

Roślina przyszłości – Nasturcja większa (*Tropaeolum majus* L.)

¹Instituto de Tecnología e Ingeniería Química, Politécnica de Poznań
Dyrektor Instituto: prof. dr hab. inż. Adam Voelkel

PLANTS FOR A FUTURE – TROPAEOLUM MAJUS L.

SUMMARY

Tropaeolum majus L. is well recognized in Brazilian traditional medicine. Nasturtium seeds were brought to Europe from Peru in the 16th century. The whole herb or fresh leaves are used by herbalists for infections of the urinary tract and the respiratory system. It is also applied externally as an antiseptic to wounds and skin eruptions. Extract from *Tropaeolum majus* exhibit has important in vivo diuretic properties. In relation to potential cardiovascular activities, experimental studies indicated potential anti-thrombin and in vitro angiotensin-converting-enzyme inhibitor (ACE) activities. The leaves are eaten in salad for their piquancy and the seeds are used as a cheap substitute for capers.

KEY WORDS: TROPAEOLUM MAJUS – CHEMICAL CONTENT – MEDICAL APPLICATION

Wprowadzenie

Tropaeolum majus L. rośnie dziko w Ameryce Południowej. Do Europy została przywieziona z Peru w XVI wieku przez Hiszpanów. W Polsce występuje jako roślina ozdobna w dwóch odmianach – pnącej i krzaczastej. W leczeniu stosuje się ziele, kwiat oraz liście nasturcji. Z nasturcji przygotowuje się ekstrakty wodne, etanolowe oraz octanowe, syropy na bazie naparów i maceratów oraz spirytusy nasturcjowe. Preparaty wykazują silne działanie przeciwbakteryjne i przeciwgrzybiczne. Ekstrakty z liści nasturcji stosuje się przy anginach, w bronchitach oraz stanach zapalnych dróg moczowych (1-5).

Tropaeolum majus L. jest dobrze znaną rośliną leczniczą w medycynie brazylijskiej i peruwiańskiej. Nasturcja w medycynie ludowej była stosowana jako środek dezynfekujący, przyspieszający gojenie ran, antybiotyk, środek łagodzący choroby klatki piersiowej (6, 7) oraz jako środek przeciwskorbutowy (7). Duke i Ayensu (8) w swoich badaniach określili właściwości przeciwnowotworowe ekstraktów z *T. majus*, natomiast Niizu i Rodriguez-Amaya (9) opisują nasturcję jako dobre źródło luteiny. Inni autorzy z kolei przypisują jej właściwości antyoksydacyjne (10).

Ekstrakty z nasturcji stosowane są jako naturalne barwniki w przemyśle farmaceutycznym oraz spo-

żywczym ze względu na obecność antocyjanów, występujących szczególnie w pomarańczowych płatkach kwiatów. Oprócz właściwości barwiących, antocyjany wykazują właściwości antyoksydacyjne, które zostały opisane przez Wang i wsp. (11).

Skład chemiczny

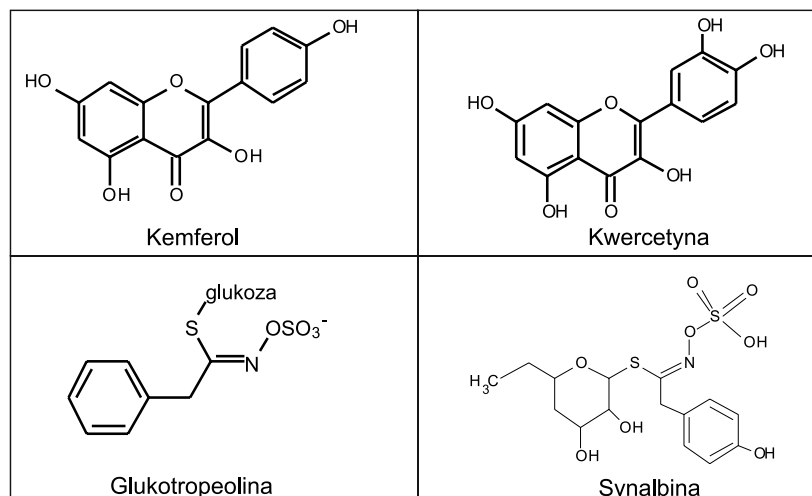
Fitochemiczny skład liści i nasion nasturcji wskazuje na obecność kwasów tłuszczowych (kwas erukowy, oleinowy, linolowy) oraz flawonoidów (izokwercecytyna, 3-glukozyd kwercetyny oraz kemferol) (ryc. 1) (12, 13). Wyizolowano również glukozylnolany, takie jak glukotropeolina (glukozylnol benzylny) i synalbina (ryc. 1) oraz tetracykliczne triterpeny (14, 15).

