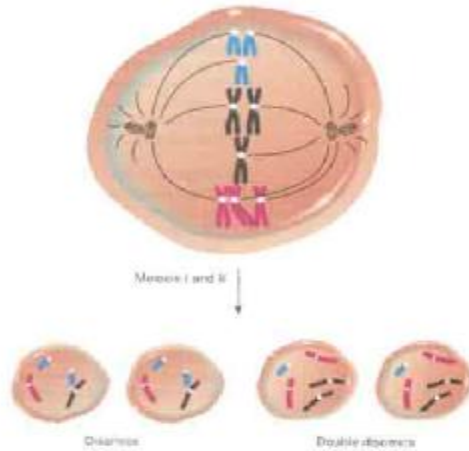


یوپلویدی (Euploidy):

موجودات یوپلویدی دارای تعدادی متفاوتی سری کروموزوم هاپلوئید هستند. با هاپلوئیدها (n) و دیپلوئیدها ($2n$) آشنایی داریم. موجوداتی که دارای تعداد سری کروموزوم های هاپلوئید بیشتری هستند مثل تریپلوئیدهای ($3n$) و تتراپلوئیدها ($4n$) پلی پلوئید (*poly ploid*) نامیده می شوند. سه نوع شکل پیش روی پلی پلوئیدها قرار دارد. اولاً، امکان یک ناهماهنگی کلی در بدن به خاطر وجود ماده ژنتیکی اضافی در هر سلول وجود دارد. برای مثال یک جنین تریپلوئید انسان حدود یک میلیونیم شانس زنده ماندن تا تولد را دارد و بعد از تولد نیز مرگ زودرس به علت مشکلات بوجود آمده در تمام اندام ها رخ می دهد. دوماً، در صورت وجود یک مکانیسم تعیین جنسیت کروموزومی در آن موجود، پلی پلوئیدی می تواند در آن مکانیسم اختلال ایجاد کند. سوماً، میوز در بسیاری پلی پلوئیدها گامت های نامتعادل تولید می کند.

اگر سلول پلی پلوئید دارای تعداد فردی از مجموعه کروموزومهای هاپلوئیدی باشد، مثلاً تریپلوئید باشد، دو کروموزوم از سه کروموزوم همولوگ تمایل به جفت شدن با یکدیگر در پروفاز میوز پیدا می کنند که این امر باعث بوجود آمدن یک *bivalent* و یک *univalent* می شود. *bivalent* بطور طبیعی جدا می شود ولی کروموزوم سوم بطور مستقل و اتفاقی به یکی از دو قطب سلول می رود. بنابراین احتمال آنتوپلوئیدی در هر قطب به ازای هر سه کروموزوم همولوگ 50٪ است. بنابراین احتمال تولید یک گامت کاملاً طبیعی برابر $\left(\frac{1}{2}\right)^n$ می شود که n تعداد کروموزومهای هاپلوئیدی می باشد. بنابراین مشاهده می شود که با افزایش n ، احتمال تولید گامت طبیعی به سرعت کاهش پیدا می کند. بنابراین با افزایش، احتمال عقیمی نیز بالا می رود. یکی نوع سیناپس بین *bivalent* و *univalent* ها، تشکیل *trivalent* ها می باشد. که مشکلات

مشابهی را ایجاد می کند.



(زیر نویس: میوز در یک سلول تریپلوئید ($3n=9$) و یک ترتیب گامتی ممکن.)

احتمال تشکیل گامت عادی برابر با $\left(\frac{1}{2}\right)^n$ است که n همان عدد کروموزومی هاپلوئید می باشد. در

اینجا $n=3$ ، $\left(\frac{1}{2}\right)^3 = \frac{1}{8}$ ، پلی پلوئیدهایی که دارای ضرایب زوجی از تعداد کروموزومهای هاپلوئیدی

هستند، مثل تتراپلوئیدها، می توانند در میوز بهتر عمل کنند. اگر توزیع سانترومرها در هر یک از n ساختار

تشکیل شده در میوز، دو به دو باشد، گامتهای متعادل تولید خواهند شد. اما غالباً، وجود نسخه های متعدد

یک کروموزوم باعث ایجاد ساختارهای پیچیده سیناپسی مثل

quadrivalent, trivalent, bivalent, monovalent خواهد شد که به نوبه خود باعث عقیمی می شوند.

