



© Copyright by Poznan University of Medical Sciences, Poland

REVIEW PAPER

## Citrus peels in cosmetics

Justyna Żwawiak<sup>\*a</sup>, Lucjusz Zaprutko<sup>b</sup>

Department of Organic Chemistry, Faculty of Pharmacy,  
Poznan University of Medical Sciences, Poland

<sup>a</sup>  <https://orcid.org/0000-0002-5420-6499>

DOI: <https://doi.org/10.20883/jofa.55>

**\* Corresponding author / Osoba do kontaktu**

e-mail: [jzwawiak@ump.edu.pl](mailto:jzwawiak@ump.edu.pl), phone/tel.: +48 618546678

# JoFA

PRACA POGLĄDOWA

## Skórki cytrusowe w kosmetykach

Katedra i Zakład Chemii Organicznej, Wydział  
Farmaceutyczny, Uniwersytet Medyczny im. Karola  
Marcinkowskiego w Poznaniu

<sup>b</sup>  <https://orcid.org/0000-0003-1121-6272>

### ABSTRACT

Citrus, in addition to the undoubted taste values appreciated for many centuries, are also characterized by significant health-promoting properties, thanks to the natural ingredients with significant activity. Around the world, the most consumed part of citrus is fresh flesh or the juice squeezed from it. The residue in the form of skins is treated by consumers as waste, but in fact it is a rich source of molasses, pectins and polyphenols, vitamins, mineral salts, essential oils and carotenoids with antioxidant activity. These substances very often appear in cosmetics that are used for face skin care. They can delay the formation of wrinkles and help to maintain skin elasticity.

**Keywords:** citrus peels, face skin care, orange, lemon, mandarin.

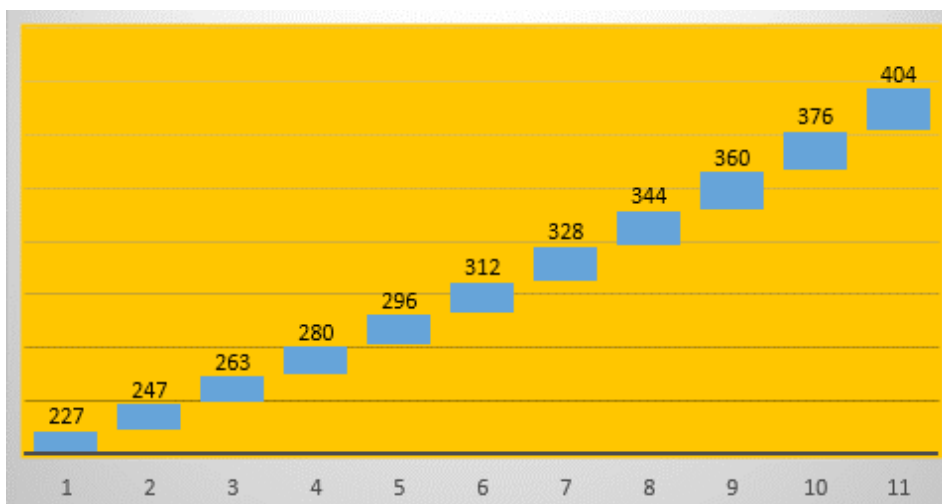
The history of growing citrus plants (*Citrus*) probably dates back to 2000 B.C., when they began to be grown on the southern and western slopes of the Himalayas [1]. Citrus plantations in

### STRESZCZENIE

Cytrusy, poza niewątpliwymi walorami smakowymi docenianymi od wielu wieków, charakteryzują się także znaczącymi właściwościami prozdrowotnymi, dzięki zawartym w nich naturalnym składnikom o istotnej aktywności. Na całym świecie najczęściej spożywaną częścią cytrusów jest świeży miąższ lub wyciśnięty z niego sok. Pozostałość w postaci skórek traktowana jest przez konsumentów jako odpad, jednak w rzeczywistości jest to bogate źródło melasy, pektyn oraz polifenoli, witamin, soli mineralnych, olejków eterycznych i karotenoidów o aktywności przeciwutleniającej. Substancje te bardzo często występują w kosmetykach przeznaczonych do pielęgnacji skóry twarzy. Przyczyniają się one do opóźniania formowania się zmarszczek oraz pomagają w utrzymaniu elastyczności skóry twarzy.

**Słowa kluczowe:** skórka cytrusowa, pielęgnacja skóry twarzy, pomarańcza, cytryna, mandarynka.

Historia uprawy roślin cytrusowych (*Citrus*) sięga prawdopodobnie 2000 roku p.n.e., kiedy to zaczęto je uprawiać na południowych i zachodnich stokach Himalajów [1]. Plantacje cytru-



▲ Figure 1. Global citrus essential oil demand, 2018-2025  
 ▲ Rycina 1. Globalny popyt na olejki eteryczne z cytrusów, 2018-2025

China developed in around 200 B.C. Their fruit, especially mandarins, was so highly valued that only the most important Chinese dignitaries could eat them. From Asia, the lemon came to Mesopotamia, from where in the tenth century it came with the Arabs to Palestine, then to the countries of the Mediterranean. Citrus plants conquered Europe relatively late. They did not appear here until around 330 B.C. after the expedition of Alexander the Great to Persia and India. Their plantations could only be located in the southern part of Europe, due to the mild Mediterranean climate. Later orangeries were established, in which these plants could be growing up without obstacles. Over the years, new citrus plant species were discovered during subsequent journeys. Currently, it is extremely difficult to estimate their number. This is due to the ease with which individual types crossed with each other, thanks to which, in addition to the well-known lemon, orange, grapefruit, lime and tangerine, there are also many varieties of hybrids, which include citrange, citrangequat, citrofortunella and limequat.

