



یافته‌هایی از تغییر، تنوع و تکامل گروه‌بومی در گیاهان

تدوین و گردآوری:

دکتر نواز خرازیان

(عضو هیأت علمی دانشگاه شهرکرد)

سرسنانه:	خرازیان، نواز، ۱۳۴۸ -
عنوان و نام پدیدآور:	یافته‌هایی از تغییر، تنوع و تکامل کروموزومی در گیاهان: سیتوزنتیک گیاهی/ تدوین و گردآوری نواز خرازیان.
مشخصات نشر:	شهرکرد، دانشگاه شهرکرد، ۱۳۹۴.
مشخصات ظاهری:	۳۶۰ ص.
شابک:	۹۷۸-۶۰۰-۷۹۹۷-۰۰۰-۰
وضعیت فهرست‌نویسی:	فیا.
یادداشت:	واژه‌نامه.
یادداشت:	کتابنامه.
موضوع:	کروموزوم‌های گیاهی
موضوع:	ژنتیک گیاهی — تبدیل
موضوع:	کروموزوم‌ها
موضوع:	بوم گیاهی
شناسنامه افزوده:	دانشگاه شهرکرد
رده‌بندی کنگره:	۱۳ ی ۴ خ / QK ۷۲۵
رده‌بندی دیویی:	۷۱۱۳
شماره کتابشناسی ملی:	۳۹۰۱۸۱۱



انتشارات دانشگاه شهرکرد

نام کتاب: یافته‌هایی از تغییر، تنوع و تکامل کروموزومی در گیاهان

تدوین و گردآوری: نواز خرازیان

ویراستار ادبی: ابراهیم ظاهری عبده‌وند

ناشر: دانشگاه شهرکرد

چاپ اول: زمستان ۱۳۹۴

تیراژ: ۵۰۰ نسخه

قطع: وزیری

چاپ: ارس

قیمت: ۱۶۰۰۰ ریال

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۷۹۹۷-۰۰۰-۰

کلیه حقوق این اثر برای نویسندگان و دانشگاه شهرکرد محفوظ است.

نشانی: چهارمحال و بختیاری، شهرکرد، بلوار رهبر، انتشارات دانشگاه شهرکرد، صندوق پستی ۱۱۵.

پیشگفتار نویسنده

کتاب حاضر مجموعه‌ای ارزشمند از یافته‌های کروموزومی است که در آن از تحقیقات جدید روی ژنوم گیاهی بهره گرفته شده است و نویسنده در این کتاب سعی دارد مباحث تئوریک و کاربردی را در این زمینه فراهم آورد. در دنیای امروز با پیشرفت تکنولوژی جدید، تحولات عظیمی در زمینه مطالعات کروموزومی ایجاد شده که آشنایی و شناخت آن ضروری است. از این رو در این اثر مباحث مربوط به تنوع و تغییرات کروموزومی در به فصل تنظیم شده است که به ترتیب شامل آشنایی با مؤلفه‌های کروموزوم، نظیر هتروکروماتین و یوکروماتین، تلومر و دسته‌های تلومری، عملکرد این دسته‌ها، توانایی تکثیر DNA در کروموزوم، ردیف‌های پشت سرهم DNA تکراری و توالی‌های متحرک است. همچنین پیرامون تغییرات ایجاد شده در تقسیم میوز و میوز، رفتارهای غیرطبیعی در میوز، تولیدی میوزی و تغییر ژنوم، تغییرات کروموزومی نظیر پلی‌پلوئیدی و پی‌آمدهای ژنتیکی، پلی‌پلوئیدها، فعالیت ترنسپوزون‌ها در انواع پلی‌پلوئیدها، یافته‌های جدید در پی‌آمدهای پلوئیدی و آنیوپلوئیدی و انواع ترتیب‌های مجدد کروموزومی، منشاء کروموزوم، رراثت و ماندگاری این کروموزوم، پدیده اپی‌ژنتیک و تغییرات ساختاری کروموزوم‌ها، مباحثی ارائه شده است. اختصاصات کروموزوم‌ها در گروه‌های مختلف گیاهی نظیر بریوفایت‌ها، بتریذوفایت‌ها، ژیمنوسپرم و آنژیوسپرم، کروموزوم‌های جنسی و تکامل آن‌ها، نقش DNA تکراری در تعمیم یا تباهی کروموزوم‌های جنسی نیز از جمله موارد جالب توجه در این کتاب است. علاوه بر موارد پیش گفته، نقش تغییرات کروموزومی در تکامل نیز به رشته تحریر درآمده است و به دنبال آن یکی از مباحث مهم در ارتباط با اندازه ژنوم و مفهوم C value، مکانیسم‌های تغییر اندازه ژنوم، نتایج فنوتیپی تغییر اندازه ژنوم، الگوهای فیلوژنتیکی و الگوهای اکو-جغرافیایی در اندازه ژنوم بررسی شده است. پی‌آمدهای ترتیب مجدد نظیر ترتیب مجدد و گونه‌زایی و طرح‌های گونه‌زایی کروموزومی و تثبیت این طرح‌ها، هتروزیگوسیتی ترانس‌لوکاسیون و پیدایش و ابقاء آن نیز شرح داده شده‌اند. همچنین در مورد موانع کروموزومی در تبادل ژن‌ها به عنوان مکانیسم‌های جداکننده بحث و از دیدگاه ژنتیکی