Garzón i Wrolstad (10) określili zawartości antocyjanów, związków fenolowych oraz kwasu askorbinowego w pomarańczowych kwiatach nasturcji oraz określili ich właściwości antyoksydacyjne. Zawartość poszczególnych składników wyznaczono, stosując chromatografię, metody spektralne (UV) oraz spektrometrię masową, natomiast właściwości antyoksydacyjne przy zastosowaniu metody DPPH (2,2-difenylo-1-pikrylohydrazyl) oraz ABTS – wolny rodnik wytwarzany przed analizą z soli amonowej kwasu 2,2-azyno-bis(3-etylobenzotiazolino-6-sulfonowego). W płatkach nasturcji zawartość antocyjanów określono na poziomie 72 mg/10 g świeżej masy, z czego 91% stanowiła pelargonidyna (ryc. 2).

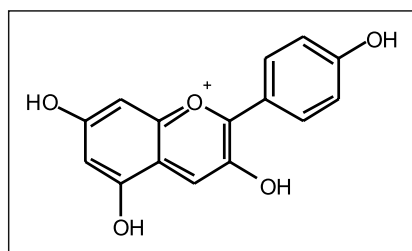
Kwiaty nasturcji są również bogate w naturalne barwniki roślinne: polifenole oraz karotenoidy. Z polifenoli największą grupę związków stanowią flawonoidy (flawonole i antocyjany). Wśród karotenoidów występują: luteina, α -, β -, γ -karoten oraz zeaksantyna. Kwiaty nasturcji są bogatym źródłem związków mineralnych (siarki i fosforu). Nasturcja charakteryzuje się także wysoką zawartością fitoncydów (16).

Badania farmakologiczne

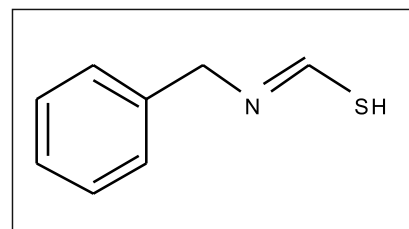
Przeprowadzono wiele badań farmakologicznych z zastosowaniem *Tropaeolum majus* L. Binet (18) zbadał antybiotyczny efekt izotiocyjanianu benzylny w zakażeniach dróg moczowych, natomiast Gallagher i wsp. (19) opracowali i wprowadzili na rynek preparat zawierający



Ryc. 1. Główne związki flawonoidowe i glukozynolany występujące w nasturcji.



Ryc. 2. Pelargonidyna występująca w płatkach nasturcji.



Ryc. 3. Izotiocyanian benzylu.

wyciąg z *T. majus*, który stosowany jest jako środek przeciwbakteryjny w wyżej wymienionych zakażeniach.

Gasparotto i wsp. (20, 21) badali wpływ wodno-etanolowych ekstraktów z liści *T. majus* jako czynników moczopędnych oraz natriureaz, związków wpływających na proces wydzielania sodu do moczu poprzez oddziaływanie na nerki. Opracowali oni również hipotezę mechanizmu aktywności moczopędnej tych ekstraktów.

W odróżnieniu od wielu innych roślin zawierających glukozynolany, *T. majus* zawiera jedynie jeden związek, a mianowicie glukozynolan benzylu (glukotropeolinę) (ryc. 1) (15). Glukozynolan benzylu w przewodzie pokarmowym ulega hydrolizie enzymatycznej, w wyniku czego powstaje izotiocyanian benzylu (ryc. 3).

W tkankach rozkład glukozynolanów zachodzi pod wpływem enzymu mirozynazy, aktywowanego przez kwas askorbinowy, co również prowadzi do powstania olejków gorzycznych (izotiocyaniany) (22). Izotiocyanian benzylu ulega następnie przekształceniu do pochodnych acetylocysteiny (14). W nerkach składniki te wydzielane są do moczu, gdzie duża ich ilość ulega rehydrolizie do wyjściowego izotiocyanianu benzylu. Powoduje to wzrost aktywności przeciwbakteryjnej poprzez zahamowanie wzrostu bakterii w układzie moczowym. Wynika z tego, że wyjściowa ilość spożywanej glukotropeoliny musi być wystarczająco duża, aby odpowiednia ilość izotiocyanianu benzylu została wydzielona do moczu.

