

Nowe badania nad biologicznymi właściwościami pyłku kwiatowego

Instytut Włókien Naturalnych i Roślin Zielarskich w Poznaniu
Dyrektor Instytutu: prof. dr hab. Grzegorz Szychalski

NEW STUDIES ON BIOLOGICAL PROPERTIES OF POLLEN

SUMMARY

To the presumed and well document biological properties of pollen belong the antibiotic, antioxidative, anti-inflammatory, hypolipidemic (antisclerotic), antiprostatic (prostatic hyperplasia), antihepatotoxic (healing the liver tissue) also antidotal (after intoxication with strong toxins) and stimulating the hematopoietical system (antianemic) activities. In the recent years have been found and studied (mainly in animal tests) others properties of pollen: immunoregulating, immunosuppressive (preventing the body from rejecting an organ transplant), antiallergenic, anticancer, antinociceptive (analgesic), acting on nervous system and urinary tract, antiangiogenic (inhibits the growth of new blood vessels), foetus protecting, ionizing radiation protecting antiaggregation (against clumping of blood platelets) and delaying the ageing of human body.

KEY WORDS: POLLEN – ANTICANCER ACTIVITY – ANTINOCICEPTIVE ACTIVITY – ANTIANGIOGENIC ACTIVITY

Wprowadzenie

Pyłek kwiatowy (obnóże pszczele) (ryc. 1) jest cennym produktem leczniczym wytwarzanym przez pszczoły. Odnacza się szerokim zakresem właściwości biologicznych.

Do uznanych i dość dobrze już udokumentowanych właściwości biologicznych pyłku kwiatowego można zaliczyć działanie: antybiotyczne, przeciwutleniające, przeciwzapalne, hipolipemiczne (przeciwmiażdżycowe), przeciwprostatowe (przerost gruczołu krokowego), antyhepatotoksyczne (leczące chorobę tkankę wątrobową), a także działanie odtruwające (po zatruciu wątroby silnymi truciznami) i pobudzające układ krwiotwórczy do wytwarzania krwinek czerwonych (antyanemiczne).

W ostatnich latach odkryto i przebadano, głównie farmakologicznie (na zwierzętach doświadczalnych) cały szereg innych właściwości pyłku pszczelego, a mianowicie działanie: immunoregulujące i immunosupresyjne (zabezpieczające przed odrzuceniem przeszczepu), przeciwalergiczne, przeciwnowotworowe,

antynocyceptywne (przeciwbólowe), wpływające na układ nerwowy i moczowy, antyangiogenne (zapobiegające tworzeniu się nowych naczyń krwionośnych), osłonowe dla płodu, ochraniające przez promieniowaniem jonizującym, przeciwapagregacyjne (przeciwdziałające zlepianiu się płytek krwi) i opóźniające starzenie się organizmu.

Niektóre z tych właściwości zostaną omówione poniżej.

Działanie przeciwnowotworowe

Jedną z pierwszych prac badawczych dotyczących leczenia zwierząt doświadczalnych z wszczepionym nowotworem przeprowadził Grochowski (1). Dorosłym myszom, karmionym paszą standardową z dodatkiem 10% pyłku kwiatowego przez 3 miesiące przeszczepiał on białaczkę mysią L-1210 i odnotowywał czas przeżycia zwierząt oraz zmiany patologiczne w porównaniu do analogicznych zwierząt karmionych uprzednio paszą standardową (kontrola). Okazało się, że w grupie myszy liczącej 75 osobników z przeszczepioną białaczką mysią 16 zwierząt przeżyło powyżej 8 dni (21,3%), a pozostałe padły pomiędzy



Ryc. 1. Pyłek kwiatowy w postaci obnóża pyłkowego.

7. i 8. dniem (78,7%). Natomiast wszystkie myszy z grupy kontrolnej (100,0%) padły pomiędzy 5. i 7. dniem doświadczenia. Ponadto zmiany patologiczne narządów wewnętrznych (jelito cienkie, szpik kostny, wątroba, nerki, śledziona, węzły chłonne) u zwierząt otrzymujących paszę z pyłkiem kwiatowym miały charakter ogniskowy, natomiast w grupie kontrolnej wykazywały one nasilony charakter (zmiany rozsiane, guzowate nacieki). Znacznie mniejsze zmiany w obrazie krwi (krwinki białe i czerwone, hemoglobina, limfocyty) obserwowano także w grupie karmionej paszą z dodatkiem pyłku kwiatowego w porównaniu do grupy zwierząt karmionych wyłącznie paszą standardową. Wskazuje to na ochronne działanie pyłku kwiatowego w odniesieniu do przeszczepialnej białaczki mysiej.