بررسی شده است. رفتارهای پلی‌پلوئیدی نیز یکی از موضوع‌های جالب توجهی است که درباره پلی‌پلوئیدی یک‌طرفه و دو طرفه، استقرار، گستره، توسعه جغرافیایی پلی‌پلوئیدها، مناطق برخورد بین نژادهای پلی‌پلوئید، تقابل‌های اکولوژیکی میان دیپلوئیدها و پلی‌پلوئیدها بحث می‌کند. و در نهایت پلی‌پلوئیدی و تکامل به عنوان بحث نهایی این کتاب است که در برگیرنده موضوع‌هایی نظیر تأثیر پلی‌پلوئیدی در تکامل ژنوم، تکامل ژن‌های دو برابر شده، تکامل سریع و بازسازی ژنوم، پلی‌پلوئیدی و تکامل سیستم‌های جنسی، نقش انواع پلی‌پلوئیدی در تکامل و مباحث ژنومی در رابطه با کامیابی تکاملی در پلی‌پلوئیدها است.

امید است که این مجموعه مورد توجه دانشجویان رشته‌های سیستماتیک گیاهی، ژنتیک گیاهی و اکولوژی، گیاهی در مقاطع کارشناسی، کارشناسی ارشد و دکترا و همچنین استادان متخصص در این رشته‌ها قرار گیرد. از استادان محترم تقاضا دارم با راهنمایی‌های خود تقاضای اصلاح و اشکالات این اثر را برطرف کنند تا مجموعه حاضر کامل‌تر شود.

دکتر سوزان خراپیان

زمستان ۱۳۹۰

فهرست مطالب

صفحه

عنوان

۱	فصل اول - مؤلفه‌های کروموزومی (بخش اول)
۲	۱-۱- یونیمی
۳	۲-۱- هتروکروماتین و یوکروماتین
۵	۱-۲-۱- محور کروموزوم
۶	۳-۱- تغییرپذیری هتروکروماتین و اهمیت آن
۶	۱-۳-۱- بندش کلی و تنوع ژنتیکی
۱۰	۴-۱- تارمرشش آن در کروموزوم
۱۱	۱-۴-۱- دسته‌های ترمین
۱۱	۲-۴-۱- عملکرد دسته‌های تلومری
۱۲	۳-۴-۱- پویایی تشکیل دسته‌های تلومری
۱۲	۵-۱- سنترومرها
۱۳	۶-۱- توالی‌های DNA در کروموزومها
۱۵	۱-۶-۱- توالی‌های تکراری
۱۶	۲-۶-۱- سازمان‌دهی توالی‌های تکراری ساده (SSR)
۱۸	۳-۶-۱- تکامل توالی‌های تکراری و اهمیت آنها
۱۹	۴-۶-۱- ردیف‌های پشت سرهم از DNA تکراری
۱۹	۵-۶-۱- توالی‌های متحرک
۲۱	۶-۶-۱- رتروالمنت‌ها
۲۲	۷-۱- ایزوکورها
۲۲	۸-۱- کروموزوم و تقسیم سلولی
۲۲	۱-۸-۱- تغییر در تقسیم میتوز و میوز
۲۴	۲-۸-۱- کنترل ژنی در میوز
۲۶	۳-۸-۱- رفتارهای غیرطبیعی میوز

