ومن أكثر الأنواع التى سجلت فيها ظاهرة التنافس الجاميطى. ما يلى (عن Liedl & Anderson ١٩٩٣):

النبات	الاسم العلمى
الشيكوريا	*Cichorum intybus*
الكمثرى	*Pyrus communis*
التفاح	*Malus domestica*
الحور poplar	*Populus* spp.
الزنبق (السوسن) lily	*Lilum* spp.
الجيرانيم (إبرة الراعى) geranium	*Geranium maculatum*
الداتورة	*Datura* spp.
الطماطم	*Lycopersicon esculentum*
	Cassia spp.
	Passiflora
اللوبيا	*Vigna unguiculata*
فاصوليا الليما	*Phaseolus lunatus*
الورد	*Rosa hybrida*
القرع	*Cucurbita* spp.
الكاكاو	*Theobroma cacao*
القرنفل carnation	*Dianthus chinensis*

الجنس فى النباتات

حالات الجنس

إن الأزهار إما أن تكون خنثى hermaphroditic (أيضًا bisexual، و perfect، و monoclinous)، وإما أن تكون مذكرة staminate (أيضًا male)، وإما أن تكون مؤنثة pistillate. (أيضًا: female. و carpellate).

أما النباتات .. فإنها تقسم - حسب حالة الجنس - إلى الفئات التالية:

١ - نباتات تحمل أزهارًا كاملة فقط: مثل: التفاح والكمثرى والخوخ والبرقوق والليمون والبرتقال واللوز والكرنب والفجل والجزر والكرفس والبطاطا والطماطم والفلفل والباذنجان والفول والبامية والبسلة والورد والأراولا والقرنفل والبنفسج والقمح والأرز.

٢ – نباتات وحيدة الجنس وحيدة المسكن monoecious، أى تحمل أزهارًا مذكرة وأخرى مؤنثة؛ مثل: البكان والجوز والبندق وأبو فروة والخيار والكوسة والذرة.

٣ – نباتات تحمل أزهارًا كاملة، وأخرى مذكرة andromonoecious، كما فى بعض أصناف القاوون والبطيخ.

٤ – نباتات تحمل أزهارًا كاملة وأخرى مؤنثة gynomonoecious كما فى بعض سلالات القرعيات.

٥ – نباتات تحمل أزهارًا كاملة، وأزهارًا مؤنثة، وأزهارً مذكرة trimonoecious كما فى بعض سلالات القرعيات.

٦ – نباتات تحمل أزهارًا مذكرة فقط androecious، كما فى بعض سلالات الخيار.

٧ – نباتات تحمل أزهارًا مؤنثة فقط gynoecious. كما فى بعض أصناف الخيار.

وبالإضافة إلى ما تقدم .. فإن العشائر النباتية لمحصول ما .. قد تكون من أى من الفئات السابقة الذكر (من ١–٧)، أو قد تتكون العشيرة من نباتات مذكرة، وأخرى مؤنثة أى تكون وحيدة الجنس ثنائية المسكن dioecious (كما فى السبانخ والهليون ونخيل التمر والكاكى وبعض أصناف العنب)، أو قد تتكون من نباتات مذكرة، ونباتات تحمل أزهارًا كاملة، أى تكون androdioecious، أو تتكون من نباتات مؤنثة، ونباتات تحمل أزهارًا كاملة، أى تكون gynodioecious (Frankel & Galun ١٩٧٧). وقد تناول Geber وآخرون (١٩٩٩) موضوع انفصال الجنس فى النباتات – بالتفصيل – ومن كافة الوجوه.

وراثة الجنس

تتحدد حالة الجنس فى النباتات إما بواسطة كروموسومات الجنس، وإما بواسطة جينات خاصة. ويبين جدول (٢–٣) التباينات التى وجدت فى وراثة الجنس فى النباتات الثنائية المسكن.

أولاً: الحالات التى يتحدد فيها الجنس بواسطة كروموسومات الجنس

يتحدد الجنس فى معظم النباتات الوحيدة الجنس ثنائية المسكن بواسطة

كروموسومات الجنس، حيث تكون النباتات المذكرة XY والمؤنثة XX، ومن بين الأنواع النباتية التى تأكد فيها ذلك الأمر، ما يلى:

Cannabis sativa	*Humulus lupulus*
Rumex acetosella	*Silene latifolia*
Silene dioicia	*Asparagus officinalis*
Elodea canadensis	*Salix* spp.
Populus spp.	*Urtica dioica*
Spinacia oleracea	*Coccinea indica*

جدول (٢-٣): بعض التباينات المعروفة فى وراثة الجنس فى النباتات الثنائية المسكن (عن Grant ١٩٩٩).