در برخی گروههای موجودات زنده، مثلاً گیاهان، تعداد زیادی پلی پلوئید وجود دارد. مثلاً جنس گندم،

Triticum، دارای گیاهانی با 14، 28 و یا 42 کروموزوم است. چون عدد هاپلوئید در *Triticum*، $n=7$ می

باشد. انواع ذکر شده به ترتیب $6n, 4n, 2n$ می باشند. گل داوودی دارای گونه هایی با 18، 36، 54، 72 و 90

کروموزوم است. با عدد پایه $n = 9$ این گونه ها به ترتیب $10n, 8n, 6n, 4n, 2n$ خواهند بود. در هر دوی این دو گروه ذکر شده، پلی پلوئیدهای زوج ($\dots, 4n, 2n$) قادر به زنده ماندن هستند ولی پلی پلوئیدهای فرد ($\dots, 5n, 3n$) زنده نمی مانند.

اتوپلی پلوئیدی (Autopolyploidy):

پلی پلوئیدی می تواند به دو روش بوجود آید. در اتوپلی پلوئیدی همه کروموزومها از یک گونه هستند. در آلوپلی پلوئیدی (autopolyploidy) کروموزومها شامل هیبریدی از کروموزومهای دو گونه متفاوت هستند. اتوپلی پلوئیدی به روش های مختلفی رخ می دهد. fusion گامتهایی که تعداد کروموزومهای آنها در طی میوز کاهش نیافته است. باعث تشکیل سلول پلی پلوئید می شود. برای مثال، اگر یک گامت دیپلوئید با یک گامت هاپلوئید لقاح یابد، حاصل، یک سلول تریپلوئید خواهد بود. به همین طریق از آمیزش دو گامت دیپلوئید، یک سلول تتراپلوئید بوجود می آید. یک گامت دارای تعداد کروموزومهای کاهش نیافته می تواند نتیجه میوز موفق یک سلول پلی پلوئید باشد. بعبارت دیگر، همه گامتهایی که دارای تعداد کروموزومهای بیشتری از حد معمول هستند، حاصل نقص در میوز نمی باشند. مثلاً اگر یک شاخه از گیاهی که خود دیپلوئید است. تتراپلوئید باشد، گامتهای تشکیل شده در گلهای آن شاخه دیپلوئید خواهند بود. این گامتها حاصل جدا شدن کروموزومها در میوز نیستند، بلکه حاصل میوز یک سلول تتراپلوئید (یا به طور کلی پلی پلوئید) هستند. بافت تتراپلوئید در این مثال، می توان نتیجه somatic doubling بافتهای دیپلوئید گیاه باشد.

somatic doubling می تواند بطور خودبخودی اتفاق بیفتد یا بوسیله هر عاملی که ترتیب طبیعی

تقسیم هسته را بر هم می زند القا شود. مثلاً کلشی سین (*colchicine*) باعث القای *somatic doubling* بوسیله مهار تشکیل میکروتوبولها می شود. این امر باعث مهار تشکیل دوک و در نتیجه مهار جدا شدن (به طور کلی حرکت) کروموزومها در میتوز یا میوز خواهد شد. حاصل، سلولی با تعداد کروموزومهای مضاعف می باشد. سایر مواد شیمیایی، تنش های دمایی و فیزیکی می توانند همین اثر را داشته باشند.

آلوپلی پلوئیدی (*Allopolyploidy*):

آلوپلی پلوئیدی بوسیله آمیزش بین دو گونه بوجود می آید. نسل حاصل دارای مجموع کروموزومهای کاهش یافته و هر دو والد خواهد بود. اگر محموله های کروموزومی دو گونه تا حدود زیادی متفاوت باشند، سلول حاصل در میوز مشکل پیدا خواهد کرد زیرا هیچ دو کروموزومی در سلول به اندازه کافی همولوگ نیستند. بنابراین هر کروموزوم یک *univalent* (جفت نشده) تشکیل خواهد داد. این کروموزومها بطور مستقل در میوز از یکدیگر جدا می شوند و گامت آنئوپلوئید را بوجود می آورند. هر چند، اگر یک ارگانسیم بتواند بوسیله رشد *vegetative* تا زمانیکه *somatic doubling* در سلولهای سازنده گامتها رخ دهد ($2n \rightarrow 4n$) یا به جای آن، اگر زیگوت از لقاح دو گامت کاهش نیافته تشکیل شده باشد ($2n + 2n$)، نسل حاصل کاملاً زایا خواهد بود چون هر کروموزوم دارای یک کروموزوم همولوگ در میوز خواهد بود. بعنوان یک مثال، می توان کارهای ژنتیک دان روسی، *G.D.Karpechenko* را ذکر کرد.

