

EVOLUTION OF TOPICAL RETINOIDS IN DERMOCOSMETICS: INNOVATIONS AND TOXICOLOGICAL EVALUATION

Svetlana Laskova

Department of "Medical Cosmetician," Medical College, Medical University of Varna,
Bulgaria, svetlana.trifonova@mu-varna.bg

Lora Georgieva

Department of "Social Medicine and Healthcare Organization,"
Medical University Varna, Bulgaria, georgieva_l@mu-varna.bg

Ilko Bakardzhiev

Department of "Medical Cosmetician," Medical College, Medical University of Varna,
Bulgaria, ilko.bakardjiev@mu-varna.bg

Abstract: Retinoids are a group of biologically active derivatives of vitamin A that exert significant effects on cellular differentiation, proliferation and inflammatory processes in the skin. They are widely used as active ingredients in anti-ageing dermocosmetics, due to their ability to stimulate cellular regeneration, contribute to collagen synthesis and support epidermal keratinisation. Classical retinoids are characterised by limited chemical stability, photolability and a potential for cutaneous irritation, manifested as erythema, desquamation and increased sensitivity during prolonged use. Their susceptibility to oxidative degradation may affect the therapeutic effectiveness of dermocosmetic products and procedures. In recent years, the development of a new generation of retinoids has aimed to enhance efficacy and tolerability by reducing undesirable cutaneous reactions. These innovations seek to optimise dermal delivery of active substances and to minimise irritation without compromising biological activity. The aim of this review is to analyse contemporary innovative retinoid formulations used in dermocosmetics. A systematic literature review was conducted using the PubMed, Scopus and Web of Science databases. Clinical studies, systematic reviews, toxicological assessments and regulatory documents relating to retinoids used for dermocosmetic purposes were included. The synthesised evidence indicates potential risks associated with the application of vitamin A, underscoring the need to comply with current European restrictions on its concentration, as well as that of its derivatives. Substantial progress has been achieved in the development of stabilised retinoids and in the introduction of novel derivatives with improved tolerability. Modern retinoid formulations allow efficacy and safety to be optimised, supporting a balanced approach between clinical benefit and toxicological risk. Evidence from review publications suggests that the latest innovative retinoids are stabilised and formulated for controlled release, which reduces irritation and enables long-term use without compromising the intended effectiveness.

Keywords: retinoids, retinol, vitamin A, anti-ageing dermocosmetics, toxicological risk

ЕВОЛЮЦИЯ НА ЛОКАЛНИТЕ РЕТИНОИДИ В ДЕРМАТО КОЗМЕТИКАТА: ИНОВАЦИИ И ТОКСИКОЛОГИЧНА ОЦЕНКА

Светлана Ласкова

УС "Медицински козметик" Медицински колеж, Медицински университет-Варна,
България, svetlana.trifonova@mu-varna.bg

Лора Георгиева

Катедра, "Социална медицина и организация на здравеопазването" МУ-Варна
Медицински университет -Варна, България, georgieva_l@mu-varna.bg

Илко Бакърджиев

УС "Медицински козметик" Медицински колеж, Медицински университет-Варна,
Медицински университет -Варна, България, ilko.bakardjiev@mu-varna.bg

Резюме: Ретиноидите представляват група биологично активни производни на витамин А, които оказват значимо влияние върху клетъчната диференциация, пролиферация и възпалителните процеси в кожата. Те са широко използвани активни съставки в анти-ейдж дерматокосметиката, имайки способността да стимулират клетъчната регенерация, участват в синтеза на колаген и подпомагат процеса на кератинизацията на епидермиса. Класическите ретиноиди се характеризират с ограничена химична стабилност, фотолабилност и