Dziennie powinno się przyjmować co najmniej 150 mg glukotropeoliny (13).

W praktyce farmakologicznej mogą być stosowane jedynie rośliny z dużą zawartością glukotropeoliny. Dodatkowym problemem jest fakt, że duża ilość tego związku może ulec rozkładowi podczas procesu obróbki, szczególnie podczas suszenia. Obecnie prowadzone są badania polegające na określeniu oraz doborze parametrów biochemicznych, mających wpływ na stężenie glukotropeoliny w suchym produkcie. Również prowadzone są badania genetyczne, których celem jest wyhodowanie odpowiedniego gatunku na potrzeby farmaceutyczne (22-24).

Gasparotto i wsp. (20, 21) zajmowali się oceną efektu moczopędnych naparów oraz ekstraktów wodno-etanolowych (HETM) z *T. majus*, a także opracowaniem mechanizmu ich działania. Stosowali napary (2,5-10%) oraz HETM (150, 300 mg/kg) podawane doustnie szczurom. Kontrolowano stężenie elektrolitów, mocznika oraz keratoniny w moczu tych zwierząt. Doustne podawanie 10% naparu (co odpowiada dawce 500 mg/kg) powodowało znaczny wzrost stężenia Na^+ wydalanego z moczem. Długotrwałe podawanie HETM (300 mg/kg) wywoływało efekt moczopędny oraz powodowało wzrost usuwanego Na^+ w moczu. Sprawdzone również ewentualny udział prostaglandyn w działaniu moczopędnym. Przeprowadzono badania, w których podawano HETM (300 mg/kg)

w połączeniu z indomecetyną (5 mg/kg). Stwierdzono, iż połączenie to powoduje zmniejszenie wydzielenia moczu oraz sodu w porównaniu z wynikami otrzymanymi w doświadczeniu, w którym stosowano jedynie HETM. Otrzymane wyniki sugerują, że HETM może stanowić czynnik odpowiedzialny za działanie moczopędne bez objawów zatrucia, a mechanizm może być związany z układem prostaglandyn (20).

W późniejszej pracy Gasparotto i wsp. (21) przeprowadzili badania na grupie szczurów z nadciśnieniem tętniczym (SHR), w celu określenia związków odpowiedzialnych za działanie moczopędne. Chromatograficzne frakcjonowanie wodno-etanolowego ekstraktu pozwoliło na wydzielenie frakcji bogatej w izokwercetynę (TMLR). Frakcję tę, w ilości 5-10 mg/kg, a także chlorotiazyd (lek referencyjny) podawano w ilości 10 mg/kg. Stwierdzono, że wydalanie moczu i zawartość sodu były zależne od podawanej dawki TMLR oraz obecnej w niej izokwercetyny. Ponadto nie znaleziono żadnych dowodów niekorzystnego działania preparatów na nerki lub innych niekorzystnych skutków u zwierząt, nawet po dłuższym okresie leczenia wodno-etanolową frakcją (TMLR) lub izokwercetyną.

Autorzy Gasparotto i wsp. (25) w kolejnej pracy zajęli się przeciwnadciśnieniowym działaniem izokwercetyny oraz ekstraktów z *T. majus*. W badaniach zastosowano wodno-etanolowy ekstrakt (HETM), wydzieloną aktywną frakcję (TMLR) oraz flawonoidy: izokwercetynę i kemferol, jako czynniki przeciwnadciśnieniowe. Poza tym oceniano, czy są one inhibitorami konwertazy angiotensynowej (ACE). Badania przeprowadzono na grupie szczurów z prawidłowym ciśnieniem tętniczym krwi oraz na grupie szczurów z nadciśnieniem tętniczym (SHR). Preparaty podawano doustnie oraz za pomocą wlewów dodwunastniczych. Wykazano, że doustne podawanie HETM i TMLR znacznie obniża, zależnie od dawki, ciśnienie tętnicze krwi zarówno u szczurów z prawidłowym ciśnieniem, jaki i z nadciśnieniem. Dożylnie podanie izokwercytyny również powodowało spadek ciśnienia tętniczego krwi u szczurów. Działania takiego nie wykazywał kemferol. Stwierdzono ponadto, że zarówno wymienione preparaty, jak i izokwercetyna, nie wpływają na akcję serca u szczurów. Na podstawie powyższych badań autorzy doszli do wniosku, że działanie hipotensyjne wodno-etanolowego ekstraktu z nasturcji (HETM) oraz wydzielonej z niego aktywnej frakcji (TMLR) może być związane z wysoką zawartością izokwercetyny.

