جهت تهیه فایل ورد این مقاله به سایت DaneshResan.com مراجعه نمایید و عنوان مقاله را جستجو کنید
بیش از ۲ میلیون مقاله فارسی در این سایت موجود میباشد

بررسی آنیو پلوئیدی در توده های تتراپلوئید چغندر قند و نتاج تریپلوئید آنها

Study on aneuploidy in tetraploid sugar beet populations and their corresponding triploids

محسن آقائی زاده[۱] و رحیم قلی زاده [۱]

چکیده

در گیاهان تتراپلوئید به دلیل تشکیل دسته‌های کروموزومی چهارتائی, سه‌تائی, دوتائی و منفرد در متافاز اول، روند میوز نامنظم است و بسته به میزان جفت شدن کروموزوم‌ها، جدا شدن آنها در مرحله آنافاز غیریکنواخت بوده و در نتیجه در انتهای تقسیم میوز گامت‌هائی بدست می‌آید که تعداد کروموزومشان کمتر یا بیشتر و یا کمتر از حد معمول است. با تلاقی این گامت‌ها با یکدیگر یا با گامت‌های والد مادری دیپلوئید، نتاجی بدست می‌آید که از نظر سطح کروموزومی نامنظم بوده و آنیوپلوئید (aneuploid) هستند. این پدیده ممکن است روی عملکرد و مقدار قند ریشه مؤثر باشد. در این تحقیق بـه منظـور تعیـین درصـد فراوانـی آنیوپلوئیدی در توده‌های تتراپلوئید و نتاج تریپلوئید آنها از سه تـوده تتراپلوئیـد بـه شـماره ۵۵-۱۰۰۲۶، ۵۶-۱۰۹۸۰ و ۵۷-۱۱۴۷۹ استفاده شده است که به ترتیب عبارتند از نسل‌هـای دوم، سـوم و چهـارم فرآیند تهیه رگه‌های تتراپلوئید از رگه‌های دیپلوئید از تلاقی هر یک از توده‌های مذکور با یک رگه نـرعقیم، نتاج تریپلوئید نیز بدست آمده است که در آزمایش‌های مقایسه ارقام، عملکرد خوبی نـشان داده‌انـد. سـه توده تریپلوئید به ترتیب عبارت از ۵۵-۱۰۰۳۵، ۵۶-۱۰۹۸۶ و ۵۷-۱۱۴۸۸ بودند. هر یک از تـوده‌هـای تتراپلوئید مورد نظر و نتاج تریپلوئید آنها در دو سطح ریشه و گیاهچه مورد بررسی و شمارش کرومـوزومی قرار گرفت. متوسط فراوانی آنیوپلوئیدی در بین سه توده تتراپلوئید در سطح ریشه حـدود ۲۹ درصـد و در سطح گیاهچه ۲۴ درصد بود، این مقدار در نتاج تریپلوئید به ترتیب حدود ۱۷ و ۱۰ درصـد بـود. گیاهـان آنیوپلوئید در هر توده به همراه تعدادی بوته که دارای سطح منظم کروموزومی بودند از نظر عملکرد و درصد قند و چند پارامتر دیگر تحت ارزیابی قرار گرفتند، طبق نتایج حاصل، آنیوپلوئیدی موجب کـاهش قنـد بـه میزان ۱ تا ۱/۵ درصد و کاهش محصول به میزان ۴ تا ۵ درصد می شود. به منظور تعیین اثر سلکسیون بر کاهش پدیده آنیوپلوئیدی در توده‌های تتراپلوئید، از هر توده تعدادی بوته که از نظر سطح پلوئیدی منظم و دارای ۳۶ کروموزوم بودند انتخاب و در محیطی کاملاً ایزوله بذرگیری شدند. مقداری از بـذر بدسـت آمـده جهت تولید ریشه مورد استفاده قرار گرفت و با بررسی و شمارش کروموزومی ریشه‌های مورد نظر میـزان آنیوپلوئیدی در بذرهای بدست آمده تعیین گردید. نتایج حاصل نشان می‌دهد حتی با انتخاب گیاهانی که از نظر سطح پلوئیدی منظم‌اند، بذرگیری از آنها نیز نمی‌تواند مانع از بروز این پدیده شود.