۴-۸-۱- نو ترکیبی میوزی و تغییر ژنوم.....	۲۹
۵-۸-۱- نو ترکیبی داخل ژنی.....	۳۰
۶-۸-۱- کمپلکس سیناپتونما تال.....	۳۱
۷-۸-۱- کراسینگ اوور نامساوی.....	۳۱
۸-۸-۱- نو ترکیبی نادرست.....	۳۳
۹-۸-۱- زوج شدن کروموزم های هومولوگ.....	۳۳
۸-۱- تقطیع کروموزوم ها در میوز.....	۳۴
۸-۱- میوز جبرانی.....	۳۶
۹-۱- کاریوبیپ.....	۳۷
۱۰-۱- تغییرات کروموزوم.....	۴۰
منابع.....	۴۱
فصل دوم- مؤلفه های کروموزومی (بخش دوم).....	۴۳
۱-۲- پلی پلوئیدی.....	۴۳
۱-۱-۲- زایایی اتوپلی پلوئیدها.....	۴۷
۲-۱-۲- میوز در اتوپلی پلوئیدها.....	۴۸
۳-۱-۲- پی آمدهای ژنتیکی اتوپلی پلوئیدها.....	۵۲
۱-۳-۱-۲- تنزل درون لقاحی.....	۵۲
۴-۱-۲- رفتار ژن ها در جمعیت ها.....	۵۴
۵-۱-۲- آلوپلی پلوئیدها.....	۵۴
۶-۱-۲- تغییرات سریع و پویای ساختار ژنوم برای سنتز آلوپلی پلوئید.....	۵۵
۷-۱-۲- فعالیت ترانسپوزون ها در آلوپلی پلوئیدها.....	۵۸
۸-۱-۲- میوز در آلوپلی پلوئیدها.....	۵۸
۲-۲- هاپلوئیدی.....	۶۳
۱-۲-۲- هاپلوئیدهای مضاعف.....	۶۵

۶۷.....	۲-۲-۲- زوج شدن کروموزومی در گیاهان هاپلوئید
۷۰.....	۳-۲- آنیوپلوئیدی
۷۴.....	۱-۳-۲- تشخیص سیتولوژیکی تلوتری سومی و تری سومی ثانویه
۷۴.....	۲-۳-۲- ویژگی‌های ریخت‌شناسی و زایشی تری سومی‌ها و تلوتری سومی‌ها
۷۷.....	۳-۳-۲- مونوسومی‌ها
۷۷.....	۱-۳-۳-۲- منشاء و کاربرد مونوسومی‌ها
۸۰.....	۴-۳-۲- آنیوپلوئیدی در گیاهانی با کروموزوم‌های هولوکینتیک
۸۲.....	منابع
۸۴.....	فصل سوم - تغییر در ساختار کروموزومی
۸۵.....	۱-۳- انواع مختلف تغییرات
۸۶.....	۱-۱-۳- نقص و حذف
۸۷.....	۲-۱-۳- دو برابر شدن
۸۸.....	۳-۱-۳- واژگونی
۹۲.....	۴-۱-۳- ترانسلوکاسیون
۹۹.....	۵-۱-۳- تأثیر موقعیت
۱۰۰.....	۶-۱-۳- کروموزوم‌های حلقوی
۱۰۱.....	۷-۱-۳- چندپارگی
۱۰۱.....	۲- یک قرن کروموزوم B در گیاهان
۱۰۳.....	۱-۲-۳- چندشکلی‌ها برای مقادیر DNA هسته‌ای
۱۰۴.....	۲-۲-۳- منشاء کروموزوم B
۱۰۸.....	۳-۳- وراثت و ماندگاری کروموزوم B
۱۰۹.....	۱-۳-۳- هدایت غیرانحصاری کروموزوم B در دانه گرده چاودار
۱۱۱.....	۲-۳-۳- محرکه میتوز در ذرت
۱۱۲.....	۳-۳-۳- سازمان‌دهی مولکولی

