دانشکده کشاورزی

گروه زراعت و اصلاح نباتات

پایان نامه کارشناسی ارشد در رشته بیوتکنولوژی کشاورزی

بررسی روش‌های باززایی مستقیم و غیر مستقیم در گیاه "به"

تحقیق و نگارش

هانیه حاتمیان

اساتید راهنما

دکتر بهرام ملکی زنجانی

دکتر مریم جعفرخانی کرمانی

استاد مشاور

دکتر علی اکبر حبشی

اسفند ۱۳۹۱

چکیده

از آنجا که روش‌های سنتی به‌نژادی گیاهان پروسه‌ای طولانی است و به زمان زیادی نیاز دارد، بکارگیری روش‌های مدرن بیوتکنولوژی برای کوتاه نمودن دوره به‌نژادی بسیار ارزشمند می‌باشد. هدف تحقیق حاضر بررسی روش‌های باززایی مستقیم و غیر مستقیم در گیاه "به" برای استفاده در برنامه‌های به‌نژادی آتی است. ریز نمونه‌های برگ کامل، بالای برگ، پائین برگ و دمبرگ از قسمت‌های بالایی گیاهچه‌های رشد یافته در شرایط درون‌شیشه جدا گردید وتاثیر غلظت‌های متفاوت (صفر، ۲/۵، ۵، ۱۰، ۲۰، ٤۰ میکرومولار) تیدیازورن (TDZ) و (صفر، ۱و ۲ میکرومولار) نفتالن استیک اسید (NAA) در محیط کشت NN(Nitsch and Nitsch -1969) و MS(Murashing and Skoog-1962) همراه با ۳ و ٤ درصد ساکارز بررسی گردید. پس از تیمار ٤ هفته‌ای در تاریکی میزان کالوس تولید شده و میزان باززایی به‌ازای هر ریز نمونه گزارش شد. بر اساس نتایج حاصله، شاخه‌زایی با وجود کالوس همبستگی داشت و بالاترین میزان باززایی(۳/۱۳) در محیط MS حاوی ۳۰ گرم ساکارز در غلظت تنظیم‌کننده‌های رشد ۱ میکرومولار NAA و ۵ میکرومولار TDZ مشاهده شد. همچنین در مقایسه ۲ محیط کشت پایه محیط کشت MS بطور معنی‌داری میانگین تعداد شاخه نابجای (۱/۵۸) بیشتری تولید کرد. روند تولید شاخه نابجا در محیط کشتNN با افزایش غلظت TDZ افزایش می‌یابد در حالیکه بیشترین میزان باززایی در محیط کشت MS با ۵ میکرومولارTDZ مشاهده شد. مقایسه ٤ نوع ریز نمونه متفاوت نشان داد، بیشترین باززایی در ریز نمونه برگ کامل (۰/۲۳) وپس از آن در ریز نمونه پائین برگ (۰/۱۵) حاصل شد که آن می‌تواند به علت تفاوت در سطح تنظیم کننده‌های درونی گیاه باشد. مقایسه میزان باززایی در ریز نمونه‌های دارای تیمار تاریکی و فاقد آن نشان داد تاریکی بطور معنی‌دار باززایی در گیاه "به" را تحریک می‌کند. ضمن آنکه مقایسه غلظت‌های متفاوت ساکارز بر میزان باززایی تفاوت معنی‌دار نشان نداد.

