



دامستیک

انجمن علمی - دانشجویی گروه مهندسی علوم دامی دانشگاه تهران؛ پاییز ۱۴۰۰

https://domesticsj.ut.ac.ir/article_83166.html

مقاله مروری

شیر غنی‌سازی شده با ویتامین D و نقش آن در سلامت انسان

امید بوذری^{۱*} و کیمیا علیوردی نسب^۱

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد فیزیولوژی دام، گروه مهندسی علوم دامی، دانشکده‌گان کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج، ایران

<https://doi.org/10.22059/domesticsj.2021.327421.1075> doi

چکیده

مطالعات متعددی با بررسی وضعیت ویتامین D در خوراک، در بسیاری از کشورهای جهان نشان دادند که به لحاظ تغذیه‌ای عمده کشورهای در این زمینه از وضعیت مطلوبی برخوردار نیستند. یکی از وظایف بیولوژیکی مهم ویتامین D کنترل جذب، انتقال و رسوب کلسیم و به میزان کمتر فسفر، در فرآیند معدنی شدن استخوان است. ویتامین D یک ویتامین محلول در چربی ضروری است که نقش‌های مهمی در اندام‌های اسکلتی و غیراسکلتی، شامل جلوگیری از بیماری‌های مزمن مانند دیابت، بیماری‌های قلبی-عروقی، اختلالات خود ایمنی و سرطان دارد. یکی از روش‌های تأمین این ویتامین مصرف آن از طریق غذا است و این در حالی است که تنها تعداد محدودی از مواد غذایی به طور طبیعی حاوی مقادیر بالایی از ویتامین D هستند، بنابراین کمبود این ویتامین همیشه گزارش شده و غنی‌سازی مواد غذایی مصرفی انسان از جمله روش‌های رایجی است که برای غلبه بر چنین کمبودهایی در ترکیبات ریزمغذی مواد غذایی استفاده می‌شود. محصولات لبنی، خصوصاً شیر، گزینه ایده‌آلی برای غنی‌سازی با ویتامین D، کلسیم و گاهی سایر مواد معدنی هستند.

کلمات کلیدی: شیر، ویتامین D، سلامت استخوان، غنی‌سازی، سلامت انسان، محصولات لبنی

*نویسنده مسئول: omid.bouzari@ut.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۴/۲۸ تاریخ بازنگری: ۱۴۰۰/۰۵/۱۷ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۶/۰۶ تاریخ انتشار آنلاین: ۱۴۰۰/۰۹/۲۵

رفرنس‌دهی: بوذری، ا.، علیوردی نسب، ک.، شیر غنی‌سازی شده با ویتامین D و نقش آن در سلامت انسان. علمی-ترویجی (حرفه‌ای) دامستیک،

۱۴۰۰؛ ۲۱(۲): ۵۵-۵۰.



AnimSSAUT

مقدمه

کلسیم و ویتامین D از جمله مواد مغذی ضروری برای رشد استخوان هستند. شیر ماده غذایی مناسبی برای غنی‌سازی با کلسیم، ویتامین D و سایر مواد معدنی است (Kruger et al., 2010). در ایالات متحده، ترکیبات مواد مغذی محصولات به دست آمده از شیر خام از دهه ۱۹۳۰ با ویتامین‌هایی مانند ویتامین A و D تقویت شده‌اند تا از شیوع اختلالات ناشی از کمبود ویتامین‌ها را کاهش دهند (Hicks et al., 1996). از نقطه نظر سلامت عمومی، بهتر است مصرف ویتامین D را با غنی‌سازی محصولات خاصی که معمولاً در کل جمعیت و خصوصاً توسط گروه‌های آسیب‌پذیر مصرف می‌شوند، افزایش داد (Lamberg-Allardt, 2006). در طی فرآوری‌های صنعتی برای تولید محصولات لبنی بدون چربی، تا حد امکان سعی می‌شود تا چربی شیر حذف شود تا محصولات لبنی کم‌کالری‌تری تولید شود. متأسفانه طی این فرآیندها ویتامین D همراه با چربی جداسازی و گاهی به طور کلی حذف می‌شود. با توجه به نقش‌های متنوع ویتامین D و دریافت ناکافی آن در بسیاری از نقاط جهان، غنی‌سازی آن در مواد غذایی مصرفی انسان توجهات زیادی را به خود جلب کرده است (Zahedirad et al., 2019). بنابراین، هدف از پژوهش حاضر بررسی نقش شیر غنی‌سازی شده با ویتامین D در سلامت انسان است.

