

Topická aplikace vitaminu C a jeho derivátů v dermatologii a kosmetice

Hana Hořavová, Kateřina Brückner

Ústav farmaceutické technologie, Farmaceutická fakulta, Masarykova univerzita, Brno

Vitamin C (kyselina askorbová) je vysoce ceněná bioaktivní látka s rozsáhlým využitím v dermatologii a kosmetice. Jeho hlavními účinky jsou silná antioxidační kapacita, podpora syntézy kolagenu, depigmentační účinek a zlepšení kožní bariéry. Díky těmto vlastnostem je oblíbenou složkou přípravků určených k prevenci stárnutí a korekci fotopoškození. Navzdory své biologické účinnosti představuje topické použití vitaminu C technologickou výzvu kvůli jeho nízké stabilitě a omezené schopnosti penetrace kůže. Práce shrnuje klíčové faktory ovlivňující jeho účinnost – včetně koncentrace, pH, formulace a přídavných stabilizačních látek – a představuje přístupy ke zlepšení stability a absorpce, včetně využití derivátů, pomocných látek nebo technologických postupů. Výsledkem je ucelený přehled podmínek, za kterých lze dosáhnout efektivního a bezpečného topického působení vitaminu C v kosmetických přípravcích.

Klíčová slova: vitamin C, antioxidant, kůže, topická aplikace, deriváty kyseliny askorbové.

Topical application of vitamin C and its derivatives in dermatology and cosmetics

Vitamin C (ascorbic acid) is a highly valued bioactive substance with extensive use in dermatology and cosmetics. Its main effects are strong antioxidant capacity, collagen synthesis boosting, depigmentation effect and improvement of the skin barrier. Due to these properties, it is a popular ingredient in preparations intended for the prevention of aging and correction of photodamage. Despite its biological efficacy, topical use of vitamin C represents a technological challenge due to its low stability and limited ability to penetrate the skin. The work summarizes the key factors influencing its efficacy – including concentration, pH, formulation and additional stabilizing substances – and presents approaches to improve stability and absorption, including the use of derivatives, excipients or technological processes. The result is a comprehensive overview of the conditions under which effective and safe topical action of vitamin C in cosmetic preparations can be achieved.

Key words: vitamin C, antioxidant, skin, topical application, ascorbic acid derivatives.

Úvod

Vitamin C (VC) patří mezi nejvýznamnější bioaktivní látky využívané v kosmetickém průmyslu. Přestože se jedná o látku s dlouhou historií používání v dermatologii i estetické medicíně, jeho popularita je i v posledních letech stále na vzestupu. Podle dostupných údajů se vyskytuje přibližně v 5 % kosmetických produktů na trhu a až 10 % globální spotřeby VC je alokováno právě v kosmetickém segmentu (1, 2). Tento trend navíc vykazuje trvalý růst a očekává se, že jeho význam a obliba v oblasti kosmetiky bude nadále stoupat (3). Co stojí za tímto trendem a proč je VC tolik žádanou a ceněnou ingrediencí v péči o pokožku mezi výrobci i spotřebiteli?

Především má velmi široké spektrum biologických účinků, které jsou spolehlivě podloženy jak experimentálními, tak klinickými studiemi. Zároveň jsou velmi dobře popsány projevy jeho nedostatku. Navíc jde o látku tělu vlastní a zcela esenciální, což zvyšuje její důvěryhodnost a přijatelnost z hlediska bezpečnosti. Vzhledem ke své nestabilitě a náročné formulaci však VC představuje i technologickou výzvu. Aby byla zajištěna jeho účinnost, je třeba dbát nejen na jeho stabilitu a transport do cílové tkáně, ale i volbu vhodné koncentrace či galenické formy. (1, 2). Tento ucelený přehled se zaměřuje na problematiku topického použití VC – od jeho biologické role v kůži přes mechanismy účinku po formulační výzvy včetně strategií zajišťujících stabilizaci a účinnost.

