

Związki biologicznie aktywne morwy białej (*Morus alba* L.) i ich działanie lecznicze

Bioactive compounds in white mulberry (*Morus alba* L.) and their therapeutic activity

Instytut Włókien Naturalnych i Roślin Zielarskich, Poznań

Dyrektor Naukowy Instytutu: prof. dr hab. n. techn. Ryszard Kozłowski

SUMMARY

The white mulberry (*Morus alba* L.) originating in Asia is for centuries known as a plant with medicinal properties. Both leaves and fruits, seeds and bark are a valuable source of bioactive compounds. From different parts of the mulberry obtained is a variety of biologically active substances which include: flavonoids (astragaline, kaempferol, quercetin, rutin) and alkaloids (1-deoxynojirimycin). Mulberry is also a source of nutrients which have a beneficial effect on the functioning of the human body – protein, lipids, unsaturated fatty acids, and micro- and macro-elements. Identified in mulberry substances play an important role in the prevention and treatment support lifestyle diseases – diabetes, obesity, high blood pressure. In addition, antibacterial, antifungal and antiviral allows you to include a mulberry tree white plant with wide potential. In addition to the application of mulberry in the industry of its herbal medical, pharmaceutical and it plays a large role as a power plant, and also successfully used in the food industry and the paper industry. *Morus alba*, which so far was seen only as a plant as a food base in the breeding of mulberry silkworm (*Bombyx mori* L.) is now increasingly being used successfully in phytotherapy and other sectors of the economy.

Keywords: white mulberry (*Morus alba* L.), bioactive compounds, civilization disorders

STRESZCZENIE

Morwa biała (*Morus alba* L.), pochodząca z Azji, jest od wieków znana jako roślina o właściwościach leczniczych. Zarówno liście, owoce, nasiona, jak i kora stanowią cenne źródło związków bioaktywnych. Z różnych części morwy pozyskiwanych jest wiele substancji biologicznie aktywnych, do których należą przede wszystkim: flawonoidy (astragalina, kemferol, kwercetyna, rutyna) i alkaloidy (1-dezoksynojirimycyn). Morwa jest także źródłem substancji odżywczych wywierających korzystny wpływ na funkcjonowanie organizmu człowieka: białek, lipidów, w tym nienasyconych kwasów tłuszczowych oraz mikro- i makroelementów. Zidentyfikowane w morwie substancje odgrywają istotną rolę w profilaktyce oraz wspomaganiu leczenia chorób cywilizacyjnych: cukrzycy, otyłości, nadciśnienia tętniczego. Ponadto działanie przeciwbakteryjne, przeciwgrzybicze i przeciwwirusowe pozwala zaliczyć morwę białą do roślin o szerokim potencjale leczniczym. Oprócz zastosowania morwy w przemyśle zielarskim, farmaceutycznym i w medycynie, odgrywa ona dużą rolę jako roślina energetyczna, a także z powodzeniem wykorzystywana jest w przemyśle spożywczym i papierniczym. Morwa biała, która dotychczas była postrzegana jedynie jako roślina stanowiąca bazę pokarmową w hodowli jedwabnika morwowego (*Bombyx mori* L.), obecnie jest coraz częściej z powodzeniem stosowana w fitoterapii oraz innych dziedzinach gospodarki.

Słowa kluczowe: morwa biała (*Morus alba* L.), związki bioaktywne, choroby cywilizacyjne

Wstęp

Morwa biała (*Morus alba* L.) jest drzewem liściastym pochodzącym z południowo-wschodniej Azji. Drzewo to dorasta do 15 m wysokości, a jego cechą charakterystyczną jest obecność soku mlecznego w pędach. Roślina ta wytwarza słodkie owoce o zabarwieniu białym, różowym, fioletowym bądź czarnym. Kształt

liści jest cechą zmienną (heterofilia), choć z reguły blaszki liściowe są sercowate i ząbkowane na krawędzi. Morwa biała charakteryzuje się szybkimi przyrostami pędów, do 2-2,5 m rocznie. Nazwa gatunkowa morwy białej pochodzi od białawego zabarwienia kory, a nie, jak się powszechnie mylnie przyjmuje, od koloru owoców. Z racji fioletowoczarnej barwy owoców morwa biała bywa mylona z morwą czarną (*Morus nigra* L.)

lub czerwoną (*Morus rubra* L.) (1-4). Morwa biała jest najczęściej kojarzona z hodowlą jedwabnika morwowego (*Bombyx mori* L.) (5). Tymczasem roślina ta ma szeroki wachlarz zastosowań w przemyśle zielarskim, farmaceutycznym, spożywczym, papierniczym i energetycznym (4, 6). W niniejszej pracy podjęto zagadnienie związane z obecnością związków bioaktywnych pozyskiwanych z morwy białej oraz ich praktycznego zastosowania w lecznictwie.

