

کی‌لیت شدن آمینواسید در تغذیه انسان و حیوان

۱۴۱۴/۱۲/۱۴

اچ. دوین اشمید

ترجمه

دکتر حمید امانلو

(استاد دانشگاه زنجان)

ویراستار علمی

مرتضی صالح پور

(دانشجوی دکتری دانشگاه زنجان)



سرشناسه	: اشمید، اچ. دوین Ashmead, H. DeWayne
عنوان و نام پدیدآور	: کی‌لیت‌شدن آمینواسید در تغذیه انسان و حیوان / اچ. دوین اشمید؛ ترجمه دکتر حمید امانلو؛ ویراستار علمی مرتضی صالح‌پور.
مشخصات نشر	: تهران: پادینا، ۱۳۹۴.
مشخصات ظاهری	: ۳۵۶ص: مصور (بخشی رنگی)، جدول، نمودار (بخشی رنگی).
شابک	: 978-600-96294-0-4
وضعیت فهرست‌نویسی	: فیفا
یادداشت	: عنوان اصلی: Amino acid chelation in human and animal nutrition.
موضوع	: کی‌لیت‌های اسید آمینه
موضوع	: اسیدهای آمینه در تغذیه انسان
موضوع	: اسیدهای آمینه در تغذیه حیوان‌ها
موضوع	: کی‌لیت‌های اسید آمینه در تغذیه حیوان‌ها
شناسه افزوده	: امانلو، حمید، - مترجم
شناسه افزوده	: صالح‌پور، مرتضی، - ویراستار
رده‌بندی کنده	: الف/۵۶۱QP۵۶۱ ۹۰۵۴۹ ۱۳۹۴
رده‌بندی دیوینی	: ۶۳۳/۵۷۲
شماره کتابشناسی ملی	: ۴۱۶۱۸۱



رشد خپور زياره



کی‌لیت‌شدن آمینواسید در تغذیه انسان و حیوان

مؤلف

اچ. دوین اشمید

مترجم

دکتر حمید امانلو

ویراستار علمی

مرتضی صالح‌پور

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۹۶۲۹۴-۰-۴

انتشارات پادینا

تلفن: ۰۹۰۲۵۰۸۸۳۸۱ - ۷۷۴۲۱۷۵۷

شمارگان: ۱۰۰۰ نسخه نوبت چاپ: اول ۱۳۹۵

چاپ و صحافی: کیامرثی

قیمت: ۲۱۰۰۰ تومان

www.padinapub.com و info@padinapub.com

فهرست مطالب

۵	پیش‌گفتار
۹	مقدمه
۱۳	درباره نویسنده
۱۵	فصل ۱ پایه‌های تغذیه‌ای ماده معدنی
۴۱	فصل ۲ شیمی کی‌لیت شدن
۶۱	فصل ۳ تاریخچه کی‌لیت‌های تغذیه‌ای
۸۱	فصل ۴ نیاز به کی‌لیت فوال از لحاظ تغذیه‌ای
۹۷	فصل ۵ توسعه روش‌های تجزیه‌ای برای اثبات کی‌لیت شدن آمینواسید
۱۲۵	فصل ۶ جذب کی‌لیت‌های آمینو اسید از دستگاه گوارش
۱۴۷	فصل ۷ مسیرهای جذب کی‌لیت آمینو اسید
۱۷۳	فصل ۸ جذب کی‌لیت‌های آمینو اسید از طریق انتقال فعال
۱۹۷	فصل ۹ جذب کی‌لیت‌های آمینو اسید از طریق انتشار تسهیل شده
۲۲۱	فصل ۱۰ سرنوشت کی‌لیت‌های آمینو اسید در طول ده‌خاطر
۲۴۷	فصل ۱۱ جذب کی‌لیت‌های آمینو اسید به درون و بیرون پلاسما
۲۶۵	فصل ۱۲ متابولیسم بافتی کی‌لیت‌های آمینو اسید
۲۸۷	فصل ۱۳ برخی پاسخ‌های متابولیکی بدن به کی‌لیت‌های آمینو اسید
۳۱۵	فصل ۱۴ سمیت کی‌لیت‌های آمینو اسید
۳۲۷	فصل ۱۵ جذب و متابولیسم کی‌لیت‌های آمینو اسید
۳۵۰	واژه نامه

