



Oddział
w Lublinie



VI KRAJOWA KONFERENCJA **NATURALNE SUBSTANCJE ROŚLINNE**

od analizy do aplikacji

MATERIAŁY KONFERENCYJNE

**PUŁAWY
16–17 września 2026 r.**



VI KRAJOWA KONFERENCJA „NATURALNE SUBSTANCJE ROŚLINNE”

Puławy 16–17 września 2026 r.

MATERIAŁY KONFERENCYJNE



INSTYTUT UPRAWY NAWOŻENIA I GLEBOZNAWSTWA
PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY
ul. Czartoryskich 8, 24-100 Puławy
tel. (81) 4786 700, e-mail: iung@iung.pulawy.pl www.iung.pl
Dyrektor: *prof. dr hab. Mariusz Matyka*

Organizator: Zakład Fitochemii IUNG-PIB

Komitety naukowe:

prof. dr hab. Wiesław Oleszek – IUNG-PIB,
członek PAN – gość honorowy
prof. dr hab. Mariusz Matyka – IUNG-PIB
prof. dr hab. Kazimierz Głowniak – UM Lublin
prof. dr hab. Michał Tomczyk – UM Białystok
prof. dr hab. inż. Aneta Wojdyło – UP Wrocław
prof. dr hab. Mariusz Piskula – InLife Olsztyn
prof. dr hab. Anna Szakiel – UW
prof. dr hab. Małgorzata Materska – UP Lublin
prof. dr hab. Adam Matkowski – UM Wrocław
prof. dr hab. Irma Podolak – UJ

prof. dr hab. Tomasz Stuczyński – IUNG-PIB
dr hab. Karolina Wojtunik-Kulesza – UM Lublin
dr hab. inż. Iwona Kowalska – IUNG-PIB
dr hab. Jerzy Żuchowski – IUNG-PIB
dr Justyna Krzyżanowska-Kowalczyk – IUNG-PIB
dr Mariusz Kowalczyk – IUNG-PIB
dr Dariusz Jędrejek – IUNG-PIB
dr Jarosław Mołdoch – IUNG-PIB
dr inż. Łukasz Pecio – IUNG-PIB
dr Marta Oleszek – IUNG-PIB

Materiały konferencyjne zawierają streszczenia prezentacji i posterów.
Materiały nie są recenzowane. Streszczenia zostały zamieszczone w wersji przesłanej
przez Autorów. Organizatorzy oraz redakcja nie ponoszą odpowiedzialności za ich treść.

Sponsorzy:



Skład: mgr Katarzyna Mikulska

ISBN 978-83-7562-450-2

Publikacja elektroniczna



PROGRAM KONFERENCJI

16 września 2026 r.

Naturalne substancje roślinne – badania podstawowe i właściwości prozdrowotne

8:00	Rejestracja uczestników
9:30-10:00	Powitanie gości
10:00-10:30	Wykład otwarcia
10:30-11:00	Przerwa kawowa
SESJA I (PANEL FITOCHEMIA) „CHEMICZNA TOŻSAMOŚĆ ROŚLIN”	
11:00–11:20	Standaryzacja roślinnych substancji leczniczych - podstawy, możliwości i ograniczenia <i>prof. dr hab. Sebastian Granica</i>
11:20–11.30	Naturalne rozpuszczalniki głęboko eutektyczne (NADES) jako alternatywa dla etanolu w ekstrakcji związków fenolowych z liści czarnej porzeczki <i>mgr Monika Staszowska-Karkut</i>
11:30–11:40	Profil lignanów, flawonoidów oraz kwasów fenolowych i organicznych suszonych owoców cytryńca chińskiego (<i>Schisandra chinensis</i> (Turcz.) Baill.) <i>prof. dr hab. Alicja Kucharska</i>
11:40–11:50	Transformacje mikrobiologiczne metyloflawonoidów w kulturach entomopatogennych grzybów strzępkowych <i>prof. dr hab. Edyta Kostrzewa-Susłow</i>
11:50–11:55	Wpływ β -damaskonu i jego pochodnych na zasiedlanie roślin i żerowanie mszycy brzoskwiniowej <i>Myzus persicae</i> (Sulz.) <i>prof. dr hab. Bożena Kordan</i>
11:55–12:00	Comparison of Selected Ethanollic Extraction Procedures for <i>Evernia prunastri</i> (L.) Ach. Thalli from Poland and France: Secondary Metabolite Profiles and Antioxidant Properties <i>dr hab. Elżbieta Studzińska-Sroka</i>
12:00–12:05	Ocena składu chemicznego surowca chmielowego roślin o zróżnicowanym stopniu ploidalności <i>mgr Marta Koziara-Ciupa</i>

12:05–12:10	Sezonowa zmienność składu liści buraka ćwikłowego <i>dr hab. Aleksandra Owczarek-Januszkiewicz</i>
12:10–12:15	Zastosowanie nowoczesnych technik analitycznych do badań olejnych spoiw malarskich <i>mgr Karol Licznar</i>
12:15–12:20	Organospecyficzny rozkład kwasów fenolowych i flawonoidów w rzodkwi oleistej (<i>Raphanus sativus</i> var. <i>oleiformis</i>) <i>dr Barbara Moniuszko-Szajwaj</i>
12:20–12:25	Wykorzystanie wyciągów z mięty pieprzowej <i>Mentha piperita</i> L. i aksamitki rozpierzchłej <i>Tagetes patula</i> L. w ochronie roślin przed roztoczami <i>dr hab. Magdalena Jakubowska</i>
12:25–12:30	Wpływ zawierającego krzem preparatu ZumSil na zawartość związków fenolowych w liściach pszenicy ozimej uprawianej w ekologicznym systemie produkcji <i>dr hab. Jerzy Żuchowski</i>
12:30–12:35	Izolacja saponin wspomagających działanie cytotoksycznych saporyn z mydlnicy lekarskiej <i>mgr Maciej Zosicz</i>
12:35–12:40	Analiza właściwości powierzchniowych ekstraktów z gorzkich odmian komosy ryżowej <i>dr Ewa Kobyłska</i>
12:40–12:45	Analizy metabolomiczne LC-MS i GC-MS gatunków mchów i wątrobowców ujawniają ich niezwykle różnorodność chemiczną <i>dr inż. Łukasz Pecio</i>
12:45–13:00	Panel dyskusyjny – <i>dr Dariusz Jędrejek</i>
13:15–13:30	Zdjęcie grupowe
13:30–14:30	Obiad
SESJA II PITCHINGOWA „NAUKA POTRZEBUJE CIEBIE!”	
14:30–14:35	<i>dr hab. Małgorzata Tartanus</i>
14:35–14:40	<i>dr inż. Karolina Bakalorz</i>
14:40–14:45	<i>mgr Jakub Małachowski</i> Aga Analytical
14:45–15:05	<i>mgr Bartosz Rasiński</i> Waters

SESJA III (PANEL BIOAKTYWNOŚĆ) „BIOLOGICZNA AKTYWNOŚĆ ZWIĄZKÓW ROŚLINNYCH”	
15:10–15:30	Znaczenie związków bioaktywnych pochodzenia roślinnego dla zdrowia starzejącego się społeczeństwa <i>prof. dr hab. Judyta Cielecka-Piontek</i>
15:30–15:40	Wpływ cytralu na proces akwizycji pamięci <i>dr hab. Karolina Wojtunik-Kulesza</i>
15:40–15:50	Wykrywanie wpływu roślinnych allelozwiązków na żerowanie mszyc z wykorzystaniem techniki elektropenetrografi <i>prof. dr hab. Beata Gabryś</i>
15:50–16:00	Behawioralne i fizjologiczne skutki oddziaływania cyklotydów z <i>Viola</i> spp. na mszycę brzoskwiniową <i>Myzus persicae</i> (Sulz.) <i>dr Katarzyna Dancewicz</i>
16:00–16:10	Biorafinacja biomasy roślin wieloletnich jako sposób na ograniczenie negatywnego wpływu związków biologicznie czynnych na aktywność mikroorganizmów fermentacji metanowej <i>dr Marta Oleszek</i>
16:10–16:15	Olejki eteryczne jako potencjalne naturalne przeciwutleniacze oraz środki przeciwbakteryjne i przeciwgrzybicze w aktywnych opakowaniach do żywności <i>mgr Aleksandra Bibow</i>
16:15–16:20	Regioselektywna hydroksylacja flawonów <i>prof. dr hab. Edyta Kostrzeva-Susłow</i>
16:20–16:25	Ocena mikrobiologiczna, sensoryczna oraz potencjału bioaktywnego innowacyjnego produktu otrzymanego z kiszonych niedojrzałych owoców jagody kamczackiej (<i>Lonicera caerulea</i> var. <i>kamtschatica</i> Sevest.) <i>prof. dr hab. Alicja Kucharska</i>
16:25–16:30	Badanie toksyczności wybranych triterpenoidów względem prawidłowych komórek skóry oraz modulacja ich działania z wykorzystaniem polifenoli <i>dr Karolina Grabowska</i>
16:30–16:35	Biomasa z kultur <i>in vitro</i> <i>Kickxia elatine</i> (L.) Dumort. jako alternatywne źródło związków fenolowych o potencjale antyoksydacyjnym <i>dr hab. Małgorzata Kikowska</i>
16:35–16:40	Wpływ sposobu przetwarzania liści wiśni (<i>Prunus cerasus</i> L.) na zawartość związków polifenolowych oraz aktywność przeciwutleniającą naparów <i>dr inż. Marta Wilk</i>
16:40–16:55	Panel dyskusyjny – <i>dr Mariusz Kowalczyk</i>
18:00	Kolacja

17 września 2026 r.

Naturalne substancje roślinne – możliwości aplikacyjne

SESJA IV (PANEL FARMACEUTYCZNY) „FITOCHEMIA W PREWENCJI CHOROÓB CYWILIZACYJNYCH”	
9:00–9:20	Znaczenie fitochemii w rozwoju naturalnych strategii prewencji chorób cywilizacyjnych <i>prof. dr hab. Renata Nowak</i>
9:20–9:30	Standaryzacja fitochemiczna chemowarów <i>Cannabis sativa</i> L. – wpływ wielkości kwiatostanów na profil kannabinoidów i terpenoidów <i>dr Łukasz Pecio</i>
9:30–9:40	Agrostemma githago – od pól pszenicy do bioreaktorów i laboratoriów analitycznych: nowa fitochemiczna kariera dawnego chwastu <i>prof. dr hab. Adam Matkowski</i>
9:40–9:50	Profilowanie fitochemiczne części nadziemnych i podziemnych <i>Carlina acaulis</i> L. i <i>Carlina vulgaris</i> L. w kontekście ich potencjału neuroprotektoryjnego <i>mgr Agata Soluch</i>
9:50–10:00	Optymalizacja izolacji związków niesaponinowych z <i>Herniaria glabra</i> L. <i>dr Solomiia Pecio</i>
10:00–10:10	Porównanie profilu fitochemicznego oraz właściwości antyoksydacyjnych i antynowotworowych owoców i liści rokitnika zwyczajnego (<i>Hippophae rhamnoides</i> L.), <i>dr Barbara Chilczuk</i>
10:10–10:15	Potencjał farmaceutyczny substancji swoistych korzeni mniszka lekarskiego <i>mgr Sylwia Pawelec</i>
10:15–10:30	Panel dyskusyjny – <i>dr Łukasz Pecio</i>
10:40–11:00	Przerwa kawowa
SESJA V PANEL ŻYWIENIE LUDZI I ZWIERZĄT „PROZDROWOTNE I ANTYŻYWIENIOWE WŁAŚCIWOŚCI ROŚLIN”	
11:00–11:20	Od antyoksydantów do antynutrientów – fitochemiczny paradoks roślin w żywieniu człowieka <i>dr hab. Ireneusz Kapusta</i>
11:20–11:30	Związki bioaktywne ziarna pszenicy (<i>Triticum</i> L.) <i>dr hab. inż. Iwona Kowalska</i>
11:30–11:40	Fitochemia „miodu z mniszka” – metabolity i aktywność biologiczna syropu z kwiatów <i>Taraxacum officinale</i> <i>dr Dariusz Jędrejek</i>
11:40–11:50	Zawartość steroli i triterpenoidów w wybranych roślinach jadalnych i produktach spożywczych pochodzenia roślinnego <i>dr hab. Anna Szakiel</i>

11:50–11:55	Potencjał roślin zielarskich jako materiałów paszowych <i>dr Joanna Foksowicz-Flaczyk</i>
11:55–12:00	Potencjał przeciwgrzybiczy metabolitów wtórnych wybranych surowców roślinnych wobec pleśni <i>Aspergillus</i> i <i>Penicillium</i> obecnych w paszach <i>dr hab. Aleksandra Wawro</i>
12:00–12:05	Wyższa zawartość polifenoli w wiśniach ekologicznych? Wyniki czteroletnich badań porównawczych <i>dr Agnieszka Głowacka</i>
12:05–12:10	Związki bioaktywne wybranych gatunków róż owocowych (<i>Rosa</i> spp.) <i>mgr inż. Aniceta Ślęczka</i>
12:10–12:15	Charakterystyka fitochemiczna ekstraktów wodno-etanolowych z wybranych surowców roślinnych <i>dr Barbara Moniuszko-Szajwaj</i>
12:15–12:20	Ksantohumol – cenny składnik szyszek chmielu <i>dr Anna Czubacka</i>
12:20–12:25	Charakterystyka alkaloidów występujących u gatunków z rodzaju <i>Nicotiana</i> <i>dr Anna Czubacka</i>
12:25–12:40	Panel dyskusyjny – <i>dr hab. Jerzy Żuchowski</i>
12:50–13:50	Obiad
SESJA VI PANEL BIOPREPARATY „NATURALNE ŚRODKI OCHRONY ROŚLIN”	
13:50–14:10	Naturalne substancje roślinne w ochronie ziemniaka przed fitopatogenami – od analizy fitochemicznej i oceny aktywności biologicznej do opracowania biopreparatu <i>prof. dr hab. Beata Gutarowska</i>
14:10–14:20	Wykorzystanie substancji roślinnych do ochrony szkodnikami na przykładzie roślin sadowniczych <i>dr hab. Małgorzata Tartanus</i>
14:20–14:30	Biologizacja rolnictwa: Znaczenie i potencjał preparatów mikrobiologicznych w uprawie roślin <i>dr Monika Koziel</i>
14:30–14:40	Fitochemia w ochronie roślin: potencjał, ograniczenia i technologiczne perspektywy <i>dr Jarosław Mołdoch</i>
14:40–14:50	Biologiczne skalpele czy chwilowa moda? Szanse i granice aplikacyjne fitopeptydów w ochronie roślin wobec kryzysu w agrochemii. <i>dr Mariusz Kowalczyk</i>
14:50–14:55	Waloryzacja produktów ubocznych przemysłu owocowego na potrzeby nowoczesnego rolnictwa <i>dr inż. Karolina Bakalorz</i>

14:55–15:00	Biomasa roślinna jako źródło cukrów prostych w procesie fermentacji etanolowej <i>dr hab. Jolanta Batog</i>
15:00–15:05	Czy wyciągi roślinne mogą być wsparciem w ochronie roślin przed larwami chrabąszcza majowego? <i>dr Witold Danelski</i>
15:05–15:10	Biostymulacja wyciągiem z mniszka lekarskiego wybranych odmian truskawek <i>dr Witold Danelski</i>
15:10–15:15	Preparaty z rokitnika zwyczajnego (<i>Hippophae rhamnoides</i> L.) jako potencjalne stymulatory metabolizmu grzybów rozkładających drewno <i>dr hab. Magdalena Jaszek</i>
15:15–15:30	Panel dyskusyjny – dr <i>Jarosław Mołdoch</i>
15:30–16:00	Zakończenie konferencji
16:30	Wyjazd na warsztaty (portiernia IUNG-PIB)
17:00	Kolacja Kazimierskie Wzgórza
20:00	Nocne Zwiedzanie

SPIS TREŚCI

JUBILEUSZ 50-LECIA PRACY NAUKOWEJ PROFESORA WIESŁAWA OLESZKA	13
<u>BAKALORZ K., CHMIEL J., RAKOCZY-LELEK R., KUŹNIK N.</u> Waloryzacja produktów ubocznych przemysłu owocowego na potrzeby nowoczesnego rolnictwa	14
BATOG J. Biomasa roślinna jako źródło cukrów prostych w procesie fermentacji etanolowej	16
<u>BIBOW A., OLESZEK W.</u> Olejki eteryczne jako potencjalne naturalne przeciwutleniacze oraz środki przeciwbakteryjne i przeciwgrzybicze w aktywnych opakowaniach do żywności	17
BUDZIANOWSKA A., CHANAJ-KACZMAREK J., BUDZIANOWSKI J., KRUSZKA D., HERMOSANINGTYAS A.A., <u>KIKOWSKA M.</u> Biomasa z kultur <i>in vitro</i> <i>Kickxia elatine</i> (L.) Dumort. jako alternatywne źródło związków fenolowych o potencjale antyoksydacyjnym	19
<u>CHILCZUK B., MATERSKA M., PABICH M., STASZOWSKA-KARKUT M., KONTEK R., MARCINIAK B.</u> Porównanie profilu fitochemicznego oraz właściwości antyoksydacyjnych i antynowotworowych owoców i liści rokitnika zwyczajnego (<i>Hippophae rhamnoides</i> L.)	20
CIELECKA-PIONTEK J. Znaczenie związków bioaktywnych pochodzenia roślinnego dla zdrowia starzejącego się społeczeństwa	22
<u>CZUBACKA A., KOZIARA-CIUPA M., SKOMRA U.</u> Ksantohumol – cenny składnik szyszek chmielu	23
<u>DANCEWICZ K., ŚLĄZAK B., KIELKIEWICZ M., KAPUSTA M., BOHDANOWICZ J., GABRYŚ B.</u> Behawioralne i fizjologiczne skutki oddziaływania cyklotydwów z <i>Viola</i> spp. na mszycę brzoskwiniową <i>Myzus persicae</i> (Sulz.)	25
ANNA DEPTA, <u>ANNA CZUBACKA</u> Charakterystyka alkaloidów występujących u gatunków z rodzaju <i>Nicotiana</i>	27
<u>FOKSOWICZ-FLACZYK J., ADAMCZAK A.</u> Potencjał roślin zielarskich jako materiałów paszowych	29
GABRYŚ B. Wykrywanie wpływu roślinnych allelozwiązków na żerowanie mszyc z wykorzystaniem techniki elektropenetrografi	31
GABRYŚ B., DANCEWICZ K., GLISZCZYŃSKA A., <u>KORDAN B.</u>, WAWRZEŃCZYK C. Wpływ β -damaskonu i jego pochodnych na zasiedlanie roślin i żerowanie mszycy brzoskwiniowej <i>Myzus persicae</i> (Sulz.)	33
<u>GŁOWACKA A., ROZPARA E., HALLMANN E.</u> Wyższa zawartość polifenoli w wiśniach ekologicznych? Wyniki czteroletnich badań porównawczych	34

<u>GRABOWSKA K., WRÓBEL-BIEDRAWA D., PODOLAK I., GALANTY A.</u>	
Badanie toksyczności wybranych triterpenoidów względem prawidłowych komórek skóry oraz modulacja ich działania z wykorzystaniem polifenoli	36
GRANICA S.	
Standaryzacja roślinnych substancji leczniczych – podstawy, możliwości i ograniczenia	38
<u>GUTAROWSKA B., STEGLIŃSKA A., SZULC J., KRĘGIEL D., NOWAK A.</u>	
Naturalne substancje roślinne w ochronie ziemniaka przed fitopatogenami – od analizy fitochemicznej i oceny aktywności biologicznej do opracowania biopreparatu	39
<u>JAKUBOWSKA M., DOBOSZ R.</u>	
Wykorzystanie wyciągów z mięty pieprzowej <i>Mentha piperita</i> L. i aksamitki rozpierzchłej <i>Tagetes patula</i> L. w ochronie roślin przed roztoczami	41
<u>JASZEK M., BIELECKA W., STEFANIUK D., MATUSZEWSKA A., ŻUCHOWSKI J.</u>	
Preparaty z rokitnika zwyczajnego (<i>Hippophae rhamnoides</i> L.) jako potencjalne stymulatory metabolizmu grzybów rozkładających drewno	43
<u>JĘDREJEK D., LIS B., MAJEWSK M., OLAS B.</u>	
Fitochemia „miodu z mniszka” – metabolity i aktywność biologiczna syropu z kwiatów <i>Taraxacum officinale</i>	45
KAPUSTA I.	
Od antyoksydantów do antynutrientów – fitochemiczny paradoks roślin w żywieniu człowieka	47
<u>KOBYLSKA E., CIOSEK-SKIBIŃSKA P., JANIAK M.A., AMAROWICZ R., WOJCIECHOWSKI K.</u>	
Analiza właściwości powierzchniowych ekstraktów z gorzkich odmian komosy ryżowej	49
<u>KOSTRZEWA-SUSŁOW E., KRAWCZYK-ŁEBEK A.</u>	
Transformacje mikrobiologiczne metyloflawonoidów w kulturach entomopatogennych grzybów strzępkowych	51
<u>KOSTRZEWA-SUSŁOW E., KRAWCZYK-ŁEBEK A.</u>	
Regioselektywna hydroksylacja flawonów	52
KOWALCZYK M., MOŁDOCH J.	
Biologiczne skalpele czy chwilowa moda? Szanse i granice aplikacyjne fitopeptydów w ochronie roślin wobec kryzysu w agrochemii	53
KOWALSKA I.	
Związki bioaktywne ziarna pszenicy (<i>Triticum</i> L.)	54
<u>KOZIARA-CIUPA M., TROJAK-GOLUCH A., CZUBACKA A.</u>	
Ocena składu chemicznego surowca chmielowego roślin o zróżnicowanym stopniu ploidalności	56
<u>KOZIEL M., GAŁĄZKA A.</u>	
Biologizacja rolnictwa: Znaczenie i potencjał preparatów mikrobiologicznych w uprawie roślin	58

KUCHARSKA A.Z., PACYNA M.

Profil lignanów, flawonoidów oraz kwasów fenolowych i organicznych suszonych owoców cytryńca chińskiego (*Schisandra chinensis* (Turcz.) Baill.) 60

KUCHARSKA A.Z., ŚLUSARCZYK D., KOWALCZYK M., CZYŻOWSKA A., SOZAŃSKI T.

Ocena mikrobiologiczna, sensoryczna oraz potencjału bioaktywnego innowacyjnego produktu otrzymanego z kiszonych niedojrzałych owoców jagody kamczackiej (*Lonicera caerulea* var. *kamtschatica* Sevest.) 62

LICZNAR K., DZIĄGWA-BECKER M., BIERNAT M.

Zastosowanie nowoczesnych technik analitycznych do badań olejnych spoiw malarskich 64

MATKOWSKI A., GEVRENOVA R., BIELECKA M., NAWROT-HADZIK I., STAFINIAK M., SMAKOSZ A., DZIWAŁ M., ZIELIŃSKA S., KOZŁOWSKA W.

Agrostemma githago – od pól pszenicy do bioreaktorów i laboratoriów analitycznych: nowa fitochemiczna kariera dawnego chwastu 66

MOŁDOCH J.

Fitochemia w ochronie roślin: Potencjał, ograniczenia i technologiczne perspektywy 68

MONIUSZKO-SZAJWAJ B., KOZŁOWSKA M., KOWALSKA H., KOWALCZYK M.

Charakterystyka fitochemiczna ekstraktów wodno-etanolowych z wybranych surowców roślinnych 70

MONIUSZKO-SZAJWAJ B., MOŁDOCH J., KOWALCZYK M.

Organospecyficzny rozkład kwasów fenolowych i flawonoidów w rzodkwi oleistej (*Raphanus sativus* var. *oleiformis*) 72

NAGALSKA M., NOWACKA E., PIĄTEK A., MILLOT M., GRUSZKA W.,

CIELECKA-PIONTEK J., STUDZIŃSKA-SROKA E.

Comparison of Selected Ethanolic Extraction Procedures for *Evernia prunastri* (L.) Ach. Thalli from Poland and France: Secondary Metabolite Profiles and Antioxidant Properties 74

NOWAK R.

Znaczenie fitochemii w rozwoju naturalnych strategii prewencji chorób cywilizacyjnych 76

OLESEK M., BIBOW A., DZIĄGWA-BECKER M.

Biorafinacja biomasy roślin wieloletnich jako sposób na ograniczenie negatywnego wpływu związków biologicznie czynnych na aktywność mikroorganizmów fermentacji metanowej 77

OWCZAREK-JANUSZKIEWICZ A., MARCHELAK A., GOLCHIN FAR Z., OLSZEWSKA M.A.

Sezonowa zmienność składu liści buraka ćwikłowego 79

PAWELEC S., JĘDREJEK D.

Potencjał farmaceutyczny substancji swoistych korzeni mniszka lekarskiego 81

PECIO Ł., LUDWICZUK A., HRYC B.

Analizy metabolomiczne LC-MS i GC-MS gatunków mchów i wątrobowców ujawniają ich niezwykle różnorodność chemiczną 82

<u>PECIO Ł., JĘDREJEK D., OLESZEK W., STUCZYŃSKI T.</u>	
Standaryzacja fitochemiczna chemowarów <i>Cannabis sativa</i> L. – wpływ wielkości kwiatostanów na profil kannabinoidów i terpenoidów	84
<u>PECIO S., PECIO Ł., KOBYLSKA E., ZOSICZ M., WOJCIECHOWSKI K.</u>	
Optymalizacja izolacji związków niesaponinowych z <i>Herniaria glabra</i> L.	86
<u>SOLUCH A., MOŁDOCH J., AGACKA-MOŁDOCH M., RUDKOWSKA M., WOJTUNIK-KULESZA K.</u>	
Profilowanie fitochemiczne części nadziemnych i podziemnych <i>Carlina acaulis</i> L. i <i>Carlina vulgaris</i> L. w kontekście ich potencjału neuroprotektoryjnego	88
<u>STASZOWSKA-KARKUT M., MATERSKA M., CHILCZUK B., PABICH M.</u>	
Naturalne rozpuszczalniki głęboko eutektyczne (NADES) jako alternatywa dla etanolu w ekstrakcji związków fenolowych z liści czarnej porzeczki	90
<u>ŚLĘCZKA A., TELESZKO M., WILK M.</u>	
Związki bioaktywne wybranych gatunków róż owocowych (<i>Rosa</i> spp.)	91
<u>TARTANUS M., DANELSKI W., KOBIEJSKI R., SOLECKA D., SZAKIEL A., MALUSA E.</u>	
Czy wyciągi roślinne mogą być wsparciem w ochronie roślin przed larwami chrabąszcza majowego?	92
<u>TARTANUS M., DANELSKI W., SOLECKA D., SZAKIEL A., MALUSA E.</u>	
Biostymulacja wyciągiem z mniszka lekarskiego wybranych odmian truskawek	94
<u>TARTANUS M., MALUSÀ E., RÓŻAŁSKA S., SŁABA M., PAWELEC S., MONIUSZKO-SZAJWAJ B.</u>	
Wykorzystanie substancji roślinnych do ochrony szkodnikami na przykładzie roślin sadowniczych	96
<u>WAWRO A.</u>	
Potencjał przeciwgrzybiczy metabolitów wtórnych wybranych surowców roślinnych wobec pleśni <i>Aspergillus</i> i <i>Penicillium</i> obecnych w paszach	98
<u>WILK M., TELESZKO M., ŚLĘCZKA A., SERUGA P.</u>	
Wpływ sposobu przetwarzania liści wiśni (<i>Prunus cerasus</i> L.) na zawartość związków polifenolowych oraz aktywność przeciwutleniającą naparów	100
<u>WOJTUNIK-KULESZA K., RUDKOWSKA M., KLIMEK K., MOŁDOCH J., AGACKA-MOŁDOCH M., ONISZCZUK A.</u>	
Wpływ cytralu na proces akwizycji pamięci	102
<u>ZOSICZ M., KOBYLSKA E., LUBIEJEWSKA K., WOJCIECHOWSKI K.</u>	
Izolacja saponin wspomagających działanie cytotoksycznych saporyn z mydlnicy lekarskiej	103
<u>ŻARŁOK K., PĄCZKOWSKI C., DŁUGOSZ M., SZAKIEL A.</u>	
Zawartość steroli i triterpenoidów w wybranych roślinach jadalnych i produktach spożywczych pochodzenia roślinnego	105
<u>ŻUCHOWSKI J., JOŃCZYK K., RADZIKOWSKI P., MOŁDOCH J., PECIO S.</u>	
Wpływ zawierającego krzem preparatu ZumSil na zawartość związków fenolowych w liściach pszenicy ozimej uprawianej w ekologicznym systemie produkcji	107



JUBILEUSZ 50-LECIA PRACY NAUKOWEJ PROFESORA WIESŁAWA OLESZKA

Pięćdziesiąt lat pracy naukowej to nie tylko imponująca kolekcja setek publikacji i projektów. To przede wszystkim pięćdziesiąt lat pasji, zaangażowania i wielu ludzi, których spotyka się na swojej drodze.

