فصلنامه (علمی)

زیست شناسی تکوینی

سال پانزدهم، شماره ۳، تابستان ۱۴۰۲ ص. ۱۲-۱

مقاله پژوهشی

مطالعه ساختار تشریحی اندام‌های رویشی، تکوین گل و رویانزایی در گیاه *Cichorium Endivia* L.

پریسا جنوبی[1*]، بیتا باهنر[1]، پریسا بنیابادی[1]

[1] گروه علوم گیاهی، دانشگاه خوارزمی تهران، ایران.

[*] (نویسنده مسئول مکاتبات): jonoubi@khu.ac.ir

تاریخ دریافت: تیر ۱۴۰۱ تاریخ پذیرش: دی ۱۴۰۱

https://dorl.net/dor/20.1001.1.2008692.1402.15.3.1.3 DOI: 10.30495/jdb.2022.1949680.1287

چکیده

اندیو (*Cichorium endivia*) گیاهی از تیره Asteracea می‌باشد. این تیره با پراکنش جهانی بالا، یکی از بزرگترین تیره‌های گیاهی محسوب می‌شود. با توجه به عدم مطالعه گیاه اندیو در کشور ایران مطالعه حاضر با هدف بررسی روند تشریحی و تکامل گیاه مذبورصورت گرفت. به دلیل اهمیت بالای اقتصادی، دارویی و غذایی این گیاه و به دلیل مشکلات عمده در زمینه رده‌بندی گیاهان این تیره گیاهی، انجام این تحقیق ضرورت پیدا کرد. گیاه اندیو از مزارع واقع در اطراف کرج، شناسایی و جمع‌آوری شد. اندام‌های رویشی در محلول الکل-گلیسرین تثبیت شد. مریستم راس و گل‌های این گیاه در مراحل مختلف نموي از غنچه‌ی ریز تا گل کامل در محلول FAA 70 تثبیت و برای مطالعه میکروسکوپی رنگ آمیزی شدند. اندام‌های رویشی در گیاه اندیو از نوع دولپه‌ای می‌باشند. در برش عرضی ساقه دستجات ابکش بر روی چوب قرار گرفته است. در برش عرضی برگ در منطقه رگبرگ اصلی، اپیدرم فوقانی و تحتانی بافت پارانشیمی و هادی را در بر گرفته است و بافت مزوفیلی فقط از نوع پارانشیم اسفنجی می‌باشد. در برش طولی از مریستم راس ساقه لایه تونیکا در سطح بیرونی و کورپوس در بخش زیرین آن قرار گرفته است و همچنین یک مرحله گذر از مریستم رویشی به زایشی مشاهده می‌گردد.در این گیاه بساک چهارخانه‌ای و تترادها دارای آرایش چهاروجهی می‌باشند، تاپی نیز در آغاز نمو بساک ترشحی و در پایان از نوع آمیبی است. دانه گرده بالغ کروی و دو هسته‌ای می‌باشد. نمو تخمک با تشکیل پریموردیوم تخمکی شروع شده و رویان کروی، چماقی، اژدری، قلبی و لپه‌ای نیز مشاهده گردید. بررسی اندام‌هاي رويشي و زايشی گیاه اندیو نشان داد که این گیاه داراي ويژگي‌هاي عمومي دولپه‌ای‌ها می‌باشد. دانه گرده از نوع سه منفذی بوده و آرایش اگزین آن از نوع خاردار می‌باشد. مراحل رویان‌زایی مشاهده شده نیز، عامل شباهت با دیگر دولپه‌ای‌هاست.

کلیدواژه‌ها: اندام رویشی، تکوین گرده، میکروسپورزایی مریستم.

مقدمه

گیاه اندیو *Cichorium endivia L.* از تیره کاسنی می‌باشد، که عنوان بزرگترین تیره گیاهی را به خود اختصاص داده است. این تیره شامل حدود ۱۶۰۰ جنس و ۲۳۰۰ ئگونه است. داشتن گونه‌های فراوان، پراکنش جهانی و این حقیقت که این خانواده گونه‌های دارویی بسیاری را شامل می‌شود، باعث شده که موضوع بسیاری از تحقیقات قرار بگیرد [1].این گیاهان یک ساله، دو ساله، چند ساله و گاهی درختچه‌ایی می‌باشند [۲] گل آذین از

نوع کپه (کلاپرک) است.

در گیاه اندیو، گل حداکثر ۲ سانتی متر طول دارد و رنگ آن اکثراً آبی و گاهی اوقات سفید رنگ است. برگها دراز و بریده بریده و گاهی تابدار هستند [۳] کشت اندیونسبتاً آسان است و تحمل آن در برابر دمای بالا از کاهوی معمولی خیلی بیشتر است و از مناطق سردسیری گرفته تا زمین‌های پست گرمسیری قابلیت کشت دارد.

این گیاه خوراکی بوده و در سالاد بطور خام و یا پخته استفاده می‌شود. اندیو در باغهای سبزیکاری و در جالیز صیفی کاشته می‌شود. اندیو برای کبد و تصفیه خون بسیار مفید بوده و تب‌بر است [۴]. *Cichorium endivia* L به دلیل خواص محافظت کبدی، آنتی اکسیدانی و اثرات کاهنده‌ی قندخون از لحاظ اقتصادی مهم می‌باشد [۵]. غربالگری شیمیایی گیاه *C. endivia* L. که روی عصاره‌ی برگ آن صورت گرفت مواد موثره‌ی مختلفی از جمله گلیکوزیدها، آلکالوئیدها، موادی با پایه نیتروژنی فلاونوئیدها، ساپونین‌ها، تانن‌ها، استرول‌های اشباع نشده و تری‌ترپن‌ها را نشان داد [۵]

در تیره Asteraceae اختلافات ساختاری بین مریستم زایشی و مریستم رویشی به خوبی مشخص است بطوریکه ضمن تبدیل مریستم رویشی به زایشی در پاسخ به شرایط محیطی اختصاصی، اندازه آن افزایش یافته و شکل کلی آن پهن و وسیع می‌شود. سرانجام مریستم زایشی برای گلدهی شروع به فعالیت می‌کند [۶] .گل‌ها اغلب به روش به سوی مرکز یا خوشه مانند تمایز می‌یابند [۵] .اما در برخی موارد به شکل به سوی قاعده یا مرکزگریز نیز سازمان می‌یابند که در این حالت گل آذین محدود از نوع کپه را تشکیل می‌دهد [۸]. طی تمایز گلچه‌ها، فرورفتگی‌ای روی نوک پریموردیوم هر گلچه ظاهر شده که در پیرامون آن ابتدا جام گل تشکیل می‌شود [۷]. خصوصیات ریختی گامتوفیت نر و جزییات میکروسپورزایی می‌توانند در مطالعات سیستماتیکی برای تعیین محدوده تاکسون‌ها استفاده شوند .از نظر تاکسونومیکی بعضی صفات نظیر تنوع در تعداد لایه‌های بساک، نوع تاپی، آرایش تترادها در میان دیواره کالوزی، تعداد منافذ و شکاف‌های گرده‌ها و دو یا سه یاخته‌ایی بودن دانه گرده و تعداد هسته‌های تاپتوم دارای اهمیت هستند. [۸] خانواده آستراسه تعداد زیادی گونه دارویی را در خود جای داده است که این موضوع باعث شده این خانواده موضوع بسیاری از پژوهش‌ها قرار گیرد. همچنین مطالعات رویان شناسی کمی در خانواده آستراسه وجود دارد، بنابراین مطالعات جدید برای بهبود دانش رویان شناسی این تیره لازم است. با توجه به اینکه گیاه مذکور در ایران کمتر مورد توجه قرار گرفته است، همچنین به دلیل اهمیت غذایی، دارویی و اقتصادی این گیاه و به دلیل وجود مشکلات عمده در زمینه رده بندی گیاهان این تیره گیاهی انجام این پژوهش ضرورت پیدا کرد. اگر چه برخی گزارش‌ها در مورد سایر گونه‌های آستراسه وجود دارد، ولی این اولین تحقیق در مورد بررسی ساختار تشریحی اندام‌های رویشی و همچنین مراحل تکوینی اندام‌های زایشی در گیاه *Cichorium endivia L.* می‌باشد.