پیش‌گفتار

زیست‌فراهمی مواد معدنی از لحاظ تاریخیچه‌ای "جعبه سیاه" متابولیسم ریزمغذی بوده است. مقدار مصرف غذایی یک ریزمغذی معدنی که بر اساس مقادیر استاندارد غذایی مصرف می‌شود همیشه دلیل بر تأمین آن ماده معدنی قابل متابولیسم در سطح یافت نیست. مواد معدنی ماهیت یونی دارند و کمپلکس‌ها و ترکیبات شیمیایی کاملاً دلخواهی را می‌سازند. مسیر غذا یا مکمل که مواد معدنی در آن‌ها وجود دارند در تماس با محیط شیمیایی فوری‌شان به سلول‌های هدفشان در بدن. رصت‌های بی‌شماری فراهم می‌کنند. مواد غذایی که با آن‌ها خورده می‌شوند محیط اسیدی و شیمیایی دستگاه گوارش، سطح جذب و سطح میانی دستگاه گوارش، یون‌ها در پلاسما، در نهایت ماتریکس استخوانی که به آن‌ها تحویل داده می‌شوند می‌تواند تحت تأثیر قرار دادن اثربخشی نهایی عنصرهای معدنی، متابولیسم یا کاتالیتیکی مواد معدنی جیره غذایی واکنش نشان دهد. از قرار معلوم برای جان کمبود غذایی ماده معدنی در واژه‌های "بازده پایین جذب" یا، در واژه‌های وسیع‌تر "زیست‌فراهمی" مکمل معدنی ویژه، به مقادیر زیاد مکمل‌های معدنی نیاز است. متخصصان مواد معدنی به مدت طولانی در جست‌وجوی اشکال شیمیایی مواد معدنی بودند که پاسخ بیشتر یا بیشتر را بافت هدف به وجود بیاورند. دو مثال مهم تاریخی از تحقیقات تغذیه مواد معدنی که امروزه همچون بیگیری می‌شود، مکمل‌های کلسیم برای تحت تأثیر قرار دادن میزان ذخایر استخوان استخوانی برای تحت تأثیر قرار دادن سطوح هموگلوبین خون هستند. همه مواد معدنی با پیوندسای کروماتین به اندازه کافی برای آزاد کردن همتای ماده معدنی‌شان به طور بهینه در جایگاه‌های هدف روده یونیزه نیستند. جذب ماده معدنی از روده موضوع پیچیده‌ای است که مسیرهای مختلفی که قابل دسترس هستند (به عنوان مثال، جذب ساده، جذب تسهیل شده، انتقال فعال) برای دسترس ناپدید شدن ماده معدنی از روده و ظاهر شدنش در پلاسما مورد توجه قرار می‌دهد.

با فرضیه عرضه ماده معدنی در یک پیوند یونی یا کووالانسی محافظت کننده ماتریکس آمینواسید (کی‌لیت) با ضریب پایداری که به زیر پا گذاشتن موضوعات یونیزه شدن و تحویل ماده معدنی به جایگاه‌های جذب در مرز بررسی روده‌ای کمک کرد. برخی از آمینواسیدها مولکول‌های کمپلکس محلول با یون‌های فلز می‌سازند. از این رو یون‌ها را "محافظت می‌کنند" به طوری که آن‌ها نتوانند با سایر عناصر یا یون‌ها پیش از رسیدن به جایگاه جذبی در روده واکنش نشان دهند. لیگاند ماده معدنی کی‌لیت شده می‌تواند به صورت ساده جذب شود، سپس

با انتقال دهنده‌اش آزاد شود یا به صورت "محافظت شده" از طریق سطح جذبی روده برای اجازه سریع‌تر و انتقال کمی بیشتر ماده معدنی از محتویات روده عبور کند و از پرزهای روده به داخل خون راه یابد. اصول کی‌لیت شدن به خوبی فراتر از کی‌لیت‌های آمینواسید گسترش یافته و در شیمی آلی و معدنی اثبات می‌شود. این کتاب، اصول کی‌لیت شدن را همان‌طوری که برای بیوشیمی جذب و متابولیسم مواد معدنی به کار می‌رود، بررسی و امتحان می‌کند، به ویژه بر روی تشکیل و جذب کی‌لیت‌های آمینواسید با فلز متمرکز می‌شود.

