Journal of Medicinal Plants Biotechnology
JMPB

Review Article

# A review on effective substances and tissue culture in Artichoke (*Cynara scolymus* L.) as modern important medicinal plant

***Ali Mohammadkhani*** [*1] ***Bahram Maleki Zanjani*** [2] ***Ali Ammarellou*** [3]
1. Faculty of Agriculture, University of Zanjan, Zanjan, Iran.
2. Research Institute of Modern Biological Techniques, University of Zanjan, Zanjan, Iran

ARTICLEINFO

**Article history**

Submitted: 2022-11-3
Revised: 2022-11-23
Accepted: 2023-1-5

**KEYWORDS**

Tissue culture, Artichoke, Cynarin, Polyphenols, Secondary metabolites.

**ABSTRACT**

Artichoke medicinal plant (*Cynara scolymus* L.) is a herbaceous, diploid, and perennial plant. This plant is native to the Mediterranean region and belongs to the Asteraceae family. Artichoke is rich in polyphenols, flavonoids, anthocyanins, phenolic compounds, inulin, coumarins, terpenes, dietary fibre, enzymes, polysaccharides, minerals, and vitamins. This plant has a special importance among modern medicinal plants due to its antioxidant and hepatoprotective effects. Its most effective ingredient can be related to polyphenols, which are mainly composed of mono and dicaffeoylquinic acids and flavonoids. The first research related to tissue culture in this plant dates back to 1973. The first reports of secondary metabolites in this plant were on cynaropicrin, which was recorded by Suchy et al. in 1960. Optimizing different physical conditions such as temperature, aeration, light, stirring, and chemical factors (such as adding growth regulators and precursors to culture media) for the laboratory production of these active compounds has been described in previous researches related to this plant. In addition, the culture of transformed hairy roots caused by the inoculation of Agrobacterium rhizogenes has been discussed as an important technique in maximizing the production of secondary metabolites in laboratory conditions based on published reports. In this study, a general overview of the history and time trend of tissue culture research has been made, and the problems, achievements, and findings of the world's researchers reports have been collected in the field of Artichoke medicinal plant biotechnology.

* Corresponding author: ***Ali Mohammadkhani***
✉ E-mail: *mohammadkhaniali1364@gmail.com*
Journal homepage: ***jmpb.znu.ac.ir***

مجله زیست فناوری گیاهان دارویی
JMPB

مقاله مروری

# مروری بر مواد موثره و پیشینه کشت بافت در گیاه دارویی آرتیشو (*Cynara scolymus* L.)

علی محمدخانی [1] بهرام ملکی زنجانی [2] علی عمارلو [3]

۱. دانشجوی دکتری رشته بیوتکنولوژی کشاورزی دانشگاه زنجان
۲. دانشیار دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان
۳. دانشیار پژوهشکده فناوریهای نوین زیستی دانشگاه زنجان

**اطلاعات مقاله**

**تاریخچه مقاله**

**دریافت:** ۱۲-۸-۱۴۰۱
**بازنگری:** ۲-۹-۱۴۰۱
**پذیرش:** ۱۵-۱۰-۱۴۰۱

## چکیده

گیاه دارویی آرتیشو یا کنگرفرنگی (*Cynara scolymus* L.) گیاهی علفی، دیپلوئید و چند ساله است. این گیاه بومی حوزه‌ی مدیترانه و متعلق به خانواده کاسنیان (Asteraceae) می‌باشد. کنگرفرنگی سرشار از پلی‌فنل‌ها، فلاونوئیدها، آنتوسیانین‌ها، ترکیبات فنلی، اینولین، کومارین‌ها، ترپن‌ها، فیبر رژیمی، آنزیم¬ها، پلی ساکاریدها، مواد معدنی و ویتامین‌ها است. این گیاه به دلیل اثرات آنتی‌اکسیدانی و محافظت کبدی اهمیت خاصی در بین گیاهان دارویی جدید دارد. بیشترین ماده مؤثره آن می‌تواند مربوط به پلی‌فنل‌ها باشد که عمدتاً از اسیدهای مونو و دیکافئویل کوئینیک و فلاونوئیدها تشکیل شده است. اولین تحقیقات مرتبط با کشت بافت در این گیاه به سال ۱۹۷۳ برمی‌گردد. همچنین اولین گزارشات از متابولیت‌های ثانویه در این گیاه روی سیناروپیکرین در سال ۱۹۶۰ توسط Suchy و همکارانش ثبت شده است. بهینه‌سازی شرایط فیزیکی مختلف مانند دما، هوادهی، نور، همزدن و عوامل شیمیایی (مثل افزودن تنظیم‌کننده‌های رشد و پیش‌سازها به محیط‌های کشت) برای تولید آزمایشگاهی این ترکیبات فعال در پژوهش‌های قبلی مربوط به این گیاه شرح داده شده است. علاوه بر این، کشت ریشه‌های موئین تغییر شکل یافته ناشی از تلقیح با *Agrobacterium rhizogenes* به‌عنوان تکنیک مهمی در به حداکثر رساندن تولید متابولیت‌های ثانویه در شرایط آزمایشگاهی در پژوهش‌های منتشر شده محققین مورد بحث قرار گرفته است. در این پژوهش، مروری کلی بر تاریخچه و روند زمانی و پیشینه تحقیقات کشت بافت صورت گرفته و مشکلات، ره‌آوردها و یافته‌های محققین جهان در حوزه زیست فناوری گیاه دارویی آرتیشو گردآوری گردیده است.

