

Zagadnienia Doradztwa Rolniczego

4'25⁽¹²²⁾



CENTRUM DORADZTWA
ROLNICZEGO W BRWINOWIE



STOWARZYSZENIE EKONOMISTÓW
ROLNICTWA I AGROBIZNESU

Zagadnienia Doradztwa Rolniczego

KWARTALNIK

4'25⁽¹²²⁾

CENTRUM DORADZTWA ROLNICZEGO W BRWINOWIE
STOWARZYSZENIE EKONOMISTÓW ROLNICTWA I AGROBIZNESU

Wydawcy:

Centrum Doradztwa Rolniczego w Brwinowie Oddział w Poznaniu

61- 659 Poznań, ul. Winogrody 63

tel.: 61 823 20 81, e-mail: kwartalnik@cdr.gov.pl

www.cdr.gov.pl

Stowarzyszenie Ekonomistów Rolnictwa i Agrobiznesu

60-637 Poznań, ul. Wojska Polskiego 28

tel.: 794 653 134

www.seria.com.pl

ISSN 1232-3578

e-ISSN 2719-8901

Rada Programowa:

Zbigniew Brodziński, Mirosław Drygas, Maria Fazikova,
Elena Horská, Michał Jerzak, Antonina Kalinichenko, Józef Kania,
Stanisław Krasowicz, Krystyna Krzyżanowska, Marek Mrówczyński,
Walenty Poczta, Marian Podstawka, Monika Stanny

Zespół Redakcyjny:

Redaktor naczelny: dr hab. Arkadiusz Sadowski, prof. UPP (arkadiusz.sadowski@up.poznan.pl)

Sekretarz redakcji: Wojciech Borzyszkowski (kwartalnik@cdr.gov.pl)

Redaktorzy tematyczni:

Agronomia: Jean Diatta, Ryszard Jaworski

Doradztwo: Ryszard Jaworski, Sławomir Zawisza

Ekonomia: Arkadiusz Sadowski, Roman Sass, Romana Głowicka-Wołoszyn

Problematyka społeczna: Sławomir Zawisza

Statystyka: Romana Głowicka-Wołoszyn

Wspólna Polityka Rolna: Arkadiusz Sadowski, Roman Sass

Technologia żywności: Joanna Kobus-Cisowska



Czasopismo jest organizacją non-profit i publikuje pełne treści artykułów w otwartym dostępie. Przyjęliśmy licencję Creative Commons CC BY-NC – uznanie autorstwa – użycie niekomercyjne. Opublikowane artykuły mogą być gromadzone, przeczytane i pobierane bezpłatnie – z zastrzeżeniem praw autorskich.

© Copyright by Centrum Doradztwa Rolniczego w Brwinowie Oddział w Poznaniu
& Stowarzyszenie Ekonomistów Rolnictwa i Agrobiznesu 2025

Projekt graf., skład komputerowy:

Alicja Zygmantowska

Druk:

TOP DRUK SPÓŁKA Z O.O. SPÓŁKA KOMANDYTOWA

ul. Nowogrodzka 151 A, 18-400 Łomża

Nakład 200 egz.



**Minister Rolnictwa
i Rozwoju Wsi**

Drodzy Rolnicy i Mieszkańcy Polskiej Wsi,

z okazji nadchodzących Świąt Bożego Narodzenia pragnę złożyć Państwu najserdeczniejsze życzenia – pokoju, zdrowia i rodzinnego ciepła. Niech ten wyjątkowy czas stanie się chwilą wytchnienia po całorocznej ciężkiej pracy i codziennych obowiązkach, tak mocno wpisanych w rytm życia na wsi.

Mijający rok obfitował w wyzwania: zmienne warunki pogodowe, wahania rynkowe oraz liczne trudności, z którymi przyszło się mierzyć polskiemu gospodarstwu. Był to jednocześnie okres, w którym po raz kolejny potwierdziła się niezwykła wytrwałość, odpowiedzialność i profesjonalizm polskich rolników.

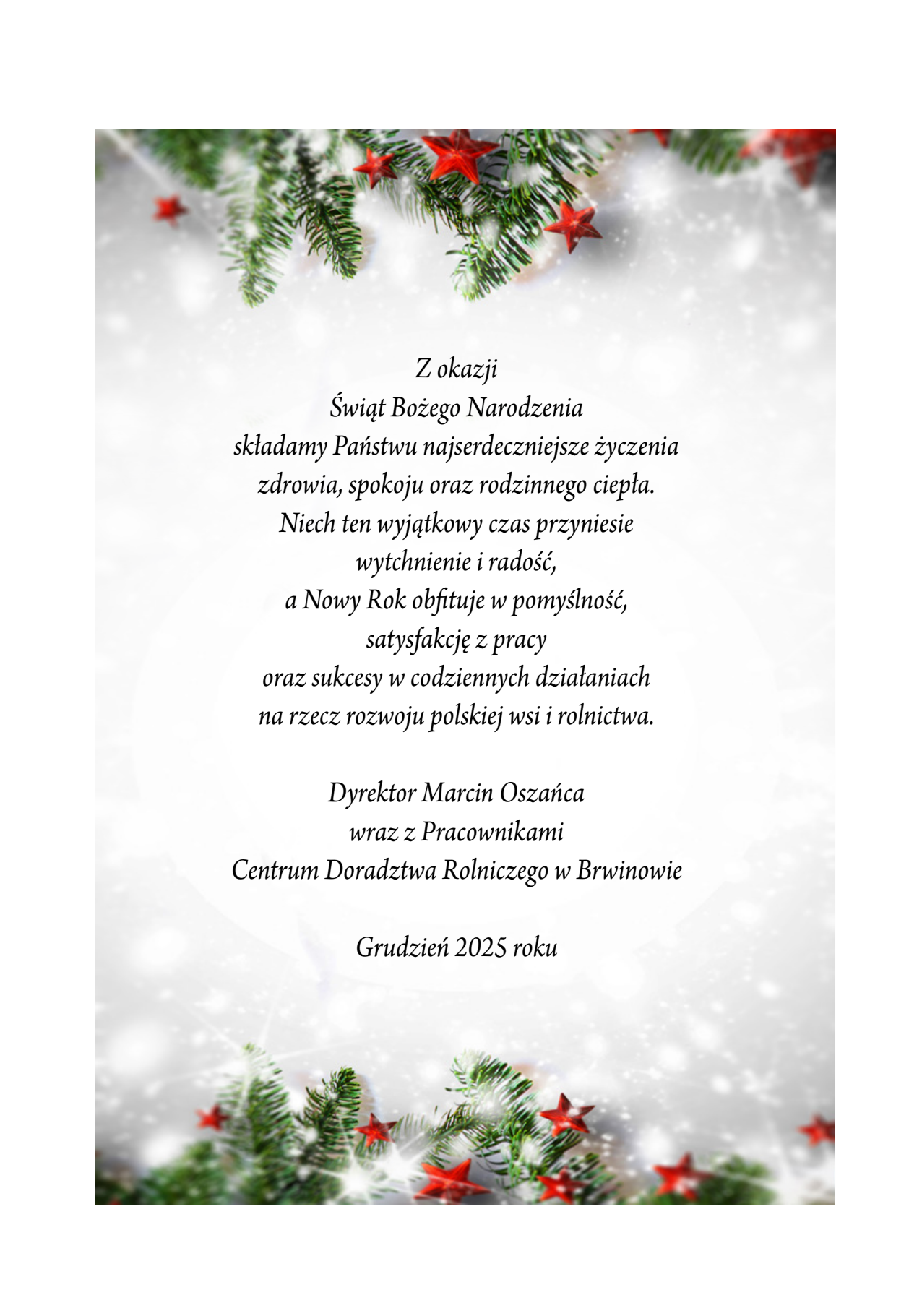
Państwa zaangażowanie i praca stanowią fundament bezpieczeństwa żywnościowego naszego kraju- za co składam Państwu wyrazy szczerej wdzięczności.

Życzę, aby nadchodzący Rok 2026 przyniósł Państwu stabilizację, pomysłność, obfite plony oraz sprzyjającą pogodę. Niech każdy dzień niesie satysfakcję z prowadzonej działalności rolniczej oraz poczucie, że wysiłek wkładany w rozwój gospodarstw i lokalnych społeczności przynosi trwałe i wymierne efekty.

***Życzę Państwu
spokojnych i radosnych Świąt Bożego Narodzenia
oraz pomysłności w Nowym Roku!***

***Stefan Krajewski
Minister Rolnictwa i Rozwoju Wsi***





*Z okazji
Świąt Bożego Narodzenia
składamy Państwu najserdeczniejsze życzenia
zdrowia, spokoju oraz rodzinnego ciepła.
Niech ten wyjątkowy czas przyniesie
wytchnienie i radość,
a Nowy Rok obfituje w pomyślność,
satysfakcję z pracy
oraz sukcesy w codziennych działaniach
na rzecz rozwoju polskiej wsi i rolnictwa.*

*Dyrektor Marcin Oszańca
wraz z Pracownikami
Centrum Doradztwa Rolniczego w Brwinowie*

Grudzień 2025 roku



*Z okazji nadchodzących
Świąt Bożego Narodzenia
składamy*

*naszym Czytelnikom,
współpracującym Autorom
oraz Sympatykom*

*Zagadnień Doradztwa Rolniczego
serdeczne i ciepłe życzenia.*

*Niech ten wyjątkowy czas
wypełni spokoj, radość i wzajemna życzliwość,
a Nowy Rok niech przyniesie Państwu
pomyślność, twórcze sukcesy i satysfakcję
zarówno w życiu zawodowym, jak i prywatnym.*

*Dyrekcja i Pracownicy
Centrum Doradztwa Rolniczego
w Brwinowie Oddział w Poznaniu
oraz*

*Zespół Redakcyjny
Zagadnień Doradztwa Rolniczego*

Grudzień 2025 roku





SPIS TREŚCI

BARBARA ROMANOWSKA, EDYTA KWIATKOWSKA: Ocena słomy lnianej i konopnej pozyskanej z roślin włóknistych przeznaczonej do przerobu na cele włókiennicze	9
JACEK KOŁODZIEJ, ANNA KICIŃSKA–JAKUBOWSKA, GRZEGORZ OLESZAK, BARBARA ROMANOWSKA, MD MASUD ALAM, PATRYCJA PRZYBYLSKA, EDYTA KWIATKOWSKA: Wpływ wybranych zabiegów agrotechnicznych na wydajność i jakość włókna lnu (<i>Linum usitatissimum</i> L.) odmiany Hera	22
ALEKSANDRA DEJA: Pozyskiwanie i charakterystyka materiału genetycznego konopi (<i>Cannabis sativa</i> L.) jako etap selekcji cennych genotypów w pracach hodowlanych	34
JACEK KOŁODZIEJ: Opracowanie konstrukcji ula pszczelego z kompozytu wapna i paździerzy konopnych	44
MARIOLA DREGER, OLGA ASKUTJA: Walory użytkowe, skład chemiczny i uprawa pokrzywy zwyczajnej (<i>Urtica dioica</i> L.)	56
BOGDAN M. WAWRZYŃIAK: System dostaw obowiązkowych w Polskiej Rzeczypospolitej Ludowej w latach 1951-1971	71
SEBASTIAN GÓRECKI: Systemy telemetryczne w pszczelarstwie precyzyjnym	90
NOWOŚCI WYDAWNICZE	115
RECENZENCI ARTYKUŁÓW publikowanych w „Zagadnieniach Doradztwa Rolniczego” w 2025 roku	116
ROCZNY SPIS TREŚCI 2025	119

TABLE OF CONTENTS

BARBARA ROMANOWSKA, EDYTA KWIATKOWSKA: Evaluation of flax and hemp straw obtained from fibrous plants intended for processing for textile purposes	9
JACEK KOŁODZIEJ, ANNA KICIŃSKA–JAKUBOWSKA, GRZEGORZ OLESZAK, BARBARA ROMANOWSKA, MD MASUD ALAM, PATRYCJA PRZYBYLSKA, EDYTA KWIATKOWSKA: The influence of the applied agrotechnical methods on the productivity and quality of flax (<i>Linum usitatissimum</i> L.) Hera fiber	22
ALEKSANDRA DEJA: Obtaining and characterising Cannabis (<i>Cannabis sativa</i> L.) genetic material as a stage in the selection of valuable genotypes in breeding work	34
JACEK KOŁODZIEJ: Development of a beehive structure from lime and hemp shives composite	44
MARIOLA DREGER, OLGA ASKUTJA: Functional properties, chemical composition and cultivation of common nettle (<i>Urtica dioica</i> L.)	56
BOGDAN M. WAWRZY尼亚K: Compulsory delivery system in The Polish People's Republic in the years 1951–1971	71
SEBASTIAN GÓRECKI: Telemetry systems in precision beekeeping	90
PUBLISHING NEWS	115
REVIEWERS OF ARTICLES published in “Zagadnienia Doradztwa Rolniczego” in 2025	116
ANNUAL TABLE OF CONTENTS 2025	122

Przesłano: 23-05-2025

Zaakceptowano do druku: 02-12-2025



OCENA SŁOMY LNIANEJ I KONOPNEJ POZYSKANEJ Z ROŚLIN WŁÓKNISTYCH PRZEZNACZONEJ DO PRZEROBU NA CELE WŁÓKIENNICZE¹

Barbara Romanowska², Edyta Kwiatkowska³

Abstrakt: W artykule przedstawiono ocenę słomy lnu i konopi pod kątem długości i grubości oraz koloru ich łodyg. Ponadto oszacowano wydajność włókna ze słomy przy zastosowaniu czterech metod wydobycia. Badania wykonano z użyciem kluczowych odmian lnu i konopi uprawianych na terenie Polski prowadzonych w jednakowych warunkach doświadczalnych w roku 2022. Ocenie poddano takie odmiany lnu włóknistego jak: HDH, Jan, Modran, Nike oraz odmiany Białobrzeskie, Henola, USO-31, Wojko w przypadku konopi włóknistych. Badania wykazały, że na wynik oceny słomy lnianej i konopnej na podstawie wyznaczenia długości łodyg lnu i konopi, ich grubości, koloru oraz wydajności włókna ze słomy ma wpływ nie tylko odmiana tych roślin, ale również okres ich zbioru i metoda wydobycia włókien. Ocena słomy lnianej i konopnej może pozwolić na określenie ich potencjalnego zastosowania w przetwórstwie w przemyśle włókienniczym.

Słowa kluczowe: len, konopie, procesy rozszarncze, dekortykacja, długość słomy, grubość słomy, kolor słomy, wydajność włókna ze słomy

JEL: Q19

EVALUATION OF FLAX AND HEMP STRAW OBTAINED FROM FIBROUS PLANTS INTENDED FOR PROCESSING FOR TEXTILE PURPOSES¹

Barbara Romanowska², Edyta Kwiatkowska³

¹ Badania zostały przeprowadzone w ramach Dotacji Celowej nr DHR.hn.070.2.2022 finansowanej przez Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi w roku 2022.

² Instytut Włókien Naturalnych i Roślin Zielarskich – Państwowy Instytut Badawczy (Institute of Natural Fibers and Medicinal Plants – National Research Institute) | wkład pracy (work input): 60% | ORCID: 0000-0001-8237-621X | e-mail: barbara.romanowska@iwnirz.pl

³ Instytut Włókien Naturalnych i Roślin Zielarskich – Państwowy Instytut Badawczy (Institute of Natural Fibers and Medicinal Plants – National Research Institute) | wkład pracy (work input): 40% | ORCID: 0000-0003-3447-5007 | e-mail: edyta.kwiatkowska@iwnirz.pl

Abstract: The article presents an assessment of flax and hemp straw in terms of stem length, thickness, and color. In addition, the yield of technical fiber from straw was estimated using four extraction methods. The research was conducted using of utmost importance fiber plant varieties grown in Poland under identical experimental conditions in 2022. The research was carried out on flax straw of the HDH, Jan, Modran, Nike varieties and hemp straw of the Białobrzeskie, Henola, USO-31, Wojko varieties. The research showed that the results of flax and hemp straw assessment based on the determination of the length, thickness, color, and output of fibers are influenced not only by the variety of these plants but also by the harvest period and fibers extraction method. The evaluation of flax and hemp straw may determine their potential application for processing in textiles industry.

Keywords: flax, hemp, retting processes, mechanical decortication, straw length, straw thickness, straw color, output of fiber

JEL: Q19

1. Wstęp

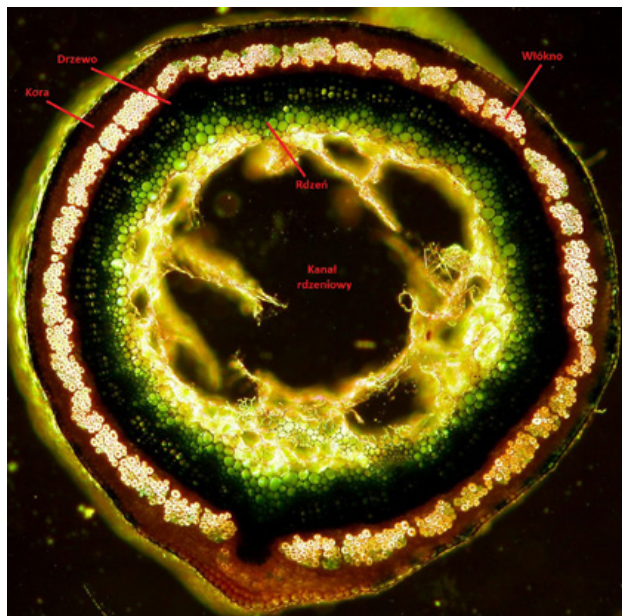
Słoma roślin włóknodajnych takich jak len i konopie jest surowcem, z którego można pozyskiwać włókna wykorzystywane następnie do różnych celów. Włókna te są używane do wytwarzania wyrobów odzieżowych, takich jak naturalna, ekologiczna odzież prozdrowotna (Zimniewska i in., 2018). Znajdują również zastosowanie do produkcji wyrobów technicznych, np. do wytwarzania biodegradowalnych, ekologicznych kompozytów stosowanych w przemyśle motoryzacyjnym sportowym, instrumentów muzycznych itp. (Amaro, 2020, Promhuad i in., 2022). Włókna takie jak len czy konopie, zawarte są w części łykowej roślin włóknodajnych pełniąc w niej funkcję wzmacniającą i poprawiającą elastyczność rośliny (Müssig, 2010). Rozmieszczenie tych włókien na przekroju poprzecznym łodygi lnu przedstawia rysunek 1.

Uprawa lnu i konopi ma wiele pozytywnych skutków dla środowiska naturalnego poprzez:

- zwiększenie bioróżnorodności obszarów rolniczych,
- ograniczenie emisji gazów cieplarnianych, w tym CO₂,
- możliwość wykorzystania całej biomasy tych roślin do zastąpienia surowców niebiodegradowalnych stosowanych w przemyśle tekstylnym, budowlanym i kompozytach, zgodnie ze strategią „zero waste”,
- korzystne oddziaływanie na jakość gleby,
- możliwość ponownego wykorzystania włókien (Zimniewska i Romanowska, 2022).

Rysunek 1

Przekrój poprzeczny łodygi lnu



Źródło: Romanowska, B., Kicińska-Jakubowska, A., & Zimniewska, M. (2020). Włókna naturalne. W: K. Schmidt-Przewoźna (Red.), *Barwienie metodami naturalnymi – rośliny barwierskie i ich potencjał*.

Na rysunku tym widać, że włókna rozmieszczone są koncentrycznie w miększu korowym tworząc wewnątrz łodygi lnu miejscami przerywany pierścień okalający warstwę zdrewniałą tej łodygi.

Najwięcej upraw lnu włóknistego znajduje się w Europie, gdzie uzyskuje się około 80% światowej produkcji lnianego włókna trzpanego. Francja jest zdecydowanie największym plantatorem i przetwórcą lnu. Znaczny areal upraw lnu włóknistego występuje również w Belgii i Holandii (Alliance for European Flax-Linen & Hemp, 2025). W Polsce powierzchnia upraw lnu włóknistego w 2022 roku wynosiła około 400-430 ha (Bytniewska, 2023). Len uprawia się w Polsce głównie w celu produkcji włókna lnianego, które znajduje zastosowanie w przemyśle tekstylnym (tkaniny, odzież), motoryzacyjnym (materiały wygłuszające), meblarskim (włókniny) oraz do produkcji przędzy (Safilin, 2021).

Do największych producentów konopi włóknistych na świecie należy Francja, która odpowiada za ponad 70% produkcji konopi na świecie. Dużymi producentami konopi włóknistych są także takie kraje jak: Kanada, Chiny, Chile, USA i Ko-

rea Północna. W Europie, uprawa konopi, poza Francją, koncentruje się w Niemczech, Litwie, Estonii, Holandii, Rumunii, Włoszech i Austrii (Janusz, 2021, Danielewicz, 2023). W roku 2019 w Polsce odnotowano 70% wzrost powierzchni obszarów zasiewowych konopi. Z kolei w 2021 roku powierzchnia upraw konopi włóknistych wyniosła nieco powyżej 3000 hektarów (Marciniak, 2021).

W celu oddzielenia włókien łykowych ze słomy lnianej lub konopnej stosuje się metody roszenia, takie jak sianie i roszenie wodne, a także procesy osmotycznego odklejania oraz dekortykację (Zimniewska, 2022).

Metoda siania polega na rozścielaniu słomy lnu lub konopi na polu. Czas siania słomy wynosi ok. 6 tygodni. W tym czasie na słomę działają mikroorganizmy rozkładające pektyny, które sklejają włókna z pozostałymi tkankami w łyku rośliny (Strażyński i in., 2017). Roszenie wodne przeprowadza się w specjalnych basenach rozszarniczych, w których słoma zalewana jest wodą. Temperatura kąpielii wodnej w procesie roszenia wynosi ok. 32°C, czas procesu dla lnu – 72h (Kwiatkowska, 2024), dla konopi – 120h (Nelson, 2000). Metoda roszenia wodnego jest szybsza i pozwala na lepsze kontrolowanie warunków roszenia w porównaniu z metodą siania, jednak ze względu na zanieczyszczenie wody substancjami wydzielającymi się z łądyg roślin włóknodajnych metoda ta nie jest stosowana (Lee i in., 2020). Proces osmotycznego odklejania przebiega w podobnych warunkach jak w przypadku roszenia wodnego. Różnica w procesach polega na tym, że podczas roszenia wodnego słoma znajduje się w wodzie stojącej, natomiast w procesie osmotycznego odklejania oddzielanie włókna od drewnika następuje w wyniku oddziaływania ciśnienia wody podczas jej obiegu (Konczewicz, 2011; Mańkowski, 2014; Różańska i Rojewski, 2025). Metoda dekortykacji natomiast jest metodą o charakterze mechanicznym, w którym surowa (tj. nieroszona) słoma ulega rozdzieleniu na włókna i drewnik w urządzeniu zwanym dekortykatorem. W ten sposób otrzymuje się włókna jednopostaciowe (Mańkowski, 2014, Zimniewska i in., 2017).

Celem pracy była ocena słomy lnianej i konopnej pozyskanej w wyniku doświadczenia eksperymentalnej uprawy wybranych odmian lnu i konopi włóknistych w jednakowych warunkach polowych. Doświadczenie polowe przeprowadzono w roku 2022. Słoma została oceniona pod kątem długości, grubości i koloru oraz ocena wydajności włókna w stosunku do słomy surowej.

2. Materiały i metody badań

Do realizacji prac wytypowano cztery odmiany lnu: HDH, Jan, Modran, Nike oraz cztery odmiany konopi: Białobrzeskie, Henola, USO-31, Wojko. Doświadczenie polowe prowadzono w Pętkowie w Zakładzie Doświadczalnym IWNiRZ PIB. Zgodnie z zasadami uprawy lnu włóknistego wytypowane odmiany lnu za-

siano w drugiej połowie kwietnia 2022, kiedy temperatura gleby ustabilizuje się na poziomie 7–8°C, a temperatura powietrza wynosi ponad 10°C (Poczobutt, 1960). Wysiew konopi wymaga nieznacznie wyższych temperatur tj. ustabilizowanej temperatury gleby na poziomie 8 – 10°C (Cierpucha, 2013), stąd termin siewu konopi nastąpił później tj. w pierwszej połowie maja 2022.

W tabeli 1 przedstawiono dane dotyczące uprawy w/w odmian lnu i konopi.

Tabela 1

Warunki uprawy wybranych do badań odmian lnu i konopi włóknistych

	Len	Konopie
Gęstość siewu, kg/ha	90	60
Termin siewu	29.04.2022	11.05.2022
Termin początku wschodów	09.05.2022	18.05.2022
Termin końca wschodów	11.05.2022	25.05.2022
Rozstaw rzędków, cm	15	15
Powierzchnia poletek, m ²	51	31,5

Źródło: Opracowanie własne.

Przyrost i faza dojrzałości roślin włóknodajnych są głównym wyznacznikiem terminu ich zbioru. Przyrost rośliny może następować dość szybko, nawet do 20 cm dziennie (Heller, 2012). Aby zapewnić otrzymanie mocnego, a zarazem cienkiego włókna zdecydowano się na wczesny termin zbioru lnu i konopi, tj. przed kwitnieniem, w fazie jeszcze zielonkawej. Zbiór lnu zatem nastąpił w lipcu 2022, natomiast konopie zebrano we wrześniu.

Otrzymaną słomę oceniono pod względem długości, grubości, koloru oraz wydajności włókna w słomie zgodnie z metodami badawczymi określonymi w normach.

Metody badawcze oceny słomy:

Wyznaczenie długości słomy polegało na przeprowadzeniu pomiarów długości poszczególnych łodyg za pomocą metalowego przymiaru liniowego zgodnie z normą PN-P-04680-01:1979 dla lnu oraz PN-P-04679-01:1981 dla konopi.

Wyznaczenie grubości słomy polegało na dokonaniu pomiarów grubości w środkowej części poszczególnych łodyg za pomocą trójkąta Johansena zgodnie z normą PN-P-04680-02:1979 dla lnu oraz PN-P-04679-02:1981 dla konopi.

Wyznaczenie koloru słomy polegało na ręcznym rozdzieleniu łodyg na poszczególne grupy kolorów oraz obliczeniu procentowego udziału łodyg o określonych kolorach w badanej partii zgodnie z normą PN-P-04680-03:1979 dla lnu oraz PN-P-04679-03:1981 dla konopi.

Wyznaczenie wydajności polegało na określeniu procentowej zawartości włókna w słomie wyrażanej jako stosunek masy otrzymanego włókna do masy słomy surowej zgodnie z normą PN-P-04680-09:1987.

W kolejnym etapie prac podzielono pozyskaną słomę z każdej odmiany lnu i konopi na cztery równe części. Pierwszą poddano sianiu na polu, drugą roszeniu wodnemu, trzecią osmotycznemu odklejaniu, czwartą procesowi dekortykacji.

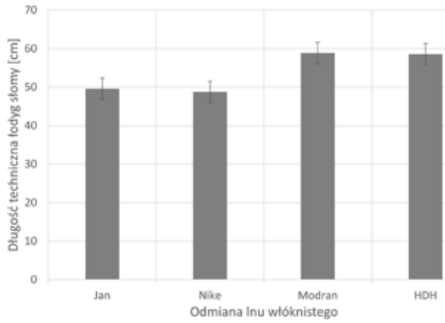
W wyniku dekortykacji otrzymano włókno z surowej słomy w sposób mechaniczny. Po procesie siania, roszenia wodnego oraz osmotycznego odklejania, wydobyte włókno wstępnie oczyszczono z drewnika w sposób mechaniczny za pomocą turbiny miedląco-trzebiącej.

3. Wyniki i dyskusja

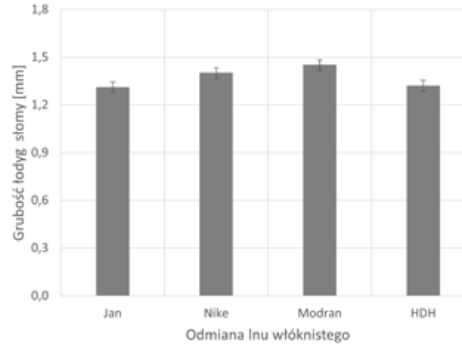
Poniżej przedstawiono wyniki wyznaczania długości łodyg słomy lnianej i konopnej, ich grubości oraz koloru. Na rysunek 2 zaprezentowano wyniki badania długości technicznej łodyg słomy lnianej. Długość techniczną mierzono zgodnie z normą od zgrubienia szyjki korzeniowej do pierwszego rozgałęzienia rośliny. Badany odcinek łodygi jest istotny w znaczeniu włókienniczym, ponieważ w tym fragmencie łodyg roślin włóknistych znajduje się włókno. Z kolei długość słomy konopi (rysunek 4) dla analizowanych wariantów stanowi długość ogólną rośliny i mierzy się od miejsca ścięcia (konopie są koszone podczas zbioru) (Cierpucha, 2013) do wierzchołka łodygi.

Z rysunku 2 wynika, że zakres zmian długości technicznej łodyg słomy lnianej zawierał się w przedziale 48,8 – 58,9 cm. Średnio, najdłuższe łodygi wśród analizowanych odmian lnu w okresie uprawy wykształciła odmiana Modran, natomiast najkrótsza odmiana Nike.

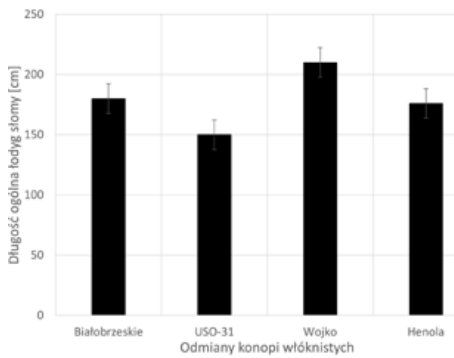
W przypadku konopi (rysunek 4) zakres długości technicznej łodyg wyniósł 150 – 210 cm, z najdłuższymi łodygami w przypadku odmiany Wojko, a najkrótszymi u odmiany USO-31. W badaniu zaobserwowano wyraźne różnice w grubości łodyg między odmianami. W przypadku lnu pomiary mieściły się w wąskim przedziale 1,31–1,45 mm (rysunek 3), podczas gdy u konopi zakres ten był znacznie szerszy (5,6–10,5 mm). Wśród konopi najgrubsze łodygi odnotowano u odmiany Wojko, a najcieńsze u odmiany Henola (rysunek 5).



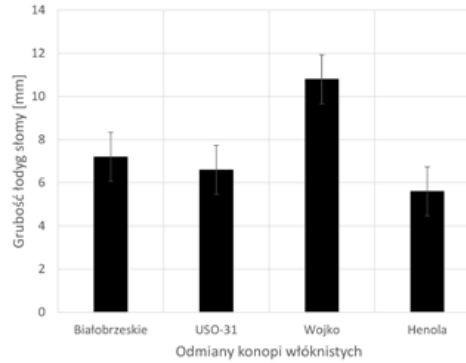
Rysunek 2. Ocena długości technicznej łodyg słomy lnianej.



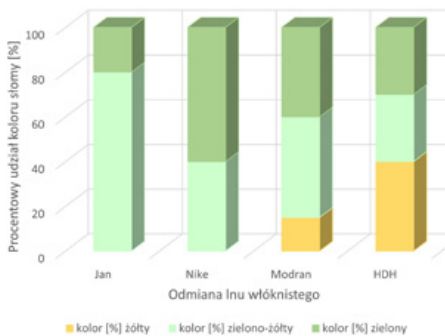
Rysunek 3. Ocena grubości łodyg słomy lnianej.



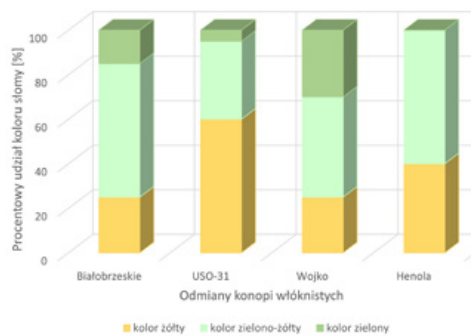
Rysunek 4. Ocena długości ogólnej łodyg słomy konopnej.



Rysunek 5. Ocena grubości słomy konopnej.



Rysunek 6. Kolor słomy lnianej.



Rysunek 7. Kolor słomy konopnej.

Źródło: Opracowanie własne.

Ocenę koloru słomy lnianej przedstawiono na rysunku 6, natomiast słomy konopnej na rysunku 7. Z rysunku 6 wynika, że łodygi lnu odmiany Jan i Nike charakteryzowały się kolorami zielonym i zielono-żółtym, natomiast w przypadku odmian Modran i HDH zaobserwowano występowanie również koloru żółtego słomy.

Natomiast u wszystkich badanych odmian słomy konopnej, łodygi posiadały kolor żółty i zielono-żółty (rysunek 7). Kolor zielony odnotowano w przypadku odmian Białobrzeskie, USO-31 i Wojko (kolor zielony nie wystąpił wśród łodyg słomy odmiany Henola).