پیشرفت و توسعه کی‌لیت‌های آمینواسید با مواد معدنی جای بحث ندارد. اگرچه زیست‌فراهمی بهبود یافته برخی از کی‌لیت‌های آمینواسید مواد معدنی در کل پذیرفته شده است، ولی به طور دقیق، اینکه چرا این کی‌لیت‌ها جذب بهبود یافته‌ای فراهم می‌کنند، به روشنی درک شده است. پژوهش‌های اولیه جنبه‌های تغذیه‌ای زیست‌فراهمی کی‌لیت‌های ماده معدنی طی دهه‌های ۱۹۶۰ و ۱۹۷۰ رخ داد. وقتی که فنون تجزیه‌ای پیشنهاد شدند، ولی اجازه معنی مستقیم کی‌لیت‌ها در جذب به دست آمده و انتقال ماده معدنی از عرض روده را نداد، در این سال‌ها مدارک غیر مستقیم بسیاری و به نفعی ما^۱ک زیست‌فراهمی افزایش یافته از طریق تعداد زیادی آزمایش تغذیه‌ای روی حیوان و پت^۱ین^۱ آمیناس^۱ غذایی در انسان به دست آمد. بسیاری از این اطلاعات تجربی اولیه، نخست با تأکید^۱ شاه^۱ری^۱ و^۱ لاله^۱ شد و در رابطه با تغذیه دام به‌طور انحصاری در نشریات داخلی متعلق به نوآوران و^۱ سب^۱ال^۱ اولیه فراورده‌های کی‌لیت شده ماده معدنی نظیر آزمایشگاه‌های آلبین^۱ منتشر شد. برخی از این نشریات شمارگان محدودی داشتند یا برای پژوهشگران ماده معدنی به علت تأکید اولیه^۱ بر^۱ کار^۱های دامی و انتشار محدودشان قابل دسترس نبودند تا به سهولت بتوانند در زمینه تغذیه مواد معدنی انسان مورد استفاده قرار گیرند. با انتشار این کتاب، اشمید دسترسی به این اطلاعات را برای خوانندگان سراسر جهان تسهیل نمود.

در این کتاب، دی واین اشمید توضیح تاریخی تئوری و کاربرد کی‌لیت‌ها برای تغذیه ماده معدنی را فراهم کرد. بسیاری از کارهای پیش‌تازانه اولیه توسط پدر دی واین، مرحوم هاروی اشمید انجام شده است. آزمایشگاه‌های آلبین یک بازرگانی خصوصی خانوادگی و تجارت محور است و در اولین دید، شخص باید تصور کند که فهرست این کتاب در مورد اولویت‌های تغذیه‌ای کی‌لیت‌های ماده معدنی آمینواسید خواهد بود. پیش‌داوری در این زمینه اشتباه است. این کتاب تحقیق پر باری است که نه تنها چارچوب تاریخی کی‌لیت را فراهم می‌کند بلکه شیمی کی‌لیت شدن و تشکیل کی‌لیت‌های آمینواسید ماده معدنی را به تفصیل شرح می‌دهد. همچنین شامل

^۱ Albion

یک مقدمه و بحث مبسوط خوبی دربارهٔ پیچیدگی‌های زیست‌فراهمی ماده معدنی می‌باشد. سپس اشمید برای مرور فناوری تجزیه‌ای مورد نیاز بر روی ایجاد یک کی‌لیت حقیقی پیش از جذب پراکنده‌کننده‌اش کار کرد و خوراندن مستقیم کی‌لیت‌های آمینواسید ماده معدنی و اشکال ماده معدنی مورد سؤال را مقایسه کرد. در فصول مختلف این کتاب داده‌های جدولی و نموداری حاصل از آزمایش‌های غذایی منتشر شده در مقالات همراه با برخی داده‌ها از نشریات دیگر که دسترسی به آن‌ها دشوار بود و یک کار پژوهشی منتشر نشده ارائه می‌شود. فرضیه و ملاک‌های توسعه یک کی‌لیت معدنی "فعال از لحاظ تغذیه‌ای" ارائه و بحث شدند.

اگرچه تاکید اصلی این کتاب در مورد خوردن کی‌لیت‌های آمینواسید فلز به‌عنوان روش بهینه کردن جذب ماده معدنی می‌باشد، ولی کتاب بحث پایه‌ای شیمی کی‌لیت شدن را فراهم می‌کند. اشمید نه تنها تفصیل خود را از نتایج پژوهش‌های زیادی از هضم و جذب کی‌لیت‌های آمینواسید ماده معدنی حیوان و انسان ارائه می‌دهد، بلکه تفسیرهای دیگران را نیز در این زمینه بازگو می‌کند. نکته شایان توجه در این کتاب قلم صریح و بسط منطقی و گام به گام مباحث است. این کتاب مرجع باید برای پژوهشگران زیست ماده معدنی غیرآلی و کسانی که برای حمایت از سلامتی و توان تولیدی مطلوب در دست‌بررسی افزایش زیست‌فراهمی ماده معدنی هستند، ارزشمند باشد.