**واژگان کلیدی:**

کشت بافت، پلی‌فنل، سینارین، کنگرفرنگی، متابولیت‌های ثانویه

*نویسنده مسئول: **علی محمدخانی**

✉ E-mail: *mohammadkhaniali1364@gmail.com*
Journal homepage: ***jmpb.znu.ac.ir***

## مقدمه

*Cynara* جنس کوچکی از خانواده کاسنیان (Asteraceae) با هشت گونه و چهار زیرگونه از جمله خارمریم (*Cynara cardunculus* L.) است که همگی بومی منطقه مدیترانه هستند (Acquadro et al., 2017; Curci et al., 2015). خارمریم دارای سه گونه گیاهی است: کنگرفرنگی (*C. cardunculus* L. *var. scolymus*)، خار مرکب یا برگدار (*C. cardunculus* L. var. altilis) و خار وحشی (*C. cardunculus* L. var. sylvestris) (Defalco *et al.*, 2005; Zayed et al., 2020).

کنگرفرنگی بومی حوضه مدیترانه‌ای است و با انواع خاک و شرایط آب و هوایی سازگار ا ست (Zayed *et al.*, 2020). کنگرفرنگی دارای ساقه سفید، بزرگ، نیزه‌ای شکل، گوشتی، سبز روشن، برگ‌های بالغ و ظاهری صدف‌دار است (Barros *et al.*, 2020). طول برگ‌ها ۵۰ تا ۲۰۰ سانتی‌متر است و ارتفاع گیاه به ۱۵۰ تا ۱۸۰ سانتی‌متر می‌رسد (Mathias *et al.*, 2019). گل‌ها درشت، به رنگ آبی مایل به بنفش و شبیه مخروط‌های کاج کوچک هستند و ۷ تا ۱۰ سانتی‌متر قطر دارند. آن‌ها گل‌آذین را از شاخه-های داخلی تشکیل می‌دهند (Lopez *et al.*, 2005) که شامل سبک‌ها و کلاله‌ها (Gostin *et al.*, 2019; Sousa *et al.*, 2002)، پایین یا قلب قسمت خوراکی گیاه است (Defalco et *al.*, 2005 ; Lopez *et al.*, 2005).

## زراعت و تکثیر کنگرفرنگی

آرتیشو را می‌توان در یک چرخه چند ساله یا سالانه کشت کرد که اولین روشی می‌باشد که در سطح جهانی گسترده است (شکل ۱). در مناطق سنتی تولید کنگرفرنگی، برای برآوردن نیازهای مصرف‌کنندگان، کشاورزان باید از نهاده‌های کشاورزی زیادی برای بهبود عملکرد و کیفیت محصول استفاده کنند. این امر به دلیل تمایز روش های تکثیر مؤثر بر زودرسی و کیفیت امکان‌پذیر است. ارقام تکثیر شده بذر به دلیل طولانی شدن مرحله جوانه‌زنی همیشه دیرتر ازدیاد می‌یابند (Macua *et al.*, 2011).

**شکل ۱- منظره ای از مزرعه کنگر فرنگی در مرحله گلدهی. مزرعه تحقیقاتی پژوهشکده فناوریهای نوین زیستی دانشگاه زنجان. تابستان ۱۴۰۳ . (محمدخانی و همکاران،۱۴۰۳).**

رشد از نهال حتی در مناطقی با دوره پوشش گیاهی کوتاه امکان دستیابی به عملکرد بالا را می‌دهد (Sałata *et al.*,2012). انعطاف پذیری در روش‌های تکثیر همراه با طیف و سیع‌تری از ارقام و هیبریدهای تکثیر شده بذری و نیز تکنیک‌های رشد مدرن، مناطق جدیدی را برای تولید کنگرفرنگی ایجاد کرد.

تکثیر رویشی با استفاده از انشعابات در عمل رایج‌ترین روش است و به دنبال آن از شاخه‌های زیرزمینی با جوانه‌های رأسی و جانبی که در ایتالیا ovoli نامیده می‌شوند، تکثیر می‌شود (Morello *et al.*, 2005). در ایالات متحده آمریکا و برخی از مناطق فرانسه، مواد تکثیر پایه به صورت مکانیکی به چندین قسمت تقسیم می‌شوند که حاوی جوانه‌های جانبی است که از آن گیاهان جدید رشد می‌کنند. یک روش معمول در فرانسه، اسپانیا و ایتالیا کاشت شاخه‌های جانبی با رشد کامل است. در عین حال، در بیشتر مناطق ایتالیا، کاشت شاخه‌های جانبی با جوانه‌هایی که هنوز در حالت خاموش هستند، رایج است. در محصولات چند ساله تجاری، بسته به سرعت رشد گیاه، پایه‌ها تقسیم و هر ۵-۱۰ سال یک‌بار قلمه زده می‌شوند (Ryder *et al.*, 1983; Garcia *et al.*, 2005; Smith *et al.*, 2008).

برای چندین سال، یکی از عوامل محدودکننده کشت گسترده محصولات سالانه کنگرفرنگی، فقدان گونه‌های مناسب برای یک چرخه سالانه بود که عملکرد و کیفیت متعادل طبق ها را تضمین کند (Virdis *et al.*, 2014).

با توجه به مضرات پاتولوژ یک و اقتصادی روش تکثیر رویشی، برنامه‌های اصلاحی کنگرفرنگی کره‌ای ایتالیایی، تلاش‌هایی را برای ایجاد ارقام بالقوه تکثیر بذر انجام می‌دهند. (Pagnotta *et al.*, 2016). در سال ۲۰۰۷، در پروژه ایتالیا و ایالات متحده آمریکا با هدف ایجاد دانه‌های هیبریدی تجاری کنگرفرنگی از طریق استفاده از

نرعقیمی آغاز شد (Rey *et al.*, 2016). حدود ۳۰ مورد از ۵۰۰ تلاقی برای صفات زراعی و مورفولوژیکی و یکنواختی مورد آزمایش قرار گرفتند که برخی از آنها ثبت شدند. یکنواختی هیبرید به عنوان مهمترین ویژگی برای صفات کیفی و مورفولوژیکی شناخته شد. در میان هیبریدهای جدید، Opal F1 و Madrigal F1 به دلیل عملکرد بالا و محتوای پلی فنل کل کم، بهترین سر با کیفیت را برای تولید صنعتی و فرآوری این گیاه ارائه کردند. هیبرید Tempo F1 منبع احتمالی آنتی-اکسیدان‌های طبیعی برای صنایع غذایی و دارویی است (Bonasia *et al.*, 2010).