کلمات کلیدی: باززایی، گیاه "به"، NAA، TDZ، برگ

عنوان **صفحه**

فهرست مطالب ..... الف

فهرست جداول ..... د

فهرست اشکال ..... ه

چکیده فارسی ..... ز

فصل اول: مقدمه ۱

فصل دوم: بررسی منابع علمی ۵

۲-۱ گیاه شناسی " به" ٦

۲-۲ مرفولوژی رویشی و زایشی ۷

۲-۳ تولید میوه ۸

۲-٤ ارزش غذایی میوه "به" ۱۰

۲-۵ شرایط اقلیمی ۱۱

۲-٦ خاستگاه ۱۱

۲-۷ ارقام" به"در ایران ۱۲

۲-۸ اهمیت به‌نژادی درخت"به" ۱۲

۲-۹ کشت بافت گیاهی ۱۵

۲-۹-۱ تاریخچه کشت بافت ۱۷

۲-۹-۲ سابقه کشت بافت در گیاهان چوبی ۱۸

۲-۹-۳ مزایای کشت بافت ۱۹
۲-۹-٤ انواع کشت بافت ۲۰
۲-۱۰ تنظیم کننده‌های رشد ۲۱
۲-۱۱ باززایی ۲۳
۲-۱۱-۱ سیستم‌های باززایی ۲٤
۲-۱۱-۱-۱ اندام‌زایی مستقیم ۲٤
۲-۱۱-۱-۲ اندام‌زایی غیر مستقیم ۲۵
۲-۱۱-۱-۳ جنین زایی مستقیم ۲٦
۲-۱۱-۱-٤ جنین زایی غیر مستقیم ۲٦
۲-۱۱-۲ اثر عوامل موثر بر باززایی ۲۷
۲-۱۱-۲-۱ نوع ریز نمونه در باززایی ۲۸
۲-۱۱-۲-۲ اثر تنظیم کننده های رشد بر باززایی ۲۹
۲-۱۲ به‌نژادی سنتی در گیاه "به" ۳۰
۲-۱۳ کشت درون شیشه ای و باززایی از گیاه " به" ۳۲

فصل سوم: مواد وروش‌ها ۳۵
۳-۱ مکان و زمان تحقیق ۳٦
۳-۲ مواد گیاهی ۳٦
۳-۳ آماده‌سازی محیط‌های کشت ۳٦

۳-۳-۱ محیط کشت پرآوری و باززایی گیاه "به"..... ۳۶
۳-۳-۱-۱ طرز تهیه محلول‌های ذخیره عناصر پر مصرف و کم مصرف محیط کشت MS..... ۳۷
۳-۳-۱-۲ محلول ذخیره آهن..... ۳۸
۳-۳-۱-۳ محلول ذخیره ویتامین‌ها و اسیدهای آمینه محیط MS..... ۳۹
۳-۳-۱-٤ طرز تهیه محلول‌های ذخیره عناصر پرمصرف و کم‌مصرف محیط کشت NN..... ٤۰
۳-۳-۱-۵ محلول ذخیره ویتامین‌ها و اسیدهای آمینه محیطNN..... ٤۱
۳-٤ محلول ذخیره تنظیم کننده‌های رشد گیاهی..... ٤۱
۳-۵ طرز تهیه محیط کشت جهت پرآوری و باززایی..... ٤۲
۳-٦ بهینه سازی مرحله پرآوری در گیاه "به"..... ٤۳
۳-۷ بررسی اثر تنظیم‌کننده‌های رشد بر القا جنین‌زایی در گیاه"به"..... ٤٤
۳-۸ بررسی اثر غلظت‌های مختلف تنظیم‌کننده‌های رشد و نوع ریزنمونه در باززایی گیاه "به" ٤٤
۳-۹ بررسی اثر تیمار تاریکی در باززایی گیاه "به"..... ٤۵
۳-۱۰ بررسی اثر محیط کشت پایه در باززایی گیاه " به"..... ٤٦
۳-۱۱ بررسی اثر غلظت‌های مختلف ساکارز در باززایی گیاه "به"..... ٤٦
۳-۱۲ روش بررسی وتجزیه و تحلیل آماری داده‌ها..... ٤٦

فصل چهارم: نتایج و بحث..... ٤۷
٤-۱ بهینه سازی مرحله پرآوری در گیاه "به"..... ٤۸
٤-۲ بررسی اثر تنظیم‌کننده‌های رشد بر القا باززایی غیر مستقیم در گیاه"به"..... ۵۲

٤-٣ بررسی اثر غلظت‌های مختلف تنظیم‌کننده‌های رشد و نوع ریزنمونه در باززایی گیاه "به"..... ٥٣

٤-٣-١ اثر تنظیم کننده رشد TDZ در باززایی گیاه "به"..... ٥٨

٤-٣-٢ اثر تنظیم کننده رشد NAA در باززایی گیاه "به"..... ٦٠

٤-٣-٣ اثر نوع ریز نمونه در باززایی گیاه "به"..... ٦١

٤-٣-٤ اثر متقابل تنظیم کننده های رشد در باززایی گیاه" به"..... ٦٣

٤-٣-٥ اثر متقابل نوع ریزنمونه وغلظت های مختلف تنظیم کننده‌های رشد در باززایی گیاه" به"..... ٦٥