واژه‌های کلیدی: چغندرقند، آنیوپلوئیدی، تتراپلوئید، تری پلوئید، نتاج، دسته های کروموزومی

---

۱ – اعضاء هیئت علمی مؤسسه تحقیقات چغندرقند، کرج

جهت تهیه فایل ورد این مقاله به سایت DaneshResan.com مراجعه نمایید و عنوان مقاله را جستجو کنید
بیش از ۲ میلیون مقاله فارسی در این سایت موجود میباشد

مقدمه

از اواخر دهه ۱۹۳۰، محققین به منظور افزایش محصول چغندرقند اقدام به تهیه ارقام تتراپلوئید نمودند. اولین بار چغندرقند تتراپلوئید با تیمار تاج اشتکلینگ‌ها (ریشه‌های قلمی به اندازه هویج) توسط کلشی‌سین بدست آمد. شوانیتز Schwanitz با محلول ۰/۵٪ کلشی‌سین تاج اشتکلینگ‌ها را محلول پاشی کرد (Savitsky 1965). بعد از آن سایر پژوهش‌گران روش‌های دیگری برای تولید چغندرقند تتراپلوئید به کار بردند، از جمله راسموسن و لوان (Rasmusson and Levan 1939)، لینز و هریس (Lynes and Harris 1942) و آرتشو اگر (Artschwager 1940) به طور جداگانه از کلشی‌سین-آگار استفاده کردند و فراندسن Frandsen از خمیر کلشی‌سین بر روی تاج سود برد (Savitsky, 1965). ولی در تمام این موارد پاسخ رضایت بخشی بدست نیامد. به همین دلیل محققین متوجه تیمار بذر با غلظت‌های مختلفی از کلشی سین شدند و آزمایش‌های زیادی در این زمینه صورت گرفت. تهیه رگه‌های تتراپلوئید در ایران نیز به سال ۱۳۴۲ بازمی‌گردد. در آن سال‌ها با استفاده از کلشی‌سین اولین قدمها در جهت تولید گیاهان تتراپلوئید برداشته شد و بعد از آن در طول چند سال تقریباً همه ساله پنج رقم دیپلوئید با خصوصیات برتر به نژادی انتخاب و با استفاده از محلول کلشی‌سین طی پروسه‌ای رگه‌های تتراپلوئید تهیه شده است (علیمرادی ۱۳۵۶).

یکی از مشکلاتی که در تولید وتهیه ارقام تتراپلوئید وجود داشت ظهور گیاهان آنیوپلوئید در میان توده‌ها و ارقام اصلاح شده بود. در گیاهان تتراپلوئید به دلیل تشکیل دسته‌های کروموزومی چهارتائی, سه‌تائی, دوتائی و منفرد در متافاز اول، روند میوز نامنظم و بسته به میزان جفت شدن کروموزوم‌ها، جدا شدن آنها در مرحله آنافاز غیر یکنواخت بوده و در نتیجه در انتهای تقسیم میوز گامت‌هائی بدست می‌آید که تعداد کروموزومشان کمتر یا بیشتر از حد معمول است (Bosemark 1993). در تلاقی این گامت‌ها با یکدیگر یا با گامت‌های والد مادری دیپلوئید، نتاجی به دست می‌آید که از نظر سطح کروموزومی نامنظم بوده و آنیوپلوئید هستند.

رومل (Rommel 1965) فراوانی و اثر آنیوپلوئیدی روی رشد و نمو گیاهان را در بعضی از جمعیت‌های تتراپلوئید گزارش کرده است. در جمعیت‌های مورد مطالعه، ۳۰ تا ۴۰ درصد گیاهان آنیوپلوئید بودند و عملکردشان معادل ۵۰ تا ۶۰ درصد عملکرد یوپلوئیدها (euploid) بود. نتایج حاصل به این نکته اشاره دارند که فراوانی قابل توجه گیاهان آنیوپلوئید می‌تواند یک مانع جدی برای تولید چغندرقند تجارتی از واریته‌های تتراپلوئید خالص باشد.