## ترکیبات زیستی فعال

قسمت خوراکی کنگرفرنگی، گل‌آذین است. سر گلی که در بالای ساقه اصلی و روی شاخه‌های جانبی تشکیل شده است و دارای براکت های نامطلوب است. یک قاعده گوشتی به نام قلب منبع طبیعی مواد معدنی، فیبر، اینولین و پلی فنول با محتوای چربی بسیار کم می‌باشد (Mauro *et al.*, 2015) و انواع آن منبعی غنی از طیف وسیعی از ترکیبات فعال زیستی هستند و ترکیبات شیمیایی نیز در بین طبقات مختلف کاملاً متغیر است (Lattanzio *et al.*, 2009; Pandino *et al.*, 2011). کنگرفرنگی را می‌توان به عنوان یک غذای کاربردی یا مغذی در نظر گرفت زیرا حاوی ترکیبات گیاهی فعال زیستی مانند پلی‌فنل‌ها (اسیدهای فنولیک، کلروژنیک، کافئیک، دیکافئویل کوینیک و اسید های فرولیک)، فلاون‌ها (اپیژنین و لوتئولین) و گلیکوزید های آن ها (Apigenin-Gluteolin-7-Opi)، سینروسید، آنتوسیانین‌ها (سیانیدین ۳،۵-دی گلوکوزید، سیانیدین ۳-گلوکوزید، سیانیدین ۳،۵-مالونیل دی گلوکوزید، سیانیدین ۳-(۳ اینچ مالونیل) گلوکوزید و سیانیدین ۳- 6اینچ-مالونیل-گلوکوزید)، ترپنوئیدها، سسکوئی و تری ترپن‌ها)، اسیدهای چرب اشباع (پالمتیک و استئاریک) و غیر اشباع (لینولئیک و اسید اولئیک)، پلیمرهای کربوهیدرات (اینولین و پکتین)، اندوپپتیدازهای آسپارتیک (EC 3.4.23)، کاردوسین‌ها/

سیپرو سینور سیناراز (کاردو سین A و B، سی ناراز A، B و C)، پلی‌فنل اکسیداز (EC 1.14.18.1) و پراکسیداز (EC 1.11.1.7)، مواد معدنی و ویتامین‌ها (ویتامین C، فولات، بیوتین، نیاسین و پیریدوکسین) می‌باشد (Lombardo *et al.*, 2018; Frutos *et al.*, 2019). در میان دیگر موارد با مزایای بالقوه برای سلامتی (Gul *et al.*, 2016; Gutierrez *et al.*, 2018)، فعالیت‌های بیولوژیکی شامل فعالیت‌های کاهش‌دهنده چربی، آنتی‌اکسیدانی، ضد التهابی (Pagano *et al.*, 2016; Romain *et al.*, 2018)، محافظت از کبد، محافظت از قلب، ضد سرطان، ضد میکروبی و فعالیت‌های ضد HIV است (Gostin *et al.*, 2019; Defalco *et al.*, 2005). این مقاله مروری بر ادبیات کنگرفرنگی (*C. cardunculus* L.)، ترکیبات فیتوشیمیایی، زیست فعالی و کاربردهای صنعتی آن، و همچنین جمع‌آوری روش‌های استخراج، خالص سازی و غلظت آنزیم‌های موجود در کنگر فرنگی را ارائه می‌کند.

کنگر کره‌ای به دلیل طعم تلخ دلپذیرش که بیشتر ناشی از یک ماده شیمیایی گیاهی به نام سینارین موجود در قسمت‌های سبز گیاه است، محبوب می‌باشد. سینارین (۱،۳- O dicaffeoylquinic acid) یکی از اصلی‌ترین مواد شیمیایی فعال زیستی کنگرفرنگی است. بیشترین غلظت آن در برگ‌های گیاه وجود دارد و به همین دلیل عصاره برگ بیشتر در طب گیاهی استفاده می‌شود. ترکیب فنلی ارزش دارویی دارد زیرا دارای خواص ضد هپاتیت، کلرتیک، ادرارآور، هیپوکلسترولمی و ضد چربی است. سایر مواد شیمیایی فعال مستند شامل فلاونوئیدها، سسکوی ترپن لاکتون‌ها، پلی‌فنل‌ها و سایر اسیدهای کافئویل کوینیک هستند (Fratianni *et al.*, 2007; Sharaf-Eldin *et al.*, 2007; Lombardo *et al.*, 2010).

به گفته لومباردو و همکاران (۲۰۰۹) بیشترین مقدار پلی‌فنل کل، بدون در نظر گرفتن ژنوتیپ گیاه به ساقه و کاسبرگ مربوط می‌شود. علاوه بر این، سنتز این ترکیبات در براکت های درونی بیشتر از بیرونی است (Pandino *et al.*, 2012).

Shinohara *et al*. (2011) نشان داد که محتوای فنلی کل به میزان بالایی به محتوای آب در خاک وابسته است و با کمبود آن به شدت افزایش می‌یابد.

در جنس Cynara، ترکیبات فنلی عمدتاً متعلق به کلاس‌های کافئوئیلکینیک اسیدها و فلاونوئیدها هستند (Silva PBC., 2021). فنل های کنگرفرنگی توانایی تعدیل آنتی‌اکسیدان‌های سلولی و چندین مسیر آنزیمی مهم را دارند (Defalco *et al*., 2005). بنابراین، کنگرفرنگی قادر به کاهش پراکسیداسیون لیپیدی، تشکیل گونه های اکسیژن فعال (ROS)، اکسیداسیون پروتئین و فعالیت گلوتاتیون پراکسیداز (GSH-Px) می‌باشد (Rangboo *et al*., 2016; Youssef *et al*., 2017).