Vitamin C – význam pro organismus a biodistribuce

Kyselina askorbová je přírodní sloučenina vyskytující se ve dvou enantiomerech, z nichž biologicky aktivní L-forma je označovaná jako vitamin C. Jde o esenciální vitamin, který je nutné přijímat z externích zdrojů. Lidské tělo jej totiž kvůli absenci enzymu L-gulon- γ -laktón-oxidázy nedokáže syntetizovat. Evropský úřad pro bezpečnost potravin (EFSA) doporučuje denní příjem 110 mg pro dospělé muže a 95 mg pro ženy (4). Díky nízké toxicitě jsou však dobře tolerovány i dávky mnohonásobně vyšší. Jeho střevní absorpce je ale limitována aktivním transportním mechanismem a klesá s vyšší dávkou i při nasycenosti organismu. Maximální kapacity je dosaženo při jednotlivé dávce 3 g a v saturovaném stavu (cca 20 mg/kg) je tělo schopno využít pouze 60 mg (5). I proto má orální suplementace jen minimální vliv na hladinu VC v kůži a k saturaci kožní tkáně se hojně využívá topické aplikace (6).

Přestože kůže tvoří pouhých 8 % tělesných tkání, akumuluje poměrně vysoké koncentrace VC – vyšší než v plazmě a srovnatelné s ostatními tkáněmi. V epidermis je hladina 2–5× vyšší než v dermis a koncentrace klesá směrem k rohové vrstvě (stratum corneum) a s věkem. Transport VC do kožních buněk je zprostředkován specifickými na sodíku závislými transportéry (SVCT1 a SVCT2). Zatímco u většiny tkání se nachází pouze jeden ze dvou typů, u epidermálních buněk jsou přítomny oba. Tato kombinovaná exprese vypovídá o zvýšené snaze kožních buněk o efektivní vychytávání a akumulaci VC (7). Je tedy patrné, že pro správnou funkci kožních buněk je zcela zásadním nutriemem.

Externí suplementace (orální či topická) je efektivní zejména pokud je hladina VC v těle při zahájení intervence výrazně snížena oproti normálnímu stavu. Hladina VC v kůži totiž reaguje na jeho plazmatickou koncentraci a pokud ta dosáhne saturace, kožní hladina se již dále nezvyšuje. U jedinců s dobrou saturací tedy může být účinek topické aplikace výrazně menší (5).

Účinky vitamínu C na kůži

Pro funkčnost topické formulace je nutná samotná penetrace aktivní látky v dostatečné koncentraci a její následné setrvání ve stabilním stavu. Jakmile k průchodu do kůže dojde, již nedochází k odstranění mytím nebo pocením (8).

Antioxidační účinek a ochrana před UV zářením

Jeden z hlavních důvodů popularity VC je jeho silný antioxidační potenciál. Je nejvíce zastoupeným antioxidantem v lidské kůži a zároveň jedním z nejpotentnějších antioxidantů fungujících na principu výměny elektronů. Darováním prvního elektronu vzniká poměrně stabilní askorbátový volný radikál, který se odevzdáním druhého elektronu mění na kyselinu dehydroaskorbovou. Než dojde k její degradaci, může být enzymaticky konvertována zpět na aktivní kyselinu askorbovou (6). Tato recyklace však může probíhat pouze v metabolicky aktivních buňkách, což omezuje její účinnost ve svrchních vrstvách kůže. Právě zde – v odumřelých buňkách stratum corneum – dochází k největšímu vyčerpání kožních antioxidantů (až ze dvou třetin) (9).

Povrch kůže je totiž vystaven řadě exogenních iniciátorů oxidačního stresu, přičemž nejvýznamnější z nich je ultrafialové (UV) záření. VC

tak hraje klíčovou roli v ochraně pokožky před tzv. photoagingem – komplex projevů stárnutí kůže v důsledku expozice slunečnímu záření, zejména jeho UVA složce. Při topické aplikaci před sluněním ale redukuje také negativní dopady UVB záření, jako je vznik erytému a formace tzv. sunburn cells (buňky podléhající apoptóze po expozici slunečnímu záření) (6). Tento účinek je založen na neutralizaci volných radikálů, nikoli na absorpci záření. Při aplikaci na již spálenou pokožku může zmírnit zánětlivou reakci. VC chrání před oxidačním poškozením rovněž molekulu DNA, čímž snižuje riziko vzniku mutací a fotokarcinogeneze (8).

Významná je také jeho role při regeneraci dalšího klíčového antioxidantu – α -tokoferolu. Ten je důležitý v ochraně lipidů před peroxidací. Jejich synergické působení tak prodlužuje životnost obou molekul a posiluje celkovou antioxidační kapacitu pokožky (5).