Swoją karierę naukową Profesor rozpoczął w 1975 roku w Instytucie Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa w Puławach. To tutaj przez kolejne dekady rozwijał badania nad fitochemią i związkami naturalnymi, tworząc szkołę naukową, której znaczenie wykracza daleko poza mury Instytutu. Budował zespoły, inspirował do podejmowania nowych wyzwań i z charakterystyczną dla siebie otwartością dzielił się wiedzą i doświadczeniem. Dla wielu z nas pozostaje przewodnikiem, który potrafi wskazać kierunek, ale jednocześnie zostawia przestrzeń na własne poszukiwania.

Profesor jest jednak kimś więcej niż tylko badaczem. Przez wiele lat kierował Zakładem Biochemii i Jakości Plonów (dziś Zakład Fitochemii), a w latach 2010–2024 pełnił funkcję dyrektora IUNG-PIB. **Przez te lata nie tylko prowadził badania, ale także współtworzył i kształtował rozwój Instytutu, pozostawiając w nim trwały ślad swojej pracy, wizji i zaangażowania.**

Szczególne miejsce w dorobku Profesora zajmuje konferencja „Naturalne Substancje Roślinne”, której jest inicjatorem. Od pierwszej edycji w 2009 roku przez lata stała się ona miejscem spotkań, wymiany myśli oraz nawiązywania przyjaźni i współpracy przedstawicieli różnych dziedzin nauki. Dziś, powracając w nowej formule, staje się pięknym świadectwem tego, że dobre idee pozostają żywe i potrafią łączyć kolejne pokolenia.

Patrząc z perspektywy pięćdziesięciu lat, można dostrzec nie tylko zmieniającą się naukę, nowe metody i technologie, ale także ludzi i wspólne chwile, które tworzą historię. I chyba właśnie to jest najcenniejszą częścią dziedzictwa Profesora – ludzie, których zainspirował, pokazując, że nauka to nie tylko wyniki, lecz przede wszystkim ciekawość, odwaga, współpraca i radość odkrywania.

Drogi Profesorze, z okazji Jubileuszu 50-lecia pracy naukowej składamy Panu najserdeczniejsze gratulacje oraz wyrazy ogromnego uznania i wdzięczności. Życzymy Panu przede wszystkim zdrowia, wielu powodów do radości, niegasnącej ciekawości świata oraz satysfakcji z tego, co udało się stworzyć i pozostawić kolejnym pokoleniom.

*Z wyrazami szacunku, wdzięczności i przyjaźni
zespół Zakładu Fitochemii IUNG-PIB*

WALORYZACJA PRODUKTÓW UBOCZNYCH PRZEMYSŁU OWOCOWEGO NA POTRZEBY NOWOCZESNEGO ROLNICTWA

KAROLINA BAKALORZ¹, JULIA CHMIEL², ROKSANA RAKOCZY-LELEK¹,
NIKODEM KUŹNIK²

¹*Intermag, Al. 1000-lecia 15 G, 32-300 Olkusz*

²*Katedra Chemii Organicznej, Bioorganicznej i Biotechnologii,
Wydział Chemiczny, Politechnika Śląska, ul. Krzywoustego 4, 44-100 Gliwice*

Słowa kluczowe: ekstrakty roślinne, biostymulacja, polifenole, aktywność antyoksydacyjna

Wobec rosnącej potrzeby ograniczania ilości odpadów oraz efektywnego wykorzystania surowców wtórnych coraz większe znaczenie zyskuje zagospodarowanie produktów ubocznych przemysłu rolno-spożywczego zgodnie z założeniami gospodarki o obiegu zamkniętym. Wytloki owocowe stanowią cenne źródło związków bioaktywnych, w szczególności związków fenolowych, których właściwości antyoksydacyjne mogą być wykorzystane między innymi w preparatach przeznaczonych do zastosowań rolniczych [1, 2].

W pracy jako modelowy surowiec wykorzystano wytloki winogronowe. Wykonano różne modyfikacje procesów ekstrakcji, a otrzymane z nich ekstrakty poddano analizie spektrofotometrycznej, obejmującej oznaczenie całkowitej zawartości związków fenolowych metodą Folina-Ciocalteu, zawartości flawonoidów oraz aktywności antyoksydacyjnej z zastosowaniem testu DPPH.

Badania biologiczne prowadzono z wykorzystaniem kukurydzy oraz fasoli zwyczajnej. Oceniano działanie formułacji zawierających ekstrakt z wytlóków winogronowych stosowany samodzielnie oraz w połączeniu z komercyjnie dostępnymi ekstraktami roślinnymi, m.in. ekstraktem ze skrzypu i moringi. W przypadku kukurydzy analizowano parametry wzrostowe, w tym świeżą i suchą masę roślin, przyrost wysokości oraz indeks SPAD. W doświadczeniach z fasolą oceniano parametry fluorescencji chlorofilu w warunkach stresu solnego.

Najkorzystniejsze rezultaty uzyskano dla wariantów zawierających ekstrakt z wytlóków winogronowych otrzymany w zakwaszonym układzie izopropanol-woda. Jego zastosowanie wiązało się ze wzrostem wybranych parametrów wzrostowych kukurydzy, a korzystne efekty obserwowano również w doświadczeniach z fasolą. Wyniki wskazują na możliwość wykorzystania wytlóków owocowych jako źródła bioaktywnych składników formułacji wspierających wzrost i kondycję roślin. Takie podejście może stanowić przykład zagospodarowania produktów ubocznych przemysłu spożywczego w kierunku wytwarzania produktów o wartości dodanej dla zrównoważonego rolnictwa.

Literatura:

1. Chmiel J., Wolski K., Bakalorz K., Manirafasha E., Kuźnik N. (2026). Natural strategies for increasing yields: The role of plant extracts and micronutrients as natural resources in sustainable intensification. *Resources*, 15, 63.
2. Sible C.N., Seebauer J.R., Below F.E. (2021). Plant biostimulants: A categorical review, their implications for row crop production, and relation to soil health indicators. *Agronomy*, 11(7), 1297.

BIOMASA ROŚLINNA JAKO ŹRÓDŁO CUKRÓW PROSTYCH W PROCESIE FERMENTACJI ETANOLOWEJ

JOLANTA BATOG

*Instytut Włókien Naturalnych i Roślin Zielarskich – Państwowy Instytut Badawczy,
ul. Wojska Polskiego 71B, 60-630 Poznań*

Słowa kluczowe: biomasa roślinna, etanol celulozowy, proces SSF

W dobie zrównoważonego rozwoju i proekologicznej świadomości społeczeństwa istotne staje się wykorzystanie odnawialnych zasobów naturalnych. Natomiast wzrost zużycia paliw kopalnych, zanieczyszczenie środowiska i groźba efektu cieplarnianego wymusza w ostatnich latach dynamiczny rozwój alternatywnych źródeł energii.

Rośliny włókniste (konopie przemysłowe) czy też zielne gatunki inwazyjne masowo zarastające nieużytki rolne (nawłóć kanadyjska) stanowią biodegradowalne źródło surowca do produkcji biopaliw 2. generacji, lecz wymaga to zastosowania znacznie bardziej zaawansowanych biopreparatów, ponieważ celuloza jest silnie chroniona przez ligninę.

Kluczową funkcję w procesie konwersji biomasy roślinnej do etanolu celulozowego pełnią enzymy (celulazy, hemicelulazy) rozkładające celulozę i hemicelulozy do cukrów prostych, które następnie są fermentowane przez szczepy drożdży gorzelniczych do alkoholu.

Ponadto nowoczesne biopreparaty umożliwiają przeprowadzenie procesu hydrolizy i fermentacji w tym samym czasie i w tym samym reaktorze, tzw. proces SSF.

Naturalne substancje roślinne stanowią istotny aspekt we wzmacnianiu roli biogospodarki w przyspieszeniu zielonej transformacji i kształtowaniu zrównoważonej przyszłości.

Biopaliwa jako dodatek do paliw płynnych stanowią korzystną opcję dla obecnie stosowanych paliw – spełnienie unijnej dyrektywy RED III (2023), a także dla rolników – rozwój produkcji rolnej na cele biopaliwowe niekonkurującej z produkcją żywności/pasz i społeczeństwa – poprawa zdrowia w związku ze zmniejszeniem emisji zanieczyszczeń z transportu.

Dotacja Celowa MRiRW 2026 zad. 2.7 – Ocena wykorzystania alternatywnych surowców roślinnych w procesie otrzymywania biopaliw 2-generacji.

OLEJKI ETERYCZNE JAKO POTENCJALNE NATURALNE PRZECIWUTLENIACZE ORAZ ŚRODKI PRZECIWBAKTERYJNE I PRZECIWGRZYBICZE W AKTYWNYCH OPAKOWANIACH DO ŻYWNOŚCI

ALEKSANDRA BIBOW¹, WIESŁAW OLESZEK²

¹*Zakład Fitochemii,*

*Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy,
ul. Czartoryskich 8, 24-100 Puławy*

²*Centrum Uprawy Roślin Lecznicych,*

*Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy,
ul. Jasna 12, Sarnów, 42-512 Psary*

Słowa kluczowa: olejki eteryczne, opakowania do żywności, działanie przeciwbakteryjne, działanie biologiczne, opakowania do żywności nadające się do spożycia

W ostatnich latach rosnące obawy związane ze stosowaniem syntetycznych dodatków do żywności oraz coraz większa świadomość konsumentów dotycząca jakości i bezpieczeństwa produktów przyczyniły się do intensyfikacji poszukiwań alternatywnych rozwiązań w zakresie pakowania żywności. Szczególne znaczenie zyskały materiały i technologie, które nie tylko ograniczają konieczność stosowania chemicznych konserwantów, lecz także realnie wydłużają trwałość produktów spożywczych. W odpowiedzi na te potrzeby rozwijane są innowacyjne systemy opakowaniowe oparte na naturalnych składnikach aktywnych, zdolnych do poprawy bezpieczeństwa mikrobiologicznego i jakości przechowywanej żywności. Jednocześnie choroby przenoszone przez żywność pozostają poważnym zagrożeniem, szczególnie w przypadku spożywania surowego lub niedogotowanego mięsa oraz mleka skażonego patogenami.

W niniejszym przeglądzie podsumowano aktualne techniki wykorzystujące cząsteczki biopolimerów wzbogacone olejkami eterycznymi. Tworzą one stabilne sieci umożliwiające kontrolowane uwalnianie substancji aktywnych, co czyni je obiecującymi komponentami nowoczesnych systemów opakowaniowych przedłużających świeżość żywności. Związki te są używane do powlekania różnych materiałów, w tym opakowań, folii powlekanych, emulsji, nanoemulsji oraz jadalnych powłok nakładanych bezpośrednio na żywność. Kluczowe znaczenie w ich komponowaniu ma zrozumienie mechanizmów migracji oraz potencjalnych interakcji między materiałami opakowaniowymi a produktami spożywczymi. Dogłębna analiza składu chemicznego oraz właściwości biologicznych olejków eterycznych i ich komponentów mogłaby znacząco ułatwić identyfikację nowych możliwości ich zastosowania

w aktywnych systemach opakowań żywności. Nasza analiza wskazuje, że pomimo obiecujących właściwości funkcjonalnych olejków eterycznych badania dotyczące olejków eterycznych i ich skuteczności w opakowaniach do żywności są nadal niekompletne. Podkreśla to potrzebę przeprowadzenia dalszych prac badawczych w tym obszarze.

Literatura:

1. Bibow A, Oleszek W. (2024). Essential Oils as Potential Natural Antioxidants, Antimicrobial, and Antifungal Agents in Active Food Packaging. *Antibiotics*. 13(12):1168. <https://doi.org/10.3390/antibiotics13121168>

BIOMASA Z KULTUR *IN VITRO* *KICKXIA ELATINE* (L.) DUMORT. JAKO ALTERNATYWNE ŹRÓDŁO ZWIĄZKÓW FENOLOWYCH O POTENCJALE ANTYOKSYDACYJNYM

ANNA BUDZIANOWSKA¹, JUSTYNA CHANAJ-KACZMAREK¹, JAROMIR BUDZIANOWSKI¹,
DARIUSZ KRUSZKA², ANASTASIA ALIESA HERMOSEANINGTYAS¹,
MAŁGORZATA KIKOWSKA¹

¹*Pracownia Biologii Farmaceutycznej i Biotechnologii,
Katedra i Zakład Kosmetologii Praktycznej i Profilaktyki Chorób Skóry
Uniwersytet Medyczny im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu, Poznań*
²*Instytut Genetyki Roślin, Polska Akademia Nauk, Poznań*

Słowa kluczowe: *Kickxia elatine*, kultury *in vitro*, biotechnologia roślin, glikozydy fenyloetanoidowe, aktywność antyoksydacyjna

Kiksja oszczepowata jest rośliną leczniczą, której naturalne populacje w wielu krajach Europy ulegają stopniowemu zmniejszeniu. Zastosowanie kultur *in vitro* umożliwia pozyskiwanie biomasy roślinnej w kontrolowanych warunkach, niezależnie od czynników środowiskowych oraz bez ingerencji w populacje naturalne. Celem pracy było opracowanie kultur pędowych i korzeniowych *in vitro* *Kickxia elatine* oraz ocena ich potencjału jako alternatywnego źródła związków fenolowych o właściwościach przeciwutleniających.

Kultury pędowe/korzeniowe prowadzono na/w pożywce Murashige i Skooga (MS) z dodatkiem regulatorów wzrostu i rozwoju roślin w warunkach fitotronu. Ekstrakty metanolowe z otrzymanej biomasy analizowano metodą UHPLC-HRMS/MS. Oznaczono całkowitą zawartość związków fenolowych metodą Folina-Ciocalteu oraz aktywność przeciwutleniającą z wykorzystaniem testów DPPH, ABTS i FRAP.

Analiza UHPLC-HRMS/MS pozwoliła zidentyfikować czternaście związków fenolowych, z czego dominującą grupę stanowiły glikozydy fenyloetanoidowe, m.in. akteozyd, izoakteozyd, echinakozyd, lawandulifoliozyd oraz pochodne martynozylu. Flawonoidy zidentyfikowano wyłącznie w ekstraktach z kultur pędowych. Najwyższą zawartość związków fenolowych oznaczono w ekstrakcie z kultur korzeniowych (41,11 mg GAE/g ekstraktu), który jednocześnie wykazywał najwyższą aktywność antyoksydacyjną we wszystkich zastosowanych testach. Wykazano silną dodatnią korelację pomiędzy całkowitą zawartością związków fenolowych a aktywnością przeciwutleniającą ($r = 0,91$).

Uzyskane wyniki wskazują, że kultury korzeniowe *in vitro* *K. elatine* stanowią perspektywiczne, odnawialne źródło glikozydów fenyloetanoidu o wysokim potencjale antyoksydacyjnym. Opracowany system hodowli może znaleźć zastosowanie w biotechnologicznej produkcji biomasy wykorzystywanej w dalszych badaniach farmaceutycznych i kosmetologicznych.

PORÓWNANIE PROFILU FITOCHEMICZNEGO ORAZ WŁAŚCIWOŚCI ANTYOKSYDACYJNYCH I ANTYNOWOTWOROWYCH OWOCÓW I LIŚCI ROKITNIKA ZWYCZAJNEGO (*HIPPOPHAE RHAMNOIDES* L.)

BARBARA CHILCZUK¹, MAŁGORZATA MATERSKA¹, MARZENA PABICH¹,
MONIKA STASZOWSKA-KARKUT¹, RENATA KONTEK², BEATA MARCINIAK²

¹Katedra Chemii, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie,
ul. Akademicka 13, 240-950 Lublin

²Wydział Biologii i Ochrony Środowiska, Katedra Biotechnologii Molekularnej i Genetyki,
Uniwersytet Łódzki, ul. Banacha 12/16, 90-237 Łódź

Słowa kluczowe: rokitnik zwyczajny, aktywność antynowotworowa, aktywność antyrodnikowa, LC-MS, cytotoksyczność

Rokitnik zwyczajny (*Hippophae rhamnoides* L.) jest rośliną niezwykle cenioną w przemyśle farmaceutycznym i spożywczym, jednak uwaga naukowców i przetwórców koncentruje się głównie na jego owocach, podczas gdy liście pozostają surowcem niedocenianym. Celem niniejszej pracy była porównawcza ocena profilu fitochemicznego oraz właściwości biologicznych owoców i liści rokitnika, ze szczególnym uwzględnieniem ich potencjału chemoprewencyjnego, co pozwoli na uzupełnienie obecnego stanu wiedzy.

W ramach badań oznaczono sumaryczną zawartość związków fenolowych oraz określono profil chemiczny obu surowców za pomocą techniki LC-MS. Aktywność antyrodnikową oceniono metodami DPPH, ABTS oraz FRAP. Kluczowym etapem była ocena aktywności antynowotworowej wobec trzech linii raka jelita grubego: HCT116, DLD-1 oraz HT-29. Równolegle przeprowadzono ocenę toksyczności wobec prawidłowych komórek nabłonkowych okrężnicy (linia CCD-841 CoN). Uzyskane wyniki poddano analizie statystycznej i korelacyjnej.

Analiza chromatograficzna LC-MS wykazała istotne różnice w składzie: w liściach dominowały elagotaniny oraz glukozydy kwercetyny, natomiast w owocach głównie pochodne izoramnetyny oraz kwasy organiczne. We wszystkich modelach (DPPH, ABTS, FRAP) ekstrakty z liści wykazały wielokrotnie silniejszy potencjał antyoksydacyjny niż ekstrakty z owoców, co bezpośrednio skorelowano z wyższą zawartością związków fenolowych. Badania na liniach nowotworowych wykazały, że ekstrakty z liści efektywniej hamowały proliferację i indukowały apoptozę komórek raka jelita grubego, osiągając znacznie niższe wartości IC₅₀ niż ekstrakty owocowe. Testy na linii CCD-841 CoN potwierdziły pełne bezpieczeństwo stosowania badanych dawek i wysoką selektywność działania ekstraktów z liści. Analiza statystyczna wykazała silną, dodatnią korelację pomiędzy obecnością frakcji flawo-

noidowych i garbników a stopniem hamowania linii nowotworowych oraz wynikami testów antyoksydacyjnych.

Uzyskane wyniki dowodzą, że liście rokitnika stanowią cenny, lecz wciąż niewykorzystany surowiec o wysokim potencjale antyoksydacyjnym i selektywnym działaniu antynowotworowym. Otwiera to nowe perspektywy dla rozwoju preparatów chemoprewencyjnych wspomagających terapię schorzeń onkologicznych układu pokarmowego.

ZNACZENIE ZWIĄZKÓW BIOAKTYWNYCH POCHODZENIA ROŚLINNEGO DLA ZDROWIA STARZEJĄCEGO SIĘ SPOŁECZEŃSTWA

JUDYTA CIELECKA-PIONTEK

*Katedra i Zakład Farmakognozji i Biomateriałów,
Uniwersytet Medyczny im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu,
ul. Rokietnicka 3, 60-806 Poznań*

Słowa kluczowe: związki bioaktywne, starzenie, biodostępność, immunosenescencja

Postępujące starzenie się społeczeństwa wiąże się ze wzrostem częstości wielochorobowości, zaburzeń metabolicznych i neurodegeneracyjnych, immunosenescencji oraz upośledzonej regeneracji tkanek. Związki bioaktywne pochodzenia roślinnego mogą wspierać zdrowie osób starszych dzięki oddziaływaniu na procesy zapalne, stres oksydacyjny, metabolizm, funkcje układu odpornościowego i mechanizmy regeneracyjne. Ich aktywność nie ogranicza się do nieswoistego działania antyoksydacyjnego, lecz może obejmować modulację określonych receptorów, enzymów, transporterów oraz szlaków sygnałowych.

Rzeczywisty efekt biologiczny zależy jednak nie tylko od struktury i zawartości związków aktywnych. Istotne znaczenie mają pochodzenie i standaryzacja surowca, stabilność, rozpuszczalność, uwalnianie, przenikalność przez bariery biologiczne oraz przemiany zachodzące z udziałem mikrobioty jelitowej. Ograniczona biodostępność może sprawić, że aktywność obserwowana w modelach *in vitro* nie przełoży się na efekt w bardziej złożonych układach biologicznych. W przypadku osób starszych dodatkowym wyzwaniem pozostają polipragmazja i możliwość interakcji składników roślinnych z lekami.

W wystąpieniu przedstawione zostaną przykłady badań nad surowcami i związkami roślinnymi o potencjale metabolicznym, neuroprotektoryjnym, immunomodulatoryjnym i regeneracyjnym. Omówiona zostanie rola nowoczesnych metod ekstrakcji oraz systemów zwiększających rozpuszczalność i stabilność, w tym cyklodekstryn, układów amorficznych, nanowłókien, hydrożeli i suszenia rozpyłowego. Połączenie charakterystyki fitochemicznej z oceną właściwości biofarmaceutycznych i mechanizmów działania umożliwia bardziej wiarygodną ocenę znaczenia substancji roślinnych dla zdrowia starzejącego się społeczeństwa.

KSANTOHUMOL – CENNY SKŁADNIK SZYSZEK CHMIELU

ANNA CZUBACKA, MARTA KOZIARA-CIUPA, URSZULA SKOMRA

*Zakład Biotechnologii i Hodowli Roślin,
Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy, Puławy*

Słowa kluczowe: ksantohumol, *Humulus lupulus*, kolekcja chmielu

Ksantohumol jest prenylowanym flawonoidem występującym w chmielu zwyczajnym (*Humulus lupulus* L.). Związek ten stanowi charakterystyczny składnik chmielu, niespotykany w innych roślinach w porównywalnych ilościach. Głównym miejscem jego syntezy i akumulacji są gruczoły lupulinowe występujące na całej roślinie chmielu, ale w największej ilości na listkach żeńskich owocostanów, czyli szyszek chmielowych. Zawartość ksantohumolu w wysuszonych szyszkach nie przekracza 1% suchej masy. Jego ilość zależy od odmiany chmielu, warunków środowiskowych oraz przebiegu uprawy i przechowywania surowca [1,2].

Zawartość ksantohumolu oznaczono w 76 obiektach należących do krajowej kolekcji chmielu będącej częścią Krajowego Centrum Roślinnych Zasobów Genowych i utrzymywanej w Instytucie Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – PIB w Puławach. Procentowy udział tego związku w suchej masie wahał się w zakresie 0,17–0,86% w zależności od odmiany. Bogate w ksantohumol okazały się polskie odmiany: Puławski (0,86%), Iunga (0,67%), Oktawia (0,66%), Sybilla (0,65%) i Marynka (0,61%). Wysoką zawartością tego związku cechowała się też ukraińska odmiana Społeczny, tj. 0,83%. Szyszki brytyjskich odmian Eastwell Golding i Phoenix zawierały ksantohumol, odpowiednio w ilości 0,77% i 0,61%. W rosyjskiej odmianie Podwiaznyj zawartość ksantohumolu osiągnęła 0,73%. Czeska odmiana Agnus charakteryzowała się zawartością na poziomie 0,70%, a francuska Precoc de Bourgogne – 0,62%.

Biosynteza ksantohumolu przebiega szlakiem fenylopropanoidowym, a proces ten jest kontrolowany przez liczne geny kodujące enzymy szlaku metabolicznego, których ekspresja zachodzi przede wszystkim w rozwijających się szyszkach chmielu. Wydajność biosyntezy zależy zarówno od uwarunkowań genetycznych, jak i czynników środowiskowych. Jednak najnowsze badania nad możliwością ograniczenia nawożenia azotem o około 25–30% wykazały, że takie warunki uprawy chmielu skutkowały zmianą aktywności jedynie części genów, podczas gdy większość utrzymywała podobny poziom ekspresji. Co istotne, zmniejszenie nawożenia azotowego nie spowodowało obniżenia zawartości ksantohumolu w szyszkach. W badanych odmianach Lubelski i Magnat jego zawartość wynosiła około 0,7% s.m. [2].

Znaczenie ksantohumolu wynika z szerokiego spektrum aktywności biologicznej, ponieważ jest on silnym naturalnym przeciwutleniaczem. Skutecznie neutralizuje reaktywne formy tlenu, ograniczając stres oksydacyjny odpowiedzialny za uszkodzenia komórek i tym samym rozwój wielu chorób cywilizacyjnych. Dlatego ksantohumol jest przedmiotem zainteresowania przemysłu farmaceutycznego, spożywczego i kosmetycznego. Oprócz wykorzystania chmielu w browarnictwie ekstrakty bogate w ten związek są rozpatrywane jako składniki nutraceutyków oraz preparatów o działaniu przeciwutleniającym i przeciwzapalnym [1].

Literatura:

1. Przybyś M., Skomra U., Polish Journal Agronomy, 2020, 43: 83-102.
2. Czubacka A., Skomra U., Agacka-Mołdoch M., Koziara-Ciupa M., Agronomy 2024, 14, 1680.

*Opracowanie przygotowano w ramach dotacji celowej MRiRW dla IHAR-PIB
na rok 2026 zad. 1.1.*

BEHAVIORALNE I FIZJOLOGICZNE SKUTKI ODDZIAŁYWANIA CYKLOTYDÓW Z *VIOLA* SPP. NA MSZYCĘ BRZOSKWINIOWĄ *MYZUS PERSICAE* (SULZ.)

KATARZYNA DANCEWICZ¹, BŁAŻEJ ŚLĄZAK², MAŁGORZATA KIELKIEWICZ³,
MAŁGORZATA KAPUSTA⁴, JERZY BOHDANOWICZ⁴, BEATA GABRYŚ¹

¹Katedra Botaniki i Ekologii, Uniwersytet Zielonogórski,
ul. Szafrana 1, 65-516 Zielona Góra

²Instytut Botaniki im. W. Szafera, Polska Akademia Nauk,
ul. Lubicz 46, 31-512 Kraków

³Instytut Nauk Ogrodniczych, WULS-SGGW,
ul. Nowoursynowska 159, 02-776 Warszawa

⁴Katedra Cytologii i Embriologii Roślin, Uniwersytet Gdański,
ul. Wita Stwosza 59, 80-308 Gdańsk

Słowa kluczowe: cyklotydy, cyklowiolacyny, Violaceae, *Myzus persicae*

Cyklotydy to naturalne, cykliczne peptydy wytwarzane przez kilka rodzin roślin okrytonasiennych, w tym rodzinę fiołkowate (Violaceae). Biologiczna rola cyklotydwów jest zróżnicowana, wykazano m.in. ich działanie owadobójcze, grzybobójcze i bakterio-bójcze. Występują tylko w żywych tkankach *Viola* spp.: epidermie, kolenchymie, floemie oraz miękiszu drzewnym. Tkankowa i organowa dystrybucja cyklotydwów może wskazywać na ich specyficzną rolę w mechanizmach obronnych roślin. Pierwszą barierę przed infekcją mikroorganizmów lub atakiem roślinożerców stanowią związki obecne w epidermie. Natomiast cyklotydy obecne w wiązkach przewodzących mogą odgrywać rolę jako druga linia obrony, np. przed mszycami korzystającymi z floemu jako źródła pokarmu.

