10.22092/rafhc.2012.100127

مجله علمی- ترویجی یافته‌های تحقیقاتی در گیاهان زراعی و باغی
جلد ۱، شماره ۲، سال ۱۳۹۱

روش‌های بهبود کیفیت نهال (افزایش شاخه‌دهی) در نهالستان

ابراهیم گنجی‌مقدم[۱] و محبوبه زمانی‌پور[۲]

۱- عضو هیأت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان خراسان رضوی، مشهد
۲- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد شیروان، گروه باغبانی، شیروان

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۹/۲۰ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۱۲/۱۵

چکیده

گنجی‌مقدم ا، زمانی‌پور م (۱۳۹۱) روش‌های بهبود کیفیت نهال (افزایش شاخه‌دهی) در نهالستان. **مجله یافته‌های تحقیقاتی در گیاهان زراعی و باغی ۱ (۲):** ۱۸۸ - ۱۶۵.

کیفیت بالای نهال در نهالستان عامل مهمی در زودباردهی و اندازه درختان در باغ می‌باشد. کیفیت نهال با میزان رشد پایه، تمایل رقم به تولید شاخه، شرایط آب و هوایی در طول فصل رشد، کارایی تیمارهای مختلف افزایش‌دهنده شاخه‌زایی و دوره شروع رشد شاخه‌های جوان در ارتباط می‌باشد. تعداد شاخه‌های جانبی فرصتی را برای تشکیل ساختار خوب درخت در آینده فراهم می‌سازد. به علاوه ارتفاع، محل و زاویه باز شاخه‌ها عملکردهای بیشتر و بهتری را نتیجه می‌دهد. درختان با قطر بزرگ‌تر، بیشتر رشد کرده و عملکردهای بالاتری در چهار تا پنج سالگی نسبت به درختان با قطر کوچک‌تر دارند. تعداد زیادی از ارقام تجاری، شاخه جانبی کمی را به واسطه غالبیت انتهایی قوی ایجاد می‌کنند. سربرداری با کاهش غالبیت انتهایی، سبب تحریک به رشد جوانه‌هایی می‌گردد که ممکن است برای همیشه خفته بمانند. از طرفی سربرداری همیشه برای افزایش شاخه‌زایی نتایج رضایت‌بخشی را به دلیل توسعه تعداد کم شاخه و زاویه بسته ایجاد شده در بر ندارد و کاربرد تنظیم‌کننده‌های رشد ممکن است الزامی باشد. بنزیل آدنین یکی از تنظیم‌کننده‌های رشد می‌باشد که به عنوان عامل شاخه‌زا در نهالستان‌ها و باغات جوان بکار می‌رود. سیتوکینین‌ها از جمله بنزیل آدنین به تنهایی یا در ترکیب با جیبرلین‌ها به منظور غلبه بر غالبیت انتهایی و افزایش توسعه شاخه‌های جانبی استفاده می‌گردند. روش استفاده و غلظت مواد شیمیایی برای دست‌یابی به نتایج قابل قبول فیزیولوژیکی در درختان میوه مختلف اهمیت دارد. در این مقاله، با توجه به اهمیت ارتقای کیفیت نهال، به بررسی روش‌های افزایش تولید شاخه جانبی نهال در نهالستان پرداخته شده است.

واژه‌های کلیدی: آربولین، بنزیل آدنین، سربرداری، شاخه‌زایی و کیفیت نهال.

آدرس پست الکترونیکی نگارنده مسئول: eganji@hotmail.com

مقدمه

حجم کل نهال‌های شناسه‌دار تولید شده در سال ۱۳۹۰ در کشور، ۲۰/۹۷۶/۲۰۰ بوده که استان‌های فارس، خراسان رضوی، اصفهان، کرمانشاه و آذربایجان غربی به ترتیب با تولید ۳۷/۹۲۳/۰۰۰، ۲/۴۱۳/۰۰۰، ۲/۱۹۰/۰۰۰، ۱/۸۶۵/۰۰۰ و ۱/۵۶۸/۰۰۰ اصله نهال در جایگاه اول تا پنجم تولید نهال کشور قرار گرفته‌اند و ۵۶ درصد از کل تولید نهال کشور را به خود اختصاص داده‌اند (۲). کشور ایران با داشتن آب و هوای متنوع، مساعد و موقعیت‌های مناسب برای کشت و پرورش درختان میوه یکی از مناطق عمده تولید میوه در دنیا می‌باشد. این شرایط مطلوب موجب شده که میوه‌های تولیدی ایران دارای کیفیت بسیار عالی و مورد پسند عامه مردم باشد و نه تنها در داخل بلکه در خارج از کشور نیز طرفداران بیشماری داشته باشد (۶). نهال‌های تولیدی در نهالستان‌های کشور اکثراً در سال‌های ابتدایی کاشت فاقد شاخه جانبی بوده و از کیفیت پایینی برخوردار می‌باشند، بنابراین باغداران پس از غرس نهال در زمین اصلی می‌بایستی به منظور تحریک تولید شاخه‌های جانبی اقدام به سربرداری نهال از ارتفاع ۸۰-۷۰ سانتی‌متری از سطح زمین نمایند که این عمل منجر به تأخیر در باردهی حداقل به مدت یک تا دو سال خواهد شد. لذا تحریک به رشد شاخه‌های جانبی و افزایش کیفیت نهال به منظور تسریع در باردهی حائز اهمیت می‌باشد. بسیاری از باغبان‌ها ترجیح می‌دهند نهالی را برای کاشت خریداری کنند که دارای شاخه‌های جانبی در محل مورد نظر روی شاخه اصلی درخت بالغ باشد (۹). تشکیل شاخه‌های جانبی در نهال‌های نهالستان که در بسیاری از کشورها از اهمیت تجاری بالایی برخوردار است (۷۵ و ۷۶)، به ژنتیک رقم، پایه و به شرایط خاک و آب و هوا در دوره آغازش رشد شاخه‌های جوان بستگی دارد (۵۳ و ۸۷). درختان دارای شاخه‌های جانبی روی پایه‌های پاکوتاه، عملکرد بالاتری نسبت به درختان بدون شاخه جانبی در باغ دارند (۷۶ و ۹۷). غالبیت انتهایی قوی تولید شده بوسیله تعداد زیادی از درختان جوان می‌تواند در توسعه ضعیف کانوپی و دیر باردهی مؤثر باشد. غلبه بر غالبیت انتهایی و توسعه شاخه جانبی هدف اولیه در مدیریت سیستم‌های کشت می‌باشد.

کیفیت نهال

روش تهیه نهال هر چه که باشد، کیفیت نهال بالاترین اهمیت را در رشد و باروری درخت دارد (۳). باغدار باید کوشش کند که بهترین نهال ممکن را هر چند با قیمتی بسیار بالاتر از معمول تهیه کند زیرا درختان حاصل از چنین نهال‌هایی نه تنها در چند سال اول باروری جبران مخارج اضافی را خواهند کرد، بلکه پس از آن نیز پیوسته، نسبت به درختان حاصله از نهال‌های نامرغوب، منافع بیشتری خواهند داشت (۳). تکثیر درختان میوه با کیفیت بالا در خزانه، کار آسانی نیست و نیاز به داشتن اطلاعات و تجربه

دارد. کیفیت بالای درختان نهالستان برای موفقیت در سیستم‌های تولید که هدف اصلی آن‌ها تولید زودهنگام است، اهمیت دارد (۳۳). بالا بردن آگاهی باغداران در مورد اهمیت کاشت درختان با بهترین کیفیت به منظور دستیابی به درآمد زودتر، منجر به این شده است که نهال کاران کوشش بیشتری برای تولید درختان بزرگ‌تر و با انشعابات بیشتر بکار ببرند (۳۹). کیفیت درخت نه تنها به عواملی مانند سلامت نهال، گرفتن نهال، زخمی نبودن و اصیل بودن رقم مربوط می‌شود، بلکه به اندازه درخت، مقدار و نوع شاخه‌زایی نیز ربط دارد (۴).

علاوه بر ارتفاع، قطر و نسبت ارتفاع به قطر که درکیفیت نهال مؤثر می‌باشند، شکل درختان نیز باید از نزدیک و به دقت بررسی شود (۸۰). مهم‌ترین کار، انتخاب درختانی است که شاخه‌هایی با ساختار خوب داشته باشند و اطراف تنه بطور یکنواخت قرارگرفته باشند. شاخه‌هایی که نزدیک یکدیگر رشد کنند زمانی که جوان هستند درون یکدیگر رشد خواهند کرد و هنگامی که مسن شدند ساختاری قوی را ایجاد نخواهند کرد. دقت در هرس درختان در نهالستان از بسیاری مشکلات بعدی جلوگیری می‌کند (۸۰). سلامت نهال عامل دیگری است که در کیفیت آن مؤثر می‌باشد. تنه آسیب دیده سبب کاهش حرکت آب و مواد غذایی می‌گردد و راه را برای ورود ارگانیسم‌های بیماری‌زا تسهیل می‌کند. در زمان تحویل نهال، تمامی درختان باید از لحاظ عاری بودن از آفات و بیماری‌ها به دقت بررسی شوند. نهال‌هایی که آفت یا بیماری داشته باشند باید جداسازی گردند تا این معایب به نهال‌های دیگر منتقل نشود. کیفیت سیستم ریشه یک نهال مهم‌ترین عامل در تعیین بقای کاشت نهال و سازگاری با مکان جدید می‌باشد (۸۰).