потенциал за кожно дразнене, проявяващо се с еритем, десквамация и повишена чувствителност при продължителна употреба. Склонността към окислително разграждане могат да повлияят на терапевтичната ефективност на дерматокосметичните продукти и процедури. През последните години развитието на ново поколение ретиноиди целят повишаване на ефективността и поносимостта им намалявайки нежеланите кожни реакции. Тези иновации целят да оптимизират дермалната доставка на активните вещества и да минимизират кожните дразненения, без да се компрометира биологичната активност. Целта на настоящия обзор е да анализира съвременните иновативните формули на ретиноидите използвани в дерматокосметиката. Извършен е систематичен преглед на научната литература чрез базите данни PubMed, Scopus и Web of Science. Включени са клинични проучвания, систематични прегледи, токсикологични оценки и регулаторни документи, свързани с ретиноиди използвани за дерматокосметични цели. Обобщените резултати от данните показват потенциалните рискове от прилагането на витамин А, което налага спазване на актуалните европейски ограничения за концентрацията му, както и на неговите производни. Значителен напредък има в разработването на стабилизиращи ретиноиди, както и въвеждането на нови производни с подобрена поносимост. Съвременните формули на ретиноиди позволяват оптимизиране на ефективността, безопасността и балансиран подход между клинична полза и токсикологичен риск. Данните от обзорни публикации показват, че новото иновативно поколение ретиноиди са стабилизиращи и с контролирано освобождаване, които водят до редуциране на иритацията и позволяват дългосрочна употреба без компромис в търсената ефективност.

Ключови думи: ретиноиди, ретинол, витамин А, анти-ейдж дерматокосметика, токсикологичен риск

1. ВЪВЕДЕНИЕ

Ретиноидите са биологично активни производни на витамин А. В дерматологичната практика ретиноидите стимулират синтеза на колаген, нормализират кератинизацията и намаляват пигментационните нарушения, което ги прави основен компонент в анти-ейдж козметиката и терапията на фотостаренето (Milosheska & Roškar 2022, Pradhan et al. 2024).

Въпреки доказаната им ефективност, класическите ретиноиди се характеризират с ограничена химична стабилност, фотолабилност и потенциал за кожно дразнене, проявяващо се с еритем, десквамация и повишена чувствителност при продължителна употреба (Milosheska & Roškar 2022, Cook B, et al. 2025). Освен това, промяната в съдържанието на активната съставка и склонността към окислително разграждане могат да повлияят на терапевтичната ефективност на дерматокосметичните продукти (Milosheska & Roškar, 2022). Научни и регулаторни оценки на безопасността поставят въпроси относно използването на витамин А и неговите производни, което доведе до препоръки за ограничаване на концентрациите им в дерматокосметични продукти в рамките на Европейския съюз (European Commission, 2022). Тези ограничения поставиха разработването на ново поколение ретиноиди и иновативни формули, насочени към подобряване на стабилността и кожната поносимост. Съвременните подходи включват микро- и наноинкапсулация, липозомни и наноструктурирани носители, както и използването на по-стабилни и по-малко дразнещи производни като ретинил ретиноат, хидроксипинаколон ретиноат и адапален (Crespi, 2025, Mambwe, 2025). Тези иновации целят да оптимизират дермалната доставка на активните вещества и да минимизират нежеланите реакции, без да се компрометира биологичната активност. Настоящият обзор има за цел да анализира съвременните иновации формули при козметичните ретиноиди и да оцени токсикологичните аспекти, свързани с тяхното приложение, в контекста на актуалните научни данни и регулаторни изисквания.

2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

Проведен е систематичен преглед на научната литература чрез базите данни PubMed, Scopus и Web of Science. Използвани са ключови думи, свързани с ретиноиди, ретинол, козметична безопасност, формулационни технологии и експозиция на витамин А. Анализирани са публикации, включени са клинични проучвания, систематични обзори, токсикологични оценки и регулаторни документи, относно употребата на ретиноиди.

3. РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Прегледът на литературата показва подобрени формули в развитието на дерматокосметичните ретиноиди – от класически форми като ретинол и ретинил естери към ново поколение производни и стабилизиращи формулации. Иновативните технологии, включително микрокапсулиране и липозомни системи, подобряват стабилността и контролират освобождаването на активните съставки, което повишава ефективността и намалява дразнещия потенциал. Данните потвърждават доказаната ефективност на ретиноидите при

фотостареене, акне и хиперпигментации, но също така подчертават риска от кожно дразнене и бариерни нарушения. Оценката на кумулативната експозиция показва, че комбинираните източници на витамин А могат да доведат до превишаване на безопасните нива, което обосновава необходимостта от регулаторен контрол.

4. ДЕЙСТВИЕ НА РЕТИНОИДИТЕ ВЪРХУ КОЖАТА

Ретиноидите представляват група биологично активни производни на витамин А, които оказват значимо влияние върху клетъчната диференциация, пролиферация и възпалителните процеси в кожата. Независимо от структурните различия между отделните ретиноиди, техните биологични ефекти се реализират основно чрез превръщането им в ретиноева киселина и последващото взаимодействие с ядрени рецептори, регулиращи генната експресия (Milosheska & Roškar 2022; Mukherjee et al. 2006).