Přestože existují klinická data potvrzující obnovení elasticity a redukci vrásek fotoposkozené kůže po topické aplikaci VC, jeho vliv v případě reparace již vzniklých škod obecně není zcela jasný. Často je totiž hodnocen v kombinaci s dalšími látkami, což znesnadňuje odlišení jeho individuálního efektu (7, 10).

Podpora syntézy kolagenu

VC je nezbytný pro syntézu kolagenu, jehož množství s věkem přirozeně klesá vlivem snížení produkce fibroblasty a zvýšení degradace prostřednictvím kolagenáz. UV záření tento pokles dále urychluje. VC však do kolagenního metabolismu vstupuje hned na několika úrovních. Působí jako kofaktor enzymů prolyl- a lysyl-hydroxylázy, jež zajišťují zesíťování a stabilizaci kolagenních vláken. Dále stimuluje samotnou genovou expresi kolagenu, aktivuje transkripční faktory a stabilizuje prokolagenovou mRNA. Inhibicí produkce matricových metaloproteináz blokuje degradaci kolagenu. Působí tak podpůrně při hojení ran nebo oddaluje rozvoj projevů přirozeného stárnutí kůže, což z něj dělá klíčovou složku anti-aging produktů (11).

Dosud plně neobjasněným mechanismem navíc částečně obnovuje papilární výběžky dermis, které se stárnutím zplošťují. Tím zlepšuje soudržnost epidermálně-dermálního spojení a zprostředkovává formaci nových kapilár (12). Pokožku chrání také před rozvojem patologické elastózy inhibicí syntézy elastinu (6).

Depigmentační účinek

VC zasahuje různými mechanismy do procesu melanogeneze, čehož se využívá v terapii hyperpigmentace či pigmentových skvrn. Primárně působí inhibičně na produkci kožního barviva melaninu, a to buď přímou interakcí s aktivním místem tyrozinázy, nebo s měďnatými ionty v jeho okolí. Tyrozináza katalyzuje oxidační konverzi tyrosinu na prekurzory melaninu. VC zároveň redukuje takto vzniklé intermediáty zpět a přerušuje tak syntetický řetězec (7, 11). Vzhledem k tomu, že oxidační stres stimuluje činnost melanocytů, VC může díky antioxidační kapacitě inhibovat tento proces i nepřímou (10). Předchází výzkum rovněž naznačuje, že deriváty VC mohou narušovat přenos melanosomů (organely nesoucí melanin) z melanocytů do keratinocytů (13).

Podpora kožní bariéry

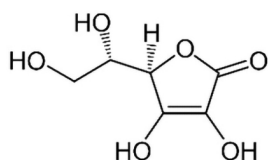
V buněčných kulturách VC stimuluje produkci bariérových lipidů a indukuje diferenciaci keratinocytů, což může zlepšovat bariérové

funkce kůže a stabilizovat hydrataci. To sice nebylo klinicky potvrzeno, ale byla například popsána závislost celkové hladiny ceramidů (nejhojnější skupina kožních lipidů) v epidermis na plazmatické koncentraci VC u atopických pacientů. Pullar a kol. či Caritá a kol. zmiňují řadu dalších procesů, do kterých je VC zapojen, a to nejen v rámci kůže (7, 14).

Stabilita a kožní penetrace vitamínu C

Kyselina askorbová je z chemického hlediska aldono-1,4-lakton hexonové kyseliny s enediolovou skupinou na druhém a třetím uhlíku (Obr. 1). Právě hydroxylová skupina na druhém uhlíku je zodpovědná za antioxidační účinek a zároveň nízkou stabilitu molekuly. Při fyziologickém pH se vyskytuje v ionizované formě jako hydroxylový aniont. V této formě je molekula hydrofilní, velmi špatně penetruje přes lipofilní stratum corneum a snadno podléhá oxidaci. Penetraci lze zlepšit snížením pH pod 3,5, kdy dochází k deionizaci a vzniku lipofilní formy. Mělo se za to, že úpravou pH dochází také ke stabilizaci molekuly, nicméně nedávno bylo prokázáno, že tak nízké pH jasně vede k degradaci VC, a navíc může působit na kůži iritačně (15).

Obr. 1. Chemická struktura kyseliny askorbové



Ke zvýšení prostupu VC do pokožky se využívá také různých fyzikálních metod – například elektroporace, iontoforézy, mikrojehliček nebo odstranění rohové vrstvy pomocí laserů či mikrodermabrazí (16).