## خواص دارویی کنگرفرنگی

اثرات مفید و ارتقاءدهنده سلامتی کنگرفرنگی و استفاده از آن در درمان بیماری های قلبی عروقی، پیامد این فعالیت‌ها است. فعالیت کم خونی ناشی از وجود لوتئولین است که ۳هیدروکسی-۳ متیل گلوتاریل-کوآردوکتاز (HMG-Thutesisolhi) وابسته به انسولین را مسدود می‌کند (Rahimuddin *et al*., 2007). مقدار کل لوتئولین در سرهای سوم به طور قابل توجهی بیشتر از سرهای ثانویه یا اصلی است. تنوع ژنتیکی در بین ارقام بر محتوای مشتقات لوتئولین در راسته های کاپیتولوم گل تأثیر می‌گذارد (Gimenez *et al*.,2021). یک دسته مهم از پلی‌فنل‌های طبیعی در کنگرفرنگی فلاونوئیدها هستند که به زیر کلاس هایی مانند فلاونول ها، فلاون‌ها، فلاونون‌ها و فلاوانول‌ها تقسیم می‌شوند. مهم‌ترین فلاون‌ها آپیژنین، لوتئولین، آپیژنین-۷-O-β-D-گلوکوپیرانوزید، آپیژنین-۷-O-روتینوزید، لوتئولین-۷-O-گلوکوزید یا سیناروسید و لوتئولین-۷-روتینوزید هستند (Zhu *et al*., 2004). فلاون‌ها و گلیکوزیدهای آن‌ها مسئول خواص آنتی‌اکسیدانی (Wang *et al*., 2003) و ضد التهابی (Ben salem *et al*., 2017) و همچنین کاهش کلسترول تام (LDL) و تری گلیسیرید (Sahebkar *et al*., 2018) هستند. ده فلاونوئید متعلق به خانواده فلاون ها (مشتق شده از

آپیژنین و لوتئولین) از کنگرفرنگی Tudela شناسایی و کمی‌سازی شده‌اند (Dominguez *et al.*, 2021).

## زیست فناوری و کشت بافت کنگرفرنگی

کشت در شرایط درون شیشه برای به دست آوردن گیاهان عاری از بیماری و تکثیر سریع کلون‌های جدید استفاده می‌شود. یکی از روش های مرسوم کشت بافت ریزازدیادی است که برای تکثیر سریع رویشی در شرایط آزمایشگاهی به خصوص در گیاهان زینتی، گیاهان زراعی و درختان میوه کاربرد دارد. اهمیت تجاری کشت بافت گیاهی در سال‌های اخیر افزایش یافته است و به طور قابل توجهی به بهبود محصول با توجه به حذف بیماری کمک می‌کند (Pandino *et al.*, 2017). ریزازد یادی کنگرفرنگی یک روش جایگزین برای تولید مواد رویشی سالم، با کیفیت و یکنواخت در مقیاس بزرگ است (شکل ۲ و ۳). استفاده از تکثیر کنگرفرنگی در شرایط آزمایشگاهی به عنوان راهی برای بهبود سرعت تکثیر آن، در چندین مطالعه با تمرکز بر ترکیب محیط، تنظیم‌کننده‌های رشد، ژنوتیپ‌ها و نوع ریزنمونه‌ها گزارش شده است (Tavazza *et al.*, 2004; Elia *et al.*, 2007; Grando *et al.*, 2011; Iapichino, 2013).

**شکل-۲) نمونه ای از روش ریزازدیادی در آرتیشو. (محمدخانی و همکاران،۱۴۰۳).**

لئو و گرکو (۱۹۷۳) اولین کسانی بودند که این تکنیک را برای کنگرفرنگی به کار گرفتند و شرایط کشت مناسبی را برای تکثیر سریع قسمت‌های گل ایجاد کردند. از آن زمان، گزارش‌های متعددی در مورد استفاده از بافت‌های مختلف گیاهی و به‌ویژه سرشاخه‌ها برای تولید گنگرفرنگی همگن و عاری از بیماری منتشر شده است (Frau *et al.*, 2004). ثابت شده است که ریزازدیادی یک تکنیک معتبر به ویژه برای تکثیر ارقام بهاره گیاه آرتیشو (Saccardo *et al.*, 2007) می‌باشد. کلون‌های به‌دست‌آمده از این طریق عملکرد

میدانی بهبود یافته‌ای را برای صفات کیفی و کمی نشان داده‌اند. علاوه بر این، استفاده از روش ریزازدیادی، منجر به تغییر کشت کنگرفرنگی از چند ساله به یک ساله شده است (Saccardo and Ancora 1984). ترکیب محیط کشت بافت گیاهی باید تمام نیازهای رشد سلولی را تامین کند و بسته به نوع بافت گیاهی یا سلول مورد استفاده می‌تواند متفاوت باشد. به عنوان مثال یک محیط کشت مناسب حاوی نمک های معدنی (عناصر میکرو و ماکرو)، ویتامین ها، مکمل های آلی، تنظیم‌کننده‌های رشد، منبع کربن و یک ماده جامدکننده (مانند آگار) می‌باشد Murashige and Skoog (MS), 1962)). این محیط کشت بیشترین کاربرد را برای تکثیر در شرایط آزمایشگاهی بسیاری از گونه های گیاهی دارد. برخی محیط ها برای بافت ها و اندام های خاص ابداع شده‌اند. تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی نقش اساسی در تعیین مسیر رشد سلول‌ها و بافت‌های گیاهی در شرایط آزمایشگاهی دارند. فرایند کشت بافت روش مناسبی برای امکان تولید کنترل شده بسیاری از متابولیت‌های ثانویه مفید را فراهم می‌سازد (Filova, 2014). مطالعات صورت پذیرفته نشان می‌دهد که غلظت سینارین در گیاه کنگرفرنگی در شرایط درون شیشه بیشتر از کشت خاکی است. سرعت تکثیر سریع‌تر و چرخه بیوسنتزی کوتاه‌تر کشت‌های سلولی و اندام منجر به افزایش سرعت متابولیسم در مقایسه با گیاهان کشت‌شده در مزرعه می‌شود (Rao and Ravishankar, 2002). تولید اجزای طبیعی مفید گیاهان به روش‌های مرسوم (کشت در فضای باز) با مشکلات متعددی مواجه است. تولید فصلی، نرخ پایین تکثیر، ناهمگونی گیاه، بیماری‌ها، حمل و نقل و ذخیره‌سازی ضعیف مانع از ارائه محصول با کیفیت برای کارخانه های داروسازی می‌شود (**Bekheet *et al.*, 2018; Pecaut *et al.*, 1983**). در واقع شرایط کشت ازجمله نور، دما، رطوبت و محلول غذایی می‌تواند تأثیر فراوانی بر سطح کلروفیل، فعالیت‌های آنزیمی و غلظت متابولیت های ثانویه داشته باشد و چون امکان کنترل این شرایط در وضعیت کشت درون شیشه راحت‌تر است لذا نسبت به شرایط کشت خاکی این امید را به محققان