Furusawa i wsp. (2) badali wpływ wodnego wyciągu z pyłku kwiatowego (Cernitin T60) na hodowlę komórkową ludzkiego nowotworu gardła linii KB. Autorzy ci stwierdzili, że działanie cytotoksyczne tego wyciągu na komórki KB w stężeniu 10 mg/ml było podobne do standardowych leków przeciwnowotworowych, takich jak winkrystyna w stężeniu 0,01 $\mu\text{g/ml}$, adriamycyna w stężeniu 0,2 $\mu\text{g/ml}$ i metotreksat w stężeniu 0,05 $\mu\text{g/ml}$.

Badania na zwierzętach także wykazały znaczne działanie cytotoksyczne wodnego wyciągu z pyłku kwiatowego w formie preparatu Cernitin T60. Preparat ten podawany dootrzewnowo myszom z przeszczepialnym mysim nowotworem płuc Lewisa przedłużał życie zwierząt od 4,4 do 7,9 dni (w granicach 38-70%) (tab. 1). Co więcej, równoczesne podawanie standardowych leków przeciwnowotworowych wykazało

działanie synergistyczne z wyciągiem wodnym z pyłku kwiatowego i przedłużało życie myszy z przeszczepialnym nowotworem płuc Lewisa od 20,8 do 32,9 dni (w granicach 181-291%). Szczególnie wyraźne działanie synergistyczne omawianego wyciągu obserwowano w odniesieniu do metotreksatu. W obecności wodnego wyciągu z pyłku kwiatowego czas przeżycia myszy wydłużył się o 58%, w obecności metotreksatu o 70%, a w trakcie podawania obu tych leków czas przeżycia myszy wydłużył się o 291% (tab. 1). Stąd wniosek, że wodny wyciąg z pyłku kwiatowego może być potencjalnym lekiem cytotoksycznym, wzmagającym działanie stosowanych w terapii leków przeciwnowotworowych.

Jaton i wsp. (3) z pyłku kwiatowego żyta zwyczajnego (*Secale cereale*) otrzymali sekalozydy A i B, będące glikozydami kwasu 2-oksy-3-indolilowego. Podawanie racematu tych związków dootrzewnowo myszom w ilości 60 μg /zwierzę całkowicie hamowało rozwój komórek nowotworowych linii S180 w płynie otrzewnowym (tab. 2). Jeszcze silniej działały aglikony tych sekalozydów. Hamowały one całkowicie rozwój wymienionego nowotworu mysiego w stężeniach 2,5 μg /mysz.

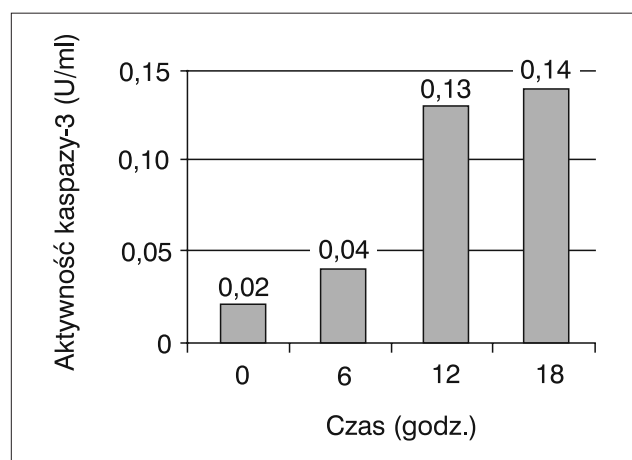
W pyłku kwiatowym rzepaku (*Brassica napus*) wykryto sterol brassinolid działający na komórki androgenoniezależnego nowotworu prostaty PC-3 (4). Stwierdzono, że związek ten w stężeniu 20 $\mu\text{mol/l}$ powoduje apoptozę (zaprogramowaną śmierć komórek) wymienionego nowotworu ludzkiego prostaty. Uwidaczniało się to wzrostem aktywności enzymu kaspazy-3 w hodowli komórek tego nowotworu (ryc. 2). Brassinolid jest roślinnym hormonem wzrostu

Tabela 1. Działanie cytotoksyczne wodnego wyciągu z pyłku kwiatowego (Cernitin T60) podawanego dootrzewnowo ze standardowymi lekami cytotoksycznymi wobec mysiego przeszczepialnego nowotworu płuc Lewisa (wg 2).