Skład chemiczny liści

Liczne dane piśmiennictwa (7-9) wskazują na wartość w liściach morwy białej związków aktywnych biologicznie. Liście morwy stanowią cenne źródło substancji odżywczych oraz leczniczych. W suchej masie liści znakomitą większość stanowią białka (15,31-30,91%) oraz błonnik pokarmowy (27,6-43,6%) (2, 9). Ponadto w liściach morwy zidentyfikowano: kwas askorbinowy (100-200 mg/100 g), beta-karoteny (8,44-13,13 mg/100 g), szczawiany (183 mg/100 g), fityniany (156 mg/100 g) oraz kwas taninowy (0,13-0,36%). W liściach morwy stwierdzono także obecność wielu makro- i mikroelementów: żelaza (19-50 mg/100 g), cynku (0,72-3,65 mg/100 g), wapnia (786,66-2726,66 mg/100 g), fosforu (970 mg/100 g) oraz magnezu (720 mg/100 g) (2, 10).

Liście morwy stanowią ponadto ważne źródło polifenoli. W ekstraktach z liści morwy stwierdzono 14 tych związków. Spośród nich największe znaczenie przypisywane jest flawonoidom. W omawianej grupie zidentyfikowano następujące związki: kwercetynę, rutynę, kemferol, astragalinę. Poza tym wśród polifenoli znajdują się kwasy fenolowe, w tym kwas chlorogenowy. Całkowita zawartość polifenoli waha się w granicach od 12,81 do 15,50 mg GAE (ekwiwalentu kwasu galusowego) w 1 g suchej masy.

Spośród 18 zidentyfikowanych w liściach morwy białej polihydroksyalkaloidów, największą rolę odgrywa 1-dezoksynojirimycyna (DNJ). Jej zawartość waha się od 0,28 do 3,88 mg/g (12, 13). W ekstraktach z liści morwy stwierdzono także szeroką gamę związków o działaniu przeciwbakteryjnym: albanol, kuwanony C, E i G, halkomoracyln, morusynę oraz sanggenony B i D (2, 14, 15). Ponadto liście morwy zawierają włókno, którego ilość oscyluje w granicach od 9,9 do 13,85% (2, 14).

Skład chemiczny owoców

Wiele publikacji naukowych (2, 4, 6) donosi o licznych związkach bioaktywnych zawartych w owocach morwy białej. W składzie chemicznym owoców dominują białka (1,55 g/100 g suchej masy). Ponadto stwierdzono obecność lipidów (0,48 g/100 g suchej

masy) oraz szczawianów (0,57 g/100 g suchej masy). Oznaczono także witaminę B₂ (0,088 mg/100 g), niacynę (3,10 mg/100 g) oraz kwas askorbinowy (15,2 mg/100 g) (10, 16). Owoce morwy białej stanowią oprócz tego bogate źródło makro- i mikroelementów (tab. 1) (1).

Ponadto w owocach morwy białej zidentyfikowano antocyjany i alkaloidy (660 mg/100 g). Zarówno liście, jak i owoce morwy uważane są za cenne źródło aminokwasów egzogennych: metioniny, treoniny, histydyny, leucyny, tryptofanu, argininy, proliny i kwasu asparaginowego (17).

Skład chemiczny nasion i kory korzeni

Nasiona morwy białej stanowią ważne źródło nienasyconych kwasów tłuszczowych ω -3. Ich zawartość mieści się w granicach od 25 do 35% (6). Ustalono, że 7 kwasów tłuszczowych zidentyfikowanych w nasionach morwy należy do związków jedno- (MUFAs) i wielonienasyconych (PUFAs). Największy udział mają kwasy linolowy i oleinowy. Ich zawartość w nasionach wynosi odpowiednio 76,84 oraz 7,09%. Wśród pozostałych zidentyfikowanych w nasionach kwasów tłuszczowych znajdują się: kwas linolenowy, stearynowy i erukowy (2, 6).