می‌دهد که نتایج بهتری در خصوص افزایش غلظت و بهره‌وری سینارین در گیاه کنگرفرنگی داشته باشد (Bekheet *et al.*, 2014). با توجه به اهمیت گیاه دارویی آرتیشو یا کنگرفرنگی از نظر داشتن متابولیت‌های ثانویه فعال و مؤثر در حوزه غذا و دارو و همچنین از آنجایی که بیشتر ارقام کنگرفرنگی به شدت هتروزیگوت هستند، نگهداری ژرم‌پلاسم کنگرفرنگی به شکل بذر محدود است. استفاده از ابزار های بیوتکنولوژی، یعنی کشت بافت گیاهی و تکنیک بیولوژی مولکولی می‌تواند روش های قابل اعتمادی را برای حمایت از بهره‌برداری و حفاظت از تنوع زیستی کنگرفرنگی ارائه دهد (Bekheet and Sota, 2018).

جوشقانی و همکاران (۱۳۹۳) در مطالعه‌ای، تجمع اسید کافئیک و اسید کلروژنیک بخش های مختلف کالوس کنگرفرنگی در شرایط آزمایشگاهی در محیط های MS، SH و B5 را مورد بررسی قرار دادند. بر اساس نتایج، تجمع اسید کافئیک از نظر آماری تفاوتی ($\alpha > ۰/۰۵$) در محیط‌های مختلف نداشت، اما حداکثر میزان تجمع اسید کلروژنیک بین محیط‌های مختلف در محیط SH حاوی ۰/۷۵ میلی‌گرم در لیتر 2,4-D گزارش شد و با ریزنمونه برگ در تمامی محیط های کشت کالوس‌زایی مربوط به وجود 2,4-D بود. در محیط‌های بدون هورمون تشکیل کالوس مشاهده نشد.

**شکل ۳) تصویر کالوس تولیدی از گیاه آرتیشو. (محمدخانی و همکاران،۱۴۰۳).**

بکیت و همکاران (۲۰۱۸) طی مطالعه‌ای به بررسی تولید ترکیبات فنلی، سینارین و سیلیمارین از گیاهان کنگرفرنگی و خارمریم در شرایط درون‌شیشه پرداختند. مریستم رأس ساقه دو گونه گیاهی از جوانه‌های رشد یافته در شرایط آزمایشگاهی جداسازی شد. نتایج نشان داد که کاربرد محیط کشت MS در ترکیب با ۵ میلی‌گرم در لیتر NAA، ۲ میلی‌گرم در لیتر سیتوکنین کاینتین ($CK_S$) و ۰/۱ میلی‌گرم در لیتر جیبرلیک اسید ($GA_3$) به همراه مصرف ۳ میلی‌گرم

در لیتر پیکلورام سبب افزایش کالوس‌زایی در هر دو گیاه کنگرفرنگی و خارمریم شد. همچنین، تجمع سینارین و سیلیمارین با افزودن کیتوزان و متیل جاسمونات مورد بررسی قرارگرفت. مشخص شد که کاربرد کیتوزان و متیل جاسمونات در محیط کشت به ترتیب سینارین و سیلیمارین را در کشت کالوس کنگرفرنگی و خارمریم افزایش داد. متیل جاسمونات در مقایسه با کیتوزان تأثیر مثبت بیشتری بر محتوای ترکیبات مورد نظر داشت.

عبداله و همکاران (۲۰۲۰) به مطالعه امکان بهینه‌سازی کشت بافت سه رقم (آلبا، فوزا و بلدی) کنگرفرنگی پرداختند. در این مطالعه از ۴۰۰ میلی‌گرم در لیتر جیبرلیک اسید جهت رفع خواب غده‌های کنگرفرنگی استفاده شد و ریزنمونه‌ها در محیط کشت یک‌دوم MS در ترکیب با ۶۲/۵ میلی‌گرم در لیتر سفوتاکسیم (به عنوان آنتی‌بیوتیک) و هورمون‌های رشد (BA، Kt، IBA و NAA) کشت گردید. بهترین نتایج تکثیر شاخساره در محیط کشت کامل MS حاوی ۱ میلی‌گرم در لیتر BA، ۰/۱ میلی‌گرم در لیتر NAA و ۵۰ میلی‌گرم در لیتر نانوسلنیوم حاصل شد. ساقه‌چه‌های حاصل از کشت بافت به‌طور مؤثری در محیط یک‌دوم MS در ترکیب با ۲ میلی‌گرم در لیتر IBA، ۰/۱ میلی‌گرم در لیتر NAA و ۰/۵ میلی‌گرم در لیتر KT ریشه‌دار شدند.

