



BioTech Future

BIOTECHNOLOGIA NAUKĄ PRZYSZŁOŚCI

KSIĄŻKA STRESZCZEŃ



Politechnika
Białostocka

KONFERENCJA BIOTECH FUTURE – BIOTECHNOLOGIA NAUKĄ PRZYSZŁOŚCI

KSIĄŻKA STRESZCZEŃ

BIAŁYSTOK 2025

Redaktor naukowy: dr hab. Monika Kalinowska, prof. PB

Korekta językowa:
Edyta Chrzanowska

Skład i okładka:
Marcin Dominów

ISBN 978-83-68077-86-5 (e-Book)

DOI: 10.24427/978-83-68077-86-5

Partner wydania



**POROZUMIENIE
DOKTORANTÓW
UCZELNI TECHNICZNYCH**

Finansowane ze środków Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego w ramach zadania zleconego pn. „Politechniczna Sieć VIA CARPATIA im. Prezydenta RP Lecha Kaczyńskiego”



Minister Nauki
i Szkolnictwa Wyższego



Ministerstwo Nauki
i Szkolnictwa Wyższego



POLITECHNICZNA SIEĆ
VIA CARPATIA

Spis treści

1. Badania aktywności przeciwdrobnoustrojowej kompleksów wapnia z wybranymi herbicydami <i>Emilia Bujnowska, Grzegorz Świdorski, Marzena Matejczyk</i>	5
2. Analiza potencjału biotechnologicznego promieniowców glebowych <i>Kinga Giełażewska, Elżbieta Wołejko</i>	7
3. Działanie antyoksydacyjne i inhibitujące alfa-amylazę ekstraktów wodnych z czystka szarego <i>Sara Kmita, Mariola Samsonowicz</i>	9
4. Zmiany aktywności enzymatycznej gleby po aplikacji biopestycydem <i>Natalia Kotyńska, Elżbieta Wołejko</i>	12
5. Fermentacja na podłożach stałych do pozyskiwania substancji bioaktywnych produktów naturalnych <i>Alicja Kowalewska, Monika Kalinowska, Renata Choińska</i>	14
6. Zmiany poziomu białek enzymatycznych na liściach sałaty po aplikacji olejku cytrynowego <i>Faustyna Krawiec, Elżbieta Wołejko, Urszula Wydro, Agata Jabłońska-Trypuć</i>	17
7. Zrównoważone techniki ekstrakcji substancji bioaktywnych z produktów naturalnych <i>Monika Krystkiewicz, Monika Kalinowska, Renata Choińska</i>	19
8. Aktywność antynowotworowa ekstraktów z wybranych gatunków glonów – <i>Chlorella vulgaris</i> BA02 <i>Maja Leszczyńska, Agata Jabłońska-Trypuć, Rafał Krętowski, Paweł Kondzior</i>	22
9. Wykorzystanie metod eksperymentalnych i modelowania molekularnego w ocenie reaktywności i aktywności antyoksydacyjnej związków fenolowych i ich kompleksów z metalami 3D <i>Karolina Malinowska, Grzegorz Świdorski</i>	24
10. Biotechnologiczne podejścia do produkcji pektynaz z wykorzystaniem odpadów agroprzemysłowych <i>Sofya Panasevich, Ilya Tsybulski, Adriana Dowbysz, Mariola Samsonowicz</i>	26
11. Właściwości przeciwutleniające wodnych ekstraktów z chmielu <i>Aleksandra Radziszewska, Adriana Dowbysz, Mariola Samsonowicz</i>	28
12. Badania właściwości przeciwutleniających kompleksów Cu(II), Zn(II) i Fe(III) z wybranymi witaminami <i>Grzegorz Sawicki</i>	30

13. Pektynazy jako kluczowe biokatalizatory procesów przemysłowych – potencjał i praktyczne wdrożenia <i>Ilya Tsybulski, Sofya Panasevich, Adriana Dowbysz, Mariola Samsonowicz.....</i>	33
--	----

1. Badania aktywności przeciwdrobnoustrojowej kompleksów wapnia z wybranymi herbicydami

Emilia Bujnowska, Grzegorz Świdorski, Marzena Matejczyk

Streszczenie

Herbicydy z grupy kwasów chlorofenoksyoctowych, takie jak kwas 2,4-dichlorofenoksyoctowy (2,4-D) oraz kwas 4-chloro-2-metylofenoksyoctowy (MCPA), odgrywają niezwykle istotną rolę w nowoczesnym rolnictwie [1, 2]. Ich działanie opiera się na selektywnym zwalczaniu chwastów, które konkurują z uprawami o dostęp do niezbędnych zasobów – wody, składników odżywczych oraz światła [3]. Kwas 2,4-D skutecznie niszczy chwasty liściaste, wpływając na ich metabolizm i wzrost, podczas gdy MCPA, zawierający dodatkową grupę metylową, cechuje się większą selektywnością, co czyni go szczególnie przydatnym w ochronie upraw zbożowych [4, 5]. Celami badania były analiza fizykochemiczna i ocena aktywności antybakteryjnej kompleksów wapnia z tymi herbicydami. Zastosowanie spektroskopii w podczerwieni (IR) potwierdziło, że 2,4-D i MCPA tworzą kompleksy wapnia poprzez koordynację jonów metali przez grupę karboksylanową. Aktywność przeciwdrobnoustrojowa kwasów i ich kompleksów z wapniem zależała od rodzaju mikroorganizmów – bakterie Gram-dodatnie (np. *Kocuria rhizophila*) były najbardziej wrażliwe, a Gram-ujemne i drożdże bardziej odporne na działanie związków. Obecność wapnia (na skutek częściowej dysocjacji jego kompleksów w roztworze) zwiększała odporność bakterii Gram-dodatnich, stabilizując ich ściany komórkowe.

Słowa kluczowe: herbicydy, fenoksykwasy, aktywność biologiczna, właściwości przeciwdrobnoustrojowe

Autorzy: Emilia Bujnowska, Grzegorz Świdorski, Marzena Matejczyk
(Politechnika Białostocka), 84000@student.pb.edu.pl

Studies of antimicrobial activity of calcium complexes with selected herbicides

Summary

Herbicides from the group of chlorophenoxyacetic acids, such as 2,4-dichlorophenoxyacetic acid (2,4-D) and 4-chloro-2-methylphenoxyacetic acid (MCPA), play a crucial role in modern agriculture [1, 2]. Their function is based on the selective control of weeds that compete with crops for essential resources – water, nutrients, and light [3]. 2,4-D effectively destroys broadleaf weeds by affecting their metabolism and growth, while MCPA, containing an additional methyl group, exhibits greater selectivity, making it especially useful in cereal crop protection [4, 5]. The aim of the study was to analyze the physicochemical properties and evaluate the antibacterial activity of calcium complexes with these herbicides. The use of infrared (IR) spectroscopy confirmed that 2,4-D and MCPA form calcium complexes via coordination of metal ions via the carboxylate group. The antibacterial activity of acids and their calcium complexes depended on the type of microorganisms, i.e. Gram-positive bacteria (e.g., *Kocuria rhizophila*) were the most sensitive, while Gram-negative bacteria and yeasts showed higher resistance toward tested compounds. The presence of calcium (due to partial dissociation of calcium complexes in solution) increased the resistance of Gram-positive bacteria by stabilizing their cell walls.

