# پروتئین کلزا: فرصت‌های آینده و دستورالعمل‌ها

*Canola/Rapeseed Protein: Future Opportunities and Directions*

**مهتاب صمدی**

Samadi.m@arc-ordc.ir

کارشناس ارشد بیوتکنولوژی گیاهی، مرکز تحقیقات کاربردی و تولید بذر، شرکت توسعه کشت دانه‌های روغنی

## مقدمه

سازمان غذا و کشاورزی (*FAO*) سازمان ملل متحد پیش‌بینی کرده است تقاضای جهانی غذا به‌ویژه به گوشت و لبنیات تا سال ۲۰۵۰ بیش از دو برابر خواهد شد. مشخص‌شده است پروتئین به‌عنوان یک ماده مغذی محدودکننده برای امنیت غذایی جهانی است و *FAO* اعلام کرده که مقدار و کیفیت پروتئین کافی یک حق اساسی برای هر شهروند جهانی است. درحالی‌که تقاضای روزافزون برای پروتئین‌های حیوانی (گوشت، تخم‌مرغ، لبنیات (کازئین، پنیر) وجود دارد، فشارهای جمعیت، ملاحظات زیست‌محیطی و میزان بهره‌وری تکامل عقلانی از منابع پروتئین حیوانی به گیاهی برای تغذیه انسان پیشنهاد می‌شود. بنابراین ارزش تغذیه‌ای پروتئین گیاهی اهمیت حیاتی دارد و انتظار می‌رود که در سطح جهانی اهمیت یابد. کلزا (که به‌عنوان کانولا شناخته می‌شود)، دومین تولیدکننده روغن دانه در جهان است پس از سویا، کنجاله غنی از پروتئین در طول استخراج روغن تولید می‌کند. در حال حاضر مصرف کنجاله کانولا به‌طور عمده به بازار تغذیه حیوانات محدودشده است تا جایی که به دلیل مقدار بالای پروتئین آن به منبع تغذیه رقابتی برای حیوانات اهلی تبدیل‌شده است. البته حرکت به سمت تغذیه نشخوارکنندگان، آبزیان و محصولات زیستی امکان‌پذیر است، اما به تحقیق و انتقال فنّاوری به‌منظور به دست آوردن پذیرش تجاری نیاز است. پروتئین کانولا دارای یک فرصت برای تأمین منبع پروتئین انسانی باکیفیت بالا است. علی‌رغم تحقیقات گسترده در دهه‌های اخیر، استفاده از چندین فنّاوری توسعه‌یافته و تولید مقیاس وسیع محصولات قابل‌عرضه به بازار، هنوز هیچ پروتئینی تولیدی از کانولا به‌طور تجاری در دسترس نیست.

## فرآوری (*Processing*)

فرآوری مرطوب( aqueous processing) پروتئین کانولا بیش از دیگر پروتئین‌های گیاهی (بذری) چندین چالش منحصربه‌فرد به همراه دارد. چالش اول وجود فنول‌های بذری است. اگر فنولی در بذر وجود داشته باشد اکسیداسیون در محیط آبی اجتناب‌ناپذیر است، درنتیجه عصاره و محصول پروتئین نهایی به دلیل اثر متقابل پروتئین-فنولیک دارای رنگ و طعم نامطلوب خواهد شد. چالش دوم میزان تولید پروتئین از کنجاله کانولا است. پروتئین کانولا دارای حلالیت کم در *PH* خنثی است بنابراین *PH* آلکالین یا مواد افزودنی مانند نمک برای بهبود میزان تولید پروتئین نیاز است. میزان تولید پروتئین کانولا در مقایسه با کل هزینه مصرفی تولید، کمتر از سویا است. میزان پروتئین کانولا (۳۶ درصد در مقابل ۴۸ درصد در کنجاله سویا) نسبتاً کم است بنابراین این مسئله تولید پروتئین از کانولا را ازنظر اقتصادی خیلی پایین می‌سازد. چالش سوم تغییرات فرآوری است که پروتئین کنجاله کانولا در طول استخراج روغن دریافت می‌کند. کنجاله کانولا تهیه‌شده به‌طور متعارف که از طریق *desolventizer-toaster* استخراج‌شده است یک ماده اولیه با نیاز به فرآیند گسترده برای بازیابی پروتئین است. کنجاله حاصله تحت پرس (*Expeller pressed*) ممکن است بیش‌ازحد دارای روغن باقی‌مانده باشد که استخراج کارآمد