W wyniku przeprowadzonych badań stwierdzono, że różnice pomiędzy poszczególnymi właściwościami słomy mogą wynikać z różnic odmianowych (Kwiatkowska, 2024). Im dłuższa jest długość łodyg lnu i konopi, tym dłuższe można otrzymać z niej włókno, co jest korzystne z punktu widzenia przedziałniczego (Jagmin, 1949). Warto nadmienić, że włókno konopne najczęściej przerabiane jest na przędzę w przedziałniczym parku maszynowym systemem lniarskim, stąd zachodzi konieczność przecinania słomy w połowie długości (Grégoire, 2020).

Wojke i Muśnicki (Wojke i Muśnicki, 2003) wykazali, że najlepszą wydajność i jakość włókna można uzyskać z łodyg słomy charakteryzujących się grubością mieszczącą się w granicach 1,3 – 1,7 mm. Natomiast grubość słomy konopi może się wahać od 3 mm do 12 mm, jednakże za optymalną grubość uważa się 4 – 8 mm.

Ważnym jest, aby słoma była możliwie jednorodna. Występowanie skrajności wymiarów nie jest pożądane. Zbyt gruba słoma świadczy o dużym zdrewnieniu słomy, natomiast zbyt cienka wynika z niedokształcenia rośliny (Gajewski, 2006, Heller, 2012, Mańkowski i in., 2020, Mańkowski, 2014, Żyliński, 1958). Wszystkie zatem badane warianty słomy lnianej i konopnej pod kątem parametrów: długość i grubość wykazują się dużym potencjałem do pozyskania wysokojakościowego włókna dedykowanego na cele przedziałnicze.

Wczesny zbiór wywarł wpływ na kolor słomy lnianej i konopnej. W przypadku analizowanych odmian tej słomy występują po 2 lub 3 kolory łodyg w jednym wariantcie. Kolor zielony wskazuje na tzw. zieloną dojrzałość rośliny, która występuje około tygodnia po przekwitnięciu. Kolor zielono - żółty świadczy o tzw. wczesnożółtej dojrzałości roślin. Faza ta jest zalecana do zbioru dla plantatorów przemysłowych. Kolor żółty występuje w zdrowych, nieprzejrzałych roślinach włóknistych. Według Żylińskiego (Żyliński, 1958) oraz Hellera (Heller, 2012) występowanie niejednorodności koloru słomy roślin włóknodajnych może prowadzić do jej nierównomiernego wyroszenia. Przyczyną nierównomierności koloru słomy wybranych do badań odmian lnu i konopi może być fakt, że rok 2022 panowały niesprzyjające warunki pogodowe dla uprawy lnu i konopi (Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej – PIB, 2022, Żuk i in., 2015), które spowodowały heterogeniczny rozwój roślin.

W tabeli 2 przedstawiono wyniki wyznaczenia wydajności włókien łykowych ze słomy lnianej i konopnej.

Tabela 2

Wydajność włókien ze słomy lnianej i konopnej (udział procentowy masy włókna w stosunku do masy słomy surowej)

Len				
Metoda pozyskania włókna	HDH	Jan	Modran	Nike
Dekortykacja	2,9	3,5	5,1	7,9
Roszenie wodne	13,7	13,2	14,6	11,2
Osmotyczne odklejanie	12,6	12,8	12,8	10,9
Słanie	22,5	17,2	24,0	19,9
Konopie				
Metoda pozyskania włókna	Biało-brzeskie	Henola	USO-31	Wojko
Dekortykacja	41,9	49,8	48,2	40,9
Roszenie wodne	20,3	26,6	26,9	25,8
Osmotyczne odklejanie	34,6	36,1	34,9	36,2
Słanie	25,4	47,2	46,5	27,8

Źródło: Opracowanie własne.

Z przedstawionych w tabeli 2 danych wynika, że w przeprowadzonym doświadczeniu w roku 2022 spośród odmian słomy lnianej najbardziej wydajną pod kątem zawartości włókna okazała się odmiana Modran (od 5,1% dla włókien otrzymanych metodą dekortykacji do 24,0% dla włókien otrzymanych metodą słania). Natomiast wśród odmian konopi najwięcej włókna uzyskano z odmiany Henola (od 26,6% dla włókien otrzymanych metodą roszenia wodnego do 49,8% dla włókien otrzymanych metodą dekortykacji).

Najmniejszą wydajność włókna stwierdzono natomiast dla lnu odmiany Jan (od 3,5% dla włókien otrzymanych metodą dekortykacji do 17,2% dla włókien otrzymanych metodą słania) oraz dla konopi odmiany Biało-brzeskie (od 20,3% dla włókien otrzymanych metodą roszenia wodnego do 41,9% dla włókien otrzymanych metodą dekortykacji).

Dane tabeli 2 wyraźnie wskazują na niższą wydajność włókien ze słomy lnianej niż konopnej. Okazała się ona być niska zwłaszcza w przypadku włókien lnianych dekortykowanych (2,92 – 7,86%). W tym przypadku prawdopodobną przyczyną tego był zastosowany w doświadczeniu wczesny zbiór, który spowodował trudności w usunięciu klei roślinnych drogą mechaniczną. Konopie w momencie zbioru wykazały się większą podatnością na oddzielenie włókien od drewnika. Dlatego

też wydajność włókien konopnych była wyższa od wydajności włókien ze słomy lnianej. Na uwagę zwraca wysoka wydajność włókien dekortykowanych otrzymanych z różnych odmian słomy konopnej (40,9 – 49,8%). Uzyskane wyniki wydajności włókien konopnych dekortykowanych były najwyższe spośród wszystkich wydajności włókien konopnych otrzymanych różnymi metodami. Wydajność włókna ze słomy lnianej i konopnej otrzymana metodą ślania, roszenia wodnego, osmotycznego odklejania a także włókien konopnych wydobytych metodą dekortykacji można uznać za porównywalną z wynikami tej wydajności podawanymi przez innych badaczy (tabela 3).

Tabela 3

**Przykładowe dane literaturowe dotyczące wydajności włókna
z słomy lnianej i konopnej**

Rodzaj włókna	Metoda wydobycia	Wydajność włókna ze słomy [%]	Dane literaturowe
len	dekortykacja	27,5	Mańkowski, 2014
		37,0	Ouagnea, 2017
	roszenie wodnie	14,1	Mańkowski, 2014
		35,1	Róžańska i in., 2025
	osmotycznie odklejane	11,7	Mańkowski, 2014
		38,1	Róžańska i in., 2025
	ślania	13,8	Mańkowski, 2014
		36,3	Róžańska i in., 2025
konopie	dekortykacja	43,5	Cierpucha i in., 2013
		59,0	Ouagnea, 2017
	roszenie wodnie	28,9	Róžańska i in., 2025
	osmotycznie odklejane	35,6	Róžańska i in., 2025
	ślania	28,2	Cierpucha i in., 2013
		26,7	Róžańska i in., 2025

Źródło: Opracowanie własne na podstawie publikacji naukowych.

4. Podsumowanie

Doświadczenie eksperymentalnej uprawy przeprowadzone w 2022 roku w jednakowych warunkach polowych dowodzi, że na długość łodyg słomy wpływa odmiana roślin włóknistych, z których otrzymano słomę. Dla lnu długość łodyg słomy wynosiła od 48,8 cm do 58,9 cm, dla konopi mieściła się w granicach 150 – 210 cm.

Tak samo jak w przypadku długości łodyg słomy grubość łodyg słomy zależy od odmiany roślin włóknistych. Dla analizowanych wariantów grubość łodyg słomy lnianej wahała się w granicach 1,31 – 1,45 mm, dla łodyg słomy konopnej grubość mieściła się w zakresie 5,6 – 10,8 mm.

Metody roszenia mają istotny wpływ metody roszenia na wydajność włókna ze słomy lnu i konopi. W przypadku lnu najczęściej włókien ze słomy uzyskano metodą siania, natomiast w przypadku konopi najwyższą wydajnością włókna ze słomy charakteryzował się proces dekortykacji oraz metoda siania.

Zastosowany wczesny zbiór w doświadczeniu miał istotny wpływ na kolor słomy. W zebranej słomie lnianej i konopnej można było wyodrębnić występowanie trzech kolorów: zielony, zielono-żółty i żółty. Sugeruje to niejednorodność fazy dojrzałości w czasie zbioru w obrębie tej samej odmiany we wszystkich analizowanych wariantach, co mogło doprowadzić do nierównomiernego roszenia.

Przeprowadzona ocena słomy lnianej i konopnej dowodzi, że wszystkie analizowane warianty charakteryzują się dużym potencjałem do przerobu na cele włókiennicze.

LITERATURA

1. Alliance for European Flax-Linen & Hemp. (2025). *Strona główna*. <https://alliance-flaxlinenhemp.eu/en>
2. Amaro, J. (2020). *Study and optimisation of flax fibers reinforced bio-sourced epoxy resin composites: Interfacial adhesion and compatibility* (Praca doktorska). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.
3. Bytniewska, A. (2023). *W kraju brakuje włókna lnianego. Branża próbuje odbudować jego produkcję*. <https://www.agropolska.pl/uprawa/uprawa-rol/w-kraju-brakuje-wlokna-lnianego-branza-probuje-odbudowac-jego-produkcje,581.html>
4. Baraniecki, P., Grabowska, L., Kołodziej, J., Kubacki, A., Mańkowski, J., Pniewska, I., & Spsychalski, G. (2013). *Technologia uprawy i przetwórstwa konopi włóknistych: Cultivation and processing technology of industrial hemp* (W. Cierpucha, Red.). Warszawa, Polska: Instytut Włókien Naturalnych i Roślin Zielarskich.
5. Danielewicz, D. (2023). Industrial hemp as a potential nonwood source of fibres for European industrial-scale papermaking – A review. *Materials*, 16, 6548. <https://doi.org/10.3390/ma16196548>
6. Gajewski, J. (2006). *Uprawa konopi siewnej – stan obecny i perspektywy rozwoju uprawy tej rośliny* (Praca inżynierska). Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa w Sulechowie.
7. Grégoire, M., Barthod-Malat, B., Labonne, L., Evon, P., De Luycker, E., & Ouagne, P. (2020). Investigation of the potential of hemp fibre straws harvested using a combine machine for the production of technical load-bearing textiles. *Industrial Crops and Products*, 145, 111988. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2019.111988>

8. Heller, K. (2012). *Metodyka integrowanej ochrony roślin dla uprawy lnu włóknistego*. Instytut Włókien Naturalnych i Roślin Zielarskich.
9. Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej – Państwowy Instytut Badawczy. (2022). *Rocznik meteorologiczny*. Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej – PIB.
10. Jagmin, J. (1949). *Uprawa lnu i konopi*. Państwowy Instytut Wydawnictw Rolniczych.
11. Janusz, N. (2021, December). *Konopie na świecie w liczbach. Wolne Konopie*. <https://wolnekonopie.org/2017/12/konopie-swiecie-liczbach/>
12. Konczewicz, W., Kozłowski, R., Kaniewski, R., Wojtysiak, J., & Podsiedlik, W. (2011). Pozyskiwanie włókna z roślin łykowatych metodą osmotycznego odklejania. *Len i Konopie. Biuletyn Informacyjny Polskiej Izby Lnu i Konopi*, 16, 34–44.
13. Kwiatkowska, E. (2024). *Wpływ zmian klimatycznych na parametry jakościowe i wartość substancji aktywnych włókna lnu* (Praca doktorska). Politechnika Łódzka.
14. Lee, C. H., Khalina, A., Lee, S. H., & Liu, M. (2020). A comprehensive review on bast fibre retting process for optimal performance in fibre-reinforced polymer composites. *Advances in Materials Science and Engineering*, 2020, Article 6074063. <https://doi.org/10.1155/2020/6074063>
15. Mańkowski, J., Kołodziej, J., & Kubacki, A. (2020). Innowacyjna metoda zbioru lnu włóknistego i przerobu surowca na włókno jednopostaciowe. *Zagadnienia Doradztwa Rolniczego*, 4(120), 57–68.
16. Mańkowski, J. (2014). Wpływ metod rosznienia na ilość i jakość jednopostaciowego włókna lnianego. *Fragmenta Agronomica*, 31(2), 46–55.
17. Marciniak, N. (2021, September 21). *Uprawa konopi włóknistych – jakie zyski dla rolników?* Tygodnik Rolniczy. <https://www.tygodnik-rolniczy.pl/uprawa/uprawa-konopi-wloknistych-jakie-zyski-dla-rolnikow-2383213>
18. Müssig, J. (2010). *Industrial applications of natural fibres: Structure, properties and technical applications*. John Wiley & Sons.
19. Nelson, R. (2000). Hemp fiber. In M. Rex & R. Nelson (Eds.), *Hemp husbandry: The complete cannabis cultivator*. Rex Research.
20. Ouagne, P., Barthod-Malat, B., Evon, P., Labonne, L., & Placet, V. (2017). Fibre extraction from oleaginous flax for technical textile applications: Influence of pre-processing parameters on fibre extraction yield, size distribution and mechanical properties. *Procedia Engineering*, 200, 213–220. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.07.031>
21. Poczobutt, S., et al. (1960). *Technologia lnu*. Warszawa, Polska: Państwowe Wydawnictwa Szkolnictwa Zawodowego.
22. Promhuad, K., Srisa, A., San, H., Laorenza, Y., Wongphan, P., Sodsai, J., Tansin, K., Phromphen, P., Chartvivatpornchai, N., Ngoenchai, P., & Harnkarnsujarit, N. (2022). Applications of Hemp Polymers and Extracts in Food, Textile and Packaging: A Review. *Polymers*, 14(20), 4274. <https://doi.org/10.3390/polym14204274>
23. Romanowska, B., Kicińska-Jakubowska, A., & Zimniewska, M. (2020). Włókna naturalne. W: K. Schmidt-Przewoźna (Red.), *Barwienie metodami naturalnymi – rośliny barwierskie i ich potencjał*. Wydawnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego.

24. Różańska, W., & Rojewski, Sz. (2025). Composites with flax and hemp fibers obtained using osmotic degumming, water-retting, and dew-retting processes. *Materials*, 18(13), 3200. <https://doi.org/10.3390/ma18133200>
25. Saflin Sp. z o.o. (2021). *Jak wykorzystuje się włókno lniane?* <https://www.saflin.fr/?lang=pl>
26. Strażyński, P., & Mrówczyński, M. (Eds.). (2016). *Metodyka integrowanej ochrony i produkcji grochu dla doradców*. Instytut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy.
27. Wojke, T., & Muśnicki, Cz. (2003). Len. W: Z. Jasińska & A. Kotecki (Red.), *Szczególowa uprawa roślin*. Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu.
28. Zimniewska, M., Pawlaczyk, M., Krucińska, I., Frydrych, I., Mikołajczak, P., Schmidt-Przewoźna, K., Komisarzyk, A., Herczyńska, L., & Romanowska, B. (2018). The influence of natural functional clothing on some biophysical parameters of the skin. *Textile Research Journal*, 89(8). <https://doi.org/10.1177/0040517518770680>
29. Zimniewska, M. (2022). Hemp fibre properties and processing target textile: A review. *Materials*, 15(5), 1901. <https://doi.org/10.3390/ma15051901>
30. Zimniewska, M., & Romanowska, B. (2022). Bast fiber textiles addressed improvement of human life. In H.-Y. Jeon (Ed.), *Natural fiber*. IntechOpen.
31. Zimniewska, M., Zbrowski, A., Konczewicz, W., Majcher, A., Przybylski, J., Matecki, K., Wiśniewski, M., KicińskaJakubowska, A., & Mańkowski, J. (2017). Cottonisation of decorticated flax fibres. *Fibres & Textiles in Eastern Europe*, 25(3), 26–33. <https://doi.org/10.5604/12303666.1237220>
32. Żuk, M., Richter, D., Matuła, J., & Szopa, J. (2015). Linseed, the multipurpose plant. *Industrial Crops and Products*, 75(B), 165–177. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2015.05.005>
33. Żyliński, T. (1958). *Nauka o włóknie*. Wydawnictwo Przemysłu Lekkiego i Spożywczego

Przesłano: 07-11-2025

Zaakceptowano do druku: 02-12-2025



WPŁYW WYBRANYCH ZABIEGÓW AGROTECHNICZNYCH NA WYDAJNOŚĆ I JAKOŚĆ WŁÓKNA LNU (*Linum Usitatissimum* L.) ODMIANY HERA¹

Jacek Kołodziej², Anna Kicińska-Jakubowska³, Grzegorz Oleszak⁴, Barbara Romanowska⁵, MD Masud Alam⁶, Patrycja Przybylska⁷, Edyta Kwiatkowska⁸

Abstrakt: W artykule przedstawiono wpływ wybranych zabiegów agrotechnicznych na wydajność i jakość długiego i krótkiego włókna lnianego odmiany lnu Hera zarejestrowanej w roku 2023. Doświadczenie agrotechniczne obejmowało gęstość siewu, termin zbioru oraz szerokość międzyrzędzi. Len zbierano w dwóch fazach rozwoju tj. w fazie zielonej oraz zielono-żółtej. Zbiór prowadzono metodą wrywania. Wrywanie zapewniło uzyskanie maksymalnej długości łodygi i nienaruszoną część przykorzeniową, co ma znaczenie dla jakości uzyskiwanego włókna. Zebrana słoma była roszona metodą siania na plantacji. Włókno ze słomy wydobyto przy użyciu małowabarytowej turbiny trzepiącej. Celem pracy było poddanie

¹ Badania zostały przeprowadzone w ramach Dotacji Celowej nr DHR.hn.070.1.2025 finansowanej przez Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi w roku 2025

² Instytut Włókien Naturalnych i Roślin Zielarskich – Państwowy Instytut Badawczy (Institute of Natural Fibres and Medicinal Plants – National Research Institute) | wkład pracy (work input): 20% | ORCID: 0000-0003-3981-5998 | e-mail: jacek.kolodziej@iwnirz.pl

³ Instytut Włókien Naturalnych i Roślin Zielarskich – Państwowy Instytut Badawczy (Institute of Natural Fibres and Medicinal Plants – National Research Institute) | wkład pracy (work input): 20% | ORCID: 0000-0003-1886-9997 | e-mail: anna.jakubowska@iwnirz.pl

⁴ Instytut Włókien Naturalnych i Roślin Zielarskich – Państwowy Instytut Badawczy (Institute of Natural Fibres and Medicinal Plants – National Research Institute) | wkład pracy (work input): 20% | e-mail: grzegorz.oleszak@iwnirz.pl

⁵ Instytut Włókien Naturalnych i Roślin Zielarskich – Państwowy Instytut Badawczy (Institute of Natural Fibres and Medicinal Plants – National Research Institute) | wkład pracy (work input): 10% | ORCID: 0000-0001-8237-621X | e-mail: barbara.romanowska@iwnirz.pl

⁶ Instytut Włókien Naturalnych i Roślin Zielarskich – Państwowy Instytut Badawczy (Institute of Natural Fibres and Medicinal Plants – National Research Institute) | wkład pracy (work input): 10% | ORCID: 0000-0003-3981-5998 | e-mail: masud.alam@iwnirz.pl

⁷ Instytut Włókien Naturalnych i Roślin Zielarskich – Państwowy Instytut Badawczy (Institute of Natural Fibres and Medicinal Plants – National Research Institute) | wkład pracy (work input): 10% | e-mail: patrycja.przybylska@iwnirz.pl

⁸ Instytut Włókien Naturalnych i Roślin Zielarskich – Państwowy Instytut Badawczy (Institute of Natural Fibres and Medicinal Plants – National Research Institute) | wkład pracy (work input): 10% | ORCID: 0000-0003-3447-5007 | e-mail: edyta.kwiatkowska@iwnirz.pl

badaniom laboratoryjnym włókna długiego i krótkiego oraz ocena wyznaczonych parametrów. W wyniku przeprowadzonych badań pozwoliły stwierdzić, że len odmiany Hera przy zastosowaniu określonych warunków agrotechnicznych pozwala na otrzymanie włókna na cele przędzalnicze a także do produkcji wyrobów technicznych.

Słowa kluczowe: *Linum usitatissimum* L., Hera; odmiana lnu, włókna lniane, jakość włókien lnianych, czynniki agrotechniczne

JEL: Q18

THE INFLUENCE OF THE APPLIED AGROTECHNICAL METHODS ON THE PRODUCTIVITY AND QUALITY OF FLAX (*Linum usitatissimum* L.) HERA FIBER¹

Jacek Kołodziej², Anna Kicińska-Jakubowska³, Grzegorz Oleszak⁴, Barbara Romanowska⁵, MD Masud Alam⁶, Patrycja Przybylska⁷, Edyta Kwiatkowska⁸

Abstract: This article presents the impact of selected agrotechnical practices on the yield and quality of long and short flax fiber from the Hera flax variety registered in 2023. The agrotechnical experiment included sowing density, harvest date, and inter-row width. Flax was harvested in two developmental stages: green and green-yellow. Harvesting was conducted by the pulling method. Pulling ensured maximum stem length and intact root section, which is important for the quality of the obtained fiber. The harvested straw was retted on the plantation using the straw retting method. The fiber was extracted using a laboratory scale turbine. The aim of this study was to conduct laboratory tests on long and short fibers and evaluate the determined parameters. The research carried out allowed to conclude that the Hera variety of flax fibres, under specific agrotechnical conditions, may obtaining fiber for spinning purposes and for the production of technical products.

Keywords: *Linum usitatissimum* L., Hera; flax variety, flax fibers, quality of flax fibers, agrotechnical factors

JEL Classification: Q18

1. Wstęp

Len (*Linum usitatissimum* L.) należy do jednych z najstarszych roślin uprawnych na świecie. Uważany jest za najszlachetniejszą roślinę włóknodajną i oleistą. Roślina ta najlepiej rozwija się w klimacie umiarkowanym, szczególnie w obszarach o umiarkowanym poziomie opadów. Len jest uprawiany głównie w Europie, m.in. w Rosji, Białorusi, Ukrainie, Francji, Hiszpanii, Wielkiej Brytanii, Belgii, Czechach, Słowacji, Polsce, Węgrzech oraz Rumunii. Poza Europą spotykany jest w Egipcie oraz Chinach. Roślina ta charakteryzuje się stosunkowo krótkim okresem wegetacji wynoszącym około 90–120 dni i wykazuje wrażliwość zarówno na

suszę, jak i nadmierną wilgotność. Len jest rośliną jednoroczną osiągającą wysokość od 30 do 120 cm. Ma duże znaczenie gospodarcze, zdrowotne i ekologiczne. *Linum usitatissimum* L. jest rośliną, która dostarcza dwóch głównych surowców – nasion, z których produkuje się siemię lniane i olej oraz w przypadku odmian włóknistych – włókno lniane. Siemię lniane jest jednym z najbogatszych źródeł kwasu α -linolenowego (ALA), kwasów tłuszczowych omega 3, diglukozydu secoisolariciresinolu (SDG), błonnika pokarmowego, wysokiej jakości białek i związków fenolowych (Tavarini i in. 2019; Lu i in., 2020; Oomah, 2001). Ponadto jest źródłem składników mineralnych, w szczególności fosforu, magnezu, wapnia i żelaza (Raole i Raole, 2022). Włókno lniane pozyskiwane jest ze słomy lnianej, którą po wyrwaniu poddaje się procesowi rosznienia na polu, następnie w wyniku procesów mechanicznych otrzymuje się surowiec tekstylny. Tradycyjnym procesem zbioru jest wyrwanie słomy lnianej. Opracowano również metodę koszenia lnu specjalnie do tego celu dostosowanymi kombajnami zbożowymi. W metodzie tej otrzymujemy słomę, z której następnie wydobywane jest włókno jednopostaciowe (Mańkowski i in. 2017). Włókna lniane obecnie cieszą się dużym zainteresowaniem zarówno wśród przetwórców włókien jak i odbiorców i zwolenników wysokiej klasy naturalnych, biodegradowalnych i ekologicznych wyrobów włókienniczych, tekstylnych i technicznych. Największym odbiorcą włókien lnianych jest przemysł tekstylny. Włókna lniane wykorzystuje się do produkcji wysokogatunkowej, naturalnej odzieży. Odzież lniana korzystnie oddziałuje na skórę użytkownika, tworząc specyficzną synergię ze skórą, zapewniając odpowiedni mikroklimat, blokując szkodliwe promieniowanie UV, a także wykazując właściwości antybakteryjne i przeciwutleniające. Może poprawiać kondycję skóry oraz wspierać jej naturalną odporność. Ponadto charakteryzuje się chłodnym i przyjemnym chwytem, doskonałą przewiewnością i brakiem skłonności do gromadzenia się na jej powierzchni ładunków elektrostatycznych. Oprócz przemysłu tekstylnego włókna lniane znajdują zastosowanie w innych sektorach gospodarki (Li i in. 2022). Coraz częściej są stosowane jako dodatki do kompozytów, stanowiąc ekologiczną alternatywę dla włókien chemicznych (Darshil i in. 2013; Gieparda i in.; Ma i in. 2025). Produkcja biokompozytów charakteryzuje się niższą emisją CO₂, dłuższą trwałością wyrobów oraz możliwością ich recyklingu i ponownego użycia (Lopez-Arraiza i in., 2025). Ponadto włókna mogą być wykorzystywane w przemyśle papierniczym (Cabañas i in., 2024) meblarskim i aranżacji wnętrz np. do produkcji wyrobów dekoracyjnych.

W Europie uprawia się różne odmiany lnu włóknistego, m.in. Alizee, Drakkar, Jan, Venica (food.ec.europa.eu, 2023). W Polsce, według danych Centralnego Ośrodka Badań Odmian Roślin Uprawnych (COBORU), zarejestrowane są odmiany Selena, Sara, Nike, Modran oraz Hera (COBORU, 2025; Praczyk, 2024). Rozwijana jest także uprawa odmian Artemida i Hermes (Barbaś, 2025). Wprowadzanie

nowych odmian lnu ma na celu dostosowanie rośliny do zmian środowiskowych, a także zapewnienie możliwości zaspokojenia rosnącego zapotrzebowania rynku na surowiec. Warto wspomnieć, że obecnie uprawa lnu ukierunkowana jest nie tylko na osiągnięcie wysokich plonów surowca, ale przede wszystkim na jego jakość.

2. Cel badań

Celem prowadzonych prac było określenie parametrów jakościowych włókna odmiany lnu Hera zarejestrowanej w roku 2023 z uwzględnieniem wybranych czynników agrotechnicznych.

3. Materiał i metody

Materiał badawczy

Materiał badawczy stanowił len odmiany Hera, z którego pozyskano słomę oraz w dalszym etapie włókno lniane długie i krótkie.

Agrotechnika

Doświadczenie polowe prowadzono w roku 2024. Zostało zlokalizowane w Zakładzie Doświadczalnym Instytutu Włókien Naturalnych i Roślin Zielarskich w Pęt-kowie w województwie wielkopolskim (rysunek 1). Doświadczenia założono metodą bloków losowych w trzech powtórzeniach. Czynniki badawczymi były gęstość siewu, termin zbioru i szerokość międzyrzędzi. Przedplonem był rzepak. W tabeli 1 przedstawiono średnią temperaturę oraz sumę opadów, które stanowiły podstawę do oceny warunków meteorologicznych panujących w analizowanym okresie.

Tabela 1

Średnia temperatura i suma opadów

Miesiąc	Średnia temperatura [°C]	Suma opadów [mm]
Kwiecień	8,4	36,8
Maj	13,8	29,5
Czerwiec	19,4	38,7
Lipiec	20,5	61,7
Sierpień	19,8	156,1
Wrzesień	18,6	3,3
Październik	11,1	78,4

Źródło: Rocznik Meteorologiczny IMGW.

Rysunek 1

**Poletka doświadczalne uprawy lnu odmiany Hera zlokalizowane w Zakładzie
Doświadczalnym Instytutu Włókien Naturalnych i Roślin Zielarskich –
Państwowego Instytutu Badawczego w Pętkowie**



Źródło: Instytut Włókien Naturalnych i Roślin Zielarskich – Państwowy Instytut Badawczy. Fot. A. Kicińska-Jakubowska.

Prace przygotowawcze rozpoczęto od wykonania orki zimowej. Zabieg ten miał kluczowe znaczenie dla spulchnienia gleby oraz poprawy jej struktury wodno-powietrznej. Na wiosnę, przed siewem, poletka zostały kompleksowo wyrównane. Pozwoliło to na uzyskanie dobrze rozdrobnionej i zagęszczonej warstwy siewnej ułatwiającej siew i wschody roślin. W oparciu o analizę zasobności gleby i zapotrzebowanie lnu, zastosowano nawożenie mineralne w dawce 150 kg N/ha, 200 kg P/ha, 400 kg K/ha. Siew uzależniony był od warunków pogodowych, wykonano go w pierwszej połowie maja doświadczalnym siewnikiem poletkowym typu Oyord. Siewnik ten jest przystosowany do siewu na małych powierzchniach badawczych, zapewniając powtarzalność i dokładność wysiewu nasion zgodnie z założeniami doświadczenia. Zastosowano dwie gęstości wysiewu, na poziomie 60 i 90 kg/ha. Rozstaw rzędów wynosił 10 i 15 cm. Bezpośrednio po zakończeniu siewu wykonano oprysk doglebowy z użyciem preparatu Boxer 800 EC w dawce 3 litry/ha. Środek ten, zawierający substancje aktywne, został zastosowany przedwschodowo, tworząc barierę w wierzchniej warstwie gleby, zapobiegającą kiełkowaniu i wschodzeniu chwastów. Oprysk nalistny w celu zwalczania chwastów jednoliściennych preparatem Targa Super 05 EC w dawce 1 litr/ha wykonano w fazie jodełki, gdy roślina miała wysokość od 6 do 12 cm. Chwasty jednoliścienne konkurują z lnem włóknistym i mogą znacząco obniżyć jakość surowca. Zbiór przeprowadzono mechanicznie, w dwóch terminach, fazie zielonej oraz zielono-żółtej, używając specjalistycznej maszyny do wrywania lnu firmy Depoortere. Wrywanie zapewniło uzyskanie maksymalnej długości łodygi i nienaruszoną część przykorzeniową, co ma znaczenie dla jakości uzyskiwanego włókna. Po wrywaniu słoma ułożona w warstwy została wyroszona. Proces rosenia zależny od warunków atmosferycznych trwał ok. 30 dni (rysunek 2). Roszenie metodą siania jest naturalnym procesem mikrobiologicznym, w którym pod wpływem działania wilgoci rozwijają się mikroorganizmy tlenowe, które oddziałując powodują rozpad pektyn łączących włókno z drewnikiem. Celem równomiernego wyroszenia surowiec odwracano trzy razy.

Procesem rosenia należy tak pokierować, aby w czasie mechanicznej obróbki słomy roszonej wydobyć maksymalną ilość czystego, pozbawionego paździerzy i resztek tkanek otaczających włókna technicznego. Ważne jest także, aby zachować odpowiednią wytrzymałość włókna na zrywanie oraz uzyskać odpowiednią delikatność i podzielność tasiemek na mniejsze kompleksy włókna. Na uzyskanie takich właściwości włókna ma wpływ właściwy termin przerwania procesu rosenia. W przypadku niedoroszenia słomy uzyskane włókno w procesie mechanicznej obróbki będzie szorstkie, zapaździerzone i zawierające przysuchę. Tasiemki włókna będą mało podzielne. Przeroszenie włókna prowadzi do osłabienia wytrzymałości włókna i spadku wydajności włókna długiego.

Przy bardzo zaawansowanym przeroszeniu następuje także rozkład substancji tworzących włókno (PPLW, 2006). Len wyścielony na polu zapobiega nadmiernemu parowaniu wilgoci, utrzymuje glebę w dobrej strukturze, a składniki pokarmowe pobrane przez len znajdujące się w słomie (głównie potas, fosfor) zostają w czasie rośnięcia częściowo wypłukane i wracają do gleby. Pierwszym wskaźnikiem wyroszenia słomy jest ciemnienie łodyg, które przybierają kolor szary lub stalowoszary (PPLW, 2006).

Rysunek 2

Proces rośnięcia słomy lnianej odmiany Hera prowadzony w Zakładzie Doświadczalnym Instytutu Włókien Naturalnych i Roślin Zielarskich – Państwowego Instytutu Badawczego w Pętzkowie



Źródło: Instytut Włókien Naturalnych i Roślin Zielarskich – Państwowy Instytut Badawczy. Fot. J. Kołodziej.

Po osiągnięciu optymalnego stopnia wyroszenia słomę z poletek zebrano, odziarniono i przeznaczono do dalszych przerobów. Włókno ze słomy wydobyto przy użyciu laboratoryjnej turbiny trzepiącej. Urządzenie oddziałując na surowiec powoduje jego zmiędlenie oraz wytrzepanie. W wyniku przerobu uzyskano włókno długie i krótkie, które poddano standardowym badaniom metrologicznym.