Celem przeprowadzonych badań była ocena wpływu cyklowiolacyn – cyklotydwów wyizolowanych z *Viola odorata* L. (cyO2) i *V. uliginosa* Besser (cyO3, cyO8 i cyO13) na zachowanie i fizjologię polifagicznej mszycy brzoskwiniowej *Myzus persicae* (Sulz.) żerującej na żywicielach wtórnych z ponad 40 rodzin botanicznych, w tym Violaceae i wektora ponad 100 wirusów roślinnych. Zastosowano technikę elektronicznej rejestracji żerowania mszyc EPG („Electrical Penetration Graph”) z wykorzystaniem sztucznych pożywek – 20% sacharoza wzbogaconą badanymi cyklowiolacynami oraz przeciwciała antycyklotydowe i immunohistochemię, aby śledzić peptydy w układzie pokarmowym mszyc.

Badane cyklotydy w różnym stopniu modyfikowały zachowania mszycy brzoskwiniowej związane z żerowaniem. Dwie spośród badanych cyklowiolacyn – cyO13 i cyO19 w istotny sposób utrudniały pobieranie pokarmu przez *M. persicae*, co może wskazywać na ich potencjalne właściwości deterentne, zniechęcające do

żerowania. Cyklotydy wykryto w gardzieli mszyc, w kontakcie z narządem smakowym oraz w świetle żołądka i w jelicie właściwym, w pobliżu nabłonkowych komórek trawiennych ściany jelita. Prawdopodobnie przedostają się przez nią, gdyż są nieobecne w jelicie tylnym mszyc. Niniejsze badania ukazują odstraszające działanie cyklowiolacyn na mszycę brzoskwiniową na etapie początkowego pobrania pokarmu „pre-ingestive” – wpływając na narząd smaku i ocenę pokarmu, w trakcie pobierania pokarmu „ingestive” – ograniczając ciągle pobieranie pokarmu, jak i po pobraniu „post-ingestive” – wpływając na proces trawienia i wchłaniania pokarmu. Ma to szczególne znaczenie w przypadku praktycznego wykorzystania cyklowiolacyn w ochronie roślin przed mszycami, jako naturalnych biopestycydów, które idealnie wpisują się w założenia Zintegrowanej Ochrony Roślin (IPM).

CHARAKTERYSTYKA ALKALOIDÓW WYSTĘPUJĄCYCH U GATUNKÓW Z RODZAJU *NICOTIANA*

ANNA DEPTA, ANNA CZUBACKA

*Zakład Biotechnologii i Hodowli Roślin,
Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy, Puławy*

Słowa kluczowe: rodzaj *Nicotiana*, nikotyna, nornikotyna, anabazyna, anatabina

Rodzaj *Nicotiana* obejmuje ponad 80 gatunków, które naturalnie występują na terenie Ameryk Północnej i Południowej, a także Australii i Afryki. Najbardziej znanym przedstawicielem tego rodzaju jest tytoń szlachetny (*Nicotiana tabacum*). Gatunki *Nicotiana* wykazują duże zróżnicowanie zarówno pod kątem morfologicznym i cytogenetycznym, jak również pod względem składu chemicznego, w szczególności zawartości alkaloidów.

Alkaloidy to związki organiczne charakteryzujące się obecnością jednego lub więcej atomów azotu w połączeniu z pierścieniem heterocyklicznym. Posiadają one właściwości zasadowe oraz silne działanie fizjologiczne na organizmy ludzkie i zwierzęce. Do najważniejszych alkaloidów tytoniu należą: nikotyna, nornikotyna, anabazyna, anatabina oraz miozmina i kotynina.

Nikotyna to dominujący alkaloid tytoniu uprawnego, zbudowany z dwóch pierścieni: pirydynowego i pirolidynowego. Ma postać bezbarwnej, oleistej i ciemniejącej na powietrzu cieczy, która jest prawie bezwonna, ale charakteryzująca się ostrym, długo utrzymującym się smakiem. Jest uznawana za neurotoksynę i substancję uzależniającą. W wysokich dawkach może być śmiertelna. W małych dawkach pobudza układ nerwowy, podwyższa ciśnienie tętnicze, a w większych zaburza oddech i pracę serca. Jest produkowana w korzeniach tytoniu i w czasie wzrostu rośliny transportowana do pozostałych jej części.

Nornikotyna powstaje w wyniku procesu konwersji z nikotyny, który polega na oksydacyjnej N-demetylacji. Nornikotyna zbudowana jest z dwóch pierścieni: pirydynowego i pirolidynowego. Jest to bezbarwna, higroskopijna i nieco oleista ciecz o lekkim zapachu aminy. Rozpuszcza się w wodzie i rozpuszczalnikach organicznych. Jest uważana za jeden z najbardziej szkodliwych alkaloidów, ponieważ jest prekursorem specyficznej dla tytoniu grupy nitrozoamin tytoniowych (TSNA) (ang. *tobacco-specific nitrosamines*), które są odpowiedzialne za występowanie wielu nowotworów.

Anabazyna i anatabina zbudowane są z pierścienia pirydynowego połączonego z pierścieniem piperydynowym. Anabazyna jest higroskopijną cieczą, która ciemnieje na powietrzu. Jest wytwarzana przez system korzeniowy rośliny. Łatwo rozpuszcza się w wodzie i wchłania przez skórę. Wykazuje silne działanie toksyczne na

ludzi i zwierzęta. Anatabina wykazuje właściwości przeciwzapalne i neuromodulacyjne, co sprawia, że ma potencjał w leczeniu różnych chorób przewlekłych.

Badania gatunków *Nicotiana* wykazały, że dla 35 gatunków, w tym *N. tabacum* i jego gatunku rodzicielskiego *N. sylvestris*, dominującym metabolitem jest nikotyna. Natomiast nornikotyna jest dominującym alkaloidem dla 25 gatunków, w tym *N. tomentosiformis*. U czterech gatunków (*N. glauca*, *N. noctiflora*, *N. petunioides* i *N. acaulis*) głównym alkaloidem jest anabazyna. Pozostałe alkaloidy występują u gatunków *Nicotiana* w śladowych ilościach.

*Opracowanie przygotowano w ramach dotacji celowej MRiRW dla IHAR-PIB
na rok 2026 zad. 1.1.*

POTENCJAŁ ROŚLIN ZIELARSKICH JAKO MATERIAŁÓW PASZOWYCH

JOANNA FOKSOWICZ-FLACZYK, ARTUR ADAMCZAK

*Instytut Włókien Naturalnych i Roślin Zielarskich – Państwowy Instytut Badawczy,
ul. Wojska Polskiego 71B, 60-630 Poznań*

Słowa kluczowe: pasze, rośliny zielarskie, surowce zielarskie

Rośliny zielarskie mają ogromny potencjał w profilaktyce i poprawie dobrostanu zwierząt gospodarskich. Nazywane fitobiotykami, stanowią naturalny i bezpieczny składnik wpływający na produktywność i bezpieczeństwo chowu. Wprowadzenie w 2006 roku przez Unię Europejską zakazu podawania antybiotyków jako stymulatorów wzrostu wpłynęło na rozwój badań naukowych i poszukiwanie alternatyw dla konieczności stosowania środków przeciwdrobnoustrojowych. Biorąc pod uwagę aspekty poprawy chowu i hodowli zwierząt, ochrony środowiska oraz mając na względzie rosnącą oporność patogenów na środki przeciwdrobnoustrojowe, najbardziej właściwe wydaje się poszukiwanie i propagowanie naturalnych alternatyw, w tym bardziej wszechstronne wykorzystanie w rolnictwie roślin zielarskich.

Surowce zielarskie wykazują między innymi działanie antybakteryjne, przeciwzapalne, przeciwutleniające, regulują przemianę materii oraz stymulują układ odpornościowy zwierząt. Stwierdzono także ich pozytywny wpływ na jakość mleka oraz poprawę kondycji krów mlecznych. Ponadto zioła i preparaty pochodzenia roślinnego mogą nadawać paszy smak i zapach atrakcyjny dla zwierząt, co przyczynia się do stymulacji apetytu i trawienia, a także wykazują działanie uspokajające. Odpowiednio dobrane składniki roślinne mogą przyczyniać się do rozwoju prawidłowej mikrobioty jelitowej, ograniczając liczebność mikroorganizmów chorobotwórczych oraz obniżać pH treści jelitowej zwierząt.

Na właściwości poszczególnych surowców zielarskich wpływa ich unikalny skład chemiczny, który zależy zarówno od czynników środowiskowych, takich jak położenie geograficzne, rodzaj gleby czy termin zbioru, jak i genetycznych oraz technik przetwarzania. Ponadto substancje biologicznie czynne gromadzone są w różnych częściach rośliny (korzenie, liście, kwiaty, nasiona itp.).

Surowce zielarskie można podawać jako dodatki do pasz stałych, ale również jako dodatek do preparatu mleko-zastępczego, uwzględniając preferencje smakowe danej grupy zwierząt.

Zioła mogą być doskonałymi dodatkami do diety zwierząt, ale nie powinny stanowić paszy zastępczej. Najlepsze efekty przynosi stosowanie mieszanek z wielu roślin.

Istotne jest zwrócenie uwagi na efektywność stosowania naturalnych dodatków ziołowych w żywieniu zwierząt, które w znaczący sposób mogą wpłynąć na poprawę wyników produkcyjnych i zwiększenie zdrowotności zwierząt. Jest to również związane z bezpiecznym chowem i hodowlą zwierząt gospodarskich, odbywającymi się w naturalnych warunkach i z ograniczonymi możliwościami zastosowania „nie-naturalnych” sposobów produkcji przyspieszających ich wzrost.

Źródło finansowania badań: Dotacja Celowa MRiRW nr 5.1 pt. Analiza potencjału krajowych surowców zielarskich jako dodatków do pasz, które mogą ograniczać konieczność stosowania środków przeciwdrobnoustrojowych, w tym antybiotyków u zwierząt”

WYKRYWANIE WPŁYWU ROŚLINNYCH ALLELOZWIĄZKÓW NA ŻEROWANIE MSZYC Z WYKORZYSTANIEM TECHNIKI ELEKTROPENETROGRAFI

BEATA GABRYŚ

*Instytut Nauk Biologicznych, Uniwersytet Zielonogórski,
ul. Szafrana 1, 65-516 Zielona Góra*

Słowa kluczowe: allelozwiązki roślinne, EPG, zachowania żywieniowe mszyc

Mszyce (Hemiptera: Aphididae) to roślinożerцы o wyspecjalizowanych kłująco-ssących narządach gębowych. Zachowanie mszyc podczas penetracji tkanek roślinnych jest definiowane jako szereg różnych czynności związanych z penetracją sztyletów aparatu gębowego w tkankach roślinnych. Podczas penetracji mszyce pobierają próbki zawartości komórek, najpierw – z peryferyjnych tkanek roślinnych, a następnie – z elementów sitowych, podstawowego źródła pożywienia mszyc. W każdej fazie penetracji allelozwiązki wykryte w tych próbkach mogą zmieniać zachowanie mszyc. W zależności od tego, czy allelozwiązek jest fagostymulantem czy fagodeterentem, mszyce mogą kontynuować penetrację i/lub żerowanie lub wycofać aparat gębowy. Bezpośrednia obserwacja aktywności kłująco-ssącego aparatu gębowego mszyc i innych fitofagów o podobnym sposobie żerowania w tkankach roślinnych jest niemożliwa, zatem wykorzystuje się technikę elektronicznego monitorowania/rejestracji tej aktywności. Technika ta, znana jako ‘Electrical Penetration Graph technique’ (w skrócie EPG) lub elektropenetrografia, polega na umieszczeniu rośliny i fitofaga w obwodzie elektrycznym, do którego doprowadza się prąd stały o niskim napięciu. Wszelkie zaburzenia powstające w wyniku aktywności aparatu gębowego owada ujawniają się jako określone modele fal, które powiązano z różnymi aspektami zachowania owada w trakcie kontaktu z poszczególnymi elementami wewnętrznej struktury roślin. Wartości parametrów wyliczonych na podstawie rejestracji EPG opisują zachowanie mszyc podczas penetracji i są dobrymi wskaźnikami podatności rośliny lub zakłócenia aktywności mszyc przez czynniki chemiczne lub fizyczne obecne w poszczególnych tkankach roślinnych.

Zwalczanie mszyc polega obecnie głównie na stosowaniu neurotoksycznych insektycydów. Ze względu na wielokrotną aplikację, wiele gatunków mszyc rozwinęło odporność na aficydy. Wykorzystanie naturalnych mechanizmów odporności roślin oraz stosowanie selektywnych środków chemicznych, które odstraszałyby mszyce lub zniechęcały je do penetracji roślin i żerowania, są jednymi z najbardziej obiecujących kierunków ograniczania liczebności tych fitofagów. W obecnej prezentacji przedstawię wyniki wieloletnich badań zespołu Katedry Botaniki i Ekologii Roślin UZ nad interakcjami mszyc i roślin oraz aktywnością modyfikującą zachowanie

mszyce przez naturalne i strukturalnie modyfikowane allelozwiązki. Wykorzystując mszyce jako swego rodzaju biosensory, można pośrednio wykazać lokalizację naturalnych czynników deterentnych w roślinach oraz dowieść, że egzogennie stosowane ksenobiotyki mogą przenikać przez kutykulę roślin i wnikać do głębszych warstw tkanek. Transkutykularne zastosowanie niektórych allelozwiązków może powodować zaburzenia w rozpoznawaniu i akceptacji roślin, co może ostatecznie zmniejszyć zasiedlanie roślin przez mszyce.

WPLYW β -DAMASKONU I JEGO POCHODNYCH NA ZASIEDLANIE ROŚLIN I ŻEROWANIE MSZYCY BRZOSKWINIOWEJ *MYZUS PERSICAE* (SULZ.)

BEATA GABRYŚ¹, KATARZYNA DANCEWICZ¹, ANNA GLISZCZYŃSKA²,
BOŻENA KORDAN³, CZESŁAW WAWRZEŃCZYK²

¹Uniwersytet Zielonogórski

²Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

³Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

Słowa kluczowe: β -damaskon, deterrent pokarmowy, *Myzus persicae*, EPG, naturalne substancje roślinne

β -Damaskon, zapachowy keton z grupy norizoprenoidów wyizolowany w latach 60. XX w. z olejku różanego *Rosa × damascena* Mill., znajduje szerokie zastosowanie w perfumerii, a zarazem wykazuje aktywność biologiczną, w tym owadobójczą. Celem pracy była ocena β -damaskonu i dziesięciu jego pochodnych jako potencjalnych deterrentów pokarmowych wobec mszycy brzoskwiniowej *Myzus persicae* (Sulz.) – istotnego wektora wirusów roślinnych – oraz określenie wpływu modyfikacji strukturalnych cząsteczki na aktywność deterrentną.

β -Damaskon pozyskano komercyjnie (Sigma-Aldrich), a pochodne – m.in. dihydro- β -damaskol, nienasycony ester i kwas oraz halo-laktony i laktony nienasycone/nasycone – otrzymano na drodze syntezy chemicznej. Reakcje mszyc oceniano w 15-minutowej obserwacji bezpośredniej, 24-godzinnym teście wolnego wyboru (zasiedlanie liści) oraz 8-godzinnym elektronicznym monitoringu penetracji tkanek roślinnych (EPG). Efekt kwantyfikowano indeksem deterencji $ID = (K - T)/(K + T)$; istotność różnic oceniano testem Manna-Whitneya ($p < 0,05$).

β -Damaskon okazał się nietrwałym atraktantem – zwiększał zasiedlanie liści przez *M. persicae* przez około 2 h. Najsilniejsze i najtrwalsze (≥ 24 h) działanie deterrentne, ujawniające się już we wczesnej, pozafloemowej fazie penetracji, wykazał δ -bromo- γ -lakton. Opóźniony, lecz silny efekt deterrentny stwierdzono dla nienasyconego estru, γ -chloro- δ -laktonu oraz laktonów, natomiast α,β -nienasycony kwas karboksylowy utrudniał rozpoczęcie żerowania. Modyfikacje strukturalne β -damaskonu – uwodornienie i laktonizacja – zmieniały zatem charakter oddziaływania z atraktanta na deterrent, wskazując halo-laktony jako obiecujące związki ograniczające żerowanie i rozprzestrzenianie wirusów przez mszyce.

WYŻSZA ZAWARTOŚĆ POLIFENOLI W WIŚNIACH EKOLOGICZNYCH? WYNIKI CZTEROLETNIICH BADAŃ PORÓWNAWCZYCH

AGNIESZKA GŁOWACKA¹, ELŻBIETA ROZPARA¹, EWELINA HALLMANN^{2,3}

¹*Instytut Ogrodnictwa – Państwowy Instytut Badawczy,
ul. Konstytucji 3 Maja 1/3, 96-100 Skierniewice*

²*Katedra Żywności Funkcjonalnej i Ekologicznej, Instytut Nauk o Żywieniu Człowieka,
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, ul. Nowoursynowska 159c, 02-776 Warszawa*

³*Bioeconomy Research Institute, Agriculture Academy, Vytautas Magnus University,
ul. Donelaicio 58, 44248 Kowno, Litwa*

Słowa kluczowe: *Prunus cerasus*, odmiana, uprawa ekologiczna, uprawa konwencjonalna, polifenole, antocyjany

W Polsce towarowa produkcja owoców wiśni rozwija się sukcesywnie od lat 70. XX wieku. Rocznie zbiera się od 150 do 200 tys. ton owoców, które są cenione ze względu na ich wartość dietetyczną i prozdrowotną. Owoce wiśni są doskonałym źródłem polifenoli, w tym kwasów fenolowych, flawonoli oraz antocyjanów, które wykazują wysoką aktywność antyoksydacyjną. Celem badań była analiza i porównanie zawartości związków bioaktywnych w owocach wiśni zbieranych w Sadzie Doświadczalnym Instytutu Ogrodnictwa – PIB w dwóch kwaterach prowadzonych w systemach ekologicznym i konwencjonalnym. Analizy wykonano w latach 2015–2018 w Katedrze Żywności Funkcjonalnej i Ekologicznej SGGW w Warszawie. W owocach czterech odmian: ‘Debreceni Bötermő’, ‘Kelleris 16’, ‘Oblacińska’, ‘Pandy 103’ określono zawartość suchej masy oraz związków polifenolowych. W latach 2015–2016 owoce wiśni zebrane w kwaterze ekologicznej zawierały istotnie więcej suchej masy (odpowiednio: 16,0 i 15,9 g/100 g świeżej masy) w porównaniu z owocami z kwatery konwencjonalnej (14,8 g/100 g ś.m. w obu latach badań). W 2017 roku wyższą zawartością suchej masy wyróżniały się owoce zebrane w kwaterze konwencjonalnej. W ostatnim roku badań nie wykazano istotnych różnic wynikających z systemu uprawy. W latach 2015–2018 ekologiczne owoce wiśni zawierały więcej polifenoli ogółem (odpowiednio: 74,1; 71,8; 63,9 i 81,7 mg/100 g ś.m.) w porównaniu z owocami z kwatery konwencjonalnej (72,8; 62,6; 56,2 i 66,7 mg/100 g ś.m.). Wiśnie ekologiczne zawierały również istotnie więcej kwasów fenolowych w porównaniu z konwencjonalnymi. W latach 2016 i 2018 były one również bogatsze we flawonoidy i flawonole, jednak w pozostałych dwóch latach nie wykazano istotnego wpływu systemu uprawy na zawartość tych związków. W latach 2016 i 2018 istotnie więcej antocyjanów zawierały owoce zbierane z kwatery ekologicznej (63,2 i 73,1 mg/100 g ś.m.) niż konwencjonalnej (odpowied-

nio: 55,1 i 59,6 mg/100 g ś.m.), natomiast w latach 2015 i 2017 nie stwierdzono istotnych różnic wynikających z systemu uprawy. Najwyższą zawartością suchej masy oraz polifenoli ogółem, flawonoidów i antocyjanów wyróżniały się owoce odmiany ‘Oblacińska’ zbierane w kwaterze ekologicznej. Niezależnie od systemu uprawy owoce odmian ‘Debreceni Bötermö’ i ‘Pandy 103’ zawierały mniej polifenoli ogółem, flawonoidów i antocyjanów od pozostałych odmian. Badania potwierdziły, że system uprawy może istotnie wpływać na skład fenolowy owoców wiśni, ale duże znaczenie ma również odmiana oraz rok badań.

BADANIE TOKSYCZNOŚCI WYBRANYCH TRITERPENOIDÓW WZGLĘDEM PRAWIDŁOWYCH KOMÓREK SKÓRY ORAZ MODULACJA ICH DZIAŁANIA Z WYKORZYSTANIEM POLIFENOLI

KAROLINA GRABOWSKA, DAGMARA WRÓBEL-BIEDRAWA, IRMA PODOLAK,
AGNIESZKA GALANTY

*Wydział Farmaceutyczny, Katedra Farmakognozji,
Uniwersytet Jagielloński Collegium Medicum, ul. Medyczna 9, 30-688 Kraków*

Słowa kluczowe: triterpenoidy, saponiny, cytotoksyczność, polifenole

Kalendulozyd E (CE) oraz momordyna Ic (MIc) to pentacykliczne saponiny, które łączy ten sam aglikon – kwas oleanolowy(OA), a różnicuje budowa części cukrowej. CE zawiera resztę kwasu glukuronowego w położeniu C-3 OA, a MIc różni się od CE jedynie obecnością dodatkowej reszty ksylozy w położeniu C-3' kwasu glukuronowego.

Zarówno OA, jak i jego glikozydowe pochodne (CE, MIc), wykazują różnokierunkową aktywność biologiczną, w tym aktywność cytotoksyczną. Dotychczasowe badania wykazały m.in. ich toksyczne działanie wobec ludzkich keratynocytów (HaCaT) [1]. Jednocześnie w piśmiennictwie brakuje doniesień dotyczących oceny ich cytotoksyczności wobec innych prawidłowych linii komórek skóry. Dlatego też celem niniejszej pracy była analiza ich działania toksycznego wobec prawidłowych komórek pochodzących z różnych warstw skóry oraz próba obniżenia ich toksyczności poprzez łączne podanie z substancjami pochodzenia naturalnego o udokumentowanej aktywności ochronnej wobec komórek skóry [2–4].

Badania przeprowadzono, stosując heterogeniczny model *in vitro* obejmujący ludzkie prawidłowe komórki skóry: fibroblasty (HDF), melanocyty (HDM) i keratynocyty (HaCaT). Analiza wykazała, że badane triterpenoidy odznaczają się dawkoależnym działaniem cytotoksycznym wobec linii HaCaT ($IC_{50\text{ OA}} = 7,83\text{ }\mu\text{g/ml}$; $IC_{50\text{ CE}} = 5,88\text{ }\mu\text{g/ml}$; $IC_{50\text{ MIc}} = 5,30\text{ }\mu\text{g/ml}$ – test MTT, 24h, vs. doksorubicyna, $IC_{50} = 4,7\text{ }\mu\text{g/ml}$) oraz brakiem aktywności wobec melanocytów i fibroblastów.

Jako potencjalne protektory modulujące działanie triterpenoidu względem keratynocytów wytypowano substancje o uznanej aktywności ochronnej wobec komórek skóry, które w teście MTT były nieaktywne względem komórek HaCaT ($IC_{50} > 100\text{ }\mu\text{g/ml}$). Protektory: kwas gentyzynowy (GEN), kwas elagowy (EA), kanflawina A (CAN) oraz apigenina (API) w zróżnicowany sposób modulowały aktywność triterpenoidów względem komórek HaCaT. Triterpenoidy analizowano w kombinacji w zakresie stężeń 1–10 $\mu\text{g/ml}$, a wyraźne efekty ochronne wobec

HaCaT zaobserwowano, stosując stężenie protektora 75 µg/ml. Największy potencjał protekcji stwierdzono, stosując EA, który w znaczący sposób zmniejszał cytotoxycznosc OA, CE, Mlc ($IC_{50 \text{ mix}} > IC_{50 \text{ terpenoidu}}$).

Literatura:

1. Grabowska K., et al., *Molecules*, 2023, 28(3), 982.
2. Kim M., et al., *Int J Med Sci.*, 2020, 17(5), 626.
3. Hseu YC., et al., *Food Chem Toxicol.*, 2012, 50(5), 1245-1255.
4. Li H., et al., *Nutrients*, 2023, 15(21), 4565.

Badania zrealizowano w ramach grantu NCN: nr 2024/08/X/NZ7/01049

STANDARYZACJA ROŚLINNYCH SUBSTANCJI LECZNICZYCH – PODSTAWY, MOŻLIWOŚCI I OGRANICZENIA

SEBASTIAN GRANICA

*Katedra i Zakład Biologii Farmaceutycznej, Wydział Farmaceutyczny,
Warszawski Uniwersytet Medyczny, Warszawa*

Słowa kluczowe: fitochemia, chromatografia, standaryzacja, fingerprinting, substancje roślinne

Chromatografia stała się podstawowym narzędziem współczesnej fitochemii i kontroli jakości substancji roślinnych. Profile HPLC, UHPLC, HPTLC czy GC, zwłaszcza w połączeniu z detekcją spektrofotometryczną i spektrometrią mas, pozwalają potwierdzać tożsamość materiału, oznaczać związki markerowe, porównywać serie oraz wykrywać zafałszowania. W praktyce chromatogram bywa jednak traktowany jako chemiczny „odcisk palca” całego surowca, choć jest jedynie obrazem tej części jego składu, którą ujawniają zastosowane warunki ekstrakcji, rozdzielania i detekcji.

Najważniejsze ograniczenia wynikają z selektywności metod, współelucji składników, efektów matrycowych, braku odpowiednich wzorców oraz niejednoznaczności identyfikacji opartej wyłącznie na danych MS/MS.

Ponadto w przypadku wielu substancji roślinnych, szczególnie tych tradycyjnie stosowanych w medycynie ludowej od setek lat, konieczne jest okresowe ponowne badanie składu z użyciem nowych metod analitycznych. Takie podejście pozwala nie tylko na opracowywanie bardziej współczesnych, ale i bardziej adekwatnych metod standaryzacyjnych, które mają bezpośrednie przełożenie na jakość, skuteczność i bezpieczeństwo stosowania leków roślinnych przez końcowych odbiorców, czyli pacjentów.

W ramach wystąpienia omówione zostaną przykłady standaryzacji roślinnych substancji leczniczych, badania ich składu oraz metabolizmu po spożyciu przez człowieka.