Nowadays, factors such as, changing consumer lifestyle and increasing spending on leisure and relaxation, and increased number of spas, particularly in the developing regions like Asia Pacific, are expected to drive the need for citrus oils. Growing demand for plant-based extracts in food and beverages, cosmetics, and pharmaceuticals among others is expected to increase between 2018 and 2025 from around 227 kilotons to 404 kilotons.

sów na terenie Chin rozwinęły się około 200 r. p.n.e. Ich owoce, zwłaszcza mandarynki, były tak wysoko cenione, że spożywać je mogli tylko najważniejsi chińscy dostojnicy. Z Azji cytryna trafiła do Mezopotamii, skąd w X wieku przywędrowała wraz z Arabami do Palestyny, następnie do krajów basenu Morza Śródziemnego. Rośliny z rodzaju *Citrus* podbiły Europę stosunkowo późno. Pojawiły się tutaj dopiero około 330 r. p.n.e. po wyprawie Aleksandra Wielkiego do Persji i Indii. Ich plantacje mogły być zlokalizowane tylko w południowej części Europy ze względu na łagodny, śródziemnomorski klimat. W późniejszym czasie zakładano oranżerie, w których rośliny te mogły się bez przeszkód rozwijać. W ciągu wielu lat podczas kolejnych podróży odkrywano nowe gatunki roślin cytrusowych. Obecnie niezwykle trudno jest oszacować ich liczbę. Wynika to z łatwości, z jaką poszczególne rodzaje krzyżowały się między sobą, dzięki czemu, obok powszechnie znanej cytryny, pomarańczy, grejpfruta, limonki oraz mandarynki, istnieje też wiele odmian mieszańców, do których zaliczyć można m.in. cytrangę, cytrangkwa, citrofortunellę i limkwatę.

Obecnie przypuszcza się, że takie czynniki jak zmiana stylu życia konsumentów, zwiększenie wydatków na wypoczynek i relaks oraz zwiększona liczba ośrodków typu spa, szczególnie w rozwijających się regionach, takich jak Azja i Pacyfik, będą napędzać zapotrzebowanie na olejki cytrusowe. Oczekuje się, że w latach 2018-2025 rosnący popyt na ekstrakty roślinne wykorzystywane w produkcji żywności, kosmetyków

Citrus taxonomy is quite complex. Breeding specimens originate from various citrus species found in nature. Some are only selected varieties of wild forms, but there are also a number of hybrids formed from two or more parent species. However, all citrus (Citrus L.) belong to the rutaceous family. According to the position of the genus in the Reveal system, citrus are classified as angiosperms, *Magnoliophytina* subclusters, *Rosopsida* class, *Rosidae* subclass, *Rutanae* order. These plants occur in the form of evergreen, rarely dropping leaves of shrubs or low trees growing up to 15 m.

Citrus, in addition to the undoubted taste values appreciated for many centuries, are also characterized by significant health-promoting properties, thanks to the natural ingredients with significant activity. They are particularly rich in monoterpenes. The healing and aromatic properties of these compounds were known in ancient times. This is evidenced by references to the use of herbs and the ingredients of essential oils contained in them from that period, e.g. a Roman scholar Pliny recommended adding cumin seeds to the food in cases of hysteria, depression and anemic appearance [2,3]. It has now been proven that monoterpenes in the human body show multidirectional activity. It has been found that they penetrate into the blood, acting as healing chemicals and specifically affect the brain. Monoterpenes are also used in the treatment of diseases of the upper respiratory tract, because they are characterized by expectorant, antibacterial and antiviral activity. In the treatment of gastric diseases, their choleric and spasmolytic activity is used. A number of monoterpenes have a disinfecting and aseptic effect on the skin, further improving its blood circulation. In addition, they have a positive effect on well-being, relieve muscle pain and have a calming or stimulating effect on the nervous system. Monoterpenes derived from some plants, including citrus, have analgesic properties. An example is myrcene, which is the active substance of *Cymbopogon citratus* (lemongrass) infusion used in South American folk medicine to relieve pain [3, 4]. In addition, the hydrophobic properties of monoterpenes contribute to the breakdown and dissolution of cholesterol and gallstones [3, 5]. Some of these substances have anti-tumor, anti-bacterial, anti-fungal, anti-viral, immunomodulatory and anti-inflammatory activity. Aromatherapy is largely based on the healing properties of monoterpenes derived from citrus fruits.

i farmaceutyków wzrosnie z około 227 kiloton do 404 kiloton.

Taksonomia cytrusów jest dosyć złożona. Okazy hodowlane pochodzą od różnych cytrusowych gatunków występujących w naturze. Niektóre stanowią jedynie wyselekcjonowane odmiany form dzikich, ale istnieje też szereg hybryd utworzonych z dwóch lub więcej gatunków macierzystych. Niemniej jednak wszystkie cytrusy (*Citrus L.*) należą do rodziny rutowatych. Według pozycji rodzaju w systemie Reveala, cytrusy zaliczane są do gromady okrytonasiennych, podgromady *Magnoliophytina*, klasy *Rosopsida*, podklasy różowych, nadrzędu *Rutanae*, rzędu rutowców. Rośliny te występują w formie wiecznie zielonych, rzadko zrzucających liście krzewów lub niskich drzew dorastających do 15 m.

Cytrusy, poza niewątpliwymi walorami smakowymi docenianymi od wielu wieków, dzięki zawartym w nich naturalnym składnikom o istotnej aktywności, charakteryzują się także znaczącymi właściwościami prozdrowotnymi. Są szczególnie bogate w związki o strukturze monoterpenów. Lecnicze i zapachowe właściwości tych związków były znane już w czasach starożytnych. Dowodem na to są pochodzące z tamtego okresu wzmianki o wykorzystaniu ziół i zawartych w nich składników olejków eterycznych, np. rzymski uczyony Pliniusz polecał dodanie do pokarmu nasion kminku przy napadach hysterii, stanach przygnębienia i anemicznym wyglądzie [2, 3]. Obecnie dowiedziono, że monoterpeny w organizmie człowieka wykazują wielokierunkową aktywność. Stwierdzono, że przenikają do krwi, działając jako lecznicze związki chemiczne oraz swoiście wpływają na pracę mózgu. Monoterpeny wykorzystywane są także w terapii chorób górnych dróg oddechowych, ponieważ charakteryzują się działaniem wykrztuśnym, przeciwbakteryjnym i przeciw-wirusowym. W leczeniu schorzeń gastrycznych korzysta się z ich aktywności żółciopędnej i spazmolitycznej. Szereg monoterpenów działa dezynfekująco i aseptycznie na skórę, dodatkowo poprawiając jej ukrwienie. Ponadto wpływają korzystnie na samopoczucie, łagodzą bóle mięśni oraz działają na układ nerwowy uspokajająco lub pobudzająco. Monoterpeny wywodzące się z niektórych roślin, w tym również cytrusowych, charakteryzują się właściwościami przeciwbólowymi. Przykładem jest myrcen, który jest substancją aktywną stosowanego w południowoamerykańskiej medycynie ludowej naparu z rośliny *Cymbopogon citratus* (trawa cytrynowa)