Doświadczenie	Preparat leczniczy	Dawkowanie	Liczba przeżywających myszy	Średni czas przeżycia (dni)	Czas przeżycia w procentach w porównaniu do kontroli
1	Kontrola		0/10	11,5	
	Winkrystyna	5 μg , dzień 1	0/10	16,9	47
	Cernitin T60	2 mg, dni 2, 4, 6, 8 i 10	0/10	20,7	80
	Winkrystyna + Cernitin T60	dawki jak wyżej	3/10	32,3	181
2	Kontrola		0/10	11,5	
	Adriamycyna	1 μg , dzień 1	0/10	15,9	38
	Cernitin T60	2 mg, dni 2, 4, 6, 8 i 10	0/10	18,1	57
	Adriamycyna + Cernitin T60	dawki jak wyżej	4/10	37,6	227
3	Kontrola		0/10	11,3	
	Metotreksat	200 μg , dzień 1	0/10	19,2	70
	Cernitin T60	2 mg, dni 3, 5, 7 i 9	0/10	17,9	58
	Metotreksat + Cernitin T60	dawki jak wyżej	4/10	44,2	291

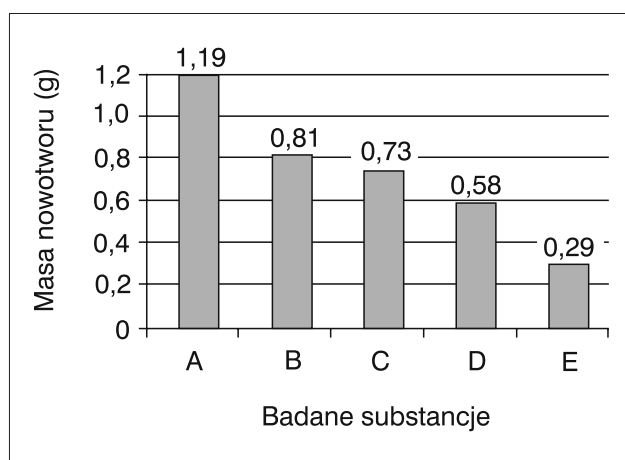
Tabela 2. Działanie sekalozydów pochodzących z pyłku kwiatowego żyta zwyczajnego na przeszczepialny nowotwór myszy S180 (wg 3).

Grupy zwierząt	Dawka podawana myszom ($\mu\text{g}/\text{mysz}$)	Liczba komórek nowotworu S180 w 1 μl płynu otrzewnowego myszy
Kontrola (nieleczona)	0	470
	2,5	330
	5,0	210
	10,0	115
	20,0	82
	40,0	10
Sekalozydy A i B (mieszanina)	60,0	0
	1,25	140
	2,5	0
	5,0	0
	10,0	0
Aglikon sekalozydu A	1,25	75
	2,5	0
	5,0	0
	10,0	0
	10,0	0
Aglikon sekalozydu B	1,25	75
	2,5	0
	5,0	0
	10,0	0
	10,0	0

**Ryc. 2.** Aktywność enzymu kaspazy-3 w hodowli komórek androgenoniezależnego nowotworu ludzkiego prostaty PC-3 poddanych działaniu brassinolidu (wg 4).

i występuje on w pyłku kwiatowym rzepaku w ilości 100 $\mu\text{g}/\text{kg}$. Autorzy sugerują działanie brassinolidu na komórki nowotworu ludzkiego prostaty PC-3 na drodze aktywacji enzymu kaspazy-3 i spowodowanie w ten sposób ich apoptozy.