NATURALNE SUBSTANCJE ROŚLINNE W OCHRONIE ZIEMNIAKA PRZED FITOPATOGENAMI – OD ANALIZY FITOCHEMICZNEJ I OCENY AKTYWNOŚCI BIOLOGICZNEJ DO OPRACOWANIA BIOPREPARATU

BEATA GUTAROWSKA, ALEKSANDRA STEGLIŃSKA, JUSTYNA SZULC,
DOROTA KRĘGIEL, ADRIANA NOWAK

*Katedra Biotechnologii Środowiskowej, Politechnika Łódzka,
ul. Wólczańska 171/173, Łódź*

Słowa kluczowe: ekstrakty roślinne, fitopatogeny ziemniaka, czosnek

Wzrastające ograniczenia w stosowaniu chemicznych środków ochrony roślin oraz potrzeba wdrażania zrównoważonych metod produkcji rolniczej stwarzają konieczność poszukiwania skutecznych biopreparatów pochodzenia naturalnego. Celem badań była ocena aktywności przeciwdrobnoustrojowej ekstraktów roślinnych wobec wybranych fitopatogenów ziemniaka oraz identyfikacja surowca roślinnego o największym potencjale aplikacyjnym. Na podstawie danych literaturowych wytypowano 22 gatunki roślin o udokumentowanych właściwościach przeciwdrobnoustrojowych. Z surowców roślinnych przygotowano ekstrakty wodne (napary, wywary), wodno-glikolowe (maceraty z zastosowaniem sonikacji) oraz ekstrakty otrzymane metodą ekstrakcji subkrytycznym CO₂. Aktywność przeciwdrobnoustrojową oceniono metodą agarowo-dyfuzyjną wobec dziesięciu fitopatogenów ziemniaka. Dla najbardziej aktywnych ekstraktów wyznaczono wartości MIC i MBC. Najwyższą aktywność przeciwdrobnoustrojową wykazały ekstrakty z czosnku, goździków, szafwii i chmielu, szczególnie w postaci sonifikowanych naparów oraz maceratów wodno-glikolowych. Ekstrakty wodne z czosnku i goździków hamowały wzrost wszystkich badanych patogenów. Najbardziej wrażliwe były pleśnie *Rhizoctonia solani* i *Alternaria solani*, większą oporność wykazywały bakterie *Pectobacterium carotovorum*. Ekstrakty wodno-glikolowe charakteryzowały się szerszym spektrum działania, jednak ze względu na niekorzystny wpływ na bulwy ziemniaka nie były dalej rozwijane. Szeroką aktywność wykazywały także ekstrakty CO₂ z czarnuszki, kminku i tymianku, lecz ich zastosowanie ograniczała niska wydajność pozyskiwania. Badania *in situ* na ziemniakach potwierdziły wysoką skuteczność ekstraktu czosnkowego. Nierozcieńczony ekstrakt całkowicie hamował rozwój *A. solani* oraz skutecznie ograniczał infekcje pozostałych badanych patogenów. Za najbardziej perspektywiczny do opracowania biopreparatu uznano 10% wodny ekstrakt z mielonego czosnku przygotowany w formie naparu z zastosowaniem sonikacji. Badania wykazały także cyto- i genotoksyczność wybranych ekstraktów (czosnek, kurkuma, szafwia, goździki) wobec linii komórkowej Sf-9 pochodzącej

z owada *Spodoptera frugiperda*, co wskazuje na ich potencjalne zastosowanie również w ograniczaniu szkodników owadzych. Analizy GLC-MS umożliwiły identyfikację związków odpowiedzialnych za obserwowane efekty biologiczne. Badania przechowalnicze i polowe wykazały, że zaprawianie sadzeniaków wodnym ekstraktem czosnku ograniczało rozwój fitopatogenów oraz poprawiało wzrost systemu korzeniowego, parametry fotosyntezy i plonowanie roślin. Uzyskane wyniki potwierdzają, że ekstrakty roślinne, a szczególnie wodny ekstrakt z czosnku, stanowią obiecującą i przyjazną środowisku alternatywę dla syntetycznych środków ochrony roślin.

Opracowanie strategii zapobiegania rozwojowi fitopatogenów ziemniaka sadzeniaka w oparciu o ekologiczne rozwiązania biotechnologiczne i nową metodę przechowywania, finansowane przez ARiMR w ramach działania „Współpraca” Programu Rozwoju Obszarów Wiejskich 2014–2020, nr 00010.DDD.6509.00015.00016.2018.05.

WYKORZYSTANIE WYCIĄGÓW Z MIĘTY PIEPRZOWEJ *MENTHA PIPERITA* L. I AKSAMITKI ROZPIERZCHŁEJ *TAGETES PATULA* L. W OCHRONIE ROŚLIN PRZED ROZTOCZAMI

MAGDALENA JAKUBOWSKA, RENATA DOBOSZ

*Instytut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy,
ul. Władysława Węgorka 20, 60-318 Poznań*

Słowa kluczowe: przędziorek chmielowiec (*Tetranychus urticae*), *Mentha piperita*, *Tagetes patula*, ekstrakty roślinne, naturalne środki ochrony roślin

Przędziorek chmielowiec (*Tetranychus urticae* Koch) jest szeroko rozpowszechnionym szkodnikiem roślin uprawnych, którego występowanie może prowadzić do istotnych strat plonu i pogorszenia jego jakości. Szczególne znaczenie ma szybki rozwój populacji w warunkach wysokiej temperatury i niskiej wilgotności. W związku z narastającym problemem odporności przędziorka na syntetyczne akarycydy oraz potrzebą ograniczania stosowania chemicznych środków ochrony roślin poszukuje się alternatywnych, bezpieczniejszych metod jego zwalczania. Jednym z potencjalnych kierunków są preparaty pochodzenia roślinnego zawierające naturalne związki bioaktywne.

Celem badań było określenie wpływu wodnych ekstraktów z mięty pieprzowej (*Mentha piperita* L.) oraz aksamitki rozpierschłej (*Tagetes patula* L.) na tempo rozwoju młodocianych stadiów przędziorka chmielowca – larw i nimf. Doświadczenia laboratoryjne przeprowadzono na krążkach liści buraka cukrowego, grochu i fasoli, w warunkach kontrolowanej temperatury $25 \pm 2^\circ\text{C}$ oraz fotoperiodu 16 godzin światła i 8 godzin ciemności. Ekstrakty przygotowano z nadziemnych części roślin w trzech stężeniach: 1; 10 i $100\text{ g}\cdot\text{l}^{-1}$. Po 24 godzinach ekstrakcji materiał przefiltrowano, a następnie opryskiwano nim krążki liści w dawce $5\text{ }\mu\text{l}\cdot\text{cm}^{-2}$. Doświadczenie wykonano w dwóch seriach, po 15 powtórzeń dla każdej kombinacji. Rozwój larw i nimf obserwowano przez pięć dni, oceniając czas przechodzenia kolejnych stadiów rozwojowych. Analizę statystyczną przeprowadzono z wykorzystaniem analizy wariancji ANOVA, a w przypadku niespełnienia założeń dotyczących normalności rozkładu i jednorodności wariancji zastosowano skumulowany model regresji uporządkowanej (*Cumulative Link Model* – CLM). Analizowano wpływ rodzaju ekstraktu, jego dawki, gatunku rośliny żywicielskiej oraz serii doświadczenia.

Uzyskane wyniki wykazały, że zarówno ekstrakt z mięty pieprzowej, jak i ekstrakt z aksamitki wpływały na rozwój młodocianych stadiów *T. urticae*. W przypadku larw istotne znaczenie miały rodzaj zastosowanego ekstraktu oraz jego dawka. Ekstrakt z aksamitki powodował wydłużenie czasu rozwoju larw i ich przejścia w stadium protonimy w porównaniu z ekstraktem z mięty pieprzowej. W przypad-

ku nimf stwierdzono dodatkowo istotny wpływ rośliny żywicielskiej oraz interakcji pomiędzy gatunkiem rośliny, rodzajem ekstraktu i jego dawką. Szczególnie wyraźny efekt obserwowano po zastosowaniu ekstraktu z aksamitki w najwyższym stężeniu $100 \text{ g} \cdot \text{l}^{-1}$ na liściach grochu, gdzie transformacja nimf do postaci dorosłych trwała dłużej niż w wielu pozostałych kombinacjach. Z kolei ekstrakt z mięty pieprzowej w stężeniu $100 \text{ g} \cdot \text{l}^{-1}$ wykazywał silniejsze ograniczenie rozwoju nimf na grochu niż na buraku cukrowym i fasoli.

Wyniki wskazują, że wodne ekstrakty z *M. piperita* i *T. patula* mogą ograniczać tempo rozwoju młodocianych stadiów przędziorka chmielowca. Ich skuteczność zależy jednak nie tylko od rodzaju rośliny, z której przygotowano ekstrakt, ale również od jego stężenia oraz gatunku rośliny żywicielskiej. Otrzymane rezultaty potwierdzają potencjał ekstraktów roślinnych jako elementu alternatywnych metod ochrony roślin przed *T. urticae*, jednak przed ich praktycznym zastosowaniem konieczne są dalsze badania, obejmujące m.in. ocenę skuteczności w warunkach polowych oraz wpływu na inne organizmy.

Źródło finansowania: Badania zostały sfinansowane z subwencji naukowej MNiSW pt. „Badanie produktów pochodzenia naturalnego pod kątem ograniczania szkodliwości wybranych nicieni roślinożernych i przędziorków w uprawach ważnych gospodarczo”

PREPARATY Z ROKITNIKA ZWYCZAJNEGO (*HIPPOPHAE RHAMNOIDES* L.) JAKO POTENCJALNE STYMULATORY METABOLIZMU GRZYBÓW ROZKŁADAJĄCYCH DREWNO

MAGDALENA JASZEK¹, WIKTORIA BIELECKA¹, DAWID STEFANIUK¹,
ANNA MATUSZEWSKA¹, JERZY ŻUCHOWSKI²

¹*Katedra Biochemii i Biotechnologii, Wydział Biologii i Biotechnologii,
Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej, ul. Akademicka 19, 20-033 Lublin*

²*Zakład Fitochemii,
Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy,
ul. Czartoryskich 8, 24-100 Puławy*

Słowa kluczowe: rokitnik zwyczajny, flawonoidy, grzyby rozkładające drewno, lakaza, hydrolazy

Substancje roślinne od dawna są opisywane i wykorzystywane jako czynniki modulujące metabolizm grzybów. Dotychczasowe badania koncentrowały się jednak głównie na grzybach symbiotycznych czy mykoryzowych, mających bezpośredni kontakt ze środowiskiem wzrostu systemu korzeniowego roślin. Opisywane aktywności to zarówno procesy inicjacji symbiozy, modulacji aktywności ich enzymatycznego systemu degradacyjnego, jak i zmian odporności komórek grzybowych na stres środowiskowy. Badania będące tematem przygotowanego zgłoszenia objęły odrębną grupę tych organizmów – grzyby rozkładające drewno. Te ważne z biotechnologicznego punktu widzenia gatunki, będące źródłem wielu związków bioaktywnych o szerokim zastosowaniu zarówno w przemyśle, jak i szeroko pojętej biomedycynie, wydają się być obiecującym modelem doświadczalnym pozwalającym na badanie możliwości wykorzystania substancji pochodzenia roślinnego jako modulatorów metabolizmu grzybów w kierunku intensyfikacji produkcji ważnych substancji grzybowych oraz badanie synergistycznego efektu działania preparatów roślinno-grzybowych. W planie eksperymentalnym, którego wyniki obejmuje prezentowane doniesienie wykorzystano płyny pohodowlane z kultur dwóch gatunków grzybów białej zgnilizny drewna: *Cerrena unicolor* i *Abortiporus biennis*, namnażanych na podłożach płynnych LH z wykorzystaniem glukozy jako źródła węgla. Dodawanymi do hodowli preparatami roślinnymi były substancje ekstrahowane 20% (głównie pochodne kwasu indolilo-3-octowego, serotonina, dimeryczne proantocyjanidyny typu B, epigalokatechiny i tryptofan), 60% (głównie glikozydy flawonoidowe, kwercetyna i kemferol) i 90% metanolem z wyłoków z rokitnika zwyczajnego (*Hippophae rhamnoides* L.). Przeprowadzone analizy spektrofotometryczne i elektroforetyczne wykazały wyraźne zmiany w poziomie zewnątrzkomórkowych wyróżników biochemicznych, takich jak: stężenie białka, cukrów całkowitych, substancji fenolowych,

wolnych rodników, aktywności lakazy, B-glukozydazy czy proteaz w przypadku obydwu badanych gatunków grzybów. Szczególnie interesujący w kontekście prowadzonych badań wydaje się być preparat bogaty w glikozydy flawonoidowe powodujący wyraźny wzrost tak stężenia białek, cukrów całkowitych, substancji fenolowych, jak i aktywności ważnej z punktu widzenia zastosowań praktycznych lakazy. Zaobserwowano również, że dodatek substancji roślinnych znacznie obniżał poziom zewnątrzkomórkowych wolnych rodników w wybranych wariantach eksperymentalnych, co wskazuje na potencjał antyoksydacyjny badanych próbek.

FITOCHEMIA „MIODU Z MNISZKA” – METABOLITY I AKTYWNOŚĆ BIOLOGICZNA SYROPU Z KWIATÓW *TARAXACUM OFFICINALE*

DARIUSZ JĘDREJEK¹, BERNADETTA LIS³, MICHAŁ MAJEWSKI², BEATA OLAS³

¹*Zakład Fitochemii,
Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy,
ul. Czartoryskich 8, 24-100 Puławy*

²*Wydział Lekarski, Katedra Farmakologii i Toksykologii,
Uniwersytet Warmińsko-Mazurski, al. Warszawska 30, 10-082 Olsztyn*

³*Wydział Biologii i Ochrony Środowiska, Katedra Biochemii Ogólnej,
Uniwersytet Łódzki, ul. Pomorska 141/143, 90-236 Łódź*

Słowa kluczowe: mniszek lekarski, syrop z kwiatów, kwas cykoriowy, kwasy hydroksycynamonowe, HR-QTOF-MS/MS, CAD, aktywność biologiczna

Mniszek lekarski (*Taraxacum officinale* F.H. Wigg.) jest wykorzystywany w fitoterapii i tradycyjnej żywności. Z jego kwiatów przygotowuje się wodno-cukrowy syrop („miód z mniszka”), którego profil fitochemiczny pozostaje słabo poznany. Celem badań była charakterystyka metabolitów tradycyjnego syropu z kwiatów *T. officinale* (TOFS) oraz ocena jego wpływu na wybrane parametry metaboliczne, antyoksydacyjne i naczyniowe w modelu otyłych szczurów.

Analiza syropu metodą UPLC-PDA-TQD-MS/MS [1] wykazała 27 sygnałów jakościowych; ilościowo oznaczono 19 pochodnych kwasów fenolowych, głównie hydroksycynamonowych ($479,8 \pm 7,1$ µg ekw. kwasu L-cykoriowego/mL), oraz 6 flawonoidów ($21,7 \pm 0,5$ µg ekw. luteoliny/mL). Dominował kwas L-cykoriowy ($255,2 \pm 3,1$ µg/mL; 53,2% sumy oznaczonych pochodnych fenolowych), a mono- i di-kawoilochinowe stanowiły łącznie odpowiednio: 74,8 i 33,2 µg/mL. Rozszerzona analiza LC-HR-QTOF-MS/MS z detekcją wyładowań koronowych (CAD) ujawniła 56 pików i potwierdziła główne składniki TQD, precyzując część anotacji. Dodatkowo wykryto pochodne feruloilochinowe i kawoilo-feruloilowe, laktony seskwiterpenowe, pochodne jasmonianów oraz oksylipiny. Kwas L-cykoriowy był również dominującym sygnałem CAD (41,7% względnej odpowiedzi związków zatrzymanych na kolumnie).

W doświadczeniu *in vivo* otyłe szczury Wistar otrzymywały przez 4 tygodnie dietę zawierającą 27,8 g TOFS na 100 g diety (27,8% w/w), natomiast grupa kontrolna równoważną ilość sacharozy w wodzie [1]. TOFS zwiększał stężenie HDL i aktywność SOD oraz zmniejszał MDA, wskaźniki TC/HDL i non-HDL/HDL, stosunek Cu/Zn i odpowiedź skurczową naczyń na prostaglandynę F_{2α}. Nie stwierdzono zmian masy ciała, glikemii, LDL ani triglicerydów.

Zgodność obu platform dla dominujących związków fenolowych oraz rozszerzenie profilu przez HR-MS wskazują, że TOFS jest złożoną matrycą fitochemiczną, w której fenolom towarzyszą terpenoidy, jasmoniany i oksylipiny. Profil ten może współuczestniczyć w modulacji statusu redoks, profilu lipidowego i funkcji naczyniowych oraz uzasadnia dalsze badania nad TOFS jako składnikiem żywności funkcjonalnej.

Literatura:

1. Majewski M., Lis B., Juśkiewicz J., Ognik K., Jędrejek D., Stochmal A., Olas B. (2021). The composition and vascular/antioxidant properties of *Taraxacum officinale* flower water syrup in a normal-fat diet using an obese rat model. *Journal of Ethnopharmacology*, 265, 113393.

OD ANTYOKSYDANTÓW DO ANTYNUTRIENTÓW – FITOCHEMICZNY PARADOKS ROŚLIN W ŻYWIENIU CZŁOWIEKA

IRENEUSZ KAPUSTA

*Wydział Technologiczno-Przyrodniczy,
Katedra Ogólnej Technologii Żywności i Żywienia Człowieka, Uniwersytet Rzeszowski,
ul. Zelwerowicza 4, 35-609 Rzeszów*

Słowa kluczowe: fitochemikalia, antyoksydanty, antynutrienty, hormeza, biodostępność, mikrobiota, metabolomika, żywność roślinna

Współczesna fitochemia przesuwając punkt ciężkości z pytania „co zawiera roślina?” na znacznie bardziej złożone pytanie: „co dzieje się z jej składnikami po spożyciu i jakie mechanizmy odpowiedzi biologicznej uruchamiają?”. Coraz więcej danych wskazuje, że efekt działania fitochemikaliów nie jest prostą konsekwencją ich stężenia ani aktywności wykazywanej *in vitro*. Determinuje go złożona sieć zależności obejmująca strukturę chemiczną, dawkę, biodostępność, matrycę żywnościową, metabolizm gospodarza oraz aktywność mikrobioty jelitowej. Produkty biotransformacji powstające w organizmie mogą bowiem wykazywać właściwości odmienne od związków obecnych pierwotnie w spożywanym surowcu. Zmianie ulega również sposób postrzegania antyoksydacyjnego działania fitochemikaliów. Klasyczna koncepcja oparta na bezpośrednim „zmiataniu” reaktywnych form tlenu coraz częściej ustępuje podejściu uwzględniającemu modulację komórkowych szlaków sygnałowych, ekspresji genów oraz endogennych systemów obronnych. W tym kontekście szczególnego znaczenia nabiera zjawisko hormeza. Niektóre metabolity roślinne mogą działać jako łagodne bodźce chemiczne aktywujące mechanizmy adaptacyjne komórki, co podważa prostą zależność pomiędzy potencjałem antyoksydacyjnym związku a jego efektem prozdrowotnym. Jeszcze wyraźniej paradoks ten ujawnia się w przypadku antynutrientów. Związki tradycyjnie postrzegane przede wszystkim przez pryzmat ograniczania biodostępności składników mineralnych, zmniejszania strawności białka czy hamowania enzymów trawiennych mogą – w określonych dawkach i warunkach – wykazywać również pożądaną aktywność biologiczną. Dodatkowym regulatorem tego układu jest technologia żywności. Fermentacja, kiełkowanie, moczenie, ogrzewanie czy inne procesy technologiczne nie tylko redukują zawartość wybranych substancji antyżywnościowych, lecz również modyfikują profil fitochemiczny, biodostępność i potencjalną aktywność biologiczną produktu. Żywność roślinna powinna być zatem postrzegana jako dynamiczna matryca chemiczna, której oddziaływanie z organizmem jest wynikiem interakcji pomiędzy fitochemikaliami, procesem technologicznym, mikrobiotą i metabolizmem gospodarza.

Fitochemiczny paradoks roślin prowadzi ostatecznie do pytania, czy w świetle współczesnej wiedzy uzasadnione jest utrzymywanie jednoznacznej granicy pomiędzy „antyoksydantem” a „antynutrientem”. Przyszłość badań nad żywnością roślinną będzie wymagała integracji klasycznej fitochemii z metabolomiką, nutrigenomiką, badaniami mikrobiomu oraz analizą rzeczywistej ekspozycji człowieka. Takie podejście może pozwolić na odejście od katalogowania aktywności pojedynczych związków na rzecz zrozumienia mechanizmów, które decydują o tym, kiedy fitochemikalia stają się sprzymierzeńcem, a kiedy antagonistą zdrowia człowieka.

ANALIZA WŁAŚCIWOŚCI POWIERZCHNIOWYCH EKSTRAKTÓW Z GORZKICH ODMIAN KOMOSY RYŻOWEJ

EWA KOBYLKA¹, PATRYCJA CIOSEK-SKIBIŃSKA², MICHAŁ ADAM JANIĄK³,
RYSZARD AMAROWICZ³, KAMIL WOJCIECHOWSKI^{1,2}

¹Wydział Rolnictwa i Leśnictwa,

Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, Plac Łódzki 4, 10-721 Olsztyn

²Wydział Chemiczny Politechniki Warszawskiej,

ul. Noakowskiego 3, 00-664 Warszawa

³Zespół Chemicznych i Fizycznych Właściwości Żywności,

Instytut Rozrodu Zwierząt i Badań Żywności PAN, ul. Trylińskiego 18, 10-683 Olsztyn

Słowa kluczowe: saponina, surfaktant, reologia, napięcie powierzchniowe, komosa

Komosa ryżowa (*Chenopodium quinoa Willd.*) pochodzi z Ameryki Południowej, gdzie była świętą rośliną starożytnych Inków, a obecnie cieszy się dużą popularnością na całym świecie. Historycznie komosę ryżową uprawiano w miejscach o dużym zróżnicowaniu siedliskowym, temperaturowym i wodnym. Wystawiana na ekstremalne warunki podczas wzrostu i dojrzewania komosa ryżowa na przestrzeni wieków wykształciła liczne odmiany, które różnią się nie tylko wyglądem (kolorem ziarna), ale także zawartością najważniejszych bioskładników zarówno tych uznawanych za odżywcze, jak i antyodżywczych.

Przykładem tych ostatnich są saponiny, które odgrywają kluczową rolę w ochronie roślin przed szkodnikami. Substancje te, będąc przyczyną gorzkiego posmaku, są jednym z głównych powodów, dla których niektóre odmiany komosy ryżowej są uznawane za nieatrakcyjne dla przemysłu spożywczego. Gorzkie odmiany komosy ryżowej (zawartość saponin $\geq 11,3$ g/kg) mogą jednak znaleźć zastosowanie w przemyśle chemicznym i farmaceutycznym, jako źródło biosurfaktantów do produkcji naturalnych detergentów, pestycydów, stymulatorów wzrostu lub jako substraty do produkcji hormonów i leków. Saponiny występują głównie w korzeniach i nasionach komosy ryżowej. Jeśli występują w nasionach, są zlokalizowane głównie na ich zewnętrznej powierzchni, co pozwala na łatwe ich pozyskiwanie.

W niniejszej pracy prezentujemy wyniki analiz parametrów aktywności powierzchniowej dla 21 różnych próbek komos ryżowych. Materiał roślinny wykorzystywany w badaniach był zróżnicowany zarówno w zakresie doboru odmian, jak i miejsc prowadzenia ich uprawy. Saponiny izolowano poprzez ekstrakcję wodno-metanolową ziaren. Uzyskane ekstrakty były liofilizowane, a z suchego materiału przygotowywano roztwory wodne, które w dalszej kolejności badano z użyciem techniki wiszącej kropli z wykorzystaniem tensjometru PAT-1. Dla każdej z próbek przygotowano zestaw roztworów o stężeniach w zakresie od 0,05% do 0,002%,

dla których wyznaczono wartości równowagowego napięcia powierzchniowego oraz modułów elastyczności oraz lepkości powierzchniowej warstw zaadsorbowanych. Mimo bardzo dużej zmienności całkowitej zawartości saponin (75–548 mg/g) wszystkie ekstrakty wykazywały wysoką aktywność powierzchniową, objawiającą się m.in. zdolnością obniżania napięcia powierzchniowego z 72 mN/m (czysta woda) do 32 mN/m (roztwór 0,05%).

Podziękowanie: Badania zostały sfinansowane przez Narodowe Centrum Nauki w ramach grantu na badania nr 2025/57/B/ST4/01341.

TRANSFORMACJE MIKROBIOLOGICZNE METYLOFLAWONOIDÓW W KULTURACH ENTOMOPATOGENNYCH GRZYBÓW STRZĘPKOWYCH

EDYTA KOSTRZEWA-SUSŁOW, AGNIESZKA KRAWCZYK-ŁEBEK

*Katedra Chemii Żywności i Biokatalizy, Wydział Biotechnologii i Nauk o Żywności,
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, ul. C.K. Norwida 25, 50-375 Wrocław*

Słowa kluczowe: metyloflawonoidy, biotransformacje, entomopatogenne grzyby strzępkowe

Szerokie spektrum właściwości biologicznych oraz fizykochemicznych flawonoidów, determinujące ich zastosowanie w przemyśle farmaceutycznym, kosmetycznym i spożywczym, stanowi istotny bodziec do intensyfikacji badań nad metodami ich syntezy chemicznej oraz biotechnologicznymi sposobami modyfikacji ich struktury. Rosnące zainteresowanie tą grupą związków wynika z ich wysokiego potencjału terapeutycznego, korzystnego profilu bezpieczeństwa oraz stosunkowo niskiej toksyczności. Jednocześnie nadal ograniczona wiedza dotycząca szlaków metabolicznych flawonoidów oraz zależności pomiędzy ich strukturą chemiczną a aktywnością biologiczną wskazuje na potrzebę poszukiwania nowych pochodnych o zoptymalizowanych właściwościach. W tym kontekście biotransformacje stanowią obiecujące narzędzie umożliwiające otrzymywanie nowych, biologicznie aktywnych pochodnych flawonoidowych, często charakteryzujących się odmiennymi właściwościami farmakokinetycznymi i farmakodynamicznymi niż związki macierzyste.

REGIOSELEKTYWNA HYDROKSYLACJA FLAWONÓW

EDYTA KOSTRZEWA-SUSŁOW, AGNIESZKA KRAWCZYK-ŁEBEK

*Katedra Chemii Żywności i Biokatalizy, Wydział Biotechnologii i Nauk o Żywności,
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, ul. C.K. Norwida 25, 50-375 Wrocław*

Słowa kluczowe: flawonoidy, biotransformacje, mikroorganizmy, hydroksylacja

Transformacje mikrobiologiczne, wykorzystujące naturalny potencjał enzymatyczny mikroorganizmów, stanowią cenne narzędzie w poszukiwaniu nowych związków o potencjalnym działaniu antymutagennym i przeciwnowotworowym. Dzięki zdolności do katalizowania biotransformacji flawonoidów mikroorganizmy mogą selektywnie modyfikować ich strukturę chemiczną poprzez wprowadzanie nowych grup funkcyjnych lub przekształcanie już istniejących. Procesy te umożliwiają otrzymywanie nowych pochodnych o korzystniejszych właściwościach biologicznych i fizykochemicznych, takich jak zwiększona aktywność przeciwutleniająca, większa lipofilowość, wyższa zdolność do absorpcji promieniowania UV oraz skuteczniejsze chelatowanie jonów metali. Cechy te mogą istotnie zwiększać ich wartość aplikacyjną, stwarzając perspektywy wykorzystania produktów biotransformacji jako składników żywności funkcjonalnej, suplementów diety, kosmetyków oraz preparatów farmaceutycznych.