Around the world, the most consumed part of citrus is fresh flesh or the juice squeezed from it. The residue in the form of skins is treated by consumers as waste, but in fact it is a rich source of molasses, pectins and polyphenols, vitamins, mineral salts, essential oils and carotenoids with antioxidant activity [6, 7]. The citrus peel is composed of two parts: the outer, relatively thin, colored due to the presence of  $\beta$ -carotene and rich in essential oils; and the inner part, the so-called albedo constituting a white, dense layer composed mainly of pectins [8]. Both in the skin and in the parenchyma, a number of rare substances have been found, characterized by extremely valuable biological properties, e.g. prenylated coumarin derivatives with anticancer, anti-inflammatory and antiviral activity [9]. In each of the citrus fruits you can find at least 19 valuable micronutrients, including several with antioxidant activity [10]. Among them you can distinguish iron, manganese, copper, zinc and selenium. For example, selenium is an important component of the GSH-Px enzyme contributing to the fight against free radicals in cytoplasm and tissue protection against oxidative damage [11]. The Se content in the extract of candied orange, tangerine and lemon is  $0.31\mu\text{g} / 100\text{ g}$ ,  $0.45\mu\text{g} / 100\text{ g}$  and  $0.50\mu\text{g} / 100\text{ g}$ , respectively [10].

Citruses are also characterized by valuable cosmetic properties. Among them it can be found a number of substances that affect the condition and appearance of the face skin and hair. An example is grapefruit containing high amounts of vitamin C, thanks to which the use of grapefruit preparations brings good results in the care of capillaries and prone to appearance of rosacea-related lesions [1]. Grapefruit peel is extremely rich in valuable substances used in cosmetics. In chemical terms, flavonoids with multidirectional activity can be distinguished, including antioxidant and anticancer geraniol, responsible for the smell of citrus terpenes: limonene, cadinene,  $\alpha$ -pinene, sabinene, myrcene, linalool with anti-inflammatory and analgesic properties, citronellal, as well as decyl acetate, neryl acetate, terpinen-4-ol. Citrus flavonoids include a class of glycoside compounds (hesperidin, naringenin) and O-methylated flavone aglycons (nobiletin, tangeretin). These compounds occur most frequently in the skin of citrus fruits [12].

Flavonoids, in addition to a wide range of typically pro-health properties, can be used in cosmetics. They support collagen biosynthesis by making blood vessel walls more elastic and

wykorzystywanego w łagodzeniu bólu [3, 4]. Ponadto hydrofobowe właściwości monoterpenu przyczyniają się do rozpadu i rozpuszczania kamieni cholesterolowych oraz żółciowych [3, 5]. Niektóre z tych substancji wykazują aktywność przeciwnowotworową, przeciwbakteryjną, przeciwgrzybiczą, przeciwwirusową, immunomodulacyjną i przeciwzapalną. Na właściwościach leczniczych monoterpenu wywodzących się z owoców cytrusowych w dużej mierze oparta jest aromaterapia.

Na całym świecie najczęściej spożywaną częścią cytrusów jest świeży miąższ lub wyciśnięty z niego sok. Pozostałość w postaci skórek traktowana jest przez konsumentów jako odpad, jednak w rzeczywistości jest to bogate źródło melaesy, pektyn oraz polifenoli, witamin, soli mineralnych, olejków eterycznych i karotenoidów o aktywności przeciwutleniającej [6, 7]. Skórka cytrusów, znana także pod nazwą naowocni, złożona jest z dwóch części: zewnętrznej, stosunkowo cienkiej, o zabarwieniu związanym z obecnością  $\beta$ -karotenu i bogatej w olejki eteryczne oraz części wewnętrznej, tzw. albedo stanowiącej białą, gęstą warstwę złożoną głównie z pektyn [8]. Zarówno w skórce, jak i w miąższu znaleziono szereg rzadkich substancji charakteryzujących się niezwykle cennymi właściwościami biologicznymi, np. prenylowane pochodne kumarynu o działaniu przeciwnowotworowym, przeciwzapalnym i przeciwwirusowym [9]. W każdym z cytrusowych owoców znaleźć można co najmniej 19 cennych mikroelementów, w tym kilka o aktywności przeciwutleniającej [10]. Wśród nich wyróżnić można żelazo, mangan, miedź, cynk i selen. Przykładowo, selen jest ważnym komponentem enzymu GSH-Px przyczyniającego się do zwalczania wolnych rodników w cytoplazmie i chroniącego tkanki przed uszkodzeniem oksydacyjnym [11]. Zawartość Se w ekstrakcie z kandyzowanych pomarańczy, tangerynie i cytrynie wynosi, odpowiednio,  $0,31\mu\text{g}/100\text{ g}$ ,  $0,45\mu\text{g}/100\text{ g}$  i  $0,50\mu\text{g}/100\text{ g}$  [10].

Cytrusy charakteryzują się także cennymi właściwościami kosmetycznymi. Znaleźć wśród nich można szereg substancji mających wpływ na kondycję oraz wygląd skóry i włosów. Przykładem jest grejpfrut zawierający w swym składzie duże ilości witaminy C, dzięki czemu stosowanie preparatów grejpfrutowych przynosi dobre efekty w pielęgnacji cery naczynkowej i skłonnej do pojawiania się wykwitów związanych z trądzikiem różowatym [1]. Niezwykle bogata w cenne substancje wykorzystywane w kosmetyce jest skórka grejpfruta. Pod względem chemicznym

regulate capillary permeability [13]. These compounds can be successfully used as aids in the fight against cellulite, because they improve circulation and increase the process of thermogenesis, thanks to which the metabolism of sugars and fats is accelerated. The presence of flavonoids contributes to the effect of "anti-aging" in the appearance of the face skin [14]. In addition, they have a beneficial effect on the healing of skin acne lesions. On the other hand, these terpenes are also eagerly used in perfumery as ingredients for various types of fragrances [3].