٤-٤ بررسی اثر تیمار تاریکی در باززایی گیاه "به"..... ٦٦

٤-٤-١ اثر متقابل تیمار تاریکی و TDZدر باززایی گیاه "به"..... ٦٨

٤-٥ بررسی اثر محیط کشت پایه در باززایی گیاه " به"..... ٦٩

٤-٥-١ اثر محیط کشت در باززایی گیاه "به"..... ٦٩

٤-٥-٢ اثر متقابل محیط کشت پایه و TDZدر باززایی گیاه "به"..... ٧١

٤-٦ بررسی اثر غلظت‌های مختلف ساکارز در باززایی گیاه "به"..... ٧٢

٤-٦-١ اثر غلظت ساکارز در باززایی گیاه "به"..... ٧٣

٤-٦-٢ اثر متقابل ساکارز و TDZدر باززایی گیاه "به"..... ٧٤

٤-٧ نتیجه‌گیری کلی..... ٧٦

٤-٨ پیشنهادات..... ٧٧

فصل پنجم : منابع..... ٧٩

چکیده انگلیسی..... ٩٤

فهرست جداول

جدول۲-۱: مواد معدنی و ویتامین‌های موجود در میوه "به" ۱۰

USDA Nutrient database http://www.ars.usda.gov/nutrientdata

جدول۳-۱: مواد مورد نیاز برای تهیه محلول مادر عناصر پر مصرف در محیط کشتMS ۳۷

جدول۳-۲: مواد مورد نیاز برای تهیه محلول مادر عناصر کم مصرف در محیط کشتMS ۳۸

جدول۳-۳: مواد مورد نیاز برای تهیه محلول مادر عناصر پر مصرف در محیط کشت NN..... ٤۰

جدول۳-٤: تهیه محلول مادر عناصر کم مصرف در محیط کشتNN..... ٤۰

جدول٤-۱: تجزیه واریانس اثر محیط کشت بر شاخص‌های رشد در گیاه "به"..... ۵۰

جدول٤-۲: نتایج تجزیه واریانس اثر تنظیم کننده های رشد گیاهی و نوع ریز نمونه بر میزان باززایی گیاه "به" در محیط NN ۵٤

جدول٤-۳: مقایسه میانگین تنظیم کننده رشد TDZ بر میزان باززایی در گیاه "به"..... ۵۹

جدول٤-٤: مقایسه میانگین تنظیم کننده رشد NAA بر میزان باززایی در گیاه "به"..... ٦۰

جدول٤-۵: مقایسه میانگین نوع ریز نمونه بر میزان باززایی..... ٦۳

جدول٤-٦: تجزیه واریانس اثر تیمار تاریکی بر باززایی ریز نمونه برگ کامل در گیاه "به"... ٦٦

جدول٤-۷: تجزیه واریانس اثر محیط کشت بر باززایی ریز نمونه برگ کامل در گیاه "به".... ٦۹

جدول٤-۸: مقایسه میانگین نوع محیط کشت بر میزان باززایی گیاه "به"..... ۷۰

جدول٤-۹: نتایج تجزیه واریانس اثر تنظیم کننده های رشد گیاهی و غلظت‌های مختلف ساکارز بر میزان باززایی گیاه "به"..... ۷۲

جدول٤-۱۰: مقایسه میانگین نوع ریز نمونه بر میزان باززایی گیاه "به"..... ۷٤

فهرست اشکال

شکل۲-۱: شکل اندام زایشی گیاه "به"..... ۸

)epartment of Ecology, Evolution, and Organismal Biology- http//www.eeob.iastate.edu

شکل۳-۱: شرایط نگهداری گیاهان جهت رشد در فیتوتورون تحت شرایط نور و دمای کنترل شده..... ٤۳

شکل۳-۲: تصویر شماتیک ریز نمونه‌های برگی مورد آزمایش در باززایی گیاه "به"..... ٤٥

شکل٤-۱: نمودار مقایسه شاخص رشد-الف) میانگین تعداد برگ، ب) میانگین ارتفاع گیاهچه‌ها..... ٥۰

شکل٤-۲: نمودار مقایسه شاخص رشد الف) میانگین تعداد شاخه‌های جانبی حاصل از هر ریز نمونه، ب) میانگین مساحت برگ..... ٥۱