Yang i wsp. (5) określali wpływ lipopolisacharydu LBPP wyizolowanego z pyłku kwiatowego rzepaku (*Brassica napus*) na rozwój przeszczepialnego nowotworu mysiego S380. W tym celu podawali oni drogą pokarmową myszom z wyżej wymienionym nowotworem lipopolisacharyd LBPP w dawkach 50, 100 i 200 mg/kg m.c. Jako lek standardowy zwierzętom podawano cyklofosfamid w dawce 20 mg/kg m.c. Leczenie prowadzono przez 10 dni. Wyniki badań przedstawione na

**Ryc. 3.** Wpływ lipopolisacharydu LBPP wyizolowanego z pyłku kwiatowego rzepaku na rozwój przeszczepialnego nowotworu mysiego S180 (wg 5).

A – Kontrola (nieleczona), B – lipopolisacharyd LBPP (50 mg/kg m.c.), C – lipopolisacharyd LBPP (100 mg/kg m.c.), D – cyklofosfamid (20 mg/kg m.c.), E – lipopolisacharyd LBPP (200 mg/kg m.c.).

rycynie 3 wskazują, że masa nowotworu mysiego S380 najbardziej zmniejszyła się w porównaniu do zwierząt nieleczonych w przypadku lipopolisacharydu LBPP w dawce 200 mg/kg m.c. (o 75,6%). W przypadku cyklofosfamidu masa nowotworu zmniejszyła się o 51,3%. Niższe dawki lipopolisacharydu LBPP działały słabiej. Pod wpływem tej substancji podawanej myszom w dawce 100 mg/kg m.c. masa nowotworu zmniejszyła się po leczeniu o 38,7%, a substancji podawanej w dawce 50 mg/kg m.c. o 31,9% w porównaniu do zwierząt nieleczonych.

Jak można zorientować się z powyższego przeglądu, pyłek kwiatowy, otrzymane z niego wyciągi oraz wyizolowane substancje odznaczają się działaniem przeciwnowotworowym w odniesieniu do zwierząt doświadczalnych.

Działanie antynocyceptywne (przeciwbólowe)

Nocycepcją określa się odbieranie za pośrednictwem receptorów odczuwania bólu, bodźców szkodliwie oddziałujących na tkanki. Receptorami odczuwania bólu są zakończenia nerwowe pobudzane przez silne bodźce termiczne, mechaniczne, czy chemiczne. Znajdują się one w skórze, mięśniach, stawach, w ścianach naczyń krwionośnych i w narządach wewnętrznych. Działanie antynocyceptywne oznacza zatem przeciwdziałanie odbieraniu przez organizm bodźców bólowych. Inaczej nazywamy to działanie przeciwbólowym.

Choi (6) przebadał działanie antynocyceptywne wyciągu etanolowego z pyłku kwiatowego sosny rosnącej w Korei (*Pinus densiflora*). Wyciąg etanolowy z pyłku podawał on dożołądkowo myszom w dawce 100 i 200 mg/kg m.c. na godzinę przed testami przeciwbólowymi.

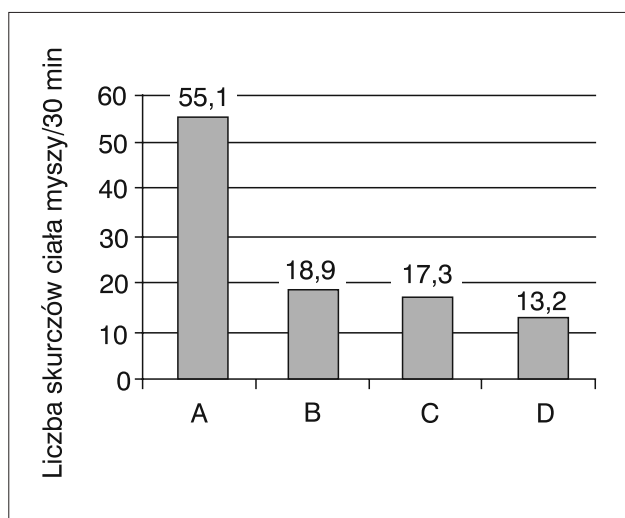
W pierwszym doświadczeniu użył on testu z kwasem octowym. Kwas podawał w ilości 0,2 ml 2% roztworu wodnego. Następnie w ciągu 30 min określał liczbę skurczów ciała myszy (zwijanie się z bólu, skurcz mięśni brzusznych i równoczesny wyprost kończyn dolnych). Wyniki zebrane na rycinie 4 wskazują, że w porównaniu do kontroli (nieleczonej), aminopiryna (standardowy środek przeciwbólowy) zmniejszała liczbę skurczów ciała myszy o 65,7%, wyciąg etanolowy z pyłku kwiatowego w stężeniu 100 mg/kg m.c. zmniejszał liczbę skurczów ciała myszy o 69,1%, a wyciąg ten w stężeniu 200 mg/kg m.c. redukował ten objaw o 76,0%.