BIOLOGICZNE SKALPELE CZY CHWILOWA MODA? SZANSE I GRANICE APLIKACYJNE FITOPEPTYDÓW W OCHRONIE ROŚLIN WOBEC KRYZYSU W AGROCHEMII

MARIUSZ KOWALCZYK, JAROSŁAW MOŁDOCH

*Zakład Fitochemii,
Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy
ul. Czartoryskich 8, 24-100 Puławy*

Słowa kluczowe: fitopeptydy, cyklotydy, środki ochrony roślin

Nadchodząca rewolucja w klasyfikacji metabolitów środków ochrony roślin nieuchronnie doprowadzi do wycofania szeregu kluczowych substancji syntetycznych. Narastająca „regulacyjna susza” nakłada się na głęboki kryzys innowacyjny w samej chemii syntetycznej, która od dekad zмага się z barierą odkrywania nowych mechanizmów działania. W tym kontekście polipeptydy roślinne (fitopeptydy) – defensyny, cyklotydy, tioniny, snakiny, LTP czy białka heweiino-podobne – bywają obwoływane „biologicznymi skalpelami”, zdolnymi wypełnić wywołaną legislacją lukę.

Jednak przejście od spektakularnych wyników *in vitro* do realiów polowych ujawnia szereg krytycznych barier. Paradoksalnie, największym wrogiem fitopeptydów staje się ich własna biologia: skrajna podatność na fotodegradację pod wpływem UV, niska zdolność penetracji kutykuli, ryzyko alergienności oraz wysokie koszty uzyskania skomplikowanych struktur stabilizowanych mostkami disiarczcowymi. Co więcej, obecny arsenał peptydowy praktycznie nie oferuje realnych alternatyw dla herbicydów.

Mimo to pierwsze sukcesy rynkowe – takie jak preparat peptydowy ProBład (peptyd BLAD z łubinu, spoza klasycznych rodzin AMP, ale będący ich mimetykiem – odtwarza błonowy i chitynowy mechanizm destrukcji charakterystyczny dla defensyn i tionin) czy Spear LEP (peptyd pochodzenia zwierzęcego oparty na toksynie pajęczej, ale o strukturze ICK w dużym stopniu analogicznej do cyklotydowej CCK) – dowodzą, że bariery te są do przejścia. Wymaga to jednak fundamentalnej zmiany paradygmatu: porzucenia nierealistycznej wizji „samodzielnej cząsteczki” na rzecz zaawansowanych systemów dostarczania (mikroenkapsulacji, biologicznej synergii i precyzyjnego profilowania oprysku). Prezentacja podsumowuje szanse i ograniczenia aplikacyjne poszczególnych klas fitopeptydów, wskazując, pod jakimi warunkami biocząsteczki mają szansę stać się trwałym elementem agrochemii, a nie jedynie chwilową, wygenerowaną wymogami prawnymi modą.

ZWIĄZKI BIOAKTYWNE ZIARNA PSZENICY (*TRITICUM* L.)

IWONA KOWALSKA

*Zakład Fitochemii,
Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy,
ul. Czartoryskich 8, 24-100 Puławy*

Słowa kluczowe: pszenica, kwasy fenolowe, alkilorezorcynole, benzoksazynony, karotenoidy, tokoferole, aktywność antyoksydacyjna

Całe ziarno pszenicy (*Triticum* L.), a także jego części, np. otręby, stanowią ważne źródło związków bioaktywnych, takich jak: kwasy fenolowe, flawonoidy, alkilorezorcynole, benzoksazynony, tokoferole, karotenoidy, fitosterole i inne. Związki te różnią się zarówno budową chemiczną, jak i właściwościami biologicznymi. Istnieją znaczne różnice w zawartości, składzie i aktywności biologicznej tych związków między poszczególnymi gatunkami i odmianami pszenicy.

Związki bioaktywne są nierównomiernie rozmieszczone w ziarnie pszenicy. *T. aestivum* L., *T. durum* Desf., *T. spelta* L. oraz *T. monococcum* L. są bogatym źródłem kwasów fenolowych, jednak to łuski i otręby zawierają największe ilości tych kwasów. Dominującym kwasem jest kwas ferulowy. Wyższe stężenia flawonoidów, głównie antocyjanów, występują w pszenicy o kolorowych ziarnach. Ziarna starych odmian *T. dicoccum* i *T. monococcum* zawierają najwyższą zawartość alkilorezorcynoli. Homologi C21: 0 (5-*n*-heneicosylrezorcynol) i C19:0 (5-*n*-nonadecylrezorcynol) są dominującymi związkami w ziarnie, natomiast homologi C25:0 (5-*n*-nacosylrezorcynol) i C21:0 są charakterystyczne dla łusek. Kwasy hydroksamowe pszenicy znajdują się szczególnie obficie w zarodkach ziaren, a ich zawartość wzrasta podczas kiełkowania. Głównym kwasem jest DIMBOA (2,4-dihydroksy-7-metoksy-1,4-benzoksazyn-3-on) i jego glikozydy. Najwyższą całkowitą zawartość tych związków wykazuje *T. monococcum* L., pszenica orkisz (*T. aestivum* subsp. *spelta* (L.) Thell.) oraz współczesna pszenica chlebowa (*T. aestivum*). Pszenica durum i orkisz zawierają znaczne ilości β -tokotrienoli, które stanowią bardzo ważną część całej witaminy E oraz wpływają na potencjał przeciwutleniający. Ziarna pszenicy są także źródłem karotenoidów, głównie luteiny, β -karotenu i zeaksantyny. Pszenica samopsza (*T. monococcum* spp. *monococcum*) zawiera od 2 do 4 razy więcej luteiny niż inne gatunki pszenic, a pszenica durum (*T. turgidum* subsp. *durum* Desf.) jest najbogatszym źródłem karotenoidów, podczas gdy współczesna pszenica chlebowa zawiera zazwyczaj najniższe ilości tych związków.

Zmienność związków bioaktywnych ziarna różnych gatunków *Triticum* wynika ze złożonych interakcji między podłożem genetycznym, warunkami środowiskowymi

mi i praktykami agronomicznymi. Wiedza ta może zostać wykorzystana do ukierunkowania programów hodowlanych mających na celu poprawę profilu związków bioaktywnych, optymalizację praktyk uprawowych w zróżnicowanych warunkach środowiskowych oraz wspieranie rozwoju produktów spożywczych na bazie pszenicy o określonych właściwościach funkcjonalnych.

OCENA SKŁADU CHEMICZNEGO SUROWCA CHMIELOWEGO ROŚLIN O ZRÓŻNICOWANYM STOPNIU PLOIDALNOŚCI

MARTA KOZIARA-CIUPA-, ANNA TROJAK GOLUCH, ANNA CZUBACKA

Zakład Biotechnologii i Hodowli Roślin

*Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy,
ul. Czartoryskich 8, 24-100 Puławy*

Słowa kluczowe: chmiel, kwasy goryczkowe, ksantohumol, polifenole

Owocostany chmielu zwyczajnego (*Humulus lupulus* L.), zwane szyszkami, są cennym surowcem zawierającym liczne metabolity wtórne, wśród których najważniejsze znaczenie mają kwasy goryczkowe (alfa- i beta-kwasy), polifenole oraz olejki chmielowe. Związki te odpowiadają za charakterystyczną goryczkę, aromat oraz stabilność piany piwa, decydując tym samym o jakości surowca. Na plantacjach produkcyjnych w Polsce dominują odmiany diploidalne ($2n=2x=20$), natomiast w niektórych krajach powszechnie uprawiane są również odmiany triploidalne ($2n=3x=30$). W porównaniu z odmianami diploidalnymi odmiany triploidalne mogą charakteryzować się wyższą zawartością alfa-kwasów i olejków eterycznych, a ich najważniejszą cechą jest niemal całkowita beznasiennność szyszek.

Celem badań była ocena wpływu stopnia ploidalności chmielu na zawartość oraz stabilność alfa- i beta-kwasów, a także ksantohumolu. Materiał badawczy stanowiły rozmnożone wegetatywnie diploidalne rośliny: odmiana Sybilla oraz dwa genotypy triploidalne oznaczone 18/58 i 18/101. Szyszki chmielu zebrano w 2025 roku w fazie dojrzałości technologicznej i bezpośrednio po zbiorze wysuszono w temperaturze 50°C. Zawartość alfa- i beta-kwasów oraz ksantohumolu oznaczono metodą HPLC. W celu określenia stabilności tych metabolitów szyszki przechowywano przez 6 miesięcy w temperaturze pokojowej, po czym ponownie wykonano analizy. Stabilność poszczególnych związków określono na podstawie procentowego spadku ich zawartości po okresie przechowywania.

Najwyższą zawartością wszystkich analizowanych metabolitów charakteryzowała się odmiana kontrolna Sybilla, w której stwierdzono 5,95% alfa-kwasów, 3,3% beta-kwasów i 0,51% ksantohumolu. Najniższą zawartość alfa-kwasów i ksantohumolu odnotowano u triploidalnego genotypu 18/101 (odpowiednio: 3,49% i 0,25%), natomiast najniższą zawartość beta-kwasów stwierdzono u genotypu 18/58 (2,43%). Przechowywanie szyszek przez 6 miesięcy w temperaturze pokojowej spowodowało spadek zawartości kwasów goryczkowych. Największy średni spadek alfa- i beta-kwasów odnotowano u odmiany Sybilla; wyniósł on odpowiednio: 17,5% oraz 25,1%.

Uzyskane wyniki wskazują, że stopień ploidalności roślin chmielu wpływa zarówno na zawartość, jak i stabilność badanych metabolitów wtórnych. Genotypy triploidalne cechowały się niższą zawartością alfa- i beta-kwasów oraz ksantohumolu niż odmiana diploidalna, ale większą stabilnością tych związków podczas przechowywania. Wyniki sugerują, że stopień ploidalności może stanowić istotne kryterium w hodowli nowych odmian chmielu łączących wysoką jakość surowca z dobrą trwałością metabolitów.

Badania wykonano w ramach działalności statutowej pt. „Ocena wpływu stopnia ploidalności roślin na wybrane cechy biologiczne, chemiczne i genetyczne chmielu” 1.16, realizowanego w latach 2024–2028

BIOLOGIZACJA ROLNICTWA: ZNACZENIE I POTENCJAŁ PREPARATÓW MIKROBIOLOGICZNYCH W UPRAWIE ROŚLIN

MONIKA KOZIEŁ, ANNA GAŁĄZKA

*Zakład Mikrobiologii,
Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy,
ul. Czartoryskich 8, 24-100 Puławy*

Słowa kluczowe: biopreparaty, rolnictwo zrównoważone, mikroorganizmy stymulujące wzrostu roślin

Rynek biopreparatów przeżywa obecnie dynamiczny rozwój, stając się jednym z kluczowych sektorów agrobiznesu. Wynika to z potrzeby ograniczenia stosowania chemicznych środków ochrony roślin i nawozów mineralnych na rzecz poprawy żyzności oraz bioróżnorodności gleb. Wykorzystanie biotechnologicznych cech i właściwości metabolicznych mikroorganizmów pozwala na opracowanie i produkcję licznych preparatów mikrobiologicznych, biostymulatorów i biologicznych środków ochrony roślin. W dobie postępujących zmian klimatycznych oraz intensyfikacji upraw preparaty mikrobiologiczne stanowią bezpieczną i skuteczną alternatywę. Gwarantują one nie tylko utrzymanie wysokiej aktywności biologicznej gleb, ale również wspierają naturalną odporność i prawidłowy rozwój roślin. Ze stymulacją wzrostu i rozwoju roślin związane jest stosowanie preparatów mikrobiologicznych, które skutecznie uzupełniają nawożenie upraw i ochronę roślin, wpływając tym samym na optymalizację kosztów związanych z produkcją roślinną.

Obecnie na liści nawozowych produktów mikrobiologicznych znajduje się ponad 400 produktów, których komponent mikrobiologiczny stanowi zarówno jedno-, dwu-, jak i wieloskładnikowe konsorcja mikrobiologiczne. Są to produkty bakteryjne, grzybowe, bakteryjno/grzybowo-enzymatyczne i bakteryjno-grzybowe i enzymatyczne.

Dostępne na rynku biopreparaty charakteryzują się szerokim spektrum działania. Poza działaniem stymulującym rośliny do intensywnego metabolizmu wykazują działanie fitopatogenne, poprawiają żyzność gleby oraz przyswajalności trudno dostępnych pierwiastków (azot, fosfor). W ich skład wchodzi starannie wyselekcjonowane, żywe mikroorganizmy lub produkty ich metabolizmu. Drobnoustrojami stanowiącymi czynne składniki biopreparatów są często bakterie z rodzajów: *Rhizobium*, *Azotobacter*, *Bacillus* i *Pseudomonas* oraz grzyby z rodzajów: *Trichoderma*, *Beauveria* i *Penicillium*.

Biorąc pod uwagę potencjał biologiczny i rolę mikroorganizmów we wzroście i rozwoju roślin, konieczne wydaje się prowadzenie badań nad ich wykorzystaniem w technologiach agroekologicznych, tak aby osiągnąć jak najbardziej zadowalające efekty w zakresie produktywności rolnictwa i ochrony środowiska.

Literatura:

1. Kuźniar A., Włodarczyk K., Gromadzka P., Siara A., Wolińska A. (2021). Aktualny stan wiedzy na temat biopreparatów stosowanych w rolnictwie, Wydawnictwo KUL, s. 1-29. ISBN 978-83-8061-964-7
2. Gałązka A. (2024). Preparaty mikrobiologiczne – potrzeby, szanse i znaczenie, Monografia naukowa po redakcją dr hab. Anny Gałązki oraz prof. dr hab. Janusza Podleśnego, Monografii i Rozpraw Naukowych nr 66 „Preparaty mikrobiologiczne w rolnictwie i ochronie środowiska”, ISBN 978-83-7562-426-7, s. 10-27.
3. Prasad M.S., Fredericks R. (2025). The Role of Biofertilizers and Biopesticides in Sustainable Agriculture, Agrospheres:e- Newsletter, 6(7): 96-100.

**PROFIL LIGNANÓW, FLAWONOIDÓW
ORAZ KWASÓW FENOLOWYCH I ORGANICZNYCH
SUSZONYCH OWOCÓW CYTRYŃCA CHIŃSKIEGO
(*SCHISANDRA CHINENSIS* (TURCZ.) BAILL.)**

ALICJA Z. KUCHARSKA, MAJA PACYNA

*Katedra Technologii Owoców, Warzyw i Nutraceutyków Roślinnych,
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, ul. Chelmońskiego 37, 51-630 Wrocław*

Słowa kluczowe: cytryniec chiński, lignany, flawonoidy, kwasy organiczne, HPLC

Owoce cytryńca chińskiego (*Schisandra chinensis*) są cennym źródłem związków bioaktywnych, takich jak lignany, flawonoidy, triterpeny, witamina C oraz kwasy organiczne. Dzięki właściwościom adaptogennym, wysokiej aktywności przeciwtłeniącej oraz atrakcyjnej czerwonej barwie stanowią wartościowy surowiec do produkcji żywności funkcjonalnej i suplementów diety. Jedną z najczęściej stosowanych metod utrwalania tych owoców jest suszenie, które zapewnia bezpieczeństwo mikrobiologiczne produktu oraz umożliwia jego długotrwałe przechowywanie, jednak może jednocześnie wpływać na zawartość i stabilność związków bioaktywnych.

Celem badań była porównawcza ocena profilu oraz zawartości lignanów, flawonoidów, kwasów fenolowych i organicznych w trzech komercyjnych produktach z suszonych owoców cytryńca chińskiego dostępnych na polskim rynku oraz w owocach liofilizowanych przygotowanych w warunkach laboratoryjnych.

Materiał badawczy obejmował trzy partie handlowych suszów oraz próbkę owoców poddanych liofilizacji. Analizę jakościową i ilościową związków bioaktywnych przeprowadzono z wykorzystaniem wysokosprawnej chromatografii cieczowej (HPLC). Do ekstrakcji zastosowano wodę oraz metanol o stężeniu 50% i 100%, co umożliwiło ocenę efektywności odzysku poszczególnych grup związków.

Łącznie zidentyfikowano 41 lignanów, spośród których dominującym składnikiem była schizandryna stanowiąca od 22 do 39% całkowitej zawartości tej grupy związków. W mniejszych ilościach oznaczono schizandrynę B (6–20%), schizandrol B (6–17%) i deoksychizandrynę (4–11%). Wśród flawonoidów oznaczono antocyjany, flawonole oraz flawan-3-ole, reprezentowane głównie przez cyjanidyno 3-ksylozylo-rutynozyd, kwercetyn 3-glukozyd oraz (+)-katechinę. W grupie kwasów organicznych zidentyfikowano kwasy cytrynowy i jabłkowy. Niezależnie od rodzaju suszu lignany stanowiły ilościowo dominującą grupę związków bioaktywnych. Antocyjany natomiast zachowały się przede wszystkim w owocach liofilizowanych, podczas gdy w suszach komercyjnych ich zawartość była śladowa.

Uzyskane wyniki wskazują, że pomimo znacznej degradacji antocyjanów komercyjne susze zachowują wysoką zawartość lignanów. Oznacza to, że mogą stanowić wartościowe źródło związków o właściwościach adaptogennych.

Podziękowania: Autorzy składają podziękowania Narcyzowi Pióreckiemu, dyrektorowi Arboretum w Bolestraszcach, za udostępnienie owoców cytryńca do liofilizacji.

**OCENA MIKROBIOLOGICZNA, SENSORYCZNA
ORAZ POTENCJAŁU BIOAKTYWNEGO INNOWACYJNEGO
PRODUKTU OTRZYMANEGO Z KISZONYCH NIEDOJRZAŁYCH
OWOCÓW JAGODY KAMCZACKIEJ (*LONICERA CAERULEA* VAR.
KAMTSCHATICA SEVAST.)**

ALICJA Z. KUCHARSKA¹, DAMIAN ŚLUSARCZYK¹, MARCELINA KOWALCZYK¹,
AGATA CZYŻOWSKA², TOMASZ SOZAŃSKI³

¹Katedra Technologii Owoców, Warzyw i Nutraceutyków Roślinnych,
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, ul. Chelmońskiego 37, 51-630 Wrocław

²Instytut Technologii Fermentacji i Mikrobiologii, Politechnika Łódzka

³Katedra Nauk Przedklinicznych, Farmakologii i Diagnostyki Medycznej,
Politechnika Wrocławska

Słowa kluczowe: jagoda kamczacka, fermentacja mlekowa, irydoidy, potencjał bioaktywny

Fermentacja mlekowa stanowi jedną z najstarszych metod utrwalania żywności, a jednocześnie jest skutecznym sposobem otrzymania produktów o wysokiej wartości prozdrowotnej. Choć proces ten jest powszechnie stosowany w przypadku warzyw, owoce nadal pozostają stosunkowo rzadko wykorzystywanym surowcem fermentacyjnym. Szczególnie interesującym materiałem są niedojrzałe owoce jagody kamczackiej (*Lonicera caerulea* var. *kamtschatica* Sevast.), charakteryzujące się wysoką zawartością związków biologicznie czynnych.

Celem badań było opracowanie innowacyjnego produktu otrzymanego w wyniku fermentacji mlekowej niedojrzałych owoców jagody kamczackiej oraz ocena jego jakości mikrobiologicznej i sensorycznej, składu związków bioaktywnych oraz właściwości przeciwutleniających i przeciwcukrzycowych.

Ocenę jakości mikrobiologicznej przeprowadzono metodą hodowlaną, natomiast analizę sensoryczną wykonano z wykorzystaniem skalowania intensywności, metody Check-All-That-Apply (CATA) oraz testów konsumenckich. Zawartość irydoidów, flawonoli i kwasów fenolowych oznaczono metodą HPLC, a potencjał bioaktywny określono na podstawie aktywności przeciwutleniającej (ABTS, FRAP) oraz zdolności hamowania α -amylazy i α -glukozydazy.

Zastosowanie szczepu starterowego bakterii kwasu mlekowego (*Lactobacillus* spp.) zapewniło prawidłowy przebieg fermentacji, umożliwiając szybkie zdominowanie środowiska przez bakterie kwasu mlekowego ($1,3 \times 10^8$ jtk/g) oraz całkowite zahamowanie rozwoju drożdży i pleśni. Badania sensoryczne wykazały wysoką atrakcyjność wizualną oraz pożądany profil smakowo-zapachowy produktu. Analiza chromatograficzna pozwoliła na identyfikację 16 irydoidów, 12 flawonoli i 5 kwasów fenolowych, przy czym ilościowo dominowały irydoidy. Zarówno

kiszone owoce, jak i zalewy fermentacyjne wykazywały wysoką aktywność przeciwutleniającą oraz właściwości przeciwcukrzycowe, a najsilniejszą inhibicję α -glukozydazy stwierdzono w zalewach.

Uzyskane wyniki wskazują, że fermentowane niedojrzałe owoce jagody kamczackiej stanowią obiecujący produkt funkcjonalny o wysokim potencjale prozdrowotnym. Wykazano również, że zalewa fermentacyjna jest cennym źródłem związków bioaktywnych i może znaleźć zastosowanie jako składnik żywności funkcjonalnej lub nutraceutyk.

ZASTOSOWANIE NOWOCZESNYCH TECHNIK ANALITYCZNYCH DO BADAŃ OLEJNYCH SPOIW MALARSKICH

KAROL LICZNA², MAGDALENA DZIAĞWA-BECKER¹, MONIKA BIERNAT²

¹*Zakład Herbologii,*

*Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy,
ul. Orzechowa 61, 50-540 Wrocław*

²*Wydział Chemii, Uniwersytet Wrocławski, F. Joliot-Curie 14, 50-353 Wrocław
e-mail: k.licznar@iung.wroclaw.pl*

Słowa kluczowe: naturalne spoiwa malarskie, oleje roślinne, kwasy tłuszczowe, chromatografia, spektroskopia

Identyfikacja naturalnych spoiw organicznych stosowanych w malarstwie tablicowym stanowi jeden z kluczowych elementów badań dostarczających istotnych informacji niezbędnych do przeprowadzenia skutecznych działań konserwatorskich. Celem przeprowadzonych prac było wykorzystanie zaawansowanych technik analitycznych, w tym LC/MS, GC/MS oraz spektroskopii Ramana, do charakterystyki oraz oceny stopnia degradacji naturalnych spoiw malarskich pochodzenia roślinnego. W toku przeprowadzonych badań szczególny nacisk położono na ustalenie zawartości wybranych kwasów tłuszczowych wchodzących w skład naturalnych spoiw olejnych oraz ocenę procesów degradacji zachodzących w tego rodzaju mediach malarskich pod wpływem działania czynników atmosferycznych.

W toku przeprowadzonych eksperymentów wykonano analizę sześciu wybranych olei malarskich pochodzenia naturalnego. Próbkę badano metodą chromatografii cieczowej sprzężonej ze spektrometrią mas (LC/ESI/MS), chromatografii gazowej z wykorzystaniem detektora płomieniowo-jonizacyjnego (GC/FID) oraz spektroskopii Ramana.

Próbki badanych olei scharakteryzowano pod kątem stosunku średnich zawartości kwasu palmitynowego do stearynowego (C_{16}/C_{18}) za pomocą technik chromatograficznych. W wyniku przeprowadzonych eksperymentów spektroskopowych przeanalizowano przebieg procesów starzeniowych, opierając się na wybranych pasmach markerowych.

Na podstawie przeprowadzonych badań przy użyciu metod chromatograficznych scharakteryzowano wybrane spoiwa olejne pod kątem jakościowym i ilościowym. Zastosowanie technik spektroskopowych pozwoliło zbadać procesy degradacji zachodzące w olejach roślinnych w wyniku działań czynników atmosferycznych.

*Prezentowana praca jest wynikiem badań przeprowadzonych na Wydziale Chemii
Uniwersytetu Wrocławskiego.*

Literatura:

1. E.C.L. Rigante, C.D. Calvano, G. Ventura, i T.R.I. Cataldi, „Look but don't touch: Non-invasive chemical analysis of organic paint binders – A review”, *Analytica Chimica Acta*, s. 343251, 2024, doi: <https://doi.org/10.1016/j.aca.2024.343251>.
2. P. Vandenabeele, B. Wehling, L. Moens, H. Edwards, M.D. Reu, i G.V. Hooydonk, „Analysis with micro-Raman spectroscopy of natural organic binding media and varnishes used in art”, *Analytica Chimica Acta*, t. 407, nr 1, s. 261–274, 2000, doi: [https://doi.org/10.1016/S0003-2670\(99\)00827-2](https://doi.org/10.1016/S0003-2670(99)00827-2).
3. I. Bonaduce et al., ‘New Insights into the Ageing of Linseed Oil Paint Binder: A Qualitative and Quantitative Analytical Study’, *PloS One*, vol. 7, p. e49333, Nov. 2012, doi: [10.1371/journal.pone.0049333](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0049333).
4. T. Poli, O. Chiantore, E. Diana, and P. Anna, ‘Drying Oil and Natural Varnishes in Paintings: A Competition in the Metal Soap Formation’, *Coatings*, vol. 11, p. 171, Jan. 2021, doi: [10.3390/coatings11020171](https://doi.org/10.3390/coatings11020171).
5. J.D.J. van den Berg, K.J. van den Berg, and J.J. Boon, ‘Identification of non-cross-linked compounds in methanolic extracts of cured and aged linseed oil-based paint films using gas chromatography–mass spectrometry’, *Journal of Chromatography A*, vol. 950, no. 1, pp. 195–211, 2002, doi: [https://doi.org/10.1016/S0021-9673\(02\)00049-3](https://doi.org/10.1016/S0021-9673(02)00049-3).

AGROSTEMMA GITHAGO – OD PÓL PSZENICY DO BIOREAKTORÓW I LABORATORIÓW ANALITYCZNYCH: NOWA FITOCHEMICZNA KARIERA DAWNEGO CHWASTU

ADAM MATKOWSKI¹, RENETA GEVRENOVA², MONIKA BIELECKA¹,
IZABELA NAWROT-HADZIK¹, MARTA STAFINIAK¹, ALEXANDER SMAKOSZ¹,
MICHAŁ DZIWAŁ¹, SYLWIA ZIELIŃSKA¹, WERONIKA KOZŁOWSKA¹

¹*Katedra Biologii i Biotechnologii Farmaceutycznej i Ogród Botaniczny Roślin
Leczniczych, Uniwersytet Medyczny we Wrocławiu, Borowska 211, 50556, Wrocław*

²*Katedra Farmakognozji i Botaniki Farmaceutycznej, Sofijski Uniwersytet Medyczny,
ul. Dunajska 2, Sofia, Bulgaria*

Słowa kluczowe: saponiny triterpenowe, orientyna, LC-MS

Agrostemma githago L. (Caryophyllaceae) – kąkol polny, był niegdyś uciążliwym chwastem w uprawach zbóż, jednak modernizacja rolnictwa doprowadziła do jego niemal całkowitej eliminacji. Obecnie roślina ta występuje rzadko i przetrwała głównie w siedliskach marginalnych oraz jako gatunek ozdobny. W przeszłości była także wykorzystywana jako roślina lecznicza, jednak współcześnie nie znajduje zastosowania [1]. Celem niniejszej pracy było poszerzenie wiedzy na temat fitochemii oraz biologii molekularnej kąkolu polnego. Materiał roślinny pozyskiwano z upraw polowych oraz z kultur *in vitro*.

Metodyka badań: wysokosprawną chromatografią cieczową sprzężoną z tandemową wysokorozdzielczą spektrometrią mas (UHPLC-HR-MS/MS); kultury komórek, tkanek i organów roślinnych *in vitro*, w tym w bioreaktorach modułowych czasowego zanurzenia; analiza poziomu transkrypcji metodą RT-PCR.