۱۱۳	۳-۴- اپی ژنتیک و تغییرات ساختار کروموزومها.....
۱۱۳	۳-۴-۱- اپی ژنتیک دورگه گیری گیاهان.....
۱۱۴	۳-۴-۲- سیستم طرح دورگ آراییدوپسیس در مطالعات اپی ژنتیک.....
۱۱۶	۳-۴-۳- طرح ها و مکانیسم هایی برای تغییرات اپی ژنتیکی در دورگه ها.....
۱۱۷	۳-۴-۴- اپی ژنتیک و دیگر پدیده های دورگه.....
۱۱۸	۳-۵- اپی ژنتیک تغییرات سطح پلوئیدی.....
۱۱۹	۳-۶- وراثت مشترک اپی ژنتیک و زمینه های دیگر.....
۱۱۹	۳-۶- تاکسونومی و سیستماتیک.....
۱۲۰	منابع.....
۱۲۲	فصل چهارم- احصاءات ، و موزوم در گروه های مختلف گیاهان.....
۱۲۲	۴-۱- بریوفایت ها.....
۱۲۵	۴-۲- پتریدوفایت ها.....
۱۳۰	۴-۳- ژیمنوسپرم ها.....
۱۳۳	۴-۴- آنژیوسپرم ها.....
۱۳۴	۴-۵- کروموزوم های جنسی.....
۱۳۶	۴-۵-۱- چرا گیاهان دوپایه دارای کروموزوم های جنسی با اندازه یکسان هستند؟.....
۱۳۸	۴-۵-۲- آیا گیاهان از طرح مولر راجت ایمن هستند؟.....
۱۳۸	۴-۵-۳- تکامل کروموزوم های جنسی بدون طرح مولر راجت.....
۱۳۹	۴-۵-۴- آیا کروموزوم های جنسی چندشکل هدایت کننده دو پایه ای هستند؟.....
۱۴۱	۴-۵-۵- ساختار کروموزوم های جنسی در سیستم های گیاهان مختلف نابودی کروموزوم Y را به صورت متفاوتی پوشش می دهد.....
۱۴۳	۴-۵-۶- DNA تکراری در تعمیم و تباهی کروموزوم Y دخیل است.....
۱۴۴	۴-۶- ژن های Y- پیوندی و تعیین جنسیت در گیاهان دوپایه.....
۱۴۵	۴-۷- نقش ترتیب های مجدد کروموزومی در تکامل کروموزوم های جنسی.....

منابع.....	۱۴۷
فصل پنجم- نقش تغییرات کروموزومی در تکامل گیاهان.....	۱۴۸
۱-۵- روندهای تنوع و تکامل کاریوتیپ در گیاهان.....	۱۴۹
۵-۱-۱- تغییرات در اندازه مطلق کروموزوم و محتوای DNA.....	۱۴۹
۵-۱-۲- تغییرات در عدد پایه.....	۱۵۴
۵-۱-۳- تغییرات در در شکل و اندازه نسبی کروموزومها.....	۱۵۷
۵-۱-۴- ناهمگنی در اندازه ژنوم.....	۱۵۹
۵-۲- مکانیسم های تغییر اندازه ژنوم در گیاهان.....	۱۶۳
۵-۲-۱- عناصر قابل جابجا شدن.....	۱۶۵
۵-۲-۲- اینترن ها و یکر توالی ها.....	۱۶۶
۵-۲-۳- اپی ژنتیک و اندازه ژنوم.....	۱۶۷
۵-۲-۴- اندازه ژنوم و ریزش کروموزومی.....	۱۶۷
۵-۲-۵- اندازه ژنوم و نوترکیبی.....	۱۶۹
۵-۲-۶- پلی پلوئیدی.....	۱۷۲
۵-۲-۷- ضایعات DNA.....	۱۷۲
۵-۲-۸- تکرارهای پشت سرهم.....	۱۷۳
۵-۲-۹- تکرارهای پراکنده.....	۱۷۵
۵-۳- نتایج فنوتیپی اختلافات اندازه ژنوم.....	۱۷۶
۵-۴- کاهش اندازه ژنوم به عنوان محرک تکامل فنوتیپی سریع در گیاهان.....	۱۷۸
۵-۵- الگوهای فیلوژنتیک در اندازه ژنوم.....	۱۸۰
۵-۵-۱- تغییر در داخل جنس ها.....	۱۸۱
۵-۵-۲- تغییرات داخل گونه ای.....	۱۸۳
۵-۵-۳- تغییرات بین گونه ای.....	۱۸۴
۵-۵-۴- اندازه ژنوم و سطح پلوئیدی.....	۱۸۵