با توجه به اینکه مطالعات تکوینی و رویان شناختی در مورد خانواده آستراسه و گیاه مذبور، خصوصاً در کشور ایران بسیار محدود است. [۱۱] و بررسی ساختار اندام‌های رویشی و همچنین مراحل تکوینی اندام‌های زایشی در گیاه *Cichorium endivia L.* مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

به منظور مطالعه اندام‌های رویشی و مراحل تکوینی گل در گیاه*Cichorium Endivia* .L، گیاه مورد نظر از مزارع واقع در اطراف کرج شناسایی و در آبان ماه ۱۳۹۲جمع‌آوری شدند. گل‌های گیاه مورد مطالعه در مراحل مختلف نموی از غنچه‌ی ریز تا گل کامل در فیکساتور FAA 70 (فرمالدئید، استیک اسید، الکل اتیلیک ۷۰ % با نسبت ۹۰:۵:۵) به مدت ۱۲-۸ ساعت تثبیت شدند [۹]. نمونه‌ها پس از تثبیت، با آب جاری شستشو داده شد تا محلول تثبیت‌کننده از نمونه‌ها خارج شود. نمونه‌ها در الکل ۷۰ درصد برای مدت طولانی قابل نگهداری هستند. به منظور آماده کردن نمونه‌ها برای برش‌گیری، بافت‌های گیاهی توسط الکل با درجات افزایشی (۳۰،۵۰،۷۰، ۹۶ و ۱۰۰) آبگیری شدند و سپس شفاف‌سازی یا جایگزینی تولوئن با الکل انجام شد. در نهایت نمونه‌ها در پارافین مذاب قالب‌گیری شدند. مراحل بعدی شامل تهیه برش‌های میکروتومی، چسباندن برش‌ها روی لام، حذف پارافین با استفاده از تولوئن خالص، آبدهی، رنگ‌آمیزی با هماتوکسیلین، شستشو با آب جاری، آبگیری با اتانول، رنگ آمیزی با ائوزین، آبگیری سریع، شفاف سازی با

تولوئن و چسباندن لامل بوده است. شایان ذکر است که مشاهدات با میکروسکوپ نوری صورت گرفت و مراحل تکوینی گیاه توسط دوربین‌های دیجیتالCanon ثبت گردید.

نتایج

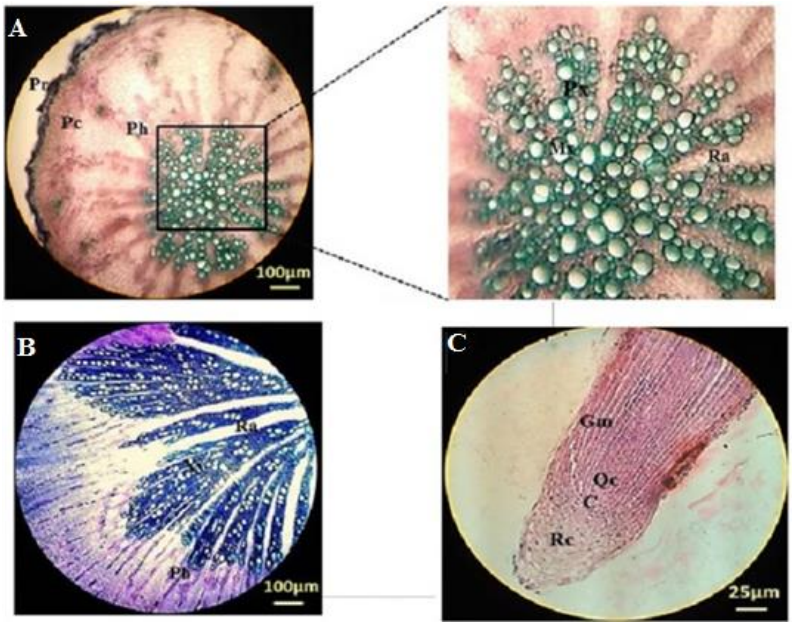
بررسی ساختار تشریحی گیاه اندیو

در ساختمان پسین ریشه، مقطع عرضی مدور دیده شد. لایه پریدرم (pr) در خارجی‌ترین قسمت ریشه جایگزین اپیدرم شده است (شکل ۱-A). در زیر پریدرم منطقه پوست (pc) متشکل از ۵-۶ لایه سلول وجود دارد بافت آبکش پسین (sp) بر روی بافت چوب پسین (SXy) قرار دارد. (شکل ۱-B). در برش طولی مریستم رأس ریشه (شکل ۱-D)، ناحیه کلاهک ریشه (Rc) در انتها مشاهده شد. در قسمت بالای کلاهک، ناحیه کلاهک زا یا کالیپتروژن (c) قرار گرفته است که وظیفه ساختن یافته‌های جدید به سمت کلاهک و به سمت منطقه نمو را بر عهده دارد.

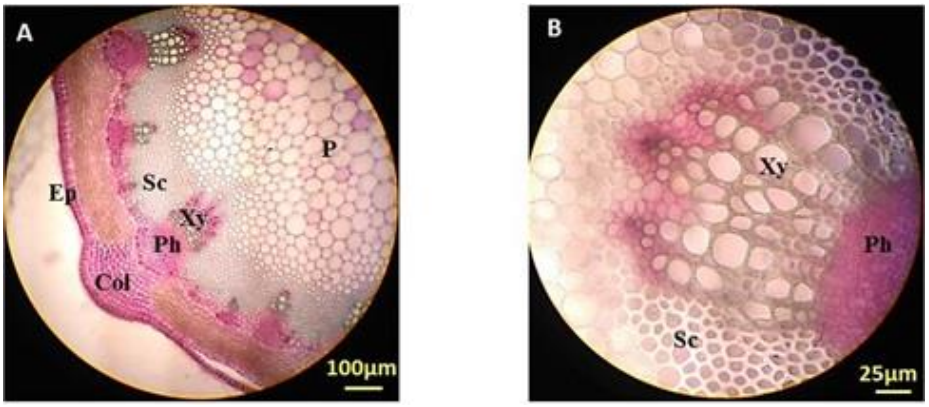
پس از این ناحیه منطقه‌ی مرکز آرام (Qc) قرار دارد. منطقه فعال و مریستم زمینه (Gm) تیر در بالای مرکز آرام جای گرفته است. با بزرگنمائی بیشتر در بالای منطقه آرام سلول‌های کشیده پروکامبیومی (prc) نیز مشاهده شد.