پروتئین از آن به یک مرحله اضافی از حذف روغن نیاز دارد. بنابراین اکثر کنجاله کانولا موجود مواد خوراکی مناسب برای بازیافت پروتئین نیستند. مشخص‌شده است بذر کانولا حاوی فنول، گلوکوزینولات، فیتات و فیبر است که به‌عنوان مواد ضد تغذیه‌ای موردتوجه قرار می‌گیرند. برخی از این ترکیبات غیر پروتئینی بوده و در پوشش یا پوسته بذر متمرکز می‌شوند. چالش‌ها در فرآوری خشک کلزا شامل موفقیت محدود دربرداشتن مواد ضد مغذی، مشکل در حذف پوست و ادغام این مراحل در آماده‌سازی کنجاله و برنامه‌های فرآوری است. فرآوری خشک(dry processing) کانولا نسبت به فرآوری مرطوب کنسانتره‌های غنی‌شده با پروتئین باکیفیت پایین‌تر، مواد میکروبی بالاتر و عملکرد پروتئین پایین‌تر تولید می‌کند. در مقایسه با فرآوری سویا، پروتئین حاصل از کنسانتره کنجاله کانولا عملکرد پایین، رنگ تیره‌تر و خلوص پایین‌تر دارد که بخشی به دلیل کمبود پروتئین در کنجاله است. آماده‌سازی ایزوله‌های پروتئینی از طریق استخراج قلیا و ایزوالکتریک نیز معمول است که برای سویا استفاده می‌شود و در کانولا آزمایش‌شده است. همچنین پروتئین کانولا می‌تواند از طریق اولترافیلتراسیون/ دیافیلتراسیون جداسازی شود. اگرچه فنول‌ها، فیتات‌ها و گلوکوزینولات‌ها می‌توانند به‌وسیله این فرایند به‌اندازه معقول برداشته شوند، چالشی که در این مورد درکلزا وجود دارد ممکن است شامل انتخاب غشاء مناسب برای جداسازی مؤثر، مصرف آب بالا و هزینه واحد بالا باشد. به‌طورکلی فرآوری مرطوب پروتئین کانولا شامل مصرف آب و هزینه‌های انرژی بالا است که به ارزیابی اقتصادی برای پذیرش تجاری نیاز دارد. پیشرفت‌های اخیر در فن‌آوری ممکن است عملکرد و کیفیت پروتئین کانولا را بهبود بخشد و همچنین هزینه تولید را کاهش دهد. ازجمله فن‌آوری استفاده از سانتریفیوژها با نیاز انرژی پایین برای جداسازی مؤثرتر که باعث کاهش هزینه، خلوص بالا و کیفیت بالاتر می‌شود. اما هزینه فرآوری هنوز هم یک چالش است. چندین شرکت تجاری ازجمله *Burcon NutraScience*، بر تعدادی از این موارد چالش غلبه کرده است. در فرآوری مربوط به شرکت *Burcon*، استخراج مرطوب، همراه با فیلتراسیون غشایی محصولات پروتئین کانولا با قابلیت‌های متمایز تولید می‌شود. آن‌ها قادرند سه نوع مختلف پروتئین کانولا با عملکرد عالی و عطروطعم بی‌نظیر تولید کنند. به‌طورکلی برای هر یک از فرآیندهای فوق، بزرگ‌ترین چالش روبروی کانولا آسیب گرما به پروتئین‌ها در فرآیند استخراج روغن، و به‌ویژه در *desolventizer /toaster* است. آسیب‌های حرارتی در حلالیت، طعم و رنگ پروتئین تأثیر می‌گذارد. فشرده‌سازی سرد و دمای پایین *desolventizing* پیشنهاد یک راه حل ممکن است.