Właściwości antyoksydacyjne kwiatów nasturcji zostały zbadane na podstawie zdolności redukcji rodników w DPPH (2,2-difenylo-1-pikrylohydrazyl) oraz ABTS – wolny rodnik wytwarzany przed analizą z soli amonowej kwasu 2,2-azyno-bis(3-etylobenzotiazolino-6-sulfonowego). Zauważono, że wyciągi z kwiatów nasturcji wykazują

zdolność do reagowania zarówno z rodnikiem ABTS, jak i DPPH, z tym że rodnik ABTS (458 $\mu\text{mol Te/g}$ świeżej masy) był 5-krotnie bardziej wiązany niż rodnik DPPH (91,87 $\mu\text{mol Te/g}$ świeżej masy). Substancje zawarte w kwiatach nasturcji wykazywały zdolność reagowania z wolnymi rodnikami prawdopodobnie poprzez reakcje przeniesienia elektronów (26).

Garzón i Wrolstad (10) przeprowadzili również porównanie aktywności wiązania rodników ABTS przez pomarańczowe płatki nasturcji ze znanymi produktami spożywczymi. Zaobserwowano, że wykazują one wyższą zdolność redukcji rodników w stosunku do czarnych jagód (45,9 $\mu\text{mol Te/g}$) oraz wyższe od jeżyn (0-25,3 $\mu\text{mol Te/g}$ świeżej masy), które zostały uznane jako składniki odżywcze wykazujące wysoką aktywność antyoksydacyjną (27-29).

W połowie ubiegłego wieku zainteresowano się właściwościami antyseptycznymi *T. majus*. Ustalono wówczas, że spożywanie już 5-10 g liści nasturcji powoduje wytworzenie w organizmie substancji hamujących wzrost bakterii duru brzuszego, czerwonki, błonicy oraz drobnooustrojów wywołujących zapalenie płuc (1-3).

De Medeiros (13) opisuje antytrombinową aktywność ekstraktów otrzymanych z liści nasturcji za pomocą metanolu i chlorku metylenu. Pintão i wsp. (30) wykazali właściwości przeciwnowotworowe glukozynolanu benzylu, stosowanego w różnego rodzaju nowotworach tkankowych u ludzi i myszy. Picciarelli i wsp. (31, 32) również opisują przeciwnowotworową aktywność glikozydów triterpenowych. Jak już wcześniej wspomniano, glukozynolany ulegając degradacji enzymatycznej, termicznej lub przy udziale mikroflory jelitowej, są prekursorami dużej liczby związków, które mogą wykazywać wielokierunkowe oddziaływanie przeciwnowotworowe. Hecht i wsp. (33, 34) opisali w swoich pracach możliwe działanie przeciwnowotworowe izotiocyanianu benzylu poprzez hamowanie fazy I enzymów (szczególnie monoooksygenaz i cytochromu P450s, przez wprowadzenie atomu tlenu jako grupy hydroksylowej, ketonowej lub epoksydowej do pierwotnego związku) oraz poprzez indukcję fazy II enzymów (wprowadzenie do ugrupowania kilku układów sprzężenia).

Ekstrakty z nasturcji należą do ważnej grupy preparatów stosowanych do pielęgnacji włosów ze względu na obecność siarki. Preparaty te przeznaczone są do odnowy włosów skłonnych do przetłuszczania się. Hamują łojotok, wzmacniają włosy i zapobiegają ich wypadaniu. Sok z liści wykazuje działanie przeciwsłoneczne (16, 32).

Nasiona nasturcji charakteryzują się wysoką zawartością kwasu erukowego, który jest głównym składnikiem oleju Lorenza, wykorzystywanego w leczeniu adrenoleukodystrofii (choroba Siemerlinga-Crentzeldta występująca u mężczyzn). Choroba ta związana jest z zaburzoną

proksymalną β -oksydacją kwasów tłuszczowych, prowadzącą do ich gromadzenia w różnych narządach (35).