Lemon is also a rich source of vitamin C.

Face cosmetics containing lemon peel oil or extract can be used in the care of oily skin prone to blackheads and acne lesions [1]. The main active ingredients of lemon - fruit acids, called alpha hydroxy acids (AHA) - cleanse and refresh the skin, as well as tighten enlarged pores. Preparations used for the care of face mature skin are also based on the lemon peel extract. In addition to vitamin C - a strong antioxidant, they also contain flavonoids - hesperedin, narngeni- ne and erodictiol, as well as phytohormones - among others auxins, cytokinins and kinetins, which delay the formation of wrinkles while maintaining skin elasticity. Lemon peel is particularly rich in vitamin E. Its content is 11.4 mg / kg [10]. Vitamin E protects cell membranes against damage caused by lipid oxidation. Lemon is also characterized by a positive effect on the hair and scalp - especially susceptible to seborrheic lesions. The lemon peel also has terpenes, mainly from the monoterpenes range. Among them dominates limonene (70%) which is the ingredient responsible for the smell of lemon; in smaller amounts there are citral,  $\beta$ -pinene,  $\gamma$ -terpinene,  $\alpha$ -pinene, sabinen, myrcene, bisabolen,  $\alpha$ -bergamotene and caryophyllene. However, keep in mind that these substances can cause skin irritation and allergies in some people. Approximately 2% furanocoumarin compounds are also present. These substances have photosensitizing properties, increasing the skin's sensitivity to ultraviolet radiation. This may cause sunburn and subsequent face skin damage. Valuable cosmetic properties are also characteristic of orange peel. It consists mainly of such active compounds as: limonene,  $\alpha$ -pinene, sabinen, myrcene, linalool, neral, geranial, citronellal and citral, which give it a characteristic fresh citrus smell. Unfortunately, these substances can cause skin sensitization and irritation. Orange peel contains hesperidin. It belongs to the group of flavonoids, which regulate blood

wyróżnić w niej można flawonoidy o wielokierunkowej aktywności, w tym przeciwutleniającej i przeciwnowotworowej geranial, odpowiedzialne za zapach cytrusów terpeny: limonen, kadinen,  $\alpha$ -pinen, sabinen, myrcen, linalool o właściwościach przeciwzapalnych i przeciwbólowych, citronellal, a także octan decylu, octan nerylu, terpinen-4-ol. Do cytrusowych flawonoidów zalicza się klasę związków o charakterze glikozydów (hesperydyna, naryngenina) oraz O-metylowane aglikony flawonów (nobiletyna, tangeretyna). Związki te występują najliczniej właśnie w skórce owoców cytrusowych [12]. Flawonoidy, oprócz szerokiej gamy właściwości typowo prozdrowotnych, mogą znaleźć zastosowanie w kosmetyce. Wspomagają one biosyntezę kolagenu, uelastyczniając ściany naczyń krwionośnych oraz regulują przepuszczalność naczyń włosowatych [13]. Związki te można z dużym powodzeniem stosować jako środki wspomagające przy zwalczaniu cellulitu, ponieważ poprawiają one krążenie i zwiększają proces termogenezy, dzięki czemu przyspieszony zostaje metabolizm cukrów i tłuszczu. Obecność flawonoidów przyczynia się do wywołania efektu „anti-aging” w wyglądzie skóry [14]. Ponadto wpływają one korzystnie na gojenie się skórnych zmian trądzikowych. Natomiast wymienione terpeny są też chętnie wykorzystywane w przemyśle perfumeryjnym jako składniki różnego rodzaju środków zapachowych [3].

Bogatym źródłem witaminy C jest również cytryna. Kosmetyki zawierające olejek lub ekstrakt ze skórki cytryny mogą być stosowane w pielęgnacji cery tłustej, skłonnej do powstawania zaskórników i zmian trądzikowych [1]. Główne składniki aktywne cytryny - kwasy owocowe, zwane alfahydroksykwasami (AHA) - oczyszczają i odświeżają skórę, a także ściągają rozszerzone pory. Na wyciągu ze skórek cytryny bazują także preparaty wykorzystywane do pielęgnacji cery dojrzałej. Obok witaminy C - silnego antyoksydanta, występują w nich również flawonoidy - hesperedyna, naryngenina i erodictiol, a także fitohormony - m.in. auksyny, cytokininy i kinetyny, które opóźniają powstawanie zmarszczek, utrzymując jednocześnie elastyczność skóry. Skórka cytryny obfituje szczególnie w witaminę E. Jej zawartość wynosi bowiem 11,4 mg/kg [10]. Witamina E chroni błony komórkowe przed uszkodzeniem spowodowanym utlenianiem lipidów. Cytryna charakteryzuje się także pozytywnym oddziaływaniem na włosy i skórę głowy - zwłaszcza podatnej na zmiany łojotokowe. W skórce cytryny znajdują się także zwią-

lipid metabolism, gradually reducing their amount, until complete removal of fat from the body [15]. The content of this bioflavonoid in orange peel is 20% higher than in its mid-fruit. Hesperidin has a positive effect on the tone of the walls of venous vessels, contributing to the improvement of blood circulation and related skin functions, among others thermoregulation. The mechanism of this activity is based on the inhibition of the hyaluronidase enzyme responsible, among others for the decomposition of hyaluronic acid, the main building block of vascular epithelium. In addition, hesperidin has antioxidant activity, also increases the activity of vitamin C and has an effect on collagen synthesis. The anti-allergic effect of this bioflavonoid is noticeable by reducing the release of histamine and anti-inflammatory activity. Hesperidin protects the tightness of the walls of blood vessels, contributes to the normalization of vascular permeability and reduces the risk of swelling due to vasculitis and its complications. It is a substance with anti-cancer activity [16]. The perfume industry also uses substances that are part of the bergamot orange peels, also known as bergamot citrus [1]. They are mainly composed of L-linalyl acetate (bergamol), L-linalool, D-limonene, nerol, limetin (cyclopene), bergapten, bergaptol, bergamotin, dihydrocumyl alcohol,  $\alpha$ -pinene, octene, camphene, bornylene and others. These compounds give fruit peels a pleasant, refreshing, characteristic smell. Therefore, they can be used in the production of perfumes, toilet waters and soaps. They are a classic component of cologne. Sometimes they are also used to flavor some food products, e.g. Earl Grey tea. When using face cosmetics containing the mentioned chemical compounds, the possibility of photosensitization, i.e. photosensitivity, causing spots, redness or even blisters on the skin should be taken into account.