جهت تهیه فایل ورد این مقاله به سایت DaneshResan.com مراجعه نمایید و عنوان مقاله را جستجو کنید
بیش از ۲ میلیون مقاله فارسی در این سایت موجود میباشد

بسمارک در سال ۱۹۶۶ به منظور تعیین فراوانی آنیوپلوئیدی، دو رقم تتراپلوئید و نتاج تریپلوئید آنها را مورد مطالعه قرار داد. وی گزارش نمود، در بررسی‌های آزمایشگاهی و در سطح ریشه برای ارقام تتراپلوئید فراوانی آنیوپلوئیدی حدود ۳۳ درصد و برای نتاج تریپلوئید ۱۷ درصد میباشد. در حالی که در مزرعه و در سطح گیاهچه این فراوانی در ارقام تتراپلوئید حدود ۲۵ درصد و در نتاج تریپلوئید به ۱۰ درصد کاهش می یابد. وی همچنین کاهش وزن ریشه و درصدقند را در گیاهان آنیوپلوئید یادآور شده و اظهار داشته است، آنیوپلوئیدی در گیاهان تریپلوئید در مقایسه با گیاهانی که از نظر سطح کروموزومی منظم‌اند، موجب کاهش چهار تا هفت درصد محصول می‌شود.

روحی زاده در سال ۱۳۷۵ فراوانی آنیوپلوئیدی را در سه توده تتراپلوئید و نتاج تریپلوئید آنها مورد بررسی قرار داد. وی میزان آنیوپلوئیدی را در آزمایشگاه و در سطح ریشه در توده‌های تتراپلوئید تقریبا ۳۰ درصد و در نتاج تریپلوئید حدود ۱۳ درصد برآورد کرده است . او نیز کاهش فراوانی پدیده مذکور را در سطح مزرعه متذکر شده، طبق بررسی‌های وی فراوانی آنیوپلوئیدی در مزرعه در توده‌های تتراپلوئید معادل ۱۵ درصد و در نتاج تریپلوئید به ۴ تا ۵ درصد می‌رسد. میزان کاهش عملکرد در توده‌های مورد مطالعه نیز در حدود یک درصد برآورد شده است.

مواد و روش‌ها

در این تحقیق از سه توده تتراپلوئید به شماره ۵۵-۱۰۰۲۶، ۵۶-۱۰۹۸۰ و ۵۷-۱۱۴۷۹ استفاده شده است که تماماً از تیمار رگه دیپلوئید ۱۲۰۵۵ با کلشی‌سین بدست آمده‌اند که به ترتیب نسل‌های دوم، سوم و چهارم مراحل تهیه رگه تتراپلوئید از رگه‌های دیپلوئید محسوب می شوند. از تلاقی هر یک از توده‌های مذکور با یک رگه نرعقیم دیپلوئید، نتاج تریپلوئید نیز بدست آمده است که در آزمایش‌های مقایسه ارقام، عملکرد خوبی نشان دادند. سه توده تریپلوئید به ترتیب عبارت بودند از ۵۵-۱۰۰۳۵، ۵۶-۱۰۹۸۶ و ۵۷-۱۱۴۸۸ که به منظور مشخص نمودن درصد فراوانی آنیوپلوییدی در آنها هر یک از توده‌های تتراپلوئید مورد نظر و نتاج تریپلوئید آنها در دو سطح ریشه و گیاهچه مورد بررسی قرار گرفت.