Również kora korzenia morwy białej bogata jest w związki biologicznie aktywne. Dotychczas zidentyfikowano w niej: flawonoidy i alkaloidy (6), a także inne związki, m.in. leachianon G – związek o działaniu przeciwwirusowym i Moran 20K – substancję przeciwcukrzycową (18).

Tab. 1. Zawartość makro- i mikroelementów w suchej masie owoców morwy białej (2)

Składnik		Zawartość w suchej masie
Makroelementy (g/100 g)	azot	1,62-2,13
	fosfor	0,24-0,31
	potas	1,62-2,13
	wapń	0,19-0,37
	sód	0,01
	magnez	0,12-0,19
	siarka	0,08-0,11
Mikroelementy (mg/kg)	żelazo	28,2-46,74
	miedź	4,22-6,38
	cynk	14,89-19,58
	mangan	12,33-19,38
	nikiel	1,40-2,62

Wykorzystanie związków bioaktywnych w przemyśle zielarskim i farmaceutycznym

Ze względu na zawartość wielu związków bioaktywnych, poszczególne części morwy białej znajdują zastosowanie w lecznictwie i przemyśle spożywczym (17). Obecnie na rynku dostępnych jest wiele preparatów z morwy białej. Do najczęściej spotykanych należą: herbaty z liści morwy, tabletki na bazie wyciągów i ekstraktów z liści oraz soki (6, 19). Duża liczba związków o aktywności biologicznej sprawia, że morwa znalazła zastosowanie jako specyfik na różnorodne dolegliwości. Już w antycznych Chinach dostrzeżono lecznicze właściwości morwy białej i stosowano ją w leczeniu chorób górnych dróg oddechowych, oczu, pasożytniczych oraz jako środek skutecznie obniżający poziom glukozy oraz cholesterolu we krwi (20).

Współcześnie morwa biała staje się coraz bardziej popularnym surowcem zielarskim z powodzeniem wykorzystywanym do celów leczniczych. Odwar z liści morwy stosowany jest jako środek napotny oraz do płukania w stanach zapalnych gardła (6, 4). Morwa biała ze względu na zawartość substancji o działaniu przeciwutleniającym – kwasu askorbinowego, flawonoidów i antocyjanów, usuwa wolne rodniki, które są odpowiedzialne za powstawanie nowotworów oraz apoptozę komórek i starzenie się organizmu (20). Związki o działaniu przeciwutleniającym obecne w morwie białej, takie jak astragalina, kwercetyna i antocyjany, wykazują działanie cytotoksyczne wobec komórek ludzkiej białaczki, komórek raka wątroby szczurów oraz czerniaka myszy (21-23).

Ponadto preparaty otrzymywane z morwy białej wykazują silne działanie przeciwgrzybicze, przeciwbakteryjne oraz przeciwwirusowe (2, 17, 24). Badania laboratoryjne potwierdziły skuteczność ekstraktów z morwy białej wobec bakterii z rodzaju *Streptococcus*, *Staphylococcus*, *Bacillus* i *Escherichia* (2, 25). W badaniach potwierdzono także jej skuteczność przeciwwirusową wobec wirusa opryszczki typu 1 (*Herpes simplex*) (2). Z kolei inne badania (26) wykazały hamujące działanie związków flawonoidowych występujących w morwie wobec odwrotnej transkryptazy wirusa HIV. Ze względu na dużą zawartość związków o różnej budowie chemicznej (zwłaszcza DNJ i kwercetyny), które obniżają poziom glukozy we krwi, morwa biała jest skutecznym środkiem wspomagającym leczenie cukrzycy typu II. Mechanizm działania związków pozyskiwanych z morwy polega na hamowaniu aktywności enzymów zaangażowanych w metabolizm cukrów: α -glukozydazy oraz maltazy (8). Enzymy te odpowiadają za przemiany w jelicie cienkim cukrów złożonych do glukozy. Dzięki zmniejszeniu aktywności