کیفیت نهال هم چنین تحت تأثیر ارتفاع پیوند و سن درخت به ویژه در درختان سیب قرار می‌گیرد (۶۷). در هنگام سفارش نهال سه ویژگی رقم، پایه و قطر تنه باید مورد نظر قرار گیرد. اولین و مهم‌ترین ضرورت برای باغدار تعیین رقم می‌باشد. ضرورت دوم پایه است. اگرچه بیشتر درختان پر انشعاب با قطر تنه متوسط تا زیاد می‌باشند ولی درختان بسیار کوچک نیز می‌توان به کار برد (۴). ژنتیک رقم، پایه و کیفیت درختان نهالستان بیشترین اثر را بر عملکرد زود هنگام درختان میوه دارند. محصول درختان سیب در سال اول بعد از کاشت با قطرتنه و طول شاخه‌های جانبی مرتبط می‌باشند (۳۳). به دلایل اقتصادی، نهال‌کاران پرورش درختان یک ساله را ترجیح می‌دهند، اما همه ارقام سیب پرورش یافته به عنوان درخت یک ساله برای گسترش باغ‌های متراکم مناسب نمی‌باشند زیرا آن‌ها شاخه جانبی تولید نمی‌کنند (۵۸). درختان یک ساله تولید شده در دوره دوساله می‌توانند تشکیل تنه خوبی با تعداد کمی شاخه جانبی دهند. کیفیت این درختان با رشد پایه، تمایل پیوندک به تولید شاخه جانبی، شرایط جوی در طول رشد و کارایی تیمارهای

افزایش‌دهنده شاخه‌زایی در ارتباط می‌باشد (۵۳). نهال‌های یک ساله انشعاب‌دار برای تمامی باغ‌های متراکم و از جمله سیستم " های تک[1] " (این روش تلفیقی از خصوصیات سیستم‌های دوکی باریک و محور عمودی می‌باشد) بسیار مناسبند (۴). نهال یک ساله مطلوب دارای چهار انشعاب یا بیشتر در فاصله ۴۵ سانتی‌متر بالای محل پیوند است. طول انشعاب نسبت به تعداد آن‌ها اهمیت کمتری دارد. انشعاب‌ها باید حداقل ۲۵ سانتی‌متر طول داشته باشند، ولی انشعاب‌های دارای طول بیشتر از ۶۰ سانتی‌متر ممکن است چوب غیر بارده داشته باشند. با افزایش تعداد انشعاب، تولید میوه در هر درخت در سال‌های اولیه باروری افزایش می‌یابد (۴).

اگرچه نهال‌های با قطر بزرگ‌تر و انشعاب‌دار ممکن است گران‌تر از نهال‌های کوچک‌تر یا ترکه‌ای باشند، قیمت اضافی پرداخت شده برای نهال‌های با کیفیت بالا در مقایسه با تولید بالا و زود باردهی درختان بزرگ‌تر ناچیز است (۴). امروزه از روش‌های مختلفی برای افزایش کیفیت و تعداد شاخه جانبی نهال در نهالستان استفاده می‌شود که در بخش بعدی به آن اشاره می‌شود.

روش‌های مؤثر بر افزایش تولید شاخه جانبی

روش مکانیکی (سربرداری)

سربرداری سبب غلبه بر جوانه انتهایی شده و شاخه‌زایی را سبب می‌شود (۲۸). لانگ بیان نمود تکنیک حذف جوانه سبب کاهش فوق‌العاده اسپورها و کاهش تشکیل میوه می‌شود اما شاخه‌های قوی و بلندی را تولید می‌کند (۶۰). اعتمادی و ابذل بیان نمودند که پس از سربرداری شاخه یک ساله، تحریک رشد این شاخساره به خوبی قابل مشاهده است، این شاخه‌ها معمولاً زاویه انشعابی کم دارند و به صورت عمودی رشد می‌کنند و تعداد شاخه‌های جانبی برای فرم دادن مناسب به درخت کافی نمی‌باشند (۱). فری گزارش کرد که سربرداری زمستانه درختان چوبی یک ساله اغلب جوانه‌هایی که سبب توسعه شاخه‌های جانبی قوی می‌شوند را کاهش می‌دهد (۲۹)، این کار سبب کاهش نواحی میوه‌ده (۲۷) و هم چنین سبب تأخیر در میوه‌دهی می‌گردد (۷۲). الفینگ و ویسر گزارش کردند که حذف جوانه‌های یک ساله درختان گیلاس، سبب توسعه محدود شاخه جانبی و توزیع عمودی آن‌ها شد. شکاف‌زنی نیز اثری بر توسعه شاخه و توزیع آن نداشت (۲۸). یلدریم و همکاران در سربرداری نهال‌های جوان گیلاس (ارقام ون و مرتون گلوری) گزارش کردند که میانگین طول شاخه و اندازه درخت در اثر سربرداری کاهش یافت و اثر زمان سربرداری بر میزان کاهش اندازه درخت کم بود. با این وجود سربرداری دیرتر، شاخه‌های جدید بیشتری را نسبت به سربرداری در اوایل فصل القا کرد (۱۰۰). آزمایشی به منظور القای شاخه‌دهی جانبی در شاخه اصلی هرس نشده درختان گیلاس ارقام

[1] Hybrid tree cone (HYTEC)

رجینا و اسچیندرز پیوند شده روی پایه مازارد توسط جاسینا و لیپا نشان داد که سربرداری به تنهایی اثرکمی بر توسعه شاخه‌دهی جانبی داشت (۴۶).

در آزمایشی که در بررسی اثرات سربرداری (۰، ۴۰، ۶۰ و ۸۰ سانتی‌متر) بر تعداد شاخه نهال (سیب، گلابی و گیلاس) در نهالستان مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی انجام شد، نتایج نشان دادند که در تمامی تیمارهای سربرداری تعداد شاخه بیشتری نسبت به شاهد تشکیل شد و در نهال‌های هر سه محصول (گیلاس، سیب و گلابی) مورد بررسی بیشترین تعداد شاخه در ارتفاع ۶۰ سانتی‌متر ایجاد شد، البته تفاوت معنی‌داری بین ارتفاع‌های ۴۰ و ۶۰ سانتی‌متر در سیب و ۶۰ و ۸۰ سانتی‌متر در گلابی وجود نداشت. در بین ارقام مورد مطالعه تفاوت معنی‌داری وجود داشت، به طوری که در گیلاس رقم دوم رس نسبت به سیاه مشهد، در سیب رقم رد دلیشز نسبت به گلدن دلیشز و در گلابی رقم اسپادنا نسبت به درگزی تعداد شاخه بیشتری تشکیل دادند. در نهال‌های سه محصول مورد بررسی بیشترین تعداد شاخه بیشتر و کمتر از ۱۰ سانتی‌متر در ارتفاع‌های ۴۰ و ۶۰ سانتی‌متر ایجاد شد. ارتفاع و قطر نهال در گیلاس، سیب و گلابی در تیمارهای سربرداری نسبت به شاهد کاهش چشمگیری نشان داد. در نهال‌های گیلاس و سیب ارتفاع و قطر نهال‌های سربرداری شده در ارتفاع سربرداری ۸۰ سانتی‌متر بهبود یافت، اما در گلابی بیشترین ارتفاع و قطر در ارتفاع سربرداری ۶۰ سانتی‌متر ایجاد شد. اگرچه زاویه شاخه با سربرداری نسبت به شاهد افزایش کمی یافت اما تفاوت‌ها چشمگیر نبود. بیشترین زاویه شاخه (۴۸/۲- ۵۲/۷ درجه) در دو نهال گیلاس و سیب در ارتفاع ۶۰ سانتی‌متری مشاهده شد (۸، ۳۱ و ۱۰۱).

در بررسی اثر ارتفاع سربرداری در نهال‌های سیب (ارقام لیگول و آلوا روی پایه M۲۶) در نهالستان برکیفیت و عملکرد توسط گادوسکا و همکاران مشخص شد که در هر دو رقم، بیشترین ارتفاع و قطر بعد از سربرداری، در ارتفاع ۱۰۰ سانتی‌متری بدست آمد. رقم لیگول هرس در ارتفاع ۴۰ و ۱۰۰ سانتی‌متری سبب افزایش شاخه‌دهی شد. برای رقم آلوا سربرداری فقط در ارتفاع ۱۰۰ سانتی‌متری رابطه مثبتی با تعداد شاخه داشت. سربرداری در ارتفاع‌های ۶۰ و ۱۰۰ سانتی‌متری رابطه مثبتی با عملکرد دو رقم در مقایسه با ارتفاع‌های ۴۰ و ۸۰ سانتی‌متری داشت (۳۸). اگرچه حذف نوک شاخه با دست سبب تولید شاخه می‌شود اما تعداد شاخه‌های جانبی کافی نمی‌باشد و این شاخه‌ها زوایای بسته‌ای تولید کردند (۳۲ و ۴۷). تحقیقات زیادی که توسط محققین مختلف انجام شده بیان کرده‌اند که سربرداری به تنهایی تأثیر زیادی بر شاخه‌زایی ارقام ندارد. روش‌های مختلف سربرداری و جوانه‌برداری باعث تحریک رشد جوانه جانبی و تولید شاخه‌های جانبی گردید ولی عکس‌العمل هر یک از ارقام

نسبت به تیمارهای سربرداری متفاوت بود (۶۶ و ۴۴).

با وجود اینکه تیمارهای سربرداری تعداد شاخه بیشتری نسبت به شاهد ایجاد کرده و در ارتفاع ۶۰ سانتی‌متری سبب افزایش کیفیت نهال شده است، اما به دلیل زاویه بسته شاخه‌های جانبی نسبت به تنه اصلی که پس از سربرداری ایجاد می‌گردد، انجام سربرداری به تنهایی به منظور توسعه شاخه‌های جانبی در نهالستان توصیه نمی‌شود.

روش‌های شیمیایی

روش‌های مکانیکی (سربرداری) برای افزایش شاخه‌زایی نتایج قابل قبولی را ایجاد نمی‌کنند، بنابراین کاربرد تنظیم‌کننده‌های رشد ممکن است الزامی باشد (۶۱). ترکیبات شیمیایی مختلفی برای تولید نهال‌هایی با شاخه‌دهی خوب در سطح نهالستان یا بهبود شاخه‌زایی در درختان جوان استفاده می‌شوند (۷۸). تیمارهای شیمیایی توانایی بیشتری نسبت به روش مکانیکی برای افزایش تعداد شاخه دارند (۱۶). چندین محقق، موفقیت در القای شاخه‌زایی گونه‌های مختلف با محلول‌پاشی برگی سیتوکینین یا پرومالین را گزارش کردند (۵۴ و ۶۸). آزمایشاتی با غلظت‌های متفاوت تنظیم‌کننده‌های رشد، زمان‌ها و دفعات محلول‌پاشی در کشورهای مختلف انجام گرفته است (۴۳ و ۸۵). کاربرد منظم تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی سبب افزایش تعداد شاخه‌های جانبی و جوانه‌های گل در سیب (۱۳) و گیلاس (۶۴) گردید. مواد شیمیایی که باعث افزایش و رشد شاخه‌های جانبی می‌شوند عبارتند از بنزیل آدنین، آربولین و پرومالین که به شرح آن‌ها می‌پردازیم.