در سال 1928، *Karpechenko* روی تربچه (*Raphanus sativus*, $n=9$, $2n=18$) و کلم

(*Brassica oleracea*, $n=9$, $2n=18$) کار می کرد. وقتی این دو گونه با یکدیگر آمیزش انجام دهند. نسل

اول با $2n = 18$ حاصل خواهد شد. گیاه حاصل ویژگی های حد واسطی از دو گیاه مذکور خواهد داشت. و گیاه یک آلودیپلوئید خواهد بود.

اگر در این گیاه *somatic doubling* رخ دهد، تعداد کروموزومها دو برابر شده و به 36 عدد در هر سلول می رسد و گیاه یک آلتتراپلوئید خواهد شد (48) چون هر کروموزوم در این سلولها دارای یک کروموزوم همولوگ می باشد، به این آلتتراپلوئید، *amphidiploid* گفته می شود. بدون توجه به چگونگی بوجود آمدن آن، این گیاه را می توان بصورت یک گیاه متفاوت با $2n = 36$ در نظر گرفت. در این حالت، گیاه *somatic doubling* جدید نمی توانند از آمیزش با هر یک از دو گیاه بوجود آورنده آن (کلم یا تربچه) نسل جدیدی از گیاهان را تولید کند زیرا افراد نسل اول حاصل از این آمیزش تریپلوئید ($3n$) و نازا خواهند بود. بنابراین گیاه جدید، یک گونه جدید است و *Raphan obrassica* نامیده شده است. از لحاظ کشاورزی، این آزمایش نتیجه مطلوبی نداشت زیرا گونه جدید صفات خوب و مفید کلم و تربچه را با هم تلفیق نکرده بود.

پلی پلوئیدی در گیاهان و جانوران:

هر چند پلی پلوئیدی در فرمانروی جانوران نیز مشاهده شده است (در بعضی گونه های مارمولک، ماهی و بی مهرگان) پلی پلوئیدی بعنوان یک استراتژی موفق تکامل در واقع یک پدیده گیاهی است. دلایل متعددی برای اثبات این تفاوت بین گیاهان و جانوران وجود دارد. مثلاً، مکانیسم های تعیین جنسیت وابسته به کروموزوم ها در جانوران شایعتر از گیاهان است. پلی پلوئیدی باعث بر هم زدن شدید این مکانیسم ها می شود. برای مثال، *Bridges* یک مگس سرکه تتراپلوئید ماده را کشف کرد. اما، تولید یک نر تتراپلوئید ممکن نبوده است. فرزندان این مگس تتراپلوئید، تریپلوئید و دو جنسی بودند. دوماً، گیاهان می توانند بطور

موفقتری نسبت به جانوران از بروز مشکلات حاصل از پلی پلوئیدی در حین تقسیم میوز جلوگیری کنند. برخی گیاهان می توانند بطور *vegetative* وجود داشته باشند که این امر باعث داشتن زمان بیشتر و در نتیجه احتمال بیشتر وقوع *somatic doubling* های نادر که منجر به تولید سلولهای *amphidiploid* می شوند خواهد شد. اما دوره زندگی جانوران تا حدود زیادی ثابت و از پیش تعیین شده می باشد که این باعث نداشتن زمان کافی برای وقوع *somatic doubling* در آنها خواهد شد. سوماً، بسیاری گیاهان به باد یا حشرات گرده افشان برای بارور شدن احتیاج دارند که این باعث می شود آنها فرصت های بیشتری برای وقوع هیبریداسیون داشته باشند. در صورتیکه بسیاری گونه های جانوری، رفتارهای تولید مثلی مخصوص خود را دارند که این باعث کاهش احتمالی هیبریداسیون می شود.

پلی پلوئیدی در کشاورزی برای تولید محصولات بی دانه استفاده می شود. مثلاً هندوانه بی دانه تریپلوئید است. دانه های آن اغلب نازا هستند و در نتیجه تکوین نمی یابند. این نوع هندوانه از رشد دانه های حاصل از آمیزش یک نوع هندوانه تتراپلوئید و یک نوع هندوانه دیپلوئید بدست آمده است. سیبهای *Jumbo Macintosh* تتراپلوئید هستند.