1. Метаболитна активация и рецепторна сигнализация

Повечето козметични ретиноиди (ретинолови естери, ретинол, ретинал) преминават през ензимна конверсия в кожата до all-trans ретинова киселина — активната форма, която се свързва със:

- RAR (Retinoic Acid Receptors)
- RXR (Retinoid X Receptors)

Активираните рецепторни комплекси функционират като транскрипционни фактори, които регулират експресията на гени, отговорни за епидермалната диференциация, дермалната матрица и възпалителните реакции (Milosheska & Roškar, 2022).

Ретиноиди от ново поколение показват повишена рецепторна селективност или модифицирана кинетика на взаимодействие, което допринася за подобрена поносимост и оптимизирана биологична активност (Sorg, Kuenzli & Kaya 2011).

2. Въздействие върху епидермиса

Ретиноидите нормализират процеса на кератинизация и ускоряват клетъчния обмен в епидермиса чрез:

- стимулиране на пролиферацията на кератиноцити;
- намаляване на кохезията между корнеоцитите;
- нормализиране на фоликуларната кератинизация.

В резултат се наблюдават изглаждане на кожата повърхност и подобряване на кожата текстура (Mukherjee et al. 2006).

3. Въздействие върху дермалната матрица

Ретиноидите въздействат върху стимулирането на синтеза на колаген тип I и III, инхибират матриксните металопроотеинази (MMPs), които разграждат колагена и подобряват дермалната хидратация. Това води до редукция на фините линии и подобряване на тургора на кожата (Mukherjee et al. 2006, Zasada & Budzisz 2019)

4. Антиоксидантно и фотопротективно действие

Ретиноидите индиректно ограничават фотостареенето чрез:

- намаляване на UV-индуцираната експресия на MMP;
- стимулиране на възстановителните процеси след фото увреждания;
- подпомагане на епидермалната бариерна функция.

Приложението на ретиноидите не действа като класически фотопротектори и изискват комбиниране със слънцезащитни средства (Zasada & Budzisz 2019; Zasada & Budzisz 2019).

5. Регулация на пигментацията

Ретиноидите подпомагат изравняването на тона чрез:

- ускоряване на епидермалния регенерация;
- намаляване на трансфера на меланозоми към кератиноцитите;
- подобряване на дисперсията на меланина.

Това ги прави ефективни при хиперпигментация и фотостареене (Mukherjee et al. 2006).

6. Противовъзпалителни ефекти

Ретиноидите намаляват възпалителните процеси чрез:

- инхибиране на провъзпалителни цитокини;
- регулиране на рецепторите, участващи във възпалителния имунен отговор на кожата;
- намаляване на себумната продукция (при някои ретиноиди).

Тези ефекти обуславят тяхното приложение при акне и възпалителни дерматози (Sorg, Kuenzli & Kaya 2011).

Дерматокосметични ретиноиди

1. Ретинилови естери (Retinyl palmitate / Retinyl acetate)

Ретиниловите естери са по-стабилни вещества, която ензимна хидролиза се разпада ретинол и последващи окислителни стъпки. Това ги прави по-безопасни, но и въздействието им е ограничено спрямо ретинал/ретинол при анти-ейдж индикации. Макар да са по-стабилни от ретинола, те пак подлежат на окисление и разграждане при неподходяща среда, което изисква използване на антиоксиданти и подходящи опаковки/носители.

Ограниченията в ЕС за ретинол/ретинил ацетат/ретинил палмитат са дефинирани като *retinol equivalent (RE)* и са въведени с Регламент (ЕС) 2024/996, базиран на оценката на SCCS: до 0.05% RE в лосиони за тяло и до 0.3% RE в други leave-on и rinse-off продукти, плюс изискване за предупредителен текст на етикета („Contains Vitamin A...“).

2. Ретинол

Ретинолът остава „златният стандарт“ в козметичния клас поради баланса между ефект и достъпност, но реалната клинична ефикасност е силно зависима от:

- концентрация и честота;
- стабилност на формулата (окисление/фоточувствителност);
- система на доставка (носител/капсулиране).