Deriváty vitamínu C

Mnoho kosmetických produktů využívá chemicky modifikované deriváty VC, od kterých se očekává vyšší stabilita a lepší penetrace kůží. Po absorpci však musí být tyto deriváty *in vivo* metabolizovány na biologicky aktivní kyselinu askorbovou (15). Existuje celá řada derivátů kyseliny askorbové a jejich spektrum se neustále rozšiřuje. Liší se zejména svou chemickou strukturou (typicky estery, fosfáty, či glykosidy), která určuje jejich stabilitu, rozpustnost ve vodě nebo oleji, účinnost a schopnost průniku do kůže, a tedy i praktické využití v kosmetických přípravcích. S ohledem na rozsah textu budou dále představeny pouze ty nejvýznamnější a v kosmetologické praxi nejčastěji uplatňované deriváty vitamínu C s ohledem na recentní literaturu a mezinárodně uznávané názvosloví.

K nejčastěji zmiňovaným derivátům patří hydrofilní esterifikované formy VC – magnesium ascorbyl phosphate (MAP, fosforečnan askorbyl-hořečnatý), v současnosti považovaný za nejstabilnější derivát VC, a sodium L-ascorbyl-2-phosphate (SAP, fosforečnan askorbyl-sodný). Ačkoli vykazují velmi dobrou stabilitu i antioxidační aktivitu *in vivo*, limitací je jejich potencionálně slabá kožní penetrace. Podobnou chemickou strukturou disponuje disodium isosteryl 2-O-L-ascorbyl phosphate (DI-VCP, disodná sůl isosteryl-2-O-L-askorbylfosfátu), který však oproti předchozím zástupcům vykazuje lipofilnější charakter. Mezi

další lipofilní deriváty se řadí ascorbyl 2-phosphate 6-palmitate (APPS, askorbyl-2-fosfát-6-palmitát) a ascorbyl 6-palmitate (AA-PAL, askorbyl-palmitát). Lipofilita těchto derivátů by teoreticky měla zvýšit míru penetrace kůží, avšak výsledky studií jsou často rozporuplné. AA-PAL je považován za méně stabilní derivát VC, přičemž jeho stabilita je silně závislá především na vlastnostech dané formulace. Na druhou stranu jako jediný derivát VC vykazuje fyziologickou aktivitu nezávislou na konverzi na kyselinu askorbovou – jeho molekula je schopna přímo zhášet volné radikály (17).

Hojně využívaným derivátem v kosmetických formulacích je také ascorbyl 2-glucoside (AA-2G, askorbyl glukosid, známý také jako 2-O-glucopyranosyl-ascorbic acid), který je naopak považován za méně lipofilní derivát, a proto existují určité pochybnosti o jeho schopnosti účinně pronikat do kůže. Dle studií nicméně vykazuje lepší antioxidační aktivitu než MAP a SAP a některé studie navíc potvrzují prodlouženou účinnost oproti jiným derivátům VC. Za moderní a vysoce stabilní lipofilní derivát s dlouhotrvajícím účinkem je dnes považován ascorbyl tetraisopalmitate (VC-IP, ATIP, askorbyl-tetraisopalmitát). Podobnou chemickou strukturou, lišící se pouze větvením mastných kyselin, má tetrahexyldecyl ascorbate (THDA, tetrahexyldecylaskorbát). U obou těchto derivátů se díky jejich lipofilním vlastnostem předpokládá lepší epidermální penetrace. Je také možné se setkat s amfifilním derivátem 3-O-ethyl ascorbic acid (EAC, kyselina 3-O-ethylaskorbová), jehož stabilita je primárně ovlivněna vlastnostmi celé formulace kosmetického přípravku (17).

Navzdory množství dostupných derivátů vitamínu C a četným *in vitro* i *in vivo* experimentům jsou dosud publikované údaje o jejich vlastnostech nekonzistentní a vykazují značnou variabilitu. To je v mnoha případech dáno kombinací derivátů VC s dalšími aktivními či pomocnými látkami, které mohou zkreslovat výsledky. K přesnému stanovení celkové klinické účinnosti a k objektivnímu srovnání jednotlivých derivátů jsou proto nezbytné další kvalitně navržené klinické studie (18, 19).