متابولیسم و وظایف ویتامین D در بدن

ویتامین D از طریق سنتز در پوست و یا از طریق مصرف غذا تأمین می‌شود. با قرار گرفتن پوست در معرض اشعه ماورای بنفش، ترکیب ۷-دی‌هیدروکلسترول به پیش‌ساز ویتامین D₃ در پوست تبدیل می‌شود. برای فعال‌سازی کامل، پیش-ویتامین D باید دو مرحله هیدروکسیلاسیون در کبد و کلیه را تجربه کند تا ۲۵-هیدروکسی ویتامین D (۲۵-OHD) (ایزوفرم اصلی و عمده) و ۱ و ۲۵-دی هیدروکسی ویتامین D₃ (1,25-(OH)2D3) (فعال‌ترین شکل) را تشکیل دهد (Holick, 2008). ۱ و ۲۵-دی هیدروکسی ویتامین D، جذب کلسیم و فسفر لازم برای معدنی شدن استخوان را افزایش می‌دهد (عملکرد کلسیمی). ویتامین D علاوه بر فعالیت‌های اسکلتی، عملکردهای دیگری مانند تنظیم رشد و تمایز سلول، سلامت عضلانی، سلامت قلبی و عروقی، خواص ضد میکروبی، تنظیم پروفایل چربی خون و خواص آنتی‌اکسیدانی نیز دارد (عملکرد غیر کلسیمی) (Zahedirad et al., 2019). علاوه بر این، ویتامین D برای تسهیل جذب کلسیم از روده، رشد استئوبلاست‌ها و سنتز استئوکلسین توسط استئوبلاست در بافت استخوان ضروری است (Kruger et al., 2010).

کمبود ویتامین D و اثرات آن در بدن

وضعیت ویتامین D بدن با ارزیابی سطح سرمی ۲۵-هیدروکسی ویتامین D تعیین می‌شود. اگرچه در مورد سطوح بهینه این ترکیبات اتفاق نظر وجود ندارد، اما کمبود ویتامین D به صورت سطوح 25-OHD (25-hydroxyvitamin D) به میزان کمتر از ۲۰ نانوگرم بر میلی‌لیتر (۵۰ نانومول بر لیتر) تعریف می‌شود. این در حالی است که سطوح 25-OHD بین ۲۱ الی ۲۹ نانوگرم بر میلی‌لیتر (۵۲ و ۷۲ نانومول بر لیتر) نشان‌دهنده کمبود نسبی ویتامین D است (Holick, 2008). کمبود ویتامین D موجب کاهش کلسیم و فسفر مورد نیاز برای معدنی شدن استخوان در خون می‌شود. این امر در نهایت منجر به ضعیف شدن استخوان و خم شدن استخوان در زمان فشار می‌شود (Syama et al., 2019). علاوه بر این، کمبود این ویتامین با دیابت نوع ۱ و ۲، فشار خون بالا، MS و دیگر بیماری‌های خود ایمنی و حتی برخی از انواع سرطان‌ها نیز در ارتباط است (Zahedirad et al., 2019). مطالعات اخیر نشان داده است که مصرف مقادیر کم ویتامین D و کمبود آن با ظهور علائمی مانند اختلال خواب، وقفه تنفسی در خواب (Sleep apnea) و اختلالات عصبی به دلیل هیپرتروفی هایپرتونسیلار (اصطلاح پزشکی برای لوزه‌های بزرگ شده است؛ لوزه‌ها دو غده کوچک هستند که در دو طرف پشت گلو قرار دارند) و التهاب همراه است (Sharifan et al., 2021).

سطوح دریافت ویتامین D

سطوح دریافت روزانه

گزارش مؤسسه پزشکی IOM (Institute of Medicine) در سال ۲۰۱۱ در ارتباط با نیاز غذایی ویتامین D نشان داد که سطح سرمی 25-OHD به میزان ۱۶ نانوگرم بر میلی‌لیتر (۴۰ نانومول بر لیتر) تقریباً نیمی از نیازهای جمعیت را برآورده کرده و میزان حداقل ۲۰ نانوگرم بر میلی‌لیتر (۵۰ نانومول بر لیتر) حداقل ۹۷/۵ درصد از نیازهای جمعیت را پوشش داده است. تأمین مقادیر کافی ویتامین D در دوران کودکی حدوداً ۴۰۰ واحد بین‌الملل در روز تخمین زده می‌شود. بعد از یک سالگی، برای تمام گروه‌های سنی به جز مردان و زنان ۷۱ سال و بالاتر، این مقدار به ۶۰۰ واحد بین‌الملل در روز تخمین زده شده است (Ross et al., 2011).