شکل٤-۳: نمونه های گیاهی در محیط کشت درون شیشه ای جهت پرآوری گیاهچه‌های مستقر شده به منظور فراهم شدن ریزنمونه کافی برای استفاده درآزمایش‌های باززایی..... ٥۲

شکل٤-٤: جوانه نابجا حاصل از کالوس، ریز نمونه دمبرگ(راست)، قسمت برش خورده سطح ریز نمونه برگ (چپ)..... ٥٦

شکل٤-٥: نمودار مقایسه میانگین ارتباط وجود کالوس و شاخه های نابجا در گیاه" به"..... ٥٦

شکل٤-٦: بخشی از شاخه نا بجای شکل گرفته از کالوس لبه برگ که ساختارگنبدی شکل مریستمی ایجاد کرده است(Dolcet- Sanjuan et al., 1991)..... ٥۷

شکل٤-۷: جوانه نابجا چند گانه ایجاد شده از ساختار مریستمی حاصل از کالوس روی سطح برش خورده برگ کامل(راست) روی دمبرگ (چپ)..... ٥۷

شکل٤-٨: ریشه نابجا حاصل ازتنظیم کننده رشد اکسین بر روی ریز نمونه برگ..... ٦١

شکل٤-٩: نمودار مقایسه میانگین اثر متقابل تنظیم کننده‌های رشد گیاهی در باززایی گیاه" به".. ٦٤

شکل٤-١٠: نمودار مقایسه میانگین اثر متقابل نوع ریزنمونه وغلظت های مختلف تنظیم کننده-های رشد در باززایی گیاه " به"..... ٦٥

شکل٤-١١: جوانه نابجای ایجاد شده بر روی ریز نمونه برگ کامل در محیط کشت حاوی ١ میکرو مولار NAA و ٤٠ میکرو مولار TDZ..... ٦٦

شکل٤-١٢: نمودار مقایسه میانگین اثر متقابل تیمار تاریکی بر میزان باززایی در گیاه "به"..... ٦٧

شکل٤-١٣: نمودار مقایسه میانگین اثر متقابل تیمار تاریکی و TDZ در باززایی در گیاه "به"..... ٦٨

شکل٤-١٤: نمودار مقایسه میانگین اثر متقابل محیط کشت وغلظت های مختلف تنظیم کننده-های رشد در باززایی گیاه " به"..... ٧١

شکل٤-١٥: نمودار مقایسه میانگین اثر متقابل غلظت‌های مختلف ساکارز وغلظت های مختلف تنظیم کننده رشد TDZ بر میانگین شاخه باززا شده در گیاه" به"..... ٧٥

فصل اول

مقدمه

مقدمه

درخت " به" .*Cydonia oblonga* Mill سومین عضو مهم و اقتصادی درختان میوه دانه دار است که نسبت به دیگر درختان معتدله، درختی کم توقع است (Sabeti, 1996). میوه "به" برای مصارف خوراکی، درمانی، آرایشی و بهداشتی و از برخی ژنوتیپ‌های آن به عنوان پایه گلابی استفاده می‌شود. این گونه بومی نواحی شمال ایران وترکمنستان است. درخت "به" در ایران بصورت وحشی درجنگل‌های شمال کشور از آستارا تا کتول گرگان پراکنش داشته و به صورت باغی بطور عمده در استان‌هایی نظیر اصفهان، خراسان، قزوین، تهران و اردبیل کاشته می‌شود. اولین برنامه احداث کلکسیون جامع "به" کشور توسط عبدالهی وهمکاران (۱۳۸٦) اجرا شد و تاکنون در این کلکسیون بیش از ۵۰ رقم و ژنوتیپ از مناطق مختلف کشور از جمله استان‌های اصفهان ، خراسان، اردبیل ، گیلان و تهران جمع‌آوری شده است (خرم دل آزاد وهمکاران، ۱۳۸۹).

طبق آمارهای سازمان خوار و بار جهانی فائو (FAO[1]) در سال ۲۰۱۱ کشور ترکیه با ۱۲۱۰۸۵ تن مقام اول را در تولید گیاه " به" ، پس از آن کشور چین با ۱۱۰۷۰۰ تن مقام دوم را دارا می‌باشد و ایران با تولید ۳۷۵۰۰ تن در مقام پنجم جهان قرار دارد. گیاه " به" می‌تواند از لحاظ تغذیه‌ای ، صنایع تبدیلی، اشتغال زایی، صادرات و کسب درآمدهای ارزی جایگاه مهمی را در اقتصاد کشور داشته باشد.