Wyniki i wnioski: Z zastosowaniem wysokorozdzielczej spektrometrii mas sprzężonej z chromatografią cieczową (LC-HRMS) zidentyfikowano 49 glikozydów triterpenowych (mono- i bidesmozydów), których aglikony stanowiły: gypsogenina, kwas kwilajowy, kwas oleanolowy oraz kwas hydroksyoleanolowy. W częściach nadziemnych dominującymi związkami były orientyna i izorientyna, wraz z innymi C-glikozydami flawonowymi. W kulturach bioreaktorowych wykryto orientynę, izorientynę oraz witeksynę, a także pięć ich pochodnych o dodatkowym stopniu glikozylacji. Zawartość saponin triterpenowych była w tych kulturach istotnie niższa oraz mniej złożona w porównaniu z roślinami uprawianymi w warunkach polowych. W celu pogłębienia wiedzy na temat kluczowych etapów regulacji biosyntezy flawonoidów, saponin oraz białek inaktywujących rybosomy (RIP) na poziomie molekularnym, zidentyfikowano sekwencje nukleotydowe homologicznych genów uczestniczących w szlaku biosyntezy flawonoidów metodą RNA-seq, co umożliwi dalsze badania nad regulacją transkrypcyjną z wykorzystaniem RT-PCR.

Podsumowując, ta szybko rosnąca roślina zielna o wysokiej produkcji biomasy może stanowić obiecujące źródło wysoko aktywnych biologicznie polifenoli, obok wcześniej wyizolowanych saponin i białek inaktywujących rybosomy, co może mieć zastosowanie w farmacji, a także ochronie roślin.

Literatura:

1. Smakosz A, Matkowski A, Nawrot-Hadzik I. Phytochemistry and Biological Activities of *Agrostemma* Genus—A Review. *Plants* 13(12): 1673, 2024. DOI: 10.3390/plants13121673

Badania były finansowane międzynarodowym grantem NCN/DFG, no. 2020/39/I/NZ7/01515/RIPSAPO i grantem dla Uniwersytetu Medycznego w Sofii nr. BG-RRP-2.004-0004-C01.

FITOCHEMIA W OCHRONIE ROŚLIN: POTENCJAŁ, OGRANICZENIA I TECHNOLOGICZNE PERSPEKTYWY

JAROSŁAW MOŁDOCH

*Zakład Fitochemii,
Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy,
ul. Czartoryskich 8, 24-100 Puławy*

Słowa kluczowe: biopestycydy, metabolity wtórne, oporność szkodników, nanokapsułkowanie

Straty w plonach wywoływane przez czynniki biotyczne sięgają globalnie 20–40% [1]. Narastająca presja regulacyjna, w tym wymogi Europejskiego Zielonego Ładu, wymusza poszukiwanie zrównoważonych metod ochrony upraw. Jedną z odpowiedzi na ten problem jest powrót do stosowania substancji swoistych. Rośliny w toku koewolucyjnego „wyścigu zbrojeń” wykształciły potężny arsenał biochemiczny, którego historyczne i empiryczne wykorzystanie położyło podwaliny pod racjonalne projektowanie biopreparatów nie tylko dla rolnictwa.

Złożone ekstrakty roślinne działają wielotorowo, co drastycznie utrudnia szkodnikom wykształcenie oporności [2]. Kluczowe szlaki tej aktywności obejmują neurotoksyczne zaburzanie kinetyki kanałów sodowych przez estry kwasu chryzantemowego (pyretryny), endokrynologiczne blokowanie kaskady hormonu wylinki przez złożone limonoidy (azadyrachtyna) [3] oraz lizę kutykuli i błon komórkowych wywołowaną przez monoterpény.

Praktyka polowa bezlitośnie weryfikuje jednak użyteczność surowych ekstraktów. Związki te są wysoce niestabilne: pod wpływem promieniowania UV ulegają gwałtownej fotooksydacji, a ich lotność skraca czas działania [4]. Z rolniczego punktu widzenia problematyczny jest brak natychmiastowego uśmiercania szkodnika (knock-down) oraz ryzyko fitotoksyczności. Należy również odrzucić mit o bezwzględным bezpieczeństwie substancji naturalnych, co dobitnie potwierdza przypadek rotenonu – wycofanej ichtiotoksyny o udokumentowanym działaniu neurodegeneracyjnym [5].

Rozwiązaniem tych barier aplikacyjnych jest technologiczna stabilizacja fitokompleksów. Zastosowanie dyspersji nanoemulsyjnych oraz mikrokapsułkowania w matrycach biopolimerowych (np. chitozan, zeina kukurydziana) skutecznie chroni substancje czynne przed środowiskową degradacją i pozwala na ich kontrolowane uwalnianie [6]. Komercyjny sukces nowej generacji botanicznych środków ochrony roślin zależy dziś od ścisłej, pragmatycznej integracji wiedzy z zakresu fitochemii (identyfikacja matryc), technologii postaci leku (nanonośniki) oraz agrotechniki (wdrożenie polowe).

Literatura:

1. Pereira i wsp. (2024). Flavonoids as insecticides in crop protection—a review of current research and future prospects. *Plants*, 13(6), 776.
2. Chibani i wsp. (2026). Sustainable pest control: Assessing binary terpene combinations and pyrethroid synergy in *Spodoptera frugiperda* (fall armyworm) management. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 133(2), 54.
3. Devi i Gogoi (2023). Neem as a potential biopesticide and biofertilizer-A review. *Research Journal of Pharmacy and Technology*, 16(4), 2029-2034.
4. Sarmah i wsp. (2025). Innovative formulation strategies for botanical-and essential oil-based insecticides. *Journal of Pest Science*, 98(1), 1-30.
5. Casella i wsp. (2023). Phytotoxic effects of essential oils from six Lamiaceae species. *Agronomy*, 13(1), 257.
6. Bhavani Ganapathy i wsp. (2026). Veterinary Entomology and Public Health: Mitigating the Impact of Arthropod Vectors on Animal Health. *Journal of Animal Environment*, 18(1S), 860-870.

CHARAKTERYSTYKA FITOCHEMICZNA EKSTRAKTÓW WODNO-ETANOLOWYCH Z WYBRANYCH SUROWCÓW ROŚLINNYCH

BARBARA MONIUSZKO-SZAJWAJ¹, MARIOLA KOZŁOWSKA², HANNA KOWALSKA²,
MARIUSZ KOWALCZYK¹

¹*Zakład Fitochemii,
Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy,
ul. Czartoryskich 8, 24-100 Puławy*

²*Katedra Chemii, Instytut Nauk o Żywności,
ul. Nowoursynowska 159C, 02-776 Warszawa*

Słowa kluczowe: korzeń omanu, korzeń luzei, ziele serdecznika, ziele połonicznika, UHPLC-QTOF-MS

Surowce roślinne stanowią cenne źródło licznych metabolitów wtórnych, w tym związków fenolowych o potencjalnych właściwościach przeciwutleniających i przeciwzapalnych. Ich zawartość oraz profil chemiczny zależą między innymi od gatunku rośliny, rodzaju zastosowanego surowca oraz warunków prowadzenia procesu ekstrakcji. Oznaczenie całkowitej zawartości polifenoli, uzupełnione analizą chromatograficzną poszczególnych związków fenolowych, umożliwia dokładniejszą charakterystykę fitochemiczną otrzymanych ekstraktów. Uzyskane informacje mogą stanowić podstawę do oceny potencjału biologicznego badanych surowców oraz możliwości ich wykorzystania w opracowywaniu preparatów o właściwościach prozdrowotnych.

Celem pracy była ocena zawartości polifenoli ogółem oraz charakterystyka profilu związków fenolowych w wodno-etanolowych ekstraktach otrzymanych z korzenia omanu (*Inula helenium* L.), korzenia luzei (*Rhaponticum carthamoides*), ziela serdecznika (*Leonurus cardiaca* L.) oraz ziela połonicznika (*Herniaria glabra* L.). Analizę całkowitej zawartości polifenoli przeprowadzono metodą spektrofotometryczną, natomiast identyfikację związków fenolowych wykonano z wykorzystaniem techniki UHPLC-QTOF-MS.

Badane ekstrakty różniły się pod względem zawartości polifenoli ogółem. Najwyższą zawartość tych związków stwierdzono w ekstrakcie z ziela serdecznika, natomiast najniższą w ekstrakcie z korzenia omanu. Pośrednie wartości uzyskano dla ekstraktów z korzenia leuzei oraz ziela połonicznika. Wyniki wskazują na wyraźne zróżnicowanie fitochemiczne analizowanych surowców roślinnych. Analiza UHPLC-QTOF-MS umożliwiła identyfikację związków fenolowych należących przede wszystkim do pochodnych kwasów fenolowych oraz flawonoidów. Zaobserwowane

różnice w profilu jakościowym i ilościowym tych związków mogą stanowić podstawę do dalszych badań nad aktywnością biologiczną otrzymanych ekstraktów.

Przeprowadzone badania potwierdziły, że analizowane surowce roślinne stanowią źródło związków fenolowych, jednak ich zawartość jest silnie zróżnicowana gatunkowo. Mogą one stanowić podstawę do dalszych badań nad właściwościami biologicznymi oraz możliwościami wykorzystania badanych ekstraktów jako naturalnych źródeł substancji bioaktywnych w przemyśle spożywczym, farmaceutycznym i kosmetycznym.

ORGANOSPECYFICZNY ROZKŁAD KWASÓW FENOLOWYCH I FLAWONOIDÓW W RZODKWI OLEISTEJ (*RAPHANUS SATIVUS* VAR. *OLEIFORMIS*)

BARBARA MONIUSZKO-SZAJWAJ, JAROSŁAW MOŁDOCH, MARIUSZ KOWALCZYK

*Zakład Fitochemii,
Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy,
ul. Czartoryskich 8, 24-100 Puławy*

Słowa kluczowe: *Raphanus sativus* var. *oleiformis*, kwasy fenolowe, flawonoidy, TPC, UHPLC-ESI-HRQTOF-MS/MS, UHPLC-PDA-MS

Rzodkiew oleista (*Raphanis sativus* var. *oleiformis*) to odmiana rzodkwi zwyczajnej z rodziny kapustowatych. Jest rośliną jednoroczną, uprawianą głównie jako poplon, zielony nawóz oraz roślina miododajna. Poprawia zdrowotność gleby poprzez działanie fitosanitarne – ogranicza rozwój m.in. mątwika buraczanego.

Rzodkiew oleista jest znanym źródłem związków fenolowych i flawonoidów, jednak ich rozmieszczenie w obrębie rośliny pozostaje słabo scharakteryzowane. Celem badania było profilowanie metabolitów fenolowych odmiany Romesa w pięciu organach – korzeniach, częściach nadziemnych, kwiatach, młodych strąkach i nasionach – oraz ocena wpływu miejsca uprawy na ich zawartość.

Materiał roślinny pochodził z dwóch lokalizacji w województwie lubelskim. Ekstrakty (80% MeOH, ASE 200) analizowano metodą UHPLC-ESI-HRQTOF-MS/MS w trybie faz odwróconych. Cechy molekularne (ok. 240 w trybie jonizacji ujemnej) ekstrahowano w oprogramowaniu open-source patRoön, a analizy wielowymiarowe (PCA, HCA, ANOVA) przeprowadzono w MetaboAnalyst, wyodrębniając 50 markerów różnicujących. Identyfikację oparto na patRoön, SIRIUS oraz narzędziach Bruker i wzorcach komercyjnych. Zawartość kwasów fenolowych i flawonoidów oznaczono ilościowo metodą UHPLC-PDA-MS, a całkowitą zawartość polifenoli (TPC) – kolorymetrycznie.

Analiza PCA i HCA wykazała wyraźną separację poszczególnych organów, przy braku istotnego wpływu lokalizacji uprawy – materiał był względnie jednorodny w obrębie organu, lecz silnie zróżnicowany międzyorganowo. Wśród markerów zidentyfikowano kwasy fenolowe, glikozydy flawonoli (kwercetyny i kemferolu) oraz glikozydy kwasu hydroksybenzoesowego i fenylopropanoidowe. Najwyższą zawartość polifenoli (TPC) odnotowano w kwiatach, najniższą w korzeniach. Wśród kwasów fenolowych w nasionach dominował kwas synapinowy (ponad 60%), podczas gdy w pozostałych organach przeważały kwasy ferulowy i kawowy; w korzeniach zawartość nie przekraczała 2% poziomu w nasionach. Flawonoidy, z dominującą

kemferytryną, gromadziły się głównie w kwiatach i częściach nadziemnych, natomiast w nasionach i korzeniach pozostawały poniżej limitu oznaczalności.

Uzyskane wyniki po raz pierwszy szczegółowo opisują rozkład związków fenolowych rzodkwi oleistej na poziomie organów, wskazując kwiaty jako organ najbogatszy w polifenole i flawonoidy oraz ujawniając odmienny profil kwasów fenolowych nasion.

Badania zostały sfinansowane ze środków Narodowego Centrum Nauki w ramach działania naukowego MINIATURA 7, nr 2023/07/X/NZ9/00546.

COMPARISON OF SELECTED ETHANOLIC EXTRACTION PROCEDURES FOR *EVERNIA PRUNASTRI* (L.) ACH. THALLI FROM POLAND AND FRANCE: SECONDARY METABOLITE PROFILES AND ANTIOXIDANT PROPERTIES

MATYŁDA NAGALSKA¹, EWELINA NOWACKA¹, ALEKSANDRA PIĄTEK¹,
MARION MILLOT², WOJCIECH GRUSZKA³, JUDYTA CIELECKA-PIONTEK⁴,
ELŻBIETA STUDZIŃSKA-SROKA⁴

¹*The Student Scientific Society of Poznan University of Medical Sciences,
Section “Pharmacognosy”, Poznan University of Medical Sciences, 3 Rokietnicka Street,
60-806 Poznan, Poland*

²*Laboratoire des Agroressources, Biomolécules et Chimie pour l’Innovation en Santé
(LABCiS), UR 22722, Université de Limoges, F-87000 Limoges, France*

³*Department of Biological Sciences, Poznan University of Physical Education,
13 Estkowskiego Street, 66-400 Gorzow Wielkopolski, Poland*

⁴*Department of Pharmacognosy and Biomaterials, Poznan University of Medical Sciences,
3 Rokietnicka Street, 60-806 Poznan, Poland*

Keywords: *Evernia prunastri*, ethanolic extraction, secondary metabolites, HPLC, evernic acid, antioxidant activity

Lichens are a valuable source of bioactive secondary metabolites, and *Evernia prunastri* (L.) Ach. serves as a traditional raw material in the fragrance industry. Considering the potential relevance of ethanolic extracts for further pharmaceutical or cosmetic applications, this study aimed to evaluate the effects of selected ethanol-based extraction procedures on the secondary metabolite profile and antioxidant properties of *E. prunastri* extracts.

Two independent batches of *E. prunastri* thalli, collected in Poland and France, were investigated. Dried and ground material was extracted with ethanol using water-bath extraction, ultrasound-assisted extraction, and accelerated solvent extraction at 40°C and 75°C, as well as microwave-assisted extraction at 75°C, using the same overall raw material-to-solvent ratio. Total phenolic content was determined by the Folin–Ciocalteu method, while antioxidant properties were evaluated using ABTS, DPPH, CUPRAC, and ferrous ion-chelating assays. Evernic acid, atranorin, usnic acid, and atraric acid were quantified by HPLC.

Extraction conditions were associated with distinct differences in metabolite profiles. In all matched comparisons between 40°C and 75°C, the higher temperature was associated with lower evernic acid and higher atranorin, usnic acid, and atraric acid contents, with the same trend observed in both raw-material batches, although its magnitude varied. Higher extraction temperature was also generally associated

with greater cupric ion-reducing capacity, whereas total phenolic content and radical-scavenging activity showed less consistent temperature-related patterns.

In conclusion, the study shows that the applied ethanol-based extraction conditions shape the chemical and antioxidant characteristics of *E. prunastri* extracts. This supports the targeted selection of extraction conditions, taking into account the intended properties of the final extract, as well as the use of complementary assays for its functional evaluation.

ZNACZENIE FITOCHEMII W ROZWOJU NATURALNYCH STRATEGII PREWENCJI CHOROÓB CYWILIZACYJNYCH

RENATA NOWAK

*Zakład Botaniki Farmaceutycznej Katedry Farmakognozji i Botaniki Farmaceutycznej,
Uniwersytet Medyczny w Lublinie, ul. Chodźki 1, 20-096 Lublin*

Słowa kluczowe: fitochemia, metabolomika, chemoprewencja, standaryzacja, ekstrakty roślinne, grzyby

Celem wykładu jest przedstawienie współczesnej roli fitochemii w poszukiwaniu, identyfikacji i standaryzacji naturalnych substancji oraz wieloskładnikowych ekstraktów roślinnych i grzybowych o potencjalnym znaczeniu w chemoprewencji nowotworów i prewencji innych chorób cywilizacyjnych.

Wykład ma charakter poglądowy i opiera się na krytycznym przeglądzie najnowszego piśmiennictwa naukowego, obejmującego badania przedkliniczne i kliniczne, prace przeglądowe oraz publikacje dotyczące metabolomiki, chemometrii, ekstrakcji, izolacji i mechanizmów działania związków naturalnych. Analizę uzupełniono doświadczeniem oraz wynikami badań własnych w zakresie fitochemii, izolacji i identyfikacji metabolitów oraz oceny aktywności biologicznej surowców i preparatów pochodzenia naturalnego.

Współczesne badania fitochemiczne metabolomu obejmują profilowanie ukierunkowane i nieukierunkowane z wykorzystaniem LC-MS/MS, GC-MS, HPTLC oraz 1D- i 2D-NMR, wspomagane analizą chemometryczną i dereplikacją. Szczególne znaczenie ma frakcjonowanie kierowane aktywnością biologiczną, umożliwiające powiązanie profilu chemicznego ekstraktu z działaniem przeciwzapalnym, antyproliferacyjnym, metabolicznym i modulującym mikrobiotę. Istotnym problemem pozostaje standaryzacja surowców oraz pozyskiwanych preparatów wieloskładnikowych, wymagająca coraz częściej zastosowania wieloparametrowego fingerprintu chemicznego oraz oceny interakcji addytywnych, synergistycznych i antagonistycznych.

W świetle zebranych danych współczesna fitochemia stanowi zasadniczy element interdyscyplinarnego procesu obejmującego ustalenie wzajemnych zależności na linii: **surowiec – metabolom – ekstrakcja – frakcjonowanie – skład – aktywność działania – mechanizm – mikrobiota – bezpieczeństwo stosowania – efekt kliniczny**. Integracja danych chemicznych i biologicznych stanowi podstawę rozwoju skutecznych, standaryzowanych i bezpiecznych preparatów do przyszłej spersonalizowanej chemoprewencji.

BIORAFINACJA BIOMASY ROŚLIN WIELOLETNICH JAKO SPÓSÓB NA OGRANICZENIE NEGATYWNEGO WPLYWU ZWIĄZKÓW BIOLOGICZNIE CZYNNYCH NA AKTYWNOŚĆ MIKROORGANIZMÓW FERMENTACJI METANOWEJ

MARTA OLESZEK¹, ALEKSANDRA BIBOW¹, MAGDALENA DZIĄGWA-BECKER²

¹*Zakład Fitochemii,*

*Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy,
ul. Czarторыskich 8, 24-100 Puławy*

²*Zakład Herbologii,*

*Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy,
ul. Orzechowa 61, 50-540 Wrocław*

Słowa kluczowe: biorafinacja, fermentacja metanowa, rośliny wieloletnie

Fermentacja metanowa jest procesem mikrobiologicznego rozkładu materii organicznej przez złożone konsorcjum mikroorganizmów beztlenowych, których końcowym produktem metabolizmu jest głównie metan i dwutlenek węgla, czyli tzw. biogaz. Dzięki wysokiej wartości energetycznej biogaz jest wykorzystywany jako odnawialne źródło energii do produkcji energii elektrycznej i/lub ciepła.

Biomasa roślin wieloletnich może stanowić potencjalny surowiec do produkcji biogazu z uwagi na szybki wzrost, wysoki plon masy wegetatywnej oraz niższe koszty uprawy w porównaniu z roślinami jednorocznymi, a niekiedy nawet znikome koszty pozyskania ze stanowisk naturalnych. Niemniej jednak biomasa ta jest uważana za trudną z uwagi na wyższą zawartość ligniny, najczęstszego inhibitora procesu fermentacji metanowej.

Jednocześnie byliny cechuje wysoka zawartość fitozwiązków o działaniu biologicznie czynnym, co z jednej strony czyni je dobrym źródłem cennych substancji, a z drugiej niesie ryzyko przeciwdrobnoustrojowego działania na mikroorganizmy w procesie fermentacji metanowej takiej biomasy. Zgodnie z ideą gospodarki obiegu zamkniętego powinno się dążyć do jak najbardziej efektywnego wykorzystania biomasy. Obiecującym rozwiązaniem jest biorafinacja, czyli zrównoważony proces sukcesywnego przetwarzania biomasy na szeroką gamę wartościowych bioproduktów.

Celem badań była ocena przydatności biomasy roślin wieloletnich z rodzajów *Reynoutria* i *Solidago* do przetwarzania w procesie biorafinacji, a także ocena efektu ekstrakcji związków biologicznie aktywnych na późniejszy proces fermentacji metanowej, w celu odzysku energii w formie biogazu.

Wyniki pokazują, że usunięcie ekstraktu z biomasy poprawia efektywność i kinetykę fermentacji metanowej pomimo istotnego wzrostu zawartości trudniej roz-

kładalnych włókien strukturalnych, w tym ligniny. Potwierdzono negatywny wpływ dodatku ekstraktu i czystego związku na aktywność mikroorganizmów. Rezultat ten dowodzi podwójnych korzyści wynikających z biorafinacji biomasy: bardziej efektywnego wykorzystania surowca dzięki pozyskaniu fitozwiązków, ale także uzdatnienia biomasy do produkcji biogazu.

*Badania były częściowo finansowane ze środków projektu RATION
w ramach programu Horyzont Europa, Nr 101084163.*

SEZONOWA ZMIENNOŚĆ SKŁADU LIŚCI BURAKA ĆWIKŁOWEGO

ALEKSANDRA OWCZAREK-JANUSZKIEWICZ, ANNA MARCHELAK,
ZAHRA GOLCHIN FAR, MONIKA A. OLSZEWSKA

*Katedra Farmakognozji, Uniwersytet Medyczny w Łodzi,
ul. J. Muszyńskiego 1, 90-151 Łódź*

Słowa kluczowe: betalainy, flawonoidy, polifenole, LC-MS, *Beta vulgaris* L.

Burak ćwikłowy (*Beta vulgaris* L. subsp. *vulgaris*, grupa Conditiva) jest szeroko uprawianym warzywem użytkowym, udomowionym już w starożytności [3]. Jego korzenie stanowią źródło składników odżywczych oraz wyspecjalizowanych metabolitów roślinnych o korzystnym działaniu na organizm człowieka [1]. Liście buraka, pomimo zastosowania spożywczego w wielu krajach europejskich, są często traktowane jako odpad. Wyniki badań wskazują jednak na ich interesujący skład chemiczny (m.in. rzadkie C-glikozydy flawonowe) oraz na aktywność biologiczną, w tym działanie przeciwcukrzycowe, chemoprewencyjne czy wspierające pracę układu pokarmowego [2]. Dane dotyczące składu chemicznego liści buraka oraz jego zmian w trakcie sezonu wegetacyjnego pozostają jednak ograniczone.

Celem pracy była analiza UHPLC-PDA-ESI-MS/MS profilu metabolitów w ekstraktach z liści dwóch odmian buraka ćwikłowego ('Czerwona Kula', 'Egiptski') oraz prześledzenie zmian zachodzących w trakcie wzrostu roślin.

W ekstraktach wykryto obecność 64 metabolitów, w tym 17 betalain i 23 pochodne flawonoidowe. Uzyskane dane poddano analizie statystycznej (HCA, PCA, dwuczynnikowa ANOVA). Wyniki ujawniły trendy zależne od fazy wzrostu roślin oraz od odmiany.

Liście zebrane w okresie wiosennym i wczesnoletnim zawierały znaczne ilości glikozydowych i acyloglikozydowych pochodnych witeksyny. Stwierdzono także obecność niewielkich ilości glikozydów kwercetyny i izoramnetyny. W obu odmianach zawartość flawonoidów zmniejszała się wraz z postępem sezonu. W liściach zebranych jesienią obserwowano natomiast znaczący wzrost udziału betalain. Dodatkowo odmiana 'Czerwona kula' wykazywała zwiększoną tendencję do tworzenia glikozydów flawonowych z heksozą i deoksyheksozą. W odmianie tej wykryto również szereg pochodnych o prawdopodobnie fenolowej strukturze, które nie były obecne w odmianie 'Egiptski'.

Wyniki wskazują, że badane liście buraka ćwikłowego wykazują istotną zmienność metaboliczną oraz podkreślają znaczenie terminu zbioru dla ukierunkowanego pozyskiwania określonych grup metabolitów z liści buraka ćwikłowego.

Literatura:

1. Akan, S., *et al.* (2021) Red beetroot: Health benefits, production techniques, and quality maintaining for food industry. *Journal of Food Processing and Preservation*, 45(10), e15781.
2. Ayari, A. *et al.* (2025) Beetroot leaf extract enhances gut motility in a model of loperamide-induced constipation in male rats: A phytopharmacological study. *Physiological reports*, 13(17), e70467.
3. Goldman, I.L., Janick, J. (2021) Evolution of Root Morphology in Table Beet: Historical and Iconographic. *Frontiers in Plant Science*, 12, 689926.

POTENCJAŁ FARMACEUTYCZNY SUBSTANCJI SWOISTYCH KORZENI MNISZKA LEKARSKIEGO

SYLWIA PAWELEC, DARIUSZ JĘDREJEK

*Zakład Fitochemii,
Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy,
ul. Czartoryskich 8, 24-100 Puławy*

Mniszek lekarski (*Taraxacum officinale* F.H. Wigg.) jest cenną rośliną zielarską, stanowiącą źródło licznych metabolitów o potencjalnym znaczeniu farmakologicznym. Pomimo wielowiekowego zastosowania, skład chemiczny poszczególnych organów mniszka oraz związki odpowiedzialne za jego aktywność biologiczną nie zostały dotychczas w pełni poznane. Celem badań była kompleksowa charakterystyka profilu chemicznego korzeni *T. officinale*, identyfikacja metabolitów swoistych, określenie ich zmienności sezonowej oraz ocena aktywności cytotoksycznej.

W korzeniach dominowały pochodne laktonów seskwiterpenowych występujące jako aglikony, glikozydy, pochodne malonylowane oraz koniugaty aminokwasowe. Zastosowanie Design of Experiments (DoE) pozwoliło na optymalizację procesu ekstrakcji związków biologicznie czynnych. Analiza UHPLC-HR-QTOF-MS/MS oraz identyfikacja strukturalna z wykorzystaniem NMR umożliwiły scharakteryzowanie ośmiu nowych struktur chemicznych.

Oceniono również aktywność cytotoksyczną wybranych frakcji i związków wobec komórek raka piersi MCF-7 i MDA-MB-231. Największe zainteresowanie wzbudziła aktywność frakcji zawierających kwasy hydroksycynamonowe oraz nowo zidentyfikowanego koniugatu TA-Pro-Glc, wskazująca na ich potencjał przeciwnowotworowy. Wyniki wykazały istotny wpływ terminu zbioru na skład jakościowy i ilościowy metabolitów – materiał wiosenny charakteryzował się większą powtarzalnością profilu chemicznego oraz wyższą zawartością substancji biologicznie czynnych.