Key words: herbicides, phenoxyacids, biological activity, antimicrobial properties

Literatura/Literature

- [1] Morton P.A., Fennell C., Cassidy R., Doody D., Fenton O., Mellander P.E., Jordan P., *A review of the pesticide MCPA in the land-water environment and emerging research needs*, „Wires Water” 2020, nr 7(1), e1402
- [2] Gehring P.J., Betso J.E., *Phenoxy acids: Effects and fate in mammals*, „Ecological Bulletins” 1978, s. 122–133
- [3] Garabrant D.H., Philbert M.A., *Review of 2, 4-dichlorophenoxyacetic acid (2, 4-D) epidemiology and toxicology*, „Critical Reviews in Toxicology” 2002, nr 32(4), s. 233–257
- [4] Bond G.G., Rossbacher R., *A review of potential human carcinogenicity of the chlorophenoxy herbicides MCPA, MCPP, and 2, 4-DP*, „British Journal of Industrial Medicine” 1993, nr 50(4), s. 340–348
- [5] Bujnowska E., Ramatowska E., Świdorski G., *Badania możliwości kompleksowania metalami wybranych herbicydów z grupy kwasów chlorofenoksyoctowych*, [w:] Hubicki Z. (red.), *Nauka i przemysł – lubelskie spotkania studenckie*, Lublin 2023

2. Analiza potencjału biotechnologicznego promieniowców glebowych

Kinga Giełażewska, Elżbieta Wołejko

Streszczenie

W związku z rosnącą opornością patogenów na antybiotyki poszukuje się naturalnych związków biologicznie czynnych [1]. Actinobacteria dzięki szerokiemu występowaniu i zdolności do produkcji wielu metabolitów mają duży potencjał biotechnologiczny [1–4]. W badaniu oceniono właściwości przeciwbakteryjne oraz przeciwgrzybicze szczepów wyizolowanych z systemów korzeniowych traw. *Micromonospora* wykazała aktywność przeciwko grzybom *Fusarium*, przewyższając *Streptomyces* i *Dactylosporangium*. Nie były one jednak skuteczne wobec bakterii Gram-ujemnych. Potrzebne są dalsze badania w celu oceny potencjału actinobacteria, w tym testy *in vivo*.

Słowa kluczowe: promieniowce, gleba, biotechnologiczny potencjał

Autorki: Kinga Giełażewska, Elżbieta Wołejko (Politechnika Białostocka),
84008@student.pb.edu.pl

Analysis of the biotechnological potential of soil actinomycetes

Summary

Due to the increasing resistance of pathogens to antibiotics, natural bioactive compounds are being sought. Actinobacteria, thanks to their widespread occurrence and ability to produce various metabolites, have significant biotechnological potential. This study evaluated the antibacterial and antifungal properties of strains isolated from grass root systems. *Micromonospora* showed activity against *Fusarium*

fungi, demonstrating greater efficacy than *Streptomyces* and *Dactylosporangium*. However, they were not effective against Gram-negative bacteria. Further research, including in vivo testing, is needed.

Key words: actinomycetes, soil, biotechnological potential

Literatura/Literature

- [1] Hamed J., Mohammadipanah F., *Biotechnological application and taxonomical distribution of plant growth promoting actinobacteria*, „Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology” 2015, nr 42(2), s. 157–171
- [2] Kurtböke D.İ., *Ecology and habitat distribution of actinobacteria*, [w:] Wink J., Mohammadipanah F., Hamed J. (red.), *Biology and biotechnology of actinobacteria*, Cham 2017, s. 123–149
- [3] Alblooshi A.A., Purayil G.P., Saeed E.E., Ramadan G.A., Tariq S., Altaee A.S., El-Tarabily K.A., AbuQamar S.F., *Biocontrol potential of endophytic actinobacteria against Fusarium solani, the causal agent of sudden decline syndrome on date palm in the UAE*, „Journal of Fungi” 2021, nr 8(1), s. 8
- [4] Hamed J., Poorinmohammad N., Wink J., *The role of actinobacteria in biotechnology*, [w:] Wink J., Mohammadipanah F., Hamed J. (red.), *Biology and biotechnology of actinobacteria*, Cham 2017, s. 269–328

3. Działanie antyoksydacyjne i inhibitujące alfa-amylazę ekstraktów wodnych z czystka szarego

Sara Kmita, Mariola Samsonowicz

Streszczenie

Roślinne ekstrakty ziołowe są cenione jako naturalne suplementy wspomagające leczenie wielu schorzeń, co wynika z bogactwa zawartych w nich bioaktywnych związków. W niniejszym badaniu przeanalizowano i oceniono właściwości antyoksydacyjne oraz potencjał hamowania aktywności enzymu alfa-amylazy przez wodne ekstrakty pozyskane z rośliny *Cistus incanus*. Głównym celem tych badań było rozpoznanie i określenie możliwych zastosowań tych ekstraktów w dynamicznie rozwijających się sektorach przemysłu spożywczego i farmaceutycznego [1]. *Cistus incanus*, roślina o długiej tradycji stosowania w medycynie ludowej, jest dobrze znana ze swojej wysokiej zawartości korzystnych związków polifenolowych. Zrozumienie roli stresu oksydacyjnego oraz enzymów zaangażowanych w metabolizm węglowodanów, takich jak alfa-amylaza, jest kluczowe w kontekście patogenezy chorób cywilizacyjnych, w tym cukrzycy typu 2 [2]. W ramach pracy oceniono właściwości antyoksydacyjne ekstraktów wodnych przy użyciu metod spektroskopowych, takich jak metoda z rodnikiem DPPH oraz test CUPRAC. Uzyskane wyniki jednoznacznie wykazały, że wodne ekstrakty z *Cistus incanus* miały zdolność skutecznego neutralizowania wolnych rodników, a ich aktywność została wyrażona w przeliczeniu na ekwiwalent Troloksu. Zaobserwowano wyraźny wzrost aktywności antyoksydacyjnej wprost proporcjonalny do zwiększającego się stężenia ekstraktu wodnego. Dodatkowo przeprowadzono badania nad zdolnością wodnych ekstraktów do hamowania aktywności enzymu alfa-amylazy, kluczowego dla trawienia skrobi. Stwierdzono, że efektywnie hamowały one tę aktywność. Badania kinetyki enzymatycznej, wykorzystujące analizę wykresu Lineweavera–Burka, sugerują, że ekstrakty wodne działają jak inhibitory mieszane, wpływając zarówno na powinowactwo enzymu do jego substratu, jak i na maksymalną szybkość katalizowanej reakcji enzymatycznej. Podsumowując, wyniki przeprowadzonych badań w tej pracy wskazują na znaczący potencjał wodnych ekstraktów z *Cistus incanus* jako wartościowego źródła naturalnych antyoksydantów oraz substancji zdolnych do hamowania aktywności alfa-amylazy. Te cenne właściwości biologiczne sugerują szerokie możliwości ich zastosowania w opracowywaniu

innowacyjnej żywności funkcjonalnej oraz nowoczesnych farmaceutyków, które mogą wspierać profilaktykę chorób związanych ze stresem oksydacyjnym oraz wspomagać zarządzanie poziomem cukru we krwi u osób z grupy ryzyka lub chorych na cukrzycę typu 2.