۱۸۸	۵-۵-۵- گونه‌های دورگه و اندازه ژنوم
۱۸۹	۵-۵-۶- روند تکامل و گونه‌زایی
۱۹۳	۵-۶-۶- الگوهای اکو- جغرافیایی در اندازه ژنوم
۲۰۰	۵-۶-۱- ثبات اندازه ژنوم و عوامل اکو- جغرافیایی
۲۰۲	۵-۷- تداخل C-value برای آشکارسازی روندهای پالئوبیولوژیکی
۲۰۳	۵-۸- وراثت محتوای DNA
۲۰۷	۵-۹- تئوریهات ابقاء شده در محتوای DNA
۲۱۰	منابع
۲۱۳	فصل ششم- ترتیب‌های مجدد کروموزومی در گونه‌ها
۲۱۶	۶-۱- پویایی توده‌های DNA بیوزومی
۲۱۷	۶-۲- هتروزیگوسیتی نرانه و کاسرن
۲۱۷	۶-۲-۱- سطوح هتروزیگوسیتی
۲۲۲	۶-۲-۲- پیدایش و ابقاء هتروزیگوسیتی
۲۲۴	۶-۳- واژگونی هتروزیگوسیتی
۲۲۶	۶-۴- هتروزیگوسیتی کروموزومی
۲۲۹	۶-۵- هتروپلاسمی در جمعیت‌های گیاهی
۲۳۰	۶-۶- سرعت ترتیب مجدد کروموزومی
۲۳۱	۶-۷- مکانیسم و پی‌آمدهای ترتیب مجدد کروموزومی
۲۳۲	۶-۷-۱- ترتیب مجدد کروموزومی و گونه‌زایی
۲۳۲	۶-۷-۲- طرح‌های گونه‌زایی کروموزومی
۲۳۶	۶-۸- تثبیت ترتیب‌های کروموزومی جدید
۲۳۹	۶-۸-۱- نژادهایی با تغییر کروموزوم‌ها
۲۴۲	۶-۸-۲- نژادهایی با تغییر عدد کروموزومی
۲۴۳	منابع