wspomnianych enzymów proces wchłaniania glukozy zostaje spowolniony i przyczynia się do ograniczenia glikemii występującej po posiłku (8, 27). DNJ jako naturalny inhibitor, w przeciwieństwie do jego syntetycznych odpowiedników nie wywołuje u pacjentów takich efektów ubocznych, jak senność, wzdęcia czy biegunki (19). Dane piśmiennictwa wskazują, że ekstrakt alkoholowy z kory korzeni morwy podawany przez okres 10 dni szczurom z cukrzycą doświadczalną przyczynił się u nich do obniżenia poziomu glukozy do 59%, podnosząc w ten sposób poziom insuliny o 44% w porównaniu z grupą kontrolną (28). W innych badaniach zaobserwowano spadek stężenia glukozy we krwi zarówno na czczo (o 30%), jak i po posiłku (o 15%) u pacjentów przyjmujących dziennie 70 ml naparu z morwy białej (18). Ponadto obecne w ekstrakcie z kory korzeni morwy białko Moran 20K również wykazuje działanie obniżające poziom cukru we krwi. Zostało to stwierdzone na podstawie badań przeprowadzonych na mysim modelu hiperglikemii wywołanej za pomocą streptozotomycyny (29-31). Ze względu na działanie hipoglikemiczne produkty z morwy są polecane diabetykom. Szczególnie korzystne efekty przynosi picie naparu z liści morwy. Do jego przygotowania wystarczy zaledwie 1 g wysuszonych liści morwy, które po zalaniu 100 ml wody i zaparzeniu przez około 5 min są gotowe do użycia (19).

Morwa biała jest także rośliną bogatą w związki flawonoidowe (głównie kwercetyna) i antocyjany obniżające poziom LDL (lipoproteina o niskiej gęstości) w surowicy krwi i obniżające ciśnienie tętnicze krwi (7, 32), a jednocześnie podwyższające poziom korzystnie wpływających na zdrowie lipoprotein o wysokiej gęstości (HDL) (33). Ponadto substancje zawarte w morwie białej przyczyniają się do zmniejszenia prawdopodobieństwa zachorowalności na choroby układu wieńcowego, w tym miażdżycę, niwelując jej dwie najczęstsze przyczyny powstawania, czyli obniżanie poziomu LDL oraz odkładanie złogów cholesterolowych w tętnicach (7, 32-34).

Ekstrakty z liści morwy przyczyniają się także do przeciwdziałania otyłości. W jednym z przeprowadzonych eksperymentów stwierdzono obniżenie masy ciała myszy po 32 dniach podawania ekstraktu (35). Z kolei występujące w owocach morwy cyjanidyny wykazują działanie ochronne przed uszkodzeniami śródbłonna mózgu, tym samym zmniejszając prawdopodobieństwo zachorowania na chorobę Alzheimera (33, 34). Wyciągi z korzenia morwy wykazują również działanie terapeutyczne w leczeniu alergii ze względu na zawartość polisacharydów stymulujących namnażanie limfocytów i przeciwciał (29). Dane piśmiennictwa (27, 35-37) zwracają

także uwagę na wykorzystanie morwy białej w miejscowym wybielaniu skóry celem depigmentacji piegów, przebarwień skórnych i czerniaków. Ekstrakt z morwy z dużą skutecznością hamuje działanie 3,4-L-dihydroksyfenyloalaniny (DOPA), tym samym zwiększając wytwarzanie tyrozynazy odpowiedzialnej za hamowanie powstawania melaniny (34, 35).

Podsumowanie

Liczne doniesienia (4, 6, 17) wskazują na szerokie możliwości zastosowania morwy białej w lecznictwie. Liczne badania (24, 27, 28, 37, 38) wskazują na skuteczność związków bioaktywnych pozyskiwanych

z morwy białej w leczeniu wielu dolegliwości, w tym chorób uznanych za cywilizacyjne – cukrzyca, choroby Alzheimera, otyłości i nadciśnienia tętniczego. Bogactwo różnorodnych związków o aktywności biologicznej sprawia, że poszczególne części rośliny znajdują zastosowanie w profilaktyce oraz terapii wielu chorób, w tym ze względu na dużą zawartość substancji przeciwutleniających w zapobieganiu nowotworom (39). Morwa biała, której uprawa rozprzestrzeniła się wraz z hodowlą jedwabnika, nie jest współcześnie postrzegana wyłącznie jako surowiec do produkcji jedwabiu, ale także jako roślina o dużym potencjale leczniczym (18, 19).