Słowa kluczowe: czystek szary, ekstrakty, antyoksydanty, alfa-amylaza, hiperglikemia

Autorki: Sara Kmita, Mariola Samsonowicz (Politechnika Białostocka), 84025@student.pb.edu.pl

Antioxidant and alpha-amylase inhibitory activity of aqueous extracts from gray rockrose

Summary

Herbal plant extracts are valued as natural supplements supporting the treatment of many ailments, which stems from the richness of bioactive compounds contained within them. In this study, the antioxidant properties and the potential to inhibit the activity of the alpha-amylase enzyme by aqueous extracts obtained from the *Cistus incanus* plant were analyzed and evaluated. The main goal of this study was to identify and determine the possible applications of these extracts in the dynamically developing sectors of the food and pharmaceutical industries [1]. *Cistus incanus*, a plant with a long tradition of use in folk medicine, is well-known for its high content of beneficial polyphenolic compounds. Understanding the role of oxidative stress and enzymes involved in carbohydrate metabolism, such as alpha-amylase, is crucial in the context of the pathogenesis of lifestyle diseases, including type 2 diabetes [2]. Within the scope of the work, the antioxidant properties of aqueous extracts were assessed using spectroscopic methods, such as the DPPH radical scavenging method and the CUPRAC method. The obtained results unequivocally showed that aqueous extracts from *Cistus incanus* possessed the ability to effectively neutralize free radicals, and their activity was expressed in terms of Trolox equivalent. A clear increase in antioxidant activity was observed, directly proportional to the increasing concentration of the aqueous extract. Additionally, studies were conducted on the ability of aqueous extracts to inhibit the activity of the alpha-amylase enzyme, which is crucial for starch digestion. It was found that aqueous extracts effectively inhibited the activity of this enzyme. Enzymatic kinetics studies, using Lineweaver–Burk plot analysis, suggest that aqueous extracts act as mixed inhibitors, affecting both the enzyme's affinity for its substrate and the maximum rate of the catalyzed enzymatic reaction. In summary, the results of the research conducted in this work indicate the significant potential of aqueous extracts from *Cistus incanus* as a valuable source of natural

antioxidants and substances capable of inhibiting alpha-amylase activity. These valuable biological properties suggest wide possibilities for their application in the development of innovative functional foods and modern pharmaceuticals that can support the prevention of diseases related to oxidative stress and aid in managing blood sugar levels in individuals at risk or those with type 2 diabetes.

Key words: gray rockrose, extracts, antioxidants, alpha-amylase, hyperglycemia

Literatura/Literature

- [1] Olszowy-Tomczyk M., Wianowska D., *An in vitro study on the antioxidant properties of Cistus incanus extracts*, „Agriculture” 2024, nr 14(9), 1559
- [2] Vedantam D., Poman D.S., Motwani L., Asif N., Patel A., Anne K.K., *Stress-induced hyperglycemia: consequences and management*, „Cureus” 2022, nr 14(7), e26714

4. Zmiany aktywności enzymatycznej gleby po aplikacji biopestycydem

Natalia Kotyńska, Elżbieta Wołejko

Streszczenie

Olejki eteryczne mogą powstrzymywać rozwój wielu mikroorganizmów [1]. Ze względu na fakt, iż chemiczne środki ochrony roślin mogą powodować negatywne skutki w środowisku, olejki eteryczne jako biopestycydy mogą okazać się bezpieczniejszym zamiennikiem [2]. Celami badań były analiza zmian aktywności enzymatycznej gleby z uwzględnieniem fosfatazy kwaśnej i zasadowej, dehydrogenazy oraz proteazy, a także wyznaczenie ogólnej liczby bakterii po aplikacji biopestycydem. Ustalono, że olejek cynamonowy wpływa na aktywność enzymatyczną gleby, a jego oddziaływanie jest różne na określone enzymy. Nie można jednoznacznie ustalić pozytywnego wpływu biopestycydu, ponieważ zmiany zachodzące w populacji mikroorganizmów oraz ich aktywności enzymatycznej nie dają jednoznacznych odpowiedzi. Wykazano jednak potencjalne właściwości przeciwdrobnoustrojowe olejku cynamonowego.

Słowa kluczowe: gleba, biopestycyd, enzymy glebowe

Autorki: Natalia Kotyńska, Elżbieta Wołejko (Politechnika Białostocka),
84029@student.pb.edu.pl, e.wolejko@pb.edu.pl

The analysis of changes in soil enzymatic activity after application of biopesticide

Summary

Essential oils can inhibit the growth of many microorganisms [1]. Due to the fact that chemical plant protection products can cause negative effects in the environment, essential oils as biopesticides may prove to be a safer substitute [2]. The aim of the study was to analyze changes in soil enzymatic activity, including acid and alkaline phosphatase, dehydrogenase and protease, as well as to determine the total number of bacteria after biopesticide application. It was found that cinnamon oil affects

soil enzymatic activity, and its effect is different on specific enzymes. It is not possible to clearly determine the positive effect of the biopesticide, because the changes occurring in the population of microorganisms and their enzymatic activity did not provide clear answers. However, the potential antimicrobial properties of cinnamon oil were demonstrated.

Key words: soil, biopesticide, soil enzymes

Literatura/Literature

- [1] Matan N., Rimkeeree H., Mawson A.J., Chompreeda P., Haruthaithanasan V., Parker M., *Antimicrobial activity of cinnamon and clove oils under modified atmosphere conditions*, „International Journal of Food Microbiology” 2006, nr 107(2), s. 180–185
- [2] Gupta I., Singh R., Muthusamy S., Sharma M., Grewal K., Singh H.P., Batish D.R., *Plant essential oils as biopesticides: Applications, mechanisms, innovations, and constraints*, „Plants” 2023, nr 12(16), 2916