ساقه

مقطع عرضی ساقه جوان گیاه اندیو تقریباً مدور دیده شد و حاشیه آن سینوسی است و در آن به ترتیب از بیرون به درون، اپیدرم، کلانشیم، پارانشیم پوستی، حلقه اسکلرانشیمی، بافت آبکش، چوب و بافت مغز ساقه قابل مشاهده هستند. اپیدرم از یک لایه سلول‌های متراکم با سطح کوتین شده تشکیل شده و دارای تعدادی کرک محافظتی و ترشحی می‌باشد. در زیر اپیدرم، چندین لایه سلول کلانشیمی از نوع گوشه دار با دیواره‌های نسبتاً ضخیم که با کارمن زاجی به خوبی رنگ گرفته اند دیده می‌شود. تعداد لایه‌های کلانشیم در بخش‌هائی که اندکی برآمدگی بیشتری دارد، بیشتر است. در زیر آنها ۷-۸ لایه بافت پارانشیم پوستی با سلول‌های فشرده به هم قرار دارند. در استوانه مرکزی دسته‌های بافت آبکش- چوب از نوع دو دسته پیوسته (بی‌کلاترال) دیده می‌شود و بین چوب و آبکش بافت کامبیومی در یک دسته (fasicular cambium) و بین دو دسته آوندی (Inter fasicular cambium) قرار دارد. در بخش مرکزی بافت پارانشیم مغز وجود دارد (شکل ۲، A-c)



شکل ۱: برش عرضی ریشـه اندیو: A: منطقه پریدرم، پوست، استوانه آوندی B: منطقه استوانه آوندی C: نمایشی از مریستم رأس ریشه که قسمتهای کلاهک ریشه (Rc)، کالیپتروژن (c)، مریستم آرام (Qc) و مریستم زمینه (Gm) مشخص شده است. متازایلم (Mx)، پوست (pc)، پریدرم (pe)، فلوئم (ph)، اشعه آوندی (Ra)، پرتوگزیلم (px).



شکل۲: برش عرضی ساقه. (A): نشان‌دهنده برش عرضی ساقه جوانEndive می‌باشد که در آن اپیدرم (Ep)، کلانشیم (Col)، فلوئم (Ph)، گزیلم (Xy)، اسکلرانشیم (Sc) و پارانشیم مغز (P) قابل رویت است.(B): منطقه آوندی با بزرگنمایی ۴۰× است.

برگ:

از نظر بافت شناسی بافتهای زیر در برگ گیاه اندیو دیده شد: اپیدرم که از دو بخش فوقانی (ue) و تحتانی (Le) تشکیل شده است و بافت مروفیلی را فرا می‌گیرد. بافت فروفیلی از نوع پارانشیم اسفنجی (sp) مشاهده شد. که حدود ۸ لایه در ناحیه پهنک می‌باشند. سلول‌های پارانشیم اسفنجی نامنظم و حفره‌دار هستند. بین سلول‌های پارانشیم حفره‌ائی فضاهای بزرگی وجود دارد که باعث سست شدن اتصالات آنها با یکدیگر می‌شود.

در اپیدرم زیرین هر دو نوع کرک ترشحی و محافظتی مشاهده می‌شود (شکل ۳-c) در ناحیه رگبرگ اصلی زیر اپیدرم بافت کلانشیم در هر دو طرف رگبرگ وجود دارد و دسته‌های آوندی چوب و آبکش از نوع دو دسته پیوسته (بی‌کلاترال) مشاهده می‌شوند. دسته آوندی میانی از بقیه دستجات آوندی گسترده‌تر است و در آن نیم حلقه اسکلرانشیمی و بافت آبکش، بافت چوب و بافت آبکش درونی تشخیص داده می‌شوند (شکل ۳-c).

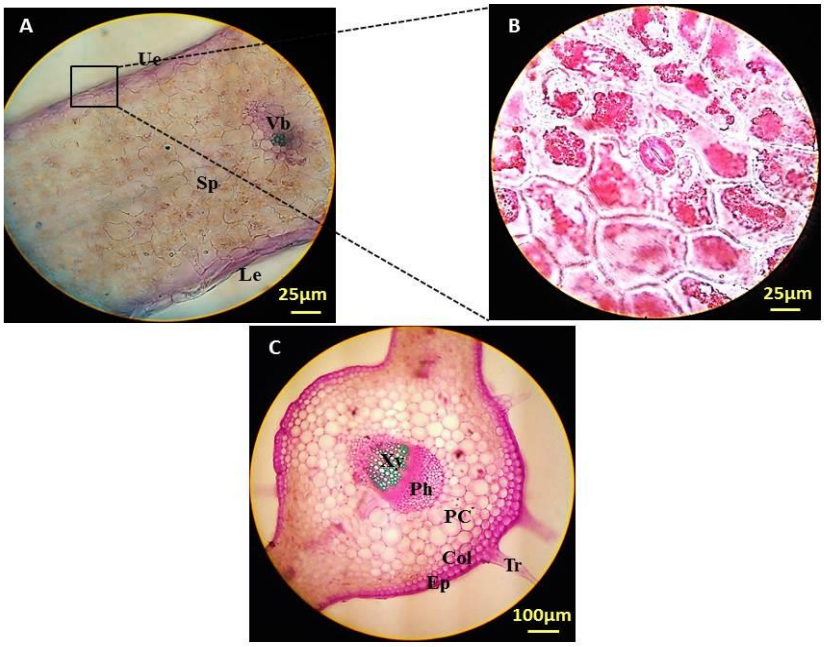
ساختار مریستم رویشی زایشی و تکوین گل

مریستم نخستین ساقه که در تشکیل برگها و ساختمان نخستین ساقه نقش دارد در گیاه اندیو از نوع محدب یا گنبدی می‌باشد و نواحی زیر در آن قابل تشخیص است. ناحیه انتهائی که به نام (Apical zone) معروف است و شامل لایه خارجی تونیکا (T) با سلول‌های مکعبی شکل می‌باشد که توده سلول داخلی (C) را دربر می‌گیرد. لایه تونیکا می‌تواند یک یا دو لایه باشد. در این قسمت تقسیمات حالت شعاعی (آنتی کلینالی) دارند. دو ناحیه در تونیکا مشاهده می‌شود، یکی ناحیه انتهائی مرکزی است که یک یا چند سلول بنیادی دارد که بزرگ‌تر، هسته درشت‌تر و واکوئل بیشتری از بقیه سلول‌های تونیکا دارند، رنگ آنها روشن‌تر است و ناحیه دوّم که در جوانب رأس قرار دارد، سلول‌هائی کوچک‌تر و تیره تر دارند.

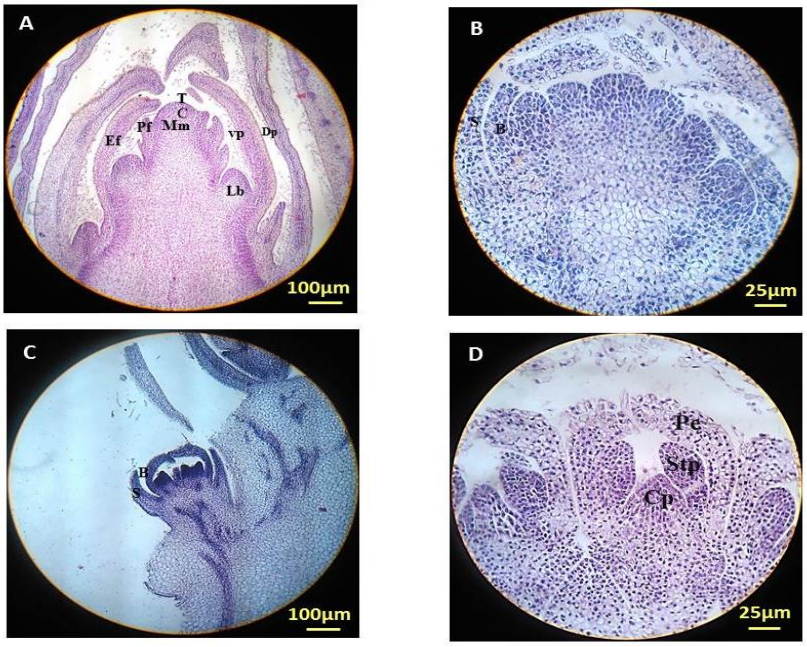
سلول‌های کورپوس درشت‌تر، به شکل تقریباً چندوجهی و با فضای سلولی بیشتر مشخص می‌باشند. تقسیمات در کورپوس مماسی (پری کلینال) می‌باشد. در زیر منطقه کورپوس سلول‌های مریستم مغز (M.m) که ترتیب منظمی ندارند و دارای تقسیمات افقی و عمودی هستند، مشاهده می‌شوند. این سلول‌ها کم حجم هستند و با تقسیمات خود مغز ساقه را به وجود می‌آورند. رنگ پذیری کم این سلول‌ها به علّت فعالیت کم میتوزی در آنها می‌باشد. منطقه بعدی، مریستم حاشیه‌ائی یا جانبی است که تقسیمات میتوزی فعالی داشته و در زیر ناحیه انتهائی یک منطقه فعال به نام حلقه بنیادی را ایجاد کرده است. این سلول‌ها ریز با هسته نسبتاً درشت هستند و قدرت تقسیم خیلی بالائی دارند. این ناحیه با تقسیمات خود مولد برگ می‌باشد. پس از ایجاد طرح‌های اوّلیه برگی (E.f) با طویل شدن بخش قاعده‌ائی سهم‌های برگی تشکیل می‌شود. جوانه جانبی گل (Lb) در پای برگ‌ها مشاهده شد (شکل۴ -A).