در ابتدا به منظور تعیین فراوانی بالقوه آنیوپلوئیدی در توده‌های فوق‌الذکر، در هر توده ۲۰۰ ریشه مورد شمارش کروموزومی قرار گرفت. که جهت تولید ریشه بذرهای مربوط به هر توده پس از شستشو در آب ۳۰ درجه به مدت چهار ساعت، روی کاغذ صافی کشت و

به ژرمیناتور منتقل شد. پس از آنکه طول ریشه‌ها به حدود ۱/۵ سانتی متر رسید از هر بذر یک ریشه به عنوان نمونه جدا گردید. ریشه‌های بدست آمده طبق روش تسوچیا و ناکامورا (Tsuchia and Nakamura 1978) به مدت چهار ساعت در محلول پیش تیمار هیدروکسی کینولین (Hydroxyquinoline) ۰/۰۰۲ مولار قرار گرفته سپس جهت تثبیت به محلول ۳:۱ (۳ واحد الکل اتیلیک و یک واحد اسید استیک) منتقل شده و به مدت ۲۴ ساعت در یخچال نگهداری شدند. به منظور هیدرولیز از محلول اسید کلریدریک یک نرمال بمدت شش دقیقه در دمای ۶۰ درجه سانتیگراد استفاده گردید و جهت رنگ‌آمیزی کروموزوم‌ها، ریشه‌ها به مدت یک تا دو روز در اورسئین (Orcein) یک درصد قرار داده شدند. با شمارش کروموزوم سلول‌های ناحیه مریستمی انتهای ریشه، وضعیت کروموزومی هر نمونه مشخص و درصد فراوانی آنیوپلوئیدی در هر توده تعیین گردید.

در مرحله بعد به منظور تعیین فراوانی آنیوپلوئیدی هر یک از توده‌ها در سطح گیاهچه، ۵۰۰ گیاهچه از هر توده تحت بررسی قرار گرفت. از هر توده مقداری بذر در گلخانه و در گلدان کشت گردید. در مراحل اولیه رشد، پس از استقرار گیاهچه‌ها، اقدام به حذف گیاهچه‌های اضافی شد به طوری که در هر گلدان یک گیاهچه باقی ماند. جهت بررسی کروموزومی، در مرحله چهار تا شش برگی کوچکترین برگچه هر گیاهچه به عنوان نمونه جدا شده و به محلول هیدروکسی کینولین ۰/۰۰۲ مولار منتقل گردید. روش تیمار و تهیه نمونه‌ها مشابه روشی است که برای تیمار ریشه‌ها استفاده شده است. با شمارش کروموزومی سلول‌های دمبرگ هر گیاهچه، گیاهان آنیوپلوئید و نسبت فراوانی آنها مشخص شد. با مساعد شدن شرایط آب و هوائی در بهار گیاهچه‌ها به مزرعه منتقل شدند تا بقیه مراحل رشد را در زمین انجام دهند. پس از اتمام دوره رشد و برداشت ریشه‌ها، به منظور بررسی تاثیر آنیوپلوئیدی بر عملکرد توده‌های مورد مطالعه، در هر توده ریشه‌های مربوط به هر یک از سطوح آنیوپلوئیدی دسته‌بندی، برداشت، و توزین شده و از نظر صفات تکنولوژیکی مورد ارزیابی قرار گرفت.

در میان توده‌های تتراپلوئید مورد مطالعه و از بین گیاهان تحت بررسی تعدادی بوته که از نظر سطح پلوئیدی منظم و دارای ۳۶ کروموزوم بودند انتخاب و ریشه‌های آنها سیلو شد. در سال بعد ریشه‌های انتخابی مربوط به هر توده در قطعات مجزا کشت شدند تا پس از ساقه روی و گرده افشانی تولید بذر کنند. بخشی از بذرهای حاصل از هر توده طبق روشی که قبلاً شرح داده شد تحت تیمار قرار گرفت تا با بررسی