Fresh mandarin peel also contains many active compounds. Among them it can be find  $\alpha$ -pinene,  $\alpha$ -thujone,  $\beta$ -pinene, camphene, citronellal, geranial, limonene, linalool, myrcene, nerol and sabinen. Together, these substances exhibit anti-fungal and anti-bacterial properties, and support wound healing. In addition, they are used in aromatherapy in the form of oil during relaxation treatments, also as fragrances and perfume ingredients.

The basic chemical composition and care properties of the fruit of individual citrus varieties are briefly presented in the **Table 1**.

ki o charakterze terpenów, głównie z szeregu monoterpenów. Wśród nich dominuje limonen (70%), który jest składnikiem odpowiedzialnym za zapach cytryny; w mniejszych ilościach występuje cytral,  $\beta$ -pinen,  $\gamma$ -terpinen,  $\alpha$ -pinen, sabinen, myrcen, bisabolen,  $\alpha$ -bergamoten i kariofilen. Jednak należy pamiętać, że substancje te mogą wywoływać podrażnienia skóry i alergię u niektórych osób. Obecne są również związki typu furanokumaryn w ilości około 2%. Substancje te wykazują właściwości fotouczulające, zwiększając podatność skóry na promieniowanie ultrafioletowe. Może to być przyczyną poparzeń słonecznych, a w ich następstwie uszkodzeń naskórka. Cenne właściwości kosmetyczne charakterystyczne są też dla skórki owoców pomarańczy. W jej skład wchodzi głównie takie związki aktywne, jak: limonen,  $\alpha$ -pinen, sabinen, myrcen, linalool, nerol, geranial, cytronellal i cytral, nadające jej łącznie, charakterystyczny świeży cytrusowy zapach. Niestety substancje te mogą wywoływać uczulenia i podrażnienia skóry. Skórka pomarańczowa zawiera hesperydynę. Należy ona do grupy flawonoidów, które regulują metabolizm lipidów we krwi, stopniowo zmniejszając ich ilość, aż do całkowitego usunięcia tłuszczu z organizmu [15]. Zawartość tego bioflawonoidu w skórce z pomarańczy jest o 20% większa niż w jej śródowni. Hesperydyna wpływa pozytywnie na napięcie ścian naczyń żylnych, przyczyniając się do poprawy krążenia krwi i związanymi z tym funkcjami skóry, m.in. termoregulacji. Mechanizm tej aktywności oparty jest na inhibicji enzymu hialuronidazy odpowiedzialnego m.in. za rozkład kwasu hialuronowego, głównego budulca nabłonka naczyń. Ponadto hesperydyna wykazuje działanie antyoksydacyjne, zwiększa też aktywność witaminy C oraz wywiera wpływ na syntezę kolagenu. Zauważalne jest przeciwalergiczne działanie tego bioflawonoidu poprzez zmniejszanie uwalniania histaminy oraz aktywność przeciwzapalną. Hesperydyna chroni szczelność ścian naczyń krwionośnych, przyczynia się do normalizacji przepuszczalności naczyń i zmniejsza ryzyko opuchnięć z powodu stanu zapalnego naczyń i jego powikłań. Jest substancją o aktywności przeciwnowotworowej [16]. W przemyśle perfumeryjnym wykorzystywane są także substancje wchodzące w skład skórek pomarańczy bergamota, zwanej też cytryńcem bergamotką [1]. Złożone są one głównie z octanu L-linalilu (bergamolu), L-linaloolu, D-limonenu, nerolu, limetyny (cytropenu), bergaptenu, bergaptolu, bergamotyny, alkoholu dihydrokuminylowego,  $\alpha$ -pinenu, oktylenu, kamfenu,

The citrus care properties are highly appreciated by the cosmetics industry. Extracts obtained from citrus peels, due to their antiseptic effect and pleasant aroma, are often added to soaps, face wash gels and other personal care products. Many esteemed cosmetics manufacturers rely on citrus fruit extracts, enriching them with products such as: make-up removal lotions, face refreshing mists, balms, scrubs and body oils, bath salts, deodorants, hand creams, masks, shampoos and conditioners for hair. Citrus fruit peel extracts are characterized by a fresh, pleasant aroma. That is why they are often used in various types of fragrance compositions, being a component of many types of perfumes and toilet waters, e.g. L'Occitane - Feu d'Orange, L'Eau des Merveilles, Yves Rocher - Pur Désir de Fleur d'Oranger.

In recent years, a new trend has emerged in the perfumery industry involving the use of less popular citrus fruits to provide consumers with a previously unknown fragrance experience [17]. Generally, the peel of each citrus fruit contains a mixture of limonene with a number of other mono- and sesquiterpenes and their oxidation products. However, each type of citrus is distinguished by the addition of at least one substance in its composition, which affects its unique, specific aroma, and occurs in much smaller amounts. Examples include neral and geranial contained in lemon peel, nootkaton as a component of grapefruit essential oil, methyl N-methyl anthranilate in mandarin peel and linalil acetate in bergamot orange. However, in recent years the number of analytical works characterizing the composition and isolating interesting chemical substances responsible for the fragrance properties of less-known Citrus fruits has increased significantly. Since 2001, the chemical composition of yuzu (*Citrus junos*) peel - a mandarin-like citrus, containing three times more vitamin C than lemon - has been analyzed. The result of the research was the discovery of several new fragrances, such as 4-mercapto-4-methyl-2-pentanone, (E)-4-methyl-3-hexenic acid, as well as three new branched aldehydes: 6-methyloctanal, 8-methylnonanal and 8-methyldecanal, as well as trans-4,5-epoxy-(2E,7Z)-2,7-decadienal [18-20]. Interesting results have been obtained by analyzing the *Poncirus trifoliata*. New sulfur compounds, responsible for the specific smell of these fruits, have been isolated, i.e. 3-mercapto-3-methyl-1-butanol, 3-mercapto-1-hexanol and esters derived from them [21, 22]. The chemical