Badania słomy lnianej przeprowadzono w oparciu o normy:

- PN-P-04961:1984 – Wyznaczenie długości technicznej i ogólnej słomy lnianej
- PN-P-04961:1984 – Wyznaczenie grubości słomy lnianej
- BN-7511-11:1975 – Wyznaczenie zawartości włókna w słomie lnianej

Badania włókna lnianego przeprowadzono w oparciu o normy i rozporządzenie:

- PN-EN ISO 1973:2011 – Wyznaczanie masa liniowej włókien
- PN-ISO 6989:2000 – Wyznaczenie długości włókien
- PN-P-04676:86 – Wyznaczenie wytrzymałości włókien

Zawartość zanieczyszczeń – zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 5 maja 2011 w sprawie metody oznaczenia procentowej zawartości zanieczyszczeń krótkiego włókna lnianego i konopnego.

4. Wyniki i dyskusja

W tabeli 2 zaprezentowano wyniki średniego plonu słomy i nasion, długości i grubości słomy oraz zawartość włókna w słomie roszonej. W tabeli 3 zaprezentowano wyniki badań otrzymanego włókna.

Na zawartość włókna w słomie ma wpływ szereg czynników począwszy od czynników agrotechnicznych, a skończywszy na roszaniu i mechanicznym przerobie słomy. Również rodzaj zastosowanych herbicydów wpływa na plon lnu oraz jakość włókna (Mańkowski i in. 2015; Mańkowski i in. 2013). W prowadzonym doświadczeniu czynnikami badawczymi były gęstość siewu, termin zbioru oraz szerokość międzyrzędzi. Pod względem rolniczym i technologicznym niekorzystny jest siew zbyt gęsty, jak również zbyt rzadki. Rośliny siane zbyt gęsto z uwagi na mniejszą grubość mogą wylegać i być podatne na choroby. Zbyt rzadki siew skutkuje wzrostem zbyt grubych łodyg, co obniża procentową zawartość włókna. Z każdego poletka doświadczalnego uzyskano słomę o porównywalnej grubości od 1,21 do 1,23 mm przy czym najwyższą procentową zawartość włókna uzyskano dla gęstości siewu 90 kg/ha i rozstawie rzędów 15 cm. Większy wpływ na procentową zawartość włókna miał termin zbioru. Przy zbiorze w fazie zielono-żółtej otrzymano około 10% więcej włókna ogółem w stosunku do zbioru w fazie zielonej. Zbyt wczesny zbiór skutkuje słabo wykształconymi wiązkami i mniejszą

zawartością procentową włókna. Włókno jest cienkie, podzielne i słabe. Z drugiej strony przeciąganie terminu zbioru prowadzi do zwiększenia ilości włókna, ale jednocześnie włókno staje się grubsze, bardziej zdrewniałe i szorstkie.

Tabela 2

**Średni plon słomy, nasion i włókna z poletek doświadczalnych
(powierzchnia poletka 15 m²)**

Próba	Plon słomy [kg]		Plon nasion [g]	Długość słomy [cm]		Grubość słomy [mm]	Zawartość włókna [%]		
	ogólny	słoma odziar.		technicz.	ogólna		włókno długie	włókno krótkie	ogółem
1. Hera 60 kg/ha rozstaw 10 cm sprzęt faza zielono-żółta	7,10	5,37	369,33	52,78	59,56	1,21	10,55	9,66	20,21
2. Hera 90 kg/ha rozstaw 10 cm sprzęt faza zielono żółta	6,87	5,40	308,33	44,00	50,33	1,22	11,49	10,22	21,71
3. Hera 60 kg/ha rozstaw 15 cm sprzęt faza zielono żółta	7,20	5,60	380,33	46,67	53,67	1,22	11,58	10,52	22,10
4. Hera 90 kg/ha rozstaw 15 cm sprzęt faza zielono żółta	7,13	5,27	315,67	47,00	54,33	1,22	10,99	11,64	22,63
5. Hera 60 kg/ha rozstaw 10 cm sprzęt faza zielona	6,73	5,20	75,67	46,67	53,33	1,23	11,67	10,31	21,98
6. Hera 90 kg/ha rozstaw 10 cm sprzęt faza zielona	7,20	5,67	70,33	46,67	53,00	1,22	9,93	8,19	18,12
7. Hera 60 kg/ha rozstaw 15 cm sprzęt faza zielona	6,83	5,23	97,67	48,00	54,33	1,22	10,39	9,17	19,56
8. Hera 90 kg/ha rozstaw 15 cm sprzęt faza zielona	6,63	5,17	72,67	47,67	53,33	1,22	9,55	8,91	18,46

Źródło: Opracowanie własne.

Zawartość zanieczyszczeń dla włókna długiego szacuje się w zakresie od 2,2% dla próby 3 do 31,4% dla próby 8. W przypadku włókien krótkich od 21,3 % dla próby 5 do 53,1% dla próby 6. Wysoki % zanieczyszczeń szczególnie w przypadku włókien krótkich wynika z zawartości paździerz, szypulek i fragmentów roślin łykowych, które nie zostały usunięte w procesie mechanicznego otrzymywania włókna ze słomy. Na tym etapie zanieczyszczenia nie wpływają wyraźnie na wartość przędzalniczą surowca, ponieważ w dalszych procesach przetwórczych takich jak zgrzeblenie i formowanie taśmy z przeznaczeniem na liniowe wyroby włókiennicze typu sznurki lub przędze, zostaną usunięte (Jackowski, 1999). Ponadto włókna długie i krótkie z wysoką zawartością zanieczyszczeń mogą zostać podane kolejnym procesom mechanicznym takim jak doczyszczanie przy pomocy uszlachetniarki co pozwoli na dalszą redukcję zanieczyszczeń. Faza stopnia dojrzałości łądy wpłynęła na długość otrzymanego włókna. Dla fazy zielono-żółtej średnia długość wagowa wynosiła powyżej 200 mm, natomiast dla fazy zielonej w granicach 130-180 mm. W fazie wczesnej dojrzałości zaobserwowano wyraźnie krótsze włókno. Oznacza to, że pomiędzy przejściem z fazy zielonej na fazę zie-

lono-żółtą następuje wyraźny wzrost włókna w roślinie (Heller, 2012). Otrzymane wyniki masy liniowej dla wszystkich rozpatrywanych wariantów wskazują, że jest ona na podobnym poziomie nieprzekraczającym 0,5 tex bez względu na fazę wzrostu rośliny (Kwiatkowska, 2024). Włókno lniane pochodzące z roślin z fazy zielono-żółtej wykazuje wyższą wytrzymałość na zerwanie niż włókno pochodzące z fazy zielonej. Dłuższy czas wzrostu rośliny zdecydowanie wpłynął na wartości wytrzymałości włókna.

Tabela 3

Wyniki badania włókna lnu odmiany Hera

Próba	Włókno	Zaniecz. [%]	Średnia dł.wagowa [mm]	Masa liniowa [tex]	SD [tex]	Wytrzym. właściwa [cN/tex]	SD [cN/tex]
1. Hera 60 kg/ha rozstaw 10 cm sprzęt faza zielono-żółta	Długie	12,6	277,7	0,42	0,08	2,60	1,78
	Krótkie	40,0	167,8	0,38	0,08	4,17	3,18
2. Hera 90 kg/ha rozstaw 10 cm sprzęt faza zielono-żółta	Długie	6,9	278,2	0,36	0,05	1,97	0,88
	Krótkie	27,4	171,0	0,36	0,05	4,93	1,62
3. Hera 60 kg/ha rozstaw 15 cm sprzęt faza zielono-żółta	Długie	2,2	273,1	0,3	0,07	2,10	0,92
	Krótkie	31,1	108,9	0,32	0,08	2,71	0,43
4. Hera 90 kg/ha rozstaw 15 cm sprzęt faza zielono- żółta	Długie	14,9	204,8	0,36	0,05	2,12	0,69
	Krótkie	49,8	103,0	0,36	0,09	3,64	1,38
5. Hera 60 kg/ha rozstaw 10 cm sprzęt faza zielona	Długie	22,7	176,4	0,36	0,05	1,01	0,42
	Krótkie	21,3	93,2	0,34	0,05	1,51	0,60
6. Hera 90 kg/ha rozstaw 10 cm sprzęt faza zielona	Długie	24,2	157,0	0,4	0,00	1,38	0,41
	Krótkie	53,1	76,1	0,38	0,08	1,84	0,60
7. Hera 60 kg/ha rozstaw 15 cm sprzęt faza zielona	Długie	10,2	174,4	0,38	0,04	1,48	0,66
	Krótkie	44,5	98,4	0,4	0,07	2,18	0,84
8. Hera 90 kg/ha rozstaw 15 cm sprzęt faza zielona	Długie	31,4	136,9	0,38	0,04	1,53	0,51
	Krótkie	28,5	99,1	0,4	0,07	1,36	0,39

Źródło: Opracowanie własne.

Podsumowanie

W Zakładzie Doświadczalnym Instytutu Włókien Naturalnych i Roślin Zielarskich w Pętkowie prowadzono doświadczenie polowe mające na celu określenie wydajności i jakości włókna lnianego nowo zarejestrowanej odmiany lnu Hera. W doświadczeniu skupiono się na trzech czynnikach badawczych obejmujących gęstość siewu, termin zbioru oraz szerokość międzyrzędzi. Najwyższą wydajność włókna ogółem uzyskano dla rozstawy rzędów 15 cm przy obydwu gęstościach

siewu i zbiorze w fazie zielono żółtej. Włókno pochodzące z fazy zielono- żółtej charakteryzowało się wyższymi parametrami wytrzymałości i długości. Wiązki włókna były dobrze wykształcone, włókno nie było zdrewniałe. Parametry jakościowe otrzymanego włókna predysponują je do wykorzystania na wyroby liniowe.

LITERATURA

1. Barbaś, P., Sawicka, B., Skiba, D., & Pszczółkowski, P. (2025). Geographical and soil-based assessment of yield and fiber quality in two flax varieties in Central–Eastern Poland using the flax value chain approach. *Land*, *14*, 1178. <https://doi.org/10.3390/land14061178>
2. Cabañas, L. V., Cusola, O., Ramiro, C. B., Valls, C., Roncero, M. B., & Valenzuela, S. (2024). Flax biorefining for paper production. *Cellulose*, *31*, 4497–4508. <https://doi.org/10.1007/s10570-024-05866-0>
3. *Centralny Ośrodek Badania Odmian Roślin Uprawnych*. (2025). Strona główna COBORU. <https://coboru.gov.pl>
4. Darshil, U. S., Schubel, P. J., & Clifford, M. J. (2013). Can flax replace E-glass in structural composites? A small wind turbine blade case study. *Composites Part B: Engineering*, *52*, 172–181. <https://doi.org/10.1016/j.compositesb.2013.04.027>
5. *European Commission*. (2023). Food safety. <https://food.ec.europa.eu>
6. Gieparda, W., Rojewski, Sz., Wüstenhagen, W., Kicińska-Jakubowska, A., & Krombholz, A. (2021). Chemical modification of natural fibres to epoxy laminate for lightweight constructions. *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing*, *140*, 106171. <https://doi.org/10.1016/j.compositesa.2020.106171>
7. Heller, K. (2012). *Metodyka integrowanej ochrony roślin dla uprawy lnu włóknistego*. Instytut Włókien Naturalnych i Roślin Zielarskich.
8. Jackowski, T. (1999). *Przędzalnictwo: technologia i budowa przędz*. Wydawnictwo Politechniki Łódzkiej.
9. Kwiatkowska, E. (2024). *Wpływ zmian klimatycznych na parametry jakościowe i zawartość substancji aktywnych włókna lnu* (Rozprawa doktorska). Politechnika Łódzka.
10. Li, H., Tang, R., Dai, J., Wang, Z., Meng, S., Zhang, X., & Cheng, F. (2022). Recent progress in flax fiber-based functional composites. *Advanced Fiber Materials*, *4*, 171–184. <https://doi.org/10.1007/s42765-021-00115-6>
11. Lopez-Arraiza, A., Essamari, L., Iturrondobetia, M., Boullosa-Falces, D., & Justel, D. (2025). Life cycle assessment of glass fibre versus flax fibre reinforced composite ship hulls. *Scientific Reports*, *15*, 16283. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-00811-y>
12. Lu, M., Tan, L., Zhou, X., Yang, Z., Zhu, Q., Chen, J., Luo, H., & Wu, G. (2020). Secoisolariciresinol diglucoside delays the progression of aging-related diseases and extends the lifespan of *Caenorhabditis elegans* via DAF-16 and HSF-1. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, *2020*, 1293935. <https://doi.org/10.1155/2020/1293935>

13. Ma, W., Yan, L., & Kasal, B. (2025). Intensive exploration: The application potential of flax fibre/textiles as reinforcement in cementitious composites. *Journal of Cleaner Production*, 507, 145457. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2025.145457>
14. Mańkowski, J., Maksymiuk, W., Spychalski, G., Kołodziej, J., Kubacki, A., Kupka, D., & Pudełko, K. (2017). Research on new technology of fiber flax harvesting. *Journal of Natural Fibers*, 15(1), 53–61. <https://doi.org/10.1080/15440478.2017.1302390>
15. Mańkowski, J., Pudełko, K., & Kołodziej, J. (2013). Cultivation of fiber and oil flax (*Linum usitatissimum* L.) in no-tillage and conventional systems. *Journal of Natural Fibers*, 10, 326–340. <https://doi.org/10.1080/15440478.2013.797949>
16. Mańkowski, J., Pudełko, K., Kołodziej, J., & Karaś, T. (2015). Effect of herbicides on yield and quality of straw and homomorphic fibre in flax (*Linum usitatissimum* L.). *Industrial Crops and Products*, 70, 185–189. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2015.03.035>
17. Oomah, B. D. (2001). Flaxseed as a functional food source. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 81, 889–894. <https://doi.org/10.1002/jsfa.898>
18. PPL – Poradnik Plantatora Lnu Włóknistego. (2006). Poradnik plantatora lnu włóknistego. Instytut Włókien Naturalnych.
19. Praczyk, M., Kicińska-Jakubowska, A., Romanowska, B., Alam, M. M. D., Wielgusz, K., & Banach, J. (2024). Characteristics of the new fiber flax variety HERA. *Journal of Natural Fibers*, 21(1), 2301669. <https://doi.org/10.1080/15440478.2023.2301669>
20. Raole, V. M., & Raole, V. V. (2022). Flaxseed and seed oil: Functional food and dietary support for health. *EAS Journal of Nutrition and Food Sciences*, 4(2), 68–77. <https://doi.org/10.36349/easjnfs.2022.v04i02.007>
21. Tavarini, S., Castagna, A., Conte, G., Foschi, L., Sanmartin, C., Incrocci, L., Renieri, A., Serra, A., & Angelini, L. G. (2019). Evaluation of chemical composition of two linseed varieties. *Molecules*, 24(20), 3729. <https://doi.org/10.3390/molecules24203729>

Przesłano: 23-05-2025

Zaakceptowano do druku: 02-12-2025



POZYSKIWANIE I CHARAKTERYSTYKA MATERIAŁU GENETYCZNEGO KONOPI (*Cannabis sativa* L.) JAKO ETAP SELEKCJI CENNYCH GENOTYPÓW W PRACACH HODOWLANYCH

Aleksandra Deja¹

Abstrakt: W obecnych czasach poszukuje się nowoczesnych metod hodowli, opartych na biotechnologii, inżynierii genetycznej oraz biologii molekularnej. Hodowla konopi siewnych dająca możliwości wielokierunkowego zastosowania, szczególnie poza włókienniczego, wymaga udoskonalania hodowli zachowawczej i twórczej o najnowsze technologie. Diagnostyka genetyczna mogłaby się stać istotnym czynnikiem selekcyjnym w hodowli konopi. Celem tego badania była możliwość ekstrakcji, charakterystyki i bankowania DNA wybranych genotypów konopi. Ekstrakcję materiału genetycznego z tkanek roślinnych przeprowadzono przy użyciu automatycznego sprzętu do izolacji DNA. Uzyskano materiał genetyczny ze wszystkich analizowanych genotypów konopi. Preparaty DNA poddano analizie spektrofotometrycznej w celu oceny jakościowej i ilościowej materiału genetycznego. Próbkę DNA zbankowano w temperaturze -80°C i stworzono bazę danych preparatów DNA uzupełnioną o dokumentację ilościową i jakościową.

Słowa kluczowe: *Cannabis sativa* L., materiał genetyczny, izolacja DNA, analizy molekularne

JEL: Q1

OBTAINING AND CHARACTERISING CANNABIS (*Cannabis sativa* L.) GENETIC MATERIAL AS A STAGE IN THE SELECTION OF VALUABLE GENOTYPES IN BREEDING WORK

Aleksandra Deja¹

Abstract: Currently, modern breeding methods based on biotechnology, genetic engineering and molecular biology are being sought. Hemp breeding, which offers the possibility of multidirectional use, especially outside the textile industry, requires the improvement of

¹ Instytut Włókien Naturalnych i Roślin Zielarskich – Państwowy Instytut Badawczy (Institute of Natural Fibres and Medicinal Plants – National Research Institute) | ORCID: 0000-0001-5290-6128 | e-mail: aleksandra.deja@iwnirz.pl

conservative and creative breeding with the latest technologies. Genetic diagnostics could become an important selection factor in hemp breeding. The aim of this study was the possibility of extracting, characterizing and banking DNA of selected hemp genotypes. Extraction of genetic material from plant tissues was carried out using an automatic DNA isolation system. Genetic material was obtained from all analysed hemp genotypes. The DNA preparations were subjected to spectrophotometric analysis for the qualitative and quantitative assessment of the genetic material. DNA samples were banked at -80°C and a database of DNA preparations was created, supplemented with documentation of quantitative and qualitative assessment.

Keywords: *Cannabis sativa* L., genetic material, DNA isolation, molecular analyses

JEL Classification: Q1

1. Wstęp

Konopie siewne należą do rodziny Konopiovate (*Cannabaceae*), w której dawniej wyróżniano trzy główne gatunki: konopie zwyczajne (*Cannabis vulgaris*), konopie indyjskie (*Cannabis indica*) oraz konopie dzikie (*Cannabis ruderalis*). Obecnie przyjmuje się, że istnieje tylko jeden gatunek, mianowicie konopie siewne (*Cannabis sativa* L.), w którym ze względu na łatwość uzyskiwania nowych cech pod wpływem zmiennych warunków środowiska wyróżnia się bogactwo typów, form i odmian. Konopie siewne są roślinami rozdzielнопłciowymi, dwupiennymi. Osobniki męskie, zwane płaskoniami, i osobniki żeńskie, czyli główacze, są oddzielnymi roślinami o odrębnych właściwościach botanicznych, biologicznych i morfologicznych. Istnieją również jednopienne odmiany konopi, u których na jednej roślinie znajdują się zarówno kwiaty męskie jak i żeńskie. Wiecha u tych roślin ma wygląd charakterystyczny dla osobnika żeńskiego. Odmiany konopi jednopiennych wyróżniają się korzystnymi cechami rolniczymi i technologicznymi. Charakteryzują się one krótszym okresem wegetacji, umożliwiają jednoczesny zbiór wszystkich roślin dając duże i jednolite plony.

Wzrastająca świadomość proekologiczna i wprowadzanie metod zrównoważonego rolnictwa wpłynęły na ponowny wzrost zainteresowania hodowlą konopi dla wielu gałęzi przemysłu. Tradycyjne zastosowanie konopi do produkcji artykułów powroźniczych, brezentów, lin, sznurów i tkanin technicznych ma obecnie niewielkie znaczenie. Dynamizują się głównie zastosowania poza włókiennicze w przemyśle celulozowo-papierniczym, materiałów budowlanych, motoryzacyjnym, energetycznym, ale również spożywczym, kosmetycznym i farmaceutycznym. Hodowla konopi niewątpliwie daje możliwości wielokierunkowego zastosowania, a wysoka ilość biomasy konopi czyni z nich ważne rośliny energetyczne,

znajdujące zastosowanie jako źródło surowców odnawialnych (Raihan, 2023). Ponadto ogromny wpływ na obserwowane rozszerzenie zainteresowania tym gatunkiem miało zastosowanie konopi do celów terapeutycznych i medycznych. Wśród substancji biologicznie czynnych obecnych w konopiach najbardziej poznaną grupę stanowią fitokannabinoidy. Udokumentowano obecność aż 120 różnych kannabinoidów, choć w największych ilościach występującymi kannabinoidami są Δ^9 -tetrahydrokannabinol – THC, kannabidiol – CBD, kannabigerol – CBG i kannabinol – CBN (Ingvarlsen, 2023). Kannabinoidy wykorzystywane są w terapii pacjentów onkologicznych oraz geriatrycznych cierpiących na choroby neurodegeneracyjne jak np. chorobę Alzheimer’a, demencję, stwardnienie rozsiane, oraz ból przewlekły występujący w przebiegu różnych schorzeń (Komorowska, 2024). Zdobyto wiedzę na temat selektywnie oddziałujących z kannabinoidami receptorów CB1 i CB2 oraz antagonistów tych receptorów i endokannabinoidy, a następnie otrzymano ich syntetycznych odpowiedników, które razem z naturalnymi kannabinoidami testowano klinicznie by ostatecznie uzyskać dane dotyczące ich bezpieczeństwa i tolerancji przez pacjentów (Velayudhan, 2021). Badano również podłoże genetyczne produkcji kannabinoidów w konopiach. Odkryto polimorfizm genetyczny, który wpływa na poziom ekspresji genu kodującego syntazę THCA (kwasu tetrahydrokannabinolowego), co przekłada się na zawartość THC i CBD w konopiach i tym samym możliwe było określenie potencjału konopi do przemian kannabinoidów (Kojoma, 2006). Biorąc pod uwagę potencjał psychoaktywny konopi wynikający z obecności THC możemy wyróżnić odmiany zawierające wysoki poziom THC oraz odmiany zawierających wysoki poziom CBD o potencjale medycznym. W literaturze przedmiotu powstają obecnie publikacje będące dowodem na nieustające zainteresowanie tematyką konopi (Hoch, 2025; Chandy, 2025; Saragoça, 2025; Ahsan, 2025; Phobphimai, 2025).

W odpowiedzi na omówione trendy i rosnące zainteresowanie uprawą konopi siewnych niezbędne jest kontynuowanie i ciągle udoskonalanie hodowli zachowawczej i twórczej tego gatunku. W przypadku konopi przemysłowych integralną częścią programu hodowli twórczej jest uzyskanie nowych odmian o wysokiej wartości gospodarczej i o niskiej zawartości substancji psychoaktywnych. Z drugiej strony w centrum uwagi nowoczesnej hodowli konopi medycznych są poziom i skład kannabinoidów i terpenoidów, przy większym nacisku na CBD i inne niepsychoaktywne kannabinoidy, a także stabilność produkcji, czas kwitnienia i mniejsze zużycie zasobów (Ingvarlsen, 2023). Obecnie poszukuje się nowoczesnych metod hodowli, opartych na biotechnologii, inżynierii genetycznej oraz biologii molekularnej, zwłaszcza dla roślin perspektywicznych gospodarczo i przemysłowo. Jednak pierwszym i niezbędnym etapem wszystkich prac z zakresu biologii molekularnej jest pobieranie materiału genetycznego roślin, a na-

stępnie jego charakterystyka i przechowywanie. Celem pracy było przedstawienie możliwości ekstrakcji, charakterystyki i bankowania DNA wybranych genotypów konopi, które mogłyby być użyte podczas selekcji w pracach hodowlanych. W dalszej perspektywie poddanie pobranego materiału genetycznego szczegółowym analizom polimorfizmu z użyciem markerów molekularnych dałoby odpowiedzi na temat zróżnicowania genetycznego i sugerowałoby wybór odpowiednich genotypów w dalszych etapach hodowlanych.

2. Materiały i metody

W ramach pracy przeprowadzono izolację całkowitego DNA z wybranych genotypów konopi siewnych (*C. sativa* L.). Obiektem badań były 3-tygodniowe siewki 14 odmian/rodów hodowlanych konopi: Henola (Polska), Epsilon68 (Francja), Fedora (Szwajcaria, Francja), Secuieni Jubileu (Rumunia), Fibrol (Węgry), Earlina (Francja), Finola (Finlandia), USO31 (Ukraina), Lipko (Węgry), Kompolti (Włochy), K290 (Ukraina), Mighty Mite (Kolumbia), Kush (Afganistan, Pakistan), Globa (Ukraina). Nasiona ww. genotypów wysiewano w doniczkach z ziemia ogrodową. Badanie wykonano w 3 - 10 powtórzeniach w zależności od dostępności siewek związanych z siłą kiełkowania nasion.

W ramach badań została wykonana izolacja DNA z 75 prób konopi siewnych. Materiał roślinny (0,1 g) poddano homogenizacji i lizie komórkowej z udziałem enzymu proteinazy K (20 μ l), a następnie etapowi inkubacji w 65°C przez 30 min. i wirowania przez 2 min. przy 10000 rpm (6708 xg). Otrzymany supernatant nakładano na płytki MagnifiQ™ 16 Genomic DNA instant kit do automatycznej izolacji DNA. Ekstrakcję DNA wykonano przy użyciu nowoczesnego systemu do automatycznej izolacji DNA Auto Pure 32A (A&A Biotechnology, Polska) bazującego na zastosowaniu kulek magnetycznych. Po zakończonej izolacji materiał genetyczny konopi zabezpieczono w temperaturze -20°C w probówkach typu Eppendorf i poddano dalszym analizom.

W ramach badań preparaty DNA konopi poddano ilościowej i jakościowej analizie spektrofotometrycznej. Ocenę ilościową wszystkich 75 preparatów DNA wykonano przez pomiar stężenia i czystości DNA za pomocą spektrofotometru NanoDrop2000 z jednoczesną wizualizacją widma absorbancji DNA przy różnych długościach fali. Ocenę jakościową oraz stopień zanieczyszczenia preparatów obliczano na podstawie stosunku absorbancji A260/A280 oraz A260/A230. Wolny od zanieczyszczeń DNA ma wartość współczynnika A260/A280 w zakresie 1,8 - 2,0 oraz stosunku A260/A230 bliskiego wartości 2. Następnie charakteryzowane DNA zabezpieczono i przechowywano w temperaturze -80°C w zamrażarce niskotemperaturowej.

3. Wyniki

Analiza spektrofotometryczna potwierdziła możliwość uzyskania DNA ze wszystkich 75 badanych prób, a średnia stężenie otrzymanych podczas izolacji mieściła się w zakresie od 106,4 do 499,5 ng/ μ l. Wyniki analiz spektrofotometrycznych DNA z konopi prezentuje tabela 1.

Tabela 1

Ocena spektrofotometryczna DNA izolowanych z wybranych genotypów konopi

Lp.	Odmiana/ród	Stężenie [ng/ μ l]	260/280 [λ]	260/230 [λ]
1	Globa	106,40 \pm 48,65	2,10 \pm 0,05	1,88 \pm 0,01
2	Kush	136,12 \pm 33,95	2,14 \pm 0,01	1,89 \pm 0,12
3	Mighty Mute	168,17 \pm 55,38	2,14 \pm 0,02	1,85 \pm 0,11
4	K290	174,15 \pm 56,66	2,09 \pm 0,07	1,67 \pm 0,32
5	Kompolti	374,95 \pm 202,99	2,15 \pm 0,05	1,91 \pm 0,18
6	Lipko	261,40 \pm 49,39	2,11 \pm 0,05	1,69 \pm 0,28
7	USO31	366,58 \pm 237,10	2,09 \pm 0,17	1,58 \pm 0,67
8	Finola	417,58 \pm 289,01	2,16 \pm 0,02	1,90 \pm 0,16
9	Earlina 8	325,60 \pm 221,05	2,10 \pm 0,15	1,63 \pm 0,58
10	Fibrol	396,65 \pm 347,17	2,10 \pm 0,07	1,79 \pm 0,27
11	Henola	480,50 \pm 44,05	2,19 \pm 0,01	1,95 \pm 0,05
12	Epsilon 68	311,56 \pm 80,46	2,09 \pm 0,07	1,48 \pm 0,54
13	Secueni Jubileu	363,40 \pm 264,51	2,12 \pm 0,07	1,75 \pm 0,28
14	Fedora	499,50 \pm 230,49	2,11 \pm 0,07	1,72 \pm 0,24

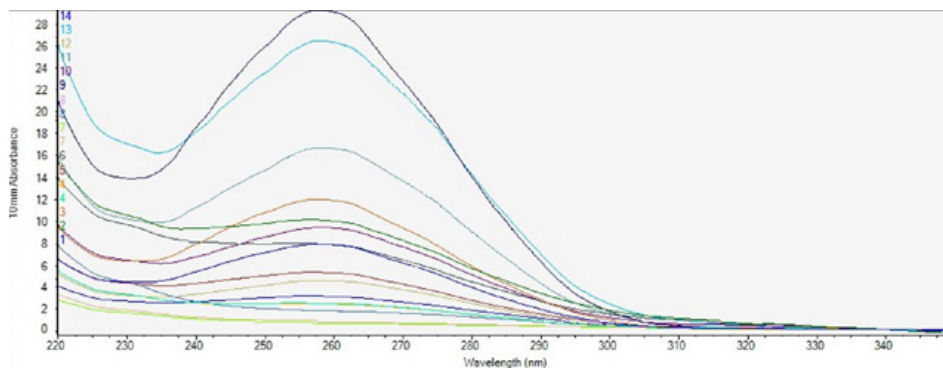
Źródło: Opracowanie własne.

Wartość stężenia DNA wyznaczono przez obliczenie średniej i odchylenia standardowego z trzech powtórzeń wykonanych dla każdej z analizowanych grup. Ocena jakości i czystości DNA w otrzymanych preparatach określona została na podstawie stosunku absorbancji A260/A280 oraz stosunku A260/A230. Otrzymane preparaty DNA konopi posiadały wartość współczynnika A260/A280 nieznacznie odbiegające od normy, która wg. podręczników wynosi 1,8-2, co może oznaczać niewielkie zanieczyszczenie RNA bądź białkami. Natomiast stosunek absorpcji kwasów nukleinowych przy długościach fali A260/230, odzwierciedlający zanieczyszczenia pochodzące od węglowodorów, białek bądź fenolu, był również bliski wymaganej wartości (norma 1,5-2). Reasumując wszystkie oceniane próby zawierały DNA o wystarczającej jakości do przeprowadzenia planowanych ana-

liz molekularnych i nie wymagają dodatkowego etapu doczyszczania. W ramach oceny otrzymanych preparatów DNA wykonano wizualizację widma absorbancji DNA przy szerokim spektrum długości fali. Przykładowe widmo absorbancji dla poszczególnych genotypów konopi obrazuje rycina 1.

Rycina 1

Widmo absorbancji DNA dla różnych odmian/rodów hodowlanych konopi



Źródło: Oprogramowanie NanoDrop2000/2000C. A. Deja - badania własne.

Po przeprowadzeniu analiz spektrofotometrycznych wyizolowane DNA zbankowano w temperaturze -80°C w celu uniknięcia jego degradacji i zabezpieczono do dalszych badań związanych z stworzeniem bazy danych dla wybranych genotypów konopi.

3. Dyskusja

Pozyskiwanie i analizy DNA znajdują coraz szersze zastosowanie w hodowli roślin, przynosząc korzyści zarówno w efektywności selekcji, jak i precyzji wprowadzanych zmian w tworzeniu nowych odmian. Innowacyjne metody biotechnologiczne tj. technologia markerów, interferencja RNA, rolnictwo molekularne zyskały już szerokie uznanie w dziedzinie oceny i ochrony różnorodności biologicznej w rolnictwie (Mondal, 2022). Wprowadzenie markerów genetycznych do badań hodowlanych otworzyło nowe możliwości i znacznie przyspieszyło postęp w otrzymywaniu udoskonalonych odmian w odpowiedzi nie tylko na choroby, ale i zmieniające się warunki środowiskowe. Poznano lokalizację wielu genów związanych z tolerancją na stropy biotyczne i abiotyczne oraz odpowiadających za konkretne cechy jakościowe. Określenie parametrów molekularnych stało się niezbędnym etapem prac hodowlanych mających na celu ulepszenie cech użytko-

wych roślin. Markery DNA rewolucjonizują badania nad różnorodnością roślin, umożliwiając szczegółową analizę zmian genetycznych, w tym genów wpływających na cechy o znaczeniu ekonomicznym (Bidyananda, 2024). Rozwój jaki dokonuje się w biologii molekularnej i inżynierii genetycznej z równoczesnym obniżeniem kosztów nowoczesnych analiz sprzyja zastosowaniu tych metod w programach hodowlanych roślin. Powstająca baza informacji na temat puli genowej populacji, zróżnicowania genetycznego osobników i identyfikowania genów tworzą możliwości łączenia określonych locus (miejsc w genomie) z fenotypami i cechami użytkowymi. Tym samym informacje, które dostarczą molekularnych podstaw cech agronomicznych i genów kluczowych dla poprawy upraw doprowadzą do bardziej wydajnej hodowli (Mascher, 2019). Co więcej dzięki rozwojowi sekwencjonowania i analiz genomu przy użyciu metod bioinformatycznych, możliwe staje się opracowanie technik fenotypowania w celu zwiększenia wydajności i zmniejszenia kosztów związanych z hodowlą (Costa, 2019). Analiza całych genomów metodą sekwencjonowania rozpoczęła się od roślin modelowych (*Arabidopsis* 2000, ryż 2005, *Brachypodium* 2010, *Medicago* 2011), następnie głównych uprawach gospodarczych takich jak sorgo (2009), soja (2010) i kukurydza (2009), jęczmień (2012) i pszenicę (2013), uprawy osieroczone (ciecierzyce 2013) oraz gatunki roślin ogrodniczych, owoce (jabłko 2010, brzoskwinia 2013), warzywa (ziemniak 2011, kapusta 2011), kwiaty (goździk 2014), a dziesiątki tysięcy genomów są w trakcie sekwencjonowania (Yang, 2015). Poznanie sekwencji genów podczas genotypowania usprawniło badania nad zastosowaniem markerów genetycznych w hodowli wyżej wymienionych roślin. Kierunki badań genetycznych w ostatnich latach znacząco poszerzyły się o nowe techniki genomowe (NGT ang. *new genomic techniques*) oraz o precyzyjną zmianę materiału genetycznego w oparciu o metodę edycji genomu za pośrednictwem CRISPR/Cas9. Taka transformacja roślin uprawnych jest gwarancją uzyskania w pełni opłacalnych plonów, przez co staje się integralną częścią programów hodowli wielu gatunków roślin (Mohamed, 2024).