5. Fermentacja na podłożach stałych do pozyskiwania substancji bioaktywnych produktów naturalnych

Alicja Kowalewska, Monika Kalinowska, Renata Choińska

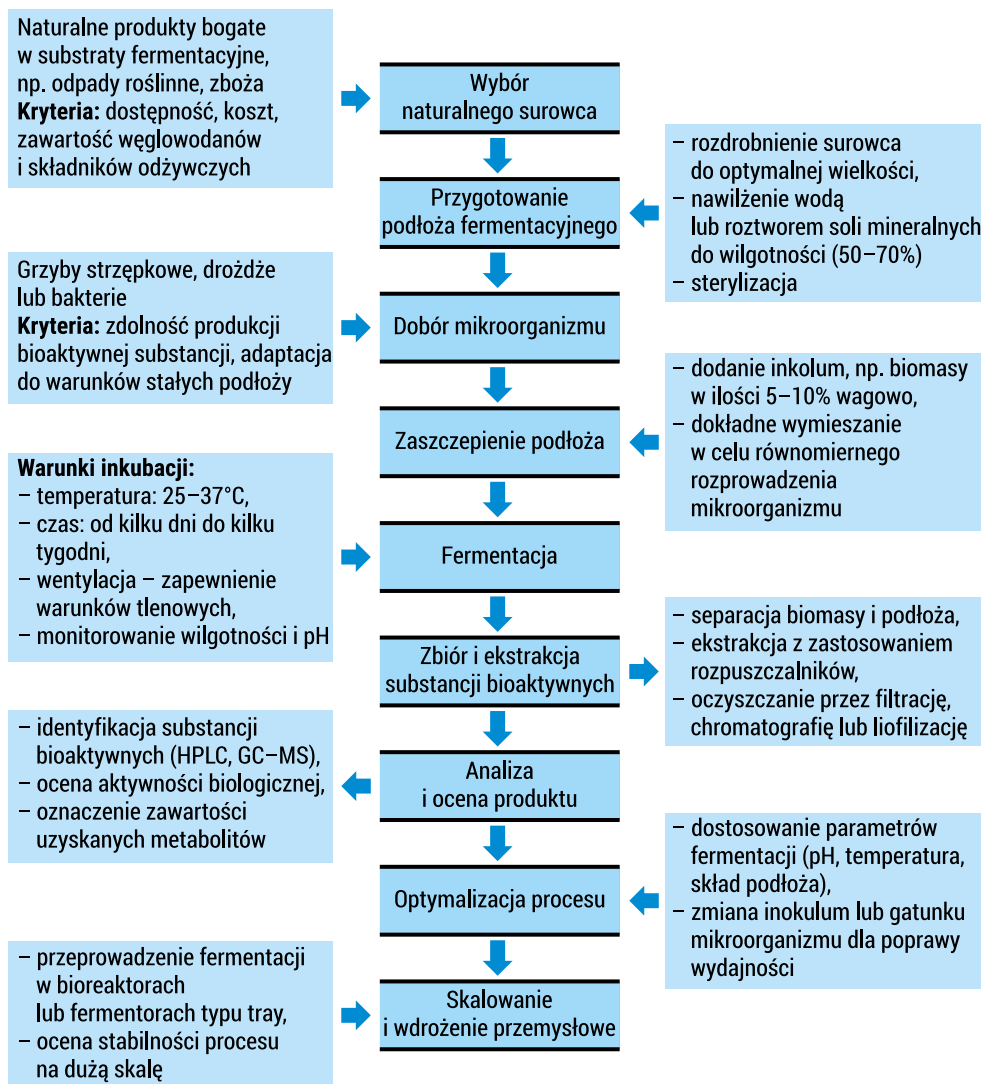
Streszczenie

Fermentacja na podłożach stałych (ang. *Solid State Fermentation*, SSF) to proces, w którym mikroorganizmy rozwijają się na stałym materiale przy minimalnej ilości wody lub nawet bez jej obecności. Aby uzyskać wysoką wydajność procesu SSF, należy odpowiednio dobrać mikroorganizmy i substrat, a także zoptymalizować warunki, takie jak wilgotność, pH i temperatura. Jako podłoże w SSF często wykorzystuje się odpady pochodzące z przemysłu rolno-spożywczego, co dodatkowo sprawia, że technologia ta wpisuje się w ideę zrównoważonego rozwoju – pozwala nie tylko na produkcję cennych związków, lecz także na zagospodarowanie odpadów przemysłowych. Na rys. 1 przedstawiono schemat prowadzenia SSF w celu wydzielania substancji bioaktywnych z produktów naturalnych.

Słowa kluczowe: SSF, biomasa, bioreaktory, fermentacja

Autorki: Alicja Kowalewska, Monika Kalinowska (Politechnika Białostocka), Renata Choińska (Instytut Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego – PIB), 80796@student.pb.edu.pl

Praca została wykonana w ramach zadań realizowanych w projekcie finansowanym przez Narodowe Centrum Nauki nr 2021/43/B/NZ9/03102.



RYS. 1. Schemat prowadzenia procesu fermentacji na podłożach stałych (*Solid-State Fermentation*, SSF) w celu wydzielania substancji bioaktywnych z produktów naturalnych

FIG. 1. Scheme of the Solid-State Fermentation (SSF) in order to obtain bioactive substances from biomass

Application of solid state fermentation for obtaining bioactive substances from biomass

Summary

Solid state fermentation (SSF) is a process in which microorganisms grow on solid material with minimal quantity of water or even without it. To achieve high efficiency of the SSF process, the microorganisms and substrate must be properly selected, as well as conditions such as humidity, pH and temperature should be optimized (Fig. 1). Waste from the agri-food industry is often used as a substrate in SSF, which additionally makes this technology fit into the idea of sustainable development – it allows not only the production of valuable compounds, but also the management of industrial waste. Fig. 1 shows a schematic diagram of the SSF procedure for the isolation of bioactive substances from natural products.

Key words: SSF, biomass, bioactive substances, fermentation

6. Zmiany poziomu białek enzymatycznych na liściach sałaty po aplikacji olejku cynamonowego

Faustyna Krawiel, Elżbieta Wołejko, Urszula Wydro, Agata Jabłońska-Trypuć

Streszczenie

Intensywne stosowanie środków ochrony roślin może prowadzić do wielu zagrożeń zarówno dla środowiska, jak i zdrowia ludzkiego. Mogą one wpływać na powstawanie stresu oksydacyjnego w roślinach i prowadzić do uszkodzenia ich struktur komórkowych [1]. W obronie przed jego szkodliwym działaniem rośliny uruchamiają mechanizmy obronne, w których ważną rolę odgrywają enzymy antyoksydacyjne [2]. Coraz częściej zwraca się uwagę na bardziej naturalne metody ochrony roślin, jakimi są między innymi olejki eteryczne. Teoretycznie są one przyjazne dla środowiska i wykazują aktywność przeciwutleniającą [3]. W pracy przedstawiono wyniki badań wpływu olejku cynamonowego (*Cinnamomum zeylanicum*) i fungicydu dimoksystrybiny na zmiany aktywności enzymatycznej enzymów katalazy, peroksydazy NADH, reduktazy glutationowej, dysmutazy ponadtlenkowej, zawartość grup –SH i poziom peroksydacji lipidów w sałacie (*Lactuca sativa* L.). Olejek cynamonowy może stanowić alternatywę dla syntetycznych środków ochrony roślin oraz wspierać ich mechanizmy obronne przed stresem oksydacyjnym.