دُزهای سمی ویتامین D

بالاترین سطح دریافتی و سطح قابل تحمل (Tolerable Upper Intake Level: UL) ویتامین D بر اساس آمار رسمی ایالات متحده و اروپا (مؤسسه پزشکی آمریکا، ۱۹۹۷ و کمیته علمی غذا اروپا، ۲۰۰۲)، ۵۰ میلی‌گرم در روز برای بزرگسالان برآورد شده است. هیپرکلسیوری (Hypercalciuria) اولین نشانه

2019). نتایج تحقیقات نشان داده است که غنی‌سازی شیر با ویتامین D و کلسیم با تغییر طعم و سایر پارامترهای حسی ارتباطی ندارد. هیچ تفاوتی در طعم و مزه محصولات غنی‌شده با ویتامین D3 گزارش نشده است. توزیع ویتامین D3 در مدرسه و همچنین شیر غنی‌شده با کلسیم در تهران مورد ارزیابی قرار گرفت. در این مطالعه ۲۱۲ دانش‌آموز مورد بررسی قرار گرفته و نتایج نشان داد که در ۴۴/۴ درصد دانش‌آموزان، طعم شیر غنی‌شده، بد ارزیابی شد، اما در مطالعه انطباقی، ۸۵ درصد از کودکان از طعم شیر غنی‌شده راضی بودند (Neyestani *et al.*, 2012). در نهایت با توجه به این نتایج، شیر می‌تواند یک ماده غذایی مؤثری برای غنی‌سازی با مواد مغذی از جمله ویتامین D باشد چون توسط تمام گروه‌های سنی مصرف شده و همچنین جذب کلسیم و فسفر موجود در شیر نیز افزایش می‌یابد (Syama *et al.*, 2019).

مقررات مربوط به غنی‌سازی شیر با ویتامین D

اگرچه غنی‌سازی شیر امر مفیدی است، اما مشخصاً مصرف مقادیر زیاد ویتامین‌های A و D می‌تواند سمی باشند. سازمان غذا و داروی ایالات متحده آمریکا (FDA: Food and Drug Administration) مقررات مختلفی را در ارتباط با افزودن ویتامین‌ها به شیر وضع کرده‌است (Hicks *et al.*, 1996). طبق گفته شورای پزشکی غذا و تغذیه آمریکا، سطح غنی‌سازی ویتامین D ۴۰۰ واحد بین‌المللی بر کوارت (IU. qt⁻¹) در نظر گرفته می‌شود. ویتامین D بر اساس قانون پاستوریزه کردن شیر (PMO) در سال ۱۹۷۸ به شیر اضافه شد و مقدار مجاز افزودن این ترکیبات را ۴۰۰ واحد بین‌المللی بر کوارت (IU. qt⁻¹) یا ۲۵ درصد ارزش روزانه به ازای هر هشت اونس وعده غذایی استاندارد تعیین کردند. غنی‌سازی بیش از حد ویتامین D منجر به بروز مسمومیت، آسیب به بافت‌های نرم و نارسایی کلیه می‌شود. از سوی دیگر، غنی‌سازی کمتر از حد مجاز منجر به راشیتیس (Rickets) در کودکان و استئومالاسی (Osteomalacia) یا پوکی استخوان (Osteoporosis) در سنین بالا می‌شود. آژانس بازرسی مواد غذایی کانادا (CFIA) این مشکل را با بیان اینکه حد مجاز غنی‌سازی ویتامین D باید در محدوده ۳۱/۷ تا ۵۱/۶ واحد بین‌الملل در ۱۰۰ میلی‌لیتر باشد، مطرح کرده و به طور مفصل به آن پرداخته‌اند (Faulkner *et al.*, 2000).