بنزیل آدنین

بنزیل آدنین یکی از مواد تنظیم‌کننده شاخه‌زا می‌باشد که برای درختان جوان نهالستان استفاده می‌گردد (۴۱). بنزیل آدنین اولین ترکیب با فعالیت سیتوکینینی زیاد می‌باشد (۵۷)، که به عنوان یک سیتوکینین پورین طبیعی نیز شناخته می‌شود (۸۶) و اخیراً به عنوان یک سیتوکینین طبیعی از تعدادی گیاه جداسازی شده است (۹۸). بوبان و فائوست بیان نمودند که بنزیل آدنین اغلب برای القای شاخه‌دهی جانبی در نهال‌های درختان میوه در نهالستان و درختان جوان در باغ‌های احداث شده جدید استفاده می‌گردد (۱۴).

چیلدرز و همکاران بیان نمودند که بنزیل آدنین به تنهایی یا در ترکیب با اسید جیبریلیک سبب افزایش شاخه‌دهی در درختان سیب می‌گردد. روش کاربرد و غلظت به منظور بدست آوردن اثر فیزیولوژیکی قابل قبول در درختان میوه مختلف اهمیت دارند (۱۷). میلر و الدریج گزارش نمودند که کاربرد بنزیل آدنین یا ترکیب بنزیل آدنین با اسید جیبریلیک (GA_{4+7}) در نهالستان سیب، پاسخ مثبتی برای شاخه‌زایی ایجاد کرد و میزان تفاوت بستگی به

عادت رشد ارقام داشت (۶۹). کاربرد بنزیل آدنین یکی از اولین آزمایش‌ها، روی نهال‌های جوان سیب بود که سبب افزایش رشد جوانه‌ها گردید و جوانه‌ها برای دست‌یابی به بنزیل آدنین با یکدیگر رقابت کردند (۷۲). غلظت و زمان کاربرد (در خرداد ماه)، معمولاً ۲۰۰ تا ۴۰۰ پی‌پی‌ام بنزیل آدنین می‌باشد و در نهالستان دفعات محلول‌پاشی باید سه تا چهار بار باشد (۲۳ و ۷۸). در باغ‌های جوان میزان کاربرد ۱۰۰ تا ۲۰۰ پی‌پی‌ام بنزیل آدنین (۳۵) و دفعات محلول‌پاشی باید دو تا سه مرتبه باشد. یکی از اثرات سودمند این کار افزایش زاویه شاخه در درختان تیمار شده می‌باشد (۵۵)، اما این غلظت‌ها در همه موارد مناسب نمی‌باشند (۷۱). تعدادی از ارقام سیب مانند پالارد و نورسن اسپای به این نوع تیمارها پاسخ کمتری نشان می‌دهند.

کوک و همکاران بیان نمودند که امکان دارد بین عادت شاخه‌دهی با محتوای سیتوکینین شاخه‌های سیب روابطی وجود داشته باشد (۲۲). تیمار بنزیل آدنین در نهالستان غالبیت انتهایی را کاهش داده و جوانه‌های جانبی قادر به رشد می‌شوند (۸۸) و شاخه‌های جانبی یک ساله را بوجود می‌آورند (۲۵). کودی و همکاران گزارش کردند که تیمار با بازدارنده انتقال اکسین می‌تواند باز شدن جوانه جانبی را به منظور تولید شاخه‌هایی با زوایای باز در سیب و گلابی افزایش دهد (۱۹).

کاربرد بنزیل آدنین روی جوانه‌های جانبی درختان نهالستان منجر به افزایش تولید شاخه‌های جانبی با زوایای باز گردید (۹۵). ویلسون و جاراسامریت بیان نمودند که کاربرد بنزیل آدنین در ترکیب با اسید جیبریلیک (GA_{4+7}) اگرچه بازشدن جوانه را افزایش نمی‌دهد اما رشد گسترده شاخه را القا می‌کند. ترکیب بنزیل آدنین به همراه اسید جیبریلیک (GA_{4+7}) تعداد و طول شاخه جانبی و باز شدن جوانه جانبی را افزایش می‌دهد (۹۶). کاربرد چند نوبتی بنزیل آدنین و اسید جیبریلیک (GA_{4+7}) شاخه‌های جانبی طویل‌تر و بیشتری را در سیب نسبت به کاربردهای توأم و همزمان آن‌ها القا می‌کند (۷۴). هرتکو و همکاران اثر مثبت تیمارهای بنزیل آدنین روی افزایش شاخه‌زایی درختان آیدارد پیوند شده روی پایه M۲۶ را گزارش کردند (۴۰). آن‌ها هم چنین بیان نمودند که برای دست‌یابی به نتایج قابل قبول، ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر بنزیل آدنین باید دو تا سه بار محلول‌پاشی شود زیرا تکرار محلول‌پاشی سبب بهبود جذب بنزیل آدنین می‌گردد. شاخه‌زایی در نهالستان سیب با پاتوریل (شامل ۱۰ درصد بنزیل آدنین) به طور موفقیت‌آمیزی افزایش یافت (۴۰).

باساک و همکاران گزارش نمودند که درختان جوان سیب اگر با ترکیبات بر پایه بنزیل آدنین مانند پاتوریل تیمار شوند، شاخه‌زایی افزایش می‌یابد (۱۱). بنزیل آدنین در نهالستان منجر به افزایش شاخه‌زایی (۱۳) و هم چنین سبب افزایش زوایای شاخه جانبی شد (۵۴).

هرتکو و همکاران بیان نمودند که بعد از تیمار با بنزیل آدنین رشد شاخه کاهش یافت اما ارتفاع درخت مناسب بود (۴۰). ماگیار و هرتکو گزارش کردند که کاربرد غلظت‌های بالاتر بنزیل آدنین هم چنین در تشکیل شاخه‌های جانبی کوتاه مفید می‌باشند (۶۳).

آزمایشی برای افزایش شاخه‌دهی درختان سیب با تنظیم‌کننده‌های رشد توسط گرین و آتیو انجام گرفت. بنزیل آدنین شاخه‌دهی جانبی را در درختان سیب در غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر افزایش داد و سبب کاهش طول شاخه جانبی به دلیل رقابت شاخه‌ها با یکدیگر شد (۳۴). آزمایشی به منظور بررسی اثرات کاربرد بنزیل آدنین بر شاخه‌زایی نهال‌های سیب رقم ماندیال گالا پیوند شده روی پایه MM۱۰۶ در نهالستان توسط کاگلار و ایلگین (۲۰۰۹) انجام گرفت. درختان سیب گالای پیوند شده دارای قدرت رشد زیادی با شاخه‌دهی جانبی کم بودند که در سال‌های اولیه میوه تولید نمی‌کنند. بنزیل آدنین در غلظت‌های ۰، ۲۰۰ یا ۴۰۰ میلی‌گرم در لیتر در ارتفاع ۶۰ تا ۶۵ سانتی‌متری درخت پنج بار بکار برده شد. نتایج نشان دادند که کاربرد بنزیل آدنین به طور معنی‌داری تعداد و طول کل شاخه‌های جانبی هر درخت را در مقایسه با درختان تیمار نشده افزایش داد. متوسط طول و قطر شاخه‌های جانبی هم‌چنین بوسیله تیمار با بنزیل آدنین تحت تأثیر قرار گرفت. درختان تیمار شده با بنزیل آدنین بطور معنی‌داری زوایای بازتری داشتند. دو یا سه نوبت محلول‌پاشی بنزیل آدنین به غلظت ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر به نظرمی‌رسد برای تشکیل حداقل چهار شاخه قوی (۳۰ تا ۵۰ سانتی‌متر) و دو شاخه متوسط (۱۰ تا ۳۰ سانتی‌متر) با زوایای باز کافی باشد. غلظت ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر بنزیل آدنین از غلظت‌های ۴۰۰ میلی‌گرم در لیتر برای بدست آوردن شاخه‌های جانبی خوب و شکل مناسب درخت مناسب‌تر بودند. تکرار دفعات محلول‌پاشی بنزیل آدنین برای تولید بیشتر شاخه‌های جانبی نسبت به یک بار محلول‌پاشی بهتر بود اما تفاوت‌ها معنی‌دار نبود. ارتفاع و قطر نهال‌های تیمار شده با بنزیل آدنین تا حدی کم‌تر از شاهد بود اگرچه تفاوت‌ها معنی‌دار نبود (۱۵). تایمانگ و همکاران در بررسی غلظت و دفعات مختلف (۴۰۰، ۶۰۰ و ۸۰۰ پی‌پی‌ام چهار تا هشت دفعه) بنزیل آمینو پورین در درختان یک ساله تسوجارا روی پایه M۹t۳۳۷ مشخص نمودند که غلظت‌های ۶۰۰ و ۸۰۰ پی‌پی‌ام اثر بیشتری بر شاخه‌زایی نسبت به ۴۰۰ پی‌پی‌ام داشتند. هم چنین هشت نوبت محلول‌پاشی، شاخه‌های جانبی بیشتری را نسبت به چهار نوبت محلول‌پاشی ایجاد کرد. تفاوتی در تعداد شاخه‌های طویل‌تر از ۳۰ سانتی‌متر بعد از چهار یا هشت نوبت محلول‌پاشی نبود اما شاخه‌های کوتاه‌تر بیشتری با هشت نوبت تیمار ایجاد گردیدند (۸۳). پلیچ و هگازی بیان نمودند که بنزیل آدنین در غلظت ۲۰۰ پی‌پی‌ام و اسید جیبریلیک در غلظت ۴۰۰ پی‌پی‌ام اثری

بـر شـاخه‌زایی رقـم مـک اینتـاش نداشـتند (۷۰). فورشی بیـان نمـود کـه بنزیـل آدنـین یـا ترکیـب بنزیـل آدنـین و اسـید جیبریلیـک (GA_{4+7}) در افـزایش شـاخه‌زایی اولیـه و ثانویـه و رشـد کلـی شاخه در شش رقم سیب مؤثر بود (۳۰).