بولانی و همکاران (۲۰۱۲) در پژوهشی به بررسی ریز ازدیادی گیاه کنگرفرنگی در شرایط درون شیشه پرداختند. نتایج این محققان نشان داد که یک پروتکل کارآمد برای تکثیر آزمایشگاهی کنگرفرنگی با استفاده از جوانه‌های مشتق شده از جنین توسعه داده شده بود. راندمان باززایی بالا (۷/۵۶ جوانه / ریزنمونه) با جوانه‌های جانبی در محیط کشت حاوی ۱ میلی‌گرم در لیتر کینتین و۰/۱ میلی‌گرم در لیتر NAA پس از حذف جوانه‌ها، برگ‌ها و ریشه‌های آپیکال به دست آمد. کاهش شدت نور از ۴۰ به ۲۰ ($\mu E.m^{-2}.s$) و کاهش تراکم ریزنمونه از ۶-۷ به ۳-۴ جوانه در ۱۳۲ سانتی‌متر مربع از محیط کشت، سرعت تکثیر را دو برابر افزایش داد.

مورائس و همکاران (۲۰۱۰) طی پژوهشی به بررسی جوانه‌زنی بذرهای

کنگرفرنگی در شرایط درون شیشه پرداختند. این مطالعه در قالب سه آزمایش صورت پذیرفت که شامل تیمار (خراش فیزیکی بذرها و بدون خراش‌دهی)، شرایط روشنایی (نور و تاریکی) و استفاده از دو نوع محیط کشت ۱/۲ و کامل MS با ترکیبات جامدکننده و اسیدیته یکسان (pH=5/6) انجام پذیرفت. نتایج نشان داد که تیمار خراش فیزیکی بذر امکان به دست‌آوردن بوته های سالم کنگرفرنگی را در مدت زمان کوتاه (هفت روز) برای استفاده به عنوان منبع ریزنمونه جهت جوانه‌زنی بذر(در حدود ۷۷/۵ درصد) فراهم می‌کند. همچنین امکان جوانه‌زنی بذر کنگرفرنگی در شرایط تاریکی و در هر دو محیط کشت کامل و یک‌دوم MS وجود دارد. در قالب پایاننامه کارشناسی ارشد، اخیرا پاسخ بخشهای مختلف گیاه آرتیشو به شرایط هورمونی محیط کشت، مورد مطالعه قرار گرفته است (محمدخانی و همکاران، ۱۴۰۳).

## نتیجه‌گیری

مطالعات انجام شده در زمینه گیاه دارویی کنگرفرنگی سابقه ۶۴ ساله دارد. قابل ذکر است که این مطالعات در ایران تاکنون محدود بوده و پژوهش های چندانی صورت نگرفته است. انتخاب این گونه گیاهی و مطالعه روی آن از نظر ریزازدیادی، کشت در شرایط درون شیشه، تأثیر شرایط کشت (درون شیشه، هورمون‌های مصرفی، نور، مواد مغذی و نوع ریزنمونه) و تأثیر آن‌ها بر غلظت متابولیت‌های ثانویه در جهان در حال انجام می‌باشد. یادآور می‌شویم که سینارین ماده مؤثره موجود در این گیاه می‌باشد و پژوهشگران برای افزایش این ماده و سایر متابولیت‌های ثانویه این گیاه از محیط‌های کشت با مواد مختلف (هورمون ها و سایر مواد و شرایط کشت) و همین‌طور تکنیک‌های مختلفی استفاده کرده‌اند. همچنین، جهت بهینه سازی شرایط کشت ارقام مختلف این گیاه پژوهش‌هایی در سطح جهان انجام شده است. تکثیر این گیاه از طریق ریزازدیادی باعث تغییر این گیاه از چند ساله به یکساله شده است. کشت مریستم رأسی و جوانه‌های انتهایی در درون شیشه باعث تولید گیاهان عاری از ویروس شد. همچنین مشخص شد که استفاده از کیتوزان و

متیل جاسمونات در محیط کشت، ترکیب سینارین را در کشت کالوس کنگرفرنگی افزایش می‌دهد.

## منابع


- محمد خانی،ع. ملکی،ب و عمارلو،ع. (۱۴۰۳). ریزازدیادی و تولید متابولیت های ثانویه در گیاه دارویی آرتیشو. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه زنجان.
- Abdalla, N. A. (2020). Micropropagation of Jerusalem Artichoke *(Helianthus tuberosus* L.) Plant (Doctoral dissertation, Department of Horticulture Faculty of Agriculture, Ain Shams University).
- Acquadro A, Barchi L, Portis E, Mangino G, Valentino D, Mauromicale G, Lanteri S. Genome (2017). Reconstruction in *Cynara cardunculus* taxa gains access to chromosome-scale DNA variation. Sci Rep. 7(1):5617.
- Barros D de M, Oliveira PG de, Moura DF de, Silva JHL da, Rocha TA, Oliveira GB de, *et al*. (2020). Artichoke properties with emphasis on nutritional composition. Braz J Develop. 6(7):43449–58 (in Portuguese).
- Bekheet, S. (2011). In vitro biomass production of liverprotective compounds from Globe artichoke (*Cynara scolymus* L.) and Milk thistle (Silybum marianum) plants. Emirates Journal of Food and Agriculture. 23: 473.
- Ben Salem M, Affes H, Athmouni K, Ksouda K, Dhouibi R, Sahnoun Z, *et al*. (2017). Chemicals compositions, antioxidant and anti-inflammatory activity of *Cynara scolymus* leaves extracts, and analysis of major bioactive polyphenols by HPLC. Evid Based Complement Altern Med. 4951937.
- Boullani, R., Elmoslih, A., El Finti, A., El Mousadik, A., and Serghini, M. A. (2012). Improved in vitro micropropagation of artichoke (*Cynara cardunculus* L.var. scolymus L.). European Journal of Scientific Research, 80(4): 430-436.
- Bonasia A, Conversa G, Lazzizera C, Gambacorta G, Elia A, ( 2010). Morphological and