ارقام مهم شناخته شده تجاری "به" در سطح جهان شامل اورنج (orange)، وان دمان (van demen)، پاین اپل(pine apple)، لیمون (limon)، اسمیرنا (Smyrna) است. بر اساس آمارنامه جهاد کشاورزی، ایران دارای سطح زیر کشت بارور ٤٨٤٧/٥ هکتار و غیربارور ۱۲۵۲ هکتار می‌باشد (آمار نامه جهاد کشاورزی، ۱۳۸۷)، ارقام مهم آن شامل "به" گورتون، "به" اصفهان، "به" نیشابور و "به" ترش

[1] - Food and Agriculture Organization

آذربایجان است که از نظر شکل ظاهری میوه در برخی موارد تفاوت‌های قابل توجهی با ارقام شناخته شده دارند (عبداللهی و همکاران، ۱۳۸۹).

در سال‌های اخیر فنون کشت بافت گیاهی به یک ابزار قدرتمند جهت تکثیر بسیاری از گونه‌های گیاهی تبدیل شده است. تولید گیاهانی با ساختار ژنتیکی یکسان معمولی‌ترین مزیتی است که به کشت بافت گیاهی نسبت داده می‌شود و مهمترین مزیت استفاده از کشت‌های درون شیشه، کاربرد آن در برنامه‌های به‌نژادی می‌باشد (تاجی و همکاران، ۱۳۸۹).

به منظور تکثیر غیرجنسی گیاهان به کمک روش‌های کشت بافت می‌توان به دو صورت مستقیم و غیر مستقیم عمل نمود. در روش مستقیم، ریزنمونه‌ها را بعد از استریل کردن در محیط‌های کشت مخصوص اندام‌زایی و جنین‌زایی قرار می‌دهند. در روش غیرمستقیم ابتدا باید در ریز نمونه‌ها القای کالوس صورت گیرد و سپس کالوس‌ها به محیط کشت اندام زایی یا جنین زایی منتقل شوند.

مهمترین بیماری درختان میوه دانه‌دار در کشور ما که خسارات زیادی به باغداران سیب و گلابی و "به" تحمیل می‌کند، بیماری باکتریایی آتشک می‌باشد. تاکنون موثرترین روش مبارزه با این بیماری ایجاد ارقام مقاوم معرفی شده است. به‌نژادی گیاه "به" با استفاده از روش‌های سنتی بیشتر بر اساس هیبریداسیون درون و بین گونه‌ای انجام می‌شود که به علت سطح بالای هتروزیگوسیتی و پلی‌ژنیک بودن صفات بکارگیری این روش‌ها مشکل و نیازمند صرف زمان و هزینه بسیار است. همچنین استفاده از مواد شیمیایی جهت کنترل آفات و بیماری‌ها به علت اثرات زیان‌آور بر محیط زیست و تغذیه انسان با محدودیت مواجه است. بنابراین به‌نژادی ژنتیکی ارقام " به " با استفاده از روش‌های نوین القای جهش و مهندسی ژنتیک مورد توجه واقع شده است که پیش زمینه استفاده از این روش‌های به‌نژادی، بهینه نمودن باززایی گیاه در شرایط درون شیشه‌ای است.

هدف تحقیق حاضر بهینه‌سازی روش باززایی مستقیم و غیر مستقیم با مقایسه ریز نمونه‌های برگ کامل، بالا و پائین برگ و دمبرگ در ژنوتیپ KVD_2 از رقم اصفهان بود. تاثیر غلظت‌های متفاوت (صفر، ۲/۵، ۵، ۱۰، ۲۰، ٤۰) تیدیازورون (TDZ) و (صفر، ۱، ۲) نفتالن استیک اسید (NNA) در محیط کشت‌های Nitsch and Nitsch (NN) و Murashing and Skoog (MS) و تاثیر افزایش غلظت ساکارز بر میزان باززایی مورد بررسی قرار گرفت و میزان کالوس تولید شده و تعداد شاخه زایی در هر ریز نمونه گزارش شده است.