bornylenu i innych. Związki te nadają skórkom owocowym przyjemny, orzeźwiający, charakterystyczny zapach. Dlatego mogą one być wykorzystywane w produkcji perfum oraz wód i mydeł toaletowych. Są klasycznym składnikiem wody kolońskiej. Niekiedy służą one także do aromatyzowania niektórych produktów spożywczych, np. herbaty Earl Grey. Stosując kosmetyki zawierające wymienione związki chemiczne, należy brać pod uwagę możliwość wystąpienia fotouczulenia, czyli nadwrażliwości na promienie słoneczne, wywołującej pojawianie się na skórze plam, zaczerwienień lub nawet pęcherzy.

Również świeże skórki owoców mandarynkowych zawierają wiele aktywnych związków. Wśród nich znaleźć można  $\alpha$ -pinen,  $\alpha$ -tujon,  $\beta$ -pinen, kamfen, citronellal, geranial, limonen, linalool, myrcen, nerol i sabinen. Substancje te wspólnie wykazują właściwości antygrzybicze i antybakteryjne, wspomagają też gojenie się ran. Ponadto bywają używane w aromaterapii w postaci olejku podczas zabiegów relaksacyjnych, także jako środki zapachowe i składniki perfum.

Podstawowy skład chemiczny i właściwości pielęgnacyjne naowocni poszczególnych odmian cytrusów przedstawiono w zwięzły sposób w **tabeli 1**.

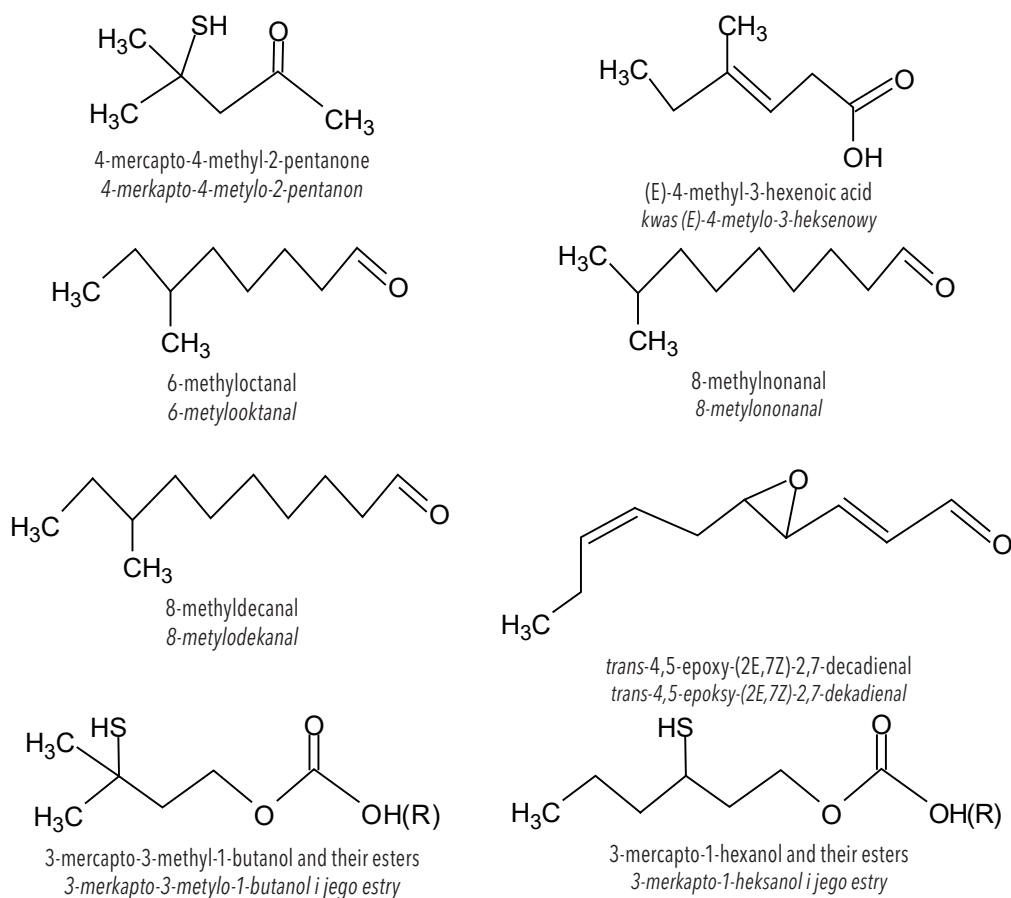
Właściwości pielęgnacyjne cytrusów są wysoko cenione przez przemysł kosmetyczny. Wyciągi pozyskiwane ze skórek owoców cytrusowych, ze względu na ich działanie antyseptyczne i przyjemny zapach, są nierzadko dodawane do mydeł, żeli do mycia twarzy oraz innych środków higieny osobistej. Wielu cenionych producentów kosmetyków bazuje na ekstraktach z owoców cytrusowych, wzbogacając nimi takie produkty, jak: mleczka do demakijażu, mgiełki do odświeżania twarzy, balsamy, peelingi oraz olejki do ciała, sole do kąpieli, dezodoranty, kremy do rąk, maski oraz szampony i odżywki do włosów. Cytrusowe wyciągi ze skórek owocowych charakteryzują się świeżym, przyjemnym aromatem. Dlatego są one chętnie używane w różnego rodzaju kompozycjach zapachowych, stanowiąc składnik wielu gatunków perfum i wód toaletowych, np. L'Occitane - Feu d'Orange, L'Eau des Merveilles, Yves Rocher - Pur Désir de Fleur d'Oranger.