alcachofra. Horticultura Brasileira, 28: 64-69.
- Domínguez-Fernández M, Ludwig IA, De Peña MP, Cid C. (2021) Bioaccessibility of Tudela artichoke (*Cynara scolymus* cv. Blanca de Tudela) (poly)phenols: The effects of heat treatment, simulated gastrointestinal digestion and human colonic microbiota. Food Funct. 12(5):1996–2011.
- Elia A, Conversa G, Montervino C, Di Brita S, Lotti C. (2006). Micropropagation of the Artichoke cultivar Violet du Provence. Acta Hortic 730:127–134
- Filova, A. ( 2014). Production of secondary metabolities in plant tissue cultures. Research Journal of Agricultural Science, 46:31-38
- Fratianni F, Tucci M, De Palma M, Pepe R, Nazzaro F, (2007). Polyphenolic composition in different parts of some cultivars of globe artichoke (*Cynara cardunculus* L. var. scolymus L.) Fiori). Food Chem. qualitative characterization of globe artichoke head from new seed-propagated cultivars. J. Sci. FoodAgric. 90:2689-93.
- Cirulli, M., Bubici, G., Amenduni, M., Armengol, J., Berbegal, M., Jiménez-Gasco, M. D. M., and Jiménez-Díaz, R. M.(2010). Verticillium wilt: a threat to artichoke production. Plant disease, 94(10): 1176-1187.
- Curci PL, De Paola D, Danzi D, Vendramin GG, Sonnante G. (2015). Complete chloroplast genome of the multifunctional crop globe artichoke and comparison with other Asteraceae. PLoS ONE. 10(3):e0120589.
-
- De Falco B, Incerti G, Amato M, Lanzotti V. (2015). Artichoke: botanical, agronomical, phytochemical, and pharmacological overview. Phytochem Rev. 14(6):993–1018.
- de Moraes, C. F., Suzin, M., Nienow, A. A., Grando, M. F., Mantovani, N., Calvete, E. O., and Donida, B. T. (2010). Germinação in vitro de sementes de

Foods. 10(8):1813.
- Gostin AI, Waisundara VY. (2019). Edible flowers as functional food: A review on artichoke (*Cynara cardunculus* L.). Trends Food Sci Technol. 86:381–91.
- Grando, M. F., Augustin, L., Suzin, M., Calvete, E. O., Comin, R. C., Costa, A. R., ... and Donida, B. ( 2011). Micropropagation of globe artichoke'Nobre-UPF', a Brazilian cultivar used for industrial purpose. Acta horticulturae, 923: 147-154.
- Gul K, Singh AK, Jabeen R. (2016). Nutraceuticals and functional foods: The foods for the future world. Crit Rev Food Sci Nutr. 56(16):2617–27.
Gutiérrez-del-Río I, Fernández J, Lombó F. (2018). Plant nutraceuticals as antimicrobial agents in food preservation: terpenoids, polyphenols and thiols. Int J Antimicrob Agents. 52(3):309–15.
- Iapichino, G. (2013). Micropropagation of Globe Artichoke (*Cynara cardunculus* L. var. 104:1282-6.
- Frau, A., Mallica, G., Baghino, L., Cadinu, M., and Repetto, A. (2004). La micropropagazione del carciofo Spinoso sardo: un valido strumento per aumentare la produttività degli impianti. Italus Hortus, 11(5), 38-41.
- Frutos MJ, Ruiz-Cano D, Valero-Cases E, Zamora S, Pérez-Llamas F. (2019). Artichoke (*Cynara scolymus* L.). In: Nabavi SM, Sanches Silva A, editors. Nonvitamin and nonmineral nutritional supplements. London UK: Academic Press. pp. 135–8.
- Garcia SM, Firpo IT, Cointry EL, López Anido FS, Cravero VP, (2005). Artichoke situation in Argentina. Acta Hortic. 681:195-200.
- Giménez MJ, Giménez-Berenguer M, García-Pastor ME, Parra J, Zapata PJ, Castillo S. (2021). The influence of flower head order and gibberellic acid treatment on the hydroxycinnamicacid and luteolin derivatives content in globe artichoke cultivars.

scolymus L.) Fiori). Food Chem. 119:1175-81.
- Macua JI, Lahoz I, Bozal JM, (2011). Evolution in seed propagated artichoke growing in cold zones of Spain. Acta Hortic. 942:331-6.
- Mathias J. ( 2019). How to plant artichoke. Rev Globo Rural.401 (in Portuguese).
- Morello N, Santoiemma G, Ierna A, Mauromicale G, ( 2005). Improvement of "ovoli" production in globe artichoke by removal of the epigeal part of the plant. Acta Hortic. 681:251-6.
- Murashige, T., and Skoog, F. (1962). A revised medium for rapid growth and bio assays with tobacco tissue cultures. Physiologia plantarum. 15(3): 473-497.
- Pagnotta MA, Rey NA, Mondini L, Aringoli R, Jordan R, Saccardo F. (2016). Assessment of artichoke hybrids under USA and Italian conditions and the hereditability of some important traits. Acta Hortic. 1147:257-64.
- Pandino, G., Lombardo, S., Antonino, L. M., Ruta, C., scolymus). Protocols for Micropropagation of Selected Economically-Important Horticultural Plants, 369-380.
- Lattanzio V, Kroon PA, Linsalata V, Cardinali A. (2009). Globe artichoke: A functional food and source of nutraceutical ingredients. J Funct Foods. 1(2):131–44.
- López-Molina D, Navarro-Martínez MD, Rojas-Melgarejo F, Hiner ANP, Chazarra S, Rodríguez-López JN. (2005). Molecular properties and prebiotic effect of inulin obtained from artichoke (*Cynara scolymus* L.). Phytochemistry. 66(12):1476–84.
- Lombardo S, Pandino G, Mauromicale G. (2018). The influence of pre-harvest factors on the quality of globe artichoke. Sci Hortic. 233:479–90.
- Lombardo S, Pandino G, Mauromicale G, Knödler M, Carle R, Schieber A. (2010). Influence of genotype, harvest time and plant part on polyphenolic composition of globe artichoke (*Cynara cardunculus* L. var.