در مرحله بعد، گذر از مریستم رویشی رأس ساقه به مرحله زایشی مشاهده شد، تشکیل بنیان‌های برگی به تدریج متوقف شده و با کاهش فعالیت آن، حلقه بنیادی گل، شروع به فعالیت می‌کند. همچنین در این تصویر گل آذین کلاپرک به خوبی مشهود است (شکل ۴-B).

با رشد و نمو بیشتر، شاهد تشکیل پریوردیوم پرچمی (stp) با طرحی از بساک و میله بوریم، با تشکیل میله و بساک پرچم، پریوردیوم برچه‌ائی (cp) شروع به شکل گیری می‌کند که در نهایت اندام مادگی را ایجاد می‌کند. (شکل ۴-D)



شکل ۳: برش عرضی برگ. (A): نشان‌دهنده برش عرضی پهنک برگEndive می‌باشد که در آن اپیدرم فوقانی (UE)، اپیدرم تحتانی (LE)، دسته آوندی (Vb)، پارانشیم اسفنجی(Sp)قابل رویت است. (B): اپیدرم فوقانی با بزرگنمایی ۴۰× است که در آن سلول‌های نگهبان روزنه دیده می‌شود. (C): نشان‌دهنده برش عرضی رگبرگ اصلی شامل قسمت‌های کرک (Tr)، اپیدرم (Ep)، کلانشیم (Col)، پارانشیم پوست (Pc)، فلوئم (Ph)و گزیلم (Xy) می‌باشد.



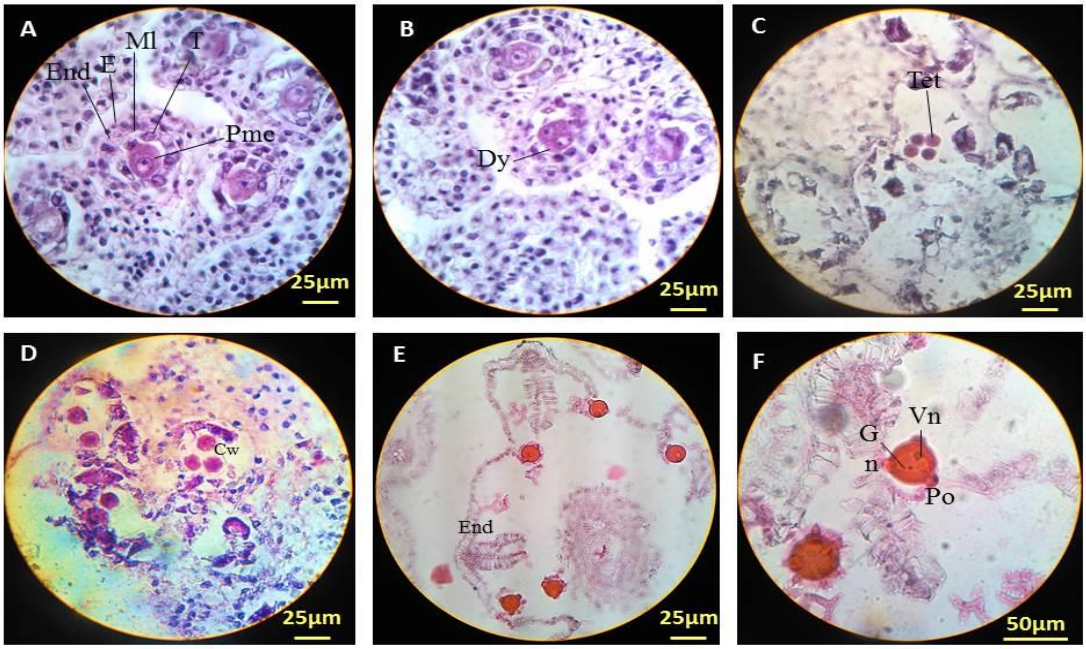
شکل ٤. برش طولی مریستم رأس ساقه A) مریستم رأس ساقه در مرحله رویشی B) شکل گیری طرح اولیه گل آذین کلاپرک ج) نمایش طرح اوّلیه از پریموردیوم پرچمی با ایجاد فرورفتگی D) تشکیل پریموردیوم پرچمی همزمان با شکل گیری پریموردیوم برچه ائی تونیکا (t)، کورپوس (c)، مریستم مغز (Mm)، پریموردیوم برگی (pf)، طرح اولیه برگی (Ef) پارانشیم شکمی (vp)، پارانشیم پشتی (Dp)، جوانه جانبی (Lb)، براکت (B)، کاسبرگ (s) پریموردیوم پرچمی (stp)، و پریموردیوم برچه ائی (cp).

میکروسپور زائی و نمو دانه گرده

بساک‌ها دارای چهار کیسه گرده (تتراسپورانژی) می‌باشند. سلول‌های آرکئوسپوری با تقسیمات متوالی پری کلین از یک طرف سلول‌های دیواره‌ائی ابتدائی خارجی و از طرف دیگر سلول‌های اسیوروژن ابتدائی داخلی را به وجود می‌آورند. دیواره بساک از یک لایه سلولی کناری مشتق شده و شامل چهار لایه می‌باشد که از خارج شامل اپیدرم، لایه مکانیکی (اندوتسیوم)، لایه میانی و لایه تاپی است تصویر (A-۵) اپیدرم از یک لایه تک سلولی مکعبی شکل تشکیل شده است ضخیم شدگی لایه مکانیکی به شکلی که در بیشتر نمایندگان خانواده آستراسه مشاهده می‌شود، دیده نشد سلول‌های لایه مغزی معمولاً به علّت فعالیت‌های متابولیسمی خاصی که دارند چند تقسیم میتوزی انجام داده و به درجه بالائی از پلی پلوئیدی می‌رسند و دارای دو یا چند هسته می‌باشند و در مقایسه با سلول‌های لایه‌های دیگر از خاصیت رنگ پذیری بیشتری برخوردار هستند (شکل A-۵). این سلول‌ها به سمت حفره داخلی بساک ترشح می‌کنند. کار اصلی سلول‌های لایه مغذی یا تاپی، رساندن مواد غذائی به میکروسپورهای در حال نمو است. سلول‌های لایه مغذی در کلیه مراحل نمو بساک و دانه‌های گرده در جای خود ثابت مانده و به تدریج تحلیل می‌روند، یعنی لایه تاپی از نوع ترشحی است و با گذشت زمان، مواد غذائی خود را صرف رشد دانه های گرده می‌کند و تحلیل می‌رود زمانیکه دانه‌های گرده کاملاً رسیده‌اند، اثری از لایه تاپی و سایر لایه‌های بساک جز اندونسیوم و اپیدرم دیده نمی‌شود.