Използването на ретинол предизвиква кожни дразнения като сухота, еритем, десквамация, парене. Съвременни обзорни данни описват новите технологии за контролирано освобождаване и намаляване на пикова експозиция като ефективен подход за намаляване на тези нежелани кожни реакции. Ye et al. (2023) прави проучване с 8-седмична употреба на серум със 0.1% ретинол при 32 жени с начални признаци на фотоувредена кожа. Резултатите са редуциране на бръчки, подобрена хидратация и добра поносимост (Ye, Li & Xu 2023).

3. Ретиналдехид (Retinaldehyde)

Retinaldehyde е междинен продукт в метаболизма на витамин А, който се превръща в ретиноева киселина чрез едностепенен оксидационен процес. Това го прави по-активен от ретинола, като същевременно поддържа относително висока поносимост (Sorg et al., 2011; Zasada & Budzisz, 2019). Типични формули с ретиналдехид съдържат 0.05–0.1 %. В клинични проучвания доказателствата показват значително подобрение на текстурата на кожата и намаляване на фините бръчки при редовна употреба, като нежеланите реакции (еритем, сухота) са по-умерени в сравнение с третиноин (Mukherjee & al., 2006; Zasada & Budzisz, 2019). Формулационните предизвикателства се свеждат до стабилизиране на ретиналдехида, поради което често се използват опаковки тип airless и антиоксидантни системи за защита от окисление и фотоувреждане (Milosheska & Roškar, 2022). В практиката за дерматокосметично приложение ретиналдехид се прилага постепенно („ниска концентрация и постепенно“), като се комбинира със слънцезащитни средства, тъй като проявява фоточувствителност (Milosheska & Roškar, 2022).

4. Ретиноева киселина (Третиноин)

Третиноин (all-trans-ретиноева киселина) представлява директно активната форма на витамин А и се свързва с всички RAR рецептори (RAR α , RAR β и RAR γ), което води до промени в генната експресия, свързана с клетъчната диференциация и пролиферация (Sorg et al., 2011; Corcoran & Mey, 2024). Той е първият одобрен локален ретиноид за лечение на акне и признаци на фотоувреждане. Прилага се вечер с концентрации между 0.025 и 0.1 % (Mukherjee & al., 2006).

Клинични проучвания показват, че третиноин коригира признаците на фотостареене чрез стимулиране на синтеза на колаген и нормализиране на процесите на кератинизация (Mukherjee & al., 2006; Sorg & al., 2011). Въпреки високата си ефективност, третиноин често предизвиква ретиноиден дерматит, характеризиращ се с еритем, сухота и лющене при значителна част от пациентите (Zasada & Budzisz, 2019). Поради това се препоръчва терапия започваща с по-ниски концентрации и ограничена честота на приложение, комбинирано с хидратиращи продукти (Milosheska & Roškar, 2022). Повишеният риск от фоточувствителност налага задължителна употреба на фотозащитни средства по време на прилагане на терапиите (Zasada & Budzisz, 2019).

5. Изотретиноин (топичен)

Изотретиноин (13-cis-ретиноева киселина) е изомер на третиноин и при локално приложение проявява сходни биологични ефекти върху кератинизацията и себумната продукция (Sorg et al., 2011). Той проявява фотостабилен и не се характеризира с кожни нежелани реакции. Някои проучвания показват, че 0.05 % продукти с изотретиноин могат да намалят акнеичните лезии със сходна ефективност на третиноин, но с по-ниска честота на локално дразнене (Mukherjee & al., 2006). Това го прави подходящ за пациенти с чувствителна кожа или при поддържаща терапия на акне. Въпреки минималната системна абсорбция при локално приложение, фотозащитата остава препоръчителна (Zasada & Budzisz, 2019).