Podsumowanie

Z nasturcji (zarówno z suszu, jak i ze świeżych roślin) przygotowuje się wodne, etanolowe oraz octanowe ekstrakty, syropy na bazie naparów i maceratów, spirytusy nasturcjowe i inne.

Nasturcja zawiera różnorodne związki biologicznie czynne, takie jak flawonoidy (izokwercetyna, kemferol) oraz glukozynolan benzylu. Dzięki tym składnikom wykazuje właściwości przeciwskurczowe i antyseptyczne. Zarówno wyciągi wodne, jak i sok z liści nasturcji, polecane są przy anginach, zapaleniu oskrzeli i zakażeniach dróg moczowych. Napary i odwary zalecane są także do płukania w stanach zapalnych jamy ustnej, gardła i migdałków oraz do przemywania trudno gojących się ran i ropni. Do użytku wewnętrznego sporządza się granulaty ze sproszkowanych nasion. Glukozynolan benzylu (glukotropeolina) w przewodzie pokarmowym ulega hydrolizie enzymatycznej, w wyniku czego powstaje izotiocyjanian benzylu. Izotiocyjanian benzylu jest związkiem hamującym rozwój bakterii wywołujących zapalenie dróg moczowych, ale także jest stosowany przy zakażeniach dróg oddechowych i grypie. Ze względu na obecność glukotropeoliny oraz izokwercetyny nasturcji przypisywane jest działanie przeciwnowotworowe.

Opisane wyniki badań sugerują, iż *T. majus* jest potencjalnym fitoterapeutycznym ze względu na zawartość składników, które można stosować w wielu chorobach, szczególnie w chorobach dróg oddechowych i moczowych.

Piśmiennictwo

1. Lewkowicz-Mosiej T. Leksykon roślin leczniczych. Świat Książki, Warszawa 2003. 2. Jędrzejko K, Klama H, Żarnowiec J. Zarys wiedzy o roślinach leczniczych. Śląska AM, Katowice 1997. 3. Grau J, Jung R, Munker B. Leksykon przyrodniczy. Ziola i owoce leśne. Świat Książki Warszawa 1996. 4. Broda B, Mowszowicz J. Przewodnik do oznaczania roślin leczniczych, trujących i użytkowych. Wydanie VI. PZWL, Warszawa 2000. 5. Andrearczyk T. Tańcząca nasturcja. Panacea 2008; (4):25. 6. Chevallier A. The encyclopedia of medicinal plants. Dorling Kindersley, London 1996. 7. Torros-Jimenez IB, Quintana-Cardenas IJ. Comparative analysis on the use of medicinal plants in traditional medicine in Cuba and The Canary Islands. Rev Cub Olantes Med 2004; (9):1. 8. Duke JA, Ayenus ES. Medicinal plants of China. Ref Publ, Algonac 1985. 9. Niizu PY, Rodriguez-Amaya DB. Flowers and leaves of *Tropaeolum majus* L. as rich source of lutein. J Food Sci 2005; 70:S605-9. 10. Garzón GA, Wrolstad RE. Major anthocyanins and antioxidant activity of nasturtium flowers (*Tropaeolum majus*). Food Chem 2009; 114:44-9. 11. Wang H, Nair M, Strassburg G i wsp. Antioxidant and anti-inflammatory activities of anthocyanins