سلول‌های بافت هاگزای (اسپوروژن) مشتق شده از تمایز سلول‌های ارکئوسپور مستقیماً به عنوان میکروسپوروسیت (سلول‌های مادر گرده) عمل می‌کند. میوز در هر میکروسپوروسیت طی می‌شود و دیادها تشکیل می‌شوند (شکل B-۵) در این مرحله سلول‌ها از هم جدا نمی‌شوند و مستقیماً وارد میوز II شده و سپس از انجام میوز II تترادهای میکروسپوری تشکیل می‌گردند (شکل c-۵) تترادها از نوع تتراهدرال و تتراگونال می‌باشد (شکل D-۵) دیواره ویژه (cw) در بین تترادها و لابه لای میکروسپورها به خوبی قابل تشخیص است.

هسته میکروسپور جوان، تقسیم شده و دو هسته زایشی و رویشی را تشکیل می‌دهد. هسته زایشی متراکم است و هسته رویشی در مقایسه با هسته زایشی از حجم بیشتری برخوردار است (شکل F-۵) و به این ترتیب گرده‌های جوان به بالغ تبدیل می‌شوند.



شکل۵: برش عرضی بساک. (A): قسمت‌های مشاهده شده شامل اپیدرم (E)، لایه مکانیکی(End)، لایه میانی (Ml)،لایه مغذی (T) و سلول مادر گرده (Pmc) می‌باشد. (B): نشان‌دهنده مرحله دیاد(Dy)می‌باشد. (C): نشان‌دهنده مرحله تتراد (Tet)است که دیواره کالوزی آن‌را در برگرفته است. (D): نشان‌دهنده مرحله میکروسپورهای جوان می‌باشد و دیواره بساک تخریب شده است، همچنین لایه تاپی از نوع ترشحی و آمیبی می‌باشد. (E): برش عرضی بساک شکفته و لایه مکانیکی (End) و دانه گرده بالغ را نشان می‌دهد. (F): دانه گرده بالغ(Po) با هسته رویشی (Vn) و زایشی (Gn) را نشان می‌دهد.

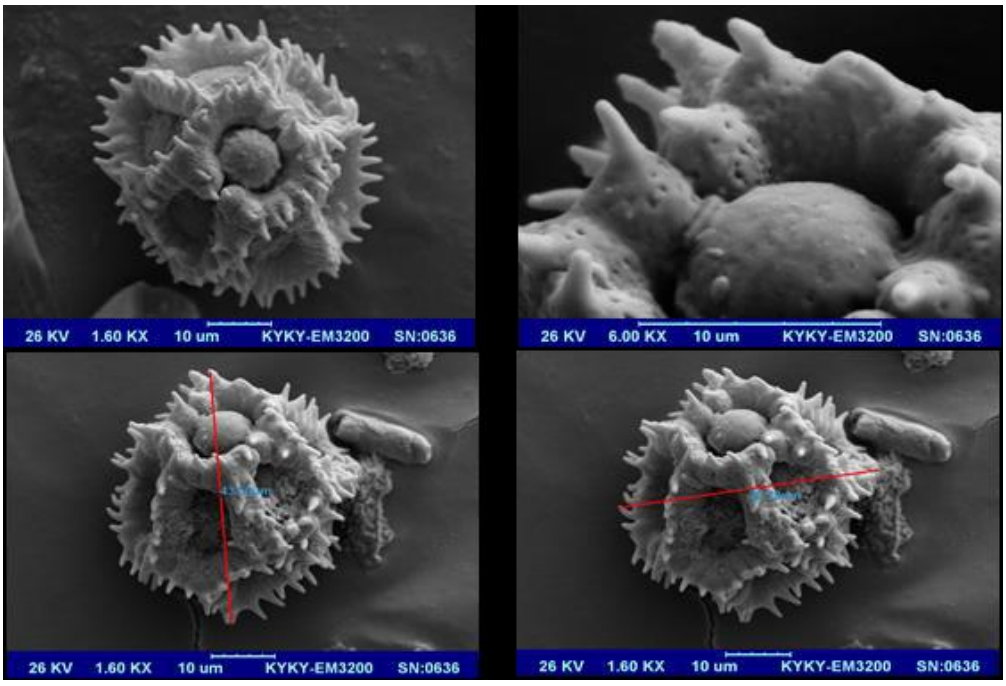
بررسی فراساختار دانه گرده

در مطالعه فراساختار دانه گرده اندیو با میکروسکوپ الکترونی نگاره و با اندازه گیری‌های انجام شده مشخص شد که دانه‌های گرده این گیاه تقریباً کروی می‌باشد. آراستار سطح اگزین آن از نوع خاردار (prickly) بود (شکل ۶-A). متوسط طول محور قطبی گرده ۴۳/۵ میکرومتر (شکل ۶-c) و متوسط طول محور استوائی گرده ۴۰/۷۹ میکرومتر و منافذ از نوع توپر می‌باشد و دانه‌های گرده دارای ۳ منفذ می‌باشند. (شکل ۶-D).

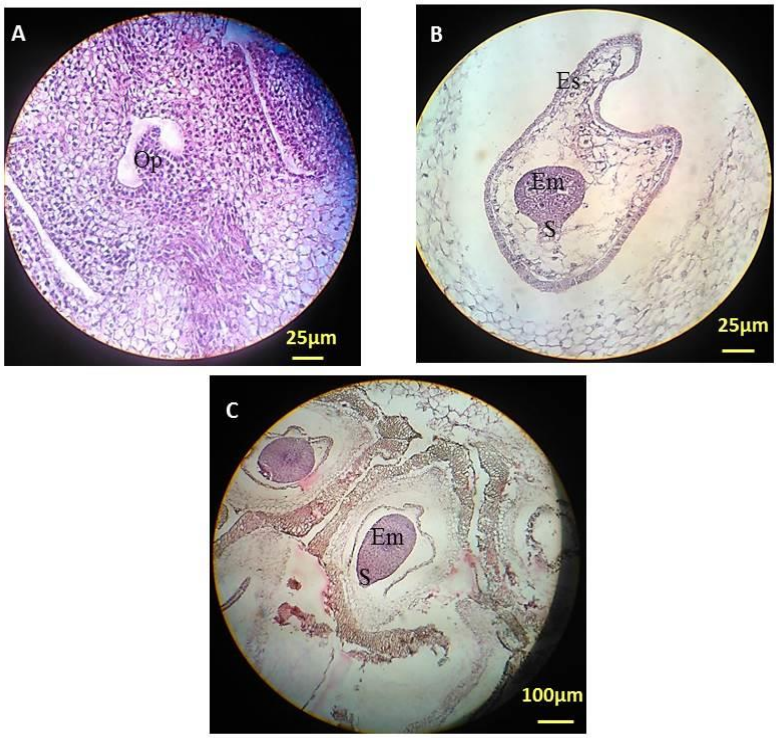
نمو تخمک و کیسه رویانی

پریموردیوم تخمک در آغاز به صورت برجستگی انگشت مانند کوچکی در قاعده تخمدان دیده شد (شکل ۷-A) و کم کم طرح اوّلیه تخمکی شکل گرفت. در داخل پریموردیوم تخمکی یک یاخته آرکئوپوری با حجم نسبتاً بیشتر خود از سایر یافته ها قابل تشخیص است (شکل ۷-B) طرح اولیه تخمکی از همان مراحل ابتدائی نمو دارای خمیدگی بیشتری نسبت به مراحل قبلی می‌باشد. سلول آرکئوسپوری به طور مستقیم و یا غیرمستقیم به سلول مادر مگاسپور یا مگاسپوروسیت سازمان می یابد که به واسطه اندازه نسبتاً بزرگ آن و سیتوپلاسم متراکم از سایر یاخته‌ها متمایز شده است. تخمک در اندیو از نوع واژگون تشخیص داده شد. سلول مادر مگاسپور تقسیم میوز را گذرانده و چهار مگاسپور ایجاد شد که در یک ردیف قرار گرفته اند و اصطلاحاً نوع تترا از نوع خطی تشخیص داده شد (شکل ۷-D) سه تا از چهار مگاسپور حاصل از تقسیم میوز مادر مگاسپور تحلیل رفت و یاخته باقی مانده مگاسپور عملکردی است که در نهایت به کیسه رویانی تحول می یابد.