کلمنـتس و همکـاران اثـرات سـربرداری در ارتفاع ۶۰ سانتی‌متری و تیمار بنزیل آدنـین (۳۷۵ پی‌پـی‌ام) و یـا ترکیـب بنزیـل آدنـین بـه همـراه سربرداری روی درختـان لینـدا مـک پیونـد شـده روی پایـه M۹ را ارزیـابی نمودنـد. سـربرداری باعث رشد شاخه اصلی و رشـد کلـی شـاخه‌های جانبی شد اما تعداد شـاخه‌های جـانبی را افـزایش نـداد و تعـداد شـاخه‌های کوتـاه و یـا اسـپورها را کـاهش داد. تیمـار بنزیـل آدنـین سـبب افـزایش تعـداد و طـول کلـی شـاخه‌ها گردیـد. ترکیـب جوانه‌برداری و بنزیل آدنین یا تیمار بنزیل آدنـین به تنهایی ممکن است بهتـرین تیمـار بـرای بهبـود شاخه‌زایی در درختان با شاخه‌دهی ضعیف باشـد (۱۸). ماگیار و هرتکـو بیـان نمودنـد کـه کـاربرد غلظت‌هـای بـالاتر بنزیـل آدنـین در تشـکیل شاخه‌های جانبی کوتـاه مفیـد می‌باشـند (۶۳). در بررسی اثرات بنزیل آدنین بـر توسـعه شـاخه‌های جانبی نهال‌های گیلاس، سـیب و گلابـی کـه در نهالسـتان مرکـز تحقیقـات کشـاورزی و منـابع طبیعی خراسان رضوی انجام گرفت، نتایج نشـان داد کـه بـین ارقـام و زمـان محلول‌پاشـی تفـاوت معنی‌داری وجود دارد به گونه‌ای که در گـیلاس رقم سیاه مشهد نسبت به دوم رس، در سیب رقـم رد دلیشز نسبت به گلدن دلیشز و در گلابی رقـم اسپادنا نسبت به درگزی تعـداد شـاخه بیشـتری را القا کردند و با تکرار دفعات محلول‌پاشی، تعـداد شاخه بیشتری ایجاد گردید به طوری که با نوبـت سوم محلول‌پاشی بیشـترین تعـداد شـاخه تشـکیل شـد. در هـر سـه محصـول مـورد بررسـی محلول‌پاشی با بنزیل آدنین نسبت به شاهد تعـداد شاخه بیشتری ایجاد نمود و بـا افـزایش غلظـت و دفعـات محلول‌پاشـی تعـداد شـاخه نیـز افـزایش یافت. در گیلاس بیشترین تعداد شاخه در هـر دو رقم در غلظت ۶۰۰ میلی‌گرم بر لیتر با سـه نوبـت محلول‌پاشی ایجاد شد. در سیب رقم رد دلیشز بـا غلظت‌های ۴۰۰ و ۶۰۰ میلی‌گرم بر لیتر در نوبـت سوم بیشترین تعداد شاخه را ایجاد کرد و در رقم گلدن دلیشز تعداد شاخه بیشتری در غلظـت ۲۰۰ میلی‌گرم بر لیتر در سه نوبت محلول‌پاشـی ایجـاد شـد. در گلابـی غلظـت ۴۰۰ میلی‌گرم بر لیتر در هر دو رقم مورد بررسـی با سه نوبت محلول‌پاشی بیشترین تعـداد شـاخه را به وجود آورد. تعداد شاخه با طول بیشتر و کمتـر از ۱۰ سـانتی‌متر نیـز بـا تیمارهـای بنزیـل آدنـین نسـبت بـه شـاهد افـزایش یافـت. بیشـترین تعـداد شـاخه بیشـتر از ۱۰ سـانتی‌متر در غلظـت ۶۰۰ میلی‌گـرم بـر لیتـر بـا دو و سـه نوبـت محلول‌پاشـی در رقـم سـیاه مشـهد و دوم رس بـه ترتیب ایجاد شد. در سیب رقم رد دلیشـز پـس از سه نوبت محلول‌پاشی با غلظت ۶۰۰ میلی‌گرم بـر لیتر و گلدن دلیشز پس از سه نوبت محلول‌پاشـی با غلظت ۲۰۰ میلی‌گرم بـر لیتـر بـه ترتیـب ۲/۲ و ۲/۳ بیشـترین تعـداد شـاخه بـا طـول بـیش از ۱۰

سانتی‌متر را ایجاد کردند. در گلابی بیشترین تعداد شاخه بیشتر از ۱۰ سانتی‌متر در غلظت ۴۰۰ میلی‌گرم بر لیتر با سه نوبت محلول‌پاشی در دو رقم به وجود آمد. در ارقام گیلاس و گلابی بیشترین تعداد شاخه کمتر از ۱۰ سانتی‌متر در غلظت ۶۰۰ میلی‌گرم بر لیتر با سه نوبت محلول‌پاشی ایجاد شد، در حالی که در دو رقم سیب تفاوت چشمگیری بین غلظت‌های ۴۰۰ و ۶۰۰ میلی‌گرم بر لیتر پس از سه نوبت محلول‌پاشی بر طول شاخه‌های کمتر از ۱۰ سانتی‌متر وجود نداشت.

زاویه شاخه‌های گیلاس و سیب با محلول‌پاشی بنزیل آدنین نسبت به شاهد افزایش چشمگیری داشت به طوری که بیشترین زاویه در گیلاس (۶۱/۱ درجه) و سیب (۷۴/۱ درجه) به ترتیب در غلظت ۲۰۰ و ۶۰۰ میلی‌گرم بر لیتر با سه مرتبه محلول‌پاشی در دو رقم ایجاد شد. ارتفاع و قطر نهال با محلول‌پاشی بنزیل آدنین در گیلاس، گلابی و سیب نسبت به شاهد نسبتاً کاهش داشت البته در سیب بیشترین ارتفاع و قطر پس از یک مرحله محلول‌پاشی بنزیل آدنین به غلظت ۴۰۰ میلی‌گرم بر لیتر در رقم گلدن دلیشز بود، ولی در عین حال با شاهد و دیگر تیمارها تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (۸، ۳۱ و ۱۰۱).

پژوهش‌های انجام شده توسط بسیاری از محققین نشان داد که بنزیل آدنین در افزایش کیفیت نهال و تعداد شاخه جانبی در بسیاری از درختان نهالستان از جمله گیلاس، سیب و گلابی مؤثر بوده و به دلیل ایجاد زوایای بازتر قابل توصیه در نهالستان‌ها می‌باشد.

آربولین

آربولین یکی دیگر از مواد شیمیایی است که به منظور افزایش تولید شاخه جانبی استفاده می‌شود. کاربرد آربولین (۱۵ میلی‌لیتر بر لیتر) روی نهال‌های سیب سبب افزایش شاخه‌زایی گردید (۱۲، ۳۷). گاداروسکا و سیزوک گزارش کردند که آربولین از جمله مواد شیمیایی است که می‌تواند در نهالستان مورد استفاده قرار گیرد، آن‌ها هم چنین بیان نمودند استفاده از آربولین به میزان ۲۵ میلی‌لیتر در لیتر بطور معنی‌داری مجموع طول شاخه را نسبت به شاهد افزایش داد (۳۷). کوپیتوسکی و همکاران در بررسی اثرات سربرداری و آربولین بر روی نهال‌های سیب ارقام الایزا روی پایه M۲۶ و گالا، گلوستر و لیگول روی پایه RN-۲۹ مشخص نمودند ارقامی که با سربرداری و آربولین (۱۵ میلی‌لیتر در یک لیتر آب) تیمار شده بودند، بهترین کیفیت (بیشترین شدت رشد، ارتفاع، تعداد شاخه جانبی و طول شاخه جانبی) را در مقایسه با تیمارهای دیگرداشتند. رقم گالا بهترین واکنش را نسبت به آربولین داشت. بیشترین ارتفاع و بیشترین مجموع رشد شاخه‌های بیش از ۲۰ سانتی‌متر در درختان با تیمار آربولین (۳۰ میلی‌لیتر در یک لیتر آب) بدست آمد و کمترین ارتفاع با تیمار سربرداری و آربولین (۱۲ میلی‌لیتر در یک لیتر آب)

حاصل شد. سربرداری سبب شاخه‌زایی کمتر با زاویه کوچک‌تر شد (۵۶). در آزمایشی که به منظور ارزیابی شاخه‌زایی شیمیایی انجام گرفت، درختان یک ساله سیب ارقام بوسکوپ، الیز و روبین روی پایه M۹ در نهالستان سربرداری یا با محلول‌های برگی شامل آربولین ۳۶SL (۱/۸ درصد اسید جیبریلیک + ۱/۸ درصد بنزیل آدنین)، آربولین Extra (۳/۶ درصد اسید جیبریلیک + ۳/۶ درصد بنزیل آدنین) و پرومالین (۱/۸ درصد اسید جیبریلیک (GA_{4+7}) + ۱/۸ درصد بنزیل آدنین) در ۹۰۰ یا ۱۸۰۰ پی‌پی‌ام تیمارشدند. نتایج نشان دادند که ترکیب بنزیل آدنین و اسید جیبریلیک بر پایه ترکیبات آربولین ۳۶SL و آربولین Extra بهتر از ترکیب بنزیل آدنین و اسید جیبریلیک (پرومالین) بود. رقم بوسکوپ در میان ارقام مورد بررسی آسان‌ترین شاخه‌دهی را داشت. اثرات شاخه‌دهی ارتباط مثبتی با افزایش میزان ترکیبات داشت. در همه ارقام کاربرد مواد شیمیایی سبب کاهش غالبیت انتهایی شد. برای همه ارقام تیمار ۱۸۰۰ پی‌پی‌ام آربولین بهترین کیفیت را در درختان شاخه‌دار ایجاد کرد و طول کلی شاخه را نسبت به تیمارهای دیگر افزایش داد. علاوه بر نوع و غلظت ماده شاخه‌زا، فرمولاسیون نیز در شاخه‌زایی تأثیر می‌گذارد (۳۲، ۷۳، ۸۹ و ۹۰). اثرات آربولین (اسید جیبریلیک + بنزیل آمینو پورین) برای القای شاخه‌زایی درختان سیب فوجی روی پایه M۹۱۳۳۷ توسط تایمانگ و همکاران آزمایش شد. آربولین در غلظت یک تا دو درصد بهترین رشد شاخه را در مقایسه با دیگر تیمارها داشت. شاخه‌ها درقسمت پایینی درخت بلندتر از قسمت بالایی آن بودند. آربولین در غلظت چهار تا شش درصد سبب آسیب به برگ‌ها و نوک‌های شاخه جوان بعد از کاربرد دوم شد و نتایج غیر قابل قبولی را از جمله به وجود آمدن شاخه‌های کوتاه در بخش‌های بالایی و میانی درختان متوسط رشد ایجاد کرد (۸۳). در آزمایشی که در نهالستانی در انیستیتو لیتونیا توسط کویکلیس انجام گرفت، ارقام سیب و تیمارهای مختلف (تنظیم‌کننده رشد آربولین ۳۶SL ($GA_۳ + BA$) در غلظت ۲۵ میلی‌لیتر بر لیتر، نوک‌برداری انتهای شاخه چهار بار یا ترکیب دو فاکتور) به منظور افزایش شاخه‌های جانبی نهال‌های یک ساله در شرایط آب و هوایی شمال اروپا مورد بررسی قرار گرفت. سه نوع از ارقام شامل جوناگلد و آلداس (درختان یک ساله با شاخه‌زایی آسان)، آکسیس، روبین و آلوا (در طول سال اول هیچ شاخه جانبی نداشتند)، سامپیون و لیگول (درختانی با شاخه‌زایی متوسط) بودند و تمام این ارقام روی پایه M۹ پیوند شده بودند. نتایج نشان دادند که برای ارقام سیب با عادت شاخه‌زایی آسان، همه تیمارها برای افزایش شاخه‌دهی کافی بود اما ارقامی که بطور عادی شاخه‌دهی نداشتند، پاسخ به تیمارها متفاوت بودند (۵۹). ماگیار و هرتکو گزارش کردند که برای ارقامی که شاخه‌زایی کمی حتی با تیمار آربولین دارند، کاربرد بیشتر