کروموزومی ریشه‌ها، وضعیت پلوئیدی و نسبت فراوانی آنیوپلوئیدی در هر توده تعیین و بدین ترتیب تاثیر احتمالی سلکسیون بر روی کاهش آنیوپلوئیدی مشخص گردد.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از بررسی کروموزومی ریشه‌ها و گیاهچه‌های هر یک از توده‌های تترا و تریپلوئید به ترتیب در جداول یک و دو درج شده است. میانگین فراوانی آنیوپلوئیدی در سه توده تتراپلوئید در سطح ریشه ۲۸/۸۲ درصد و در سطح گیاهچه ۲۴/۴۰ درصد است. در این مرحله در مجموع تعداد ۲۰۶۲ نمونه تعداد ۵۲۷ مورد آنیوپلوئید و ۱۵۳۵ مورد دارای سطح منظم کروموزومی بودند.به منظور مقایسه آماری نسبت‌های فوق از روش کای مربع (χ square) استفاده گردید که طی آن از شش نسبت بدست آمده میانگین گرفته شد و با ضرب عدد حاصل در تعداد نمونه‌های هر یک از سطوح، تعداد نمونه‌های آنیوپلوئید مورد انتظار برای آن سطح بدست آمد و متعاقب آن با کسر این مقدار از تعداد کل، تعداد نمونه‌های یوپلوئید مورد انتظار نیز مشخص گردید. مقایسه میانگین‌ها با یکدیگر از این روش و با پانزده درجه آزادی تفاوت معنی‌داری را نشان نداده است (χ^2 = ۸/۲۲۶۰ و P = ۰/۰۱).

جدول ۱- فراوانی آنیوپلوئیدی در توده های تتراپلوئید

Table 1 Aneuploidy frequency in tetraploid populations

توده population	بافت مورد مطالعه tissue	تعداد نمونه No. of sample	تعداد کروموزوم No. of chromosome						درصد آنیوپلوئیدی aneuploidy %
			34	35	36	37	38	39	
10026	ریشه‌چه rootlet	192	1	17	141	29	3	1	26.56
	گیاه‌چه seedling	501	3	38	390	59	10	1	22.16
10980	ریشه‌چه rootlet	169	1	18	118	30	2	-	30.18
	گیاه‌چه seedling	507	3	30	383	77	13	1	24.41
11479	ریشه‌چه rootlet	175	1	19	123	30	2	-	29.71
	گیاه‌چه seedling	518	2	56	380	67	11	2	26.64

در هر سه توده فراوانی هیپرپلوئیدها (گیاهانی با یک یا چند کروموزوم اضافه) بیشتر از هیپوپلوئیدها (گیاهانی با یک یا چند کروموزوم کمتر) بوده و گیاهان ۳۷ کروموزومی بیشترین فراوانی را نشان می‌دادند. بسمارک (۱۹۶۶) و روحی زاده (۱۳۷۵) در تحقیقات خود به این موضوع اذعان داشتند. فراوانی گیاهانی با بیش از ۳۷ کروموزوم و کمتر از ۳۵ کروموزوم بسیار کم است. در سطح مزرعه فراوانی این پدیده بین سه تا شش درصد کاهش یافته و کمتر از آن چیزی است که در بررسی ریشه‌ها به دست آمده است. در این مرحله فراوانی هیپرپلوئیدها نیز بیشتر از هیپوپلوئیدها بود و گیاهانی که بیش از یک کروموزوم اضافه و یا کم داشتند یعنی گیاهانی با ۳۴, ۳۸ و یا ۳۹ کروموزوم، در سطح مزرعه چندان زیاد نبودند که این موضوع نشانگر عدم توانائی آنها در رقابت با سایر گیاهان می‌باشد (جدول ۱).