6. Синтетични ретиноиди (Адапален и Тазаротен)

- Адапален представлява синтетичен ретиноид от трето поколение и селективен лиганд на RAR- β и RAR- γ рецепторите, което обуславя неговата противовъзпалителна активност и относително добра поносимост. Основни нежелани кожни реакции са: леко парене или сърбеж при започване. (Sorg et al., 2011). Той е одобрен за лечение на акне в концентрации 0.1 % (OTC) и 0.3 % по лекарско предписание (Milosheska & Roškar, 2022). Благодарение на химичната си структура адапален е фотостабилен и предизвиква по-рядко ретиноиден дерматит в сравнение с третиноин (Zasada & Budzisz, 2019).
- Тазаротен е синтетичен ретиноид от трето поколение, който след метаболитна активация се превръща в тазаротенова киселина – селективен агонист на RAR- β и RAR- γ рецепторите (Sorg et al., 2011). Той се използва при лечение на акне и псориазис в концентрации 0.05–0.1 % (Mukherjee et al., 2006). Въпреки високата си ефективност, тазаротен често предизвиква дразнене на кожата. Прекалено високите концентрации водят до изтъняване на епидермиса. Препоръчва се вечерно прилагане, съчетано с използването на емолиент и задължителна фотозащита (Milosheska & Roškar, 2022).

7. Нови деривати и бакучиол

- Trifarotene е ретиноид от четвърто поколение със силно селективно действие към RAR- γ рецепторите, които са доминиращи в епидермиса. Тази селективност позволява специфично действие върху кожата при лечение на акне и за добра поносимост при ежедневна употреба (Aubert et al., 2020). Одобрен през 2019 г. за акне във формула 50 $\mu\text{g/g}$ крем (Scott, 2019).
- Хидроксипинаколон ретиноат (HPR) е естер на ретиноева киселина, който може директно да взаимодейства с ретиноидните рецептори без необходимост от метаболитна конверсия (Milosheska & Roškar, 2022). Той комбинира силата на ретиноева киселина с отлична поносимост – изследвания показват значимо намаляване на признаците на стареене с минимални кожни реакции. HPR често са серуми в емолиентни бази с концентрация (0.01–0.1 %). Hydroxypinacolone retinoate (HPR) комбинира биологичната активност на ретиноева киселина с по-добра дермална поносимост. Клинични проучвания показват значително подобрение на признаците на фотостареене, включително намаляване на бръчките и подобряване на еластичността на кожата, при минимална честота на локални нежелани реакции (Wang et al., 2023; Naylor et al., 2024).
- Ретинил ретиноат представлява хибридна молекула, съчетаваща ретинол и ретиноева киселина, разработена с цел подобряване на стабилността и поносимостта на класическите ретиноиди (Zasada & Budzisz, 2019). Данните показват обещаващи козметични ефекти при ниски концентрации (≈ 0.01 –0.1 %) и добра толерантност.
- Бакучиол, макар и да не е структурен ретиноид, се разглежда като функционален аналог поради способността му да активира сходни молекулярни пътища, свързани със синтеза на колаген и антиоксидантната защита (Dhaliwal et al., 2019). Клинични изследвания показват, че бакучиол може да подобри признаците на фотостареене с по-нисък риск от кожно дразнене в сравнение с ретинол.

В таблица 1 е структурирана информацията относно еволюция на локалните ретиноидни поколения, концентрация, ефективност и токсикология.

Таблица 1. Обобщени данни на локалните ретиноиди

Клас	Метаболитна активация	Концентрация (козметика/лекарство)	Основни ползи	Основни рискове
Ретинилови естери	Ретинилов естер → ретинол → ретиналдехид → ретиноева киселина	~0.5–1 % (козм.)	Подобряване на текстурата на кожата	Минимални (сухота, бавно действие)
Ретинол	Ретинол → ретиналдехид → ретиноева киселина	0.3–1 % (козм.)	Редуциране на бръчки; стимулира колаген	Сухота, фоточувствителност
Ретиналдехид	Ретиналдехид → ретиноева киселина	0.05–0.1 % (козм.)	По-бързо и силно анти-ейдж действие	Умерено дразнене, фоточувствителност
Третиноин (ATRA)	(активна форма)	0.025–0.1 % (Rx)	Доказана ефикасност при бръчки/пигмент	Силен дерматит (еритем, лющене)
Изотретиноин (топичен)	(активна форма)	0.01–0.1 % (гел)	Ефективен при акне със слабо дразнене	Минимални (рядко еритем); висок фотостабилност
Адапален	(активна форма; RAR-β/γ лиганд)	0.1–0.3 % (Rx/OTC)	Комедолитичен, противовъзпалителен	Леко дразнене; фотостабилен (сутрин)
Тазаротен	Прокарб → тазаротенова киселина (RAR-β/γ лиганд)	0.05–0.1 % (Rx)	Мощен при акне/псориазис	Силен дерматит; teratogen (противопоказан)
HPR	(активна ретиноева форма)	0.01–0.1 % (козм.)	Anti-ейдж ефект близък до ATRA, но с по-малко дразнене	Минимални (почти никакво дразнене)
Ретинил ретиноат/аналози	Хибридни естери (ретинол+ATRA)	0.01–0.1 % (козм.)	Подобрена стабилност на ретинол; anti-ейдж	Леко дразнене; по-ниска активност от чист ATRA
Бакучиол	(не е ретиноид; фенол)	0.5–2.0 % (козм.)	Стимулира колаген, антиоксидантно действие	Практически липса на дразнене