تنظیم‌کننده‌های رشد برای افزایش شاخه‌دهی الزامی است (۶۴). سادوسکی و همکاران بیان نمودند که کاربرد تنظیم‌کننده رشد آربولین یا ترکیب آن با نوک‌برداری، بهترین تیمار برای شاخه‌زایی ارقام سامپیون و لیگول بود در حالی که نوک برداری به تنهایی برای افزایش شاخه‌زایی کافی نبود. ترکیب آربولین و نوک‌برداری بطور معنی‌داری سبب افزایش شاخه‌های جانبی گردید (۷۹). در آزمایشی که اثرات تیمارهای شیمیایی (آربولین در غلظت‌های ۰، ۵، ۱۵ و ۲۵ میلی‌لیتر بر لیتر با یک و دو نوبت محلول‌پاشی) بر افزایش شاخه‌زایی نهال‌های گیلاس، سیب و گلابی انجام شد، رقم سیاه مشهد نسبت به دوم رس، در سیب رقم رد دلیشز نسبت به گلدن دلیشز و در گلابی رقم اسپادنا نسبت به درگزی تعداد شاخه بیشتری را با تیمارهای آربولین ایجاد کردند. تعداد شاخه در نهال‌های گیلاس و سیب با تیمارهای آربولین نسبت به شاهد افزایش یافت اما تفاوت معنی‌داری در نهال‌های گلابی درگزی نسبت به شاهد وجود نداشت و در این امر ژنتیک رقم بسیار دخیل بود. با افزایش غلظت و دفعات محلول‌پاشی تعداد شاخه بیشتری تشکیل شد اما تفاوت معنی‌داری بین غلظت‌های ۱۵ و ۲۵ میلی‌لیتر بر لیتر در نهال‌های گیلاس و سیب وجود نداشت. تعداد شاخه با طول بیشتر و کمتر از ۱۰ سانتی‌متر نیز با تیمارهای آربولین نسبت به شاهد در گیلاس و سیب افزایش یافتند. بیشترین تعداد شاخه با طول بیشتر و کمتر از ۱۰ سانتی‌متر به ترتیب در غلظت‌های ۱۵ و ۲۵ میلی‌لیتر بر لیتر در هر دو رقم گیلاس و سیب ایجاد شد، اما برای گلابی بیشترین تعداد شاخه بلندتر و کوتاه‌تر از ۱۰ سانتی‌متر در غلظت ۲۵ میلی‌گرم بر لیتر محلول‌پاشی بدست آمد. رقم سیاه مشهد نسبت به دوم رس و رقم گلدن دلیشز نسبت به رقم رد دلیشز به طور معمول ارتفاع و قطر بیشتری داشت و با تیمارهای آربولین نیز بیشترین ارتفاع مربوط به همین رقم بود. بیشترین ارتفاع و قطر نهال با کاربرد غلظت ۲۵ میلی‌لیتر بر لیتر در نوبت دوم در نهال‌های گیلاس و سیب ایجاد شد ولی در عین حال از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری با شاهد نداشتند. زوایای شاخه با کاربرد تیمارهای آربولین در نهال‌های گیلاس و سیب افزایش چشمگیری نسبت به شاهد داشت به طوری که بیشترین زاویه شاخه درگیلاس و سیب به ترتیب در غلظت ۵ و ۲۵ میلی‌گرم بر لیتر با دو نوبت محلول‌پاشی در دو رقم ایجاد شد (۵، ۷ و ۸).

پرومالین

شاخه‌زایی علاوه بر اینکه در نهالستان به طور طبیعی صورت می‌گیرد، تحریک آن به روش محلول‌پاشی انتهای شاخه‌ها با مواد شیمیایی محرک شاخه‌زایی مانند تنظیم‌کننده رشد پرومالین یا حذف برگ‌های انتهای شاخه امکان‌پذیر می‌باشد. پرومالین ترکیب اسید جیبریلیک (GA_{4+7}) و بنزیل آدنین به نسبت ۱/۸: ۱/۸ می‌باشد (۱۰). وقتی که شاخه پیوندک

به طول ۶۰ تا ۷۵ سانتی‌متر رسید به طور معمول ۱۵ سانتی‌متر قسمت فوقانی محلول‌پاشی می‌شود. وجود انشعابات در محل صحیح خیلی با اهمیت‌تر از ارتفاع یا قطر تنه درخت است (۴). آزمایشی به منظور یافتن اثرات پرومالین (۰، ۵۰۰، ۷۵۰ و ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر) و تیمار سربرداری (از ۸۰ سانتی‌متری بالای سطح خاک) برای تشکیل شاخه جانبی در درختان گلابی ارقام آکا، مورتینی در نهالستان توسط یلدریم و همکاران انجام گرفت. بیشترین درصد شاخه‌دهی با کم‌ترین ارتفاع در رقم مورتینی با کاربرد ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر پرومالین بدست آمد. هم‌چنین تیمار ۷۵۰ میلی‌گرم بر لیتر بالاترین طول شاخه را ایجاد کرد (۱۰۰). پرومالین (ترکیب بنزیل آدنین + اسید جیبریلیک (GA_{4+7}) استفاده شده در غلظت ۵۰۰ پی‌پی‌ام برای هلو (۲۴)، در غلظت ۱۰۰۰ تا ۲۰۰۰ پی‌پی‌ام برای گلابی و گیلاس (۱۹) نیز سبب افزایش شاخه‌دهی شده است.

وینبرانتس و میلر گزارش کردند که پرومالین در ترکیب با لاتکس باعث شاخه‌زایی خیلی زیاد در درختان جوان گیلاس می‌گردد. محلول‌پاشی با محلولی که حاوی مقدار کمی (۰/۵ گرم) از ماده مؤثره (۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر پرومالین که حاوی ۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر ۶- بنزیل آدنین (6-BA) با ۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر از تمام جیبرلین‌ها است) باشد، تاحد زیادی تعداد شاخه‌ها را افزایش می‌دهد و هم‌چنین زاویه اتصال شاخه‌ها در گیلاس رقم بینگ را بازتر می‌کند (۹۹). میلر بیان نمود که براساس موفقیت‌هایی که از تیمارهای به کار رفته روی نهال‌های جوان به دست آمده‌اند (۶۸)، امکان این مسأله فراهم شده است که با استفاده از پرومالین، نهال‌های گیلاس مناسب‌تری برای کاشت به دست آیند. این نهال‌ها در نهالستان به فضای بیشتری نیاز دارند و لذا هزینه بیشتری می‌برند. اما اگر این درختان زودتر از موعد شروع به باردهی کنند، هزینه‌های اضافی را جبران می‌کنند. بهبود شاخه‌دهی جانبی به وسیله پرومالین (۶۸) باعث شد که این فن در استرالیا و نیوزلند به طور گسترده‌ای در اصلاح طرح تاج و تولید زود هنگام نهال‌های جوانی که متراکم کاشته شده بودند، استفاده شود (۴۸). پرومالین به منظور القای شاخه جانبی، طویل شدن شاخه یا هر دو در تعدادی از گیاهان چوبی شامل گلابی (۴۹) و سیب (۸۴) مورد استفاده قرار گرفته است. سیتوکینین‌ها (۹۴) شامل بنزیل آدنین (۹۵) به تنهایی یا در ترکیب با اسید جیبریلیک (GA_{4+7}) (۹۵) سبب افزایش باز شدن جوانه روی درختان جوان سیب شدند. رشد کلی شاخه وقتی سیتوکینین‌ها با اسید جیبریلیک (GA_{4+7}) ترکیب شدند، افزایش یافت. کوئینلان و پرستون بیان نمودند که در غیاب جیبرلین، جوانه‌ها اسپورهای کوتاهی را تشکیل دادند. درختان تیمار شده با این مواد بطور معمول سریع‌تر رشد کرده و زودتر نیز به بار می‌نشینند (۷۷).

کودی و همکاران بیان نمودند که کاربرد

بنزیل آدنین و پرومالین در درختان سیب سبب افزایش شاخه‌دهی شد (۲۰). آن‌ها هم چنین گزارش کردند که استفاده از غلظت‌های مساوی پرومالین و بنزیل آدنین سبب افزایش یکسان تعداد شاخه در درختان شد. همانطور که بنزیل آدنین بلافاصله به مناطق بالای ناحیه تیمارشده منتقل می‌شود (۸۱)، افزایش تعداد شاخه جانبی نهال‌های تیمارشده با پرومالین معمولاً در منطقه بالای محل تیمارشده اتفاق می‌افتد (۶۸). کاربرد بیشتر اسید جیبریلیک (GA_{4+7}) در اواسط فصل سبب افزایش تعداد و طول شاخه‌های جانبی شد (۶۲). ارقامی با رشد زیاد اما با محدودیت توسعه شاخه بیشترین پاسخ را به تیمارهای بنزیل آدنین و اسید جیبریلیک (GA_{4+7}) (پرومالین) دادند (۲۵).