مزایای شیر غنی شده با ویتامین D

در سال ۲۰۱۳ محققان در ولز اثرات مصرف شیر غنی‌شده با ویتامین D و غلات صبحانه حاوی این ویتامین بر مصرف ویتامین D بزرگسالان استرالیایی مورد مطالعه قرار دادند. این مطالعه نشان داد که میانگین دریافت ویتامین D برای هر فرد

دریافت بیش از حد ویتامین D است که در بلند مدت با هایپرکلسیمی و اغلب با موربیدیتی (Morbidity: اندازه‌گیری شیوع یک بیماری خاص در یک جمعیت و در یک زمان خاص را موربیدیتی می‌گویند، این اصطلاح اغلب برای توصیف بیماری، اختلال یا از بین رفتن سلامتی استفاده می‌شود. از این واژه اغلب در بحث در مورد بیماری‌های مزمن و وابسته به سن استفاده می‌شود). شدید و طولانی‌مدت همراه خواهد بود (Lamberg-Allardt, 2006).

غنی‌سازی غذاها با ویتامین D و مکمل‌های ویتامین D

غنی‌سازی مواد غذایی مصرفی از جمله روش‌های رایجی است که برای غلبه بر کمبود ترکیبات ریزمغذی در مواد غذایی استفاده می‌شود. ویتامین D در طبیعت محلول در چربی است و به طور همزمان به نور و گرما حساس است (Syama *et al.*, 2019). منابع غذایی محدودی حاوی مقادیر بالایی از ویتامین D هستند، مانند روغن کبد ماهی و ماهی‌های پرچرب مانند سالمون، که معمولاً در رژیم غذایی ایرانیان استفاده بسیار کمی دارد. از طرف دیگر، لازم به یادآوری است که منبع اصلی تأمین این ویتامین صرفاً رژیم غذایی نیست؛ چون اغلب ویتامین موجود در ترکیب مواد غذایی در طول فرآوری و پخت و پز از بین می‌رود. با این حال، غنی‌سازی مواد غذایی با ویتامین D می‌تواند یک رویکرد مؤثر باشد. بسیاری از کشورها برای ریشه‌کن کردن اپیدمی کمبود ویتامین D، غنی‌سازی اجباری یا داوطلبانه مواد غذایی را اجرا می‌کنند (Zahedirad *et al.*, 2019).

غنی‌سازی شیر با ویتامین D

دلیل انتخاب شیر برای غنی‌سازی با ویتامین D

گزارش‌ها از تغییرات در محتوای ویتامین D طبیعی شیر از ۳/۱ تا ۵۶/۰ واحد در هر کوارت (Quart: کوارت واحدی برای حجم برابر با یک چهارم گالون، دو پاینت و چهار پیمانه است که تقریباً یک لیتر است). خبر می‌دهند. دامنه این تغییرات تا حدود ۱۸ برابر است (Weckel, 1941). در یک مطالعه نشان داده شد که غنی‌سازی محصولات لبنی با ویتامین D، مصرف ویتامین D را بدون هیچ نشانه‌ای از مسمومیت، افزایش داد. همچنین این مطالعه نشان داد که اگر شیر و سایر غلات و مواد غذایی مصرفی در وعده صبحانه هر فرد با ویتامین D غنی‌سازی شود، میانگین دریافت این ویتامین در تمام گروه‌های سنی و جنسی از ۳/۶ میکروگرم در روز به ۶/۳ میکروگرم در روز افزایش خواهد یافت (Jayaratne *et al.*, 2019). همچنین، با اتصال ویتامین D به پروتئین شیر (کازئین) قابلیت انحلال و پایداری آن نسبت به گرما و نور بهبود می‌یابد (Syama *et al.*, 2019). از این رو می‌توان تا حد زیادی کاهش مصرف شیر را جبران نمود (Zahedirad *et al.*, 2019).