Rastrelli L. (2016). Chemical profile and cellular antioxidant activity of artichoke by-products. Food Funct. 7(12):484150.

- Rahimuddin SA, Khoja SM, Zuhair MM, Howell NK, Brown JE. (2007). Inhibition of lipid peroxidation in UVA-treated skin fibroblasts by luteolin and its glucosides. Eur J Lipid Sci Technol.109(7):647–55.
- Rangboo V, Noroozi M, Zavoshy R, Rezadoost SA, Mohammadpoorasl. (2016). The effect of artichoke leaf extract on alanine aminotransferase and aspartate aminotransferase in the patients with nonalcoholic steatohepatitis. Int J Hepatol. 4030476.
- Rao SR, Ravishankar G. (2002). Plant cell cultures: chemical factories of secondary metabolites. Biotechnol Adv. 20(2):101–153.
- Rey NA, Jordan R, Saccardo F, Pagnotta MA (2016). A successful strategy to obtain artichoke hybrids. Acta Hortic. 1147:357-68.
- Romain C, Piemontese A, and Mauromicale, G. (2017). In vitro micropropagation and mycorrhizal treatment influences the polyphenols content profile of globe artichoke under field conditions. Food Research International. 99: 385-392.
- Pandino G, Lombardo S, Mauromicale G. (2011). Chemical and morphological characteristics of new clones and commercial varieties of globe artichoke (*Cynara cardunculus* L. var. *scolymus*). Plant Foods Hum Nutr. 66(3):291–7.
- Pandino G, Lombardo S, Mauro RO, Mauromicale G. ( 2012). Variation in polyphenol profile and head morphology among clones of globe artichoke selected from a landrace. Sci. Hortic.138:259-65.
- Pecaut P, Dumas de Vaulx R, Lof H. (1983). Virus-free clones of globe artichoke (*Cynara scolymus* L.) obtained after in vitro propagation. Acta Hortic 131:303–309
- Pagano I, Piccinelli AL, Celano R, Campone L, Gazzerro P, De Falco E,

- Sałata A, Gruszecki R, Dyduch J. (2012). Morphological and qualitative characterization of Globe artichoke (*Cynara scolymus* L.) cultivars 'Symphony' and 'Madrigal' on depending of the heads growth. Acta Sci. Pol. Hort. Cultus 11:67-80.
- Sharaf-Eldin MA, Schnitzler WH, Nitz G, Razin AM, El-Oksh II, (2007). The effect of gibberellic acid (GA3) on some phenolic substances in globe artichoke (*Cynara cardunculus var.scolymus* L.) Fiori). Sci. Hortic. 111:326-9.
- Shinohara T, Agehara S, Yoo KS, Leskovar D, (2011). Irrigation and nitrogen management of artichoke: yield, head quality and phenolic content. HortSci. 46:377-86
- Silva PBC. (2021). Characterization of biodiversity and valuation of genetic resources of thistle (*Cynara cardunculus* L.) [MSc Thesis]. Coimbra, Portugal: Faculty of Science and Technology of the University of Coimbra. (in Battista S, Bernini F, Ossoli A, Strazzella A, *et al*. (2018). Anti-atherosclerotic effect of a polyphenol-rich ingredient, Oleactiv®, in a hypercholesterolemia--induced Golden Syrian hamster model. Nutrients.10(10):1511.
- Ryder EJ, De Vos NE, Bari MA. (1983). The globe artichoke (Cynarascolymus L.) HortSci. 18:646-53.
- Saccardo F, Ancora G. (1984). Contributo della micropropagazione al miglioramento della coltura del carciofo. L'Informatore Agrario, 10: 24–26
- Saccardo F, Micozzi F, Di Lernia G, Piccioni C, Barba M, Pagnotta MA. (2007). Virus free artichoke germoplasm: quali-quantitative response of globe artichoke. Acta Hortic 730:375–379
- Sahebkar A, Pirro M, Banach M, Mikhailidis DP, Atkin SL, Cicero AFG. (2018). Lipid-lowering activity of artichoke extracts: A systematic review and meta-analysis. Crit Rev Food Sci Nutr. 58(15):2549–56.

(*Cynara scolymus* L.). J Agric Food Chem.51(3):601–8.
- Youssef FS, Labib RM, Eldahshan OA, Singab ANB. (2017). Synergistic hepatoprotective and antioxidant effect of artichoke, fig, blackberry herbal mixture on HepG2 cells and their metabolic profiling using NMR coupled with chemometrics. Chem Biodivers. 14(12):e1700206.
- Zayed A, Farag MA. (2020). Valorization, extraction optimization and technology advancements of artichoke biowastes: Food and non-food applications. LWT – Food Sci Technol. 132:109883.
- Zhu X, Zhang H, Lo R. (2004). Phenolic compounds from the leaf extract of artichoke (*Cynara scolymus* L.) and their antimicrobial activities. J Agric Food Chem. 52(24):7272–8.

Portuguese).
- Smith R, Baameur A, Bari M, Cahn M, Giraud D, Natwick E, Takele E (2008). Artichoke production in California. University of California, Division of Agriculture and Natural Resources. Publication 7221:1-6.
-
- Sousa MJ, Malcata FX. (2002) Advances in the role of a plant coagulant (*Cynara cardunculus*) in vitro and during ripening of cheeses from several milk species. Lait.82(2):151–70.

Tavazza R, Papacchioli V, Ancora G. (2004). An improved medium for in vitro propagation of globe artichoke (Cynaras colymus L.) cv. Spinoso sardo. Acta Hortic 660:91–97.
- Virdis A, Motzo R, Giunta F, (2014). The phenology of seed propagated globe artichoke. Ann. Appl. Biol. 164:128-37.
- Wang M, Simon JE, Aviles IF, He K, Zheng QY, Tadmor Y. (2003). Analysis of antioxidative phenolic compounds in artichoke