W drugim doświadczeniu autor użył testu z formaliną. Formalinę podawał on w ilości 0,02 ml 2,5% roztworu wodnego w tylną prawą łapę myszy i określał czas lizania przez zwierzęta miejsca podania tego środka. Wyniki przedstawione na rycinie 5 wskazują, że aminopiryna zmniejszała odczuwanie bólu o 83,3%, wyciąg etanolowy z pyłku kwiatowego odpowiednio o 69,4 i 81,0%.

W ostatnim doświadczeniu autor zastosował test z gorącą płytką. Płytkę ogrzewano do temperatury 60°C i umieszczano na niej zwierzęta w szklanym cylindrze, a następnie określano czas braku reakcji na ból, odliczając wszystkie reakcje myszy na ból (podnoszenie łap, szybkie poruszanie się i podskakiwanie). Z danych przedstawionych na rycinie 6 wynika, że aminopiryna

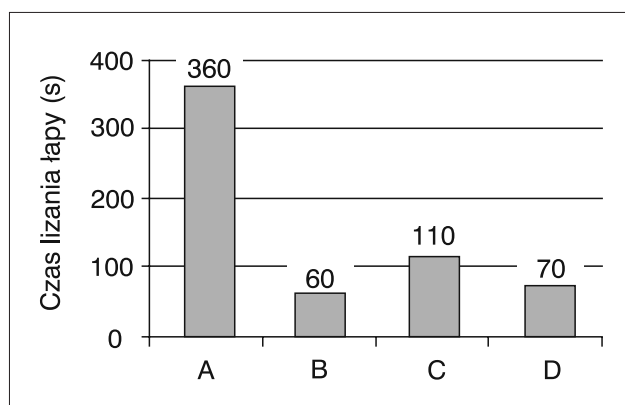
przedłużała okres braku reakcji na ból o 55,3% w porównaniu do kontroli (nieleczonej). Natomiast etanolowe wyciągi z pyłku kwiatowego przedłużały okres braku reakcji na ból odpowiednio o 52,9 oraz o 87,1%.

Z przedstawionych danych wynika, że etanolowe wyciągi z pyłku kwiatowego sosny koreańskiej odznaczały się silnym działaniem antynocyceptywnym, porównywalnym z aminopiryną – standardowym lekiem przeciwbólowym.



Ryc. 4. Antynocyceptywne działanie wyciągu etanolowego z pyłku kwiatowego sosny u myszy określane za pomocą testu kwasu octowego (wg 6).

A – Kontrola (nieleczona), B – aminopiryna (50 mg/kg m.c.), C – wyciąg z pyłku kwiatowego (100 mg/kg m.c.), D – wyciąg z pyłku kwiatowego (200 mg/kg m.c.).

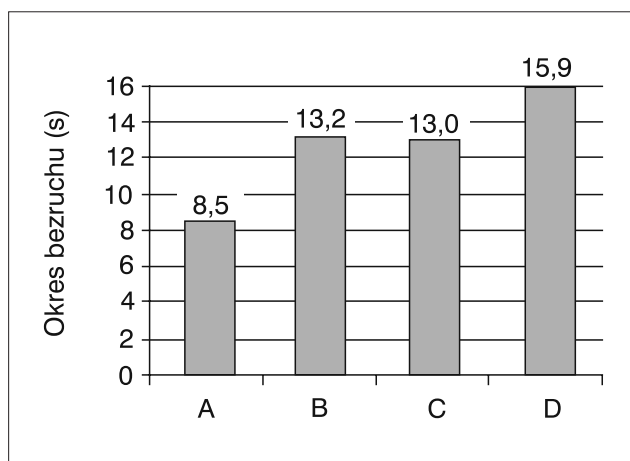


Ryc. 5. Antynocyceptywne działanie wyciągu etanolowego z pyłku kwiatowego sosny u myszy określane za pomocą testu formalinowego (wg 6).