ورتیم و استابروک نوک‌های شاخه درختان سیب رد بوسکوپ پیوند شده روی پایه M۹ را چهار یا هشت نوبت در هفته‌های متوالی با ۵۰، ۱۰۰، ۲۰۰ یا ۴۰۰ پی‌پی‌ام بنزیل آدنین تیمار نمودند و با پرومالین در غلظت ۱۰۰۰ پی‌پی‌ام مقایسه شد. به جز غلظت ۵۰ پی‌پی‌ام بقیه تیمارهای بنزیل آدنین سبب افزایش تعداد شاخه‌های جانبی شد و هشت نوبت محلول‌پاشی در غلظت‌های ۲۰۰ و ۴۰۰ پی‌پی‌ام و چهار نوبت در غلظت ۴۰۰ پی‌پی‌ام بنزیل آدنین سبب افزایش شاخه‌های جانبی در مقایسه با یک بار محلول‌پاشی با ۱۰۰۰ پی‌پی‌ام پرومالین شد. بیشترین اثر تیمارهای بنزیل آدنین در طویل کردن شاخه‌های جانبی با ۵۰ سانتی‌متر طول بود. تیمارها بر طول یا قطر تنه تأثیری نداشتند ولی سبب کاهش رشد نوک شاخه نشدند و می‌تواند توضیحی بر توسعه فوق‌العاده شاخه‌های جانبی باشد. نه تنها محلول‌پاشی پرومالین بلکه غلظت‌های ۵۰ یا ۱۰۰ پی‌پی‌ام بنزیل آدنین اثری بر تشکیل جوانه گل نداشتند اما غلظت‌های بالاتر پرومالین با هشت بار محلول‌پاشی سبب تشکیل جوانه گل شدند (۹۳). میلر و الدریج در بررسی محلول‌پاشی پرومالین و بنزیل آدنین روی شاخه‌زایی مشخص نمودند که محلول‌پاشی برگی پرومالین روی درختان سیب سبب افزایش شاخه‌دهی جانبی شد. محلول‌پاشی ۵۰ تا ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر پرومالین برای افزایش رشد شاخه مؤثر نبود، در حالی که محلول‌پاشی ۳۰۰ تا ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر سبب افزایش تعداد شاخه‌ها و کاهش متوسط طول شاخه شد. تیمارها در طول دوره فعال رشد شاخه بطور کلی مؤثر بودند اما دوره تنش ممکن است سبب کاهش اثر تیمارها شود. محلول‌پاشی برای تشکیل شاخه جانبی نسبت به سربرداری در گلدن دلیشز مؤثرتر بود. تفاوتی در پاسخ شاخه‌زایی بین پرومالین و بنزیل آدنین مشاهده نشد. تکرار محلول‌پاشی پرومالین روی درختان هرس شده به طور کلی برای القای تشکیل شاخه نسبت به کاربرد یک دفعه آن اثر کمتری داشت (۶۹).

هرتکو و همکاران در بررسی محلول پاشی ۰/۰۶ درصد بنزیل آدنین سه دفعه و ترکیب ۰/۰۶ بنزیل آدنین + ۰/۰۴ اسید جیبریلیک

(GA_{4+7}) مشخص نمودند که تیمار بنزیل آدنین به تنهایی سبب تشکیل شاخه جانبی شد و ترکیب بنزیل آدنین + اسید جیبریلیک (GA_{4+7}) تعداد کل شاخه‌های جانبی را افزایش نداد ولی سبب افزایش طول شاخه‌های جانبی شد (۴۲). کودی و همکاران گزارش کردند که شاخه‌زایی خوب در نهال‌های یک ساله در نهالستان با کاربرد پرومالین درغلظت ۵۰۰ تا ۲۰۰۰ پی‌پی‌ام مشاهده شد (۱۹). افزایش در تعداد شاخه‌های القا شده بوسیله پرومالین توسط سایر محققین گزارش شده است (۲۶ ، ۴۸ و ۶۸). با کاربرد پرومالین، افزایش رشد جوانه توسط بنزیل آدنین و طویل شدن شاخه‌ها توسط اسید جیبریلیک (GA_{4+7}) انجام می‌گیرد (۱۹). کابار بیان نمود که اسید جیبریلیک نمو جوانه و طویل شدن ساقه را افزایش می‌دهد، اما بهترین نتیجه هنگامی بدست می‌آید که اسید جیبریلیک در ترکیب با مشتقات سیتوکینین بکار رود (۵۲). پوپن و باریت بیان نمودند که ترکیبات بنزیل آدنین و اسید جیبریلیک (GA_{4+7}) سبب القای شاخه‌زایی برای ارقام سیب روی پایه‌های پاکوتاه و ارقام اسپوری دلیشز شد (۷۴). به علاوه، کاربردهای متوالی تنظیم‌کننده‌های رشد سبب القای بیشتر و طویل‌تر شدن شاخه‌ها نسبت به کاربرد یک بار آن‌ها می‌گردد (۷۴). کودی و همکاران گزارش کردند که استفاده از پرومالین در زمانی که ارتفاع نهال در نهالستان به حدود ۴۰ سانتی‌متر می‌رسد، باعث افزایش موفقیت‌آمیز شاخه‌های جانبی روی پایه‌هایی می‌شود که یک سال از زمان کاشت آن‌ها می‌گذرد (۲۰).

کانستنت در بررسی اثر پرومالین بر رشد و شاخه‌دهی درختان سیب رقم مک اسپور توانست تعداد شاخه‌ها را دو برابر نماید و به علاوه سبب افزایش طول شاخه‌ها شد (۲۱). ورتیم هیچ اثری از تیمار پرومالین را روی قطر تنه ارقام رد بوسکوپ و گلوستر مشاهده نکرد (۹۲). جاسینا و همکاران بیان نمودند که پرومالین در غلظت ۱۵۰۰ پی‌پی‌ام اثری بر ارتفاع درختان گلابی نداشت (۴۹). جکسون اثر مثبتی روی تولید شاخه‌ها در درختان جوان چندین رقم سیب مشاهده نمود (۵۰). الفینگ توسعه شاخه جانبی را در چهار رقم سیب با محلول‌پاشی پرومالین در غلظت ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر بعد از شکوفه‌دهی گزارش کرد (۲۵). آزمایشی به منظور بررسی اثر پرومالین روی سیب آنا توسط مکارم و همکاران انجام شد. سیب‌های پیوند شده آنا روی پایه MM۱۰۶ با پرومالین تیمار شدند. بهترین نتیجه، تیمار ۶۰۰ پی‌پی‌ام پرومالین بود و درختان تیمار شده بهترین رشد را داشتند ولی بیشترین تعداد شاخه با غلظت ۴۰۰ یا ۵۰۰ پی‌پی‌ام پرومالین بدست آمد (۶۵).

جاراسامریت در بررسی اثر سیتولین (بنزیل آدنین + اسید جیبریلیک (GA_{4+7})) در درختان سیب رد دلیشز پیوند شده روی پایه M۲ بیان کرد که غلظت ۸۰۰ پی‌پی‌ام سبب شاخه‌دهی بیشتر و زاویه مناسب‌تر در نهال‌ها در مقایسه با

شاهد شد. چهار نوبت محلول‌پاشی سیتولین در غلظت ۲۰۰ پی‌پی‌ام همان تعداد شاخه را ایجاد کرد اما زاویه شاخه بطور معنی‌داری کاهش یافت. سربرداری نتایج قابل قبولی در شاخه‌زایی ایجاد نکرد (۵۱).

اسوریزینسکی و همکاران اثرات کاربرد پرومالین بر رشد و شاخه‌دهی درختان سیب ارقام جوناگلد و ایدارد را روی پایه M۹ مقایسه نمود. محلول‌پاشی با پرومالین به نسبت ۲۵۰ میلی‌لیتر در هر ۱۰ لیتر آب یک بار انجام گرفت. نتایج نشان دادند که استفاده از پرومالین به طور معنی‌داری تعداد شاخه‌های بلند درختان جوناگلد و شاخه‌های کوتاه ایدارد در مقایسه با شاهد را افزایش داد اما همزمان تعداد جوانه‌های تشکیل یافته را شدیداً کاهش داد و اثری بر ارتفاع و قطر تنه نداشت. رقم به طور معنی‌داری بر تعداد شاخه‌های طویل تأثیرگذار بود. اثر مثبتی بین عادت رشد رقم با شاخه‌زایی دیده شد (۸۲). نهال هیبریدهای سیب، Ny۷۳۳۴-۳۵، Ny۵۴۱۳-۳۰ و Ny۷۵۴۱۴-۱ در نهالستان یک یا دو بار با تنظیم‌کننده‌های رشد آسل، پرومالین و یا هر ترکیب دو تنظیم‌کننده رشد به منظور القای شاخه‌زایی توسط جاسینا و بارنارد تیمار شدند. نتایج نشان داد که تیمارهای ۷۵۰ و ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر بنزیل آدنین در هر دو ترکیب پرومالین و آسل اثر بیشتری روی شاخه‌زایی نسبت به تیمار ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر داشتند. یک و دو نوبت محلول‌پاشی سبب افزایش تعداد شاخه و کاهش غالبیت انتهایی شدند (۴۵).

ورتیم در بررسی اثرات کاربرد پرومالین (در غلظت ۰/۷ تا ۵/۶ درصد یا ۷۰۰ تا ۵۶۰۰ میلی‌لیتر در ۱۰۰ لیتر آب) و M&B۱۰۵،۲۵ (در غلظت ۱۰۰ میلی‌لیتر در ۱۰۰ لیتر آب) در درختان یک ساله بوسکوپ پیوند شده روی پایه M۹ مشاهده کرد که محلول‌پاشی پرومالین تا حدی سبب کاهش ارتفاع شد اما بر قطر نهال اثری نداشت. تعداد شاخه‌های طویل‌تر از ۱۰ سانتی‌متر با تیمار پرومالین افزایش یافت. پرومالین در بالاترین غلظت سبب افزایش شاخه‌زایی شد (۹۱).