## عملکرد (*Functionality*)

عملکرد پروتئین (از جمله خواص تغذیه‌ای) کیفیت و کاربرد آن را در محصولات غذایی تعیین می‌کند. خواص فیزیکی و شیمیایی پروتئین‌ها بر رفتار آن‌ها در محیط (معمولاً یک سیستم غذایی) در طول فرآوری، ذخیره‌سازی و مصرف اثر می‌گذارد. خواص عملکردی پروتئین‌های کانولا به نوع فرآوری و ماهیت مولکولی هر یک از پروتئین‌ها بستگی دارد. پروتئین‌های ذخیره‌ای عمده در بذر کانولا کروسیفرین (*Cruciferin*)و ناپین (*Napin*) هستند که ۹۰-۸۵ درصد کل پروتئین را تشکیل می‌دهند. کروسیفرین یک هترومر گلوبولین ۱۱*S* از ۳۵۰-۳۰۰ کیلو دالتون، پروتئین ذخیره‌ای غالب بذر است. ناپین آلبومین ۲*S* از ۱۶-۱۴ کیلو دالتون در مقادیر کمتر نسبت به کروسیفرین موجود است. بسیاری از محصولات پروتئینی به‌دست‌آمده از کلزا با استفاده از فن‌آوری‌های موجود مخلوط این دو نوع پروتئین در

نسبت‌های مختلف هستند. ازآنجاکه کروسیفرین و ناپین در بسیاری از موارد از جمله ترکیب آمینواسید، ساختار مولکولی، اندازه و خواص فیزیکی و شیمیایی متفاوت هستند، خواص عملکردی آن‌ها در شرایط مختلف متفاوت است. بنابراین خواص و ویژگی‌های محصولات پروتئین کانولا ممکن است بسته به سطح کروسیفرین و ناپین در محصول متفاوت باشد. حلالیت یک الزام کلیدی برای پروتئین‌های غذایی است. فرآوری محصولات پروتئینی بر حلالیت محصول نهایی تأثیر زیادی دارد. حلالیت می‌تواند توسط هیدرولیز کردن پروتئین‌ها بهبود یابد. در محصولات پروتئینی غنی از ناپین مقدار حلالیت در محدوده $pH\ 2$ تا ۱۰ بیشتر از ۹۰ درصد است، که یک ویژگی منحصربه‌فرد برای پروتئین گیاهی (بذر) است. محصولات پروتئینی غنی از کروسیفرین در مقایسه با پروتئین غنی از ناپین در این $pH$ کاهش حلالیت نشان دادند. توانایی امولسیون روغن (یا سایر مولکول‌های غیر قطبی) بدون جداسازی در شرایط ذخیره‌سازی و فرآوری مختلف یکی دیگر از ویژگی‌های کلیدی پروتئین‌های غذایی است. پروتئین‌های با خواص امولسیون خوب در هر دو بخش غذایی (مواد غذایی مایع، گوشت فرآوری شده از امولسیون، سس‌ها) و غیر غذایی (محصولات بهداشتی) کاربرد دارند. ایزوله‌های پروتئینی کانولا که حاوی هر دو کروسیفرین و ناپین هستند عموماً توانایی امولسیون محدودی را نسبت به ایزوله‌های پروتئین سویا دارند. ناپین کانولا خواص امولسیونی ضعیف‌تر از پروتئین کروسیفرین نشان می‌دهد. ناپین ممکن است نقش منفی در خواص امولسیونی محصولات پروتئین کانولا حاوی هر دو کروسیفرین و ناپین داشته باشد. تشکیل ژل ناشی از حرارت، ضرورت پروتئین‌های غذایی برای ایجاد ساختار غذاهای فراوری‌شده در گرما است. محصولات غنی ناپین ژل‌های ضعیف در مقایسه با محصولات کروسیفرین تولید می‌کنند و این ممکن است با پایداری حرارتی بالا ساختار مولکولی ناپین با ۴ پیوند دی سولفید همبستگی داشته باشد. کروسیفرین گرایش قوی‌تر به تولید ژل ناشی از گرما نسبت به ناپین دارد.

ادامه دارد ...

**Campbell, L. Rempel, C. B. and Wanasundara, J. P. D. 2016.** Canola/Rapeseed Protein: Future Opportunities and Directions—Workshop Proceedings of IRC 2015. journal Plants, 5(17): 1-7 .