که باعث کاهش فعالیت استئوکلاست‌ها (Osteoclast) و به تبع آن کاهش برداشت کلسیم از استخوان می‌شود که این امر باعث فعال شدن کانون‌های جدید بازسازی استخوان در امتداد سطح استخوان می‌گردد (Daly et al., 2006). نتایج مطالعات دیگر نشان دادند که شیر غنی‌سازی شده با ویتامین D و کلسیم بالا در طول ۴ ماه می‌تواند به طور قابل توجهی وضعیت ویتامین D را بهبود بخشیده و PTH (هورمون پاراتیروئید) پلازما را همزمان با کاهش تحلیل استخوان و کاهش گردش استخوان در دو گروه از زنان یائسه که در جاکارتا و مانیل زندگی می‌کنند، کاهش دهد. در مطالعه دیگری، زنان یائسه چینی، با مکمل ۱۲۰۰ میلی‌گرم کلسیم، ۷۰ میلی‌گرم منیزیم و ۱۰ گرم ویتامین D در روز با استفاده از شیر غنی‌شده، درصد کل از دست دادن استخوان بدن به طور قابل توجهی در مقایسه با گروه کنترل کاهش یافت. این مطالعه کاهش ۱۰ درصدی در استئوکلسین را گزارش کرده و هیچ اثری بر دفع ادراری دیوکسی پیرییدینولین بعد از ۱۲ ماه مصرف شیر گزارش نشد (Kruger et al., 2010).

مزایای دیگر محصولات لبنی غنی شده با ویتامین D

شیر تخمیر شده و محصولات آن می‌توانند به عنوان مواد غذایی دیگری جهت تأمین ویتامین D مصرف‌کنندگان مورد غنی‌سازی قرار گیرند. با استفاده از این روش می‌توان کاهش مصرف شیر را نیز جبران نمود. ماست رایج‌ترین محصول به دست آمده از تخمیر شیر است که مصرف گسترده‌ای در دنیا دارد (Zahedirad et al., 2019). همچنین، جذب ویتامین D موجود در ماست غنی شده با این ویتامین در افراد مبتلا به کمبود آنزیم لاکتاز در مقایسه با سایر محصولات لبنی بیشتر است (Gasparri et al., 2019). تکنیک‌های غنی‌سازی که برای شیر خام به کار می‌روند، می‌توانند برای انواع شیرها و ماست‌های طعم دار نیز به کار روند. به طور کلی، ویتامین D طی فرآوری و ذخیره‌سازی انواع مختلف شیرهای تخمیر شده پایداری خود را حفظ می‌کند. دیگر محصولات لبنی که می‌توان ترکیبات مغذی آن‌ها را با استفاده از غنی‌سازی با ویتامین D تقویت کرد شامل بستنی، کره و مارگارین هستند (Zahedirad et al., 2019).

نتیجه‌گیری کلی

ویتامین D یکی از ویتامین‌های ضروری محلول در چربی است، که به رشد و استحکام استخوان‌ها، از طریق کنترل تعادل و افزایش جذب کلسیم، فسفر و منیزیم، کمک می‌کند. کمبود ویتامین D امروزه در دنیا به یکی از شایع‌ترین مشکل‌های حوزه سلامت در بین جوامع انسانی تبدیل شده است. شیر یکی از مواد غذایی است که برای غنی‌سازی با ویتامین D مورد استفاده قرار می‌گیرد تا از این طریق علاوه بر افزایش مصرف ویتامین D، جذب