Piśmiennictwo

- Litwińczuk W. Charakterystyka, rozmnażanie i wykorzystanie morwy białej (*Morus alba* L.). Biul Ogródów Botan 1993; 2:27-35.
- Butt MS, Nazir A, Sultan MT i wsp. *Morus alba* L. nature's functional tonic. Trends Food Sci Technol 2008; 19:505-12.
- Ting-Zing Z, Yun-Fang T, Guang-Xian H i wsp. Mulberry cultivation. FAO Agricult Services Bull 1988; 73:1.
- Łochońska M. Nutritional properties of the white mulberry (*Morus alba* L.). J Agric Sci Technol A 2015; 5(9):709-16.
- Sanchez MD. World distribution and utilization of mulberry and its potential for animal feeding. [In:] Sanchez MD (ed.). Mulberry for animal production, FAO, Rome 2002; 1-10.
- Łochońska M, Oleszak G. Multipurpose white mulberry (*Morus alba* L.). [In:] Zaikov GE, Pudiel DP, Sychalski G (eds.). Renewable Resources and Biotechnology for Material Applications. Nova Publishers, New York 2011; 59-65.
- Sharma S, Madan M. Potential of mulberry (*Morus alba*) biomass. J Sci Ind Res 1994; 53:710-4.
- Oku T, Hamada M, Nakamura M i wsp. Inhibitory effects of extractives from leaves of *Morus alba* on human and rat small intestinal disaccharidase activity. Br J Nutr 2006; 95:933-8.
- Srivastava S, Kapoor R, Thathola A i wsp. Nutritional quality of leaves of some genotype of mulberry (*Morus alba*). Int J Food Sci Nutr 2006; 57:305-13.
- Erciski S, Orhan E. Chemical composition of white (*Morus alba*), red (*Morus rubra*) and black (*Morus nigra*) mulberry fruits. Food Chem 2007; 103(4):1380-4.
- Sánchez-Salcedo EM, Mena P, García-Viguera C i wsp. Phytochemical evaluation of white (*Morus alba* L.) and black (*Morus nigra* L.) mulberry fruits: a starting point for the assessment of their beneficial properties. J Funct Foods 2015; 12:399-408.
- Asano N, Yamashita T, Yasuda K i wsp. Polyhydroxylated alkaloids isolated from mulberry trees (*Morus alba* L.) and silkworms (*Bombyx mori* L.). J Agric Food Chem 2001; 49(9):4208-13.
- Ji T, Li J, Su SL i wsp. Identification and determination of the polyhydroxylated alkaloids compounds with α -glucosidase inhibitor activity in mulberry leaves of different origins. Molecules 2016; 21(2):206.
- Kostić DA, Dimitrijević DS, Mitić SS i wsp. A Survey on macro- and micro-elements, phenolic compounds, biological activity and use of morus spp. (*Moraceae*). Fruits 2013; 68(4):333-47.
- Nomura T. Chemistry and biosynthesis of prenyloflavonoids. J Pharm Soc Japan 2001; 11(12):973-80.
- Imran M, Khan H, Shah M i wsp. Energy and nutritional properties of the white mulberry (*Morus alba* L.): Chemical composition and antioxidant activity of certain morus species. J Zhejiang Univ Sci B – Biomed Biotechnol 2010; 11(12):973-80.
- Jeszka M, Kobus-Cisowska J, Flaczyk E. Liście morwy jako źródło naturalnych substancji biologicznie aktywnych. Post Fitoter 2009; (3):175-9.
- Przeor M, Flaczyk E. Morwa biała – nieocenione znaczenie zdrowotne. Przem Spoż 2016; 70:33-5.
- Pelc J. Morwa biała – pieniądze, jedwab, zdrowie. Panacea 2014; 3(48):26-7.
- Katsube T, Imawaka N, Kawano Y i wsp. Antioxidant flavanol glycosides in mulberry (*Morus alba* L.) leaves isolated based on LDL antioxidant activity. Food Chem 2006; 97(1):25-31.
- Doi K, Kojami T, Makino M i wsp. Studies on the constituents of the leaves of *Morus alba* L. Chem Pharm Bull 2001; 49(2):151-3.
- Kofujita H, Yaguchi M, Doi N i wsp. A novel cytotoxic prenylated flavonoid from the root of *Morus alba*. J Insect Biotechnol Ser 2004; 73:113-6.
- Iqbal S, Younas U, Sirajuddin i wsp. Proximate composition and antioxidant potential of leaves from three varieties of mulberry (*Morus* sp.): A comparative study. Int J Molec Sci 2012; 13(6):6651-64.
- Ahmad I, Beg A. Antimicrobial and phytochemical studies on 45 Indian medicinal plants against multi-drug resistant human pathogens. J Ethnopharmacol 2001; 74:113-23.
- Fuhai T, Kaiton K, Terad S. Antimicrobial activity of 2-arylbenzofurans from *Morus* species against methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*. Fitoter 2005; 76:708-11.
- Ono K, Nakane H, Fukushima M i wsp. Differential inhibitory effects of various flavonoids on the activities of reverse transcriptase and cellular DNA and RNA polymerases. Eur J Biochem 1990; 190(3):469-78.
- Kimura T, Nahagawa K, Kubota H i wsp. Food-grade mulberry powder enriched with 1-deoxyojirimycin suppresses the elevation of postprandial blood glucose in humans. J Agric Food Chem 2007; 55(14):5869-74.
- Singab AN, El-Beshbishy HA, Yonekawa M i wsp. Hypoglycemic effect of Egyptian *Morus alba* root bark extract: effect