Słowa kluczowe: *Cinnamomum zeylanicum*, *Lactuca sativa*, stres oksydacyjny, białka enzymatyczne

Autorki: Faustyna Krawiel, Elżbieta Wołejko, Urszula Wydro, Agata Jabłońska-Trypuć (Politechnika Białostocka), faustynak6@gmail.com

Changes in the levels of enzymatic proteins in lettuce leaves after the application of cinnamon oil

Summary

The intensive use of crop protection products can lead to many risks to the environment and to human health. They can initiate the formation of oxidative stress in plants and lead to damage to their cellular structures [1]. In defense against the harmful effects of oxidative stress, plants activate defense mechanisms in which antioxidant enzymes play an important role [2]. Greater attention is being paid to more natural methods of plant protection, which includes essential oils. Theoretically, they are environmentally friendly and exhibit antioxidant activity [3]. The study presents the results of research on the impact of cinnamon oil (*Cinnamomum zeylanicum*) and the fungicide dimoxystrobin on changes in the enzymatic activities of the enzymes catalase, NADH peroxidase, glutathione reductase, superoxide dismutase, the content of –SH groups and the level of lipid peroxidation in lettuce (*Lactuca sativa* L.). Cinnamon oil may serve as an alternative to synthetic plant protection agents and support the plant's defense mechanisms against oxidative stress.

Key words: *Cinnamomum zeylanicum*, *Lactuca sativa*, oxidative stress, enzyme proteins

Literatura/Literature

- [1] Kowalska G., Kowalski R., *Pestycydy – zakres i ryzyko stosowania, korzyści i zagrożenia. Praca przeglądowa*, „Annales Horticulturae” 2019, t. 29(2), s. 5–25
- [2] Płażek A., *Patofizjologia roślin*, Wydawnictwo Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie, Kraków 2011
- [3] Arshad Z., Hanif M.A., Qadri R.W., Khan M.M., *Role of essential oils in plant diseases protection: A review*, „International Journal of Chemical and Biochemical Sciences” 2014, nr 6, s. 11–17

7. Zrównoważone techniki ekstrakcji substancji bioaktywnych z produktów naturalnych

Monika Krystkiewicz, Monika Kalinowska, Renata Choińska

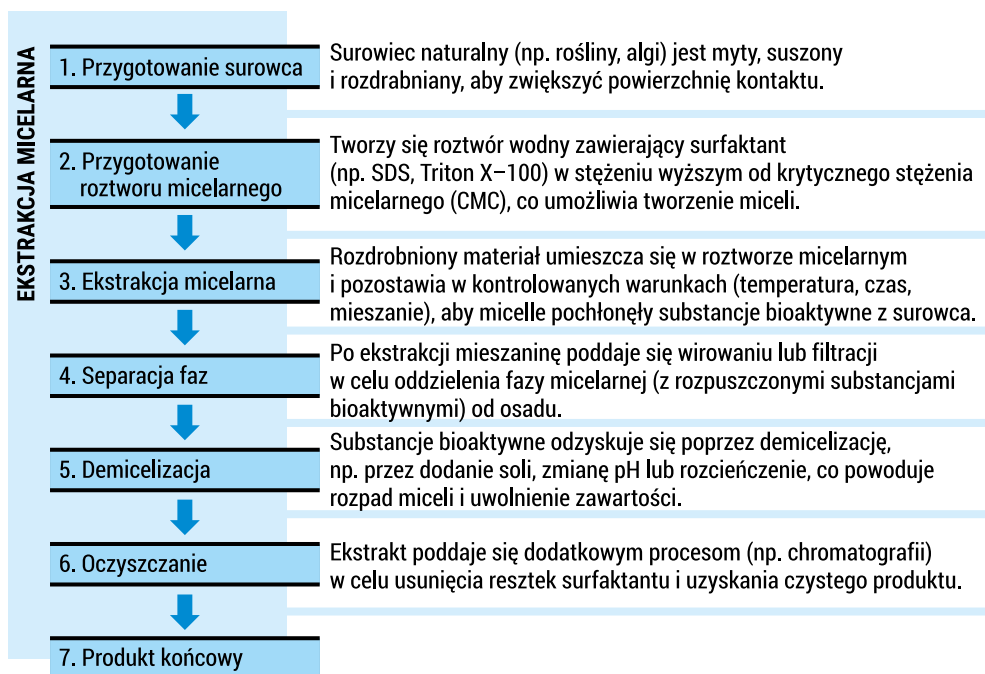
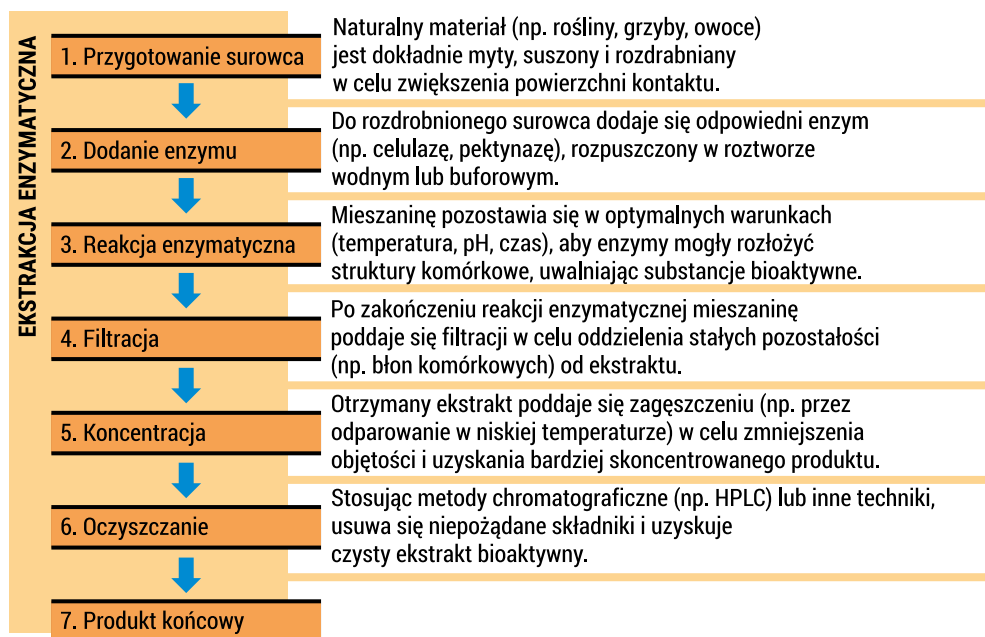
Streszczenie

W kontekście zrównoważonego rozwoju i gospodarki obiegu zamkniętego wzrasta konieczność wdrażania nowoczesnych i przyjaznych środowisku metod ekstrakcji substancji bioaktywnych z produktów naturalnych celem aplikacji w przemyśle jako suplementy diety, biofarmaceutyki, biokosmetyki, biomateriały. Ekstrakcja micelarna lub nadkrytyczna to przykładowe techniki ekstrakcji, które w porównaniu z klasycznymi umożliwiają redukcję zużycia energii, wody, emisji CO₂ oraz szkodliwych dla środowiska rozpuszczalników. Na rys. 1 przedstawiono schemat ekstrakcji enzymatycznej oraz micelarnej.

