekler dalda daha uzun süre canlı kalmaktadır. Bu durum özellikle süs bitkilerinde önemli yarar sağlar. Vegetatif kısımları için üretilen bitkilerde melez tohum elde etmede bu kısırlıktan yararlanılır. Özellikle soğanlarda, bir çeşide sitoplazmik erkek kısırlığını aktarmak ancak devamlı ve yeterli bir geriye melezleme ile mümkündür.





c) Sitoplazmik-genetik erkek kısırlığı

Hem çekirdek hem de sitoplazmada bulunan genlerin interaksiyonu sonucunda erkek kısırlığı oluşur. Sitoplazma, genlerin homozigot resesif olduğu durumda etkisini göstermektedir. İlk defa 'İtalyan Red' soğan çeşidinde tek bir bitkinin tamamen erkek kısır olarak görülmesiyle ortaya çıkmıştır.

Soğanlarda iki tip sitoplazma bulunur; Normal (F) ve Kısır (S). Çekirdekte R düzeltici geni (Restorer) bulunur. Bu gen kısır sitoplazmanın etkisini normal sitoplazmaya dönüştürebilmektedir.

Erkek kısırlığı, sitoplazma "S" tipinde ve çekirdekte bulunan gen homozigot resesif (*rrrr*) durumunda ise ortaya çıkar.

Sitoplazmik-genetik erkek kısırlığının sitoplazmik erkek kısırlığından farkı meydana gelen döllerin mutlaka erkek kısır olmamalarıdır.

Sitoplazmik-genetik erkek kısırlığının kalıtım ilkeleri aşağıdaki şekilde gösterilmiştir.

Anne Sitoplazma - Çekirdek	Baba Sitoplazma - Çekirdek	F ₁
(S) <i>rr</i>	(F/S) <i>rr</i>	%100 Kısır
	(F/S) <i>RR</i>	%100 Normal
	(F/S) <i>Rr</i>	1:1 Kısır : Normal