W hodowli twórczej należy jednak pamiętać, że pełne wykorzystanie potencjału roślin do praktycznego zastosowania wymagałoby zidentyfikowania zmienności genetycznej. Aby zapewnić pełną reprezentację informacji potrzebnych do poprawy upraw, potrzebne są badania wielu osobników każdego gatunku, aby odpowiednio uchwycić ich różnorodność. Markery molekularne dostarczają wartościowych danych do identyfikacji gatunków i odmian oraz umożliwiają analizę cech genotypowych. Tego rodzaju metadane są ważnym elementem w gromadzeniu genotypów roślin użytkowych, ale również gatunków rzadkich i ginących w bankach genów. W odniesieniu do roślin uprawnych taka charakterystyka zabezpiecza przed erozją genową i stanowi cenną informację przy wyborze warto-

ściowych komponentów rodzicielskich w programach hodowlanych. Zachowanie jak największej puli genowej w obrębie gatunku jest podstawą zrównoważonej hodowli. Obecnie w zarządzaniu zasobami genetycznymi coraz bardziej istotne są techniki molekularne (Mascher, 2019). Wydajną, prostą i długoterminową metodą konserwacji informacji genetycznej jest bankowanie DNA (Rice, 2006). Wyekstrahowany kwas nukleinowy jest również łatwo dostępnym materiałem do badań molekularnych (Deja, 2023). Materiał DNA może zostać wykorzystany do praktycznego wdrożenia techniki kodowania kreskowego DNA, umożliwiając identyfikację wybranych gatunków roślin na podstawie sekwencji DNA oraz opisanie i scharakteryzowanie zmienności genetycznej w obrębie badanych taksonów (Yu J, 2021). Realizowane w niniejszej pracy badania związane z gromadzeniem, przechowywaniem i dokumentowaniem wyizolowanego DNA różnorodnych genotypów konopi będą kontynuowane w kierunku utworzenia banku DNA. W dłuższej perspektywie uzyskane materiały i dane genetyczne pomogą również poprawić efektywność hodowli i uzyskać nowe odmiany *C. sativa*.

4. Podsumowanie

Zastosowana metoda automatycznej izolacji materiału genetycznego pozwoliła na otrzymanie preparatów DNA ze wszystkich analizowanych próbek. Otrzymano preparaty genomowego DNA z 75 roślin z 14 odmian/rodów hodowlanych konopi. Wyizolowane DNA scharakteryzowano, zabezpieczono i zbankowano w temperaturze -80 °C w celu uniknięcia jego degradacji. Określono stężenia DNA analizowanych próbek poprzez przeprowadzenie analizy spektrofotometrycznej. W zależności od odmiany/rodu hodowlanego średnia zawartość DNA w próbach mieściła się w zakresie 106,4 do 499,5 ng/μl. Wykonanie i analiza danych pełnego spektrum absorbancji DNA pozwoliły na określenie czystości DNA, przy czym wszystkie oceniane próby zawierały DNA o jakości w granicach normy. Utworzenie bazy preparatów DNA konopi o otrzymanej czystości i stężeniu da możliwość prowadzenia szerszych badań dotyczących markerów molekularnych potrzebnych do oceny zróżnicowania genetycznego i oszacowania poziomu zmienności genetycznej w materiałach hodowlanych.

LITERATURA

1. Ahsan, S. M., Injamum-Ul-Hoque, M., Howlader, N. C., Rahman, M. M., Rahman, M., Haque, M. A., & Choi, H. W. (2025). Haploid production in *Cannabis sativa*: Recent updates, prospects, and perspectives. *Biology*, *14*(6), 701. <https://doi.org/10.3390/biology14060701>
2. Bidyananda, N., Jamir, I., Nowakowska, K., Varte, V., Vendrame, W.A., Devi, R.S., Nongdam, P. (2024). Plant Genetic Diversity Studies: Insights from DNA Marker Analyses. *International Journal of Plant Biology*, *15*, 607–640. <https://doi.org/10.3390/ijpb15030046>
3. Chandy, M., Jimenez-Tellez, N., & Wu, J. C. (2025). The relationship between cannabis and cardiovascular disease: Clearing the haze. *Nature Reviews Cardiology*, *22*(7), 467–481. <https://doi.org/10.1038/s41569-025-01121-6>
4. Costa, C., Schurr, U., Loreto, F., Menesatti, P., Carpentier, S. (2019). Plant phenotyping research trends, a science mapping approach. *Frontiers in Plant Science*, *9*, 1-11. <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.01933>
5. Deja, A., Forycka, A., Szalata, M., Adamczak, A., Słomski, R. (2023). DNA banking for the conservation of genetic resources of crop and wild medicinal and aromatic plants (MAPs): preliminary study. *Herba Polonica*, *69*(4), 71–81. <https://doi.org/10.5604/01.3001.0054.2666>
6. Hoch, E., Volkow, N. D., Friemel, C. M., Lorenzetti, V., Freeman, T. P., & Hall, W. (2025). Cannabis, cannabinoids and health: A review of evidence on risks and medical benefits. *European Archives of Psychiatry and Clinical Neuroscience*, *275*(2), 281–292. <https://doi.org/10.1007/s00406-024-01880-2>
7. Ingvarsdén, C. R., & Brinch-Pedersen, H. (2023). Challenges and potentials of new breeding techniques in *Cannabis sativa*. *Frontiers in Plant Science*, *14*, 1154332. <https://doi.org/10.3389/fpls.2023.1154332>
8. Komorowska, M., Kaczmarski, J., Janicki, M., Jarzębowski, J., Kołodziejczak, M., Orlikowska, M., Śmiejkowska, A., Neumann-Podczaska, A. (2024). Zastosowanie konopi w praktyce klinicznej. Nowe trendy i zagrożenia. *Gerontologia Polska*, *32*, 283-290.
9. Kojoma, M., Seki, H., Yoshida, S., Muranaka, T. (2006). DNA polymorphisms in the tetrahydrocannabinolic acid (THCA) synthase gene in „drug-type” and „fibre-type” *Cannabis sativa* L. *Forensic Science International*, *159*, 132-140.
10. Mascher, M., Schreiber, M., Scholz, U., Graner, A., Reif, J.C., Stein, N. (2019). Genebank genomics bridges the gap between the conservation of crop diversity and plant breeding. *Nature Genetics*, *51*, 1076–1081. <https://doi.org/10.1038/s41588-019-0443-6>
11. Mondal, K., Yadav, S., Raigar, O.P. (2022). Molecular approaches in agrobiodiversity conservation. In: Kumar P, Tomar RS, Bhat JA, Dobriyal M, Rani M. (eds). *Agro-biodiversity and agroecosystem management*. Springer. Singapore, pp 71–84 http://dx.doi.org/10.1007/978-981-19-0928-3_5
12. Mohamed, H.I., Khan, A., Basit, A. (2024). CRISPR-Cas9 System Mediated Genome Editing Technology: An Ultimate Tool to Enhance Abiotic Stress in Crop Plants.

- Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 24, 1799-1822. <https://doi.org/10.1007/s42729-024-01778-x>
13. Phobphimai, P., Imsoonthornruksa, S., Summart, R., & Udomsil, N. (2025). Simple DNA extraction method and validation of molecular markers for early sex determination in new Thai *Cannabis sativa* L. cultivars. *Suranaree Journal of Science and Technology*, 32(2), 020034(1–6). <https://doi.org/10.55766/sujst6416>
 14. Raihan, A., & Rahman Bijoy, T. (2023). A review of the industrial use and global sustainability of *Cannabis sativa*. *Global Sustainability Research*, 2(4), 1–29. <https://doi.org/10.56556/gssr.v2i4.597>
 15. Rice, N., Cordeiro, G., Shepherd, M., Bundock, P., Bradbury, L., Pacey-Miller, T., Furtado, A., Henry, R. (2006). DNA banks and their role in facilitating the application of genomics to plant germplasm. *Plant Genetic Resources*, 4(01), 64-70. <https://doi.org/10.1079/PGR2006113>
 16. Saragoça, A., Silva, A. C., Varanda, C. M. R., Materatski, P., Ortega, A., Cordeiro, A. I., & Telo da Gama, J. (2025). Current context of *Cannabis sativa* cultivation and parameters influencing its development. *Agriculture*, 15(15), 1635. <https://doi.org/10.3390/agriculture15151635>
 17. Velayudhan, L., McGoohan, K., & Bhattacharyya, S. (2021). Safety and tolerability of natural and synthetic cannabinoids in adults aged over 50 years: A systematic review and meta-analysis. *PLoS Medicine*, 18(3), e1003524. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1003524>
 18. Yang, H., Li, C., Lam, H.M., Clements, J., Yan, G., Zhao, S. (2015). Sequencing consolidates molecular markers with plant breeding practice. *Theoretical and Applied Genetics*, 128, 779–795. <https://doi.org/10.1007/s00122-015-2499-8>
 19. Yu, J., Wu, X., Liu, C., Newmaster, S., Ragupathy, S., Kress, W.J. (2021). Progress in the use of DNA barcodes in the identification and classification of medicinal plants. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 208, 1-7. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2020.111691>

Przesłano: 03-06-2025

Zaakceptowano do druku: 02-12-2025



OPRACOWANIE KONSTRUKCJI ULA PSZCZELEGO Z KOMPOZYTU WAPNA I PAŹDZIERZY KONOPNYCH

Jacek Kołodziej¹

Abstrakt: W artykule przedstawiono technologię formowania korpusów uli pszczelich przy wykorzystaniu paździerzy konopnych oraz zaprawy wapiennej. Paździerze traktowane są często jako materiał odpadowy w procesie wydobycia włókna ze słomy konopnej. Podstawowym celem prowadzonych prac było opracowanie technologii pozwalającej na przygotowanie oraz wykorzystanie paździerzy jako komponentu w produkcji materiałów do budowy uli. W ramach badań pozyskano i przygotowano paździerze konopne, wykonano doświadczalną partię uli pszczelich, które następnie przebadano laboratoryjnie i użytkowo, określając współczynnik przenikania ciepła formowanych materiałów oraz ich mrozoodporność. Po wykonaniu korpusów gotowe ule ustawiono w pasiece pszczelej i prowadzono testy użytkowe. Prowadzone badania wykazały, że paździerze konopne w połączeniu z zaprawą wapienną mogą zastąpić materiały tradycyjnie wykorzystywane w budowie uli.

Słowa kluczowe: paździerze konopne, uli pszczeli, zaprawa wapienna

JEL: Q18

DEVELOPMENT OF A BEEHIVE STRUCTURE FROM LIME AND HEMP SHIVES COMPOSITE

Jacek Kołodziej¹

Abstract: This article presents the technology for forming beehive bodies using hemp shives and lime mortar. Hemp shives are often treated as waste material during the fiber extraction process from hemp straw. The primary goal of this research was to develop a technology for preparing and utilizing shives as a component in the production of materials for beehive construction.

As part of the study, hemp shives were obtained and prepared, and an experimental batch of beehives was manufactured. These beehives were then subjected to laboratory and practical tests to determine the thermal conductivity of the formed materials and their frost resistance. After the bodies were made, the finished beehives were placed in a bee apiary

¹ Instytut Włókien Naturalnych i Roślin Zielarskich – Państwowy Instytut Badawczy (Institute of Natural Fibres and Medicinal Plants – National Research Institute) | ORCID: 0000-0003-3981-5998 | e-mail: jacek.kolodziej@iwnirz.pl

for practical usability tests. The conducted research demonstrated that hemp shives combined with lime mortar can replace materials traditionally used in beehive construction.

Keywords: hemp shives, bee hive, lime mortar

JEL Classification: Q18

1. Wstęp

W Instytucie Włókien Naturalnych i Roślin Zielarskich – Państwowym Instytucie Badawczym w Poznaniu w 2022 roku w ramach Programu Inkubator Innowacyjności 4.0 projektu „PLANT-TECH 4.0” realizowano prace związane z opracowaniem konstrukcji ula pszczelego z kompozytu wapna i paździerzy konopnych. Celem prowadzonych prac było wykorzystanie paździerzy jako komponentu w produkcji materiałów do budowy uli pszczelich.

W Polsce uprawę konopi reguluje Ustawa z dnia 24 marca 2022 roku, która dopuszcza min. uprawę konopi włóknistych na potrzeby produkcji materiałów budowlanych.

Badania podjęto z uwagi na potrzebę zastąpienia tradycyjnie stosowanych materiałów wykorzystywanych do budowy uli. Obecnie najpowszechniejsze są ule wykonane ze styropianu, czy poliuretanu. Ule styropianowe cechują się dobrymi właściwościami izolacyjnymi i niewielką wagą, co ułatwia ewentualny transport. Wadą tego typu uli jest stosunkowo mała wytrzymałość mechaniczna. Ściany takich uli nie przepuszczają pary wodnej przez co ul nie „oddycha”. Podobnie ule poliuretanowe cechują się niewielką przepuszczalnością powietrza. Poliuretan jest tworzywem, które poddane oddziaływaniu promieni słonecznych, zwłaszcza ultrafioletu, ulega utlenianiu. Przemiany poliuretanu z biegiem czasu mogą prowadzić do jego pylenia. Na rynku dostępne są również ule drewniane, ale pozyskanie drewna wiąże się z wyrębem lasów, co obciąża tak już nadwyrężone środowisko naturalne.

Zastąpienie tradycyjnie stosowanych materiałów odnawialnymi surowcami roślinnymi korzystnie wpływa na środowisko. Wykorzystanym materiałem lignocelulozowym są paździerze konopne, czyli drewnik powstający w procesie wydobycia włókna ze słomy. Zdecydowano się na przerób dekortykowanej słomy konopnej. W procesie dekortykacji słomę konopną przerabia się na urządzeniu, którego elementy robocze intensywnie oddziałują na surowiec, co skutkuje pozyskaniem paździerzy o mniejszych frakcjach. Dodatkowo technologia dekortykacji prowadzi do dużego uproszczenia dotychczas stosowanej metody przerobu i ekstrakcji włókna.

Jednym z najbardziej obiecujących obszarów, w których wykorzystuje się paździerze konopne, jest budownictwo (Kołodziej i in., 2024). Stosowanie materiałów

ekologicznych w budownictwie jest uważane za potencjalny sposób minimalizacji negatywnego wpływu na środowisko naturalne (Kołodziej i in., 2024; Wang i in., 2018). Wielu autorów wskazuje, że produkcja tradycyjnych materiałów budowlanych obciąża środowisko naturalne. Wykorzystanie surowców roślinnych powoduje obniżenie emisji gazów: 1 ha upraw konopi pochłania z atmosfery około 10 ton CO₂ (Kołodziej i in., 2024; Kołodziej i in., 2023; Mańkowski i in., 2020). Paździerz konopne są mniej podatne na korozję biologiczną niż inne materiały roślinne (np. słoma zbożowa) (Bumanis & Bajare, 2022; Kołodziej i in., 2024; Le i in., 2015; Sinka i in., 2018).

Paździerz konopne stanowią około 75% masy rośliny. Skład chemiczny łądy roślin włóknistych ulega znacznym wahaniom w zależności od warunków vegetacji (gleba, klimat, nawożenie, gęstość siewu, pielęgnacja, termin sprzętu itp.). Dalsze zmiany w składzie chemicznym zachodzą w czasie procesów technologicznych obróbki słomy i włókna. W miarę rozwoju konopie wzbogacają się w różnorodne związki chemiczne, których liczba dochodzi do około pięćdziesięciu. Podstawowy skład roślin można wyrazić następującym stosunkiem pierwiastków chemicznych:

- węgiel 46%,
- tlen 42%,
- wodór 6,5%,
- azot 1,5%,
- elementy tworzące popiół 4% (Spsychalski i inni 2013).

Wykorzystanie paździerzy konopnych w formowaniu uli pszczelich jest na tyle innowacyjnym rozwiązaniem, że brak jest doniesień literaturowych na ten temat. Oprócz paździerzy w materiale wykorzystano również zaprawę wapienną. Zastosowane wapno stwarza korzystny mikroklimat dla pszczół. Doniesienia na temat zakładania pasiek w skałach wapiennych pochodzą już ze starożytnej Grecji (Haralampos & Harassis 2017). Inni autorzy wskazują również korzystne warunki bytowania i dużą różnorodność dzikich pszczół w skałach wapiennych (Kettermann i in., 2022; Krauss i in., 2009; Kirsch i in., 2025).

2. Opis technologii przygotowania konstrukcji

Pozyskane w wyniku przerobu słomy konopnej paździerz poddano ocenie laboratoryjnej, a następnie skrócono oraz doczyszczono, przygotowując je do dalszych prac. Wymagana jest odpowiednia długość paździerzy oraz ich oczyszczenie z części włóknistych i drobnych frakcji, które mogą niekorzystnie wpływać na strukturę formowanych materiałów wykorzystywanych w budowie uli pszczelich.

Jakość paździerz, ich kształt oraz czystość wpływa na właściwości kompozytu wapienno paździerzowego. Przy dużej zawartości części pylistych występuje utrudnione łączenie się spoiwa z paździerzami. Drobne cząstki mogą również wpływać na proces wiązania spoiwa, istotnie pogarszając właściwości kompozytu. Niezwiązane w zaprawie paździerze łatwo się osypują i wypadają z kompozytu.

Krótkie włókno konopne, którym zanieczyszczone są paździerze również negatywnie wpływa na właściwości wytrzymałościowe kompozytu. Duża ilość włókna osłabiała wiązanie spoiwa i paździerz.

W sposób ręczny, przy użyciu sita o odpowiedniej gramaturze oczek, przesiano paździerze oczyszczając je z krótkiego włókna. Tak doczyszczzone paździerze rozdrobiono przy użyciu młyna tnąco-mielącego sm400. Młyn pracuje na zasadzie cięcia, a następnie przecierania surowca przez sito o zadanej średnicy. Do rozdrabniania wykorzystano sita o średnicy oczek 30; 20 i 10 mm. Przygotowane paździerze konopne stanowią wypełniacz w kompozycie wapiennym. Założono, że dzięki swoim właściwościom poprawią jego parametry izolacyjne. Oprócz paździerz, częściami składowymi kompozytów są spoiwo wapienne, domieszka cementu portlandzkiego oraz woda.

Celem uformowania korpusów uli pszczelich wykonano drewniane formy. Po uformowaniu materiał suszono w suszarce w temperaturze 60°C. Zbyt gwałtowne mechaniczne suszenie skutkowało rozpadaniem się kompozytu. Problem z wytrzymałością nie wystąpił w przypadku suszenia materiału w sposób naturalny. Okres naturalnego suszenia do wilgotności ok. 7% wynosił około siedmiu dni. Określono współczynnik przewodzenia ciepła oraz mrozoodporność uformowanego kompozytu. Po wykonaniu badań laboratoryjnych przeprowadzono testy użytkowe uli w pasiece pszczeliej.

3. Wyniki

Analizę jakościową paździerz konopnych przeprowadzono w laboratorium analitycznym Instytutu Włókien Naturalnych i Roślin Zielarskich Państwowego Instytutu Badawczego w Poznaniu, zgodnie z PN-P-80102 dotyczącą wymagań jakościowych i metod badań paździerz lnianych i konopnych, oraz PN-P-04601 dotyczącą wyznaczania wilgotności. Określono parametry jakościowe paździerz z dwóch odmian konopi włóknistych, tj. Białobrzeskie i Uso-31.

Celem przeprowadzenia analizy laboratoryjnej, z każdej partii pobrano sześć prób roboczych o masie 20 g każda. W celu sprawdzenia zawartości włókna pobraną próbkę roboczą o masie 20 g przesiano na laboratoryjnym urządzeniu przesiewająco-sortującym przez zestaw sit przez 3 minuty przy częstotliwości 300 drgań/min. Analizę przeprowadzono w sześciu powtórzeniach.

Celem sprawdzenia zawartości innych zanieczyszczeń z części próby roboczej, która przesiana została przez sita górne, a pozostała na sicie dolnym, ręcznie wybrano ciała obce i zważono je z dokładnością do 0,1 g. Analizę przeprowadzono w sześciu powtórzeniach.

Celem sprawdzenia zawartości pyłu, część próby roboczej, która została przesiana przez sito dolne zważono z dokładnością do 0,1 g. Analizę przeprowadzono w czterech powtórzeniach. Celem określenia wilgotności surowca, pobrano próbę o masie 100 g, w trzech powtórzeniach. Próby materiału suszono w suszarce laboratoryjnej w temperaturze 105 °C do stałej masy.

Z analizy wynika, że 30% masy paździerzy stanowią frakcje o wymiarach od 30 do 40 mm, 15% – paździerze o długości 20–30 mm, a 20% – paździerze o długości 10–20 mm. Ponad 20% stanowiły paździerze o długości poniżej 5 mm. Dodatkowo paździerze były zanieczyszczone krótkim włóknem, którego udział wynosił od 8,5 do 12% masy paździerzy (tabela 1). Z analizy literatury oraz wcześniejszych prac badawczych wynika, że w budownictwie wykorzystuje się paździerze o długości około 35 mm.

Paździerze użytkowe konopne są to cząstki lignocelulozowe, otrzymywane po procesie wydobywania włókna ze słomy konopnej oraz po oddzieleniu pozostałego krótkiego włókna, pyłu i innych zanieczyszczeń (rysunki 1-2). Paździerze konopne odmiany Białobrzeskie nie posiadały w swojej masie innych zanieczyszczeń organicznych i mineralnych. Gęstość nasypowa paździerzy wynosiła 46 kg/m³.

W kolejnym etapie określono parametry jakościowe zaprawy wapienno paździerzowej, w skład której wchodzi doczyszczony paździerze konopne, wapno, cement portlandzki oraz woda (tabela 2).

Tabela 1

Wyniki analizy laboratoryjnej paździerzy konopnych

Lp.	Badane parametry	Zawartość [%]	
		Białobrzeskie	Uso-31
1	paździerze użytkowe	84,07	79,35
2	zawartość włókna	8,52	12,01
3	zawartość pyłu	6,20	6,40
4	inne zanieczyszczenia	0,00	1,09
5	wilgotność	13,78	13,97

Źródło: Opracowanie własne.



Rysunek 1. Krótkie włókno w masie paździerzy.



Rysunek 2. Doczyszczone paździerze konopne.

Tabela 2

Proporcja poszczególnych surowców w zaprawie wapienno paździerzowej [%]

Paździerze konopne	Wapno	Cement portlandzki	Woda
55% (frakcja 10 mm)	20%	5%	20%
55% (frakcja 30 mm)	20%	5%	20%

Źródło: Opracowanie własne.

Zastosowane spoiwo wapienne w postaci wapna powietrznego, hydraulicznego było zgodne z normami PN-EN 459-1. Wapno jest naturalnym środkiem odkażającym, posiadającym właściwości antyseptyczne. Niszczy zarodniki pleśni, pozwala także utrzymać korzystny poziom wilgotności w powietrzu. Cement portlandzki spełniał wymagania zawarte w normie PN-EN 197-1.

W tabeli 3 wyznaczono konsystencję zaprawy oraz zawartość powietrza. Konsystencję zaprawy wyznaczano przy użyciu aparatu nurnikowego (wg normy PN-EN 413-2). Badanie polegało na określeniu zagłębienia pręta pomiarowego w odpowiednio przygotowanej próbce materiału. Zawartość powietrza wyznaczono przy użyciu aparatu do badania zawartości powietrza w zaprawie 0,75l Testing, wg normy PN EN 12350-7.

W każdym przypadku dodatek paździerzy konopnych zwiększał zawartość powietrza w przygotowanych zaprawach, przy czym wskaźnik ten był wyższy w przypadku wykorzystania paździerzy rozdrobnionych na mniejsze frakcje (10 mm). Na wzrost zawartości powietrza wpływa struktura paździerzy konopnych lub stopień zagęszczania zapraw z udziałem materiału badawczego.

Tabela 3

Badanie parametrów jakościowych zaprawy wapienno paździerzowej

Próby	Konsystencja zaprawy [cm]			Zawartość powietrza w zaprawie [%]		
	Zaprawa wapienna	Zaprawa wapienno – paździerzowa (30 mm)	Zaprawa wapienno – paździerzowa (10 mm)	Zaprawa wapienna	Zaprawa wapienno – paździerzowa (30 mm)	Zaprawa wapienno – paździerzowa (10 mm)
Uso 31	2,8	4,0	3,6	4,5	7,9	9,8
Białobrzeskie	3,0	3,7	3,2	3,9	8,1	11,0

Źródło: Opracowanie własne.

W literaturze nie natrafiono na zastosowanie surowców naturalnych do zwiększania napowietrzenia zapraw, ale w badaniach przedstawionych przez Lenart (2013) stosowanie domieszek syntetycznych również zwiększało zawartość powietrza w zaprawach cementowo – wapiennych. Do dalszych prac zdecydowano się wykorzystać paździerz odmiany Białobrzeskie.

Badanie współczynnika przewodzenia ciepła λ wykonano metodą z zastosowaniem ustalonego stałego przepływu strumienia cieplnego przechodzącego przez próbkę materiału. Temperatury powierzchni górnej i dolnej były ustalone (6 zakresów temperatur), a różnica temperatur ΔT w każdym badaniu wynosiła 25°C (Kołodziej i in., 2024). Badanie wykonano zgodnie z normą PN-EN 12667:2002 za pomocą aparatu płytowego LaserComp FOX 317.

Celem określenia mrozoodporności materiał poddano łącznie 25 cyklom zamrażania i rozmrażania. Ustawiona temperatura wynosiła +20 °C przez 12 godzin oraz -20 °C przez kolejne 12 godzin. Przed jak i po cyklach zamrażania i rozmrażania próbki testowano pod kątem wytrzymałości na ściskanie według normy PN-EN 196-1. Badanie wykonano przy użyciu maszyny wytrzymałościowej In-spekt Table 50. Średnie wyniki przedstawiono w tabeli 4.

Badania wykazały, że wykorzystanie w kompozycie dłuższych paździerzy poprawia współczynnik przenikania ciepła. W trakcie badania nie zaobserwowano istotnego spadku wytrzymałości kompozytu jeżeli chodzi o wystawienie na działanie niskich temperatur. Należy jednak zaznaczyć, że wytrzymałość na ściskanie kompozytu wapienno-paździerzowego jest niska. Dlatego materiał ten nie może być materiałem nośnym w konstrukcjach.

Z uformowanych kompozytów, w skład których wchodziły paździerz o długości 30 mm, wykonano korpusy uli pszczelich. Na jeden ul składają się dwa korpusy wykonane w technologii wapienno paździerzowej. Dennica, daszek oraz dwie powałki są elementami drewnianymi dostępnymi na rynku (rysunek 3).

Tabela 4

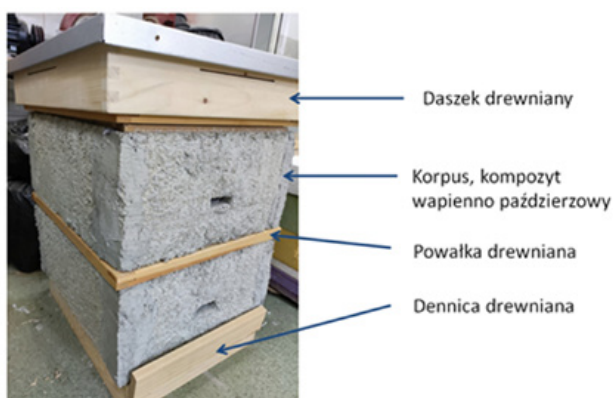
Współczynnik przewodzenia ciepła oraz mrozoodporność kompozytów wapienno-paździerzowych

Próba	Gęstość [kg/m ³]	Współczynnik przewodzenia ciepła λ [W/mK]	Wytrzymałość na ściskanie [MPa]	Wytrzymałość na ściskanie po cyklu zamarzania i odmarzania [MPa]
55% paździerzey w kompozycie – frakcja 10 mm	561,43	0,1119	0,71	0,68
55% paździerzey w kompozycie – frakcja 30 mm	443,02	0,0965	0,83	0,75

Źródło: Kołodziej, J. i in. (2024). Use of waste raw materials in the form of hemp shives and waste sheep wool to produce composites dedicated to thermal insulation. Journal of Natural Fibers, 21(1), 2371902.

Rysunek 3

Ul pszczeli wykonany w technologii wapienno paździerzowej



Źródło: Fot. J. Kołodziej.

Gotowe ule umieszczono w pasiece pszczelej, gdzie prowadzono testy użytkowe (rysunki 4-7). Badania wykonane w okresie wiosenno-letnim pozwoliły na wyciągnięcie następujących wniosków:

- Rodzina pszczela funkcjonuje prawidłowo, porównywalnie z innymi rodzinami w ulach styropianowych, nie stwierdzono padłych pszczół i innych nieprawidłowości w rozwoju zasiedlonej w badanym ulu rodziny pszczelej.
- Ul dobrze zachowuje się podczas opadów atmosferycznych, nie stwierdzono namakania i rozmiękczenia ścian zewnętrznych konstrukcji ula. Materiał nie przepuszcza wilgoci ani wody do wnętrza ula.
- W ulu panuje dobra wentylacja, nie powstaje pleśń i wilgoć.
- Rodzina pszczela bez problemu utrzymuje odpowiednią temperaturę we wnętrzu ula.

- Materiał, z którego wykonany jest ul nie wpływa w żaden sposób negatywnie na funkcjonowanie, rozwój i żywotność rodziny pszczolej.
- Negatywną cechą badanego ula jest jego waga, która jest większa od ula styropianowego jednak porównywalna do ula drewnianego.
- Żyjące w ulu pszczoły nie mają tendencji do zgryzania ścianek i innych powierzchni wewnątrz ula.
- Podczas zmiennych warunków atmosferycznych w konstrukcji ula nie powstały pęknięcia i szczeliny.

Rysunki 4–7

Badania użytkowe uli wykonanych w technologii kompozytu wapienno paździerzowego



Źródło: Fot. J. Kołodziej.

4. Ocena parametrów nowej konstrukcji

Kompozyty wykonane przy wykorzystaniu paździerz konopnych rozdrobnionych na frakcje 30 mm charakteryzowały się korzystniejszymi właściwościami izolacyjnymi. Z materiału tego wykonano elementy ula pszczelego. Po trzech latach od ustawienia ula konopnego w pasiece i wystawienia go na zmienne warunki atmosferyczne nie zaobserwowano ubytków ani pęknięć w strukturze uformowanego kompozytu. Obecnie naukowcy w Instytucie pracują nad możliwością wykorzystania w korpusach uli oprócz paździerz konopnych również wełny owczej, co ma poprawić parametry jakościowe i użytkowe takich uli.

Zastąpienie tradycyjnie stosowanych w produkcji uli pszczelich materiałów odtwarzalnymi surowcami naturalnymi wpływa na ochronę środowiska. Szacuje się, że 1 ha upraw konopi włóknistych absorbuje ok 10 ton CO₂ z atmosfery [Kołodziej i inni 2023]. Dodatkowo konopie włókniste pozytywnie wpływają na strukturę gleby, na której są uprawiane. Dobrze rozwinięty system korzeniowy, który wzrasta w głąb na głębokość 3 metrów spulchnia ją i przewietrza, pozostawiając w dobrej strukturze [Pudełko i inni 2021]. Ekologiczne rozwiązania są nie tylko ciekawostką, ale stanowią bardzo istotne zagadnienie z uwagi na coraz większe obciążenia w środowisku naturalnym.

5. Wykaz stosowanych norm

PN-EN 459-1: *Wapno budowlane – Część 1: Definicje, wymagania i kryteria zgodności.* PKN, Warszawa, 2017.