نظام التوارث	النوع النباتى	التركيب الوراثى للأفراد المذكرة	التركيب الوراثى للأفراد المؤنثة
جين واحد	***Ecballium elaterium***	a^D/a^d	a^d/a^d
عدة جينات	***Mercurialis annua***	$A/\text{-}B_1/\text{-}B_2/\text{-}$	$A/\text{-}\ b_1/b_1\ b_2/b_2$
		$A/\text{-}\ b_1/b_1\ B_2/\text{-}$	$a/a\ b_1/b_1\ B_2/\text{-}$
		$A/\text{-}\ B_1/\text{-}\ b_2/b_2$	$a/a\ B_1/\text{-}\ b_2/b_2$
كروموسومات الجنس: (أ)			
الأنثى غير متماثلة الكروموسوم	***Fragaria elateria***	**ZZ**	**WZ**
التوازن بين كروموسوم الجنس والكروموسومات الجسمية	***Rumex acetosa***	XY_1Y_2	**XX**
كروموسوم Y نشط	***Silene latioflia***	**XY**	**XX**

(أ) يراجع المصدر لمزيد من التفاصيل.

وعندما تكون الأنواع متضاعفة كروموسوميًا يبقى الاختلاف الكروموسومى بين النباتات المذكرة والمؤنثة ظاهرًا كما فى الأمثلة التالية:

النوع	النباتات المذكرة	النباتات المؤنثة
Rumex acetosella	3XY	4X
	5XY	6X
	7XY	8X
Rumex paucifolius	3XY	4X

ومن أمثلة حالات الجنس التى تتحدد كروموسوميًا. ما يلى:

١ – فى الجنس *Dioscorea* spp. تكون النباتات المذكرة إما XO وإما XY. بينما تكون النباتات المؤنثة XX (عن Richards ١٩٨٦).

٢ – السبانخ:

يتحدد الجنس فى السبانخ بكروموسومى الجنس X، و Y؛ حيث تكون النباتات المؤنثة XX والمذكرة XY، كما توجد جينات محوِّرة على الكروموسومات الأخرى للنبات (وهى الكروموسومات الجسمية autosomes)، يؤدى وجودها إلى ظهور حالات جنسية وسطية بين النباتات المذكرة والمؤنثة (عن Duvie ١٩٦٦).

٣ – الأسبرجس:

يعد الأسبرجس من النباتات الوحيدة الجنس الثنائية المسكن. وتبعًا لدراسات Rick & Hanna (عن Ellison ١٩٨٦) .. فإن جنس الأسبرجس يورث كما لو كان محكومًا بعامل وراثى واحد سائد لصفة الذكورة. كما أمكن التعرف على اختلافات سيتولوجية فى زوج الكروموسوم الخامس للنبات، ترتبط بحالة الجنس؛ وبذا .. تعرف النباتات المؤنثة بأنها XX. بينما تعرف النباتات المذكرة بأنها XY؛ هذا .. إلا أنه لا يمكن تمييز كروموسوما الجنس مظهريًا، ويعتقد بوجود أكثر من جين يتحكم فى صفة الجنس وتُحمل جميعها فى مجموعة ارتباطية على كروموسوم الجنس فى النباتات المذكرة. ويبدو أن كروموسوم الجنس يحمل جينًا يثبط تكوين الكرابل. وجينًا آخر يحفز تكوين الأسدية، وتؤدى الطفرات فى أى من الجينين إلى ظهور حالات جنسية أخرى. مثل الأزهار الكاملة، والأزهار التى تخلو من الأعضاء الجنسية (عن Grant ١٩٩٩).

ثانيًا: الحالات التى يتحدد فيها الجنس بواسطة جينات خاصة

من أمثلة الحالات التى يتحدد فيها الجنس جينيًا. ما يلى:

١ – الخيار:

توجد سبعة جينات – على الأقل – تعرف بتأثيرها على الجنس فى الخيار. إلاّ أن معظم التأثيرات يتحكم فيها زوجان من الجينات: العامل m (الذى يعرف – كذلك – بالرمزين g، و a) ويتحكم فى صفة حمل النبات لأزهار مذكرة وأخرى خنثى

(andromonoecious)، والعامل F (الذى يعرف – كذلك – بالرموز Acr، و D، و st) ويتحكم فى صفة كون النبات مؤنثًا female. ويتحكم الجين M فيما إذا كان النبات سيصبح وحيد الجنس أم ثنائى الجنس؛ فالنباتات التى تحمل الآليل السائد M لا تنتج أزهارً خنثى. ويتحكم الجين F فيما إذا كان النبات سيكوّن مبايض زهرية أم لا؛ فالنباتات الأصيلة السائدة والخليطة فى هذا العامل يكون لديها اتجاهًا قويًّا نحو تكوين أعضاء تكاثر أنثوية. ويوجد جين ثالث (a) يتحكم فى صفة النباتات المذكرة (androecious)، ويؤثر فى نواتج فعل الجين F؛ ويؤدى وجود هذا الجين بحالة متنحية أصيلة (aa) إلى تكثيف الاتجاه نحو تكوين أسدية فى النباتات الأصيلة فى العامل المتنحى f.