فصل هفتم- موانع کروموزومی در تبادل ژن ها.....	۲۴۵
۱-۷- ترتیب مجدد کروموزومی به عنوان مکانیسم های جداکننده.....	۲۴۶
۱-۱-۷- تأثیر روی سازگاری دورگه ها.....	۲۴۶
۲-۱-۷- تأثیر روی جریان ژنی.....	۲۴۷
۲-۷- مبنای ژنتیکی سدهای جداکننده.....	۲۴۷
۱-۲-۷- آثار متقابل میان سدهای جداکننده کروموزومی و ژنتیکی.....	۲۴۸
۳-۷- زایایی و نازایی دورگه ها در گیاهان.....	۲۴۹
۱-۳-۷- معنای ژنتیکی نازایی دورگه ها: تغییرات تکاملی خنثی در داخل جمعیت هایی که ناشی از اثرات زبان آور دورگه ها هستند.....	۲۵۰
۲-۳-۷- نسبت های ترکیبی.....	۲۵۳
۳-۳-۷- نو ترکیبی در نازایی همه هومولوگ در مقابل نواحی هومولوگ.....	۲۵۵
منابع.....	۲۵۸
فصل هشتم- رفتارهای پلی پلوئی دی.....	۲۵۹
۱-۸- تعیین پلی پلوئی دی.....	۲۵۹
۲-۸- پلی پلوئی دی شدن یک طرفه و دوطرفه.....	۲۶۱
۳-۸- استقرار پلی پلوئیدها.....	۲۶۴
۱-۳-۸- توسعه پلی پلوئیدها.....	۲۶۷
۲-۳-۸- گستره توسعه جغرافیایی و محیطی در پلی پلوئیدها.....	۲۶۸
۴-۸- مناطق برخورد بین نژادهای پلوئی دی.....	۲۷۱
۱-۴-۸- مناطق برخورد به عنوان آزمایشگاهی طبیعی برای بررسی تحولات تکاملی.....	۲۷۳
۵-۸- اکو- جغرافیای دیپلوئیدها و پلی پلوئیدها.....	۲۷۷
۱-۵-۸- تقابل های اکولوژیکی بین دیپلوئیدها و اتوپلی پلوئیدها.....	۲۷۷
۲-۵-۸- تقابل های فاصله ای بین دیپلوئیدها و اتوپلی پلوئیدها.....	۲۷۸
۳-۵-۸- تقابل های اکولوژیکی بین دیپلوئیدها و اتوپلی پلوئیدها.....	۲۸۰

منابع.....	۲۸۴
فصل نهم - پلی پلوئیدی و تکامل.....	۲۸۵
۹-۱- کامیابی تکاملی پلی پلوئیدها.....	۲۸۶
۹-۲- پلی پلوئیدی و تکامل ژنوم.....	۲۸۹
۹-۳- تأثیر پلی پلوئیدی در تکامل ژنوم گرسها.....	۲۹۰
۹-۳-۱- گرسها به عنوان مدلی در مطالعات پلی پلوئیدی.....	۲۹۰
۹-۴- پلی پلوئیدی به عنوان شتاب دهنده تکامل.....	۲۹۲
۹-۴-۱- انتقال افقی.....	۲۹۳
۹-۵- تکامل ژنهای دو برابر شده در گیاهان پلی پلوئید.....	۲۹۳
۹-۶- تنوع ژنتیکی در میان نیمی هومولوگ آلویلی پلوئیدها.....	۲۹۷
۹-۷- دو برابر شدن کروموزومی شامل ساختاری.....	۲۹۸
۹-۸- تکامل سریع ژنوم.....	۳۰۰
۹-۹- بازسازی ژنوم.....	۳۰۱
۹-۱۰- تهاجم بین ژنومی.....	۳۰۳
۹-۱۱- آثار متقابل هسته - سیتوپلاسم.....	۳۰۵
۹-۱۲- الگوهای بیان ژن دو برابر شده در گیاهان آلوپلایید.....	۳۰۵
۹-۱۲-۱- خاموش شدن ژنهای دو برابر شده.....	۳۰۷
۹-۱۲-۲- آیا دورگه گیری دارای تأثیر بیشتری در بیان ژن است یا دو برابر شدن کروموزومی؟.....	۳۰۹
۹-۱۲-۳- تأثیر دورگه گیری در بیان ژن دورگه های دیپلوئید.....	۳۰۹
۹-۱۳- پلی پلوئیدی و تکامل سیستم های جنسی.....	۳۱۰
۹-۱۳-۱- نقش گامت های دیپلوئید در تکامل پلی پلوئیدی.....	۳۱۲
۹-۱۳-۲- پلی پلوئیدی و اثر EBN.....	۳۱۳
۹-۱۳-۳- تکامل ژن ps.....	۳۱۴