گرون در بررسی اثرات کاربرد پرومالین روی ارقام سیب استار و بوسکوپ پیوند شده روی پایه M۹ بیان نمود که ارتفاع ساقه با پرومالین ۱۲ سانتی‌متر افزایش یافت. تعداد شاخه‌های جانبی و طول شاخه با تیمار پرومالین افزایش یافتند و این اثرات وقتی تیمار پرومالین به همراه حذف برگ به کار برده شد، افزایش یافت. سربرداری + حذف برگ اثری بر شاخه‌زایی ارقام نداشت (۳۶).

با توجه به اینکه کاربرد تیمار پرومالین سبب افزایش تعداد و طول شاخه و زوایای بازتر نهال‌ها در نهالستان‌ها گردید، لذا استفاده از آن در نهالستان قابل توصیه می‌باشد.

توصیه ترویجی

اگر چه سربرداری و محلول‌پاشی با بنزیل آدنین و آربولین سبب بهبود کیفیت نهال و افزایش تعداد شاخه جانبی می‌گردند اما

تیمارهای شیمیایی نسبت به سربرداری افزایش چشمگیری نشان می‌دهند. با کاربرد غلظت‌های بالاتر و افزایش دفعات محلول‌پاشی در تیمارهای شیمیایی تعداد شاخه بیشتری ایجاد می‌شود. طول شاخه در تیمارهای پرومالین و آربولین نسبت به بنزیل آدنین بیشتر است اما در تعداد شاخه تقریباً اختلاف چندانی با یکدیگر دیده نمی‌شود. ارتفاع و قطر نهال‌ها با تیمارهای سربرداری کاهش یافته ولی با تیمارهای شیمیایی مخصوصاً آربولین افزایش چشمگیری نشان می‌دهد. زاویه شاخه با تیمارهای شیمیایی نسبت به تیمارهای مکانیکی افزایش چشمگیری خواهد داشت.

سپاسگزاری

نگارندگان از سازمان جهاد کشاورزی و مدیریت باغبانی استان خراسان رضوی جهت تأمین منابع مالی اجرای پژوهش و آقایان مهندس محمدرضا قدسی، احمد تیموری، احمد مصطفی‌پور و علیرضا محبی صمیمی که در اجرای این تحقیق ما را یاری کردند، تشکر و قدردانی می‌نمایند.

منابع

۱-**اعتمادی ن، ابذل ع (۱۳۸۵)** تربیت و هرس درختان سیب و گلابی (ترجمه). مرکز انتشارات جهاد دانشگاهی واحد صنعتی اصفهان. ۱۷۹ صفحه

۲- **بی نام (۱۳۹۰)** آمار و فناوری اطلاعات وزارت جهاد کشاورزی. نتایج طرح آمارگیری نمونه‌ای محصولات باغی. وزارت جهاد کشاورزی. معاونت امور برنامه ریزی و اقتصادی

۳-**خوشخوی م (۱۳۸۳)** اصول باغبانی. مرکز نشر دانشگاه شیراز. ۵۹۶ صفحه

۴-**رسول زادگان ی، کلباسی م (۱۳۷۸)** باغداری متمرکز (راهنمای عملی برنامه‌ریزی، احداث و مدیریت باغ‌های سیب پر تراکم). انتشارات سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی. ۲۱۲ صفحه

۵-**زمانی‌پور م (۱۳۹۰)** مطالعه اثرات سربرداری، بنزیل آدنین و آربولین بر افزایش تعداد شاخه و کیفیت نهال‌های سیب در نهالستان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه آزاد شیروان. ۱۳۸ صفحه

۶-**قاسمی ا (۱۳۸۴)** نهالستان و تولید نهال درختان میوه سردسیری. انتشارات سنا. ۱۳۵ صفحه

۷-**گنجی‌مقدم ا (۱۳۹۰)** مطالعه اثر سربرداری و برخی از تنظیم‌کننده‌های رشد بر شاخه‌دهی و کیفیت نهال. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی. سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی

۸-**محبی صمیمی ع (۱۳۹۰)** بررسی اثرات سربرداری و کاربرد برخی از تنظیم‌کننده‌های رشد بر

شاخه‌دهی و کیفیت نهال گلابی در نهالستان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه آزاد شیروان ۸۷ صفحه

۹-نعمتی ح، عبداله‌زاده ا (۱۳۸۷) گیلاس و آلبالو (ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. صفحات ۲۹۲-۲۹۳

10. Abbott L (1981) Chemical and agriculture products division, North Chicago

11. Basak A, Buban T, Kolodziejczak P (1993) BA as a branching agent for young apple trees in nursery and orchards. Acta Hort. 329: 201–203

12. Bostan M (2010) Influence of crown formation method on development of the apple trees in the nursery. Bull. UASVM Hort. 67 (1): 101-105

13. Buban T (2000) The use of benzyladenine in orchard fruit growing: a mini review. Plant Growth Regu. 32: 381-390

14. Buban T, Faust M (1982) Flower induction in apple trees: Internal control and differentiation, Hort. Rev. 4: 174-203

15. Caglar S, Ilgin M (2009) The effects of benzyladenine applications on branching of Mondial Gala apple nursery trees on MM106 in the first year growth. J. Nat. Sci. 12 (1): 66-70

16. Charles D, Fenton LE, Robert FJr (1985) Induction of lateral branch in tree fruit nursery stock with (Propyl 3- t-Butyl phenoty acetate 9MB 25, 105) and promalin (GA_{4+7}- Benzyladenine), Sci. Hort. 26: 111-118

17. Childers NF, Morris JR, Sibbett GS (1995) Modern fruit science. Horticultural Publications, Gainesville, Florida, 632 pp

18. Clements JM, Autio WR, Cowgil WP (2010) Using heading vs. notching with or without BA application to induce branching in non-feathered, firstleaf apple Trees. Fruit Notes, 75: 7-11

19. Cody CA, Larsen FE, Fritts R Jr (1985) Stimulation of lateral branch development in tree fruit nursery stock with GA_{4+7} + BA, Hort. Sci. 20: 758-759

20. Cody C, Larson FE, Fritts R (1985) Induction of lateral branches in tree fruit nursery stock with Propyl 3-t -butylphenoxy acetate (MB25, 105) and Promalin (GA_{4+7}+ 6-benzyladenine), Sci. Hort. 26: 111-118

21. Constante J (1980) Update on growth regulators, Proc. New Engl. Fruit Meeting, 86: 65

22. Cook NC, Bellstedt DU, Jocobs G (2001) Endogenous cytokinin distribution patterns at budburst in Granny Smith and Breaburn apple shoots in relation to bud growth, Sci. Hort. 87: 53- 63

23. Edgerton LJ (1979) Applications of promalin on red delicious and othvarieties. Proc. New York State Hort. Soc. 124: 35-38

24. Elkner TE, Coston DC (1986) Effect of BA + GA_{4+7}, BA, and daminozide on growth and lateral shoot development in peach. J. Am. Soc. Hort. Sci. 111: 520-524

25. Elfing DC (1984) Factors affecting apple tree response to chemical branch-induction treatment, J. Am. Soc. Hort. Sci. 109: 476–481

26. Elfving DC (1985) Comparison of cytokinin and apical-dominance inhibiting growth regulators for lateral-branch induction in nursery and orchard apple trees, J. Hort. Sci. 60: 447-454

27. Elfving DC, Forshey CG (1976) Growth and fruiting responses of vigorous apple branches to pruning and branch orientation treatments. J. Am. Soc. Hort. Sci. 101: 290-293

28. Elfving DC, Visser DB (2007) Improving the efficacy of cytokinin applications for stimulation of lateral branch development in young sweet cherry trees in the orchard. Hort. Sci. 42: 251-256

29. Ferree DC (1981) Physiological aspects of pruning and training. In: Tukey R Band Williams Wash MW (eds.) Tree Fruit Growth Regulators And Chemical Thinning State. Univ. Coop. Ext. Serv. Pullman, pp 90-104

30. Forshey CG (1982) Branching response of young apple trees to applications of 6-benzylamino purine and gibberellins A_{4+7}, J. Am. Soc. Hort. Sci. 107: 538-541

31. Ganji Moghadam E, Zamanipour M (2012) The effects of heading and benzyladenine applications on branching of sweet cherry (*Prunus avium* L. cvs. 'Siah Mashhad' and 'Dovomras') trees in nursery. African J. Agri. Res. 7(36): 5092-5098

32. Gastol M, Poniedzialek W (2003) Induction of lateral branching in nursery trees, J. Polish Agri. Uni. Hort. 6(2): 1-7

33. Green GM (1991) The advantage of feathered trees for more rapid cropping in apples, Pennsylvania Fruit News. 71(4): 25–28

34. Greene DW, Autio WR, (1990) Vegetative responses of apple trees following benzyladenine and growth regulator sprays, J. Am. Soc. Hort. Sci. 115(3): 400-404

35. Greene DW, Miller P (1988) Effect of growth regulator sprays and notching on growth and branching of starkrimson delicious apple trees, J. Am. Soc. Hort. Sci. 113: 18-23

36. Groene J (1990) Branching of boskoop can be improved, fruittelt, 80 (21): 14-15

37. Gudarowska E, Szewczuk A (2002) Wpływczynnikówagrotechnicznych i bioregulatorów na stopień rozgałezianiajednorocznych i dwuletnich drzewek jabłoni odmian‘Gala’ i ‘Alwa’ na podkładce M. 26//Zeszyty Naukowe Instytutu Sadownictwa I kwiaciarstwa. Skiemiewice. T. l0. pp. 29-37

38. Gudarowska E, Szewczuk A, Deren D (2006) The Influence of the height of pruning of apple trees in a nursery on their quality and yielding. Sci. Works Lith. Instit. Hortic. Lithuanian Univ. Agric. 25(3): 98-103

39. Howrad BH (1987) Propagaton, In: Rom RC and Corlson RF (eds.), Rootstock For Fruit Crops, John wiley, New york, pp. 29-77

40. Hrotko K, Magyar L, Buban T (1996) Improved feathering by benzyladenine application on one years old ‘Idared’ apple trees in the nursery. J. Hort. Sci. 28: 49–53

41. Hrotko KL, Magyar C, Yao and Rónay Z (1997*)* Effect of repeated BA applications on feathering of apple nursery trees. Acta Hort. 463: 169–176

42. Hrotkó K, Magyar L, Öri B (1999) Improved feathering on one-year-old ‘Germersdorfi FL 45’ sweet cherry trees in the nursery, Gartenbauwissenschaft, 64(2): 75–78