وتنتج التوافيق المختلفة من تلك الجينات أشكالاً مظهرية مختلفة، كما يلى (عن Grant ١٩٩٩):

التركيب الوراثى	الشكل المظهرى
M/-, f/f, a/a	مذكر male
M/-, f/f, A/-	وحيد الجنس وحيد المسكن monoecious
M/-, F/f, (A/- or a/a)	وحيد الجنس وحيد المسكن إلى مؤنث female
M/-, F/F, (A/- or a/a)	مؤنث
m/m, f/f, a/a	مذكر
m/m, F/f, (A/- or a/a)	يحمل أزهارًا مذكرة وأخرى خنثى andromonoecious، مع الميل نحو تكوين الأزهار الخنثى
m/m, F/F, (A/- or a/a)	خنثى hermaphroditic

وللتبسيط .. فإن حالات الجنس فى الخيار يتحكم فيها عاملين وراثيين، هما: M، و F، كما يلى:

التركيب الوراثى	جنس الأزهار والتى يحملها النبات الواحد (حالة الجنس)
M- F-	مؤنثة فقط (gynoecious)
M- ff	مذكرة ومؤنثة (mouoecious)
mm F-	خنثى (hermaphroditic)
mm ff	مذكرة وخنثى (andromonoecious)

وبينما يزيد الجين F من الصفات الأنثوية، فإنه ليس سائدًا سيادة تامة، حيث يمكن أن يتأثر التركيب الوراثى الخليط Ff بالعوامل البيئية.

كذلك تتأثر وراثة الجنس فى الخيار بالعوامل المحورة، فالعامل gy يؤدى وجوده فى حالة أصيلة إلى زيادة فاعلية الجين F، والعامل m-2 يعمل على زيادة ظهور الأزهار الخنثى.

٢ - القاوون

يتحكم فى وراثة الجنس فى القاوون جينين مستقلين، هما a، و g، كما يلى:

التركيب الوراثى	جنس الأزهار التى يحملها النبات الواحد (حالة الجنس)
A-G-	مذكرة ومؤنثة (monoecious)
aa G-	مذكرة وخنثى (andromonoecious)
A- gg	مؤنثة وخنثى (gynomonecious)
aa gg	خنثى (hermaphroditic)

وتتوفر - كذلك - عدة جينات محورة تؤثر على حالة الجنس، بالإضافة إلى التأثير القوى للعوامل البيئية ومنظمات النمو على النسبة الجنسية (عن Liedl & Anderson ١٩٩٣).

٣ - الذرة:

تعد الذرة نباتًا وحيد الجنس، وحيد المسكن. وقد ظهرت طفرة متنحية bs، يؤدى وجودها فى حالة أصيلة bs bs إلى أن تصبح القولحة خالية من البذور barren stalk. وتكون النورة المؤنثة خالية من الحريرة، ومبايض أزهارها عقيمة، ولا تنتج بها حبوب؛ وبذا .. يصبح النبات مذكرًا. كما ظهرت طفرة متنحية أخرى ts. يؤدى وجودها فى حالة أصيلة كذلك ts ts إلى استبدال الأزهار فى النورة المذكرة بأزهار مؤنثة. وينتج فيها حبوب؛ وبذا .. يصبح النبات مؤنثًا. وينتج حبوبًا فى النورتين: الجانبية. والطرفية. ويتفوق الجين ts فى تأثيره على الجين bs، بحيث يمكن تمييز التراكيب الوراثية والأشكال المظهرية التالية:

التركيب الوراثى	الشكل المظهرة
Bs- Ts-	وحيد الجنس وحيد المسكن
bsbs Ts-	مذكر
Bs- tsts	مؤنث
Bsbs tsts	مؤنث

ويعنى ذلك أنه يمكن إنتاج سلالة من الذرة وحيدة الجنس ثنائية المسكن، تكون فيها النباتات المذكرة bsbs TSts. والمؤنثة bsbs tsts، ويكون النبات المذكر هو المسئول عن تعيين الجنس؛ لأنه ينتج نوعين من الجاميطات. ويؤدى الإكثار من هذه السلالة إلى المحافظة على نفس النسبة الجنسية فى النسل بشكل دائم (عن Burns ١٩٨٣).