PN-EN 197-1: *Cement – Część 1: Skład, wymagania i kryteria zgodności dotyczące cementów powszechnego użytku.* PKN, Warszawa, 2002.

PN-P-80102: *Paździerze lniane i konopne.* PKN, Warszawa, 1996.

PN-P-04601: *Surowce włókiennicze – Wyznaczanie wilgotności.* PKN, Warszawa, 1952.

PN-EN 413-2: *Cement murarski – Część 2: Metody badań.* PKN, Warszawa, 2005.

PN-EN 12350-7: *Badania mieszanki betonowej – Część 7: Zawartość powietrza w mieszance betonowej.* PKN, Warszawa, 2019.

PN-EN 12667: *Właściwości cieplne materiałów i wyrobów budowlanych – Określenie oporu cieplnego metodami osłoniętej płyty grzejnej i czujnika strumienia ciepłego.* PKN, Warszawa, 2002.

PN-EN 196-1: *Metody badania cementu – Część 1: Oznaczanie wytrzymałości.* PKN, Warszawa, 2018.

LITERATURA

1. Bumanis, G., & Bajare, D. (2022). PCM modified gypsum hempcrete with increased heat capacity for nearly zero energy buildings. *Environmental and Climate Technologies*, 26(1), 524–534. <https://doi.org/10.2478/rtuct-2022-0040>
2. Harissis, H. V. (2017). Beekeeping in prehistoric Greece. In F. Hatjina, G. Mavrofridis, & R. Jones (Eds.), *Beekeeping in the Mediterranean from antiquity to the present*.
3. Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej – Państwowy Instytut Badawczy. (2023). *Rocznik meteorologiczny*.
4. Kettermann, M., Poniatowski, D., & Fartmann, T. (2022). Active management fosters species richness of wild bees in limestone quarries. *Ecological Engineering*, 182, 106733. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2022.106733>
5. Kirsch, F., Hass, A., Alfert, T., & Westphal, C. (2025). Landscape diversity, habitat connectivity, age and size determine the conservation value of limestone quarries for diverse wild bee communities. *Journal of Applied Ecology*, 62, 64–79. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.14820>
6. Kołodziej, J., & Kicińska-Jakubowska, A. (2025). Utilization of hemp shives for various purposes – A review. *Journal of Natural Fibers*, 22(1), 2448016. <https://doi.org/10.1080/15440478.2024.2448016>
7. Kołodziej, J., Kicińska-Jakubowska, A., Mańkowski, J., & Grzymisławska, J. (2024). Use of waste raw materials in the form of hemp shives and waste sheep wool to produce composites dedicated to thermal insulation. *Journal of Natural Fibers*, 21(1), 2371902. <https://doi.org/10.1080/15440478.2024.2371902>
8. Kołodziej, J., Pudelko, K., & Mańkowski, J. (2023). Energy and biomass yield of industrial hemp (*Cannabis sativa* L.) as influenced by seeding rate and harvest time in Polish agro-climatic conditions. *Journal of Natural Fibers*, 20(1), 2159609. <https://doi.org/10.1080/15440478.2022.2159609>
9. Krauss, J., Alfert, T., & Steffan-Dewenter, I. (2009). Habitat area but not habitat age determines wild bee richness in limestone quarries. *Journal of Applied Ecology*, 46, 194–202. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2008.01582.x>
10. Le, A. T., Gacoin, A., Li, A., Mai, T. H., & Wakil, N. E. (2015). Influence of various starch/hemp mixtures on mechanical and acoustical behavior of starch–hemp composite materials. *Composites Part B: Engineering*, 75, 201–211. <https://doi.org/10.1016/j.compositesb.2015.01.038>
11. Lenart, M. (2013). Impact assessment of lime additive and chemical admixtures on selected properties of mortars. *Procedia Engineering*, 57, 687–696.
12. Mańkowski, J., Kołodziej, J., & Pudelko, K. (2020). Bast fibres: The role of hemp (*Cannabis sativa* L.) in remediation of degraded lands. In R. M. Kozłowski & M. Maciekiewicz-Talarczyk (Eds.), *Handbook of natural fibres* (2nd ed., Vol. 2, pp. 393–417). Elsevier.
13. Pudelko, K., Kołodziej, J., & Mańkowski, J. (2021). Restoration of minesoil organic matter by cultivation of fiber hemp (*Cannabis sativa* L.) on lignite post-mining areas. *Industrial Crops and Products*, 171, 113921. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2021.113921>

14. Spychalski, G., Mańkowski, J., Kubacki, A., Kołodziej, J., Cierpucha, W., Pniewska, I., Baraniecki, P., & Grabowska, L. (2013). *Industrial hemp cultivation and processing technology*. *INF&MP*.
15. Sinka, M., Korjakins, A., Bajare, D., Zimele, Z., & Sahmenko, G. (2018). Bio-based construction panels for low carbon development. *Energy Procedia*, 147, 220–226. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2018.07.063>
16. Wang, H., Chiang, P. C., Cai, Y., Li, C., Wang, X., Chen, T. L., Wei, S., & Huang, Q. (2018). Application of wall and insulation materials on green building: A review. *Sustainability*, 10(9), 3331. <https://doi.org/10.3390/su10093331>

Przesłano: 27-06-2025

Zaakceptowano do druku: 02-12-2025



WALORY UŻYTKOWE, SKŁAD CHEMICZNY I UPRAWA POKRZYWY ZWYCZAJNEJ (*Urtica dioica* L.)

Mariola Dreger¹, Olga Askutja²

Abstrakt: Pokrzywa zwyczajna jest gatunkiem kosmopolitycznym o cennych właściwościach leczniczych i dająca wysokiej jakości włókno. Pokrzywa może być uprawiana ekstensywnie na różnych glebach bez intensywnego stosowania pestycydów, herbicydów, nawożenia lub nawadniania. Czynniki takie jak: rodzaj uprawy, genotyp pokrzywy, termin zbioru surowca, gęstość (rozstawa) sadzenia roślin oraz nawożenie i pielęgnacja uprawy w znaczący sposób wpływają na wysokość plonu. W pracy przedstawiono charakterystykę profilu fitochemicznego surowca, badania nad uprawą pokrzywy, a także potencjalne wielokierunkowe wykorzystanie surowca w różnych gałęziach przemysłu.

Słowa kluczowe: pokrzywa zwyczajna, związki aktywne, właściwości prozdrowotne, surowiec zielarski, włókno

JEL: Q1

FUNCTIONAL PROPERTIES, CHEMICAL COMPOSITION AND CULTIVATION OF COMMON NETTLE (*Urtica dioica* L.)

Mariola Dreger¹, Olga Askutja²

Abstract: Stinging nettle is a widely distributed species with valuable medicinal properties and high-quality fiber. It can be grown extensively on various soils without the intensive use of pesticides, herbicides, or irrigation. The main factors influencing nettle yield are type of crop, nettle genotype, harvest time, planting density, fertilization, and cultivation care. This paper focuses on the phytochemical profile of the raw material, research on cultivation, as well as its potential multidirectional application in different industries.

¹ Instytut Włókien Naturalnych i Roślin Zielarskich – Państwowy Instytut Badawczy (Institute of Natural Fibres and Medicinal Plants – National Research Institute) | ORCID: 0000-0001-7594-2615 | e-mail: mariola.dreger@iwnirz.pl

² Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu (Adam Mickiewicz University, Poznań) | e-mail: olgaaskutja@wp.pl

Keywords: stinging nettle, active compounds, health-promoting properties, raw material, fiber

JEL Classification: Q1

1. Wstęp

Pokrzywa zwyczajna wykorzystywana jest przez człowieka od niepamiętnych czasów jako roślina lecznicza i jadalna oraz surowiec do produkcji włókna. O właściwościach prozdrowotnych pokrzywy pisał już „ojciec medycyny” Hipokrates (Kossak i in., 2017). Pokrzywa obok lnu i konopi wykorzystywana była do produkcji sznurów, szpagatu i odzieży. Ślady materiałów tekstylnych wykonanych z pokrzywy datuje się na epokę brązu (Bergfjord i in., 2012). Obecnie zainteresowanie pokrzywą wzrasta ze względu na jej cenne właściwości prozdrowotne i udokumentowane działanie farmakologiczne. Pokrzywa uzyskała status „superfood”, ponieważ jest bogata w minerały, witaminy, antyoksydanty i inne związki czynne ważne dla zdrowia człowieka. Pokrzywa zwyczajna posiada olbrzymi potencjał jako łatwo dostępny i odnawialny surowiec. Obecnie w Europie prowadzone są programy hodowlane ukierunkowane na uzyskanie nowych odmian o wysokiej zawartości włókna oraz projekty badawcze dotyczące upraw agroleśnych pokrzywy (Rosłon, i in., 2023; Lewerenz i in., 2025). Pokrzywa zwyczajna może być interesującym gatunkiem uprawnym dla rolnictwa w Polsce ze względu na wielokierunkowe wykorzystanie surowca w różnych branżach przemysłu. Sprzyja temu rosnące zainteresowanie konsumentów pokrzywą, które stwarza popyt na nowe, przyjazne środowisku produkty farmaceutyczne, spożywcze, tekstylne i kosmetyczne.

Celem niniejszego artykułu jest przedstawienie charakterystyki pokrzywy zwyczajnej, jej składu chemicznego, informacji dotyczących uprawy oraz potencjalnego wykorzystania w przemyśle. Ponadto, podniesienie świadomości w zakresie możliwości uprawy pokrzywy, w kontekście rosnącego zainteresowania konsumentów ekologicznymi formami dodatków do żywności dla ludzi i zwierząt, o cechach prozdrowotnych.

2. Charakterystyka botaniczna gatunku

Pokrzywa zwyczajna to wieloletnia roślina zielna, należąca do rodziny pokrzywowatych *Urticaceae*. Wyróżnia się ponad 20 podgatunków pokrzywy oraz pięć morfotypów typowego podgatunku *U. dioica subsp. dioica* rodzimego dla Europy

i Azji (Viotti i in., 2022). Podgatunki pokrzyw różnią się preferencjami siedliskowymi, rozmieszczeniem geograficznym, morfologią włosków parzących i liści. Pokrzywa rośnie w lasach w miejscach wilgotnych i zacienionych oraz na stanowiskach ruderalnych. Wymaga gleby próchniczej, bogatej w składniki pokarmowe, a zwłaszcza w azot, ale dobrze rośnie też na glebach piaszczysto-gliniastych, umiarkowanie wilgotnych (Załęcki i in., 1997). Pokrzywy osiągają około 150 cm wysokości, posiadają pełzające rozłogi oraz wzniesioną czterokanciastą, sztywną, ulistnioną łodygę. Ich liście są wydłużone o kształcie sercowatym i ostro ząbkowanych brzegach (rysunek 1). Całą roślinę pokrywają parzące włoski pełniące funkcję obronną. Pokrzywa jest gatunkiem dwupiennym – tzn. kwiaty męskie i żeńskie występują na różnych osobnikach. Kwiaty są drobne i zielonkawe, zwisające, wyrastające z kątów liści wiechy. Kwiaty męskie mają żółtawą barwę i cztery długie owalne pręciki zwinięte w pęk kwiatowy. Natomiast, żeńskie są zielonkawe z jednokomórkową zalążnią, na szczycie której znajduje się pędzelkowata szyjka i znamię (Viotti i in., 2022). Kwitnienie i owocowanie trwa od czerwca do października. Owocami pokrzywy są jednonasienne orzeszki. Nasiona rozsiewanie są od sierpnia przez wiatr i wodę oraz zwierzęta. Po okresie spoczynku, kiełkowanie nasion rozpoczyna się w połowie kwietnia następnego roku (Szewczuk i Stępiak 1999). Pokrzywa rozmnaża się zarówno generatywnie (przez nasiona), jak i wegetatywnie poprzez kłącza, co przyczynia się do ekspansywności gatunku.

Rysunek 1

**Pokrzywa zwyczajna, stanowisko naturalne
(okolice Poznania, maj 2024 r.)**



Źródło: Fot. M. Dreger.

3. Walory użytkowe pokrzywy

Pokrzywa zwyczajna (*Urtica dioica* L.) jest gatunkiem o cennych właściwościach leczniczych. Surowcem zielarskim są zarówno liście (*Urticae folium*), korzenie (*Urticae radix*), jak i całe ziele (*Urticae herba*) zbierane wiosną przed kwitnieniem (Farmakopea Polska). Zgodnie z wymogami farmakopealnymi liście pokrzywy powinny zawierać nie mniej niż 0,3% całkowitej zawartości kwasów kawoilojabłkowego i chlorogenowego (EMA 2007). Nasiona pokrzywy, choć nie są surowcem farmakopealnym³, wykazują szereg właściwości leczniczych m. in.: działanie antyoksydacyjne, przeciwzapalne, przeciwzakrzepowe, hipoglikemiczne oraz hepato- i nefroprotektoryjne (Rosłon i in., 2023).

Lecznictwo pokrzywą stosuje się w łagodzeniu objawów przerostu prostaty (BPH – ang. benign prostatic hyperplasia), schorzeń dróg moczowych, reumatyzmu czy łysienia plackowatego (Monografia Europejskiej Agencji Leków EMA z 2008). Ziele pokrzywy stosuje się także w chorobie reumatycznej i zwyrodnieniowej stawów, obrzękach, nieżytach żołądkowo-jelitowych, zaburzeniach metabolicznych oraz w początkowym stadium cukrzycy (Dawid-Pać 2018; Nowak 2018). Wyciągi z pokrzywy posiadają właściwości antyalergiczne poprzez działanie hamujące aktywność kluczowych enzymów reakcji zapalnych (Jakubczyk i in., 2015). Ponadto, preparaty z ziele pokrzywy zalecane są do wzmocnienia organizmu po przebytej chemioterapii, w stanach zapalnych jamy ustnej i gardła oraz w schorzeniach skórnych jak np.: stanach zapalnych skóry, owrzodzeniach, łojotoku i łupieżu (Dawid-Pać 2018; Nowak 2018). Badania ekstraktów z pokrzywy na modelu *in vitro* potwierdzają antyproliferacyjne⁴ i cytostatyczne działanie wobec komórek raka piersi (Karakol i in., 2022) i jajnika (Nafeh i in., 2025). Ostatnie badania wskazują także na neuroprotektoryjne⁵ działanie wyciągów pokrzywy w chorobie Parkinsona, co potwierdzono na modelu zwierzęcym (Albadawi i in., 2024). Liczne badania dokumentują działanie niektórych substancji przeciwbakteryjne, przeciwgrzybiczne oraz antywirusowe, w tym wobec wirusów SARS-CoV i grypy (Harrison i in., 2022; Du i in., 2024; Kumaki i in., 2011; Vanderlinden i in., 2021). Należy jednak podkreślić, że efekty te nie zastępują szczepień ani standardowych metod profilaktyki, a raczej stanowią uzupełniające wsparcie ochrony organizmu. Badania kliniczne potwierdziły skuteczność wyciągów z pokrzywy w łagodzeniu objawów łagodnego przerostu gruczołu krokowego (BPH) oraz przewlekłego za-

³ Surowiec farmakopealny – substancja lecznicza, która spełnia wszystkie kryteria jakości określone w Farmakopei

⁴ Antyproliferacyjne (z łac. anti – przeciw, proliferatio – namnażanie) oznacza hamujące proliferację, czyli zahamowanie wzrostu i podziału komórek.

⁵ Neuroprotektoryjne oznacza działanie chroniące komórki nerwowe (neurony) przed uszkodzeniem lub śmiercią. Termin pochodzi od słów: neuro – nerw, protektive – chroniący.

palenia gruczołu krokowego, a także w chorobie zwyrodnieniowej stawów, reumatoidalnym zapaleniu stawów i nadciśnieniu tętniczym (Alimoddin i in., 2024).

Ze względu na swoje właściwości antyoksydacyjne i przeciwdrobnoustrojowe pokrzywa wykorzystywana jest jako surowiec kosmetyczny, do produkcji szamponów o właściwościach przeciwłupieżowych i ograniczających wypadanie włosów, a także jako składnik kosmetyków przeciwstarzeniowych (Bourgeois i in., 2016; Skalska-Kamińska i in., 2023). Wyciągi oraz olej z nasion pokrzywy działają odżywczo i przeciwstarzeniowo na skórę. Stanowią cenny składnik kosmetyków dla osób z problemami skórnymi np.: przy trądziku różowatym i łuszczycy oraz innych chorobach skórnych (Rosłon i in., 2023).

Pokrzywa należy do roślin włóknistych o długiej tradycji stosowania. Włókno pokrzywy jest cieńsze niż włókno lnu, co po wykończeniu pozwala na tworzenie bardziej wszechstronnych tkanin. Właściwości rozciągające i mechaniczne włókna pokrzywy są porównywalne z lnem i wyższe niż włókna ramii, która należy do tej samej rodziny *Urticaceae*. Natomiast waga włókna pokrzywy jest dwukrotnie mniejsza niż włókna bawełny, konopi czy lnu (Bodros i Baley 2008; Suryawan i in., 2017). Obecnie poszukuje się alternatyw dla produkcji wysokiej jakości włókna tekstylnego w sposób bardziej zrównoważony niż np. uprawa bawełny. Pokrzywa posiada duży potencjał nie tylko jako surowiec do produkcji włókna tekstylnego, ale również do otrzymywania lekkich i wytrzymałych biomopozytów⁶ (Paukszta i in., 2013; Bogard i in., 2021). Naturalne włókna, w tym pokrzywy cenione są ze względu na niski koszt i odnawialność, ale także dobre parametry techniczne, takie jak niska gęstość, zdolność tłumienia fal akustycznych, biodegradowalność i łatwość recyklingu (Masłowski i in., 2021).

Pokrzywa jest również rośliną jadalną, spożywaną do dzisiaj. Młode liście pokrzywy wykorzystuje się do zup, sałatek, jako pesto do makaronu czy jako dodatek do mięs. Ponadto, stanowi dodatek do ciast, chleba, jogurtów, makaronów, czekolady oraz jako barwnik spożywczy (Mohammadian i in., 2024). Z kolei nasiona pokrzywy posiadają wysokie walory odżywcze i kulinarne ze względu na zawarty w nich olej. Jego zawartość waha się od 25% do 33% (Rosłon i in., 2023). Nasiona posiadają lekko orzechowy smak i wykorzystuje się jako dodatek do potraw lub jako składnik przypraw np. do sałatek czy twarogu.

Walory odżywcze pokrzywy potwierdzają badania zawartości makro- i mikroelementów (wapń, magnez, potas, fosfor, żelazo i inne), witamin (A, C, E, K oraz kwas foliowy – B9) oraz aminokwasów (18). Stąd pokrzywa znajduje zastosowanie w żywieniu drobiu, ryb i innych zwierząt hodowlanych (Radkowska 2013; Zare i in., 2023, Gao i in., 2024; Kiczorowska i in., 2024). Ponadto surowiec z pokrzywy

⁶ Biomopozyty – substancje pochodzenia naturalnego wykazujące korzystny wpływ na funkcje biologiczne organizmu.

zawiera liczne polifenole (flawonoidy, taniny, kwasy fenolowe i inne), które mogą korzystnie wpływać na dobrostan zwierząt. Ziele pokrzywy stymuluje prawidłowe funkcjonowanie układu pokarmowego zwierząt, poprawia trawienie i przyswajanie składników pokarmowych oraz zapobiega stanom zapalnym (Kiczorowska, i in. 2024). Pokrzywa może być stosowana bezpośrednio lub w postaci suszonej, jako mączka lub kiszonka. Dodatek pokrzywy (1-2%) do paszy brojlerów przyczynia się do szybszego tempa wzrostu brojlerów i zwiększenia masy ciała (Milosevic, i in., 2021), a także poprawy parametrów biochemicznych i immunologicznych krwi (Mehboob, i in., 2025). Wzbogacenie paszy niosek w pokrzywę (1%) zwiększyło znacząco produkcję jaj i obniżyło zawartość cholesterolu w jajach (Grigoreva, i in., 2022). Pozytywny wpływ pokrzywy na wzrost, parametry biochemiczne krwi i układ odpornościowy zaobserwowano także u ryb (Zare, i in., 2023). Ryby karmione paszą z dodatkiem pokrzywy wykazywały wyższy wskaźnik przeżywalności i mniejszy stres niż ryby karmione paszą bez dodatków (kontrola).

Preparaty pochodzenia roślinnego zawierające stabilne i biodegradowalne związki biologicznie czynne stanowią alternatywę dla konwencjonalnych metod ochrony przed patogenami (Jamiołkowska i in., 2023). Przeciwgrzybiczne działanie ekstraktu metanolowego z liści pokrzywy skierowane przeciw grzybom z rodzaju *Alternaria* potwierdzili Behiry i inni (2022). Odnotowano także aktywność nicieniobójczą naparów z pokrzywy (Nasiri in., 2013). Innym zastosowaniem wyciągów z pokrzywy jest np.: nawóz pobudzający wzrost roślin (Garmedia i in., 2018; Maričić i in., 2021). Pokrzywa jest bowiem gatunkiem akumulującym azotany, co czyni ją potencjalnym źródłem biodostępnego azotu oraz innych pierwiastków, aminokwasów i witamin niezbędnych do wzrostu roślin.

Pomimo dużego potencjału komercyjnego pokrzywy, dotychczas nie zarejestrowano w Wspólnym Katalogu Odmian Roślin Rolniczych (CCA) czy Katalogu Odmian Roślin Warzywnych (CCV) żadnych odmian pokrzywy. Rosnące zainteresowanie pokrzywą przyczynia się do podjęcia wysiłków hodowlanych (di Virgillio i in., 2015; Kosolapov i in., 2022) nakierowanych na uzyskanie różnych form przemysłowych, które umożliwiłyby opłacalną produkcję surowca włóknistego. Pokrzywa ze względu na swój skład chemiczny, wysoką jakość włókna oraz właściwości prozdrowotne może znaleźć zastosowanie:

- w przemyśle farmaceutycznym, gdzie duże nadzieje wiąże się specyficznymi lektynami (UDA), które posiadają szerokie spektrum aktywności biologicznej oraz wysoka stabilność,
- jako dodatek fitobiotyczny do pasz zwierząt hodowlanych, co ma szczególne znaczenie ze względu na zakaz stosowania antybiotykowych stymulatorów wzrostu,

- jako żywność funkcjonalna oraz dodatek konserwujący i przedłużający przydatność produktów spożywczych,
- jako składnik kosmetyków o właściwościach przeciwstarzeniowych i protekcyjnych,
- w przemyśle tekstylnym jako alternatywa dla produkcji włókna pozyskiwanego w sposób bardziej zrównoważony i mniej szkodliwych dla środowiska,
- do wytwarzania biokompozytów, mających zastosowanie np. do produkcji przyjaznych środowisku opakowań itp.,
- jako substytut torfu w ogrodnictwie komercyjnym i hobbystycznym.

4. Skład chemiczny pokrzywy

Liście pokrzywy zawierają węglowodany (4–7%), błonnik pokarmowy (6%), tłuszcz (0,6–9%) i białko (0,4–4%). Ziele pokrzywy jest bogatym źródłem składników bioaktywnych, takich jak związki fenolowe (flawonoidy, kwasy fenolowe), witaminy (A, B, K i C), minerały (zwłaszcza wapń i żelazo), niezbędne aminokwasy, w tym: kwas asparaginowy, kwas glutaminowy, asparagina, glicyna, arginina, alana, tyrozyna, cysteina, walina, tryptofan, fenyloalanina, leucyna i lizyna. Ponadto wyciągi zawierają kwasy tłuszczowe (kwas palmitynowy, linolowy i linolenowy), garbniki, karotenoidy (β -karoten, luteina i likopen), chlorofil, sterole, błonnik pokarmowy oraz polisacharydy, które mogą przyczyniać się do ich korzystnego działania biologicznego (Mohammadian i in., 2024). Oprócz wartości odżywczych, ekstrakty z liści i korzeni rośliny są bogate w garbniki i terpenoidy, kwasy organiczne oraz kemferol, rutynę i kwercetynę, co nadaje jej wyciągom działanie moczopędne, przeciwcukrzycowe, przeciwutleniające, przeciwzapalne, przeciwwirusowe, przeciwbakteryjne i przeciwgrzybicze (Sahal i in., 2025).

Korzenie pokrzywy wg Martz i Kankaanpää (2025) zawierają 13,66% białka, 1,65% tłuszczu, 31,65% włókna, 18,41% popiołu, 34,63% związków nie-azotowych i 2,17 mg/100 g suchej masy karotenoidów. Ponadto korzenie pokrzywy zawierają lektyny, tzw. UDA (*Urtica dioica* agglutinin), które specyficznie wiążą glikany glikoprotein, glikolipidów lub polisacharydów i wykazują aktywność aglutynin. Dodatkowo korzenie gromadzą skopoletynę, lignany (pinoresinol, laticiresinol i secoisolariciresinol), flawonole, kwasy fenolowe (chlorogenowy, chinowy, p-kumarowy, kawowy i inne), terpenoidy, fitosterole (β -sitosterol), kwasy tłuszczowe oraz aminokwasy i węglowodany (Martz i Kankaanpää, 2025). Nasiona pokrzywy są bogate w wielonienasycone, jednonienasycone i nasycone kwasy tłuszczowe. W składzie oleju z nasion przeważa kwas linolowy (77,7%). Pozostałe kwasy jak oleinowy (16,2%), palmitynowy (3,7%), linolenowy (0,4%), eikozatrie-

nowy (0,2%) czy eikozapentaenowy (EPA) stanowią niecałe 22% sumy wszystkich kwasów tłuszczowych (Guil-Guerrero i in., 2003). Nasiona zawierają także sterole, tokoferole (witamina E) oraz flawonoidy, fitoestrogeny, kwasy organiczne oraz eskuletynę i skopoletynę (Jakubczyk i in. 2015).

5. Uprawa pokrzywy

Obie metody rozmnażania (generatywne i wegetatywne) pokrzywy są stosowane w uprawie, ale zaletą rozmnażania wegetatywnego jest szybszy przyrost biomasy roślin w pierwszym roku plantacji (Załęcki i in., 1997). Rozmnażanie wegetatywne wpływa pozytywnie na jednorodność plonu (Bacci i in., 2009), co ma niebagatelne znaczenie w produkcji standaryzowanego surowca farmaceutycznego czy włókna. Zastosowanie rozmnażania klonalnego poprzez sadzonkowanie lub kultury *in vitro* pozwala zachować ten sam materiał genetyczny w uprawie od kilku do 10 lat (Hartl i Vogl 2002, Gatti i in., 2008). Pierwsze eksperymentalne uprawy dotyczyły genotypów o wysokiej zawartości włókna, które otrzymano na drodze selekcji (Bredmann 1959). Uprawa wyselekcjonowanych genotypów pokrzywy o wysokiej zawartości włókna (>17%) umożliwiła bardziej opłacalną produkcję surowca i jest stosowana do dzisiaj (Lewerenz i in., 2025).

Obecnie pokrzywa jest uprawiana przede wszystkim na ziele ze względu na zastosowanie jako roślina lecznicza lub przyprawowa. W Polsce, pierwsze uprawy pokrzywy prowadzono w Instytucie Roślin i Przetworów Zielarskich w Poznaniu, gdzie opracowano instrukcję uprawy dla tego gatunku (Załęcki i in., 1997). Według przytoczonej instrukcji pokrzywę można uprawiać na terenie całego kraju za wyjątkiem wysokich partii gór. Rośliny dobrze znoszą niskie temperatury i nie przemarzają. Pokrzywa jest gatunkiem nitrofilnym, preferującym gleby wilgotne i zasobne w azot oraz materię organiczną. Pokrzywa nie wymaga przedplonu. Przy zakładaniu plantacji należy pamiętać o przygotowaniu pola i pozbyciu się roślinności i chwastów. Przed zimą należy przeprowadzić orkę głęboką, a wczesną wiosną bezpośrednio przed sadzeniem włókowanie i bronowanie. Plantację zakłada się wczesną wiosną z nasion lub z rozłogów, które posiadają ulistnione pędy z wiązką korzeni. Zagęszczenie roślin dobiera się do rodzaju prowadzonych zabiegów pielęgnacyjnych, w rozstawie 42 x 20-30 cm (zabiegi mechaniczne) lub 20-30 x 15-20 cm w przypadku pielęgnacji ręcznej. Plantacji mogą zagrażać gryzby (głównie mączniaki) oraz motyle. Gąsienice motyli rusalki pokrzywnik i osetik mogą powodować poważne uszkodzenia tzw. szkieletowanie liści. Zwalczenie gąsienic polega na opryskiwaniu preparatami biologicznymi w okresie wylęgu i początku żerowania. Zbiór ziele rozpoczyna się przed kwitnieniem. W pierw-

szym roku wegetacji uzyskuje się zwykle 1-2 zbiorów, a w kolejnych latach 2-3 zbiory. Surowcem są także części podziemne, które wykopuje się jesienią lub wiosną w drugim lub trzecim roku uprawy. Surowiec suszy się w pomieszczeniach z wymuszonym obiegiem powietrza w temperaturze do 40°C (Załęcki i in., 1997).

Wieloletnie użytkowanie pola wymaga zasilania nawozami. Instrukcja uprawy pokrzywy (Załęcki i in., 1997) podaje następujące dawki: 60-90 kg N ha⁻¹, 50-60 kg P₂O₅ ha⁻¹, 80-100 kg K₂O ha⁻¹. Nawożenie azotem dzieli się na 2 części: ½ dawki wczesną wiosną, a kolejna ½ – po zbiorze ziela pokrzywy. W polskich warunkach klimatycznych wpływ nawożenia na plon ziela pokrzywy oraz na zawartość polifenoli i barwników badali Biesiada i in. (2009). Największy plon ziela uzyskano stosując dawkę 150 kg N ha⁻¹. Poziom polifenoli w liściach pokrzywy zbieranej w maju był o 40–50% większy niż w lipcu i wynosił 7,13–9,46 mg/g s. m. w przeliczeniu na kwas galusowy. Odnotowano pozytywny wpływ przedwegetacyjnego nawożenia saletrą wapniową na zawartość polifenoli. Natomiast wzrastająca dawka azotu wpłynęła dodatnio na poziom barwników w liściach (chlorofili i karotenoidów), miała jednak mniejszy wpływ na zawartość polifenoli. Termin zbioru pokrzywy miał większy wpływ na zawartość polifenoli i aktywność antyoksydacyjną surowca niż forma i dawka azotu użyte w doświadczeniu (Biesiada i in. 2009). Inne badania przeprowadzone na populacjach dzikich pokrzyw (Paulauskienė i in., 2021; Kószegi i in., 2023) potwierdzają istotność terminu zbioru surowca i jego decydujący wpływ na zawartość związków czynnych oraz na jego aktywność mikrobiologiczną oraz oksydacyjną.

Istotnym czynnikiem wpływającym na plon biomasy pokrzywy jest także genotyp pokrzywy. Jak wykazano w pracy Kosolapov'a i in. (2022) genotyp w decydujący sposób wpływał na plon świeżej i suchej masy oraz zawartość białka. Plon suchej masy wynosił od 6,13 do 6,42 t·ha⁻¹ dla genotypu 'Avicenna', od 6,83 do 8,26 t·ha⁻¹ dla genotypu 'UD 32/06' oraz 6,42 t·ha⁻¹ dla genotypu 'UD 12/16'. Decydujący wpływ genotypu pokrzywy na jakość surowca był istotnie wyższy niż wpływ warunków danego sezonu wegetacyjnego. Wskazuje to na kluczowe znaczenie genotypu dla poprawy jakości surowca pokrzywy.

Innym czynnikiem wpływającym na wysokość plonu jest gęstość sadzenia roślin (Jankaskienė i Gruzdevienė 2015). Wyniki 3-letnich badań, wykazały, że niezależnie od wieku uprawy, wydajność na roślinę była wyższa przy gęstości sadzenia 60 × 100 cm (60 cm między roślinami w rzędzie × 100 cm odstęp między rzędami). Plon suchej masy różnił się w kolejnych latach (2010-2012) i wynosił maksymalnie 14 t ha⁻¹. Według autorów pokrzywa uprawiana przy tej gęstości sadzenia miała plony dwa do trzech razy wyższe niż pokrzywa z siedlisk dzikich.

Uprawa i produkcja surowca pokrzywy były dotychczas badane w Austrii (Hartl i Vogl 2002), Finlandii (Martz i Kankaanpää 2025), Niemczech (Lewerenz

i in., 2025), Rosji (Kosolapov i in., 2022), Litwie (Jankauskienė i Gruzdaviėnė, 2015), Łotwie (Baltina i in., 2012), Włoszech (Bacci i in., 2009; Marotti i in. 2022) i w Polsce (Szewczuk i Stępniaak 1999; Biesiada i in., 2008). Według dostępnych danych plon surowca waha się przeciętnie od 6 do 15 ton z hektara w zależności od nawożenia i praktyk agrotechnicznych, gleby i genotypu pokrzywy. Ostatnie badania (Lewerenz i in., 2025) dotyczące uprawy pokrzywy na włókno w systemie agroleśnym, wykazały plon (maksymalnie 11 t ha⁻¹) mieszczący się w tym zakresie.