Uzyskane wyniki poszerzają wiedzę o metabolomie *T. officinale*, wskazując jednocześnie nowe struktury chemiczne oraz frakcje o potencjalnym znaczeniu farmakologicznym. Kompleksowe połączenie analiz metabolomicznych, identyfikacji strukturalnej i badań aktywności biologicznej stanowi podstawę do dalszych badań nad wykorzystaniem mniszka jako źródła substancji o potencjale terapeutycznym oraz do opracowania standardów jakościowych dla surowców i preparatów na jego bazie.

ANALIZY METABOLOMICZNE LC-MS I GC-MS GATUNKÓW MCHÓW I WĄTROBOWCÓW UJAWNIAJĄ ICH NIEZWYKŁĄ RÓŻNORODNOŚĆ CHEMICZNĄ

ŁUKASZ PECIO^{1,2}, AGNIESZKA LUDWICZUK³, BENITA HRYC²

¹*Zakład Fitochemii,*

*Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy,
ul. Czartoryskich 8, 24-100 Puławy*

²*Zakład Chemii Produktów Pochodzenia Naturalnego,
Uniwersytet Medyczny w Lublinie, ul. Chodźki 1, 20-093 Lublin*

³*Zakład Farmakognozji z Ogrodem Roślin Leczniczych,
Uniwersytet Medyczny w Lublinie, ul. Chodźki 1, 20-093 Lublin*

Słowa kluczowe: mchy, wątrobowce, metabolomika, LC-MS, GC-MS, chemotaksonomia, BRYOMOLECULES

Mszaki (mchy i wątrobowce) należą do najstarszych linii roślin lądowych i stanowią wciąż niedocenione źródło zróżnicowanych metabolitów wtórnych o potencjale biotechnologicznym. W ramach projektu BRYOMOLECULES przeprowadzono profilowanie metabolomiczne 57 akcesji mchów (48 gatunków) oraz 86 akcesji wątrobowców (36 gatunków), pochodzących z kultur aksenicznych i zbiorów terenowych z obszaru Europy. Celem badań była ocena zróżnicowania metabolomicznego obu grup mszaków oraz określenie wartości chemotaksonomicznej wykrytych wzorców metabolicznych z wykorzystaniem metod statystyki wielowymiarowej.

Materiał poddano sekwencyjnej ekstrakcji rozpuszczalnikami o rosnącej polarności (eter dietylowy, metanol/chloroform, metanol), a profile metabolomiczne uzyskano metodami GC-MS-EI-Q oraz HPLC-HRAM-MS-ESI-QToF. Dane przetworzono w programie MS-DIAL, a metabolity identyfikowano na podstawie bibliotek widmowych, wzorców referencyjnych i fragmentacji MS/MS zgodnie z poziomami pewności MSI. Zróżnicowanie metabolomiczne oceniono metodami PCA i HCA.

Analizy ujawniły niezwykle bogaty i zróżnicowany metabolom obu grup mszaków, obejmujący flawonoidy, kwasy fenolowe, kumaryny, terpenoidy, sterole, bibenzyle, bisbibenzyle oraz kwasy tłuszczowe. Wątrobowce wykazały istotnie bogatszy metabolizm wtórny niż mchy, zdominowany przez strukturalnie unikatowe bibenzyle i bisbibenzyle silnie różnicujące taksony na poziomie rodzaju i gatunku, podczas gdy profil mchów cechował zachowany rdzeń metaboliczny przy zróżnicowaniu na poziomie rodzaju i rodziny. Modele PCA i HCA pozwoliły na jednoznaczne rozdzielenie prób zgodnie z przynależnością taksonomiczną, potwierdzając wartość diagnostyczną profili metabolomicznych jako narzędzia komplementarnego wobec klasyfikacji morfologicznej i genetycznej.

Uzyskane wyniki potwierdzają, że zintegrowane podejście metabolomiczne (GC-MS i LC-MS) jest skutecznym narzędziem charakterystyki różnorodności chemicznej mszaków i identyfikacji markerów chemotaksonomicznych, stanowiąc podstawę dalszych prac w zakresie bioprospekcji i elucydacji szlaków biosyntezy w ramach projektu BRYOMOLECULES.

*Badania zrealizowano przy wsparciu projektu
nr 101135305 – HORIZON-CL6-2023-CircBio-01-4 (BRYOMOLECULES).*

STANDARYZACJA FITOCHEMICZNA CHEMOWARÓW *CANNABIS SATIVA* L. – WPŁYW WIELKOŚCI KWIATOSTANÓW NA PROFIL KANNABINOIDÓW I TERPENOIDÓW

ŁUKASZ PECIO¹, DARIUSZ JĘDREJEK¹, WIESŁAW OLESZEK², TOMASZ STUCZYŃSKI²

¹*Zakład Fitochemii,*

*Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy,
ul. Czartoryskich 8, 24-100 Puławy*

²*Centrum Uprawy Roślin Leczniczych,*

*Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy,
ul. Jasna 12, 42-512 Psary*

Słowa kluczowe: *Cannabis sativa* L., chemotyp, chemometria, standaryzacja fitochemiczna, efekt otoczenia

Fitochemiczna złożoność konopi medycznych (*Cannabis sativa* L.) wynika ze zróżnicowanego składu kannabinoidów i terpenoidów, których wzajemne interakcje opisywane są w literaturze jako tzw. efekt otoczenia. Zrozumienie i standaryzacja tego zróżnicowania stanowią istotny element zapewnienia powtarzalności jakościowej surowca i preparatów konopnych. Celem badań była charakterystyka architektury fitochemicznej dziewięciu odmian konopi medycznej oraz ocena stabilności ich profilu chemicznego w zależności od wielkości (kalibru) kwiatostanów.

Profil fitochemiczny obejmujący 25 głównych metabolitów (6 kannabinoidów i 19 terpenoidów) poddano wielowymiarowej analizie chemometrycznej z wykorzystaniem PCA, LDA, analizy wariancji ASCA oraz analizy danych kompozycyjnych (CoDA). Model LDA, zweryfikowany walidacją krzyżową metodą leave-one-out, pozwolił na uzyskanie wysokiej skuteczności klasyfikacji (dokładność = 0,968) i wyodrębnienie czterech głównych chemowarów: pinenowo-CBG, seskwiterpenowo-eudesmolowego, CBD-kariofilenowego oraz THC-CBG-terpineolowego. Odmiana 802-03 wykazała się najwyższą różnorodnością chemiczną i entropią Shannona ($H \approx 0,99$), świadczącą o zbalansowanym profilu CBD-CBC-mircenowym.

W celu syntetycznego opisu złożoności chemicznej opracowano cztery kompozytowe wskaźniki potencjału fitochemicznego (przeciwbólowy, nasenny, przeciwpalny, modulujący metabolizm), odzwierciedlające wyłącznie skład chemiczny, a nie zweryfikowane działanie farmakologiczne. Analiza wektorowa ($\cos \theta > 0,99$) wykazała wysoką stabilność kierunkową względnych proporcji tych wskaźników między skrajnymi wielkościami kwiatostanów (XS–L), co świadczy o zachowaniu jakościowej charakterystyki profilu niezależnie od kalibru, a nie o równoważności siły działania. Analiza ASCA i modele CoDA wykazały ponadto, że kaliber wpływa istotnie na bezwzględne stężenia metabolitów, lecz nie zmienia systematycznie ich relatywnych proporcji, czyli bazowej tożsamości chemotypowej.

Wyniki wskazują, że klasyfikacja chemotypowa konopi medycznej powinna opierać się na względnych proporcjach metabolitów i wskaźnikach składu fitochemicznego, a nie wyłącznie na bezwzględnej zawartości THC i CBD. Takie podejście stanowi podstawę rygorystycznej standaryzacji fitochemicznej surowca, istotnej dla zapewnienia powtarzalności jakościowej produktów z konopi medycznej.

Literatura:

1. Russo E.B. (2011). Taming THC: potential cannabis synergy and phytocannabinoid-terpenoid entourage effects. *British Journal of Pharmacology*, 163(7): 1344-1364.

OPTIMALIZACJA IZOLACJI ZWIĄZKÓW NIESAPONINOWYCH Z *HERNIARIA GLABRA* L.

SOŁOMIA PECIO¹, ŁUKASZ PECIO^{1,2}, EWA KOBYSKA³, MACIEJ ZOSICZ³,
KAMIL WOJCIECHOWSKI³

¹*Zakład Fitochemii,*

Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy, Puławy.

²*Zakład Chemii Produktów Pochodzenia Naturalnego, Uniwersytet Medyczny w Lublinie*

³*Wydział Rolnictwa i Leśnictwa, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie*

Słowa kluczowe: *Herniaria glabra* L., Caryophyllaceae, γ -pirony, izolacja

Ekstrakt wodny z *H. glabra* L. charakteryzuje się złożonym profilem fitochemicznym. Frakcjonowanie na kolumnie RP-C18 z użyciem gradientu acetonitrylu (od 5% do 100%) z dodatkiem 0,1% FA, w połączeniu z chromatografią żelową na nośniku Sephadex LH-20, pozwala na wstępne rozdzielenie saponin od związków niesaponinowych [1].

Celem badań była optymalizacja izolacji i doczyszczania docelowych związków niesaponinowych: glikozydów typu γ -pironów z frakcji HGW15 oraz flawonoidów z frakcji HGW20-25-A-2.

Z frakcji HGW15 (1,9 g) usunięto substancje balastowe poprzez trzykrotną ekstrakcję ciecz-ciecz octanem etylu z roztworu wodnego (0,1% FA). Następnie roztwór naniesiono na kolumnę Biotage Sfar C18 D (Duo 100 A, 30 μ m, 30 g). Elucja w gradiencie schodkowym (MeOH – H₂O z 0,1% FA) pozwoliła na uzyskanie likoagrozylu B (LB) o czystości ok. 50% (ERETIC, NMR). Na tym etapie, po raz pierwszy, wyodrębniono również kwas 2-*O*-kawoilo-hydroksycytrynowy, związek wcześniej nieopisany w rodzaju *Herniaria* L. Frakcję z LB doczyszczano następnie na złożu Polyamide 6 (PA-6), stosując jako fazę ruchomą 0,5% AcOH, co pozwoliło uzyskać 276 mg produktu o czystości ok. 80%.

Frakcję flawonoidową HGW20-25-A-2 (1,5 g) naniesiono na sucho (~300 mg preparatu na Celit) na kolumnę Biotage Sfar C18 D (30 g). Zastosowanie gradientu schodkowego MeCN – H₂O z 0,1% FA umożliwiło wyodrębnienie frakcji zawierających rutynę, apiorutynę oraz narcyzynę. Rutynę poddano krystalizacji na gorąco z EtOH, uzyskując 209 mg produktu o bardzo wysokich parametrach (wydajność 80%, czystość 97%). Narcyzynę krystalizowano na gorąco z MeOH (wydajność 74%). W celu precyzyjnego oddzielenia heksozydu izoramnetyny od narcyzyny, zastosowano złożę PA-6 w gradiencie schodkowym 5%–50% MeOH z 0,5% AcOH. W rezultacie uzyskano 515 mg narcyzyny o czystości ok. 90%. Z kolei apiorutynę doczyszczano na złożu PA-6, wykorzystując płytki gradient 1%–10% MeOH w 0,5% AcOH, otrzymując ostatecznie 90 mg związku o czystości ok. 80%.

Kombinacja różnych technik chromatograficznych oraz klasyczna krystalizacja stanowi wysoce wydajne podejście do oczyszczania związków niesaponinowych z *H. glabra*. Pozwoliło to nie tylko na uzyskanie m.in. rutyny, apiorutyny, narcyzyny i likoagrozydu B o zadowalających czystościach, ale umożliwiło również zidentyfikowanie zupełnie nowego dla tego taksonu metabolitu – kwasu 2-*O*-kawoilo-hydroksycytrynowego.

Literatura:

1. Pecio, S., Pecio Ł., Wojciechowski K. (2025). Surface activity of herniariasaponin and non-saponin fractions of *Herniaria* L. species. Journal of Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects, 704 (135433): 1-11.

Badania zostały sfinansowane przez NCN, grant nr 2025/57/B/ST4/01341.

PROFILOWANIE FITOCHEMICZNE CZĘŚCI NADZIEMNYCH I PODZIEMNYCH *CARLINA ACAULIS* L. I *CARLINA VULGARIS* L. W KONTEKŚCIE ICH POTENCJAŁU NEUROPROTEKCYJNEGO

AGATA SOLUCH¹, JAROSŁAW MOŁDOCH¹, MONIKA AGACKA-MOŁDOCH²,
MONIKA RUDKOWSKA³, KAROLINA WOJTUNIK-KULESZA⁴

¹Zakład Fitochemii,

Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy,
ul. Czartoryskich 8, 24-100 Puławy

²Zakład Biotechnologii i Hodowli Roślin,

Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy,
ul. Czartoryskich 8, 24-100 Puławy

³Samodzielna Pracownia Badań Behawioralnych, Uniwersytet Medyczny w Lublinie,
ul. Chodźki 4A, 20-093 Lublin, Polska

⁴Katedra Chemii Nieorganicznej, Uniwersytet Medyczny w Lublinie,
ul. Chodźki 4A, 20-093 Lublin, Polska

Słowa kluczowe: *Carlina acaulis* L., *Carlina vulgaris* L., *Asteraceae*, profilowanie fitochemiczne, flawonoidy C-glikozydowe, kwasy fenolowe, choroby neurodegeneracyjne, neuroprotekcja, stres oksydacyjny

Choroby neurodegeneracyjne, takie jak choroba Alzheimera, stanowią jedno z największych wyzwań współczesnej medycyny. Poszukiwanie nowych, wielokierunkowo działających substancji pochodzenia naturalnego skupia się m.in. na rodzinie *Asteraceae*. Celem pracy była szczegółowa charakterystyka profilu fitochemicznego oraz ocena właściwości neuroprotektoryjnych i przeciwutleniających ekstraktów z części nadziemnych (liście, kwiatostany) oraz podziemnych (korzenie) dwóch gatunków z rodzaju *Carlina* (*Carlina acaulis* L. – CA oraz *Carlina vulgaris* L. – CV). Profilowanie metaboliczne ujawniło wyraźne zróżnicowanie chemotaksonomiczne między badanymi gatunkami. CA wykazuje cechy chemotypu tzw. kwasowego, z dominacją kwasu 5-O-kaffeoilochinowego (5-CQA), którego najwyższe stężenie odnotowano w liściach oraz kwiatostanach. CV charakteryzuje się natomiast chemotypem „flawonoidowym”, w którym dominują flawonoidy C-glikozydowe – głównie orientyna oraz szaftozyd w liściach oraz szaftozyd w kwiatostanach. Unikalnym markerem gatunkowym dla CV okazał się karlinozyd (brak obecności w CA). Ważnym osiągnięciem naukowym jest pierwsza, jak dotąd, detekcja flawonolignanów (m.in. salkoliny A lub B oraz pochodnych trycyny) w korzeniach obu gatunków. W badaniach aktywności biologicznej ekstrakty z liści CA oraz kwiatostanów CV wykazały najsilniejsze właściwości przeciwutleniające w teście DPPH. Wszystkie

ekstrakty wykazały zdolność do redukcji jonów Fe(III) oraz chelatowania jonów Fe(II), co jest kluczowe w kontekście zapobiegania ferroptozie. W testach enzymatycznych ekstrakty z liści obu gatunków przy stężeniu 1 mg/mL hamowały enzymy, acetylocholinoesterazy (AChE) i butyrylocholinoesterazy (BChE), na poziomie przekraczającym 50%, wykazując preferencyjną kinetyczną selektywność w kierunku inhibicji BChE.

Uzyskane wyniki wskazują na istotne zróżnicowanie chemiczne obu gatunków oraz potwierdzają, że ekstrakt z powszechnie występującego CV może stanowić wartościową alternatywę fitochemiczną dla objętego ochroną CA. Ze względu na połączenie stabilnych C-glikozydów i kwasów fenolowych o działaniu antyoksydacyjnym oraz zdolności do selektywnej inhibicji BChE i chelatowania metali, obie rośliny stanowią obiecujący surowiec do dalszych badań nad wspomaganiem terapii schorzeń neurodegeneracyjnych.

Badania zostały częściowo sfinansowane przez Narodowe Centrum Nauki w ramach projektu badawczego nr 2024/53/N/NZ9/01227 (PRELUDIUM).

NATURALNE ROZPUSZCZALNIKI GŁĘBOKO EUTEKTYCZNE (NADES) JAKO ALTERNATYWA DLA ETANOLU W EKSTRAKCY ZWIĄZKÓW FENOLOWYCH Z LIŚCI CZARNEJ PORZECZKI

MONIKA STASZOWSKA-KARKUT, MAŁGORZATA MATERSKA, BARBARA CHILCZUK,
MARZENA PABICH

*Katedra Chemii, Wydział Nauk o Żywności i Biotechnologii,
Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, ul. Akademicka 13, 20-950 Lublin*

Słowa kluczowe: NADES, DES, związki fenolowe, zielona chemia

Liście czarnej porzeczki (*Ribes nigrum*) są cennym źródłem związków fenolowych o właściwościach przeciwutleniających. Mimo to ich potencjał nadal nie jest wykorzystywany w wystarczającym stopniu. Zwykle są one surowcem traktowanym jako produkt uboczny uprawy owoców. Jednak ich wykorzystanie wpisuje się w aktualne trendy związane z waloryzacją produktów ubocznych przemysłu rolnospożywczego, gospodarką o obiegu zamkniętym oraz rozwojem zrównoważonych metod pozyskiwania naturalnych związków bioaktywnych przeznaczonych do zastosowań w żywności funkcjonalnej. W ostatnich latach rosnącym zainteresowaniem cieszą się naturalne rozpuszczalniki głęboko eutektyczne (NADES), uznawane za przyjazną środowisku alternatywę dla konwencjonalnych rozpuszczalników organicznych stosowanych w ekstrakcji związków bioaktywnych.

Celem pracy była ocena efektywności wybranych NADES w ekstrakcji związków fenolowych z liści czarnej porzeczki oraz porównanie ich skuteczności z ekstrakcją prowadzoną przy użyciu 80% etanolu i wody. Do badań zastosowano dwa układy NADES oparte na chlorku choliney – chlorek choliney: glicerol (1:2) oraz chlorek choliney: kwas mlekowy (1:2), zawierające 30% dodatku wody.

Wyniki potwierdzają, że naturalne rozpuszczalniki głęboko eutektyczne mogą stanowić skuteczną i zrównoważoną alternatywę dla tradycyjnych rozpuszczalników stosowanych w ekstrakcji związków bioaktywnych z liści czarnej porzeczki.

ZWIĄZKI BIOAKTYWNE WYBRANYCH GATUNKÓW RÓŻ OWOCOWYCH (*ROSA* SPP.)

ANICETA ŚLĘCZKA¹, MIROŚŁAWA TELESZKO¹, MARTA WILK²

¹*Katedra Technologii Żywności i Żywienia,*

²*Katedra Inżynierii Bioprocusowej, Wydział Inżynierii Produkcji,
Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu, ul. Komandorska 118/120, 53-345 Wrocław*

Słowa kluczowe: róża, polifenole, elagotaniny, kwas askorbinowy, GOPO, karotenoidy, aktywność biologiczna

Pseudoowoce róż (*Rosa* spp.) są cennym, choć wciąż niedocenianym źródłem szerokiej gamy związków bioaktywnych o wszechstronnym potencjale prozdrowotnym. Stąd też celem niniejszej pracy była przeglądowa charakterystyka i porównanie profilu fitochemicznego oraz właściwości biologicznych pięciu gatunków róż: *Rosa canina* L., *Rosa rugosa* Thunb., *Rosa rubiginosa* L., *Rosa spinosissima* L. oraz *Rosa pomifera* Herrm.

Piśmiennictwo wskazuje, że pseudoowoce róż charakteryzują się nie tylko wysoką zawartością kwasu askorbinowego, ale także polifenoli i karotenoidów, przy czym ich profil zależy zarówno od gatunku, genotypu, warunków środowiskowych, stopnia dojrzałości, jak i sposobu przetwarzania surowca (Fascella i in. 2019, Medveckienė i in. 2020, Stamin i in. 2024). Wśród związków zidentyfikowanych w rozpatrywanych gatunkach *Rosa* znajdują się m.in. katechina, kwercetyna, rutyna, liczne fenolokwasy, m.in. galusowy, chlorogenowy, kawowy, ferulowy i elagowy (Koczka i in. 2018, Liaudanskas i in. 2021) oraz karotenoidy: likopen, luteina i ze-aksantyna (Fan i in. 2014). Wysoką zawartość elagotanin oznaczono szczególnie w *R. canina* i *R. rugosa*, natomiast dane dotyczące *R. rubiginosa*, *R. spinosissima* i *R. pomifera* pozostają w tym względzie ograniczone (Fecka 2009, Milala i in. 2023).

Najlepiej udokumentowaną właściwością pseudowoców róż, determinującą ich potencjał prozdrowotny, jest przede wszystkim silna aktywność przeciwutleniająca związana z obecnością lipo- jak i hydrofilnych związków. Wykazywano także ich działanie przeciwzapalne, przeciwbakteryjne i potencjalnie przeciwcukrzycowe (Peña i in. 2023, Nicolescu i in. 2022). Szczególnie cennym związkiem obecnym w *Rosa* ssp. jest galaktolipid – GOPO, którego właściwości przeciwzapalne i chondroprotektoryjne zostały najlepiej opisane w kontekście *R. canina* (Fan i in. 2014, Winther i in. 2016, Gruenwald i in. 2019).

Pseudoowoce krzewów z rodzaju *Rosa* stanowią perspektywiczny surowiec do wykorzystania w żywności funkcjonalnej i nutraceutykach. Jednocześnie konieczne są dalsze badania nad zróżnicowaniem fitochemicznym poszczególnych gatunków, szczególnie nad występowaniem GOPO oraz pełną charakterystyką elagotanin w mniej poznanych gatunkach *Rosa* spp.

CZY WYCIĄGI ROŚLINNE MOGĄ BYĆ WSPARCIEM W OCHRONIE ROŚLIN PRZED LARWAMI CHRABĄSZCZA MAJOWEGO?

MAŁGORZATA TARTANUS¹, WITOLD DANELSKI¹, ROBERT KOBIERSKI¹,
DANUTA SOLECKA², ANNA SZAKIEL², ELIGIO MALUSA¹

¹*Instytut Ogrodnictwa – Państwowy Instytut Badawczy,
ul. Konstytucji 3 Maja 1/3, 96-100 Skierniewice*

²*Wydział Biologii, Uniwersytet Warszawski
ul. I. Miecznikowa 1, 02-096 Warszawa*

Słowa kluczowe: pędraki, chrabąszcz majowy, wyciągi roślinne, zachowanie szkodników, olfaktometr, truskawka

Larwy chrabąszcza majowego (*Melolontha melolontha*) są trudnymi do zwalczania szkodnikami glebowymi, a ich żerowanie na systemie korzeniowym może powodować znaczne uszkodzenia roślin, w tym ich zamieranie. Jednym z kierunków poszukiwania metod alternatywnych wobec chemicznych środków ochrony roślin jest wykorzystanie biologicznie aktywnych substancji pochodzenia roślinnego. Celem badań była ocena wpływu wybranych wyciągów roślinnych na zachowanie pędraków i kierunek ich przemieszczania się w glebie oraz wstępna ocena możliwości wykorzystania tego zjawiska w ochronie roślin.

Badania przeprowadzono w latach 2019–2020 w warunkach szklarniowych z wykorzystaniem specjalnie skonstruowanego olfaktometru. Wyciągi wodno-alkoholowe aplikowano na neutralne zapachowo gąbki umieszczone przy roślinach truskawki (*Fragaria* × *ananassa*), a po zakończeniu poszczególnych serii obserwacji określano rozmieszczenie pędraków w poszczególnych częściach urządzenia. W 2019 roku badano wyciągi z korzeni mniszka lekarskiego (*Taraxacum officinale*), nagietka lekarskiego (*Calendula officinalis*), gryki (*Fagopyrum esculentum*) i szalwii lekarskiej (*Salvia officinalis*), natomiast w 2020 roku z aksamitki (*Tagetes* spp.), nagietka, gryki, korzeni mniszka oraz nostrzyka białego (*Melilotus albus*).

W 2019 roku spośród 192 wykorzystanych pędraków 119 osobników (62,0%) przemieściło się w kierunku roślin truskawki z wyciągami, podczas gdy 37 (19,3%) znaleziono przy roślinach bez zastosowania wyciągów. Najsilniejszą reakcję stwierdzono w przypadku nagietka (70,8%) i mniszka (68,7%), natomiast dla szalwii i gryki udział reagujących osobników wynosił odpowiednio: 56,2 i 52,1%. W 2020 roku reakcję na wyciągi stwierdzono u 41,1% pędraków. Największy udział osobników przemieszczających się w kierunku roślin z zastosowaniem wyciągów odnotowano ponownie dla nagietka (61,1%), a następnie aksamitki (58,3%) i gryki (52,8%). Słabszą reakcję pędraków zaobserwowano dla mniszka (33,3%). W przypadku no-

strzyka żadnego z 36 badanych pędraków nie znaleziono przy roślinie z wyciągiem, natomiast większość osobników nie wykazała ukierunkowanej reakcji.

Uzyskane wyniki wskazują, że zastosowanie wyciągów roślinnych może modyfikować zachowanie pędraków i kierunek ich przemieszczania się w glebie. Efekt ten był zależny od gatunku rośliny wykorzystanej do przygotowania wyciągu i nie miał jednolitego charakteru odstrasżającego. Brak przemieszczania się pędraków w kierunku wariantu z wyciągiem z nostryka może wskazywać na jego potencjalne działanie odstrasżające, jednak obserwacja ta wymaga potwierdzenia w dalszych badaniach. Zróżnicowana reakcja pędraków na badane wyciągi wskazuje na zasadność dalszych badań nad wykorzystaniem substancji pochodzenia roślinnego do modyfikowania zachowania szkodników glebowych jako elementu wspomagającego ochronę roślin.

**BIOSTYMULACJA WYCIĄGIEM Z MNISZKA LEKARSKIEGO
WYBRANYCH ODMIAN TRUSKAWEK**

MAŁGORZATA TARTANUS¹, WITOLD DANELSKI¹, DANUTA SOLECKA², ANNA SZAKIEL²,
ELIGIO MALUSA¹

¹*Instytut Ogrodnictwa – Państwowy Instytut Badawczy,
ul. Konstytucji 3 Maja 1/3, 96-100 Skierniewice*

²*Wydział Biologii, Uniwersytet Warszawski,
ul. I. Miecznikowa 1, 02-096 Warszawa*

Słowa kluczowe: mniszek lekarski, *Taraxacum officinale*, truskawka, biostymulacja, odmiana, triterpenoidy, sterole

Preparaty pochodzenia roślinnego mogą być źródłem substancji biologicznie aktywnych wpływających m.in. na wzrost i metabolizm roślin uprawnych. Celem badań była ocena biostymulującego działania wyciągu z mniszka lekarskiego (*Taraxacum officinale*) na wybrane odmiany truskawki oraz określenie zróżnicowania ich reakcji na zastosowany zabieg.