A – Kontrola (nieleczona), B – aminopiryna (50 mg/kg m.c.), C – wyciąg z pyłku kwiatowego (100 mg/kg m.c.), D – wyciąg z pyłku kwiatowego (200 mg/kg m.c.).

Działanie przeciwingiennie (zapobiegające tworzeniu się naczyń krwionośnych)

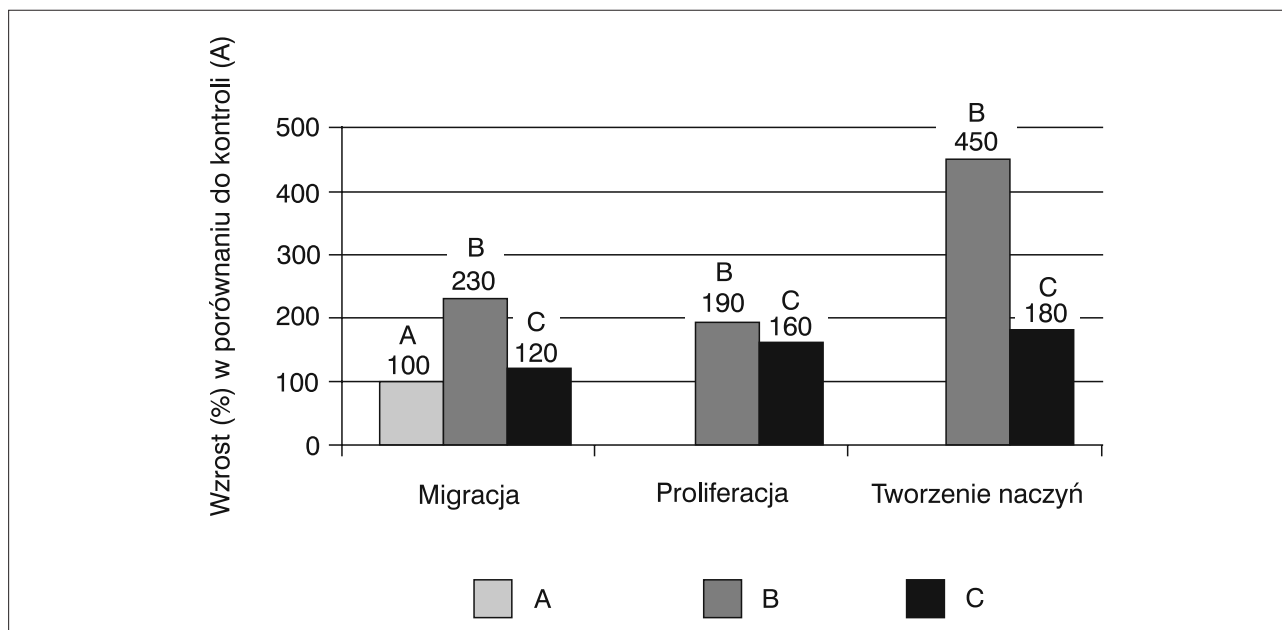
Angiogenezą nazywamy tworzenie się naczyń krwionośnych z pierwotnego śródbłonka. Jest to proces ważny dla organizmu, ponieważ wzmacnia



Ryc. 6. Antynocyceptywne działanie wyciągu etanolowego z pyłku kwiatowego sosny u myszy określane za pomocą testu gorącej płytki (wg 6).
A – Kontrola (nieleczona), B – aminopiryna (50 mg/kg m.c.), C – wyciąg z pyłku kwiatowego (100 mg/kg m.c.), D – wyciąg z pyłku kwiatowego (200 mg/kg m.c.).

dostarczanie składników odżywczych, czynników wzrostowych i tlenu cząsteczkowego do miejsc uszkodzonych lub odnawianych podczas takich procesów, jak ciąża, miesiączka, gojenie się ran oraz ponowne unaczynianie niedokrwionych tkanek. Jednakże nadmierna angiogeneza (unaczynianie) jest także charakterystyczna dla licznych ciężkich chorób, włączając w to nowotwory, reumatoidalne zapalenie stawów, unaczynianie siatkówki i miażdżyca. Proces tworzenia się naczyń kapilarnych może przebiegać normalnie lub ulegać zaburzeniom. Nadmiar naczyń krwionośnych powoduje przebudowę substancji międzykomórkowych, migrację i namnażanie się komórek śródbłonka, rozrastanie się naczyń krwionośnych i tworzenie nowych dróg krwionośnych. Procesy angiogenezy regulowane są m.in. przez czynnik wzrostu naczyń śródbłonkowych (VEGF), czynnik wzrostu fibroblastów i czynnik wzrostu hepatocytów.