۴/۴ میلی‌گرم در روز بود که این مقدار کمتر از حد مجاز تعیین شده برای بیشتر گروه‌های سنی و جنسی بود. این مطالعه نشان داد که اگر تمام اقلام غذایی مصرفی در وعده صبحانه، از جمله شیر و غلات، با ویتامین D غنی‌سازی شوند، میانگین دریافت این ویتامین در تمام گروه‌های سنی و جنسی از ۳/۶ به ۶/۳ افزایش خواهد یافت (Jayaratne et al., 2019). در کشور فنلاند، کمبود ویتامین D در طول زمستان شایع است. از این رو، وزارت امور اجتماعی و بهداشت این کشور از ماه فوریه سال ۲۰۰۳ افزودن ویتامین D به شیر، کره و لبنیات را توصیه کرد. آن‌ها همچنین اثر غنی‌سازی ویتامین D بر غلظت 25-OHD در بدن مردان جوان فنلاندی را نیز مورد مطالعه قرار دادند. این مطالعه نشان داد که پس از غنی‌سازی، میانگین غلظت 25-OHD سرمی در زمستان به ۴۰ نانومول در یک لیتر افزایش و کمبود ویتامین D تا ۵۰ درصد کاهش یافت (Laaksi et al., 2019). در مطالعه دیگر، کودکان ایرانی (مورد مطالعه در شهر تهران) برای مقایسه تأثیر شیر غنی شده با ویتامین و کلسیم، آن را به مدت ۱۲ هفته مصرف کردند. این مطالعه نشان داد که مصرف شیر غنی‌شده منجر به افزایش ۶/۹ نانومول بر لیتر در سطح سرمی 25-OHD در بدن کودکان مقایسه با گروه شاهد شد (Zahedirad et al., 2019). مطالعات نشان داده‌اند که مصرف مواد غذایی غنی‌سازی شده با ویتامین D اثر قابل توجهی بر توده چربی بدن دارد که این امر منجر به کاهش توده چربی بدن همراه با کاهش قابل توجهی در نسبت دور کمر به دور باسن افراد می‌شود (Emadzadeh et al., 2020). همچنین ثابت شد که شیر غنی‌شده برای جلوگیری از گسترش حفره مرکزی استخوان که با بالا رفتن سن افزایش می‌یابد و کند شدن از دست دادن قشر vBMD (Volumetric Bone Mineral Density): تراکم واقعی استخوان که تابعی از محتوای مواد معدنی استخوان (BMC) در هر حجم استخوان است، مؤثر بود که به حفظ ناحیه قشری استخوان و تنظیم قدرت استخوان در وسط استخوان ران کمک کرد. این یافته‌ها همچنین تأیید کرده‌اند که شیر غنی‌شده با ویتامین D3 و کلسیم اثرات متفاوتی بر تغییرات در ترکیبات قسمت میانی استخوان ران و ویژگی‌های هندسی استخوان بین مردان ۵۰ تا ۶۲ سال و مسن‌تر (بیش از ۶۲ سال) دارد. این یافته‌ها نشان می‌دهند که مکمل کلسیم و یا ویتامین D می‌تواند با کاهش نرخ تحلیل استخوان بر پوشش اندوستال استخوان (Endosteal) در سالمندان، بر ساختار هندسی استخوان تأثیر بگذارد. همچنین گزارش شد که شیر غنی‌شده با کلسیم و ویتامین D3 میزان از دست رفتن قشر vBMD در قسمت میانی استخوان ران را در مردان بالای ۶۲ سال کاهش می‌دهد. شیر غنی‌شده با ویتامین D3 در قسمت میانی استخوان ران مردان مسن ممکن است به سرکوب سطح سرمی PTH (Parathyroid Hormone) منجر شود

- Lamberg-Allardt, C. (2006). "Vitamin D in foods and as supplements." *Progress in Biophysics and Molecular Biology*, 92(1), 33-38.
- Neyestani, T.R., Hajifaraji, M., Omidvar, N., Eshraghian, M.R., Shariatzadeh, Nand et al. (2012). "High prevalence of vitamin D deficiency in school-age children in Tehran, 2008: a red alert." *Public Health Nutrition*, 15(2), 324-330.
- Ross, A., Manson, J., Abrams, S., Aloia, J., Brannon, P., and et al. (2011). "The 2011 Report on Dietary Reference Intakes for Calcium and Vitamin D from the Institute of Medicine: What Clinicians Need to Know." *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 96(1), 53-58.
- Sharifan, P., Bagherniya, M., Bajgiran, M.M., Safarian, M., Vatanparast, H., and et al. (2021). "The efficacy of dairy products fortified with nano-encapsulated vitamin D3 on physical and mental aspects of the health in obese subjects; the protocol of the SUVINA trial." *Translational Metabolic Syndrome Research*, 4, 1-9.
- Syama, M.A., Arora, S., Gupta, C., Sharma, A., and Sharma, V. (2019). "Enhancement of vitamin D2 stability in fortified milk during light exposure and commercial heat treatments by complexation with milk proteins." *Food Bioscience*, 29, 17-23.
- Weckel, K.G. (1941). "Vitamin D in milk—A review." *Journal of dairy science*, 24(5), 445-462.
- Zahedirad, M., Asadzadeh, S., Nikooyeh, B., Neyestani, T.R., Khorshidian, N., and et al. (2019). "Fortification aspects of vitamin D in dairy products: A review study." *International Dairy Journal*, 94, 53-64.

کلسیم موجود در شیر را افزایش داده و کمبود این ماده معدنی در بدن را جبران کند. در شیرهای غنی‌سازی شده با ویتامین D، اتصال ویتامین D با پروتئین‌های شیر منجر به افزایش پایداری شیر خواهد شد و در نهایت این امر به همراه فواید دیگری که در سلامت انسان دارد، در صنعت شیر و لبنیات برای جبران کمبود ویتامین D و افزایش مصرف این ویتامین مورد استفاده قرار می‌گیرد.