Pokrzywa jest jednym z gatunków wprowadzonych do upraw w systemie agroleśnym. Uprawa agroleśna polega na użytkowaniu na tym samym terenie kilku lub więcej gatunków, co pozwala zmniejszyć nakłady na plewienie i nawadnianie przy zachowaniu podwójnego dochodu z tego samego areału (Baj-Wójtowicz i in., 2024). System agroleśny zachowuje bioróżnorodność i wprowadza do uprawy gatunki dziko rosnące. W Polsce w latach 2014-2020 w ramach projektu badawczo – wdrożeniowego „Innowacyjny model produkcji przetwórstwa i dystrybucji ziół w Dolinie Zielawy” prowadzono uprawę pokrzywy w uprawie agroleśnej wraz z olszą czarną, gdzie pozyskiwano surowiec pokrzywy do produkcji przypraw (Rosłon i in., 2023).

6. Wnioski

Pokrzywa może być uprawiana ekstensywnie na różnych glebach bez intensywnego stosowania pestycydów, herbicydów, nawożenia lub nawadniania. Chociaż rośliny radzą sobie lepiej na glebach bogatych w składniki odżywcze, to przy regularnym nawadnianiu, mogą również rosnąć na mniej produktywnych glebach marginalnych. W zależności od dostępności wody pokrzywa może dobrze rosnąć w umiarkowanym klimacie północnej i środkowej Europy (di Virgilio i in., 2015). Czynniki wpływającymi na wysokość plonu pokrzywy są:

- rodzaj uprawy,
- genotyp,
- termin zbioru surowca,
- gęstość (rozstawa) sadzenia roślin,
- warunki glebowo-klimatyczne,
- nawożenie i pielęgnacja uprawy.

Pokrzywa pomimo olbrzymiego potencjału jest gatunkiem niedocenianym i stosunkowo mało poznanym. Ograniczeniami w popularyzacji upraw pokrzywy są brak odmian przemysłowych dostosowanych do produkcji włókna czy na

surowiec zielarski. Należy podkreślić, że w Europie podejmowane są wysiłki i programy hodowlane, których rezultatem będą nowe odmiany. Obecnie produkcja włókna pokrzywy nie jest opłacalna ze względu na wysokie nakłady pracy oraz brak zaplecza do przerobu i przetwarzania włókna. Natomiast surowiec zielarski pokrzywy pozyskiwany jest przede wszystkim ze stanu dzikiego, co może skutkować problemami z otrzymaniem wyrównanej partii surowca i jej standaryzacją, czy narażeniem na pozostałości środków ochrony roślin itp. Rozwiązaniem tego problemu może być prowadzenie kontrolowanych upraw w połączeniu z rozmnażaniem klonalnym. Gatunek pokrzywy nadaje się także do upraw w systemie agroleśnym, gdyż dobrze plonuje i toleruje zacienie. Uprawa pokrzywy zwyczajnej wpisuje się w trend tworzenia nowych przyjaznych środowisku produktów jak biodegradowalne włókno, czy żywność o właściwościach prozdrowotnych.

LITERATURA

1. Albadawi, E., El-Tokhy, A., Albadrani, M., Adel, M., El-Gamal, R., Zaarina, W., El-Agawy, M. S., & Elsayed, H. R. H. (2024). The role of stinging nettle (*Urtica dioica* L.) in the management of rotenone-induced Parkinson's disease in rats. *Tissue and Cell*, 87, 102328. <https://doi.org/10.1016/j.tice.2024.102328>
2. Alimoddin, M., Jayakumari, S., Fatima, B., Hasan, N., Ali, S., Sami, F., Ali, M. S., Nair, R. S., & Ansari, M. T. (2024). Pharmacological applications of *Urtica dioica*: A comprehensive review of its traditional use and modern scientific evidence. *Journal of Herbal Medicine*, 48, 100935. <https://doi.org/10.1016/j.hermed.2024.100935>
3. Bacci, L., Baronti, S., Predieri, S., & di Virgilio, N. (2009). Fiber yield and quality of fiber nettle (*Urtica dioica* L.) cultivated in Italy. *Industrial Crops and Products*, 29, 480–484. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2008.09.005>
4. Baj-Wójtowicz, B., Orliński, P., Osińska, E., Rosłon, E., Wierzbicki, R., & Wójtowicz, R. (2024). *Agroleśnictwo – co to jest? Lubelskie zioła*, Newsletter, 6. <https://lubelskiezio-la.pl/wp-content/uploads/2024/03/Newsletter-nr-6.pdf>
5. Baltiņa, I., Lapsa, L., Jankauskiene, Z., & Gruzdeviene, E. (2012). Nettle fibers as a potential natural raw material for textile in Latvia. *Material Science. Textile and Clothing Technology*, 7, 23–27.
6. Behiry, S. I., Philip, B., Salem, M. Z. M., Amer, M. A., El-Samra, I. A., Abdelkhalek, A., & Ahmed Heflish, A. (2022). *Urtica dioica* and *Dodonaea viscosa* leaf extracts as eco-friendly bioagents against *Alternaria alternata* isolate TAA-05 from tomato plant. *Scientific Reports*, 12, 16468. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-20772-1>
7. Bergfjord, C., Mannering, U., Frei, K., Gleba, M., Scharff, A. B., Skals, I., Heinemeier, J., Nosch, M. L., & Holst, B. (2012). Nettle as distinct Bronze Age textile plant. *Scientific Reports*, 2, 664. <https://doi.org/10.1038/srep00664>
8. Biesiada, A., Wołoszczak, E., Sokół-Łętowska, A., Nawirska-Olszańska, A., & Kucharska, A. (2009). The effect of nitrogen form and dose on yield, chemical composition

- and antioxidant activity of stinging nettle (*Urtica dioica* L.). *Herba Polonica*, 55(3), 84–93.
9. Bodros, E., & Baley, C. (2008). Study of the tensile properties of stinging nettle fibres (*Urtica dioica*). *Materials Letters*, 62(14), 2143–2145. <https://doi.org/10.1016/j.matlet.2008.01.041>
 10. Bogard, F., Bach, T., Abbes, B., Bliard, C., Maalouf, C., Bogard, V., & Polidori, G. (2021). A comparative review of nettle and ramie fiber and their use in biocomposites, particularly with a PLA matrix. *Journal of Natural Fibers*, 19(14), 8205–8229. <https://doi.org/10.1080/15440478.2021.1878242>
 11. Bourgeois, C., Leclerc, É. A., Corbin, C., Doussot, J., Serrano, V., Vanier, J.-R., Seigneuret, J.-M., Auguin, D., Pichon, C., Laine, E., & Hano, C. (2016). Nettle (*Urtica dioica* L.) as a source of antioxidant and anti-aging phytochemicals for cosmetic applications. *Comptes Rendus Chimie*, 19(9), 1090–1100. <https://doi.org/10.1016/j.crci.2016.06.009>
 12. Bredemann, G. (1959). *Die grosse brennnessel Urtica dioica L. Forschung über ihren anbau zur fasergewinnung*. Akademie-Verlag, Berlin.
 13. Dawid-Pač, R. (2018). Fitoterapia schorzeń dermatologicznych. In J. Nawrot & G. Nowak (Eds.), *Leki pochodzenia naturalnego* (pp. 31–363). Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu im. K. Marcinkowskiego w Poznaniu.
 14. Di Virgilio, N., Papazoglou, E. G., Jankauskiene, Z., Di Lonardo, S., Praczyk, M., & Wielgusz, K. (2015). The potential of stinging nettle (*Urtica dioica* L.) as a crop with multiple uses. *Industrial Crops and Products*, 68, 42–49. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2015.03.003>
 15. Du, J., Fu, J., & Chen, T. (2024). Investigation of the antibacterial properties and mode of action of compounds from *Urtica dioica* L. *Cureus*, 16(1), e52083. <https://doi.org/10.7759/cureus.52083>
 16. European Medicines Agency. (2007). *Assessment report on Urtica dioica L., Urtica urens L., folium* (EMA/HMPC/508013/2007). Committee on Herbal Medicinal Products.
 17. Farmakopea Polska. (2020). *Farmakopea Polska* (wyd. XII). Prezes Urzędu Rejestracji Produktów Leczniczych, Wyrobów Medycznych i Produktów Biobójczych.
 18. Gao, Y., Yang, X., Chen, B., Leng, H., & Zhang, J. (2024). The biological function of *Urtica* spp. and its application in poultry, fish and livestock. *Frontiers in Veterinary Science*, 11, 1430362. <https://doi.org/10.3389/fvets.2024.1430362>
 19. Garmendia, A., Raigón, M. D., Marques, O., Ferriol, M., Royo, J., & Merle, H. (2018). Effects of nettle slurry (*Urtica dioica* L.) used as foliar fertilizer on potato (*Solanum tuberosum* L.) yield and plant growth. *PeerJ*, 6, e4729. <https://doi.org/10.7717/peerj.4729>
 20. Gatti, E., Di Virgilio, N., Baronti, S., & Bacci, L. (2008). *Development of Urtica dioica L. propagation methods for organic production of fiber*. In 16th IFOAM Organic World Congress, Modena, Italy, June 16–20, 2008. (konferencja)
 21. Grigorova, S., Gjorgovska, N., Petkov, E., & Levkov, V. (2022). Evaluation of the effects of *Urtica dioica* L. supplementation on egg quality and blood parameters in laying hens. *Veterinarija ir Zootechnika*, 80(1), 35–40.

22. Guil-Guerrero, J. L., Reboloso-Fuentes, M. M., & Torija Isasa, M. E. (2003). Fatty acids and carotenoids from stinging nettle (*Urtica dioica* L.). *Journal of Food Composition and Analysis*, 16(2), 111–119. [https://doi.org/10.1016/S0889-1575\(02\)00172-2](https://doi.org/10.1016/S0889-1575(02)00172-2)
23. Harrison, F., Furner-Pardoe, J., & Connelly, E. (2022). An assessment of the evidence for antibacterial activity of stinging nettle (*Urtica dioica*) extracts. *Access Microbiology*, 4(3), 000336.
24. Hartl, A., & Vogl, C. R. (2002). Dry matter and fiber yields, and the fiber characteristics of five nettle clones (*Urtica dioica* L.) organically grown in Austria for potential textile use. *American Journal of Alternative Agriculture*, 17, 195–200.
25. Jakubczyk, K., Janda, K., Szkyrpan, S., Gutowska, I., & Wolska, J. (2015). Pokrzywa zwyczajna (*Urtica dioica* L.) – charakterystyka botaniczna, biochemiczna i właściwości prozdrowotne. *Pomeranian Journal of Life Sciences*, 61(2), 191–198.
26. Jamiołkowska, A., Kursa, W., & Degola, F. (2023). Plant origin preparations – an eco-friendly tool of modern strategies for plant protection against fungal pathogens. *Agronomy Science*, 78(2), 19–32.
27. Jankauskienė, Z., & Gruzdevienė, E. (2015). Changes in the productivity of wild and cultivated stinging nettle (*Urtica dioica* L.) as influenced by the planting density and crop age. *Zemdirbyste – Agriculture*, 102, 31–40.
28. Karakol, P., Saraydin, S. U., Bozkurt, M., Hepokur, C., Inan, Z. D. S., & Turan, M. (2022). Anticancer effects of *Urtica dioica* in breast cancer. *Asian Pacific Journal of Cancer Prevention*, 23(2), 673–681.
29. Kiczorowska, B., Samolińska, W., Kiczorowski, P., & Klebaniuk, R. (2024). Możliwości wykorzystania fitobiotyków w żywieniu psów. W R. Klebaniuk (Red.), *Doskonalenie żywienia w zrównoważonej produkcji zwierzęcej*. Wydawnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie.
30. Kosolapov, V. M., Cherniavskih, V. I., Zarudny, V. A., Mazur, K., Konieczna, A., Tseiko, L., Dumacheva, E. V., & Dumachev, D. V. (2022). Observations on the productivity of breeding specimens of *Urtica dioica* L. from European Russian ecotopes in comparison with the breeding variety under field crop conditions. *Agronomy*, 12, 76. <https://doi.org/10.3390/agronomy12010076>
31. Kossak, S. (2017). *O ziołach i zwierzętach*. Wydawnictwo Marginesy.
32. Kőszegi, K., Végvári, G., Stefanovits-Bányai, É., Békássy-Molnár, E., & Maráz, A. (2023). Influence of the harvesting seasons on the polyphenol composition and antimicrobial activity of stinging nettle (*Urtica dioica* L.) extracts. *Acta Alimentaria*, 52(4), 589–600.
33. Kumaki, Y., Wandersee, M. K., Smith, A. J., Zhou, Y., Simmons, G., Nelson, N. M., Bailey, K. W., Vest, Z. G., Li, J. K.-K., Chan, P.-K., Smeed, D. F., & Barnard, D. L. (2011). Inhibition of severe acute respiratory syndrome coronavirus replication in a lethal SARS-CoV BALB/c mouse model by stinging nettle lectin, *Urtica dioica* agglutinin. *Antiviral Research*, 90(1), 22–32. <https://doi.org/10.1016/j.antiviral.2011.02.003>
34. Lewerenz, L., Koltermann, D., & Langhof, M. (2025). Cultivation of fiber nettle (*Urtica dioica* L.) in an agroforestry system for peat substitution in horticulture. *Frontiers in Agronomy*, 7, 1570902. <https://doi.org/10.3389/fagro.2025.1570902>

35. Maričić, B., Radman, S., Romić, M., Perković, J., Major, N., Urlič, B., Palčić, I., Ban, D., Zorić, Z., & Ban, S. G. (2021). Stinging nettle (*Urtica dioica* L.) as an aqueous plant-based extract fertilizer in green bean (*Phaseolus vulgaris* L.) sustainable agriculture. *Sustainability*, 13(7), 4042. <https://doi.org/10.3390/su13074042>
36. Marotti, I., Frassinetti, E., Trebbi, G., Alpi, M., D'Amen, E., & Dinelli, G. (2022). Health-promoting phytochemicals of stinging nettle (*Urtica dioica* L.) grown under organic farming in Italian environments. *Industrial Crops and Products*, 182, 114903. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2022.114903>
37. Martz, F., & Kankaanpää, S. (2025). Stinging nettle (*Urtica dioica*) roots: the power underground — a review. *Plants*, 14(2), 279. <https://doi.org/10.3390/plants14020279>
38. Masłowski, M., Aleksieiev, A., Miedzianowska, J., & Strzelec, K. (2021). Common nettle (*Urtica dioica* L.) as an active filler of natural rubber biocomposites. *Materials*, 14(7), 1616. <https://doi.org/10.3390/ma14071616>
39. Mehboob, S., Ganai, A. M., Sheikh, G. G., Beigh, Y. A., Nissa, S. S., & Shubeena, S. (2025). Effect of herb *Urtica dioica* as feed additive on growth performance, serum biochemical, immune response and oxidative parameters of broilers. *Agricultural Science Digest*, 1–7.
40. Milosevic, B., Omerovic, I., Savic, Z., Andjusic, L., Milanovic, V., & Ciric, S. (2021). Stinging nettle (*Urtica dioica*) in broiler nutrition. *World's Poultry Science Journal*, 77(4), 901–912.
41. Mohammadian, M., Biregani, Z. M., Hassanloofard, Z., & Salami, M. (2024). Nettle (*Urtica dioica* L.) as a functional bioactive food ingredient: applications in food products and edible films, characterization, and encapsulation systems. *Trends in Food Science & Technology*, 147, 104421. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2024.104421>
42. Nafeh, P., Nafeh, G., Younes, M., Chaaban, A., El Bitar, L., Ibrahim, J.-N., Kobeissy, P. H., & Rizket, S. (2025). *Urtica dioica* leaf infusion enhances cisplatin-induced apoptosis in ovarian cancer cells in vitro. *BMC Complementary Medicine and Therapies*, 25, 304.
43. Nasiri, M., Azizi, K., Hamzehzarghani, H., & Ghaderi, R. (2013). Studies on the nematicidal activity of stinging nettle (*Urtica dioica*) on plant parasitic nematodes. *Archives of Phytopathology and Plant Protection*, 47(5), 591–599.
44. Nowak, G. (2018). Fitoterapia choroby zwyrodnieniowej stawów. W: J. Nawrot & G. Nowak (Red.), *Leki pochodzenia naturalnego*. Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu im. K. Marcinkowskiego w Poznaniu.
45. Pauksza, D., Mańkowski, J., Kołodziej, J., & Szostak, M. (2013). Polypropylene (PP) composites reinforced with stinging nettle (*Urtica dioica* L.) fiber. *Journal of Natural Fibers*, 10(2), 147–158.
46. Paulauskienė, A., Tarasevičienė, Ž., & Laukagalis, V. (2021). Influence of harvesting time on the chemical composition of wild stinging nettle (*Urtica dioica* L.). *Plants*, 10(4), 686. <https://doi.org/10.3390/plants10040686>
47. Radkowska, I. (2013). Wykorzystanie ziół i fitogenicznych dodatków paszowych w żywieniu zwierząt gospodarskich. *Wiadomości Zootechniczne*, 4, 117–124.
48. Rosłon, W., Geszprych, A., & Osińska, E. (2023) Rosłon, W., Geszprych, A., & Osiń-

- ska, E. (2023). *Właściwości i zastosowanie nasion pokrzywy zwyczajnej (Urtica dioica L.)*. Lubelskie zioła, Newsletter, 11. <https://lubelskieziola.pl/wp-content/uploads/2023/01/Newsletter-11.pdf>
49. Sahal, A., Hussain, A., Kumar, S., Dobhal, A., Ahmad, W., Chand, K., Rishi, R., & Lohani, U. C. (2025). Nettle (*Urtica dioica*) leaves as a novel food: Nutritional, phytochemical profiles, and bioactivities. *Food Chemistry: X*, 28, 102607. <https://doi.org/10.1016/j.fochx.2025.102607>
 50. Skalska-Kamińska, A., Wójciak, W., Żuk, M., Paduch, R., & Wójciak, M. (2023). Skalska-Kamińska, A., Wójciak, W., Żuk, M., Paduch, R., & Wójciak, M. (2023). Protective effect of *Urtica dioica* extract against oxidative stress in human skin fibroblasts. *Life*, 13(11), 2182. <https://doi.org/10.3390/life13112182>
 51. Suryawan, I. G. P. A., Suardana, N. P. G., Winaya, S. I. N. S., Suyasa, I. W. B., & Nindhia, T. G. T. (2017). Study of stinging nettle (*Urtica dioica* L.) fibers reinforced green composite materials: a review. W: 7th International Conference on Key Engineering Materials (ICKEM 2017), *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 201, 012001.
 52. Szewczuk, C., & Stępniań, M. (1999). Plonowanie pokrzywy zwyczajnej (*Urtica dioica* L.) w zależności od terminu siewu nasion i fazy rozwojowej zbieranych roślin. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*, 468, 473–478.
 53. Vanderlinden, E., Van Winkel, N., Naesens, L., Van Damme, E. J. M., Persoons, L., & Schols, D. (2021). In vitro characterization of the carbohydrate-binding agents HHA, GNA, and UDA as inhibitors of influenza A and B virus replication. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, 65(3), e01732-20. <https://doi.org/10.1128/AAC.01732-20>
 54. Viotti, C., Albrecht, K., Amaducci, S., Bardos, P., Bertheau, C., Blaudez, D., Bothe, L., Cazaux, D., Ferrarini, A., Govilas, J., Gusovius, H.-J., Jeannin, T., Lühr, C., Müssig, J., Pilla, M., Placet, V., Puschenreiter, M., Tognacchini, A., Yung, L., & Chalot, M. (2022). Nettle, a long-known fiber plant with new perspectives. *Materials*, 15(12), 4288. <https://doi.org/10.3390/ma15124288>
 55. Załęcki, R., Kordana, S., Kucharski, W., & Kozłowski, J. (1997). *Pokrzywa zwyczajna (Urtica dioica L.)*. *Instrukcja uprawy*. Instytut Roślin i Przetworów Zielarskich w Poznaniu.
 56. Zare, M., Esmaceli, N., Paolacci, S., & Stejskal, V. (2023). Nettle (*Urtica dioica*) additive as a growth promoter and immune stimulator in fish. *Aquaculture Nutrition*, 2023, 8261473. <https://doi.org/10.1155/2023/8261473>

Przesłano: 23-05-2025

Zaakceptowano do druku: 02-12-2025



SYSTEM DOSTAW OBOWIĄZKOWYCH W POLSKIEJ RZECZYPOSPOLITEJ LUDOWEJ W LATACH 1951-1971

Bogdan M. Wawrzyniak¹

Abstrakt: Dostawy obowiązkowe realizowano w latach 1951–1971 i obejmowały następujące produkty rolne: zboża, ziemniaki, mleko oraz żywiec zwierzęcy. Wysokość dostaw uzależniona była od regionu, powierzchni gospodarstwa liczonej w hektarach przeliczeniowych oraz norm ustalanych corocznie dla każdego powiatu. Dostawy obowiązkowe były uciążliwe dla rolników i miały zarówno charakter polityczno-propagandowy, jak i gospodarczo-restrykcyjny. Regulacje prawne dotyczące dostaw obowiązkowych opierały się głównie na dekretach, a w mniejszym stopniu na ustawach. Określały one kategorie rolników i spółdzielni produkcyjnych zobowiązanych do świadczeń oraz tryb postępowania w przypadku niewywiązania się z obowiązku. W opracowaniu wyróżniono dwa okresy obowiązywania świadczeń: I okres – lata 1951–1956 oraz II okres – lata 1957–1971.

Słowa kluczowe: dostawa obowiązkowa, skup produktów rolnych, norma dostaw, hektar przeliczeniowy, progresja

JEL: Q10, Y20

COMPULSORY DELIVERY SYSTEM IN THE POLISH PEOPLE'S REPUBLIC IN THE YEARS 1951–1971

Bogdan M. Wawrzyniak¹

Abstract: Mandatory deliveries were carried out between 1951 and 1971 and included the following agricultural products: cereals, potatoes, milk, and livestock. The volume of deliveries depended on the region, the size of the farm calculated in converted hectares, and the annual norms established for each county. Mandatory deliveries were burdensome for farmers and had both a political-propaganda and an economic-restrictive character. Legal regulations concerning mandatory deliveries were primarily based on decrees, and to a lesser extent on acts. They defined the categories of farmers and production cooperatives required to provide the deliveries, as well as the procedures in case of non-compliance. The study distinguishes two periods of mandatory deliveries: the first covering 1951–1956 and the second covering 1957–1971.

¹ Emerytowany profesor Politechniki Bydgoskiej im. Jana i Jędrzeja Śniadeckich (Bydgoszcz University of Technology) | ORCID: 0000-0002-5137-0509 | e-mail: bogdan.waw59@interia.pl

Keywords: compulsory delivery, purchase of agricultural products, delivery standard, conversion hectare, progression

JEL Classification: Q10, Y20

1. Wstęp

Historia realizacji należności towarem zamiast pieniędzmi jest znana od wieków. W okresie feudalnym chłopci płacili czynsz w różnych formach, w zależności od regionu, okresu historycznego oraz konkretnych ustaleń między chłopem, a właścicielem ziemskim (panem feudalnym). Najczęstszą formą czynszu był czynsz w naturze – chłopci oddawali część swoich plonów, zwierząt gospodarskich lub innych produktów rolnych (np. zboże, jaja, ser, mięso, miód) jako zapłatę za użytkowanie ziemi.

W okresie międzywojennym w Polsce struktura społeczna i gospodarcza wsi nadal nosiła ślady systemu feudalnego, choć formalnie system ten już nie istniał. Czynsz chłopski również występował, lecz przybrał inne formy niż w średniowieczu. W praktyce główną formą płatności był czynsz pieniężny. W sytuacjach, gdy rolnik nie był w stanie zapłacić gotówką (np. z powodu suszy lub powodzi), mógł uiszczać czynsz w postaci produktów naturalnych. Taka forma płatności była jednak rzadko stosowana i zazwyczaj stanowiła jedynie formę tymczasowego rozliczenia. W okresie bezpośrednio powojennym wprowadzono obowiązkowe dostawy (kontyngenty), w ramach których rolnicy musieli oddawać państwu określoną ilość zboża, mięsa, mleka itp., po cenach urzędowych, często zaniżonych. Nie był to czynsz w klasycznym rozumieniu, lecz forma przymusowego świadczenia na rzecz państwa. Świadczenia te, stanowiące podstawę zaopatrzenia kartkowego ludności i wyżywienia wojska, zlikwidowano ze względów politycznych w czerwcu 1946 r., w przeddzień Referendum Ludowego.

Utrzymujące się trudności aprowizacyjne zmusiły władze do wprowadzenia w 1947 r. podatku gruntowego w naturze, który w 1950 r. zastąpiono powszechnym planowym skupem zboża. Załamanie produkcji rolnej, wywołane polityką kolektywizacji rolnictwa i wyniszczaniem bogatszych oraz średniozamożnych chłopów, było głównym powodem wprowadzenia w 1951 r. obowiązkowych dostaw czterech produktów dla gospodarstw chłopskich i spółdzielni produkcyjnych. W opracowaniu przyjęto, że dostawy obowiązkowe stanowią formę państwowego skupu produktów rolnych, opartą na ustawowym przymusie sprzedaży państwu określonych produktów przez rolników, realizowaną po cenach stałych, zazwyczaj niższych od cen wolnorynkowych. Dostaw obowiązkowych nie należy utożsamiać ze skupem lub kontraktacją, które były dobrowolnymi formami kontaktu rolnika z rynkiem. Skup realizowany był przez jednostki uspołecznione, głównie gminne

spółdzielnie Samopomoc Chłopska, a także przez mleczarnie, rzeźnie, cukrownie, olejarnie itp. Kontraktacja zapewniałaby rolnikowi odpowiedni wolumen produktów, ale nie mniejszy niż zakładały oczekiwania państwa. Można przypuszczać, że dostawy obowiązkowe zostały źle przyjęte przez rolników, ponieważ wprowadzono je niespodziewanie, a szybko obejmowały coraz to nowe produkty rolne. Nie doczekały się pogłębionego opracowania w formie monografii, mimo że stanowiły istotny okres w historii rolnictwa trwający 20 lat. Ekonomisci rolnictwa tamtego okresu nie podejmowali tego tematu ze względu na polityczny charakter zjawiska. Obecnie brak jest danych statystycznych z lat 1951–1954, ponieważ nie były prowadzone, a także nie zachowały się sprawozdania central i ministerstw odpowiedzialnych za realizację dostaw obowiązkowych. Niniejsze opracowanie przedstawia nowe spojrzenie na dostawy obowiązkowe, analizując je przez pryzmat regulacji prawnych typu ustawa, rozporządzenie lub uchwała Rady Ministrów, a nie jak dotychczas – wytycznych biur partyjnych czy organów politycznych. W pracy przedstawiono główne przesłanki zasad i sposobów naliczania dostaw, ich podstawy prawne oraz obowiązki spoczywające na rolnikach i spółdzielniach produkcyjnych. Próba ustalenia wielkości dostaw bezpośrednich w stosunku do ogólnego skupu produktów rolnych obejmuje lata 1960–1969. Dla zobrazowania potencjału produkcyjnego rolników przedstawiono dane w tabelach, obejmujących głównie plony podstawowych ziemiopłodów oraz obsadę zwierząt gospodarskich. Ceny skupu dostaw obowiązkowych w stosunku do cen wolnorynkowych zilustrowano dla lat 1955–1969.

Przy opracowaniu materiału opierano się głównie na aktach prawnych typu dekrety i ustawy oraz danych zawartych w rocznikach statystycznych.

2. Podstawy prawne dostaw obowiązkowych

Wprowadzenie dostaw obowiązkowych należy łączyć bezpośrednio z przyjętym Planem Sześcioletnim (1950–1955), który zakładał zbudowanie podstaw socjalizmu, a w praktyce oznaczał centralizację gospodarki i rozwój przemysłu ciężkiego kosztem rolnictwa. W rolnictwie przewidywano rozwój dwóch typów własności: państwowych gospodarstw rolnych oraz rolniczych spółdzielni produkcyjnych, wyłonionych w procesie kolektywizacji gospodarstw indywidualnych. Nie planowano istotnego wzrostu nakładów na wytwarzanie podstawowych środków produkcji.

W latach pięćdziesiątych nadal notowano drastyczny brak artykułów spożywczych i surowców dla przemysłu rolno-spożywczego. Władze polityczne i rządowe szukały dróg wyjścia z tej niekorzystnej sytuacji. Pierwszym krokiem była reforma walutowa (1950), mająca na celu usunięcie z rynku tzw. pieniądza spe-

kulacyjnego, powstałego w okresie powojennym. Wśród działań mających poprawić sytuację znalazły się również dostawy obowiązkowe, które miały zapewnić pozyskanie z góry określonego wolumenu produktów rolnych. Zdecydowano, że w pierwszej kolejności dostawy obejmą zboża, a następnie ziemniaki, ze względu na ich powszechne występowanie w strukturze zasiewów.

Wprowadzenie dostaw nie uchroniło społeczeństwa przed wprowadzeniem systemu kartkowego (1951), który miał rzekomo ułatwić dostęp ludności do podstawowych artykułów spożywczych. Dalszą konsekwencją podjętych decyzji było objęcie dostawami również mleka i żywca zwierzęcego (1952).

W ustawach i dekreтах przyjęto następujące uzasadnienie wprowadzenia dostaw obowiązkowych:

- zapewnienie normalnego zaopatrzenia ludności w produkty rolne,
- stworzenie korzystnych warunków zbytu produkcji rolnej po stałych i opłacalnych cenach,
- zapewnienie stałego i równomiernego zaopatrzenia miast i przemysłu przetwórczego w produkty rolne,
- zagwarantowanie sprawiedliwego ustalania obowiązków wobec państwa,
- umożliwienie ustalenia dostaw uwzględniających specjalizację i zwyczaje gospodarstw rolnych,
- oddziaływanie na planowe i równomierne nasilenie wzrostu produkcji rolniczej,
- ustalanie norm dostaw w odniesieniu do poszczególnych powiatów,
- określenie poziomu dostaw obowiązkowych poprzez planowanie centralne.

A. Dostawy obowiązkowe zbóż

W pierwszej kolejności dostawami objęto zboża, w oparciu o dekret z 1951 r. (Dekret, 1951a). Państwowym planem skupu zbóż objęte były: żyto, pszenica, jęczmień i owies. Obowiązek sprzedaży zbóż ciążył na osobach fizycznych i prawnych będących właścicielami lub posiadaczami gospodarstw rolnych. Ilość zboża objętą obowiązkiem sprzedaży ustalano w zależności od ogólnego obszaru gruntów ornych w danym gospodarstwie. Obszar ten stanowił podstawę do zaliczenia poszczególnych gospodarstw do grup przy ustalaniu norm. Prezydium Rządu corocznie uchwalało państwowy plan skupu zbóż z podziałem na województwa. Wojewódzcy pełnomocnicy Centralnego Urzędu Skupu i Kontraktacji na wniosek prezydiów powiatowych rad narodowych zatwierdzali w ramach planów powiatowych gminne plany skupu zbóż. Należy podkreślić, że w 1954 r. wprowadzono nowy podział administracyjny kraju, w miejsce gmin powstały gromady, których liczba wzrosła z 3 001 do 8 789 jednostek, umożliwia-

jących lepszy nadzór nad gospodarstwami rolnymi. Gminny (gromadzki) plan skupu zbóż obejmował:

- plan dla indywidualnych gospodarstw rolnych,
- plan dla spółdzielni produkcyjnych,
- plan dla gospodarstw uspołecznionych, oprócz państwowych gospodarstw rolnych podległych Ministrowi Państwowych Gospodarstw Rolnych,
- plan dla zespołów uprawowych.

Wysokość dostaw obowiązkowych uzależniona była od jakości gruntów rolnych, liczby hektarów przeliczeniowych, podziału gospodarstw na grupy wielkościowe (progresja) i położenia (rejonu), przy czym gospodarstwa położone na Ziemiach Zachodnich i Odzyskanych były mniej obciążone. Zwolnienia z dostaw obowiązkowych dotyczyły małych gospodarstw (do 1,0 ha), a także w przypadku inwalidztwa, odbywania służby wojskowej, wieku powyżej 60 lat lub posiadania dużej liczby dzieci. Rolnik zobowiązany był na własny koszt dostarczyć produkty rolne do punktów skupu.