Izuta i wsp. (7) badali wpływ wyciągu etanolowego z mieszaniny pyłku kwiatowego dwóch gatunków czystka: *Cistus ladanifer* (czystka żywicowego) i *C. albidus* (czystka białawego) – krzewów rosnących w Hiszpanii, na angiogenezę komórek śródbłonkowych żyły pępowinowej człowieka (HUVEC). Badania prowadzono na hodowlach komórkowych HUVEC z dodatkiem VEGF i wyciągu etanolowego z pyłku kwiatowego dwóch gatunków czystka w ilości 300 µg/ml hodowli,



Ryc. 7. Wpływ wyciągu wodnego z pyłku kwiatowego czystka (*Cistus*) na migrację, poliferaację i tworzenie naczyń z komórek śródbłonkowych żyły pępowinowej człowieka (HUVEC) w warunkach *in vitro* (wg 7).
A – HUVEC – kontrola, B – HUVEC + czynnik wzrostu naczyń śródbłonkowych (VEGF), C – HUVEC + VEGF + wyciąg etanolowy z pyłku kwiatowego (300 µg/ml).

badając migrację, proliferację (namnażanie się) i tworzenie nowych naczyń w obrębie wymienionych komórek.

Wyniki badań zilustrowano na rycinie 7. Na ich podstawie można przyjąć, że wyciąg etanolowy z pyłku kwiatowego czystka hamował proces migracji komórek HUVEC w obecności czynnika wzrostu VEGF o 47,9%, proliferację o 15,8% i tworzenie nowych naczyń włosowatych o 60,0% w porównaniu do hodowli komórek HUVEC z dodatkiem czynnika wzrostu naczyń śródbłonkowych VEGF.

Powyższe badania wyraźnie wskazują, że wyciąg etanolowy z pyłku kwiatowego odznacza się silnymi właściwościami antyangiogennymi, t.j. hamującymi angiogenezę (rozwój nowych naczyń krwionośnych).

Inne właściwości farmakologiczne

Wśród innych właściwości farmakologicznych warto wymienić ochronne działanie pyłku kwiatowego przed promieniowaniem jonizującym, działanie antyagregacyjne w odniesieniu do płytek krwi oraz hamowanie wytwarzania barwnika lipofuscyny u zwierząt doświadczalnych.

Działanie ochraniające przed promieniowaniem jonizującym

Wang i wsp. (8) poddawali promieniowaniu γ w dawce 7-8 Gy (grejów) myszy karmione paszą standardową i tą samą paszą z dodatkiem pyłku kwiatowego. Stwierdzili oni, że w grupie myszy karmionych pyłkiem kwiatowym w wyniku eksperymentu padło 23,3% zwierząt, podczas gdy w grupie myszy karmionych paszą bez pyłku kwiatowego liczba padłych zwierząt wynosiła 83,3%. Z doświadczenia tego wynika, że podawanie zwierzętom doświadczalnym pyłku kwiatowego działa wyraźnie ochronnie przed szkodliwym działaniem promieniowania jonizującego.

Wpływ na zlepianie (agregację) płytek krwi

Badania Siafaka-Kapadai i wsp. (9) wykazały, że gliceryloeterowa frakcja otrzymana na drodze chromatograficznej z pyłku kwiatowego *Pinus halepensis* (sosny rosnącej w rejonie Morza Śródziemnego), wykazywała działanie zapobiegające zlepianiu płytek krwi. Frakcja ta w stężeniu 4,5 $\mu\text{mol/l}$ hamowała zlepianie się *in vitro* płytek krwi królika indukowanych czynnikiem aktywującym płytki krwi (PAF) w stężeniu 1,5 nmol/l. Jest to o tyle interesujące, że frakcja gliceryloeterowa z pyłku kwiatowego *P. halepensis*, jest pierwszym tego rodzaju inhibitorem PAF.