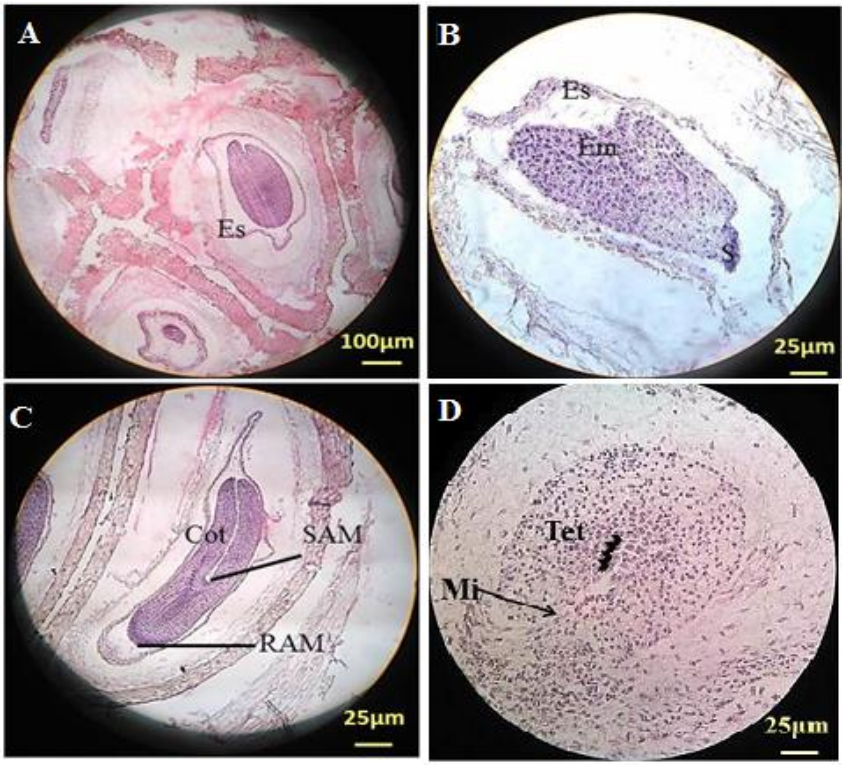
با تقسیمات متوالی در سلول تخم حاصل از لقاح هسته اسپرم با هسته تخمزا، رویان کروی شکل می‌گیرد. شکل (۷-B). با ادامه تقسیمات رویان وارد مرحله تمایز یا گذر می‌شود. با رشد و تقسیم بیشتر رویان کروی و تغذیه آن به کمک بند، رویان در جهت طولی گسترش یافته و رویان چماقی شکل می‌گیرد. (شکل۷-B) در مرحله بعد با ادامه یافتن روند تقسیمات به خصوص در محور لپه‌ها، رویان قلبی شکل می‌گیرد (شکل ۷-c) ضمن ادامه رشد طرح اوّلیه، رویان لپه‌ای شکل می‌گیرد و با آغاز رشد لپه‌ها جنین اژدری تشکیل می‌شود (شکل۸-A). سلول‌های رویان به خصوص در نواحی زیرلپه‌ها به تقسیمات خود ادامه داده و رویان لپه‌ائی شکل می‌گیرد که بخشهای مختلف مریستم رأس ساقه، مریستم رأس ریشه و لپه‌ها در آن مشهود است. (شکل ۸-c)



شکل ۶. تصاویر میکروسکوپ الکترونی نگاره (SEM) از دانه گرده بالغ. A) نمای قطبی از دانه گرده بالغ و آراستار سطح اگزین B) نمائی نزدیک از آراستار سطح اگزین و تزئینات خاردار آن C) طول محور قطبی دانه گرده D) طول محور استوائی دانه گرده.



شکل۷: برش طولی از تخمدان گیاه Endive. (A): در این شکل پریموردیوم تخمکی قابل رویت است. (B): نشان دهنده ی مرحله رویان کروی (Em) می‌باشد که سوسپانسور (S) و کیسه رویانی(Es) به خوبی مشهود است. (C): در این شکل رویان چماقی (Em) و سوسپانسور (S) دیده می‌شود.



شکل۸: برش طولی از تخمدان گیاه Endive. (A): در این شکل رویان اژدری داخل کیسه ی رویانی (Es) قابل رویت است. (B): نشان دهنده‌ی مرحله رویان قلبی شکل (Em) می‌باشد. (C): در این مرحله لپه‌ها (Cot) به خوبی شکل گرفته و رویان لپه‌ای مشهود است و همچنین مریستم راس ریشه (RAM) و مریستم راس ساقه (SAM) دیده می‌شود. (D) نمایش تتراد خطی. (Mi): مگاسپور عملکردی.

بحث

ویژگی‌های اندام زایشی و صفات رویان شناختی معمولاً به عنوان مدرکی، برای دوری و نزدیکی در سطوح مختلف تاکسونومیکی مورد استفاده قرار می‌گیرد. [۱۰]

با بررسی آناتومی گیاهان اطلاعات ارزشمندی از صفات کمی و کیفی اندام‌ها بدست می‌آید. [۱۲ و ۱۱] مطالعه حاضر با بررسی ریشه، ساقه و برگ گیاه اندیو اطلاعات ارزشمندی از گونه *C.endivia* ارائه داد. با گذر از ساختمان نخستین و ورود به ساختمان پسین در ریشه گیاه، پریدرم جایگزین اپیدرم می‌شود و آندودرم از بین می‌رود. لایه کامبیوم به سمت خارج آبکش پسین و به سمت داخل چوب پسین را می‌سازد. با نفوذ پارانشیم مغز بین دسته‌های آوندی اشعه مغزی ساخته می‌شود. نتایج حاصل از بررسی ساختار ریشه اندیو با سایر گیاهان دو لپه منطق است. [۱۳و۱۲]

در مریستم رأس ریشه، در انتهائی‌ترین بخش کلاهک دیده شد که حفظ کننده مریستم است و سبب سهولت نفوذ ریشه به درون خاک می‌شود و رشد ریشه به طرف زمین را کنترل می‌کند. در قسمت های بالاتر منطقه کالیپتروژن شامل سلول‌های بنیادی و منطقه آرام با فعالیت میتوزی بسیار کم وجود دارد. این گروه سلولی ظاهری بشقابی و نیمکره مانند ایجاد می‌کنند. بالاتر از کالیپتروژن مریستم زمینه یا منطقه فعال توسعه و تقسیم سلولی دیده می‌شود. این مشاهدات نیز نشان داد که ساختار رأس ریشه اندیو مطابق با رأس ریشه سایر گیاهان دولپه است. [۱۶و۱۵و۱۴] در ساقه گیاه اندیو سلول‌های مکعبی اپیدرم خارجی‌ترین بخش هستند و دارای تعداد کمی کرک ترشحی می‌باشند. در زیر اپیدرم سلول‌های کلانشیمی از نوع گوشه دار (Angular) و سپس سلول‌های پارانشیمی با دیواره نازک وجود دارند.