در مقایسه با گیاهان تتراپلوئید فراوانی آنیوپلوئیدی در توده‌های تریپلوئید چه از نظر درصد (۱۶/۷ درصد در سطح ریشه‌چه و ۱۰/۱۱ درصد در سطح گیاهچه) و چه از نظر تنوع پائین‌تر است (جدول ۲) که این می‌تواند به دلیل عدم توانائی دانه‌های گرده آنیوپلوئید در رقابت با دانه‌های گرده سالم برای بارورسازی گامت‌های ماده باشد. در این مرحله در مجموع ۹۵۵ نمونه مورد مطالعه قرار گرفت که ۸۲۳ نمونه دارای سطح منظم کروموزومی و ۱۳۲ نمونه آنیوپلوئید بودند. همانند توده‌های تتراپلوئید، گیاهان هیپرپلوئید در میان آنیوپلوئیدها غالب‌اند و تعداد گیاهان هیپوپلوئید اندک است که احتمالاً ماحصل برتری گیاهان هیپرپلوئید در توده‌های تتراپلوئید و رقابت بهتر دانه‌های گرده‌ای است که تولید کرده‌اند. تفاوت مشاهده شده در میان ارقام تریپلوئید نیز همانند حالت قبل با استفاده از روش کای مربع و با دوازده درجه آزادی مقایسه گردید که از نظر آماری معنی‌دار نبود (χ^2 = ۹/۳۱۵ و P = ۰/۰۱). به علت از دست رفتن بوته‌های یکی از توده‌های تریپلوئید در مزرعه، فقط نتایج مربوط به گیاهچه دو توده دیگر در جدول دو درج شده است. کاهش فراوانی آنیوپلوئیدی در مزرعه در مقایسه با توده‌های تتراپلوئید شدیدتر بوده و تقریباً به نصف مقدار آن در سطح ریشه می‌رسد. نکته قابل ذکر دیگر کاهش شدید فراوانی گیاهان ۲۶ کروموزومی در سطح مزرعه است به طوری که در مزرعه قسمت اعظم فراوانی مربوط به گیاهان ۲۸ کروموزومی است. به احتمال قوی بذرهای تریپلوئیدی که فاقد یک یا چند کروموزوم هستند از نظر جوانه‌زنی و استقرار در مزرعه دچار مشکل شده و در طول دوره رویش از سطح مزرعه حذف می‌گردند.

جـدول ۲- فــراوانــی آنیـوپلوئیـدی در تـوده‌های تریپـلوئیـد

Table 2 Aneuploidy frequency in triploid populations

توده population	بافت مورد مطالعه tissue	تعداد نمونه No. of sample	تعداد کروموزوم No. of chromosome						درصد آنیوپلوئیدی aneuploidy %
			25	26	27	28	29	30	
10035	ریشه چه rootlet	175	-	7	143	22	3	-	18.29
10986	ریشه چه rootlet	184	-	9	156	19	-	-	15.22
	گیاهچه seedling	153	-	5	137	11	-	-	10.46
11488	ریشه چه rootlet	187	-	11	156	20	-	-	16.58
	گیاهچه seedling	256	-	5	231	19	1	-	9.77

در حـین مطالعــه و شــمارش کرومــوزومی گیاهــان تتراپلوئید، تعدادی ریشه کـه از نظـر سـطح پلوئیـدی منظم و دارای ۳۶ کروموزوم بودنـداز میـان هـر تـوده انتخاب و برای بذرگیری در بهار سـال بعـد در محـل مناسبی سیلو شدند. بـا مـساعد شـدن شـرایط جـوی، ریشه‌های مربوط به هـر تـوده در یـک قطعـه ایزولـه کشت شد که پس از ساقه روی و گرده‌افـشانی، تولیـد بذر نمودند. پس از برداشت بذر هر توده، مقدار ۱۰ گرم بذر جهت تولید ریـشه و شـمارش کرومـوزومی طبـق روشی که شرح داده شده است مورد تیمار قرار گرفـت. در جدول سه نتایج بررسـی کرومـوزومی ریـشه‌هـای حاصل از این بذرهای در آزمایشگاه ارایه شـده اسـت. میـانگین فراوانـی آنیوپلوئیـدی در تـوده‌هـائی کـه از گزینش گیاهان ۳۶ کروموزومی به دسـت آمـد کمـی کمتر و حدود ۲۶/۹۸ درصد است. علـت ایـن کـاهش ممکن است به دلیل عدم وجود گیاهـان آنیوپلوئیـد در ریشه‌های انتخابی باشـد. مقایـسه ایـن نـسبت‌هـا بـا نسبت‌هائی که از کنترل کروموزومی ریشه‌های حاصل از بذر توده‌های تتراپلوئید اولیه به دست آمـده بودنــد، تفاوت آمـاری معنی‌داری را نشان نــداد ($P=$ ۰/۰۱ و $\chi^2=$ ۲/۸۳). این موضوع نشانگر عدم تاثیر سلکسیون بر روی آنیوپلوئیدی است و اینکه روند نامنظم میوز در گیاهان تتراپلوئید موجب تشکیل گامت‌های آنیوپلوئیـد و متعاقب آن تولید بذر و گیاهان آنیوپلوئید می‌شود. در