Rolnicy, którzy nie wykonywali obowiązku sprzedaży zbóż, podlegali karze grzywny do 4,5 tys. zł. Natomiast osoby, które złośliwie uchylały się od obowiązku, utrudniały lub udaremniały jego wykonanie przez inne osoby, albo publicznie nawoływały do uchylania się od obowiązku, podlegały karze więzienia do 3 lat lub aresztu.

a. Sposób obliczania wysokości dostaw obowiązkowych zbóż

Według rozporządzenia Rady Ministrów z 1952 r. Rada, przy udziale Centralnego Urzędu Skupu i Kontraktacji, uchwałała na każdy rok gospodarczy państwowy plan dostaw obowiązkowych zbóż z podziałem na województwa (Rozporządzenie, 1952c). Z kolei prezydium wojewódzkich rad narodowych ustalały zobowiązania z podziałem na powiaty, te zaś zatwierdzały plany gminne (gromadzkie).

Wysokość dostaw obowiązkowych ustalano mnożąc powierzchnię hektarów przeliczeniowych gruntów ornych danego gospodarstwa przez ilość kilogramów zboża, przypadającą z 1 ha przeliczeniowego (tzw. normę). W celu ustalenia hektarów przeliczeniowych, dzielono obszar kraju na trzy regiony, a ponadto grunty orne na sześć klas, według tabeli 1.

Do I rejonu zaliczono województwa bydgoskie, poznańskie, opolskie i katowickie. Do II rejonu zaliczono pozostałe województwa, z wyjątkiem kilku powiatów, które przypisano do III rejonu. Wysokość obciążeń ustalano w sposób złożony. Po pierwsze wyodrębniono 14 grup gospodarstw indywidualnych, które zobrazowano w tabeli 2.

Tabela 1

Rejony rolnicze i klasy obliczeniowe w hektarach przeliczeniowych

Klasa gruntów ornych	I rejon	II rejon	III rejon
I	1,8	1,9	2,0
II	1,6	1,6	1,7
III	1,2	1,2	1,3
IV	1,0	1,0	1,0
V	0,8	0,8	0,8
VI	0,6	0,5	0,5

Źródło: Rozporządzenie Rady Ministrów z 1952 r.

Tabela 2

Tabela grup indywidualnych gospodarstw rolnych

Nr grupy	Powierzchnia w ha przeliczeniowych	Nr grupy	Powierzchnia w ha przeliczeniowych
0	od 0 do 0,99	8	od 8 do 8,99
1	od 1 do 1,99	9	od 9 do 9,99
2	od 2 do 2,99	10	od 10 do 11,99
3	od 3 do 3,99	11	od 12 do 14,99
4	od 4 do 4,99	12	od 15 do 19,99
5	od 5 do 5,99	13	od 20 do 24,99
6	od 6 do 6,99	14	od 25 i powyżej
7	od 7 do 7,99		

Źródło: Rozporządzenie Rady Ministrów z 1952 r.

O zaliczeniu indywidualnego gospodarstwa rolnego do grupy decydowała powierzchnia hektarów przeliczeniowych gruntów ornych danego gospodarstwa, bez użytków zielonych i odłogów, przydzielonych do zagospodarowania po 1950 r. Normy obliczano następnie przy zastosowaniu odpowiedniego układu wskaźników progresji obciążenia gospodarstw w zależności od ich wielkości. Ustalono 12 układów wskaźników progresji, przedstawionej w tabeli 3.

Wskaźniki progresji zawarte w tabeli 3 wprowadzały rozróżnienie obciążeń w zależności od powierzchni gospodarstwa, rejonu i hektarów przeliczeniowych. Gospodarstwa o większej powierzchni zobowiązane były do dostarczania proporcjonalnie większej ilości zbóż, co nadawało obciążeniom wyraźnie progresywny charakter. Przykładowo gospodarstwo 10-hektarowe musiało oddać czte-

rokrotność normy obowiązującej gospodarstwo jednohektarowe. W przypadku większych gospodarstw różnica jeszcze rosła – dla gospodarstw o powierzchni 25 ha współczynnik progresji był siedmiokrotnie wyższy niż dla najmniejszych producentów. Dotyczyło to jednak wyłącznie gospodarstw położonych w III rejonie i użytkowanych na najlepszych gruntach rolnych. Wobec tego większe gospodarstwa miały nieproporcjonalnie wyższe obciążenia, co było jednym z mechanizmów wywierania presji na rolników, mającej skłonić ich do zmiany sposobu gospodarowania (kolektywizacja).

Tabela 3

Tablica układów wskaźników progresji

Grupa gospodarstw		Numer kolejny układu oraz wskaźniki progresji											
Nr	Ha przeliczeniowe	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1-1,99	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
2	2-2,99	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
3	3-3,99	1,3	1,5	1,4	1,4	1,4	1,4	1,5	1,4	1,6	1,5	1,7	1,7
4	4-4,99	1,6	1,8	1,7	1,7	1,8	1,7	1,9	1,8	2,2	2,0	2,3	2,3
5	5-5,99	1,9	2,0	2,0	2,0	2,1	2,1	2,3	2,2	2,7	2,5	2,8	2,8
6	6-6,99	2,1	2,2	2,3	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	3,1	3,0	3,3	3,3
7	7-7,99	2,3	2,4	2,5	2,5	2,7	2,8	2,9	3,1	3,4	3,5	3,8	3,8
8	8-8,99	2,5	2,5	2,6	2,7	2,9	3,1	3,2	3,4	3,6	4,0	4,1	4,3
9	9-9,99	2,7	2,6	2,7	2,9	3,1	3,4	3,4	3,7	3,8	4,4	4,4	4,7
10	10-11,99	3,0	2,7	2,8	3,1	3,4	3,7	3,6	4,0	4,0	4,8	4,7	5,0
11	12-14,99	3,4	2,8	3,0	3,4	3,8	4,0	3,8	4,4	4,2	5,3	4,9	5,8
12	15-19,99	3,7	2,9	3,2	3,7	4,2	4,3	4	4,8	4,4	5,7	5,2	6,2
13	20-24,99	3,9	3,0	3,4	3,9	4,4	4,6	4,1	4,9	4,5	5,9	5,4	6,8
14	25 i powyżej	4,0	3,0	3,5	4,0	4,5	4,7	4,2	5,0	4,5	6,0	5,5	7,0

Źródło: Rozporządzenie Rady Ministrów z 1952 r.

B. Dostawy obowiązkowe ziemniaków

Dostawy obowiązkowe ziemniaków wprowadzono dekretem z 1951 r. w celu zabezpieczenia stałego i równomiernego zaopatrzenia miast i przemysłu przetwórczego ziemniaków oraz popierania dalszego rozwoju produkcji rolnej (Dekret, 1951b). Obowiązkowi dostaw ziemniaków podlegały:

- indywidualne gospodarstwa rolne,
- spółdzielnie produkcyjne,

- państwowe gospodarstwa rolne podległe Ministrowi Rolnictwa,
- inne uspołecznione gospodarstwa rolne.

Wysokość obowiązkowych dostaw ziemniaków z indywidualnego gospodarstwa rolnego ustalano w zależności od obszaru gruntów ornych, wyrażonego w hektarach fizycznych oraz od grupy gospodarstwa. Wysokość oczekiwanych dostaw ustalano centralnie. Plan skupu ustalano stopniowo, z podziałem na gminy (gromady). Od obowiązku dostaw ziemniaków zwalniano gospodarstwa rolne o obszarze gruntów ornych poniżej 2 hektarów przeliczeniowych.

Wysokość obowiązkowych dostaw ziemniaków w ramach spółdzielni produkcyjnych ustalano mnożąc powierzchnię hektarów fizycznych gruntów ornych spółdzielni wraz z działkami przyzagrodowymi członków spółdzielni przez normę wyrażoną w kilogramach. Natomiast wysokość obowiązkowych dostaw ziemniaków przez państwowe gospodarstwa rolne ustalało Ministerstwo Rolnictwa, zgodnie z ich planem gospodarczym.

b. Sposób ustalania wysokości dostaw obowiązkowych ziemniaków

Na podstawie rozporządzenia Rady Ministrów z 1951 r., przy ustalaniu zasad przeliczania gruntów ornych na hektary przeliczeniowe, stosowano odpowiednie zasady jak w przypadku obowiązkowych dostaw zbóż (Rozporządzenie, 1951a). Wysokość obowiązkowych dostaw ziemniaków przypadających z hektara gruntów ornych ustalano szczegółowo w poszczególnych powiatach (normy powiatowe), określonych w tabeli stanowiącej załącznik do rozporządzenia. Projektodawcy przedstawili wysokość norm obowiązkowych dostaw ziemniaków indywidualnie dla 328 powiatów, w tym 57 miejskich, w układzie 14 grup obszarowych w ha przeliczeniowych. Łącznie uzyskano 4 592 pozycje obliczeniowe, przy czym minimalne normy dostaw wynosiły: 60 kg ziemniaków rocznie z gospodarstwa o powierzchni 1–2 ha, 140 kg z gospodarstwa 10 ha oraz 940 kg z gospodarstwa o powierzchni 25 ha i większej. Tak wyglądały skrajne przypadki w skali całego kraju. Natomiast wskaźniki progresji w stosunku do konkretnego powiatu (np. ciechanowskiego) kształtowały się następująco: dla gospodarstwa o obszarze 10 ha zobowiązania stanowiły dwukrotność podstawowej normy, a dla gospodarstw 25 ha i więcej – trzykrotność ustalonej normy w stosunku do gospodarstw 1–2 ha.

C. Dostawy obowiązkowe mleka

Dostawy obowiązkowe mleka wprowadzono dekretem z 1952 r. w celu zabezpieczenia trwałego i równomiernego zaopatrzenia ludności miast w mleko i jego przetwory oraz stworzenia korzystnych warunków zbytu produkcji mleka po stałych i opłacalnych cenach (Dekret, 1952b). Celem dekretu było również wspie-

ranie dalszego rozwoju hodowli bydła rогatego w gospodarstwach małorolnych i średniorolnych oraz sprawiedliwe ustalanie dostaw mleka. Dostawy miały ponadto oddziaływać na planowe i równomierne nasilenie produkcji. Obowiązkiem dostaw mleka objęte były:

- indywidualne gospodarstwa rolne,
- indywidualne gospodarstwa mleczarskie w miastach,
- działki przyzagrodowe członków spółdzielni produkcyjnych,
- spółdzielnie produkcyjne,
- państwowe gospodarstwa rolne podległe Ministrowi Państwowych Gospodarstw Rolnych,
- pozostałe gospodarstwa rolne należące do instytucji państwowych, spółdzielczych i społecznych.

Podstawą ustalania wysokości obowiązkowych dostaw mleka był obszar użytków rolnych wyrażony w hektarach fizycznych. Użytkami rolnymi w myśl dekretu, oprócz gruntów ornych, łąk i pastwisk, były także ogrody i sady. Wysokość dostaw ustalano w stosunku do liczby hektarów w gospodarstwie lub na krowę w gospodarstwach mleczarskich i działkach przyzagrodowych. Członkowie spółdzielni produkcyjnych byli również zobowiązani do dostaw mleka według ustalonych norm. Gospodarstwo było częściowo lub całkowicie zwolnione od obowiązku dostaw, jeżeli miało mniej niż 0,5 ha, właściciel miał więcej niż 60 lat lub posiadał dużą liczbę dzieci w wieku poniżej 14 lat.

c. Sposoby obliczania wysokości dostaw mleka

Na podstawie rozporządzenia Rady Ministrów z 1952 r. wysokość obowiązkowych dostaw przez gospodarstwa rolne ustalano, mnożąc powierzchnię hektarów użytków rolnych w danym gospodarstwie przez normę obowiązującą dla danego powiatu (Rozporządzenie, 1952). W przypadku gospodarstw mleczarskich wolumen dostarczanego mleka ustalano, mnożąc liczbę posiadanych krowów przez normę wynoszącą 500 litrów mleka od każdej krowy. Zastosowano obniżki dostaw dla gospodarstw posiadających dużą liczbę dzieci oraz dla gospodarstw, których grunty orne, łąki lub pastwiska V i VI klasy stanowiły co najmniej 30% ogólnego obszaru użytków rolnych. W załączniku do rozporządzenia przedstawiono tabelę norm dostaw mleka dla poszczególnych powiatów. Najniższa norma na 1 ha użytków rolnych wynosiła 80 litrów mleka, najwyższa zaś 200 litrów rocznie. W tym przypadku nie można było podać wskaźnika progresji dostaw mleka, ponieważ normy ustalano dla poszczególnych powiatów, a nie w stosunku do obszaru indywidualnych gospodarstw rolnych.

D. Dostawy obowiązkowe zwierząt rzeźnych

Dostawy obowiązkowe zwierząt rzeźnych wprowadzono na podstawie ustawy z 1952 r. w celu zabezpieczenia trwałego i równomiernego zaopatrzenia ludności miast w mięso i przetwory mięsne (Ustawa, 1952). Celem dostaw było również wspieranie dalszego rozwoju produkcji hodowlanej, stanowiącej jedno z głównych źródeł dochodów gospodarstw mało- i średniorolnych. Ponadto celem ustawy było takie rozłożenie dostaw zwierząt rzeźnych, które uwzględniało możliwości i zwyczaje gospodarstw oraz oddziaływało na planowe i równomierne nasilenie produkcji hodowlanej.

Obowiązkiem dostaw zwierząt rzeźnych objęte były:

- indywidualne gospodarstwa rolne,
- działki przyzagrodowe członków spółdzielni produkcyjnych oraz części gruntów członków zrzeszeń uprawy ziemi, nie włączone do wspólnej uprawy,
- spółdzielnie produkcyjne,
- inne uspołecznione gospodarstwa rolne,
- państwowe gospodarstwa rolne podległe Ministrowi Państwowych Gospodarstw Rolnych.

Podstawą ustalania dostaw zwierząt rzeźnych był obszar użytków rolnych wyrażony w hektarach fizycznych. Wysokość obowiązkowych dostaw ustalano w kilogramach żywej wagi trzody chlewnej mięsno-słoninowej. Od obowiązku dostaw zwierząt rzeźnych zwolnione były gospodarstwa nieprzekraczające 0,5 ha, rolnicy mający powyżej 60 lat, odbywający służbę wojskową lub posiadający na utrzymaniu pięcioro lub więcej dzieci poniżej 14 lat. W ustawie przyjęto, że co najmniej 70% wysokości obowiązkowych dostaw zwierząt rzeźnych rolnik zobowiązany był wykonać w trzodzie chlewnej, a pozostałą część w bydłe rogatym, cielętach lub owcach.

Cechą wspólną omawianych dekretów i ustaw było nakładanie kar na rolników za niewywiązywanie się z obowiązku dostaw. Na ogół były to kary w wysokości 3–4,5 tys. zł, orzekane w postępowaniu karno-skarbowym. Ponadto osoby, które złośliwie uchylały się od wykonania obowiązkowych dostaw, utrudniały lub udaremniały ich wykonanie przez inne osoby albo publicznie nawoływały do uchylania się od obowiązku, podlegały karze więzienia do trzech lat lub aresztu do trzech lat.

a. Sposoby obliczania wysokości dostaw żywca rzeźnego

Na podstawie rozporządzenia Rady Ministrów z 1952 r. wysokość dostaw żywca rzeźnego ustalano, mnożąc powierzchnię hektarów użytków rolnych przez normę obowiązującą dla danego powiatu (Rozporządzenie, 1952a). Na poczet dostaw obowiązkowych nie przyjmowano zwierząt wychudzonych lub chorych. Krowa

musiała ważyć co najmniej 275 kg, a byczek i jałówka co najmniej 100 kg. W załączniku przedstawiono tabelę norm żywca rzeźnego dla poszczególnych powiatów. Najniższa norma wynosiła 20 kg na 1 ha użytków rolnych, a najwyższa 40 kg na 1 ha użytków rolnych. Podobnie jak w przypadku dostaw mleka, nie stosowano progresji dla gospodarstw różniących się powierzchnią.

3. Rozmiar dostaw obowiązkowych

Dokładne dane dotyczące ilości produktów rolnych skupionych w ramach obowiązkowych dostaw w Polsce są trudne do ustalenia, ponieważ dostępne źródła nie podają precyzyjnych liczb. Wiadomo jednak, że w tym okresie obowiązkowe dostawy były istotnym elementem polityki rolnej państwa, mającym na celu zapewnienie zaopatrzenia miast i przemysłu oraz realizację planów gospodarczych. Aby zorientować się w rozmiarach dostaw obowiązkowych, należy sięgnąć do danych statystycznych obrazujących poziom produkcji rolniczej w omawianym okresie. Należy przyjąć, że ustalanie rozmiaru dostaw obowiązkowych nie było nadmiernie obciążające dla gospodarstw rolnych, które musiały zapewnić produkty na wyżywienie rodziny i paszę dla zwierząt. W celu zobrazowania możliwości produkcyjnych gospodarstw rolnych przedstawiono plony wybranych ziemioplodów w tabeli 4.

Tabela 4

Plony niektórych ziemioplodów (w q z 1 ha)

Ziemioplody	1950	1955	1960	1965	1969
4 zboża	12,7	14,3	16,1	19,2	21,6
Ziemniaki	138	100	132	154	165
Buraki cukrowe	222	186	256	259	276
Oleiste	7,0	8,9	11,9	17,9	12,6
Pastwne okopowe	217	202	249	282	278

Źródło: Rocznik Statystyczny Rolnictwa 1971, GUS, Warszawa 1971.

Potencjalne możliwości osiągnięcia lepszych rezultatów w produkcji roślinnej określone były stopniem zaopatrzenia rolnictwa w niektóre środki produkcji. Już wówczas stosowano wymianę materiału siewnego, lecz dane podawane w rocznikach statystycznych w tonach nie pozwalają ustalić, jaki procent gospodarstw wymieniał ten materiał. Natomiast bardziej konkretne informacje dotyczą zużycia nawozów mineralnych. W roku gospodarczym 1954/55 zużycie nawozów mineralnych wynosiło łącznie 26,7 kg na 1 ha, w tym 6,8 kg azotowych, 7,1 kg

fosforowych oraz 12,8 kg potasowych w czystym składniku. Podobnie na niskim poziomie stała produkcja zwierzęca. Obsadę zwierząt gospodarskich przedstawiono w tabeli 5.

Tabela 5

**Obsada zwierząt gospodarskich (na 100 ha użytków rolnych
w sztukach fizycznych)**

Zwierzęta	1950	1955	1960	1965	1969
Bydło ogółem	21,5	31,8	36,6	45,5	54,9
w tym krowy	15,6	20,0	23,2	23,6	22,3
Trzoda chlewna	24,1	49,8	57,1	58,7	48,5
Owce	6,5	29,6	21,0	15,2	15,1
Konie	8,6	7,5	8,5	4,6	3,4

Źródło: Rocznik Statystyczny Rolnictwa 1971, GUS, Warszawa 1971.

Szczególnie niski był poziom chowu trzody chlewnej, biorąc pod uwagę fakt, że 70% wysokości obowiązkowych dostaw zwierząt rzeźnych rolnik zobowiązany był wykonać właśnie w trzodzie chlewnej. Wzrost produkcji był hamowany faktem, że rolnicy nie mieli dostępu do przemysłowych pasz treściwych. Przykładowo przeciętny roczny udój od 1 krowy w latach 1950–1955 wynosił 2830 kg, w tym 3094 kg w gospodarstwach indywidualnych. Zatem cały chów zwierząt gospodarskich oparty był na paszach własnych rolników. Według danych Rocznika Statystycznego Rolnictwa określono, jaki był łączny skup produktów rolnych od gospodarstw indywidualnych i spółdzielni produkcyjnych, w tym dostaw obowiązkowych. Dane podano w innych miernikach niż stosowano powszechnie, mianowicie w mln zł na 100 ha użytków rolnych. Taki sposób agregacji uniemożliwia określenie obciążenia poszczególnych gospodarstw, zwłaszcza przy progresji obciążeń, która rosła wraz ze wzrostem powierzchni gospodarstwa. Dane obrazuje tabela 6.

Szacuje się, że początkowo dostawy obowiązkowe w ogólnym skupie produktów rolnych stanowiły około 30%. Po zmianie doktryny polityki rolnej w październiku 1956 r. wprowadzono zniesienie dostaw obowiązkowych mleka (od 1 stycznia 1957 r.), zmniejszenie o 1/3 norm dostaw zboża oraz podniesienie cen obowiązkowego skupu. Od 1959 r. funkcjonował Fundusz Rozwoju Rolnictwa, utworzony z różnicy między wyższymi cenami wolnorynkowymi płodów rolnych a niższymi, stosowanymi w dostawach obowiązkowych. Według danych przedstawionych w tabeli 6 udział dostaw obowiązkowych w ogólnym skupie produktów rolnych spadł z 10,6% w 1960 r. do 8,6% w 1969 r. Natomiast dostawy obowiązkowe w przeliczeniu na 100 ha użytków rolnych w cenach bieżących wzrosły w omawianych latach z 29,5 tys. zł do 42,0 tys. zł.

Tabela 6

**Skup produktów rolnych od gospodarstw indywidualnych i spółdzielni
produkcyjnych wg form dostaw (ceny bieżące)**

Wyszczególnienie	1960	1965	1966	1967	1968	1969
Skup ogółem w mln zł	50519,6	69608,5	75601,8	79503,5	83316	81822,2
Produkty roślinne w mln zł	16958,2	27848,3	30686	32841,4	35848,3	32016,3
Udział % produktów roślinnych	33,6	40,1	40,6	41,3	43,1	39,1
Produkty zwierzęce w mln zł	33561,4	41760,2	44915,8	46662,1	47467,7	49805,9
Udział % produktów zwierzęcych	66,4	59,9	59,4	58,7	56,9	60,9
Dostawy obowiązkowe w mln zł	5331,6	6515,1	6751,1	6667,9	7089,6	7023,7
Udział % dostaw obowiązkowych	10,6	9,4	8,9	8,4	8,5	8,6
Dostawy obowiązkowe na 100 ha UR w tys. zł	29,5	38,4	39,8	39,4	42,1	42,0

Źródło: Rocznik Statystyczny Rolnictwa 1971, GUS, Warszawa 1971.

4. Kształtowanie cen dostaw obowiązkowych

Ceny płacone rolnikom za dostarczone płody rolne w ramach dostaw obowiązkowych nie zostały określone w ustawodawstwie. Stwierdzono jedynie, że za dostarczone produkty rolne wypłacana będzie należność w gotówce, obliczoną według obowiązujących cen. W rzeczywistości ceny skupu w ramach dostaw obowiązkowych ustalała Rada Ministrów przy udziale Ministra Rolnictwa oraz innych jednostek organizacyjnych, takich jak Centralny Urząd Skupu i Kontraktacji. Przyjęta strategia transferu środków z rolnictwa do przemysłu była konsekwentnie realizowana do 1956 r. poprzez utrzymywanie cen dostaw obowiązkowych na niskim poziomie. Przykładowo cena skupu zbóż w 1955 r. wynosiła średnio tylko 28,3% w stosunku do cen wolnorynkowych. Nieco lepiej wyglądała sytuacja opłaty za żywiec rzeźny, za który płacono średnio 47,5% w porównaniu do cen skupu ponadobowiązkowego (tabela 7).

Wysokość dopłat za zboża od 1960 roku wzrosła średnio do 62,3% w stosunku do cen wolnorynkowych, natomiast ceny skupu bydła spadły do 26,5%, przy utrzymaniu na niezmiennym poziomie cen dostaw obowiązkowych trzody chlewnej w stosunku do cen dostaw ponadobowiązkowych.

Tabela 7

Ceny skupu ważniejszych produktów rolnych

Wyszczególnienie	1955	1960	1965	1969
Pszenica dostawy obowiązkowe w zł/1 q	98	198	229	238
Pszenica dostawy ponadobowiązkowe w zł/1 q	322	312	379	399
Udział dostaw obowiązkowych pszenicy w dostawach ogółem (%)	30,4	63,3	60,4	59,6
Żyto dostawy obowiązkowe w zł/1 q	62	143	176	186
Żyto dostawy ponadobowiązkowe w zł/1 q	231	221	282	300
Udział dostaw obowiązkowych żyta w dostawach ogółem (%)	26,8	64,7	62,4	62,1
Jęczmień dostawy obowiązkowe w zł/1 q	71	207	236	218
Jęczmień dostawy ponadobowiązkowe w zł/1 q	253	325	374	373
Udział dostaw obowiązkowych jęczmienia w dostawach ogółem (%)	28,1	63,6	63,1	58,4
Owies dostawy obowiązkowe w zł/1 q	59	117	151	158
Owies dostawy ponadobowiązkowe w zł/1 q	213	203	268	289
Udział dostaw obowiązkowych owsa w dostawach ogółem (%)	27,7	57,6	56,3	54,5
Ziemniaki dostawy obowiązkowe w zł/1 q	19	46	52	56
Ziemniaki dostawy ponadobowiązkowe w zł/1 q	57	86	101	120
Udział dostaw obowiązkowych ziemniaków w dostawach ogółem (%)	33,3	53,5	51,5	46,7
Bydło dostawy obowiązkowe w zł/1 kg	2,97	3,73	4,21	4,14
Bydło dostawy ponadobowiązkowe w zł/1 kg	6,21	14,09	14,69	14,98
Udział dostaw obowiązkowych bydła w dostawach ogółem (%)	47,8	26,5	28,6	27,6
Trzoda chlewna dostawy obowiązkowe w zł/1 kg	6,27	8,63	9,47	9,85
Trzoda chlewna dostawy ponadobowiązkowe w zł/1 kg	13,28	18,46	20,02	20,69
Udział dostaw obowiązkowych trzody chlewnej w dostawach ogółem (%)	47,2	46,7	47,3	48,3

Źródło: Rocznik Statystyczny Rolnictwa 1971, GUS, Warszawa 1971.

5. Instytucje odpowiedzialne za dostawy obowiązkowe produktów rolnych

Jednostkami organizacyjnymi odpowiedzialnymi za przeprowadzenie kontraktacji i skupu produktów rolnych w sektorze indywidualnych gospodarstw rolnych były kolejno trzy instytucje: Centralny Urząd Skupu i Kontraktacji (1951–1953), Ministerstwo Skupu (1953–1957) oraz Ministerstwo Przemysłu Spożywczego i Skupu (1957–1981).

A. Centralny Urząd Skupu i Kontraktacji

Centralny Urząd Skupu i Kontraktacji, jako jednostka organizacyjna Rady Ministrów, utworzony został na podstawie ustawy z 1951 r. (Ustawa, 1951). Do zakresu działania Centralnego Urzędu Skupu i Kontraktacji należało:

- planowanie, organizowanie i nadzorowanie kontraktacji, skupu i dostaw zbóż, roślin strączkowych, ziemniaków konsumpcyjnych, pasz i zwierząt rzeźnych (z wyjątkiem świń bekonowych),
- ustalanie norm (standardów) dotyczących artykułów spożywczych,
- koordynowanie i nadzorowanie działalności podległych przedsiębiorstw,
- współdziałanie z zainteresowanymi resortami i Centralą Rolniczych Spółdzielni „Samopomoc Chłopska” w zakresie kontraktacji i skupu artykułów objętych zakresem działania poszczególnych resortów,
- sprawy inwestycji i transportu na potrzeby kontraktacji i skupu.

Na czele Centralnego Urzędu Skupu i Kontraktacji stał prezes. Terenowymi oddziałami urzędu byli wojewódzcy i powiatowi pełnomocnicy. Na terenie gmin i gromad powoływano delegatów powiatowego pełnomocnika.

B. Ministerstwo Skupu

Ministerstwo Skupu utworzone zostało dekretem z 1953 r. (Dekret, 1953). Zakres działania Ministra Skupu obejmował sprawy:

- planowania, organizowania i nadzorowania kontraktacji dostaw obowiązkowych oraz kontraktacji i skupu ponadobowiązkowych zbóż, ziemniaków, zwierząt rzeźnych i mleka,
- przemiału zbóż i zbytu przetworów zbożowych,
- ogólnej koordynacji i kontroli przebiegu kontraktacji i skupu artykułów rolnych i hodowlanych,
- ogólnego kierownictwa podległych przedsiębiorstw.

Terenowymi organami Ministerstwa Skupu byli wojewódzcy i powiatowi pełnomocnicy oraz gminne delegatury Ministerstwa Skupu. Organy terenowe Ministerstwa Skupu podlegały kontroli społecznej rad narodowych. Rada Ministrów ustaliła w drodze rozporządzenia zakres działania, uprawnienia i obowiązki terenowych organów Ministerstwa Skupu oraz podział kompetencji i zakres współpracy między prezydiami rad narodowych a terenowymi organami.

C. Ministerstwo Przemysłu Spożywczego i Skupu

Ministerstwo Przemysłu Spożywczego i Skupu powołano ustawą z 1957 r., w oparciu o ustawę o zmianach w organizacji i zakresie działania naczelnych organów administracji państwowej w niektórych gałęziach przemysłu, budownictwa i komunikacji (Ustawa, 1957).

Do zakresu działania Ministra Przemysłu Spożywczego i Skupu należały m.in. sprawy:

- przemysłu spożywczego, obejmującego działalność gospodarczą w zakresie produkcji mięsa i przetworów mięsnych, przetworów zbożowych, wyrobów cukierniczych trwałych, cukru, wyrobów jajczarsko-drobiarskich, koncentratów spożywczych i suszu cykorii, roślinnych tłuszczów jadalnych, przetworów z owoców i warzyw, win i miodów pitnych, piwa i słodu, wyrobów spirytusowych, drożdży, wyrobów tytoniowych, przetworów ziemniaczanych i skrobiowych, kwasów spożywczych, produktów mleczarskich, produktów zielarskich, mrożonych owoców i warzyw oraz wyrobów kulinarnych i garmażeryjnych,
- skupu produktów rolnych, zwierząt rzeźnych i produktów pochodzenia zwierzęcego,
- przemysłu paszowego i przetwórstwa ubocznych produktów zwierzęcych, produkcji tłuszczów technicznych zwierzęcych i roślinnych oraz opakowań blaszanych lekkich.

6. Podsumowanie

Regulacje ustawowe dotyczące dostaw obowiązkowych obowiązywały dokładnie 20 lat (1951-1971) i zniesione zostały ustawą w 1972 r. Zobowiązania wynikające z dostaw zostały włączone do przepisów podatkowych i przekształcone w świadczenia pieniężne (Ustawa, 1971). Jednocześnie w ustawie stwierdzono, że gospodarstwa rolne, które zalegały z dostawami, zobowiązane zostały do uiszczenia należności w postaci równoważnika pieniężnego. Akty prawne dotyczące dostaw obowiązkowych podejmowane były poprzez dekrety wydawane przez Radę Mi-

nistrów, zamiast mocą ustaw uchwalanych przez Sejm, które mają wyższą rangę. Dekrety były często nowelizowane, a ponadto wydawano wiele aktów wykonawczych poprzez rozporządzenia Rady Ministrów. W zakresie dostaw zbóż wydano 26 aktów wykonawczych, w przypadku ziemniaków - 16, mleka - 7 oraz zwierząt rzeźnych - 9. Akty wykonawcze obok istotnych problemów regulowały często wiele drobnych spraw dotyczących województw, a nawet powiatów.

W okresie omawianych 20 lat występowały wyraźnie dwa okresy, które należy wyodrębnić, ponieważ istotnie różniły się między sobą. W pierwszym okresie obejmującym lata 1951-1956 podejście do dostaw miało ogólnie biorąc charakter polityczno-propagandowy oraz gospodarczo-restrykcyjny. Władze państwowe, podejmując tak drastyczne decyzje dotyczące rolnictwa, spodziewały się negatywnych skutków politycznych, polegających na zrażeniu do siebie rolników i osłabieniu poparcia dla prowadzonej polityki rolnej. Z drugiej strony spodziewano się, że dostawy obowiązkowe o charakterze progresywnym skłonią rolników do podpisania deklaracji przystąpienia do spółdzielni produkcyjnych. Jedną z dróg prowadzącą do uniknięcia nadmiernych obciążeń było dzielenie gospodarstw na mniejsze jednostki produkcyjne. W ślad za decyzją polityczną podjęto wielką akcję propagandową. Znaczenie propagandowe polegało na mówieniu i pisaniu o tym, że dostawy mają wymiar państwowy, a więc mają zapewnić wyżywienie narodu, które staje się koniecznością dziejową. W tym zakresie we wsiach odbywano wiele zebrań i spotkań, a działacze lokalnych wzmacniano przedstawicielami środowisk miejskich, robotniczych i młodzieżowych.

Pod względem gospodarczo-restrykcyjnym argumentowano, że dostawy przyczynią się do wzrostu produktywności rolnictwa i przyniosą same pozytywne rezultaty. W ślad za tymi oczekiwaniami nie szły zwiększone dostawy podstawowych środków produkcji, które były reglamentowane i kierowane do gospodarstw mających koneksje polityczne.

Wobec właścicieli gospodarstw rolnych stosowano restrykcyjną politykę, polegającą na ustanowieniu wysokich kar pieniężnych, a ponadto przyjęciu nowego Kodeksu postępowania w sprawach wykroczeń, które doprowadzały do postawienia rolników przed kolegium ds. wykroczeń, przed aresztem lub więzieniem. Chodziło o zdyscyplinowanie rolników czy wręcz ich przestraszenie, aby zapobiegać rodzącym się odmowom dostaw, a nawet buntom, które dawały negatywny przykład okolicznym sąsiadom. W przypadku rolników szczególnie opornych przeprowadzano w ich gospodarstwach przymusowe omłoty, a tak pozyskane zboże ostentacyjnie zawożono do punktów skupu.