Faktory ovlivňující kvalitu a efektivitu formulací s vitamínem C

Kyselina askorbová (respektive její ionizovaná forma) ve vodném prostředí rychle podléhá oxidaci, která může vést k inaktivaci a zbarvení do žluté až tmavě hnědé. Degradace probíhá výrazně rychleji v alkalickém prostředí, při zvýšené teplotě, při expozici UV záření a v přítomnosti kyslíku. Reakce s kyslíkem je navíc silně katalyzována kovovými ionty (14, 19, 20). Při používání kosmetických přípravků s obsahem VC je tedy nezbytné věnovat pozornost dodržení vhodných skladovacích podmínek – chránit přípravek před teplem a světlem a využívat vzduchotěsné obaly.

Ve fázi vývoje byly aplikovány různé strategie pro kontrolu stability aktivní látky. Patří mezi ně formulace za podmínek s omezeným přístupem kyslíku, regulace pH, použití bezvodých formulací, přidávek látek s antioxidačním nebo chelatačním účinkem (vitamin E, kyselina ferulová, metabisulfit sodný) nebo využití multi-emulzních systémů a zvýšené viskozity. Ochranu molekuly před degradací může zajistit také přítomnost humektantu nebo emolientu (21, 22). Perspektivní je

také enkapsulace do mikro- nebo nano-systémů, ale jejich širší klinické použití je ovlivněno regulačními a technologickými limitacemi (14).

Z hlediska účinnosti hraje klíčovou roli schopnost VC pronikat do kůže. Penetraci lze zvýšit např. pomocí tzv. enhancerů (nejúčinnějšími se jeví neiontové tenzidy) a také hydratací rohové vrstvy, která zvyšuje její propustnost (23). Míra penetrace VC kůže vzrůstá se zvyšující se koncentrací, nicméně po pár dnech dochází k poklesu. Z toho důvodu je pro optimální účinnost nutná pravidelná a stálá aplikace – obvykle v řádu týdnů až měsíců (16, 21). Pro biologickou signifikanci je zapotřebí koncentrace vyšší než 8 %, přičemž in vitro studie ukazují, že optimální perkutánní absorpce je dosaženo při maximální koncentraci 20 %. Vyšší koncentrace nevedou k dalšímu zlepšení penetrace ani účinku, naopak mohou působit iritačně. Rutinní používání přípravků s extrémně vysokým obsahem VC proto není opodstatněné. Obsah v seriózních kosmetických přípravcích se v praxi většinou pohybuje v rozmezí 10–20 % (10, 11). Koncentrace VC ovlivňuje také míru degradace – vyšší

koncentrace kyseliny askorbové má nižší konstantu rychlosti degradace. Zároveň se ale zvyšuje sklon k autooxidaci (20).

Závěr

Topická aplikace vitamínu C představuje atraktivní, ale současně komplexní oblast nejen kosmetologie. Přestože jsou jeho biologické účinky dobře popsány a potvrzeny řadou experimentálních i klinických studií, formulace stabilních a zároveň účinných přípravků zůstává technologickou výzvou. Vývoj nových derivátů a inovativních nosičů přináší slibné výsledky, avšak dostupné údaje o jejich skutečné klinické účinnosti jsou dosud často nejednotné a vyžadují další cílený výzkum. Z praktického hlediska proto nelze stanovit univerzální kritéria, podle nichž by bylo možné jednoznačně identifikovat kvalitní a účinný přípravek. Je nezbytné formulace hodnotit individuálně a věnovat pozornost především stabilitě účinné látky, volbě vhodné koncentrace a aplikační formy, ale také správnému skladování a pravidelné aplikaci.