and their aglycon, cyanidin, from tart cherries. J Nat Prod 1999; 62:294-6. 12. Wang S, Jiao H. Scavenging capacity of berry crops on superoxide radicals, hydrogen peroxide, hydroxyl radicals and singlet oxygen. J Agric Food Chem 2000; 75:5677-84. 13. De Medeiros JMR, Marcedo M, Constanca JP i wsp. Antithrombin activity of medicinal plants of the Azores. J Ethnopharmacol 2000; 72:157-65. 14. Mietkiewska E, Gibin EM, Wang S i wsp. Seed-specific heterologous expression of a nasturtium FAE gene in *Arabidopsis* resulting in a dramatic increase in the proportion of erucic acid. Plant Physiol 2004; 136:2665-75. 15. Lykkesfeldt J, Meller BL. Synthesis of benzylglucosinolate in *Tropaeolum majus* L. Plant Physiol 1993; 102:609-13. 16. Griffiths DW, Deighton N, Birch ANE i wsp. Identification of glucosinolates on the leaf surface of plants from the *Cruciferae* and other closely related species. Phytochem 2001; 57:693-700. 17. Grzeszczuk M, Kawecka A, Jadczyk D. Kwiatyjadalne. Nasturcja większa *Tropaeolum majus* L. Panacea 2010; (2):31. 18. Binet L. A biologist physician in the country. Med Biol (Paris) 1964; 53:5-28. 19. Gallagher M, Perkovic V, Chalmers J. Diuretic: a modern day treatment option? Nephrology 2006; 11:419-27. 20. Gasparotto A, Boffo MA, Botelho-Loureño EL i wsp. Natriuretic and diuretic effects of *Tropaeolum majus* (*Tropaealaceae*) in rats. J Ethnopharmacol 2009; 122:517-22. 21. Gasparotto A, Mourão-Gasparotto F, Boffo MA i wsp. Diuretic and potassium-sparing effect of isoquercitrin – an active flavonoid of *Tropaeolum majus*. J Ethnopharmacol 2011; 134:210-5. 22. Kleinwächter M, Schnug E, Selmar D. The Glucosinolate – myrosinase system in nasturtium (*Tropaeolum majus* L.): Variability of clones feasible for pharmaceutical utilization. J Agric Food Chem 2008; 56:11165-70. 23. Engelen-Eigles G, Holden G, Cohen JD i wsp. The effect of temperature, photoperiod and light quality on gluconasturtiin concentration in watercress (*Nasturtium officinale* R. Br.). J Agric Food Chem 2006; 54:328-34. 24. Kopsell DA, Barickman TC, Sams CE i wsp. Influence of nitrogen and sulfur on biomass production and carotenoid and glucosinolate concentrations in watercress (*Nasturtium officinale* R. Br.). J Agric Food Chem 2007; 55:10628-34. 25. Gasparotto A, Mourão-Gasparotto F, Botelho-Loureño EL i wsp. Antihypertensive effect of isoquercitrin and extracts from *Tropaeolum majus* L.: Evidence for the inhibition of angiotensin converting enzyme. J Ethnopharmacol 2011; 134:363-74. 26. Kleinwächter M, Schnug E, Selmar D. The glucosinolate-myrosinase system in nasturtium (*Tropaeolum majus* L.): variability of biochemical parameters and screening for clones feasible for pharmaceutical utilization. J Agric Food Chem 2008; 56:11165-70. 27. Deji-an H, Boxin O, Prior RL. The chemistry behind antioxidant capacity assays. J Agric Food Chem 2005; 53:1841-56. 28. Kaur CK, Kapoor HC. Antioxidants in fruits and vegetables – the millennium's health. Int J Food Sci Technol 2001; 36:703-25. 29. Deighton N, Brennan R, Finn C i wsp. Antioxidant properties of domesticated and wild *Rubus* species. J Agric Food Chem 2000; 80:1307-13. 30. Pintão AM, Pais MS, Coley H i wsp. *In vitro* and *in vivo* antitumor activity of benzyl isothiocyanate: a natural product from *Tropaeolum majus*. Planta Med 1995; 61:233-6. 31. Picciarelli P, Alpi A. Embryo-suspensor of *Tropaeolum majus*: identification of gibberellins A₆₃. Phytochem 1987; 26:329-30. 32. Picciarelli P, Alpi A, Pistelli L i wsp. Gibberellin-like activity in suspensors of *Tropaeolum majus* L. and *Cytisus laburnum* L. Plant 1984; 162:566-8. 33. Hecht SS, Carmell SG, Murphy SE. Effects of watercress consumption on urinary metabolites of nicotine in smokers. Cancer Epidemiol Biomarkers Prev 1999; 8:907-13. 34. Hecht SS, Chung FL, Richie JP i wsp. Effects of watercress consumption on metabolism of a tobacco-specific lung carcinogen in smokers. Cancer Epidemiol Biomarkers Prev 1995; 4:877-84. 35. Carlson KD, Kleiman R. Chemical survey and erucic acid content of commercial varieties of nasturtium, *Tropaeolum majus* L. JAOCS 1993; 70(11):1145-8.

otrzymano/received: 13.04.2012
zaakceptowano/accepted: 28.04.2012

Adres/address:
*dr inż. Anna Parus
Instytut Technologii i Inżynierii Chemicznej, Politechnika Poznańska
Pl. M. Skłodowskiej-Curie 2, 60-965 Poznań
tel.: +48 (61) 665-36-49
e-mail: anna.parus@put.poznan.pl