۱۴-۹- نقش اتوپلی پلوئیدی در تکامل.....	۳۱۵
۱۵-۹- نقش آلوپلی پلوئیدی در تکامل.....	۳۱۶
۱۵-۹- تشکیل مجدد آلوپلی پلوئیدها.....	۳۱۹
۱۶-۹- سرنخ‌های ژنومی برای موفقیت‌های تکاملی پلی پلوئیدها.....	۳۲۱
۱۶-۹- ۱- تغییرات ژنوتیپی به تغییرات فنوتیپی.....	۳۲۱
۱۶-۹- ۲- تغییرات ترنسکریپتوم به عنوان نتیجه‌ای از دورگه‌گیری و پلی پلوئیدی.....	۳۲۲
منابع.....	۳۲۵
واژه نامه علمی به فارسی.....	۳۲۶

مقدمه

مطالعه کروموزوم‌ها پایه علم ژنتیک است. قوانین وراثت در ژن‌ها و کروموزوم‌ها بدون شک برای هر موجود زنده‌ای نظیر گیاه، جانور و انسان برقرار است. با وجود این حقیقت، رفتار کروموزوم‌ها در گیاهان و نقش آن‌ها در تکامل ویژگی‌های مشخصی را نشان می‌دهند. علاوه بر این پلی‌پلوئیدی، طبیعت و مقدار توالی‌های تکراری سلول‌های گیاهی باعث می‌شود که این سلول‌ها در زمینه ایجاد تنوع ژنتیکی و تغییرات کروموزومی دارای پتانسیل واحد باشند. کروموزوم به عنوان یک پدیده پویا و فعال برای ظهور رشد نماز، تولیدمثل و تکامل معرفی می‌شود. جزئیات ساختاری کروموزوم، تعیین توالی‌های ژنی در سطح کروموزوم و الگوهای رفتاری متأثر از عوامل محیطی است. مجموعه کروموزوم گیاهان به عنوان ناقل وراثتی است که پایه‌های اصلی نظام کامل ژنتیک مولکولی را تشکیل می‌دهد. در سطح مولکولی، کروموزوم یک مولکول پیچیده غول‌پیکر است که از مولکول‌های کوچک‌تر ولی با پیچیدگی کمتر (ژن) تشکیل شده است و در یک نظم خطی در اسلاید نوکلئوپروتئینی مرتب شده است.

یکی از نشانه‌های تکوین در ساختار کروموزوم کشف توالی‌های تکراری DNA است. در موجودات عالی‌تر چندین کپی از این توالی‌ها وجود دارد که موجب تشکیل توده در ماده وراثتی می‌شود. در ساختار خلی کروموزوم، چنین تکرارهای هموزن معمولاً در یک جایگاه قرار دارند و تکرارهای کوچک و متوسط در میان توالی‌های واحد پراکنده هستند. کروموزوم‌های گیاهی دربرگیرنده درصد بالایی از چنین توالی‌های تکراری و توالی‌های مشابه‌اند که چندین بار کپی‌برداری شده‌اند. این توالی‌ها شاید به صورت کوچک، بزرگ یا متوسط باشند که وابسته به تعداد کپی‌های تکراری‌های مشابه و گستره هموزنی است. چنین توالی‌هایی در داخل و بین ژن‌ها وجود دارند و سبب تشکیل یک مؤلفه بزرگ از ساختار کروموزومی می‌شود. علاوه بر این شاید انواع مشابهی از تکرارها در یک لوکوس قرار گرفته باشد و یا به صورت پراکنده در چندین جایگاه یک کروموزوم باقی مانده باشند. وجود چنین حالاتی در جایگاه‌های متفاوت جایگزینی‌های تکراری را نشان می‌دهد. در چندین گونه گیاهی مانند جو و چاودار، مقدار تکرار به بیش

از نود تا نود و پنج درصد می‌رسد و تنها ده درصد از ژن‌های DNA کلیه صفات را تحت کنترل دارند.

نشانه دیگری از تکوین، کشف و شناسایی توالی‌های متحرک است که یک بعد جدید به ساختار کروموزوم اضافه کرده است. این توالی‌ها دربرگیرنده درجه بالایی از تکرارها هستند و در موجودات مختلف مشاهده شده‌اند که نقش مهمی در تکاملشان دارند. این ویژگی سبب جایگزینی تکرارها در جایگاه‌های مختلف بین و داخل کروموزوم‌ها می‌شود.