43. Jacyna T (1996) Induction of lateral branching in nursery pear and apple trees with plant growth regulators, Fruit Var. J. 50(3): 151-156

44. Jacyna T (2001) Studies on natural and chemically induced branching in temperate fruit and ornamental trees. Rozprawahabilitacyjna, AR Lublin, pp. 45-66

45. Jacyna T, Barnerd J (2008) Modification of branching behavior in apical dominant apple trees with plant growth regulators and their residual effects on tree growth after transplanting, J. Am. Pomo. Soc. 62: 160-172

46. Jacyna T, Lipa T (2008) Induction of lateral shoots in unpruned leaders of young sweet cherry trees. J. Fruit Ornam. Plant Res. 16: 65-73

47. Jacyna T, Puchała A (2004) Application of friendly branch promoting substances to advance sweet cherrytree canopy development in the orchard. J. Fruit Ornam. Plant Res. 12: 177-182

48. Jacyna T, Wood DES, Trappitt SM (1989) Application of paclobutrazol and promalin (BA + GA_{4+7} + BAP) in the training of ‘Bing’ sweet cherry trees, New Zealand, J. Crop Hort. Sci. 17: 41-47

49. Jacyna T, Cristopher JS, Ellersiek R (1994) Increasing branching of landscape

pear trees with promalin and dikegulac-Sodium. J. Environ. Hort. 12 (2): 90–92

50. Jackson JE (1997) Branch induction using hydrogen cyanamide and promalin, Acta. Hort. 451: 679-681

51. Jarassamrit N (1989) Branch induction of spur delicious apple nursery trees. Acta. Hort. 240: 155-158

52. Kabar K (1990) Comparision of kinetin and gibberellic acid effects on seed germination under saline conditions, Phyton, 30(2): 291-298

***53.* Kapłan M, Baryła P (2006)** The Effect of growth regulators on the quality of Two-Year-Old apple trees of 'Šampion' and 'Jonica' cultivars. Acta Sci. Pol. Hortorum Cultus, 5(1): 79-89

54. Keever GJ, Foster WJ, Olive JW, West MS (1993) Increasing 'Bradford' pear crotch angles and lateral shoot counts with benzyladenine or promalin sprays. Hort. Sci. 28(6): 678

55. Koen TB, Jones KM, Oakford MJ (1989) Promoting branching in young trees of apple cv. Red delicious using growth regulators. J. Hort. Sci. 64: 521-525

56. Kopytowski J, Markuszewski B, Gursztyn J (2006) The effect of selected agricultural practices on quality featheres of apple trees. Sci. Works Lith. Instit. Hortic. Lithuanian Univ. Agric. 25(3): 104-112

57. Koshimizu K, Iwamura H (1986) Cytokinins. In: Takahashi N (ed.), Chemistry of Plant Hormones. CRC Press, Florida. pp. 153-159

58. Kviklys D (2004) Apple rootstock effect on the quality of planting material. Acta. Hort. 658(2): 644-646

59. Kviklys D (2006) Induction of feathering of apple planting material. Agronomijas vestis (Latvian J. Agron.), 9: 58-63

60. Lang GA (2001) Intensive sweet cherry orchard systems- rootstocks, vigor, precocity, productivity, and management. Compact Fruit Tree 34(1): 23-26

61. Laszlo C, Tamas B (2004) Improving the feathering of young apple trees in environment friendly way by modified benzyladenine application. J. Fruit Ornamen. Plant Res. 12: 31-38

62. Luckwill LC (1968) The effect of certain growth regulators on growth and apical dominance of young apple trees, J. Hort. Sci. 45: 91-101

63. Magyar L, Hrotko K (2002) Effect of 6-benzyladenine (BA) and gibberellic acid (GA_{4+7}) application on feathering of plum cultivars in nursery. Acta. Hort. 577: 345-349

64. Magyar L, Hrotko K (2005) Effect of BA (6-benzyladenine) and GA_{4+7} on

feathering of sweet cherry cultivars in the nursery. Acta. Hort. 667: 417-422

65. Makarem MM, Abdel-Aziz E, El-Fakharani EM, Khalil BM (1990) Effect of promalin on anna apple grafts, Egypt. J. Appl. Sci. 5(7): 610-623

66. Mika A (1986) Physiological responses of fruit trees to pruning, Hort. Rev. 8: 337-369

67. Mika A, Krawiec A, Krzewinska D (1998) Results of planting systems and density trials with dwarf and semi-dwarf apple tree grafted on malling and Polish rootstock. Hort. Abst. 68: 55-85

68. Miller P (1983) The use of promalin for manipulation of growth and cropping of young sweet cherry trees. J. Hort. Sci. 58: 497-503

***69.* Miller SS, Eldridge BJ (1986)** Use of 6-benzylaminopurine and promalin for improved canopy development in selected apple cultivars, Sci. Hort. 28: 355-368

***70.* Plich H, Hegazia ES (1977)** Introduction of feathers in the first year of growth in the nursery, Fruit Sci. Rep. 4: 11-21

71. Plich H, Jankiewicz LS (1973) Application of gibberellins and cytokinin in crown formation of apple trees. Acta Agrobot. 26: 257-264

72. Plich H, Jankiewicz LS, Borkowska B, Moraszczyk A (1975) Correlation among lateral shoots in young apple trees. Acta. Agrobot. 28: 131-149

73. Poniedziałek W, Porębski S (1995) Wpływ sposobu traktowania okulantów jabłoni i gruszy w szkółce na ich rozgałęzianie i wzrost [Effect of some treatments on the development of lateral shoot on apple trees in the nursery]. Zesz. Nauk. AR Kraków, 302: 59-68 [in Polish]

74. Popenoe J, Barritt BH (1988) Branch induction by growth regulators and leaf removal in 'Delicious' apple nursery stock. Hort. Sci. 23: 859-862

75. Preston AP (1968) Pruning and rootstock as factors in the production of primary branches on apple trees. J. Hort. Sci. 43*:*17-22

76. Quinlan JDI (1980) Recent developments in the chemical control of tree growth, Acta Hort. 114: 144-149

77. Quinlan JD, Preston AP (1978) The use of branching agents to replace hand pruning of young trees of bramley's seedling apple. J. Hort. Sci. 53: 39-43

78. Quinlan JD, Tobutt KR (1990) Manipulating fruit tree structure chemically and genetically for improved performance, Hort. Sci. 25 (1): 60-64

79. Sadowski A, Rybacka I, Jablonski K (2003) Initial growth, yield and fruit quality of Gloster" apple trees, depending on the type of one-year-old nursery trees used for planting, Hort. Veg. Grow. 22 (4): 60-67

80. Sellmer J, Kuhns L (2007) Guide to selecting and specifing nursery stock, Urban and Community Forestry in the Northeast, PP 199-211

81. Sterrett JP, Hopkins PL (1980) Response of apple buds to pressure injection of abscisic acid and cytokinin, J. Am. Soc. Hort. Sci. 105: 917-920

82. Swierczynski S, Stachowiak A, Golcz M (2005) Effect of promalin and foliar fertilizers on the growth of maiden trees of two apple cultivars in a nursery, PL. Rocz. AR Pozn. ccclxx, Ogrodn. 39: 97-102

83. Taemyung Y, Sugon H, Youngjae W (2001) Effect of 6-benzylamino purine on lateral shoot formation in Tsugaru apples trees on seedling the nursery. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 42 (2): 189-192

84. Theron KL, Jacobs G, Strydom DK (1987) Correlative inhibition of axillary buds in apple nursery trees in relation to node position, defoliation, and promalin application, J. Am. Soc. Hort. Sci. 112: 732– 734

85. Theron KI, Steyn WJ, Jacobs G (2000) Induction of proleptic shoot formation on pome fruit nursery, Acta. Hort. 514: 235–243

86. Thomas JC, Katterman FR (1986) Cytokinin activity induced by thidiazuron, Plant physiol. 81: 681-683

87. Tromp J (1992) The effect of soil temperature on lateral shoot formation and flower bud formation in apple in the frost year budding, J. Hort. Sci. 67(6): 787–793

88. Wertheim SJ (1978) Induction of side shoot formation in the fruit tree nursery, Acta. Hort. 80: 49-54

89. Wertheim SJ (1978a) Induction of side-shoot formation in the fruit tree nursery. Acta Hort. 80: 49-54

90. Wertheim SJ (1978b) Manual and chemical induction of side shoot formation in apple trees in nursery, Sci. Hort. 9: 337-345

91. Wertheim SJ (1986) The branching promoters promalin and M&B25, 105, The results of trials in 1983-1985, Fruittlet, 76: 665-667

92. Wertheim SJ (1989) Preliminary results of trials with dwarfing apple and pear rootstocks, Volumen, 243: 59-70

93. Wertheim SJ, Estabrooks EN (1994) Effect of repeated sprays of 6-benzyladenine on the formation of sylleptic shoots in apple in the fruit-tree nursery, Can. Sci. Hort. 60: 31-39

94. Williams MW, Stahly EA (1968) Effect of cytokinins on apple shoot development from axillary buds. Hort. Sci. 3(2): 68-69

95. Williams MW, Billingsley HD (1970) Increasing the number and crotch angles of primary branches of apple trees with cytokinins and gibberellic acid. J. Am. Soc. Hort. Sci. 95: 649- 651

96. Wilson SJ, Jarassamrit N (1994) Nursery factors influencing lateral shoot development in a spur type apple cultivar. Sci. Hort. 56: 207-215

97. Van oosten HJ (1978) Effect of initial tree quality on yield, Acta. Hort. 65: 123-127

98. Van staden J, Crouch NR (1996) Benzyladenine and derivatives- their significance in plants. Plant Growth Regul. 19: 153-175

99. Veinbrants N, Miller P (1981) Promalin promotes lateral shoot development of young cherry trees. Aust. J. Exp. Agric. Husb. 21: 618-622

100. Yildirim NA, Koyuncu F, San B, Kacal E (2010) The effect of promalin and heading treatment on lateral shoot formation in pear nursery trees. J. Nat. App. Sci. 14: 32-37

101. Zamanipour M, Ganji Moghadam E, Asgharzade A (2012) The effects of heading and benzyladenine applications on branching of apple (*Malus domestica* L. cvs. 'Red delicious' and 'Golden delicious') trees in nursery. African J. Agri. Res. 7(30): 4297-4304