منابع

- Daly, R.M., Bass, S., and Nowson, C. (2006). "Long-term effects of calcium-vitamin-D3-fortified milk on bone geometry and strength in older men." *Bone*, 39(4), 946-953.
- Emadzadeh, M., Rashidmayvan, M., Sahebi, R., Sadeghi, R., Ferns, G.A., and et al. (2020). "The effect of vitamin D fortified products on anthropometric indices: A systematic review and meta-analysis." *Complementary Therapies in Clinical Practice*, 101242.
- Faulkner, H., Hussein, A., Foran, M., and Szijarto, L. (2000). "A Survey of Vitamin A and D Contents of Fortified Fluid Milk in Ontario." *Journal of Dairy Science*, 83(6), 1210-1216.
- Gasparri, C., Perna, S., Spadaccini, D., Alalwan, T., Girometta, C., and et al. (2019). "Is vitamin D-fortified yogurt a value-added strategy for improving human health? A systematic review and meta-analysis of randomized trials." *Journal of Dairy Science*, 102(10), 8587-8603.
- Hicks, T., Hansen, A.P., and Rushing, J.E. (1996). "Procedures used by North Carolina dairies for vitamins A and D fortification of milk." *Journal of dairy science*, 79(2), 329-333.
- Holick, M.F. (2007). "Vitamin D deficiency." *New England Journal of Medicine*, 357(3), 266-281.
- Jayaratne, N., Hughes, M.C.B., Ibiebele, T.I., van den Akker, S., and van der Pols, J.C. (2013). "Vitamin D intake in Australian adults and the modeled effects of milk and breakfast cereal fortification." *Nutrition*, 29(7-8), 1048-1053.
- Kruger, M.C., Schollum, L.M., Kuhn-Sherlock, B., Hestiantoro, A., Wijanto, P., and et al. (2010). "The effect of a fortified milk drink on vitamin D status and bone turnover in post-menopausal women from South East Asia." *Bone*, 46(3), 759-767.
- Laaksi, I.T., Ruohola, J.S., Ylikomi, T.J., Auvinen, A., Haataja, R.I., and et al. (2006). "Vitamin D fortification as public health policy: significant improvement in vitamin D status in young Finnish men." *European Journal of Clinical Nutrition*, 60(8), 1035-1038.

Publisher Note

Animal Science Students Scientific Association, Campus of Agriculture and Natural Resources at the University of Tehran

Submit Your Manuscript:

https://domesticstj.ut.ac.ir/contacts?_action=loginForm



Review Article

Vitamin D fortification and its roles on human health

Omid Bouzari^{1*} and Kimia Aliverdi Nasab¹

¹ M.Sc. Student of Animal Physiology, Department of Animal Science, College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran

doi <https://doi.org/10.22059/domesticj.2021.327421.1075>

Abstract

Numerous studies examining the status of vitamin D in the diet in many countries around the world have shown that in terms of nutrition, most countries do not have a favorable situation in this area. One of the important biological functions of vitamin D is to control the absorption, transport, and deposition of calcium, and to lesser extent phosphorus, in the process of bone mineralization. Vitamin D is an essential fat-soluble vitamin that plays important role in skeletal and non-skeletal organs, including the prevention of chronic diseases such as diabetes, cardiovascular disease, autoimmune disorders, and cancer. One way to get this vitamin is to take it through food, while only a limited number of foods naturally contain high amounts of vitamin D, so a deficiency of this vitamin has always been reported and the enrichment of food consumed by humans from it is a common method used to overcome such deficiencies in food micronutrients. Dairy products, especially milk, are an ideal choice for fortification with vitamin D, calcium, and sometimes other minerals.

Keyword(s): Milk, Vitamin D, Bone health, Fortification, Human health, Dairy products

*Corresponding Author E-mail: omid.bouzari@ut.ac.ir

Received: 19 Jul 2021

Revised: 08 Aug 2021

Accepted: 28 Aug 2021

Published online: 16 Dec 2021



AnimSSAUT

Citation: Bouzari, O., Aliverdi Nasab, K. Vitamin D fortification and its roles on human health. *Professional Journal of Domestic*, 2021; 21(2): 50-55.