ويمكن الرجوع إلى التفاصيل المتعلقة بوراثة الجنس فى النباتات الوحيدة الجنس الثنائية المسكن فى Westergaard (١٩٥٨)، وفى كل حالات انفصال الجنس فى Grant (١٩٩٩). والوراثة الكمية للجنس فى النباتات – بصورة عامة – فى Meagher (١٩٩٩).

النسبة الجنسية وأهميتها

يعد عدد العقد على الساق – حتى ظهور أول زهرة مؤنثة، أو خنثى فى القرعيات – من الصفات الوراثية الثابتة لكل صنف، وكلما قربت أول عقدة تحمل زهرة مؤنثة، أو خنثى من قاعدة الساق .. دل ذلك على ارتفاع نسبة الأزهار المؤنثة، أو الخنثى إلى الأزهار المذكرة. وكل العوامل التى تزيد نسبة الأزهار المؤنثة تؤدى بطبيعة الحال إلى ظهور أول زهرة مؤنثة على عقدة أقرب لقاعدة الساق. وعلى العكس من ذلك .. فإن كل العوامل التى تزيد من نسبة الأزهار المذكرة .. تؤدى إلى ظهور أول زهرة مؤنثة على عقدة بعيدة عن قاعدة الساق. وترجع أهمية النسبة الجنسية إلى أن الأزهار المؤنثة هى التى تنتج الثمار. وهى تتأثر بحالة النبات، وبالظروف البيئية، ومعاملات منظمات النمو.

فكلما كثر عدد الثمار التى يحملها النبات فى وقت واحد .. اتجه النبات نحو تكوين أزهار مذكرة. ونجد – بصفة عامة – أن ظروف الحرارة المنخفضة، والإضاءة الضعيفة، والنهار القصير .. تؤدى إلى زيادة نسبة الأزهار المؤنثة، بينما تؤدى ظروف الحرارة المرتفعة، والإضاءة العالية، والنهار الطويل إلى زيادة نسبة الأزهار المذكرة.

وتؤدى معاملة نباتات القرعيات – فى طور مبكر من النمو بالماليك هيدرازيد بتركيز ٢٥٠–٥٠٠ جزء فى المليون، أو بالأوكسينات مثل نفثالين حامض الخليك NAA بتركيز ١٠٠ جزء فى المليون، و ٢، ٣، ٥–ثلاثى يوديد حامض البنزويك 2.3.5-triiodobenzoic acid بتركيز ٢٥ جزءًا فى المليون – إلى زيادة نسبة الأزهار المؤنثة. إلا أن أكثر منظمات النمو تأثيرًا فى هذا الشأن هو الإيثيفون Ethephon، حيث تؤدى رشة واحدة أو عدة رشات منه – بتركيز ١٢٥–٢٥٠ جزءًا فى المليون فى مراحل نمو وتكوين الورقة لحقيقية الأولى حتى الخامسة – إلى إحداث زيادة جوهرية فى نسبة الأزهار المؤنثة أو الكاملة، بينما يقل – أو ينعدم – ظهور الأزهار المذكرة على العقد الخمس عشرة الأولى، ثم تعود النباتات إلى حالتها الطبيعية بعد ذلك.

وتؤدى هذه المعاملة إلى زيادة المحصول المبكر، والمحصول الكلى فى القرعيات، خاصة فى المحاصيل التى تقطف ثمارها وهى صغيرة؛ مثل الكوسة والخيار، كما يمكن الاستفادة من التأثير الذى تحدثه هذه المعاملة عند إنتاج هجن القرعيات؛ حيث تعامل نباتات خطوط الأمهات، وتؤخذ البذور من الثمار التى تعقد أولاً (de Wilde ١٩٧١).

وعلى العكس من التأثير الذى تحدثه منظمات النمو إلى سبق ذكرها .. فإن معاملة القرعيات بنترات الفضة أو بحامض الجبريلليك GA_3، وبعض الجبريللينات الأخرى .. يؤدى إلى إحداث زيادة كبيرة فى نسبة الأزهار المذكرة. وتفيد هذه المعاملة عند إكثار بذور الأصناف المؤنثة gynoecious، حيث تؤدى إلى جعل هذه الأصناف وحيدة الجنس وحيدة المسكن فى مراحل نموها الأولى؛ وبذلك يمكن أن تعقد الثمار، وتتكون فيها بذور تحمل أجنتها الصفة الوراثية للنباتات المؤنثة لزراعتها تجاريًّا. وتجدر الإشارة إلى أن هذه الأصناف، إما أنها تعقد بكريًّا، فلا تحتاج إلى ملقحات فى الحقول التجارية، وإما أن بذورها تخلط بنسبة ١٠–١٢٪ ببذور أخرى من الصنف ذاته، ولكنها تكون وحيدة الجنس وحيدة المسكن، لتوفير حبوب اللقاح اللازمة للتلقيح.