بررسی بسمارک نیز کنترل بذرهای حاصل از گیاهان ۳۶ کروموزومی نشان می‌دهد که سطح آنیوپلوئیدی هیچ تغییر معنی‌داری نکرده است. در این مرحله نیز مجدداً فراوانی گیاهان هیپرپلوئید بیشتر از هیپوپلوئید بوده و بیشترین فراوانی مربوط به گیاهان ۳۷ کروموزومی است. نسبت آنیوپلوئیدی در توده‌های مورد مطالعه نیز همانند قبل از نظر آماری مورد مقایسه قرار گرفت که اختلاف معنی‌داری نداشتند. (χ^2 = ۱/۶۶۳۲ و P = ۰/۰۱).

جدول ۳ – فراوانی آنیوپلوئیدی در گیاهان تتراپلوئید حاصل از گزینش

Table 3 Aneuploidy frequency in tetraploid populations derived from selection

توده population	بافت مورد مطالعه tissue	تعداد نمونه No. of sample	تعداد کروموزوم No. of chromosome						درصد آنیوپلوئیدی aneuploidy %
			34	35	36	37	38	39	
10026	ریشه چه rootlet	192	-	18	139	32	3	-	27.59
10980	ریشه چه rootlet	197	-	14	150	30	2	1	23.86
11479	ریشه چه rootlet	200	1	21	141	34	3	-	29.50

در انتهای فصل رشد ریشه‌های مربوط به هر یک از سطوح آنیوپلوئیدی در هر توده برداشت و توزین شده و جهت تعیین اثر آنیوپلوئیدی از نظر صفات تکنولوژیکی روی خصوصیات شیمیائی، مورد تجزیه قرار گرفتند. در جدول‌های چهار و پنج، وزن و نسبت وزنی و درصدقند گیاهان آنیوپلوئید هر یک از توده‌های تتراپلوئید و تریپلوئید درج شده است.

جدول ۴- مقایسه گیاهان آنیوپلوئید و یوپلوئید از نظر وزن و درصد قند در توده های تتراپلوئید

Table 4 Comparison of weight and sugar content between aneuploid and euploid plants in tetraploid populations

توده popul.	تعداد کروموزوم No. of chromosome	تعداد گیاه No. of plant	متوسط وزن ریشه root weight average (gr)	نسبت وزنی weight ratio	درصد قند sugar content
	35	3	770	58	15.60
	36	19	1316	100	16.54
10026	37	9	830	63	16.33
	38	4	700	53	16.13
	39	1	510	39	-
	35	6	650	61	15.04
	36	19	1068	100	16.70
10980	37	15	750	70	16.42
	38	6	630	59	16.01
	39	-	-	-	-
	35	17	640	48	15.96
	36	19	1340	100	17.44
11479	37	17	760	57	16.87
	38	3	710	53	16.12
	39	1	490	37	-

همانگونه که در جدول چهار دیده می‌شود گیاهان آنیوپلوئید نسبت به گیاهان ۳۶ کروموزومی دارای وزن کمتری هستند. میزان این کاهش وزن در توده‌های مورد آزمایش کمی متفاوت است و روند یکنواختی ندارد. بیشترین کاهش در رگه ۱۱۴۷۹ دیده می‌شود. درصدقند نیز در گیاهان آنیوپلوئید کمتر است و بیشترین کاهش مربوط به گیاهان ۳۵ کروموزومی است. البته با توجه به تعداد کم بوته در سطح کروموزومی ۳۵ و ۳۸ نتایج وابسته به آن چندان قابل استناد نیست. به نظر می‌رسد هرچه عدم تعادل کروموزومی در گیاه بیشتر باشد شدت این تغییرات نیز بیشتر می‌شود.