Vayle Askew, PhD
Professor, Division of Nutrition
University of Utah

مقدمه

در اوایل دهه ۱۹۶۰ میلادی، پژوهشی انجام شد که در آن به موش‌های صحرایی آبستن جیره‌های داده شد که غلظت یکسانی از ماده معدنی حاصل از نمک‌های معدنی یا کی‌لیت‌های آمینواسید داشتند. نوزادان حاصل از گروهی که به آن‌ها کی‌لیت‌های آمینواسید داده شده بود میزان زندگانی بسیار بالاتری داشتند و سریع‌تر رشد کردند. این نوع پژوهش سپس در گاوهای شیری گسترش یافت. در این مورد دریافتند که تولید شیر و چربی شیر در گروه دریافت‌کننده آمینواسید بالاتر است. سپس این پژوهش در مرغ‌های تخم‌گذار گسترش یافت، تولید بیشتر و تخم‌مرغ‌های ثبات‌شده کمتر از گروه دریافت‌کننده مواد معدنی کی‌لیت شده با آمینواسیدها مشاهده شد. سایر پژوهش‌گران پژوهشی با خوک‌های آبستن انجام دادند. این پژوهش نشان داد که گروه دریافت‌کننده آبست شده با آمینواسید، وزن‌های بالاتر، مرگ و میر پایین‌تر و افزایش وزن بیشتری نسبت به آن‌ها، تیمار طبیعی آهن دکسترین داده شده بود، داشتند. به دنبال این پژوهش‌ها، پژوهش‌هایی قرار داد که بر روی جذب کی‌لیت آمینواسید آغاز شد و به‌طور پیوسته ثابت کردند که کی‌لیت‌های آمینواسید بهتر جذب می‌شوند و برخی جنبه‌های سلامت در انسان و سایر حیوانات درمان شده را بهبود می‌دهند.

اگر چه اولین بار بیش از ۱۰۰ سال پیش کی‌لیت شدن مشاهده شد، ولی در ۵۰ سال گذشته است که دانشمندان سودمندی تغذیه‌ای کی‌لیت‌های آمینواسید را کشف کردند. این کتاب دلالی برای اثبات سودمندی‌ها، شیمی کی‌لیت‌شدن، روش‌های تجزیه‌ای که برای اثبات یا راست‌آزمایی کی‌لیت شدن به کار رفته‌اند و بحث تفصیلی جذب و متابولیسم انواع کی‌لیت‌های آمینواسید را در مقایسه با نمک‌های معدنی آزمون می‌کند و مورد بحث قرار می‌گیرند. برای اینکه کی‌لیت تشکیل شود، یک فلز باید عضوی از یک حلقه هتروسیکلیک باشد. وقتی یک آمینواسید تشکیل کی‌لیت می‌دهد، آنیون کربوکسیلات یک پیوند با فلز شارژ شده به‌طور مثبت تشکیل می‌دهد. این امر گروه آمین را در وضعیت ارجح برای شرکت دادن جفت الکترون‌هایش با فلز برای تشکیل یک پیوند با فلز قرار می‌دهد و حلقه هتروسیکلیک یا کی‌لیت به وجود می‌آورد. بسته به شارژ بر روی فلز، این فرایند می‌تواند یک یا چندین بار تکرار شود. ساختمان این کی‌لیت می‌تواند با بلورنگاری پرتو- ایکس اثبات شود و به‌طور قوی به وسیله طیف‌نمایی (FT-RT)^۱ قوی نشان داده شود.