Doświadczenie przeprowadzono w 2020 roku z wykorzystaniem pięciu odmian truskawki (*Fragaria* × *ananassa*): ‘Albion’, ‘Florence’, ‘Magnum’, ‘Rumba’ i ‘San Andreas’. Dla każdej odmiany wykorzystano 10 roślin: pięć roślin kontrolnych oraz pięć traktowanych wyciągiem z mniszka lekarskiego. Rośliny uprawiano w doniczkach o średnicy 15 cm. Przez pięć kolejnych dni rośliny w wariancie traktowanym podlewano 10% roztworem wyciągu alkoholowego z mniszka lekarskiego, stosując 50 ml roztworu na roślinę, natomiast rośliny kontrolne podlewano wodą. Po zakończeniu aplikacji rośliny pozostawiono przez siedem dni w warunkach naturalnych, a następnie pobrano liście i korzenie do analiz. Oceniono suchą masę korzeni i liści oraz zawartość i skład wybranych grup metabolitów. Oznaczono całkowitą zawartość związków fenolowych i antocyjanin, a także analizowano skład związków fenolowych oraz zawartość steroli i triterpenoidów pentacyklicznych.

Reakcja roślin na zastosowany wyciąg była zróżnicowana w zależności od odmiany. Najsilniejszy efekt biostymulacyjny, wyrażony przyrostem suchej masy, szczególnie części korzeniowej, stwierdzono u odmian ‘Albion’ i ‘Florence’, u których średni przyrost wynosił 30%. W przypadku odmian ‘Magnum’ i ‘Rumba’ średni przyrost wyniósł 20%, natomiast u ‘San Andreas’ nie zaobserwowano wyraźnej stymulacji wzrostu.

Po zastosowaniu wyciągu z mniszka stwierdzono również zmiany zawartości związków triterpenoidowych. U wszystkich badanych odmian ich zawartość w liściach wzrosła średnio o 20%, a w korzeniach o 5–10%. Szczególnie wyraźne zmiany dotyczyły steroli w korzeniach. Ich całkowita zawartość wzrosła o 10%

w przypadku odmiany ‘San Andreas’, o 65% u ‘Albion’ oraz o 80% u ‘Florence’. U odmiany ‘Florence’ stwierdzono ponadto 80% wzrost całkowitej zawartości związków fenolowych w korzeniach, podczas gdy u pozostałych odmian wartości były zbliżone do roślin kontrolnych. Zawartość antocyjanin nie wykazywała natomiast wyraźnych zmian pod wpływem zastosowanego wyciągu.

Uzyskane wyniki wskazują, że wyciąg z mniszka lekarskiego może wykazywać działanie biostymulujące u truskawki, jednak reakcja roślin jest wyraźnie zależna od odmiany. Najsilniejszą odpowiedź stwierdzono u odmian ‘Albion’ i ‘Florence’ zarówno w odniesieniu do przyrostu biomasy, jak i zmian wybranych parametrów metabolicznych. Wyniki wskazują na potrzebę uwzględniania zróżnicowania odmianowego przy ocenie możliwości wykorzystania preparatów pochodzenia roślinnego jako biostymulatorów.

WYKORZYSTANIE SUBSTANCJI ROŚLINNYCH DO OCHRONY SZKODNIKAMI NA PRZYKŁADZIE ROŚLIN SADOWNICZYCH

MAŁGORZATA TARTANUS¹, ELIGIO MALUSÀ¹, SYLWIA RÓŻAŁSKA²,
MIROSLAWA SŁABA², SYLWIA PAWELEC³, BARBARA MONIUSZKO-SZAJWAJ³

¹*Instytut Ogrodnictwa – Państwowy Instytut Badawczy,
ul. Konstytucji 3 Maja 1/3, 96-100 Skierniewice*

²*Katedra Mikrobiologii Przemysłowej i Biotechnologii, Uniwersytet Łódzki,
ul. Banacha 12/16, 90-237 Łódź*

³*Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy,
ul. Czartoryskich 8, 24-100 Puławy*

Słowa kluczowe: substancje roślinne, wyciągi roślinne, ochrona roślin, szkodniki

Zjawisko allelopatii, czyli korzystnego lub niekorzystnego wzajemnego wpływu roślin jest znane od dawna. Ma to również odniesienie do obecności niepożądanych/pożądanych owadów na plantacjach roślin uprawnych. Jedną z głównych ról w allelopatii odgrywają naturalne substancje wytwarzane przez każdy gatunek rośliny. Czy można je wykorzystać na większą skalę w ochronie roślin? To pytanie zadają nie tylko producenci ekologiczni, ale także naukowcy zajmujący się szeroko pojętą ochroną roślin.

Od wielu lat w Instytucie Ogrodnictwa – PIB we współpracy z innymi jednostkami naukowymi prowadzone są badania nad wykorzystaniem substancji roślinnych w formie różnych wyciągów czy ekstraktów do ograniczania populacji groźnych szkodników upraw sadowniczych, takich jak larwy chrabąszcza majowego (*Melolontha melolontha*) w uprawie truskawki czy różnych gatunków mszyc (*Aphids* spp.) występujących na jabłoni czy czereśni.

Wykorzystanie olejków roślinnych, takich jak choćby olejek pomarańczowy, w ograniczaniu obecności szkodników jest już znane. Jednak wydaje się, że substancje roślinne niekoniecznie muszą być tylko podstawowym składnikiem biopestycydu, ale ich właściwości mogą być atraktantami lub repelentami i stanowić elementy strategii pull-push oraz attract and kill. Dodatkowo substancje roślinne mogą być wykorzystane w synergii z mikroorganizmami (np. z grzybami entomopatogenicznymi z rodzaju *Beauveria* spp. czy *Metarhizium* spp.) czy też makroorganizmami (np. drapieżcami mszyc), aby zwiększyć ich skuteczność ograniczania populacji szkodników. Wyniki naszych badań, w których zastosowano między innymi ekstrakty z mniszka lekarskiego, nagietka, gryki, szafalii, nostrzyka i gorczycy wskazują na potencjał wykorzystania metabolitów wtórnych tych roślin w celu wzmocnienia działania bioproduktów w zwalczaniu różnorodnych szkodników zarówno tychże-rujących w glebie, jak i na nadziemnych częściach roślin. Najbardziej obiecująco

z praktycznego punktu widzenia działał ekstrakt z mniszka na larwy chrabąszcza majowego. Wstępne testy laboratoryjne potwierdzają synergę między grzybami entomopatogenicznymi i ekstraktami roślinnymi, np. z rzodkwi oleistej (*Raphanus sativus*), olejarki (*Guizotia* Cass.) czy z wyłoków winogron, co może być wykorzystane w ograniczaniu populacji na przykład mszyc oraz nicieni. Aby umożliwić stosowanie tych środków w warunkach polowych, trwają prace nad opracowaniem skutecznych formułacji.

POTENCJAŁ PRZECIWGRZYBICZY METABOLITÓW WTÓRNYCH WYBRANYCH SUROWCÓW ROŚLINNYCH WOBEC PLEŚNI *ASPERGILLUS* I *PENICILLIUM* OBECNYCH W PASZACH

ALEKSANDRA WAWRO

*Instytut Włókien Naturalnych i Roślin Zielarskich – Państwowy Instytut Badawczy,
ul. Wojska Polskiego 71b, 60-630 Poznań*

Słowa kluczowe: metabolity wtórne, pleśnie *Aspergillus*, *Penicillium*, pasze

Dokonano przeglądu aktualnych badań dotyczących składu fitochemicznego oraz mechanizmów działania ekstraktów z lnu zwyczajnego (*Linum usitatissimum* L.), konopi włókniстых (*Cannabis sativa* L.) oraz wybranych roślin zielarskich w kontekście ich aktywności przeciwgrzybiczej wobec pleśni z rodzajów *Aspergillus* i *Penicillium*.

Analiza literatury wykazała, że właściwości biologiczne tych ekstraktów są związane przede wszystkim z obecnością metabolitów wtórnych, takich jak polifenole (flawonoidy, lignany i kwasy fenolowe) oraz terpeny i terpenoidy. Najsilniejsze działanie przeciwgrzybicze wykazują olejki eteryczne oregano i tymianku, bogate w karwakrol i tymol, które uszkodzają błony komórkowe grzybów oraz hamują wzrost grzybn i kiełkowanie zarodników. Melisa, szalwia, mięta oraz konopie włókniste również wykazują aktywność przeciwgrzybiczą, jednak jest ona zazwyczaj słabsza i zależy od składu fitochemicznego ekstraktów. Dostępne wyniki badań *in vitro* wskazują na potencjał ekstraktów roślinnych jako naturalnych inhibitorów rozwoju pleśni oraz ograniczania ryzyka występowania mykotoksyn w paszach. Konieczne są jednak dalsze badania *in vivo*, które pozwolą zweryfikować ich skuteczność w praktyce żywienia zwierząt oraz podczas przechowywania pasz.

Podsumowując, synergistyczne działanie roślinnych metabolitów wtórnych warunkuje ich aktywność przeciwgrzybiczą wobec pleśni z rodzajów *Aspergillus* i *Penicillium*. Związki te mogą stanowić naturalną alternatywę dla syntetycznych dodatków stosowanych w ochronie pasz przed rozwojem pleśni i powstawaniem mykotoksyn, wspierając bezpieczeństwo żywienia zwierząt gospodarskich.

Literatura:

1. Contò M., Castrica M., Rinaldi S., Failla S. (2026). Natural Bioactive Compounds as Feed Additives: Strategies for Sustainable and Functional Livestock Production. *Applied Sciences*, 16(5), 2344. <https://doi.org/10.3390/app16052344>.

2. Buonaiuto G., Danese T., El-Sabroun K., Yildirim A. (2025). Bioactive feed additives in
3. animal nutrition: bridging innovation, health, and sustainability. *Frontiers in Veterinary Science*, 12:1727126. doi: 10.3389/fvets.2025.1727126.

*Dotacja celowa MRiRW 2026 zadanie 5.2. Znaczenie ekstraktów z roślin włókniстых i zielarskich jako naturalnych inhibitorów wzrostu grzybów *Aspergillus* i *Penicillium* w paszach oraz ich rola w zapewnianiu bezpieczeństwa żywienia zwierząt gospodarskich.*

WPLYW SPOSOBU PRZETWARZANIA LIŚCI WIŚNI (*PRUNUS CERASUS* L.) NA ZAWARTOŚĆ ZWIĄZKÓW POLIFENOLOWYCH ORAZ AKTYWNOŚĆ PRZECIWUTLENIAJĄCĄ NAPARÓW

MARTA WILK¹, MIROSLAWA TELESZKO², ANICETA ŚLĘCZKA¹, PRZEMYSŁAW SERUGA¹

¹Katedra Inżynierii Bioprocessowej,

²Katedra Technologii Żywności i Żywienia

Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu, ul. Komandorska 118/120, 53-345 Wrocław

Słowa kluczowe: liście wiśni, aktywność przeciwutleniająca, polifenole, technologia herbaty

Liście wiśni stanowią cenne źródło związków bioaktywnych, zwłaszcza polifenoli o właściwościach przeciwutleniających. Coraz większe zainteresowanie wykorzystaniem surowców roślinnych innych niż liście *Camellia sinensis* skłania do poszukiwania alternatywnych naparów wytwarzanych z wykorzystaniem technologii produkcji herbat.

Celem badań była ocena wpływu zastosowania procesów technologicznych charakterystycznych dla produkcji herbaty zielonej, białej i czarnej oraz temperatury suszenia na aktywność przeciwutleniającą, zawartość polifenoli ogółem i barwę naparów z liści wiśni.

Świeżo zebrane liście wiśni poddano czterem wariantom obróbki: (1) bezpośredniemu suszeniu w temp. 40°C (wariant kontrolny); (2) wędnięciu przez 2 h, następnie parowaniu przez 2 min. i suszeniu (wariant odpowiadający herbacie zielonej), (3) wędnięciu przez 24 h i suszeniu (herbata biała) oraz (4) wędnięciu przez 16 h, rolowaniu, fermentacji przez 3 h w temp. 28°C i suszeniu (herbata czarna). Warianty 2–4 suszono w temp. 40°C lub 100°C. Napary przygotowywano z 2 g suszu, zalewając go 200 ml wody o temp. 100°C i parząc przez 10 minut pod przykryciem. Oznaczono aktywność przeciwutleniającą metodami ABTS i FRAP, zawartość polifenoli ogółem oraz parametry barwy.

Zarówno sposób przetwarzania, jak i temperatura suszenia wpływały na właściwości badanych naparów. We wszystkich wariantach próbki suszone w 40°C charakteryzowały się wyższą aktywnością przeciwutleniającą oraz większą zawartością polifenoli niż próbki suszone w 100°C. Najwyższe wartości ABTS (1460,9 µM TE/L), FRAP (1352,0 µM TE/L) i polifenoli ogółem (2163,4 mg GAE/L) uzyskano dla naparu z liści suszonych bezpośrednio po zbiorze. Spośród wariantów poddanych obróbce technologicznej najlepsze wyniki odnotowano dla naparów przygotowanych metodą odpowiadającą herbacie zielonej i suszonych w 40°C (ABTS 1350,9 µM TE/L, FRAP 1238,3 µM TE/L, TPC 2037,4 mg GAE/L), natomiast największe straty aktywności przeciwutleniającej i polifenoli stwierdzono

w wariantcie odpowiadającym herbacie czarnej suszonej w 100°C. Fermentacja powodowała stosunkowo niewielkie obniżenie ogólnej zawartości polifenoli, jednak wyraźniej zmniejszała zdolność redukcyjną oznaczaną metodą FRAP. Dodatkowo napary z liści fermentowanych charakteryzowały się ciemniejszą, bursztynowobrazową barwą, podczas gdy napary odpowiadające herbacie białej i zielonej zachowały jasną, żółtą barwę.

Liście wiśni mogą stanowić wartościowy surowiec do produkcji naparów o wysokim potencjale przeciwutleniającym. Kluczowym czynnikiem warunkującym zachowanie związków bioaktywnych jest temperatura suszenia. Spośród technologii inspirowanych produkcją herbat najkorzystniejsze wyniki uzyskano dla wariantu odpowiadającego herbacie zielonej, natomiast fermentacja prowadziła do zmian właściwości przeciwutleniających związków fenolowych bez proporcjonalnego zmniejszenia ich całkowitej zawartości.

WPLYW CYTRALU NA PROCES AKWIZYCJI PAMIĘCI

KAROLINA WOJTUNIK-KULESZA¹, MONIKA RUDKOWSKA², KATARZYNA KLIMEK³,
JAROSŁAW MOŁDOCH⁴, MONIKA AGACKA-MOŁDOCH⁵, ANNA ONISZCZUK¹

¹*Zakład Chemii Nieorganicznej, Wydział Farmaceutyczny,*

Uniwersytet Medyczny w Lublinie, ul. W. Chodźki 4a, 20-093 Lublin

²*Samodzielna Pracownia Badań Behawioralnych, Wydział Farmaceutyczny,*

Uniwersytet Medyczny w Lublinie, ul. W. Chodźki 1, 20-093 Lublin

³*Katedra i Zakład Biochemii i Biotechnologii, Wydział Farmaceutyczny,*

Uniwersytet Medyczny w Lublinie, ul. Chodźki 1, 20-093 Lublin

⁴*Zakład Fitochemii, Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa,*

ul. Czartoryskich 8, 24-100 Puławy

⁵*Zakład Hodowli i Biotechnologii Roślin, Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa,*

ul. Czartoryskich 8, 24-100 Puławy

Cytral (trans-cytral: geranial i cis-cytral: neral) należy do największej grupy wtórnych metabolitów roślinnych – terpenów. Ten aromatyczny związek odpowiedzialny jest nie tylko za cytrusowy zapach wielu roślin, w tym trawy cytrynowej, ale wykazuje także niezwykle szeroki wachlarz aktywności biologicznych, takich jak antyoksydacyjna, przeciwzapalna, przeciwmikrobiologiczna czy hamująca aktywność enzymów. Związek ten jest powszechnie wykorzystywany w przemyśle perfumeryjnym, chemicznym oraz farmaceutycznym. Amerykańska Agencja ds. Żywności i Leków uznała cytral za związek ogólnie bezpieczny (ang. GRAS).

Wielokierunkowe badania przeprowadzone z zastosowaniem metod *in vitro*, *in vivo* oraz *ex vivo* dały pełniejszą charakterystykę tego monoterpenu jako związku o potencjale neuroprotektynym. Uzyskane wyniki wskazują na jego zdolność do redukcji Fe(III) i chelatacji Fe(II), inhibicji acetylo- i butyrylocholinoesterazy, a także właściwości hepatoprotekcyjne przeciwko uszkodzeniom oksydacyjnym (linie komórkowe HepG2). Przeprowadzone eksperymenty z wykorzystaniem modeli zwierzęcych wykazały pozytywny wpływ cytralu na proces akwizycji pamięci przy jednoczesnym braku wpływu na aktywność lokomotoryczną. Niezwykle ważną część analiz stanowiły badania *ex vivo* przeprowadzone z wykorzystaniem krwi i mózgów mysich. Wyniki pokazały, że monoterpren ten pokonuje barierę krew–mózg i kumuluje się w hipokampie, czyli części mózgu strategicznej dla rozwoju chorób neurodegeneracyjnych.

IZOLACJA SAPONIN WSPOMAGAJĄCYCH DZIAŁANIE CYTOTOKSYCZNYCH SAPORYN Z MYDLNICY LEKARSKIEJ

MACIEJ ZOSICZ, EWA KOBYLKA, KARINA LUBIEJEWSKA, KAMIL WOJCIECHOWSKI

*Wydział Rolnictwa i Leśnictwa, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie,
Plac Łódzki 4, 10-721 Olsztyn*

Słowa kluczowe: saponiny, chromatografia, spektrometria mas

Saponiny należą do grupy glikozydów wytwarzanych przez rośliny jako metabolity wtórne, a ich zadaniem jest m.in. ochrona przed chorobami i szkodnikami. Szkielet cząsteczki saponiny składa się z dwóch części: aglikonu triterpenowego lub steroidowego oraz jednego lub więcej łańcuchów cukrowych. Ponieważ aglikony mają charakter lipofilowy, a łańcuchy cukrowe – hydrofilowy, saponiny można określić jako naturalne surfaktanty.

Rośliny wytwarzające saponiny są znane i wykorzystywane od setek lat nie tylko jako detergenty, ale również jako surowce farmaceutyczne. Ekstrakty roślinne bogate w saponiny odpowiadają za szerokie spektrum obserwowanych efektów biologicznych – począwszy od hemolitycznych, poprzez przeciwbakteryjne, przeciwgrzybicze, przeciwwirusowe i przeciwpierwotniakowe, aż po cytotoksyczne i przeciwnowotworowe. W ostatnich latach dużą uwagę skupiają te ostatnie, mimo iż mechanizm ich działania w tym zakresie nie został jeszcze w pełni poznany.

Jedną z najbardziej bogatych w saponiny roślin występujących w Polsce jest mydlnica lekarska (*Saponaria officinalis* L.). Część z wytwarzanych przez nią saponin wykazuje unikalne działanie biologiczne polegające na wspomaganiu przenikania cytotoksycznych białek z grupy RIP I (saporyny) do cytozolu komórek, wspierając tym samym np. ich działanie przeciwnowotworowe. Zawartość tych saponin w tkankach roślinnych nie jest jednak stała dla gatunku i bardzo zależy od materiału siewnego oraz warunków środowiska. To sprawia, że otrzymywanie powtarzalnego surowca farmaceutycznego o zdefiniowanym, przewidywalnym działaniu biologicznym w postaci ziela lub ekstraktu jest bardzo utrudnione. Dla celów farmaceutycznych istnieje zatem potrzeba izolowania pojedynczych saponin o określonym działaniu biologicznym.

Celem niniejszej pracy było sprawdzenie możliwości otrzymania wybranych saponin wspierających cytotoksyczność saporyny metodami jak najlepiej wpisującymi się w nurt zielonej chemii – stosując jedynie minimalne ilości rozpuszczalników organicznych. Proces izolacji tych substancji z ekstraktu mydlnicy lekarskiej prowadzono metodą chromatograficznego rozdzielania składników ekstraktu wodnego na złożu Sephadex LH20 (Cytiva) w warunkach izokratycznych (40 mM mrówczan

amonu w wodzie, 5% metanol). Zebrane frakcje liofilizowano, po czym z użyciem spektrometrii mas analizowano ich skład pod kątem obecności wybranych saponin o udokumentowanym działaniu biologicznym.

Badania zostały sfinansowane przez Narodowe Centrum Nauki w ramach grantu na badania nr 2025/57/B/ST4/01341.

ZAWARTOŚĆ STEROLI I TRITERPENOIDÓW W WYBRANYCH ROŚLINACH JADALNYCH I PRODUKTACH SPOŻYWCZYCH POCHODZENIA ROŚLINNEGO

KLAUDIA ŻARŁOK, CEZARY PĄCZKOWSKI, MAREK DŁUGOSZ, ANNA SZAKIEL

*Zakład Biochemii Roślin, Instytut Biochemii,
Wydział Biologii Uniwersytetu Warszawskiego, ul. Miecznikowa 1, 02-096 Warszawa*

Słowa kluczowe: fitosterole, steroidy, triterpenoidy

Sterole roślinne (często zwane fitosterolami) i triterpenoidy znane są z wielu właściwości prozdrowotnych i traktowane jako substancje bioaktywne o dużym znaczeniu w profilaktyce chorób cywilizacyjnych. Fitosterole obniżają poziom cholesterolu LDL, triterpenoidy wykazują, m.in. działanie przeciwzapalne, przeciwbakteryjne i przeciwnowotworowe.

Celem badań było przeprowadzenie analizy składu i zawartości steroli i triterpenoidów w wybranych roślinach jadalnych: w popularnych warzywach, jak sałata (*Lactuca sativa*), rukola (*Eruca sativa*), brokuły (*Brassica oleracea* var. *italica*), ziemniak (*Solanum tuberosum*), czy w owocach, jak jabłka (*Malus domestica*), aronia (*Aronia melanocarpa*) oraz produktach spożywczych pochodzenia roślinnego (np. dżemy, soki, wino). Uzyskane z materiału wyjściowego ekstrakty lipofilowe frakcjonowano metodą chromatografii adsorpcyjnej, a następnie przeprowadzono analizę jakościową i ilościową steroli i triterpenoidów (występujących w formach wolnych, czyli niezestryfikowanych i nieglikozylowanych) metodą chromatografii gazowej sprzężonej ze spektrometrią mas (GC-MS).

Zawartość steroli (głównie najczęściej występujących u roślin wyższych sitosterolu, kampesterolu i stigmasterolu) w badanych owocach i warzywach nie przekroczyła 20 mg w 100 g świeżej masy. Najbogatszym źródłem tych związków wśród wybranych owoców i warzyw okazał się brokuł. Wykazano, że standardowa obróbka termiczna (gotowanie w wodzie) znacząco zwiększa zawartość steroli w formie wolnej (np. zawartość sitosterolu w gotowanych brokułach i ziemniakach zwiększyła się 2,5-krotnie). Zawartość związków triterpenoidowych (najczęściej pentacyklicznych o szkielecie ursanu, oleananu i lupanu) jest bardziej zróżnicowana od zawartości steroli; niektóre owoce mogą być bogatym źródłem tych związków (np. aronia *A. melanocarpa* var. Nero, o zawartości triterpenoidów ok. 100 mg w 100 g ś.m.), a wśród warzyw – głowiasta sałata masłowa (*L. sativa* var. Ewelina; ok. 12 mg w 100 g ś.m.). Zawartość zarówno steroli, jak i związków triterpenoidowych w przetworach, np. sokach, jest relatywnie niska (np. w badanych sokach z aronii zawartość zarówno steroli, jak i triterpenoidów nie przekroczyła 1,5 mg na 100 ml).

Choć sterole i triterpenoidy są obecne w materiale roślinnym w niewielkich ilościach (zbyt niskich do osiągnięcia stężeń terapeutycznych w codziennej diecie), wydaje się, że mimo to mogą wywierać synergistyczne efekty prozdrowotne z innymi substancjami pochodzenia roślinnego (np. polifenolami). Efekt działania fitosteroli (zwłaszcza hamowanie wchłaniania cholesterolu w jelitach) można łatwo zwiększyć, stosując odpowiednią suplementację (głównie wzbogaconą w fitosterole żywność funkcjonalną), natomiast wciąż trwają prace nad zwiększeniem biodostępności triterpenoidów (np. kapsułkowanie w formie nanocząstek).

WPLYW ZAWIERAJĄCEGO KRZEM PREPARATU ZUMSIL NA ZAWARTOŚĆ ZWIĄZKÓW FENOLOWYCH W LIŚCIACH PSZENICY OZIMEJ UPRAWIANEJ W EKOLOGICZNYM SYSTEMIE PRODUKCJI

JERZY ŻUCHOWSKI¹, KRZYSZTOF JOŃCZYK², PAWEŁ RADZIKOWSKI²,
JAROSŁAW MOŁDOCH¹, SOLOMIA PECIO¹

¹*Zakład Fitochemii*

²*Zakład Agroekologii i Ekonomiki*

*Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy,
ul. Czartoryskich 8, 24-100 Puławy*

Słowa kluczowe: związki krzemu, pszenica ozima, kwasy fenolowe, flawonoidy

Rolnictwo ekologiczne cieszy się coraz większym zainteresowaniem w Europie i innych rejonach świata. Ekologiczna produkcja roślinna sprzyja zachowaniu żyzności gleby oraz równowagi biologicznej w ekosystemach. Jako środki ochrony roślin przed patogenami i szkodnikami mogą być w niej wykorzystywane preparaty pochodzenia roślinnego lub mineralnego. Innym możliwym rozwiązaniem jest stymulowanie naturalnych mechanizmów obronnych roślin. W ostatnich latach coraz większą uwagę zwraca się na rolę związków krzemu w podnoszeniu odporności roślin na czynniki stresowe. Dane literaturowe wskazują, że ich stosowanie może zwiększać odporność roślin na stres wywołany przez różne czynniki abiotyczne i biotyczne. Jednak mechanizm działania związków krzemu nie jest dokładnie określony. W badaniach wazonowych stwierdzano pod ich wpływem m.in. zwiększoną kumulację związków fenolowych w liściach roślin, w tym zbóż.

Celem badań było ustalenie, czy opryskiwanie zawierającym kw. ortokrzemowy preparatem ZumSil wpłynie w warunkach polowych na zawartość związków fenolowych w liściach 4 odmian pszenicy ozimej (*Triticum aestivum*): Argument, Comandor, Formacja, SY Dubaj. Preparat ZumSil aplikowano w fazie krzewienia, fazie strzelania w źdźbło oraz w fazie kłoszenia. Próby części zielonych pszenicy pobierano po każdym zastosowaniu preparatu. Liście liofilizowano, mielono i poddawano ekstrakcji 80% metanolem, z wykorzystaniem ciśnieniowego ekstraktora Dionex ASE 200. Związki fenolowe izolowano z ekstraktu poprzez ekstrakcję do fazy stałej (C18), eluowano ze złoża 70% metanolem i poddawano analizie UHPLC-DAD-MS.

W liściach badanych odmian pszenicy wstępnie zidentyfikowano różnorodne związki fenolowe. Były to kwasy kawoilo- i feruloilochinowe oraz liczne flawonoidy, głównie C-glikozydy luteoliny, apigeniny i chryzoeriolu, jak również O-glikozydy trycyny i trycyna. Opryski preparatem ZumSil nie wpłynęły w istotny sposób

na zawartość tych związków w liściach badanych odmian pszenicy, niezależnie od fazy rozwoju roślin. Występowały natomiast istotne różnice w zawartości związków fenolowych pomiędzy badanymi odmianami. Zaobserwowano przy tym obniżanie się zawartości większości flawonoidów i kwasów fenolowych w liściach wraz z wiekiem roślin. Wyjątkami była trycyna i jej pochodne, których zawartość ulegała zwiększeniu w kolejnych fazach wzrostu pszenicy.

*Badania były finansowane w ramach działalności statutowej IUNG-PIB
(zadanie badawcze 1.05)*