فصل دوم

بررسی منابع علمی

۲-۱ گیاه شناسی " به"

درخت "به" با نام علمی.*Cydonia oblonga* Mill متعلق به خانواده گل‌سرخ[۱]،زیر خانواده Maloideae (Spiraeoide) و جنس Cydonia است. خانواده گل‌سرخ خانواده مهمی است که دارای ۹۰ تا ۱۰۰ جنس و بیش از ۲۰۰۰ تا ۳۰۰۰ گونه می‌باشد (قهرمان،۱۳۷۲). این خانواده شامل ۹۰ گونه مهم اقتصادی همچون بادام‌ها، سیب‌ها، آلوهاو رزها است.

خانواده گل‌سرخ به ٤ زیرخانواده تقسیم می‌شود که بوسیله نوع میوه‌شان مشخص می‌شوند. این زیرخانواده‌ها شامل(x=8) Mygoladoideae، (x=9) Spiraeoideae، (x=17) Maloideae و (x=7,8,9) Rosoideae می‌باشد. تعداد کروموزوم‌های پایه در زیر خانواده Maloideae در مقایسه با سایر زیرخانواده‌ها تعداد بالایی است که این امر می‌تواند دلیلی بر منشا پلوئیدی آن باشد (Sax; 1931, Sax; 1933).

زیرخانواده Maloideae شامل میوه‌های تجاری مثل سیب و گلابی و گیاهان زینتی مثل شیرخشت (Cotoneaster) است. این زیرخانواده شامل حدود ۱۰۰۰گونه در۳۰جنس و بطور متمایز دارای میوه‌های شفت باکروموزوم پایه X=17 مشخص شده است. در سال ۱۹۲۰ الگوی تعداد کروموزوم در خانواده گل‌سرخ ایجاد شد و اولین فرضیه برای منشا Maloideae شامل اجدادی با X=7 بود. اما پس از بررسی‌های گولدبلات [۲](۱۹۷٦) که سهم مهمی از درک ما از منشا Maloideae را دارد تعداد کروموزوم X=17 برای این زیر خانواده بیان گردید. اکثر درختان "به" دیپلوئید با تعداد کروموزوم (2N=2X=34) است.

۱-Rosaceae

۲-Goldblatt

۲-۲ مرفولوژی رویشی و زایشی

درخت" به" در باغ‌های تحت شرایط گرم دمایی تا طول ۸ متر و عرض ٤ متر رشد می‌کند. شاخه‌های جوان با کرک‌های سفید خاکستری رنگ پوشیده شده است (Khoubnasabjafari and Jouyban,2011). برگ‌ها تخم مرغی شکل، ۵ تا ۱۰ سانتی‌متر طول و ۳ تا ۵ سانتی‌متر عرض دارد، دمبرگ‌ها ۰/۸ تا ۱/۵ سانتی‌متر طول دارد، رگبرگ‌ها برجسته و روی سطح پشتی برگ قرار دارد. کاسبرگ تخم مرغی شکل و بطور گسترده نیشتر مانند است. گل‌ها به قطر ٤ تا ۵ سانتی‌متر و گلبرگ‌ها سفید مایل به صورتی و در حدود ۱/۸ سانتی‌متر طول دارد. از آنجایی که تخمدان درزیر کاسبرگ‌ها و گلبرگ‌ها و پرچم‌ها قرار گرفته و به آن متصل شده است، تخمدان را تخمدان تحتانی می‌نامند. دانه گرده زرد رنگ و با تغییر دمای هوا، رطوبت و دیگر فاکتورهای محیطی تغییر می‌کند (Nagy-Déri, 2011). گل‌ها تکی و در انتهای شاخه فصلی قراردارند (Webster, 2008). بخش خوراکی اکثر میوه‌ها تخمدان حقیقی است اما در سیب و گلابی و "به" تنها لایه هیپانتیوم[۱] (لوله گل یا کاسه) خورده می‌شود. قسمت گوشتی میوه "به" پوم[۲] شامل بافت کاسه گل و نهنج است و تخمدان حاوی دانه را احاطه می کند. میوه‌ها در حالت رسیده زرد روشن و گلابی شکل، خوشبو و گوشت میوه سفت و دارای تعداد زیادی سلول محکم اسکلرونشیما[۳]می‌باشد (Bell, 2011).