- on diabetes and lipid peroxidation of streptozotocin-induced diabetic rats. *J Ethnopharmacol* 2005; 100:333-8.
29. Kim SY, Gao JJ, Lee WC i wsp. Antioxidative flavonoids from the leaves of *Morus alba*. *Arch Pharm* 1999; 22:81-5.
30. Andallu B, Varadacharyulu N. Antioxidant role of mulberry (*Morus indica* L. cv. Anantha) leaves in streptozotocin-diabetic rats. *Clin Chim Acta* 2003; 338:3-10.
31. Hansawasdi C, Kawabata J. Alpha-glucosidase inhibitory effect of mulberry (*Morus alba*) leaves on Caco-2. *Fitoter* 2003; 77:568-73.
32. Chen PN, Chu SC, Chiou H i wsp. Mulberry anthocyanins cyanidin 3-rutinoside and cyaniding 3-glucoside exhibited an inhibitory effect on the migration and invasion of a human lung cancer cell line. *Cancer Lett* 2006; 235(2):248-59.
33. Kobylińska A, Janas KM. Prozdrowotna rola kwercetynow obecnej diecie człowieka. *Post Hig Med Dośw* 2015; 69:51-62.
34. Serraino I, Dugo L, Dugo P i wsp. Protective effects of cyanidin-3-O-glucoside from blackberry extract against peroxynitrite induced endothelial dysfunction and vascular failure. *Life Sci* 2003; 73:1097-114.
35. Oh KS, Ryu, SY, Lee S i wsp. Melanin-concentrating hormone-1 receptor antagonism and anti-obesity effects of ethanolic extract from *Morus alba* leaves in diet-induced obese mice. *J Ethnopharmacol* 2009; 122:216-20.
36. Iozumi K, Hoganson GE, Pennella R i wsp. Role of tyrosinase as the determinant of pigmentation in cultures human melanocytes. *J Invest Dermatol* 1993; 100(6):806-11.
37. Du JH, Jiang RW, Ye WC i wsp. Antiviral flavonoids from the root bark of *Morus alba* L. *Phytochem* 2003; 62(8):1235-8.
38. Radojkovic M, Zekovic Z, Mashovic P i wsp. Biological activities and chemical composition of *Morus* leaves extract obtained by maceration and supercritical fluid extraction. *J Supercrit Fluids* 2016; 117:50-8.
39. Przeor M, Flaczyk E. Antioxidant properties of paratha type flat bread enriched with mulberry leaf extract. *Indian J Trad Knowl* 2016; 15(2):237-44.

Konflikt interesów**Conflict of interest**

Brak konfliktu interesów
None

otrzymano/received: 14.10.2016
zaakceptowano/accepted: 5.12.2016

Adres/address:

*mgr Joanna Grześkowiak
Instytut Włókien Naturalnych i Roślin Zielarskich
ul. Wojska Polskiego 71B, 60-630 Poznań
tel. +48 (61) 845-58-67
e-mail: joanna.grzeskowiak@iwnirz.pl