Източник: изследване на автора

5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Ретиноидите представляват група активни съставки в дерматокосметиката действат върху клетъчната диференциация, синтеза на колаген и подобряване на структурата и функцията на кожата. Развитието на дерматокосметичните ретиноиди показва ясна еволюция – от класически форми като ретинол и ретинилови естери към ново поколение синтетични и стабилизирани производни с подобрена биологична активност и по-добър профил на поносимост. Въпреки доказаната им клинична ефективност, използването на ретиноиди остава свързано с потенциални нежелани реакции, включително кожно дразнене, фоточувствителност и бариерни нарушения. Това налага внимателна токсикологична оценка и съобразяване с регулаторните ограничения относно концентрацията на витамин А и неговите производни в козметичните продукти. Съвременните формулационни технологии, включително микро- и наноинкапсулация, липозомни системи и системи за контролирано освобождаване, представляват важен подход за подобряване на стабилността и дермалната доставка на ретиноидите. Тези иновации позволяват намаляване на дразнещия потенциал и оптимизиране на клиничната ефективност, като същевременно осигуряват по-добра кожна поносимост при дългосрочна употреба. Интегрирането на научни доказателства, формулационни стратегии и регулаторни насоки е от съществено значение за безопасната и ефективна употреба на ретиноиди в съвременната козметика.

ЛИТЕРАТУРА

Aubert, J., Piwnica, D., Bertino, B., Blanchet-Roux, C., & Dreno, B. (2020). Trifarotene: A new selective retinoid for acne treatment. *Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology*, 34, 10–16.

- Cook, B., et al. (2025). Effects and tolerability of topical retinol formulations in photoaged skin. *Dermatologic Therapy*.
- Corcoran, J. P. T., & Mey, J. (2024). The role of retinoic acid signaling in maintenance and regeneration. *Frontiers in Molecular Neuroscience*, 17, 1491745.
- Crespi, O. (2025). Cosmeceuticals for anti-aging: Mechanisms and clinical advances. *Cosmetics*, 12, 209.
- Dhaliwal, S., Rybak, I., Ellis, S. R., Notay, M., Trivedi, M., & Berson, D. (2019). Prospective, randomized, double-blind assessment of topical bakuchiol and retinol for facial photoageing. *British Journal of Dermatology*, 180(2), 289–296.
- Mambwe, B. (2025). Cosmetic retinoids in photoaged skin: Mechanisms and clinical effectiveness. *International Journal of Cosmetic Science*.
- Milosheska, D., & Roškar, R. (2022). Use of retinoids in topical antiaging treatments. *Advances in Therapy*, 39, 535–561.
- Mukherjee, S., Date, A., Patravale, V., Korting, H. C., Roeder, A., & Weindl, G. (2006). Retinoids in the treatment of skin aging. *Clinical Interventions in Aging*, 1(4), 327–348.
- Pradhan, S. J., et al. (2024). Retinoids as a key ingredient for skin rejuvenation and anti-aging therapy. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*.
- Scientific Committee on Consumer Safety (SCCS). (2022). *Opinion on Vitamin A (retinol, retinyl acetate, retinyl palmitate)*. European Commission.
- Scott, L. J. (2019). Trifarotene: First approval. *Drugs*, 79(17), 1905–1909.
- Sorg, O., Kuenzli, S., Kaya, G., & Saurat, J. H. (2011). Proposed mechanisms of action for retinoids in the skin. *Dermato-Endocrinology*, 3(3), 151–156.
- Zasada, M., & Budzisz, E. (2019). Retinoids: Active molecules influencing skin structure formation in cosmetic and dermatological treatments. *Postępy Dermatologii i Alergologii*, 36(4), 392–397.