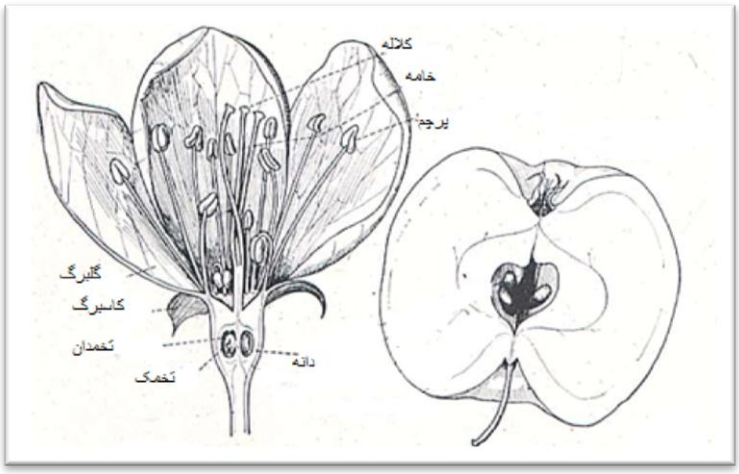
بافت اسکلرانشیم جز بافت‌های نگهدارنده و نقش اصلی آن به عنوان سلول محافظ می‌باشد. این بافت از نظر ساختار، شکل، منشا و رشد تنوع بسیار نشان داده و به دو دسته اسکلروئید و فیبر تقسیم می‌شود.

۱- Hypanthium

۲- Pome

۳- Scleronchyma

اسکلروئیدها دارای فرم‌های ستونی، چندوجهی و یا منشعب می‌باشند (Franceschinelli and Yamamoto,1993). در زمان نرم شدن بافت غشایی میوه، کلاستر اسکلروئید توسعه می‌یابد که با افزایش در اندازه میوه، بازده گلوکز و زایلوز همبستگی دارد (Martin-Cabrajas et al.,2006)



شکل ۲-۱ شکل اندام زایشی گیاه "به"

Department of Ecology, Evolution, and Organismal Biology
http//www.eeob.iastate.edu

۲-۳ تولید میوه

عمل گرده‌افشانی مقدمه باروری تخمدان، نمو بذر و میوه است. قبل از برنامه‌ریزی برای به‌نژادی یک گیاه، ضرورت دارد به‌نژادگر از وضعیت گرده‌افشانی، باروری و تولید بذر آن گیاه اطلاعات کافی داشته باشد. در اصلاح‌نباتات، گیاهان زراعی و باغی را با توجه به نوع گرده‌افشانی گروه‌بندی می‌کنند. خودگرده‌افشانی[۱] به معنی انتقال دانه گرده یک گل به کلاله همان گل و یا به کلاله سایر گل‌ها در همان بوته می‌باشد. خود گرده‌افشانی با ساختار و شکل گل تطابق دارد. دگر گرده‌افشانی[۲] حالتی است که دانه‌های گرده یک گیاه روی کلاله گیاهان دیگر از همان گونه قرار گیرد. گیاهانی که هم

۱- Self pollination

۲- Cross pollination

خودگرده‌افشان و هم دگرگرده‌افشان هستند نیز وجود دارد. این گروه‌ها کاملا از هم جدا نیستند، زیرا درصد کمی دگرگرده‌افشانی در گیاهان خودگرده‌افشان مشاهده می‌شود.

با توجه به گرده‌افشانی درخت "به" این گونه، گیاهی دگرگرده‌افشان توسط حشرات[۱]می‌باشد (Nyeki, 1990). در مبحث باروری درخت " به" ۳ گروه متمایز وجود دارد: واریته‌هایی که دارای گل‌های خودبارور، نیمه خود بارور و دگر بارور هستند (Kozma et al., 2003).

اگر چه واریته‌های " به" مشابه سیب و گلابی متعلق به زیرخانواده Maloideae و خانواده Rosaceae هستند و نیاز به گرده‌افشانی از گلی به گل دیگر برای رسیدن به محصول زراعی مناسب دارند (Kozma et al., 2003). با توجه به دوره پذیرش اندام جنسی دایکوگامی[۲]، می‌تواند مانع خود گرده‌افشانی شود یعنی باز شدن بساک و پذیرش کلاله در زمان‌های مختلف رخ می‌دهد (Davarynejad, 1996). در زیر خانواده Maloideae سه نوع گل بنام پروتوژنی[۳]، هوموگامی با تاخیر[٤]و هوموگامی[٥]توصیف شده است که در ارقام مختلف سیب و گلابی موجود می‌باشد. در برخی موارد یک رقم خاص در یک زمان می‌تواند بیشتر از یک نوع گل داشته باشد که آن سبب افزایش عملکرد می‌شود (Negy-deri et al., 2009). به عقیده موهاسی و پورپاسی[٦](۱۹۵۸) گل‌های "به" پروتوژنی هستند بدین معنی که اندام جنسی ماده فعالیت خود را زودتر از اندام جنسی نر آغاز می کند (Ivancsics et al., 2010).