W ostatnich latach w przemyśle perfumeryjnym pojawił się nowy trend polegający na wykorzystaniu mniej popularnych owoców cytrusowych, aby dostarczyć konsumentom nieznanych wcześniej wrażeń zapachowych [17]. Generalnie w skórcie każdego z owoców cytrusowych zna-

▼ **Table 1.** Chemical composition and care properties on the pericarp of some varieties of citrus

▼ **Tabela 1.** Skład chemiczny i właściwości pielęgnacyjne naowocni niektórych odmian cytrusów

Rodzaj owocu cytrusowego	Składniki chemiczne	Działanie
Grejfruty	<ul style="list-style-type: none"> <li>witamina C</li> <li>flawonoidy (geraniol)</li> <li>monoterpeny (limonen, kadinen, α-pinen, sabinen, myrcen, citronellal, linalool, terpinen-4-ol), octan decylu, octan nerylu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>antyoksydacyjne, stymulujące produkcję kolagenu, rozjaśniające, wzmacniające naczynia krwionośne</li> <li>wspomagające w biosyntezie kolagenu, regulujące przepuszczalność naczyń włosowatych, wspomagające zwalczanie cellulitu, przeciwutleniające, przeciwnowotworowe</li> <li>środki zapachowe; mogą wywoływać podrażnienia i alergie</li> </ul>
Cytryny	<ul style="list-style-type: none"> <li>witamina C</li> <li>kwasy owocowe AHA</li> <li>flawonoidy (hesperydyna, naryngenina, erodiktiol)</li> <li>fitohormony (auksyny, cytokininy, kinetyny)</li> <li>monoterpeny (limonen, cytral, α-pinen, β-pinen, γ-terpinen, sabinen, myrcen, bisabolen, α-bergamoten, kariofilen)</li> <li>furanokumaryny</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>antyoksydacyjne, stymulujące produkcję kolagenu, rozjaśniające, wzmacniające naczynia krwionośne</li> <li>złuszczające, oczyszczające, odświeżające, ściągające</li> <li>regulujące metabolizm lipidów we krwi, usprawniające krążenie krwi, antyoksydacyjne, wspomagające syntezę kolagenu, antyalergiczne, przeciwzapalne, ochronne na skórę, estrogenne</li> <li>opóźniające powstawanie zmarszczek, zwiększające elastyczność skóry</li> <li>środki zapachowe; mogą wywoływać podrażnienia i alergie</li> <li>fotouczulające</li> </ul>
Pomarańcze	<ul style="list-style-type: none"> <li>monoterpeny (limonen, α-pinen, sabinen, myrcen, citronellal, linalool, neral, geranial, cytral)</li> <li>flawonoidy (hesperydyna)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>środki zapachowe; mogą wywoływać podrażnienia i alergie</li> <li>regulujące metabolizm lipidów we krwi, usprawniające krążenie krwi, antyoksydacyjne, wspomagające syntezę kolagenu, antyalergiczne, przeciwzapalne, ochronne na skórę, estrogenne</li> </ul>
Pomarańcze bergamota	<ul style="list-style-type: none"> <li>octan L-linalilu (bergamol), L-linalool, D-limonen, nerol, limetyna (cytrotpten), bergapten, bergaptol, bergamotylna, alkohol dihydrokuminylowy, α-pinen, oktylen, kamfen, bornylen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>środki zapachowe, wykorzystywane w produkcji perfum, wód, mydeł toaletowych</li> <li>aromatyzowanie niektórych produktów spożywczych</li> <li>fotouczulające</li> </ul>
Mandarynki	<ul style="list-style-type: none"> <li>α-pinen, α-tujon, β-pinen, kamfen, citronellal, geranial, limonen, linalool, myrcen, nerol, sabinen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>środki zapachowe; razem wykazują addytywne działanie przeciwgrzybicze, przeciwbakteryjne, wspomagające gojenie się ran</li> </ul>



▲ **Figure 2.** The chemical structures of the new fragrance substances

▲ **Rycina 2.** Struktury chemiczne nowych substancji zapachowych



structures of the new fragrance compounds are presented in **Figure 2**.

Currently, we are increasingly turning to natural cosmetics. Among the many products of natural origin, we also find a wide range of agents using citrus fruit extracts and essential oils. Their valuable care properties and pleasant aroma make them our ally in alleviating health and aesthetic problems. Importantly, even at home, you can easily make an effective citrus face cosmetic yourself. Certainly, many people have already learned the beneficial effects of self-made peeling from grated orange peels or the whitening properties of lemon peels.

leżać można mieszaninę limonenu z szeregiem innych mono- i seskwiterpenów oraz ich produktów utlenienia. Jednak każdy rodzaj cytrusa wyróżnia się dodatkiem przynajmniej jednej substancji w swym składzie, która wpływa na jego unikalną, specyficzną nutę zapachową, a występuje w znacznie mniejszych ilościach. Przykładem może być neral i geranial zawarty w skórce cytryny, nootkaton jako składnik olejku eterycznego grejpfruta, N-metyloantranilan metylu w skórce mandarynki oraz octan linalilu w pomarańczy bergamocie. Jednak w ciągu ostatnich lat znacząco wzrosła liczba prac analitycznych charakteryzujących skład i wyodrębniających ciekawe substancje chemiczne odpowiedzialne za właściwości zapachowe mniej znanych owoców z rodzaju *Citrus*. Od 2001 r. zaczęto analizować skład chemiczny skórki owoców yuzu (*Citrus junos*) - cytrusa podobnego do mandarynki, zawierającego trzykrotnie więcej witaminy C niż cytryna. Rezultatem badań było odkrycie kilku nowych związków zapachowych, takich jak: 4-merkaptto-4-metylo-2-pentanon, kwas (*E*)-4-metylo-3-heksenowy, a także trzy nowe aldehydy rozgałęzione: 6-metylooktanal, 8-metylononanal i 8-metylododekanal, a także *trans*-4,5-epoksy-(*2E,7Z*)-2,7-dekadienal [18-20]. Ciekawe wyniki uzyskano, analizując naowocnię poncyrii trójlistkowej (*Poncirus trifoliata*). Wyodrębniono nowe związki siarkowe, odpowiedzialne za specyficzny zapach tych owoców, tj. 3-merkaptto-3-metylo-1-butanol, 3-merkaptto-1-heksanol i wywodzące się z nich estry [21, 22]. Na **rycinie 2** przedstawiono struktury chemiczne nowych związków zapachowych.