در توده‌های تریپلوئید (جدول ۵) نیز وزن و درصدقند گیاهان آنیوپلوئید از گیاهان ۲۷ کروموزومی کمتر بود.

جدول۵ – مقایسه گیاهان آنیوپلوئید و یوپلوئید از نظر وزن و درصد قند در توده‌های تریپلوئید

Table 5 Comparison of weight and sugar content between aneuploid and euploid plants in teriploid Populations

توده popul.	تعداد کروموزوم No. of chromosome	تعداد گیاه No. of plant	متوسط وزن ریشه گرم root weight average (gr)	نسبت وزنی weight ratio	درصد قند sugar content
	26	1	220	15	-
10986	27	25	1480	100	15.54
	28	9	770	52	14.45
	26	1	260	17	-
11488	27	30	1570	100	15.70
	28	19	740	47	15.12

به علت آنکه تعداد گیاهان ۲۶ کروموزومی بسیار اندک بود لذا داده‌های مربوط به آن را نمی‌توان قاطع دانست ولی بدون شک آنها نیز می‌بایست وزن و درصد قند کمتری داشته باشند. کاهش میزان وزن و درصدقند در گیاهان ۲۶ کروموزومی احتمالاً بیشتر از گیاهان ۲۸ کروموزومی است. در مقایسه با توده‌های تتراپلوئید و نتایج مربوط به آن به نظر می‌رسد در گیاهان تریپلوئید به خاطر تعداد کروموزوم کمتر تاثیر آنیوپلوئیدی بیشتر باشد. در مجموع آنیوپلوئیدی پدیده‌ای است که می‌توان آنرا جزء لاینفک توده‌های پلی پلوئید چغندرقند به حساب آورد که با افزایش سطح پلوئیدی درصد فراوانی آن نیز افزایش می‌یابد. با توجه به داده‌های بدست آمده و نتایج بررسی‌های سایر محققین، این پدیده می‌تواند در ارقام تریپلوئید موجب یک تا دو درصد کاهش محصول ریشخ شود.

تشکر و قدردانی

از همکاران محترم آزمایشگاه سیتولوژی که در نمونه‌برداری و شمارش کروموزومی گیاهان مورد مطالعه اینجانب را یاری داده‌اند تشکر می‌نمایم. همچنین به خاطر زحمات فراوان همکاران در آزمایشگاه تکنولوژی قند برای عیارسنجی ریشه‌های انتخابی سپاسگزارم.

منابع مورد استفاده References

روحی زاده، و (۱۳۷۶) بررسی آنیوپلوئیدی در جمعیت‌های اتوتتراپلوئید و تریپلوئید هیبرید چغندر قند. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج. ۸۷ صفحه

علیمرادی، الف. ۱۳۵۵. تتراپلوئیدی در چغندر قند. انتشارات موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندر قند

Artschwager E (1940) Indication of polyploidy in sugar beets induced by colchicine. Proc. Am.Soc.Sugar Beet Technol. 1:120-121

Bosemark NO (1966) On the origin and consequences of Aneuploidy in triploid and tetraploid sugar beet. IIRB.Vol 2:9-31

Bosemark NO (1993) Genetics & Plant Breeding. PP 65-114 IN: D.A.Cooke & R.K.Scott (eds). The Sugar Beet Crop, Science into Practice. Chapman and Hall.

Lynes FF, Harris CD (1942) Polyploidy in sugar beets induced by use of colchicine, ethyl mercury phosphate, and other chemicals. Proc. Am. Soc. Sugar Beet Technol. 3:304-309

Rommel M (1965) Cytogenetics of autotetraploid sugar beet (*Beta vulgaris*). Zuchter 35: 219.

Rasmusson J, Levan A (1939) Tetraploid sugar beets from colchicine treatment. Hereditas 25:97-102.

Savitsky H (1965) A method of inducing autopolyploidy in sugar beet by seed treatment. Journal of ASSBT Vol. 14(1):26-47

Tsuchia T, Nakamura C (1978) Acetocarmine squash method for observing sugar beet chromosomes. Euphytica 28:249-256