LITERATURA

1. Global Growth Insights. Vitamin C Market Size & Trends | Global Forecast 2025-2033 [Internet]. Global Growth Insights; c2025 [cited 2025 08 29]. Available from: <https://www.globalgrowthinsights.com/market-reports/100790>.
2. Cosmetics Business. Vitamin C: The versatile skincare ingredient that still has the power to surprise [Internet]. Cosmetics Business; 2019 [cited 2025 08 29]. Available from: <https://www.cosmeticsbusiness.com/vitamin-c-the-versatile-skincare-ingredient-that-still-has-the-power-to-surprise-159853>.
3. Verified Market Reports. Vitamin C Derivatives for Cosmetic Market Size, Trends, Growth & Forecast. Consumer Goods and Retail [Internet]. VERIFIED MARKET REPORTS; c2025 [cited 2025 08 29]. Available from: <https://www.verifiedmarketreports.com/product/vitamin-c-derivatives-for-cosmetic-market/>.
4. Agostoni C, Berni Canani R, Fairweather Tait S, et al. Scientific Opinion on Dietary Reference Values for vitamin C. EFSA J. 2013;11(11):3418.
5. Colven R M, Pinnell S R. Topical vitamin C in aging. Clin Dermatol. 1996;14(2):227-234.
6. Farris P K. Topical vitamin C: a useful agent for treating photoaging and other dermatologic conditions. Dermatol Surg. 2005;31(7 Pt 2):814-818.
7. Pullar J M, Carr A C, Vissers M C M. The Roles of Vitamin C in Skin Health. Nutrients. 2017;9(8):866.
8. Pinnell S R, Madey D L. Topical Vitamin C in Skin Care. Aesthet Surg J. 1998;18(6):468-470.
9. Darr D, Combs S, Dunston S, et al. Topical vitamin C protects porcine skin from ultraviolet radiation induced damage. Br J Dermatol. 1992;127(3):247-253.
10. Correia G, Magina A. Efficacy of topical vitamin C in melasma and photoaging: A systematic review. J Cosmet Dermatol. 2023;22(7):1938-1945.
11. Al Niaiimi F, Yi Zhen Chiang N. Topical Vitamin C and the Skin: Mechanisms of Action and Clinical Applications. J Clin Aesthet Dermatol. 2017;10(7):14.
12. Sauermann K, Jaspers S, Koop U, et al. Topically applied vitamin C increases the density of dermal papillae in aged human skin. BMC Dermatol. 2004;4(1):1-6.
13. Taira N, Katsuyama Y, Yoshioka M, et al. 3-O-Glyceryl 2-O-hexyl ascorbate suppresses melanogenesis by interfering with intracellular melanosome transport and suppressing tyrosinase protein synthesis. J Cosmet Dermatol. 2018;17(6):1209-1215.
14. Caritá A C, Fonseca Santos B, Shultz J D, et al. Vitamin C: One compound, several uses. Advances for delivery, efficiency and stability. NBM. 2020;24:102117.
15. Isoir Ingrez M, Falip A, Yousfi N, et al. Mastering the formulation of an unstable vitamin C (VC) as anti aging skin care ingredient. Part I: A new approach. Int J Cosmet Sci. 2025;47(4):597-603.
16. Zhang L, Lerner S, Rustrum W V, et al. Electroporation mediated topical delivery of vitamin C for cosmetic applications. Bioelectrochem Bioenerg. 1999;48(2):453-461.
17. Enescu C D, Bedford L M, Potts G, et al. A review of topical vitamin C derivatives and their efficacy. J Cosmet Dermatol. 2022;21(6):2349-2359.
18. Napolitano A, Chool Boo Y. Ascorbic Acid (Vitamin C) as a Cosmeceutical to Increase Dermal Collagen for Skin Anti aging Purposes: Emerging Combination Therapies. Antioxid. 2022;11(9):1663.
19. Sasidharan O, Gholap A, Rastogi R. A Review of Clinical Efficacy of Topical Vitamin C and Its Derivatives. PST. 2023;7(2):20-26.
20. Yin X, Chen K, Cheng H, et al. Chemical Stability of Ascorbic Acid Integrated into Commercial Products: A Review on Bioactivity and Delivery Technology. Antioxidants. 2022;11(1):153.
21. Shelke O, Susarla K P C, Bankar M. Understand the Stabilization Engineering of Ascorbic Acid, Mapping the Scheme for Stabilization, and Advancement. AAPS Pharm Sci Tech. 2024;25(6):1-10.
22. Gallarate M, Carloti M E, Trotta M, et al. On the stability of ascorbic acid in emulsified systems for topical and cosmetic use. Int J Pharm. 1999;188(2):233-241.
23. Liston L S, Rivas P L, Sakdiset P, et al. Chemical Permeation Enhancers for Topically Applied Vitamin C and Its Derivatives: A Systematic Review. Cosmetics. 2022;9(4):85.

Česká a slovenská farmacie
www.csfarmacie.cz