Słowa kluczowe: ekstrakcja, zrównoważony rozwój, produkty naturalne

Autorki: Monika Krystkiewicz, Monika Kalinowska (Politechnika Białostocka), Renata Choińska (Instytut Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego – PIB), 80799@student.pb.edu.pl

Praca została wykonana w ramach zadań realizowanych w projekcie finansowanym przez Narodowe Centrum Nauki nr 2021/43/B/NZ9/03102.



RYS. 1. Schemat ekstrakcji enzymatycznej oraz micelarnej

FIG. 1. Scheme of enzymatic and micellar extraction

Modern and sustainable extraction techniques of bioactive compounds from natural products

Summary

In the context of sustainable development and the circular economy, there is a growing need to implement modern and environmentally friendly methods for extracting bioactive compounds from natural products for use in industry as dietary supplements, biopharmaceuticals, biocosmetics, and biomaterials. Micellar or supercritical extraction are examples of techniques that, compared to conventional methods, enable a reduction in energy and water consumption, CO₂ emissions, and the use of environmentally harmful solvents. Figure 1 shows a scheme of enzymatic and micellar extraction.

Key words: extraction, sustainable development, modern techniques

8. Aktywność antynowotworowa ekstraktów z wybranych gatunków glonów – *Chlorella vulgaris* BA02

Maja Leszczyńska, Agata Jabłońska-Trypuć, Rafał Krętowski, Paweł Kondzior

Streszczenie

Chlorella vulgaris BA02 to mikroalga słodkowodna zawierająca liczne związki o wysokiej aktywności biologicznej, takie jak karotenoidy, chlorofil czy kwasy tłuszczowe, które pozyskane poprzez ekstrakcję mogą mieć potencjalne zastosowanie terapeutyczne [1]. Ekstrakt pozyskano z *Chlorelli vulgaris* metodą przeprowadzoną i opisaną przez Figueiredo i wsp. [2]. Cytotoksyczność oceniono na komórkach raka piersi MCF-7 i MDA-MB-231 przy zastosowaniu testu MTT, który wykazał ich istotne zmniejszenie żywotności, potwierdzając cytotoksyczne i potencjalnie przeciwnowotworowe właściwości ekstraktu.

Słowa kluczowe: *Chlorella vulgaris* BA02, nowotwór piersi, cytotoksyczność, antyoksydant

Autorzy: Maja Leszczyńska, Agata Jabłońska-Trypuć, Paweł Kondzior (Politechnika Białostocka), Rafał Krętowski (Uniwersytet Medyczny w Białymstoku), 87023@student.pb.edu.pl

Anticancer activity of extracts from selected algae species – *Chlorella vulgaris* BA02

Summary

Chlorella vulgaris BA02 is a freshwater microalga that contains numerous compounds with high biological activity, such as carotenoids, chlorophyll and fatty acids, which, when obtained by extraction, may have potential therapeutic applications [1]. The extract was obtained from *Chlorella vulgaris* by the method carried out and described by Figueiredo et al. [2]. Cytotoxicity was evaluated on MCF-7

and MDA-MB-231 breast cancer cells using the MTT assay, which showed a significant reduction in cell viability, confirming the cytotoxic and potentially anticancer properties of the extract.

Key words: *Chlorella vulgaris* BA02, breast cancer, cytotoxicity, antioxidant

Literatura/Literature

- [1] El-fayoumy E.A., Shanab S.M.M., Gaballa H.S., Tantawy M.A., Shalaby E.A., *Evaluation of antioxidant and anticancer activity of crude extract and different fractions of Chlorella vulgaris axenic culture grown under various concentrations of copper ions*, „BMC Complementary Medicine and Therapy” 2021, nr 21(1), 51
- [2] Figueiredo A.R., da Costa E., Silva J., Domingues M.R., Domingues P., *The effects of different extraction methods of lipids from Nannochloropsis oceanica on the contents of omega-3 fatty acids*, „Algal Research” 2019, nr 41, 101556

9. Wykorzystanie metod eksperymentalnych i modelowania molekularnego w ocenie reaktywności i aktywności antyoksydacyjnej związków fenolowych i ich kompleksów z metalami 3D

Karolina Malinowska, Grzegorz Świdorski

Streszczenie

Zbadano kompleksy metali z czterema kwasami fenolowymi – kwasem kawowym (CA), kwasem protokatechowym (PCA), kwasem 4-hydroksybenzoesowym (4-HBA) oraz kwasem *p*-kumarowym – charakteryzującymi się właściwościami przeciwutleniającymi i przeciwzapalnymi [1–6]. Przeprowadzono spektrofotometryczną analizę procesu kompleksowania, teoretyczne modelowanie strukturalne, obliczenia reaktywności chemicznej oraz testy antyoksydacyjne metodami FRAP i DPPH. Wykazano, że aktywność antyoksydacyjna kwasów o silnych właściwościach przeciwutleniających (np. CA, PCA) uległa zmniejszeniu po związaniu z jonami metalami, natomiast utworzenie kompleksów metali przez kwasy o niższej aktywności antyoksydacyjnej (np. 4-HBA) spowodowało wzrost ich właściwości antyoksydacyjnych.

Słowa kluczowe: kwasy fenolowe, antyoksydanty, stres oksydacyjny, kompleksy, metale 3D

Autorzy: Karolina Malinowska, Grzegorz Świdorski (Politechnika Białostocka), 84043@student.pb.edu.pl

The use of experimental methods and molecular modelling in the assessment of the reactivity and antioxidant activity of phenolic compounds and their metal complexes

Summary

The study presents research on metal complexes with four phenolic acids – caffeic acid (CA), protocatechuic acid (PCA), 4-hydroxybenzoic acid (4-HBA), and p-coumaric acid – known for their antioxidant and anti-inflammatory properties [1–6]. Spectrophotometric analysis of the complexation process, theoretical structural modeling, chemical reactivity calculations, and antioxidant tests using FRAP and DPPH methods were conducted. It was shown that acids with strong antioxidant properties (e.g., CA, PCA) lost part of their activity upon binding with metals, whereas complexes with less active acids (e.g., 4-HBA) exhibited enhanced antioxidant properties.