(S): Sitoplazma kısır (F): Sitoplazma normal

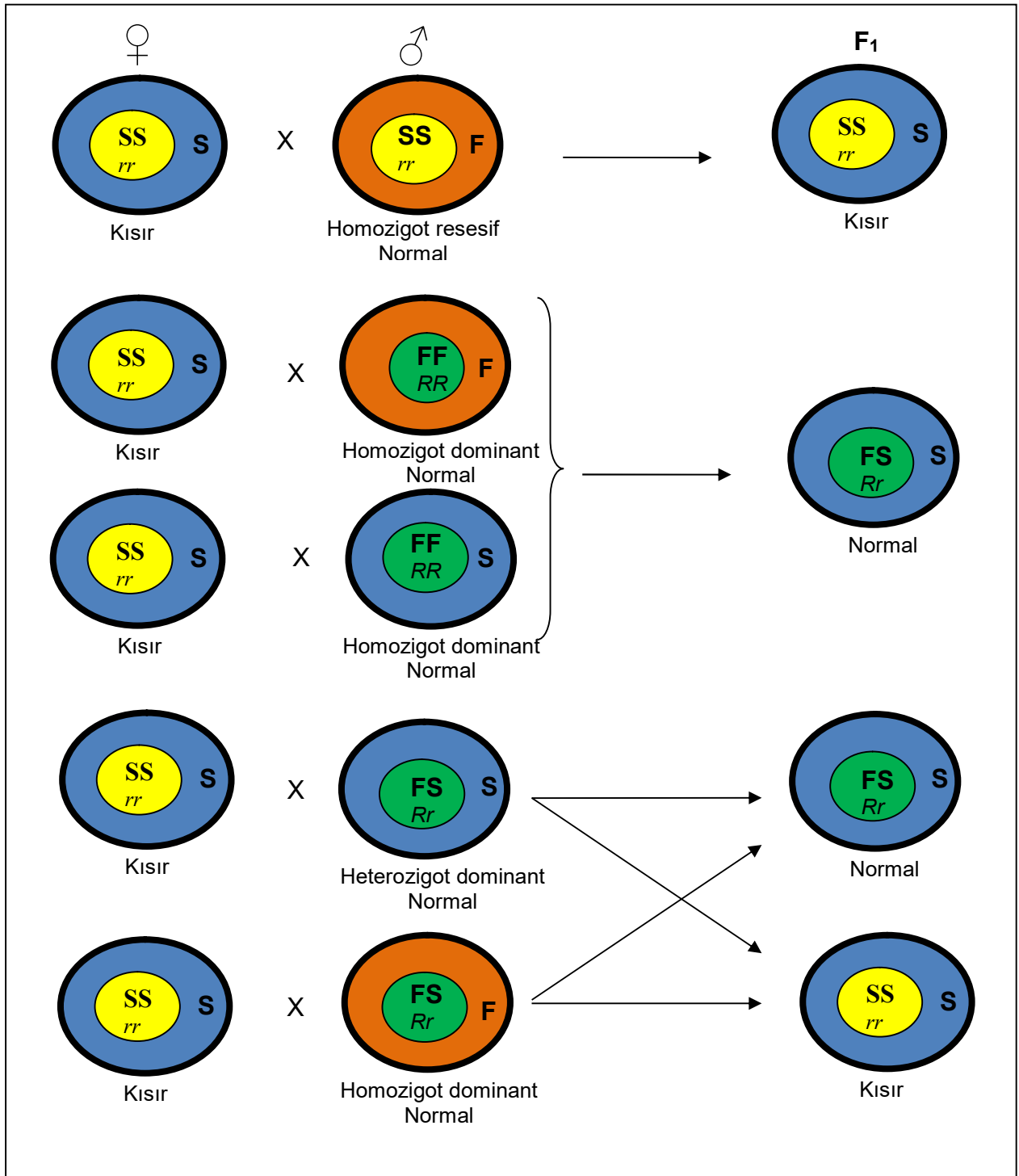
AÇIKLAMALAR:

(S) *rr* erkek kısır bitkiler (F/S) *rr* genetik yapısındaki bir bitki ile tozlandığında F₁'ler erkek kısır olur.

(S) *rr* erkek kısır bitkiler (F/S) *RR* genetik yapısındaki bir bitki ile tozlandığında F₁'lerin tamamı normal olur.

(S) *rr* erkek kısır bitkileri (F/S) *Rr* genetik yapısındaki bir bitki ile tozlandığında F₁'lerin yarısı kısır, diğer yarısı normal (1:1) olur.

Sitoplazmik-genetik erkek kısırlığının kalıtım ilkeleri



SÜS BİTKİLERİNDE KISIRLIK

Vejetatif olarak çoğaltılan süs bitkilerinin bir kısmı parklarda, bahçelerde, şehir içi yollarda gölge ağacı veya güzel çiçekleri olan süs ağaçları olarak kullanılmaktadır. Ancak bu ağaçlarda meyve veya tohum oluşması istenmez.

- Kiraz erik ve elmalarda yere veya kaldırıma düşerek ezilen meyveler kirlenmeye neden olur.
- Kayganlaşan zemin nedeniyle istenmeyen kazalar yaşanabilir.
- İnsanların üzerine düşen meyveler kıyafetlerde lekelerine neden olabilir
- Ceviz ve fındık gibi rüzgarla tozlanan türlerin çiçek tozları bazı insanlarda alerjik reaksiyonlara neden olur.
- Kavak bitkilerinin uçuşan pamukları aslında tohumdur. Alerjik olmasa da ağıza- burna kaçmakta ve rahatsızlık verir.

Bunun gibi diğer süs bitkilerinde de kısır çiçekleri olan çeşitleri geliştirme imkanları araştırılmaktadır. Bu yollardan birisi gen transferidir. Yapılan başarılı çalışmalar bulunmaktadır.