امروزه مشخص شده است که تلومرها دارای ساختار ویژه‌ای با تکرارهای ویژه هستند. این بخش توط تلومرها سنتز می‌شوند. در مطالعات اخیر، بخش دیگری مانند سنترومرها به آنها به عنوان یک نقطه اتصال دوک عمل می‌کند؛ بلکه محلی برای فعالیت موتور پروتئین است.

در سطح کروموزوم‌ها اختلافات رفتاری، حرکت ژن‌ها، تغییرات توالی‌ها و پویایی تکرارها غنای تنوع ژنتیکی را تمام می‌بخشند. در مطالعات انسپ‌شناسی و تکامل، نقش توالی‌های تکراری در حفظ نظم ژن در شرف کامل شدن است. مقایسه نقشه ژنومی چندین ژنوم در گراس‌ها نشانگر تشابهات برجسته در نظم توالی‌های ژن است. این ادعا وجود دارد که یک ژنوم ساده، از طرف دیگر، توالی‌های تکراری در پدیده دو برابر شدن و پلی‌پلوئیدی دخیل بوده است.

تکنیک‌های جدید تثبیت کروموزومی این اجزا را به ما می‌دهد تا اختلافات کاریوتیپی بین جمعیت‌ها و گونه‌ها را تشخیص دهیم و حتی قادر باشیم تحلیل بهتری روی رفتار زوج شدن کروموزومی در دوره‌ها بگذاریم. مقایسه نقشه‌های ژنومی زمینه جدیدی از سیتوژنتیک مولکولی را بازگو می‌کند و به ما اجازه می‌دهد تا میزان ترتیب‌های مجدد کروموزومی را در دست داشته باشیم و با استفاده از توالی‌یابی ژن‌ها، پیامدهای ژنتیکی هتروزیگوتی کروموزومی را تشخیص دهیم.

علاوه بر موارد پیش گفته، استفاده از شناساگر، لیزر و واکنش زنجیره‌ای پلی‌مرز تحولی دیگر در مطالعه و عملکرد توالی‌های کروموزوم فراهم می‌آورد. استفاده از شناساگرها و لیزر در تعیین جایگاه‌های ژن در کروموزوم، به عنوان پایه‌های اختصاصی

دورگه‌گیری مولکولی، پیشرفت بزرگی است. در سال‌های اخیر، تعیین بخش‌های کروموزومی با کمک دورگه‌گیری مولکولی در محل بهبود یافته است. روش کامل دیگری که مربوط به قرارگیری تعداد زیادی ژن به طور همزمان در کروموزوم است، در سطح مولکولی به نام کروموزوم پینتینگ است و هر گونه آشکارسازی توالی‌هایی با کپی منفرد را در ژن‌های کروموزوم‌ها آشکار می‌کند. ژن‌هایی که در کروموزوم قرار گرفته‌اند، می‌توانند برای تحلیل و تکثیر جداسازی شوند. برای تحلیل بیشتر و تسهیل کار در تکثیر با مقادیر بزرگ ژن، توالی DNA در معرض واکنش زنجیره‌ای پلی‌مراز قرار گرفته و قادر است از یک توالی کوتاه یک بیلیون برابر تکثیر کند.

شاید این امر است که تغییرات کروموزومی محرک اولیه برای تکامل گیاهان گلدار است. شاید چنین تغییراتی به طور مستقیم بیولوژی موجودات زنده یا مرحله واگرایی جمعیت‌ها را با ایجاد یک جهش ژنی تحت تأثیر قرار دهد. چنین سدهایی شکلی از نازایی دورگه را به خرد می‌گیرد؛ بنابراین اطلاعات بیشتر در رابطه با تغییرات کروموزومی، موجب درک بیشتر از مراحل تکاملی و تولیدات آن است. در حال حاضر تغییرات کروموزومی در گیاهان خور و در گیاهان اهلی، به سرعت رو به رشد است.