Obecnie coraz częściej sięgamy po naturalne kosmetyki. Wśród wielu produktów pochodzenia naturalnego znajdujemy również szeroką gamę środków wykorzystujących wyciągi i olejki eteryczne owoców cytrusowych. Ich cenne właściwości pielęgnacyjne i przyjemny aromat sprawiają, że są one naszym sprzymierzeńcem w łagodzeniu problemów zdrowotnych i estetycznych. Co ważne, również w warunkach domowych można łatwo samodzielnie przyrządzić skuteczny cytrusowy kosmetyk. Z pewnością wiele osób poznało już dobroczynny wpływ przygotowanego we własnym zakresie peelingu ze startych skórek pomarańczowych lub wybierających właściwości skórek cytrynowych.

## Acknowledgements

### Conflict of interest statement

The author declares no conflict of interest.

### Funding sources

There are no sources of funding to declare.

## References / Piśmiennictwo

1. Żwawiak J, Zaprutko L. Owoce cytrusowe w kosmetyce. *Kosmet Kosmetol.* 2013;96(3-4):26-29.
2. Plinius Secundus G. (77 AD) *Naturalis Historiae* (Natural History (1952) Pliny the Elder, Trans.). Cambridge, USA: Harvard University Press, The Loeb Classical Library. <http://www.perseus.tufts.edu/hopper/text?doc=Plin.+Nat.+toc>.
3. Trytek M, Paduch R, Fiedurek J, Kandefer-Szerszeń M. Monoterpeny - stare związki, nowe zastosowania i biotechnologiczne metody ich otrzymywania. *Biotechnol.* 2007;76(1):135-155.
4. Lorenzetti BB, Souza GEP, Sarti SJ, Santos-Filho D, Ferreira SH. Myrcene mimics the peripheral analgesic activity of lemon-grass tea. *J Ethnopharmacol.* 1991;34:43-48.
5. de Carvalho CCCR, da Fonseca MMR. Carvone: Why and how should one bother to produce this terpene. *Food Chem.* 2006;95:413-422.
6. Bocco A, Cuvelier ME, Richard H, Berset C. Antioxidant activity and phenolic composition of citrus peel and seed extracts. *J Agric Food Chem.* 1998;46:2123-2129.
7. Magiorkinis E, Beloukas A, Diamantis A. Scurvy: past, present and future. *Eur J Int Med.* 2011;22:147-152.
8. Malko MW, Wróblewska A. The importance of R(+)-limonene as the raw material for organic syntheses and for organic industry. *Chemik.* 2016;70(4):193-202.
9. Curini M, Cravotto G, Epifano F, Giannone G. Chemistry and biological activity of natural and synthetic prenyloxycoumarins. *Curr Med Chem.* 2006;2:199-222.
10. Zou Z, Xi W, Hu Y, Nie C, Zhou Z. Antioxidant activity of Citrus fruits. *Food Chem.* 2016;196:885-896.
11. Levander OA, Ager AL, Beck MA. Vitamin E and selenium: Contrasting and interacting nutritional determinants of host resistance to parasitic and viral infections. *Proc Nutr Soc.* 1995;54(2):475-487.
12. Li S, Wang H, Guo L, Zhao H, Ho CT. Chemistry and bioactivity of nobilinetin and its metabolites. *J Funct Foods.* 2014;6:2-10.

## Oświadczenia

### Oświadczenie dotyczące konfliktu interesów

Autor deklaruje brak konfliktu interesów w autorstwie oraz publikacji pracy.

### Źródła finansowania

Autor deklaruje brak źródeł finansowania.

13. Kozłowska A, Szostak-Węgiełek D. Flavonoids - food sources and health benefits. *Rocz Panstw Zakł Hig.* 2014;65(2):79-85.
14. Apraj VD, Pandita NS. Evaluation of skin antiaging potential of Citrus reticulata blanco peel. *Pharmacognosy Res.* 2016;8(3):160-168.
15. Rizza S, Muniyappa R, Iantorno M, Kim J, Chen H, Pullikotil P, Senese N, Tesaro M, Lauro D, Cardillo C, Quon MJ. Citrus Polyphenol Hesperidin Stimulates Production of Nitric Oxide in Endothelial Cells while Improving Endothelial Function and Reducing Inflammatory Markers in Patients with Metabolic Syndrome. *J Clin Endocrinol Metab.* 2011;96(5):E782-E792.
16. Wang Y, Yu H, Zhang J, Gao J, Ge X, Lou G. Hesperidin inhibits HeLa cell proliferation through apoptosis mediated by endoplasmic reticulum stress pathways and cell cycle arrest. *BMC Cancer.* 2015;15:682-693.
17. Delort E, Bowen D. Exploring Citrus diversity to create the next generation of citrus flavors. *Perfumer & Flavorist.* 2017;39:17-27.
18. Miyazato H, Hashimoto S, Hayashi S. First identification of the odour-active unsaturated aliphatic acid (E)-4-methyl-3-hexenoic acid in yuzu (Citrus junos Sieb. Ex Tanaka). *Flavor Fragr J.* 2013;28:62-69.
19. Tajima K, Tanaka S, Yamaguchi T, Fujita M. Analysis of green and yellow yuzu peel oils (Citrus junos Tanaka): Novel aldehyde components with remarkably low odor thresholds. *J Agric Food Chem.* 1990;38:1544-1548.
20. Miyazato H, Hashimoto S, Hayashi S. Identification of the odour-active aldehyde trans-4,5-epoxy-(E,Z)-2,7-decadienal in yuzu (Citrus junos Sieb. Ex Tanaka). *Eur Food Res Technol.* 2012;235:881-891.
21. Full G, Schreier P. Kovalenchromatographie: Ein wertvolles Hilfsmittel fuer die aromastoffanalytik von thiolen im spurenbereich. *Lebensmittelchemie.* 1994;48:14.
22. Starckenmann C, Niclass Y, Escher S. Volatile organic sulfur-containing constituents in Poncirus trifoliata (L.) Raf. (Rutaceae). *J Agric Food Chem.* 2007;55:4511-4517.