^۱ Fourier transform infrared

به‌طور منطقی می‌توان نتیجه‌گیری کرد که آمینواسیدها فلز را احاطه می‌کنند، فلز را از واکنش‌هایی که می‌تواند به‌طور زیادی جذب آن را مهار کند محافظت می‌کند. برخی از واکنش‌هایی که تولید رسوب فلزها می‌کنند عبارتند از واکنش‌ها با فسفات‌ها، اسید فیتیک و سایر مواردی که به‌طور مرسوم در دستگاه گوارش یافت می‌شوند. این محافظت فلزها به پایداری کی‌لیت‌های آمینواسید مختلف مربوط می‌شود. کی‌لیت‌های آمینواسید بسیار پایدار محافظت بهتری در برابر رسوب فراهم می‌کنند. همچنین، منطقی است که در محیط‌هایی با pH پایین بخش آمین آمینواسید می‌تواند پروتون بپذیرد. جفت الکترون که برای پیوند با فلز فراهم شده است اکنون برای پیوند با پروتون به کار می‌رود. سپس آمین پروتونیت شده یک شارژ مثبت حمل می‌کند و حلقه کی‌لیت شکسته می‌شود. این کی‌لیت/کمپلکس به جای کی‌لیت تولید می‌کند. دکتر اشمید چگونگی اینکه به کی‌لیت/کمپلکس آمینواسید فلز اجازه داده شد تا به ماکول‌ها به‌طور منفی شارژ شده بچسبند و از طریق انتقال فعال جذب شوند را بیان کرد. این رابطه بین جذب از طریق انتشار ساده، انتشار تسهیل شده افزون بر انتقال فعال توضیح داده می‌شود.

در پژوهشی برای تعیین سرپرشت کی‌لیت‌های آمینواسید به کار رفته، از ایزوتوپ رادیواکتیو فلز و ایزوتوپ رادیواکتیو دیگری برای آمینواسیدها به کار گرفته شد. به نظر رسید برخی تقسیم فلز و آمینواسیدها در بافت مخاطی به سبب هیدرولیز وجود داشته باشد. تفاوت‌ها در مقدار هیدرولیز کی‌لیت‌های آمینواسید در بافت مخاطی، اساس پایداری کی‌لیت‌های آمینواسید توضیح داده می‌شوند. صرف نظر از اینکه چه مقدار هیدرولیز در بافت مخاطی رخ می‌دهد، برخی از آمینواسید یا کی‌لیت/کمپلکس آمینواسید به نظر رسیده است نخورده به پلاسما انتقال یابند. متابولیسم این کی‌لیت‌های آمینواسید توان تولیدی یا متابولیتی که آزمون می‌شود را نشان داده است، و به علت ذخیره بافتی بیشتر کی‌لیت‌های آمینواسید می‌تواند پاسخ‌های مثبت بلندمدت فراهم کند.

جذب افزایش یافته کی‌لیت‌های آمینواسید بارها در آزمون‌هایی مشاهده شده که در آن‌ها یک ایزوتوپ رادیو اکتیو فلز به صورت کی‌لیت آمینواسید یا به صورت یک نمک معدنی به حیوان داده می‌شود. این آزمون‌ها ثابت کردند کی‌لیت‌های آمینواسید جذب بهتر ماده معدنی را نسبت به زمانی که این مواد معدنی به صورت نمک‌ها داده می‌شوند، فراهم می‌کند. اگرچه مواد معدنی کی‌لیت شده با آمینواسید نسبت به نمک‌های معدنی جذب بیشتری دارند، ولی برای مؤثر بودن کی‌لیت‌های آمینواسید باید زیست فراهم باشد. توضیح تفصیلی علت این مساله در این کتاب یافت می‌شود.

برخی اوقات تعیین زیست‌فراهمی مواد معدنی بسیار مشکل است، ولی به‌طور معمول با مقایسه برخی از جنبه سلامتی یا تولید وقتی که انواع مختلف مواد معدنی داده می‌شوند، انجام می‌شود. پژوهش‌های بسیار زیادی از بهبود کم‌خونی ناشی از کمبود آهن در نوزاد انسان، تا تولید شیر در گاوها، تا زنده‌مانی بهبود یافته توله‌خوک‌ها برای این موضوع استفاده می‌کنند. اگرچه معرفی کی‌لیت‌های آمینواسید در تغذیه ماده معدنی نخست با شک و تردید و بحث و جدل روبه‌رو شد، ولی جذب و زیست‌فراهمی بیشتر مواد معدنی کی‌لیت شده با آمینواسید در مقایسه با مواد معدنی کی‌لیت نشده به خوبی اثبات شده است. این کتاب پژوهش‌های زیادی را مرور می‌کند که در مورد مقایسه کی‌لیت‌های آمینواسید و مواد معدنی کی‌لیت نشده اطلاعات را فراهم می‌کنند. این پژوهش‌ها با استفاده از حیوانات بسیار مختلف، از جمله انسان، تحت شرایط مختلف انجام یافته‌اند. کی‌لیت‌های آمینواسید، به‌طور پیوسته پاسخ‌های بهبود یافته فراهم کرده‌اند که به جذب و زیست‌فراهمی بهتر مواد معدنی که مورد آزمون قرار گرفته‌اند، منجر شده است.