سلول‌های اسکلرانشیمی با دیواره ضخیم در اطراف آوندهای چوبی قرار گرفته‌اند. وجود بافت اسکلرانشیمی در اندام‌ها به دلیل حفاظت، استحکام و مقاومت به شرایط متغیر محیط و تغییرات دما در فصول مختلف است. [۱۷]

در استوانه مرکزی آوندهای آبکش بر روی آوندهای چوب قرار گرفته اند و پارانشیم مغزی در وسط ساقه مشهود است. که با نتایج حاصل از مطالعات قبلی در سایر دولپه ایها هم خوانی دارد. [۱۹و ۱۸]

در اپیدرم ساقه و برگ اندیو کرک‌های نسبتاً طویلی مشاهده شد. معمولاً قطر دهانه آوندهای چوبی به سمت آوندهای آبکش بیشتر و در سمت مغز ساقه کمتر است. به دلیل اینکه آوندهای پروتوگزیلم به سمت مرکز ساقه قرار می‌گیرند چوب از نوع اندارش است و نمو آن به شکل گریز از مرکز است. آوندهای آبکش در خارج چوب قرار دارند و از نوع کلاترال می‌باشند. این خصوصیت در سایر گیاهان دولپه ائی نیز گزارش شده است. [۲۰]

برگ گیاه اندیو مانند سایر دولپه‌ایها دارای اپیدرم فوقانی و تحتانی است، همچنین دو نوع بافت پارانشیمی نردبانی دارای سلول‌های کشیده و پارانشیم اسفنجی شامل سلول‌های نامنظم و حفره دار در دولپه‌ای‌ها وجود دارد [۲] امّا در پژوهش حاضر پارانشیم مشاهده شده در برگ گیاه اندیو تنها از نوع اسفنجی بود. در محل رگبرگ اصلی در زیر اپیدرم یک یا دو لایه کلانشیم تیغه‌ائی (مماسی) دیده می‌شوند، وجود بافت آوندی شامل دسته‌های آبکش در خارج و دسته‌های چوب به سمت داخل مشهود است که با ساختار اکثر گیاهان دو لپه همخوانی دارد. [۲۰ و ۱۲]

مریستم ناحیه‌ائی است که در آن تقسیم سلولی به منظور تشکیل سلول‌های جدید گیاهی انجام می‌شود و به نوعی منشأ بافتی محسوب می‌شود. تمایز سلول‌های به وجود آمده در اثر فعالیت مریستم، بافت‌های اختصاصی را در گیاه ایجاد می‌کند. مریستم رویشی ساقه در گیاه اندیو به شکل محدب در جوانه انتهائی دیده می‌شود که ساختمان اوّلیه ساقه از آن شکل می‌گیرد که با یافته‌های مربوط به گیاه *senecuio* از تیره *Asteraceae* همسوئی دارد [۱۷]. لایه تونیکا با تقسیمات آنتی کلنیال خود موجب افزایش سطح مریستم می‌شود و ناحیه کورپوس که در قسمت تحتانی لایه تونیکا قرار گرفته است با تقسیمات پری کلنیال خود موجب افزایش سطح مریستم می‌شود. لایه تونیکا و کورپوس در گیاه اندیو از رنگ پذیری بالائی برخوردار بود که گواه بر فعالیت میتوزی بالا در این مناطق می‌باشد و امّا رنگ پذیری کم ناحیه سلول‌های مریستم مغز (Mm) می‌تواند بیان کننده فعالیت میتوزی کم در این ناحیه باشد که با مطالعات Jachson در سال ۲۰۰۸ همسوئی دارد.

طبق مطالعه مجد و همکاران در سال ۱۳۹۳ تحول مریستم رویشی به مریستم زایشی با تغییر ابعاد مریستم و افزایش رنگ‌پذیری آن همراه است. [۲۰] و مریستم ضمن مراحل تکوین گل تغییرات ریختی پیدا می‌کند. در دولپه‌ای‌ها حلقه بنیادی کاسبرگ‌ها و گلبرگ‌ها را می‌سازد. کاسبرگ‌ها توسط حلقه اوّل و گلبرگ‌ها به وسیله حلقه دوّم ساخته می‌شوند. حلقه بعدی پرچم‌ها را تشکیل می‌دهد که در ابتدا پریموردیوم‌های پرچمی و در نهایت بساک‌ها از آن متمایز می‌شوند. حلقه چهارم عامل ایجاد پریموردیوم‌های برچه‌ائی می‌باشد. [۲۳و۲۲]

نتایج این تحقیق نشان داد که تکوین دیواره بساک به صورت ۴ لایه در *C.endivia* مانند تیپ دولپه‌ای‌ها می‌باشد [۱]. سلول‌های تاپتوم سطح بالائی از پلی‌پلوئیدی را دارند که نشان دهنده فعالیت متابولیکی بالای آنهاست. دو نوع سلول تاپتوم در نهاندانگان شناسائی شده است: تیپ ترشحی و تیپ آمیبی. تاپتوم در *C.endivia* ابتدا به صورت ترشحی است و بعد به حالت آمیبی تغییر می‌کند که این موضوع با نتایج بدست آمده از گونه *C.intybus* همسوئی دارد. [۱]

لایه تاپی آمیبی برای گونه‌های متعددی از تیره آستراسه گزارش شده است [۲۴] نتایج مشاهده شده برای اندیو همچنین با مشاهدات اسماعیلی و همکاران در سال ۲۰۱۵ همخوانی دارد. تیپ تاپتوم و تعداد هسته‌ها در سلول‌هایش به لحاظ تاکسونومیکی ارزشمند است [۱۲].

دانه گرده طی مراحل تقسیم سلولی متمایز می‌شود. در ابتدا سلول‌های آرکنوسپوری تقسیم می‌شوند و سلول‌های هاگزا را ایجاد می‌کنند و پس از تقسیم توده هاگزا سلول‌های حاصل بزرگ شده و به سلول‌های مادر گرده سازمان می‌یابند. تقسیم سلول‌های مادر گرده در وهله اول باعث ایجاد دیاد و در نهایت تشکیل تتراد می‌شود. آرایش تتراد از نوع تتراهدرال و تتراگونال می‌باشد که با گزارشات مربوط به گیاهان خانواده آستراسه همخوانی دارد [۲۳]. همچنین دیواره کالوزی تا مرحله تشکیل تتراد باقی می‌ماند. تشکیل و پایداری دیواره کالوزی تا مرحله ذکر شده با نتایج مطالعات گزارش شده هم‌خوانی دارد [۲۴ و ۲۵و ۲۶] با از بین رفتن دیواره کالوزی چهار میکروسپور جوان ایجاد می‌شود که نهایتاً هر یک از میکروسپورها به دانه گرده بالغ تمایز می‌یابد که دارای دو هسته رویشی و زایشی می‌باشد.

تخمک‌ها ساختارهای تخصص یافته‌ائی هستند که محل تشکیل کیسه جنینی، لقاح و رویان‌زائی می‌باشند. در نهاندانگان تخمک از سه بخش بافت خورش، دو لایه بافت در اطراف بافت خورش و بند تشکیل شده است. بافت خورش از بخش رأسی پریموردیوم تخمکی ایجاد می‌شود [۲۸] که با مشاهدات ما در این مطالعه همخوانی دارد.

در گیاه اندیو پریموردیوم تخمکی به صورت برجستگی انگشت مانند مشاهده شد. با انجام لقاح، سلول تخم تشکیل شده و به دنبال آن با تقسیمات متعدد، جنین کروی به وجود می‌آید که حدوداً دارای ۱۰۰-۹۰۰ سلول است. در ادامه تقسیمات بیشتر در رویان کروی، خصوصاً در ناحیه توسعه لپه‌ها، باعث تشکیل رویان قلبی شکل می‌شود. تمایزات سلولی در رویان قلبی، رویان اژدری را ایجاد می کنند و نهایتاً تمایزات بیشتر موجب شکل گیری رویان لپه‌ای می‌شود. مشاهدات ما از مراحل رویان زائی در گیاه اندیو با مطالعات رویان زائی که قبلاً انجام شده [۳ و ۱۲] مطابقت دارد.