Key words: phenolic acids, antioxidants, oxidative stress, metal complexes, 3D metals

Literatura/Literature

- [1] Figat R., *Kwasy fenolowe jako związki o potencjale antygenotoksycznym występujące w roślinach leczniczych i jadalnych*, „Prospects in Pharmaceutical Sciences” 2021, nr 19(4), s. 28–41
- [2] Kalinowska M., Gołębiewska E., Mazur L., Lewandowska H., Pruszyński M., Świderski G., Wyrwas M., Pawluczuk N., Lewandowski W., *Crystal structure, spectroscopic characterization, antioxidant and cytotoxic activity of new Mg(II) and Mn(II)/Na(I) complexes of isoferulic acid*, „Materials” 2021, nr 14(12), 3236
- [3] Kalinowska M., Gryko K., Gołębiewska E., Świderski G., Lewandowska H., Pruszyński M., Zawadzka M., Kozłowski M., Sienkiewicz-Gromiuk J., Lewandowski W., *Fe(III) and Cu(II) complexes of chlorogenic acid: spectroscopic thermal, anti-/pro-oxidant, and cytotoxic studies*, „Materials” 2022, nr 15(19), 6832
- [4] Kalinowska M., Sienkiewicz-Gromiuk J., Świderski G., Pietryczuk A., Cudowski A., Lewandowski W., *Zn(II) complex of plant phenolic chlorogenic acid: Antioxidant, antimicrobial and structural studies*, „Materials” 2020, nr 13(17), 3745
- [5] Kiewlicz J., *Długołańcuchowe estry kwasów fenolowych jako wielofunkcyjne składniki kształtujące jakość wyrobów kosmetycznych*, rozprawa doktorska, Uniwersytet Ekonomiczny w Poznaniu, Poznań 2013
- [6] Kluszczyńska D., Sowińska W., *Wpływ procesów technologicznych na zawartość substancji bioaktywnych w owocach borówki czernicy*, „Żywność Nauka Technologia Jakość” 2014, nr 4(95), s. 30–42

10. Biotechnologiczne podejścia do produkcji pektynaz z wykorzystaniem odpadów agroprzemysłowych

Sofya Panasevich, Ilya Tsybulski, Adriana Dowbysz, Mariola Samsonowicz

Streszczenie

Pektynazy to enzymy rozkładające pektyny obecne w ścianach komórkowych roślin. Wykorzystywane są w przemyśle spożywczym, tekstylnym i środowiskowym, m.in. do biodegradacji odpadów organicznych [1]. Surowcem fermentacyjnym mogą być odpady agroprzemysłowe, takie jak wytloki czy skórki owoców, co obniża koszty produkcji i sprzyja zrównoważonemu rozwojowi [2]. Enzymy te wytwarzane są przez bakterie i grzyby w procesach SmF lub SSF [2, 3]. Nowoczesne sposoby produkcji pektynaz obejmują modyfikacje genetyczne oraz optymalizację procesu z zastosowaniem monitorowanych układów fermentacyjnych [2].

Słowa kluczowe: pektynazy, odpady agroprzemysłowe, fermentacja, nowoczesne strategie produkcji, modyfikacje genetyczne

Autorzy: Sofya Panasevich, Ilya Tsybulski, Adriana Dowbysz, Mariola Samsonowicz (Politechnika Białostocka), 86820@student.pb.edu.pl

Biotechnological approaches to pectinase production using agro-industrial waste

Summary

Pectinases are enzymes that degrade pectins found in plant cell walls. They are used in the food, textile, and environmental industries, including in the biodegradation of organic waste [1]. Agro-industrial by-products, such as fruit pomace and peels, can serve as low-cost fermentation substrates, enhancing process efficiency and supporting

sustainable development [2]. These enzymes are produced by bacteria and fungi through SmF or SSF [2, 3]. Modern approaches involve genetic modifications and process optimization using monitored fermentation systems [2].

Key words: pectinases, agro-industrial waste, fermentation, modern production strategies, genetic modifications

Literatura/Literature

- [1] Mat Jalil M.T., Zakaria N.A., Salikin N.H., Ibrahim D., *Assessment of cultivation parameters influencing pectinase production by Aspergillus niger LFP-1 in submerged fermentation*, „Journal of Genetic Engineering and Biotechnology” 2023, nr 21(1), 45
- [2] Dwivedi S., Yadav K., Gupta S., Tanveer A., Yadav S., Yadav D., *Fungal pectinases: an insight into production, innovations and applications*, „World Journal of Microbiology and Biotechnology” 2023, nr 39(11), 305
- [3] Patidar M.K., Nighojkar S., Kumar A., Nighojkar A., *Pectinolytic enzymes-solid state fermentation, assay methods and applications in fruit juice industries: a review*, „3 Biotechnology” 2018, nr 8(4), 199

11. Właściwości przeciwutleniające wodnych ekstraktów z chmielu

Aleksandra Radziszewska, Adriana Dowbysz, Mariola Samsonowicz

Streszczenie

Coraz częściej w leczeniu cukrzycy typu 2 stosuje się preparaty naturalnego pochodzenia. Jednym z ziół wykazującym potencjalne działanie przeciwcukrzycowe, obniżające poziom stresu oksydacyjnego jest chmiel [1]. Wodne ekstrakty chmielu (*Humulus lupulus*) zbadano metodami Folina–Ciocâlțeu (w celu oceny zawartości polifenoli; F–C) oraz DPPH (w celu oceny aktywności antyoksydacyjnej). Oznaczanie zawartości związków fenolowych metodą F–C potwierdziło obecność polifenoli w wodnych ekstraktach z chmielu na poziomie $12,113 \pm 0,578 \text{ mgGA/g}_{\text{s.m}}$. Metodą DPPH wyznaczono parametr IC_{50} dla wodnego ekstraktu, który wyniósł $4,721 \pm 0,706 \text{ mg/ml}_{\text{ekstraktu}}$. Wykazano zatem potencjalne działanie antyoksydacyjne wodnych ekstraktów z chmielu.

Słowa kluczowe: chmiel, aktywność antyoksydacyjna, IC_{50}

Autorki: Aleksandra Radziszewska, Adriana Dowbysz, Mariola Samsonowicz (Politechnika Białostocka), 84053@student.pb.edu.pl

Antioxidant activity of aqueous extracts from hops

Summary

Natural compounds are increasingly used in type 2 diabetes treatment. One of them is hops, which has potential antidiabetic properties and may reduce oxidative stress [1]. In this study, aqueous extracts of hops (*Humulus lupulus*) were analyzed using the Folin–Ciocâlțeu method (to assess the polyphenol content, F–C) and the DPPH method (to access antioxidant activity). The presence of polyphenols was confirmed by the F–C method and was equal to $12,113 \pm 0,578 \text{ mgGA/g}_{\text{d.w}}$. The DPPH

method was used to determine the IC_{50} value for aqueous extract, which was equal to $4.721 \pm 0.706 \text{ mg/ml}_{\text{extract}}$. These findings indicate the potential antioxidant effects of aqueous extracts of hops.

Key words: hops, antioxidant activity, IC_{50}

Literatura/Literature

- [1] Dostálek P., Karabin M., Jelínek L., *Hop phytochemicals and their potential role in metabolic syndrome prevention and therapy*, „Molecules” 2017, nr 22(10), 1761

12. Badania właściwości przeciwutleniających kompleksów Cu(II), Zn(II) i Fe(III) z wybranymi witaminami

Grzegorz Sawicki

Streszczenie

Wolne rodniki to atomy lub cząsteczki, w których przynajmniej jeden elektron na orbitalu zewnętrznym pozostaje niesparowany [1]. Pełnią one pozytywne funkcje biologiczne, biorą udział w sygnalizacji komórkowej, jednak ich nadmiar może prowadzić do uszkodzeń błon komórkowych i innych struktur [2]. Istnieją mechanizmy obronne, w tym nieenzymatyczne, z udziałem witamin C i E, które neutralizują reaktywne formy tlenu [3]. W pracy zsyntezowano kompleksy witaminy C i Troloksu z mikroelementami oraz oceniono ich aktywność antyoksydacyjną za pomocą testu DPPH.