Wpływ na wytwarzanie lipofuscyny

Liu i Li (10) stwierdzili, że u myszy karmionych pyłkiem kwiatowym następowało wyraźne obniżenie stężenia barwnika lipofuscyny w mięśniu sercowym, wątrobie, mózgu i nadnerczach w porównaniu do zwierząt nie otrzymujących pyłku kwiatowego. Należy dodać, że w komórkach, w miarę starzenia się organizmu, zaczyna gromadzić się brunatny barwnik zwany lipofuscyną. Barwnik ten występuje w komórkach starzejących się organizmów i jego gromadzenie się jest wprost proporcjonalne do wieku. Z powyższych badań można wnosić, że pyłek kwiatowy spowalnia procesy starzenia się organizmu zwierząt.

Podsumowanie

Jak można zorientować się z powyższego przeglądu, pyłek kwiatowy w postaci odpowiednich wyciągów, odznacza się wieloma korzystnymi właściwościami biologicznymi, które z powodzeniem mogą być wykorzystane w lecznictwie. Wymagane są do tego dalsze badania na zwierzętach oraz badania kliniczne potwierdzające działanie u ludzi. Dobrym przykładem wykorzystania pyłku kwiatowego w lecznictwie klinicznym było opracowanie w latach 60. ubiegłego stulecia preparatu leczącego przerost gruczołu krokowego u ludzi w postaci wodnego wyciągu z pyłku kwiatowego pod nazwą Cernitin T60. Warto dodać, że był to pierwszy skuteczny preparat w leczeniu tej choroby. Preparat ten (jak i kilka innych wytwarzanych w Szwecji) służył także jako lek przeciwmiażdżycowy i odtruwający wątrobę. Można mieć zatem nadzieję, że preparatów leczniczych otrzymywanych z pyłku kwiatowego (obnóża pszczelego) będzie w przyszłości znacznie więcej.

Piśmiennictwo

1. Grochowski J. Wpływ długotrwałego podawania pyłku pszczelego na przebieg wszczepiennej białaczki mysiej L-1210. Dokumentacja naukowa. Regional Zrzeszenie Apipol, Kraków 1986.
2. Furusawa E, Chous SC, Hirazumi A. Antitumor potential of pollen extract on Lewis lung carcinoma implanted intraperitoneally in syngenic mice. *Phytother Res* 1995; 9:255-9.
3. Jaton JC, Roulin K, Rose K i wsp. The secalosides, novel tumor cell growth inhibitory glycosides from a pollen extract. *J Nat Prod* 1997; 60:356-60.
4. Wu Y-D, Lou Y-J. Brassinolide, a plant steroid from pollen of *Brassica napus* L., induces apoptosis in human prostate cancer PC-3 cells. *Pharmazie* 2007; 62:392-5.
5. Yang X, Guo D, Zhang J i wsp. Characterization and antitumor activity of pollen polysaccharide. *Int Immunopharmacol* 2007; 7:427-34.
6. Choi E-M. Antinociceptive and antiinflammatory activities of pine (*Pinus densiflora*) pollen extract. *Phytother Res* 2007; 21:471-5.
7. Izuta H, Shimazawa M, Tsuruma K i wsp. Bee products prevent VEGF – induced angiogenesis in human umbilical vein endothelial cells. *BMC Complement Alternat Med* 2009; 9:45-55.
8. Wang W, Hu J, Cheng J. Biological effect of pollen

from beehives radioprotective effect on hematopoietic tissues of irradiated mice. XXXIst Int Agricult Congr, Warsaw 1987; 344.
9. Siafaka-Kapadai A, Demopoulos CA, Andriokopoulos NK. Biological activity of lipids of pine pollen on platelet aggregation in

correlation with the platelet activating factor. *Biochem Int* 1986; 12:33-41. **10.** Liu XL, Li LM. Morphological observation of effect of bee pollen on intercellular lipofuscin in NIH mice. *J Chin Mater Med* 1990; 15:561-3.

otrzymano/received: 10.01.2012
zaakceptowano/accepted: 2.02.2012

Adres/address:
*prof. dr hab. Bogdan Kędzia
Instytut Włókien Naturalnych i Roślin Zielarskich
Zakład Farmakologii i Biologii Doświadczalnej
ul. Libelta 27, 61-707 Poznań
tel.: +48 (61) 665-95-50, fax: 665-95-51
e-mail: bogdan.kedzia@iwnirz.pl