۲-٤ ارزش غذایی میوه "به"

۱-Enthomophilous

۲-Dichogamy

۳-Protogyny

٤-Delayed homogamy

٥-Homogamy

٦-Mohácsy and Porpáczy

گیاه "به" دارای ارزش غذایی بالایی است، از عناصر مهم معدنی آن می توان به پتاسیم، کلیسم، فسفر، منیزیم و آهن اشاره کرد. گونه‌های مختلف " به" طعم‌های گوناگونی از ترش تا شیرین دارند. این میوه آبدار و حاوی ویتامین‌هایA, B, C است (جدول۲-۱).

جدول۲-۱ مواد معدنی و ویتامین‌های موجود در میوه "به"

	ارزش غذایی در هر ۱۰۰ گرم
انرژی	۵۷ کیلو کالری
کربوهیدرات	۱۵/۳ گرم
شکر	۱۲/۳۵گرم
فیبر	۱/۹گرم
چربی	۰/۱۰گرم
پروتئین	۰/٤ گرم
آب	۸۳/۸ گرم
ویتامین A	٤۰ میکرو گرم
ویتامین B_3	۰/۲ میلی گرم
ویتامین B_6	۰/۰٤ میلی گرم
ویتامینB_9	۸ میکروگرم
ویتامین C	۱۵ میلی گرم
کلسیم	۸ میلی گرم
آهن	۰/۷ میلی گرم
منیزیم	۸ میلی گرم
فسفر	۱۷ میلی گرم
پتاسیم	۱۹۷ میلی گرم
سدیم	٤ میلی گرم

USDA Nutrient database

http://www.ars.usda.gov/nutrientdata

۲-۵ شرایط اقلیمی

رشد طبیعی در غرب آسیا و جنوب اروپا است و مخصوصا با آب و هوای مدیترانه‌ای و مناطقی با بارش سالانه بیش از ۸۰۰ میلی‌متر سازگار شده است و در ارتفاع ۲۵۰۰ متری از سطح دریا هم رشد می‌کند (Bakhriddinov, 1985). در برخی موارد بدلیل سیستم ریشه‌ای کم عمق به خشکی حساس می‌باشد. دمای بهینه بطور متوسط ۱۵ درجه سانتی‌گراد است و دوره سرمای مورد نیاز برای شکستن خواب بذر نسبتا کم و در حدود ۱۰۰ تا ۵۰۰ ساعت می‌باشد. این گونه بطور متوسط در برابر PH پایین خاک بسیار مقاوم است، اما PH بالای خاک منجر به کلروز ناشی از جذب ضعیف آهن می‌شود. درخت"به"، به شوری خاک بیشتر از سایر میوه‌های دانه‌دار مقاوم است. درخت "به" تا حدودی به خشکی مقاوم است خاک‌های نیمه سنگین، رسی و شنی برای کشت این درخت مناسب می‌باشد.

۲-٦ خاستگاه

درخت "به" بخاطر میوه‌اش در همه دنیا کشت می‌شود. با این حال در مناطقی بیشترین میزان محصول را دارد که خاستگاه اصلی این گیاه می‌باشد. این گونه بومی نواحی شمال ایران وترکمنستان است. درخت "به" در ایران بصورت وحشی درجنگل‌های شمال کشور ازآستارا تا کتول گرگان پراکنش داشته و بصورت باغی بطور عمده در استان‌های اصفهان، خراسان، قزوین، تهران واردبیل کشت می‌شود. اولین برنامه احداث کلکسیون جامع "به" کشور توسط عبدالهی وهمکاران (۲۰۰۸) اجرا شد و تاکنون در این کلکسیون بیش از ۵۰ رقم و ژنوتیپ از مناطق مختلف کشور از جمله استان‌های اصفهان، خراسان، اردبیل، گیلان وتهران جمع آوری شده است (خرم دل آزاد وهمکاران، ۱۳۸۹).