Słowa kluczowe: wolne rodniki, witaminy, testy antyoksydacyjne, stres oksydacyjny

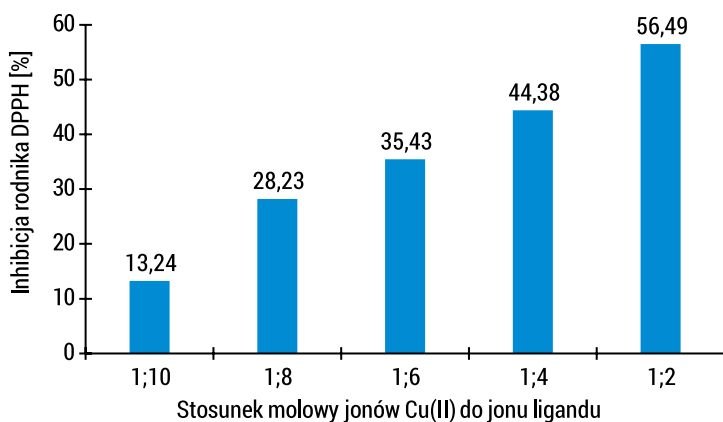
Autor: Grzegorz Sawicki (Politechnika Białostocka), grzegorz.sawicki111997@student.pb.edu.pl

Study of antioxidant properties of Cu(II), Zn(II) and Fe(III) complexes with selected vitamins

Summary

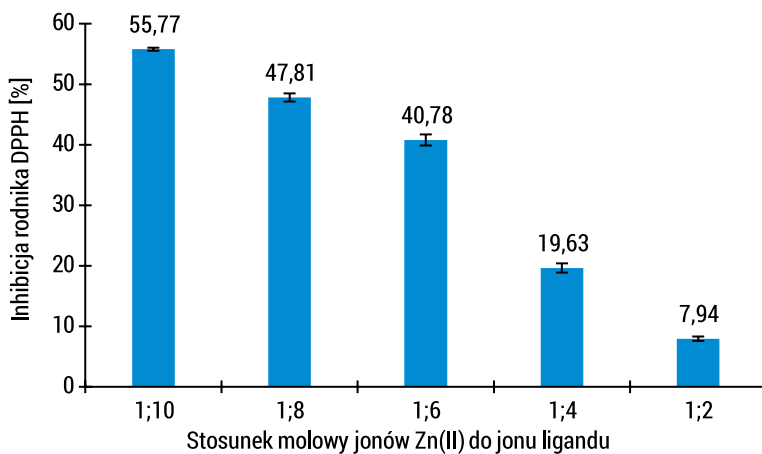
Free radicals are atoms or molecules in which at least one electron on the outer orbital remains unpaired [1]. They have positive biological functions, such as participation in cell signaling, but an excess of them can lead to damage to cell membranes and other structures [2]. There are defense mechanisms, including non-enzymatic ones involving vitamins C and E, that neutralize reactive oxygen species [3]. In this study, complexes of vitamin C and Trolox with micronutrients were synthesized and their antioxidant activity was evaluated by the DPPH assay.

Key words: free radicals, vitamins, antioxidant test, oxidative stress



RYS. 1. Wpływ dodatku jonów Cu(II) do witaminy C na właściwości antyoksydacyjne mierzone testem DPPH

FIG. 1. The effect of the addition of Cu(II) ions to vitamin C on antioxidant properties as measured by the DPPH· assay



RYS. 2. Wpływ dodatku jonów Zn(II) do witaminy C na właściwości antyoksydacyjne mierzone testem DPPH

FIG. 2. Effect of addition of Zn(II) ions to vitamin C on antioxidant properties measured by DPPH assay

Literatura/Literature

- [1] Karpińska A., Gromadzka G., *Stres oksydacyjny i naturalne mechanizmy antyoksydacyjne – znaczenie w procesie neurodegeneracji*, „Postępy Higieny i Medycyny Doświadczalnej” 2013, nr 67, s. 43–53
- [2] Skólmowska M., Kmiec M., *Enzymosomy antyoksydacyjne – właściwości i zastosowanie*, „Postępy Higieny i Medycyny Doświadczalnej” 2011, nr 65, s. 640–644
- [3] Sadowska A., Żebrowska-Krasuska M., Świderski F., *Przeciwutleniacze w żywności*, „Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego” 2012, nr 22(2), s. 98–102

13. Pektynazy jako kluczowe biokatalizatory procesów przemysłowych – potencjał i praktyczne wdrożenia

Ilya Tsybulski, Sofya Panasevich, Adriana Dowbysz, Mariola Samsonowicz

Streszczenie

Pektynazy to enzymy rozkładające pektyny, kluczowe składniki ścian komórkowych roślin [1]. Dzięki selektywności i biodegradowalności znalazły szerokie zastosowanie w przemyśle spożywczym, winiarskim, tekstylnym, papierniczym i paszowym, a także przy produkcji kawy, herbaty i olejów roślinnych [2, 3]. Umożliwiają ograniczenie użycia chemikaliów i energii, wpisując się w ideę zrównoważonego rozwoju.

Słowa kluczowe: pektynazy, zastosowania przemysłowe, enzymy, mechanizm działania, źródła pektynaz

Autorzy: Ilya Tsybulski, Sofya Panasevich, Adriana Dowbysz, Mariola Samsonowicz (Politechnika Białostocka), 86821@student.pb.edu.pl

Pectinases as key biocatalysts in industrial processes – potential and practical applications

Summary

Pectinases are enzymes that break down pectins, which are key components of plant cell walls [1]. Thanks to their selectivity and biodegradability, they have found wide applications in the food, winemaking, textile, paper, and feed industries, as well as in the production of coffee, tea, and vegetable oils [2, 3]. They help reduce the use of chemicals and energy, aligning with the concept of sustainable development.

Key words: pectinases, industrial applications, enzymes, mechanism of action, sources of pectinases

Literatura/Literature

- [1] Tapre A.R., Jain R.K., *Pectinases: Enzymes for fruit processing industry*, „International Food Research Journal” 2014, nr 21(2), s. 447–453
- [2] Sieiro C., García-Fraga B., López-Seijas J., Da Silva A.F., Villa T.G., *Microbial pectic enzymes in the food and wine industry*, [w:] B. Valdez (red.), *Food Industrial Processes – Methods and Equipment*, Rijeka 2012, s. 201–218
- [3] Wu P., Yang S., Zhan Z., Zhang G., *Origins and features of pectate lyases and their applications in industry*, „Applied Microbiology and Biotechnology” 2020, nr 104(48), s. 7247–7260