مطالعه ساختار تشریحی گیاه Endive، مریستم رویشی و زایشی و مراحل تکوین اندام جنسی نر و ماده در این گیاه از نتایج مهم این پژوهش می باشد. نتایج حاصل برای نخستین بار برای این گیاه به دست آمده است.

در این مرحله به تدریج اگزین بر روی سطح گرده شکل می‌گیرد و دانه گرده اندیو از نوع ۳ منفذی مشاهده می‌شود که با مشاهدات مجد و شریف شوشتری در سال ۱۳۸۹ بر روی گیاه مارگریت، در مورد تعداد منافذ همسوئی دارد دانه گرده در مرحله بلوغ کروی است و آراستار سطح دانه گرده نیز از نوع خاردار (prickly) مشاهده شد که با مشاهدات varotto و همکاران در گونه *cichorium intybus* و همچنین با نتایج قائمی و مجد مبنی بر وجود برجستگی‌های خار مانند بر روی سطح اگزین در گیاه داوودی همسوئی داشت. [۲۹ و ۳۰] هر چند یکپارچگی پراکنش این تزئینات با گیاه اندیو متفاوت بود، در گیاه تزئینات خار مانند بر روی کمربند پیرامونی گرده قرار گرفته است.

منابع

[1] Chehregani, A Mohsenzadeh, F Ghanad M (2011) Male and female gametophyte development in cichorium intybus

International Jounal of Developmental Biology vol1, No_3.
[2] Nielson I, Nordic Journal of Botany: Bremer,k.1994 Asteraceae: cladistics and classification .Nordic journal of Botany 14(4): 462-463
[3] Cisneros, A., R.B. Garcia, and N. Tel-Zur, *Ovule morphology, embryogenesis and seed development in three Hylocereus species (Cactaceae)*. Flora - Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants, 2011. **206**(12): p. 1076-1084.
[4] Zargari, A., *Medicinal plants*. 1997: Tehran University ,100-105
[5] Mohamed, M., Amany A, S, and Amel M, S., *Hepatoprotective and antioxidant effects of Cichorium endivia L. leaves extract against acetaminophen toxicity on rats*. Journal of Medicine and Medical Sciences, 2011. **2**(12): p. 1273-1279.
[6] Harris s, E.M., *Inflorescence and Floral Ontogeny in Asteraceae: A Synthesis of Historical and Current Concepts*. Vol. 61. 1995, Department, The New York Botanical Garden, Bronx, NY 10458-5125.USA
[7] Kuklina, E.A., *Flower development of greenhouse chrysanthemum*. Acta Biologica Cracoviensia Series Botanica, 2003. **45** (1): p. 173 -176.
[8] Martin, E., M. Dinc, and A. Duran, Karyomorphological study of eight *Centaurea L. taxa (Asteraceae) from Turkey*. Turkish Journal of Botany, 2009. **33**(2): p. 97-104.
[9] Jonoubi.p, Majd A, jamali M (2014) the comparative study of anatomical structure of stem and ovule development of four cultiuars of Glycine maxl. Merr in water deficit stress 35-52.
[10] Saffari p, Majd A, jonoubi p, Najafi f (2020) study on the reproductive organs development and embryological features of Agrimonia eupatoria L. (Rosaceae) Botany Letters 3-13.
[11] Aminsalehi M, Jonoubi P, Razavi k, zeynipour M. 2019 Micro Propagation of (Rosa hybrid L.cv.Maurossia) and comparative anatomy of vegetative organs in vivo and invitro plants. Journal of Developmental Biology, 11:59-72.
[12] Safari P, Majd A, Jonoubi P, Najafi F.2021 Study of the vegetative structure of Agrimonia eupatoria L. in the in vivo and in vitro plants j. of developmental biology.
[13] Majd، A Mohajer M Jonoubi P Study of Anatomical structure of vegetative organs and developmental stages of female reproductive organs in Rudbeckiahirta L. J.of developmental biology, 2014 No :26
[14] Majd, A Roustaee Z, Nejhad Sattari T Arabian S. (2017) The developmental study vegetative and generative organs of Cannabis sativa J.of Developmental Biology vol:9 NO:3
[15] Kelij S, Kazemian R (2017) Sesame Seed germination and anatomical Change, influenced to Silver nanoparticles plaet research yaurnal Vol:30 No:4 899-909
[16] Perillis, Dimambro R, Sabatini S 2012. Growth and development of the root apical meristem current opinion in plant biology 1s: 17-21.
[17] Fan A, Plant Anatomy. 1393 20 -25.
[18] Chalabian F, plant morphology and anatomy. 1390, 40-45.
[19] Amini g, Irian s, bahonar b .Study of Anatomical structure of vegitative organs of Fragaria vesca 2013 J. of Biology and Biotechnology vol: 2 No : 2 1-9 [in persian]
[20]. Zimmerman, E., G. Prenner, and A. Bruneau, Floral ontogeny in Dialiinae (Caesalpinioideae: Cassieae), a study in organ loss and instability. South African Journal of Botany, 2013. 89(0): p. 188-209.
[21].Ghahreman, A., Basic botany. Vol. 1-2. 1994, Tehran: Tehran University
[22]. Shirkhani Z, Chehregani A ,(2019) Sporogenesis and gametophytes development in Datura stramonium L. (Solanaceae) 98:283–295.
[23] Esmaili E, Jonoubi P, Study of Anatomical structure and developmental stages of Gaillardia aristate and probable effects of its allellopaty on germination of other plants J.of developmental Biology و 7-9.
[24] Blackmore, S., et al., Pollen wall development in flowering plants. New Phytol, 2007. 174(3): p. 483-98.
[25] Rowley, J. R. and J. J. Skvarla, Pollen development in Epilobium (Onagraceae): From microspore mitosis to formation of the intine. Grana, 2007. 46(3): p. 130-139.

[26] Sheikhbahaaei, N., Rezanejad, F., Mirtadzadini, SM., The morphological and anatomical studies of inflorescence and male flower in Pycnocycla nodiflora. Iranian Journal of Plant Biology, 2014. 19: p. 73-96.

Study of Anatomical structure of vegetative organs and developmental stages of the flowers of *Cichorium endivia* L.

Jonoubi p.[1*], Bahonar B.[1], Bonyabadi P.[1]

[1] Plant Science Group, kharazmy University,Tehran, Iran.

* (Corresponding author): jonoubi@khu.ac.ir

DOI: 10.30495/jdb.2022.1949680.1287 https://dorl.net/dor/20.1001.1.2008692.1402.15.3.1.3

Received: June 2022 Accepted: December.2022

Abstract

Introduction: *Cichorium endivia* is a plant belonging to the family Asteracea .This family with global high distribution, is one of the largest plant family. Since there is no study endive plant in Iran, the present study was to investigate the anatomy and evolution of this plant. *endivia* is located on the outskirts of Karaj were identified fields and in November 2013 were collected. The vegetative organs were fixed in alcohol-glycerin. This plant flowers in different developmental stages of tiny bud to full flower in the solution 70FAA fixed and were stained for microscopic study. *Cichorium endivia* vegetative organs is a kind of dicotyledon. *Cichorium endivia* anther 4-locular, the tetragonal tetrad arrangement and tapetum at the beginning of anther development of secretory and in the end, is amoebic. Mature pollen grains are spherical and two nuclear. Egg development begins with the formation of egg Prymordium. Globular embryo, clubbing, torpedoes, heart and cotyledon were observed. Evaluation of anatomical structures of vegetative and reproductive organs showed that the Endive have dicotyledons general features. Pollen grains is from type three-pore. Exine arrangements is acanthaceous type. Observed stages of embryogenesis, the factors is a similarity with the other dicotyledonous.

Keywords: *Cichorium endivia*, Vegetative organs, Pollen development, Prymordium.