Progresja dostaw obowiązkowych miała zróżnicowany charakter i była dotkliwa w przypadku zbóż, w mniejszym zaś zakresie przy dostawach ziemniaków. W przypadku mleka i żywca rzeźnego nie stosowano progresji, zaś różnice wystę-

powwały między powiatami, a nie gospodarstwami rolnymi. Obok progresji dostaw obowiązkowych kolejnym negatywnym zjawiskiem było stosowanie państwowych cen dostaw obowiązkowych, jednolitych w całym kraju, które kształtowane były na niskim poziomie w stosunku do cen ponadobowiązkowych. Drugi okres omawianego 20-lecia obejmujący lata 1957-1971 był czasem odejścia od restrykcyjnych dostaw i łagodzenia występujących napięć. Po pierwsze ośrodki władzy odeszły od doktryny przymusowej kolektywizacji rolnictwa, dzięki czemu ponad 90% spółdzielni produkcyjnych natychmiast się rozwiązała. Po drugie reaktywowano społeczne organizacje rolnicze – kółka rolnicze, KGW i związki branżowe. Rolnicy, odzyskując swoje ziemie i inwentarz, uwierzyli w powrót „normalności”, więc szybko zaczęli nadrabiać zaległości produkcyjne. Przykładem tego był fakt, że po zniesieniu dostaw obowiązkowych mleka w 1957 r. jego podaż znacznie wzrosła.

W stosunku do pozostałych rodzajów dostaw obowiązkowych nie zdecydowano się na ich zniesienie, lecz raczej łagodzenie kryteriów dostaw, jak na przykład zmieniono obszar gospodarstwa, które było zobowiązane do dostaw (np. z 1 do 2 ha), wprowadzono zwolnienia z tytułu dużej liczby dzieci, trudnych warunków życia, chorób, kalectwa, służby wojskowej itp. Podniesiono ceny płacone rolnikom, aby zmniejszyć dolegliwości z tym związane. Wprowadzono także zamienniki w postaci dostaw innych towarów za produkty objęte obowiązkowymi dostawami, aby złagodzić negatywne oddziaływanie systemu dostaw obowiązkowych na produkcję rolniczą, a przez to stworzyć gospodarstwom możliwość podjęcia specjalizacji i większego wyboru dróg rozwoju.

W 1972 r. ostatecznie zamknięto niechlubny okres trwania dostaw obowiązkowych i rozwoju rolnictwa, który zamiast wykazywać się rozwojem, charakteryzował się stagnacją, a nawet regresem. Wadą systemu było to, że oparty został na przymusowym sterowaniu produkcją rolną, mającym charakter nakazowo-rozdzielczy, zamiast stymulować wzrost poprzez dostawy środków produkcji i wspieranie tanim kredytem. Kosztem rolnictwa budowano od podstaw przemysł ciężki, przy minimalizowaniu rozwoju przemysłu lekkiego i maszynowego z myślą o rolnictwie. Tymczasem Polska Ludowa, mimo dużych nakładów inwestycyjnych na rozwój przemysłu, była nadal krajem rolniczo-przemysłowym, wymagającym innych priorytetów i innej polityki rolnej.

LITERATURA

1. Dekret z dnia 23 lipca 1951 r. o planowym skupie zbóż. (1951). Dziennik Ustaw, 1951(39), poz. 297.
2. Dekret z dnia 8 października 1951 r. o zabezpieczeniu dostaw ziemniaków ze zbiorów 1951 r. (1951). Dziennik Ustaw, 1951(52), poz. 368.
3. Dekret z dnia 24 kwietnia 1952 r. o obowiązkowych dostawach mleka. (1952). Dziennik Ustaw, 1952(22), poz. 142.
4. Dekret z dnia 25 marca 1953 r. o utworzeniu urzędu Ministra Skupu. (1953). Dziennik Ustaw, 1953(20), poz. 77.
5. Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 10 lipca 1952 r. w sprawie obowiązkowych dostaw zbóż. (1952). Dziennik Ustaw, 1952(32), poz. 2.
6. Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 28 sierpnia 1952 r. w sprawie obowiązkowych dostaw ziemniaków. (1952). Dziennik Ustaw, 1952(37), poz. 256.
7. Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 24 kwietnia 1952 r. w sprawie obowiązkowych dostaw mleka przez indywidualne gospodarstwa rolne i mleczarskie. (1952). Dziennik Ustaw, 1952(22), poz. 144.
8. Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 15 lutego 1952 r. w sprawie obowiązkowych dostaw zwierząt rzeźnych przez indywidualne gospodarstwa rolne. (1952). Dziennik Ustaw, 1952(8), poz. 47.
9. Ustawa z dnia 25 maja 1951 r. o utworzeniu Centralnego Urzędu Skupu i Kontrakcji. (1951). Dziennik Ustaw, 1951(30), poz. 234.
10. Ustawa z dnia 15 lutego 1952 r. o obowiązkowych dostawach zwierząt rzeźnych. (1952). Dziennik Ustaw, 1952(8), poz. 46.
11. Ustawa z dnia 22 marca 1957 r. o zmianach w organizacji i zakresie działania naczelných organów administracji państwowej w niektórych gałęziach przemysłu, budownictwa i komunikacji. (1957). Dziennik Ustaw, 1957(17), poz. 86.
12. Ustawa z dnia 13 grudnia 1957 r. o realizacji zaległości w obowiązkowych dostawach zbóż, ziemniaków i zwierząt rzeźnych. (1957). Dziennik Ustaw, 1957(62), poz. 337.
13. Ustawa z dnia 26 października 1971 r. o zniesieniu obowiązkowych dostaw zbóż, ziemniaków i zwierząt rzeźnych. (1971). Dziennik Ustaw, 1971(27), poz. 253.

Przesłano: 12-11-2025

Zaakceptowano do druku: 02-12-2025



SYSTEMY TELEMTRYCZNE W PSZCZELARSTWIE PRECYZYJNYM

Sebastian Górecki¹

Abstrakt: Pszczoła miodna (*Apis mellifera*) jest kluczowym komponentem ekosystemów i jednocześnie wrażliwym bioindykatorem jakości środowiska rolniczego. Artykuł analizuje wpływ technologii Internetu Rzeczy (IoT) na rozwój pszczelarstwa precyzyjnego, opartego na ciągłym, zdalnym monitoringu parametrów ula. Przedstawiono dwie zasadnicze funkcje inteligentnych uli: diagnostyczną, wspomagającą zarządzanie zdrowiem rodziny pszczelej oraz środowiskową, umożliwiającą pozyskiwanie danych o stanie bioróżnorodności i wpływie praktyk agrotechnicznych. Omówiono zastosowanie sensorów (waga, temperatura, wilgotność, akustyka, liczniki pszczół, analizatory VOC) oraz ich integrację z algorytmami sztucznej inteligencji i technologią blockchain. Studium przypadku platformy BeeHUB pokazuje, że dane telemetryczne mogą pełnić funkcję systemu wczesnego ostrzegania (EWS) przed zagrożeniami takimi jak zatrucia pestycydami, deficyty pożytkowe czy stresy klimatyczne. Wskazano również na ograniczenia wdrożeniowe oraz etyczne i społeczne wyzwania związane z cyfryzacją pasiek. Wnioski sugerują, że przy odpowiedniej standaryzacji, szkoleniach i transparentności, inteligentne ule mogą stać się integralną częścią nowoczesnego doradztwa rolniczego i polityki ochrony zapylaczy.

Słowa kluczowe: Internet Rzeczy (IoT), pszczelarstwo precyzyjne, biomonitoring, doradztwo rolnicze, ochrona bioróżnorodności, sztuczna inteligencja, blockchain, BeeHUB

JEL: C55, L86, O13, Q16, Q18, Q57

TELEMETRY SYSTEMS IN PRECISION BEEKEEPING

Sebastian Górecki¹

Abstract: The honeybee (*Apis mellifera*) is a key component of ecosystems and a sensitive bioindicator of environmental quality in agricultural landscapes. This article analyzes the role of Internet of Things (IoT) technologies in advancing Precision Beekeeping, based on continuous remote monitoring of hive parameters. It presents two core functions of smart hives: (1) a diagnostic function, supporting the management of colony health, and (2) an environmental function, enabling the acquisition of data on biodiversity status and the im-

¹ Politechnika Łódzka (Lodz University of Technology) | ORCID: 0000-0001-5700-4000 | e-mail: research@sgorecki.eu

pacts of agricultural practices. The study reviews the application of various sensors (weight, temperature, humidity, acoustic, bee counters, and VOC analyzers) and their integration with artificial intelligence algorithms and blockchain technology. A case study of the BeeHUB platform demonstrates that telemetry data can function as an Early Warning System (EWS) for threats such as pesticide poisoning, forage deficits, and climate-related stress. The article also addresses implementation limitations and the ethical and societal challenges associated with hive digitalization. The findings suggest that, with appropriate standardization, training, and data transparency, smart hives could become an integral part of modern agricultural advisory systems and pollinator protection policies.

Keywords: Internet of Things (IoT), precision beekeeping, biomonitoring, agricultural advisory services, biodiversity protection, artificial intelligence, blockchain, BeeHUB

JEL Classification: C55, L86, O13, Q16, Q18, Q57

1. Wstęp

Sektor rolniczy oraz systemy ochrony środowiska stoją obecnie w obliczu bezprecedensowych wyzwań. Rosnąca presja na zwiększanie produkcji żywności, postępujące zmiany klimatyczne oraz intensyfikacja praktyk agrotechnicznych prowadzą do systematycznej utraty bioróżnorodności i degradacji ekosystemów (IPBES, 2019). W centrum tych procesów znajdują się owady zapylające, od których kondycji zależy stabilność produkcji rolnej i funkcjonowanie łańcuchów troficznych.

Pszczoła miodna (*Apis mellifera*), będąca kluczowym zapylaczem i jednocześnie organizmem wskaźnikowym (biowskaźnikiem), odzwierciedla stan zdrowia środowiska rolniczego (Catalano i in., 2024; Hristovi in., 2020). Pogarszająca się kondycja rodzin pszczelich, potęgowana przez choroby, patogeny, zmiany klimatyczne oraz ekspozycję na środki ochrony roślin, stanowi bezpośrednie zagrożenie dla bezpieczeństwa żywnościowego (Brebner i Chittka, 2021) i stabilności ekosystemów (Potts i in., 2016).

Tradycyjne metody zarządzania pasieką (Turyagyenda i in., 2025), oparte na manualnych i inwazyjnych inspekcjach, były pracochłonne, zakłócające homeostazę ula oraz narażają pszczoły na stres termiczny i biologiczny. Co więcej, takie metody mają charakter reaktywny i pozwalają na zidentyfikowanie problemu, takiego jak choroba czy niedobór pokarmu, dopiero po jego wystąpieniu (Abdollahi i in., 2022). Z perspektywy doradztwa rolniczego klasyczne metody oceny wpływu agrotechniki na zapylacze są również niewystarczające. Brakowało obiektywnych, ilościowych danych dostarczanych w czasie rzeczywistym, które umożliwiałyby rzetelną ocenę skutków stosowania środków ochrony roślin oraz wpływu monokultur na dostępność pożytków.

Odpowiedzią na te wyzwania jest Pszczelarstwo Precyzyjne (Precision Beekeeping) – nowoczesne podejście do zarządzania pasieką, oparte na zintegrowanych systemach sensorycznych Internetu Rzeczy (IoT). Umożliwiają one bezinwazyjny i ciągle monitoring kluczowych parametrów biologicznych i środowiskowych ula (Alleri i in., 2023). Dane telemetryczne analizowane przez algorytmy sztucznej inteligencji (AI) przekształcane są w informacje diagnostyczne i predykcyjne, które stanowią podstawę systemów wspomagania decyzji (Decision Support Systems, DSS).

W artykule przyjęto tezę, że inteligentne ule wykraczają poza swoją pierwotną funkcję narzędzia zarządzania pasieką. Stanowią zdecentralizowaną, autonomiczną sieć biomonitoringu środowiska, dostarczającą doradztwu rolniczemu obiektywnych danych w czasie rzeczywistym (EFSA Scientific Committee i in., 2021). Jako System Wczesnego Ostrzegania (Early Warning System, EWS) mogą wspierać ocenę, korektę i walidację praktyk rolniczych w kontekście ochrony zapylaczy (Vuong i in., 2024) i bioróżnorodności (Odemer i in., 2024).

2. Cel, zakres i metodyka

Celem niniejszego artykułu jest przedstawienie koncepcji wykorzystania inteligentnych uli jako narzędzia wspierającego doradztwo rolnicze w zakresie zrównoważonego rozwoju i ochrony bioróżnorodności. Artykuł zmierza do wykazania, że nowoczesne systemy telemetryczne oparte na technologii Internetu Rzeczy (IoT) mogą pełnić podwójną funkcję: wspierać zarządzanie rodzinami pszczelemi w ramach Pszczelarstwa Precyzyjnego oraz stanowić element infrastruktury biomonitoringu środowiska, dostarczając doradcom rolnym wiarygodnych i mierzalnych danych o stanie ekosystemu rolniczego.

Artykuł ma charakter analityczno-syntetyczny i obejmuje zarówno przegląd literatury naukowej z lat 2018–2025 (publikacje dostępne do momentu pisania artykułu, tj. drugiej połowy 2025 roku), jak i analizę wdrożeń praktycznych w formie studium przypadku na przykładzie polskiej platformy BeeHUB, rozwijanej przez firmę Intelligent Hives Sp. z o.o., z wykorzystaniem danych telemetrycznych pozyskanych z pasiek Autora. Celem jest określenie potencjału krajowych rozwiązań technologicznych w tworzeniu systemu doradztwa opartego na danych telemetrycznych, zdolnego do integracji z algorytmami sztucznej inteligencji (AI) oraz systemami wspomagania decyzji (DSS).

Szczególne uwagi poświęcono możliwości wykorzystania inteligentnych uli jako zdecentralizowanej sieci czujników biomonitoringowych, tworzących System Wczesnego Ostrzegania (Early Warning System, EWS) o zagrożeniach środowiskowych, takich jak zatrucia pestycydowe, stres termiczny, niedobory po-

żytkowe czy choroby pasożytnicze pszczół. Analiza obejmuje ocenę przydatności poszczególnych parametrów sensorycznych, takich jak temperatura, wilgotność, masa, dźwięk, aktywność wylotowa oraz skład gazów lotnych (VOCs), w diagnozowaniu stanu zdrowia rodziny pszczelej i identyfikacji czynników stresu środowiskowego.

Ponadto artykuł ma na celu wykazanie, że integracja systemów IoT z rozwiązaniami opartymi na sztucznej inteligencji i technologii blockchain może stanowić podstawę nowego modelu doradztwa rolniczego, w którym decyzje agronomiczne i środowiskowe są podejmowane na podstawie danych rzeczywistych, a nie wyłącznie obserwacji empirycznych. Model ten sprzyja zarówno ochronie zapylaczy i bioróżnorodności, jak i budowaniu transparentnych, zaufanych łańcuchów dostaw produktów rolnych.

W ramach niniejszego artykułu przeprowadzono przegląd literatury naukowej i technicznej w celu oceny zastosowania systemów Internetu Rzeczy (IoT) w Pszczelarstwie Precyzyjnym oraz ich potencjału w doradztwie rolniczym i ochronie bioróżnorodności. Analiza ma charakter przeglądowo-syntetyczny, uzupełniony o analizę przypadku (case study). W celach ilustracyjnych oraz dla walidacji potencjału diagnostycznego systemów IoT, w sekcji 5 (Dyskusja) wykorzystano wtórne dane telemetryczne z polskiej platformy BeeHUB (Intelligent Hives). Dane te zostały pozyskane z pasiek referencyjnych Autora i przetworzone na potrzeby niniejszego opracowania, co stanowi podstawę dla oznaczenia „Opracowanie własne” przy ilustracjach. Wykorzystanie tych danych pozwala na przedstawienie mechanizmów działania wybranych wskaźników (np. rójka, kryzys zimowy, wskaźnik strat dziennych) w kontekście rzeczywistych, krajowych wdrożeń technologicznych. Dane te mają charakter wtórny i zostały wykorzystane wyłącznie w celach ilustracyjnych. Analiza objęła publikacje dotyczące zdalnego monitorowania uli, systemów telemetrycznych, zastosowań sztucznej inteligencji (AI) w diagnostyce stanu rodzin pszczelich, a także wdrożeń praktycznych w zakresie rolnictwa precyzyjnego.

Wyszukiwanie literatury przeprowadzono w bazach danych Scopus, Web of Science oraz Google Scholar, a także w raportach technicznych i dokumentach instytucji badawczych oraz organizacji branżowych zajmujących się pszczelarstwem i rolnictwem cyfrowym (m.in. FAO, OECD, EFSA, COPA-COGECA, NCBR). Uwzględniono również polskie źródła branżowe i naukowe, w tym publikacje w czasopiśmie Pszczelarstwo, Wiadomości Użytkowe Pasieczne, Zagadnienia Doradztwa Rolniczego oraz materiały konferencyjne Łukasiewicz – ŁIT i Sieci Badawczej Łukasiewicz.

Zakres czasowy przeglądu obejmował publikacje z lat 2020–2025, co odpowiada okresowi dynamicznego rozwoju technologii IoT, AI oraz rozwiązań Big Data

w sektorze rolniczym. Analizę oparto na kombinacji słów kluczowych w języku polskim i angielskim, obejmujących m.in.: „inteligentne ule”, „Internet Rzeczy”, „Pszczelarstwo Precyzyjne”, „biomonitoring”, „doradztwo rolnicze”, „sztuczna inteligencja”, „blockchain”, „bioróżnorodność”, „AI in agriculture”, „IoT in beekeeping”, „precision agriculture”, „pollinator health”, „environmental monitoring”, „decision support system”.

Do analizy włączono artykuły recenzowane, raporty badawcze, dokumentacje techniczne oraz studia przypadków (case studies) dotyczące implementacji systemów telemetrycznych w pasiekach. Wykluczono publikacje popularnonaukowe, doniesienia medialne oraz opracowania pozbawione danych eksperymentalnych lub odniesień bibliograficznych.

W procesie selekcji literatury zwrócono szczególną uwagę na prace opisujące:

- pomiary masy, temperatury, wilgotności, aktywności akustycznej i wylotowej pszczół,
- integrację danych telemetrycznych z algorytmami uczenia maszynowego,
- zastosowanie danych pszczelarskich w biomonitoringu środowiska i doradztwie rolniczym,
- wykorzystanie technologii blockchain do certyfikacji i transparentności produkcji miodu.

Dodatkowo przeanalizowano wyniki i wnioski z polskich wdrożeń, w szczególności systemu BeeHUB opracowanego w ramach działalności badawczo-rozwojowej Intelligent Hives, integrującego sensory środowiskowe z platformą analityczną AI.

Łącznie zidentyfikowano i przeanalizowano około 120 publikacji i raportów, z których wybrano najistotniejsze pozycje ilustrujące kierunki rozwoju Pszczelarstwa Precyzyjnego i jego potencjał dla doradztwa rolniczego.

Celem zastosowanej metody badawczej było uzyskanie całościowego obrazu aktualnych trendów technologicznych oraz wskazanie praktycznych kierunków wdrażania rozwiązań IoT i AI w krajowym systemie doradztwa rolniczego, z uwzględnieniem ich roli w ochronie zapylaczy i środowiska rolniczego.

3. Przegląd literatury i podstawy metodyczne monitoringu

Wiarygodność inteligentnego ula jako narzędzia doradczego opiera się na naukowych podstawach interpretacji zbieranych danych. Rodzina pszczela, traktowana jako „superorganizm”, aktywnie zarządza mikroklimatem gniazda i reaguje w sposób mierzalny na bodźce wewnętrzne, takie jak choroby, rójka czy utrata matki, oraz na czynniki zewnętrzne, w tym pogodę, dostępność pożytków czy obecność

toksyn środowiskowych. Jednocześnie kolonia pszczół pełni rolę naturalnej, autonomicznej stacji monitoringu środowiska, pobierającej próbki biologiczne (nektar, pyłek, wodę) i środowiskowe (powietrze) z promienia kilku kilometrów. Dzięki temu stanowi niezwykle czuły bioindykator zmian zachodzących w ekosystemie rolniczym. Technologie sensoryczne oparte na Internecie Rzeczy (IoT) pozwalają na ilościowe odwzorowanie tych reakcji, przekształcając zachowania i parametry fizjologiczne kolonii pszczelej w zestandaryzowane dane pomiarowe, które mogą być analizowane w ujęciu czasowym i przestrzennym.

3.1 Technologiczne filary pszczelarstwa precyzyjnego

Analiza literatury naukowej z lat 2020–2025 pozwala na wyróżnienie pięciu głównych filarów technologicznych pszczelarstwa precyzyjnego: monitoringu wagowego, monitoringu termiczno-wilgotnościowego, monitoringu akustycznego, pomiaru aktywności wylotowej oraz analizy lotnych związków organicznych (VOCs). Każdy z tych obszarów stanowi integralny element systemów diagnostycznych opartych na IoT i umożliwia zarówno ocenę kondycji rodziny pszczelej, jak i monitorowanie wpływu czynników środowiskowych w otoczeniu pasieki.

Monitoring wagowy.

Precyzyjne wagi pasieczne stanowią podstawę monitoringu telemetrycznego. Ich znaczenie wykracza poza pomiar ilości zgromadzonego miodu i obejmuje analizę dynamiki zmian masy ula, określanej jako Efektywny Czas Trofalaktyczny (ETT, *Effective Trophalactic Time*). Stałe rejestrowanie masy w interwałach godzinowych lub krótszych umożliwia śledzenie dobowych fluktuacji, obejmujących poranny spadek masy spowodowany wylotem pszczół zbieraczek oraz popołudniowy przyrost netto będący wynikiem powrotu owadów z nektarem (Meikle i in., 2018). Wzorce te odzwierciedlają kondycję kolonii, intensywność pożytków oraz występowanie anomalii, takich jak rójka, rabunek lub utrata królowej. W kontekście doradztwa rolniczego analiza trendów wagowych pozwala również na ocenę fenologii roślin miododajnych, identyfikację przerw w pożytku i mapowanie sezonowej dynamiki środowiska rolniczego (Kontogiannis, 2024).

Monitoring termiczny i wilgotności.

Pszczoły miodne utrzymują w strefie czerwiu temperaturę w zakresie od 32 do 35°C, niezależnie od warunków zewnętrznych. Pomiar temperatury i wilgotności względnej wewnątrz ula pozwala na ocenę homeostazy termicznej oraz wykrycie zaburzeń związanych z chorobami czerwiu, utratą matki lub niewłaściwą wentylacją. W okresie zimowli pomiar temperatury kłębu, utrzymującej się w zakresie 20–28°C (Minaud i in., 2024), jest jedyną bezinwazyjną metodą oceny żywotności rodziny i lokalizacji kłębu, co umożliwia wczesne wykrycie nieprawidłowości, takich jak przedwczesne czerwienie. Z kolei utrzymanie wilgotności na poziomie

poniżej 70% jest kluczowe dla zapobiegania kondensacji pary wodnej, która może prowadzić do chorób grzybiczych i dysenterii (Kontogiannis, 2024).

Monitoring akustyczny.

Ul funkcjonuje jak rezonator bioakustyczny, a analiza sygnałów dźwiękowych stanowi jedno z najczulszych narzędzi diagnostycznych w pszczelarstwie precyzyjnym. Badania wskazują, że spektrum częstotliwości dźwięków generowanych przez kolonię jest ściśle powiązane ze stanem ula. Zakres **50–199 Hz** odpowiada aktywności wentylacyjnej, **200–399 Hz** stanowi charakterystykę stanu roboczego, natomiast **400–550 Hz** to zakres mobilizacji i ekscytacji, typowy dla stanów rojowych lub niepokoju (Terenzi i in., 2020). Zastosowanie analizy FFT (Szybka Transformata Fouriera) oraz współczynników MFCC (Mel Frequency Cepstral Coefficients) umożliwia detekcję anomalii akustycznych i tworzenie wzorców behawioralnych do celów diagnostycznych i prognostycznych.

Monitoring aktywności wylotowej.

Systemy liczenia pszczół, wykorzystujące technologię podczerwieni lub analizę obrazu wspomagana algorytmami sztucznej inteligencji, umożliwiają określenie bilansu wylotów i powrotów do ula (Borlinghausi in., 2022). Bilans netto, rozumiany jako różnica między liczbą pszczół opuszczających ul a powracających, stanowi tzw. **wskaźnik strat dziennych**. Jego nagły wzrost jest jednym z najczulszych wskaźników **ostrzych zatruc pestycydowych lub stresu środowiskowego**. Dane z liczników mogą być wykorzystywane w doradztwie rolniczym jako obiektywny miernik wpływu środków ochrony roślin na populację zapylaczy w danym obszarze.

Monitoring składu gazów (VOCs).

Analiza lotnych związków organicznych (VOCs) stanowi najnowszy kierunek w diagnostyce chorób pszczół i monitorowaniu zdrowia kolonii. Patologie takie jak zgnilec amerykański, warroza czy nosemoza generują **charakterystyczne profile chemiczne**, które mogą być wykrywane przez czujniki gazowe. Zastosowanie sztucznej inteligencji do klasyfikacji sygnałów VOC pozwala osiągnąć skuteczność prognozowania sięgającą 90–95%, co umożliwia identyfikację chorób na etapie przedklinicznym (Liu i in., 2023).

Podsumowanie omówionych technologii oraz ich potencjalnych zastosowań przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1

**Przegląd technologii sensorycznych w pszczelarstwie precyzyjnym
oraz ich zastosowania w diagnostyce i doradztwie rolniczym**

Typ sensora	Mierzony parametr kluczowy	Zastosowanie w pszczelarstwie precyzyjnym	Zastosowanie w doradztwie rolniczym / biomonitoringu
Waga precyzyjna	Dynamika masy (ETT), fluktuacje dobowe	Ocena intensywności pożytku, wykrywanie rójk i rabunku, kontrola zapasów zimowych (Meikle i in., 2018)	Ocena jakości i ciągłości bazy pożytkowej, analiza fenologiczna, identyfikacja luk pożytkowych
Czujniki temperatury i wilgotności	Mikroklimat gniazda (°C, RH%)	Kontrola homeostazy czerwiu, diagnostyka osierocenia, ocena zimowli, kontrola wentylacji (Meikle i in., 2025)	Wskaźnik stresu środowiskowego, wpływ ekstremów pogodowych na kolonie
Mikrofon (analiza akustyczna)	Spektrum dźwięku (Hz), sygnatury częstotliwości	Diagnostyka stanów rojowych i stresowych, wykrywanie osierocenia (Šabić i in., 2025)	Wskaźnik poziomu niepokoju kolonii, detekcja subletalnego wpływu pestycydów
Licznik pszczół (IR/ video AI)	Bilans wylotów i powrotów, intensywność oblotów	Ocena siły rodziny i dynamiki oblotów (Barascou i in., 2023)	System wczesnego ostrzegania (EWS) o zatruciach, wskaźnik strat dziennych
Analizator gazów (VOCs)	Profil lotnych związków organicznych (biomarkery)	Wczesna diagnostyka chorób pasożytniczych i bakteryjnych (Bąk i in., 2022)	Ocena stanu zdrowotnego populacji zapylaczy w regionie, biomarker stresu środowiskowego

Źródło: Opracowanie własne.

3.2 Znaczenie integracji danych w modelach doradczych

Integracja danych z wymienionych systemów sensorycznych stanowi kluczowy etap w tworzeniu inteligentnych platform doradczych (Šabić i in., 2025). Połączenie danych wagowych, akustycznych, mikroklimatycznych i środowiskowych pozwala na opracowanie algorytmów predykcyjnych (Turyagyenda i in., 2025), które umożliwiają wczesne wykrywanie zaburzeń równowagi kolonii oraz reagowanie na zmiany w środowisku rolniczym. Przetwarzanie wielowymiarowych danych telemetrycznych z zastosowaniem metod uczenia maszynowego (machine learning) i analizy szeregów czasowych umożliwia budowę modeli prognostycznych, które wspierają doradców rolnych w podejmowaniu decyzji dotyczących terminów oprysków, rozmieszczenia pasiek oraz oceny wpływu praktyk agrotechnicznych na zapylacze.

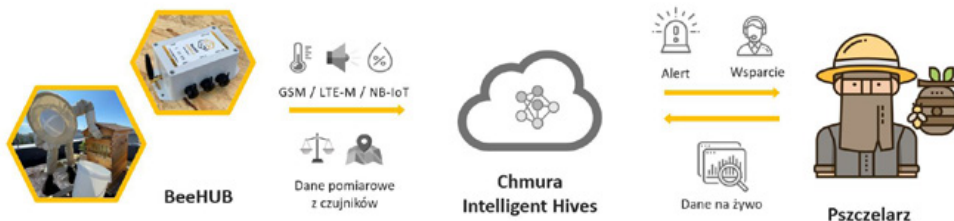
Zintegrowane platformy, takie jak polski system BeeHUB, stanowią przykład rozwiązań, które łączą funkcje diagnostyczne, predykcyjne i doradcze w jednym ekosystemie technologicznym. Dzięki temu możliwe jest nie tylko monitorowanie kondycji rodzin pszczelich, ale również wykorzystanie danych zbiorczych do modelowania zjawisk środowiskowych w skali krajobrazu rolniczego (Kotovs i in, 2025).

4. Dyskusja

Analiza literatury oraz krajowych wdrożeń z lat 2020–2025 pozwala na sformułowanie funkcjonalnego modelu, w którym inteligentny ul pełni podwójną rolę: narzędzia diagnostycznego dla pszczelarza i źródła danych środowiskowych dla doradcy rolniczego. Model ten jest aktywnie rozwijany w Polsce, szczególnie przez ośrodki badawcze i przedsiębiorstwa technologiczne, takie jak Intelligent Hives, które tworzą i implementują platformę BeeHUB.

Rysunek 1

Przykładowy schemat działania polskiego systemu do monitorowania uli



Źródło: Opracowanie własne.

System ten integruje sensory środowiskowe, komunikację LTE-M/NB-IoT oraz analitykę opartą na sztucznej inteligencji, tworząc kompleksową infrastrukturę dla pszczelarstwa precyzyjnego i doradztwa rolniczego opartego na danych.

W celach ilustracyjnych oraz w odniesieniu do danych technicznych w dyskusji wykorzystanych przytoczono również specyfikację jednego z krajowych rozwiązań telemetrii do monitorowania uli, urządzenia BeeHUB Queen, opracowanego przez Intelligent Hives (Hives, 2025).

Urządzenie to stanowi zintegrowaną platformę pomiarową, obejmującą:

- elektroniczną wagę (dokładność 0,1 kg),
- czujniki temperatury i wilgotności (dokładność $\pm 0,1$ °C i $\pm 0,1$ % RH),
- czujnik akustyczny (analiza dźwięków w zakresie do 3 kHz),
- moduł GSM LTE-M/NB-IoT z komunikacją w protokołach MQTT/HTTPS/CoAP,

- panel solarny z kontrolerem MPPT oraz akumulator Li-Ion,
- integrację z aplikacją BeeHUB.app i alertami opartymi na danych telemetrycznych. Urządzenie posiada pełną klasę szczelności IP66 i obsługuje transmisję do chmury wraz z funkcją zdalnej aktualizacji firmware OTA. Specyfikacja BeeHUB Queen została wykorzystana jako odniesienie dla charakterystyki parametrów technicznych systemów IoT opisywanych w artykule.

Mimo że w artykule omówiono jedno z polskich rozwiązań komercyjnych, analiza ma charakter ilustracyjny, a nie promocyjny, i służy wskazaniu możliwości oraz ograniczeń technologii telemetrycznych w praktyce. Zaprezentowane dane i specyfikacje mają na celu zilustrowanie funkcjonalności rozwiązań IoT w kontekście biomonitoringu środowiskowego oraz ich potencjalnego zastosowania w doradztwie rolniczym.

4.1. Diagnostyka prewencyjna: wsparcie zarządzania pasieką

Efektywny biomonitoring, który stanowi podstawę dla systemu doradczego, wymaga zdrowych, silnych i stabilnych rodzin pszczelich pełniących funkcję jednostek wskaźnikowych. Narzędzia pszczelarstwa precyzyjnego, umożliwiające ciągły nadzór nad kondycją kolonii, stanowią zatem warunek konieczny dla uzyskania wiarygodnych danych środowiskowych.

Platformy IoT, takie jak BeeHUB, integrują dane z czujników pomiarowych, obejmujących sygnały akustyczne, temperaturę, wilgotność, wagę i aktywność wylotową. Zastosowanie algorytmów uczenia maszynowego (ML) pozwala na przekształcanie surowych danych telemetrycznych w komunikaty diagnostyczne i alerty wspierające decyzje pszczelarza.

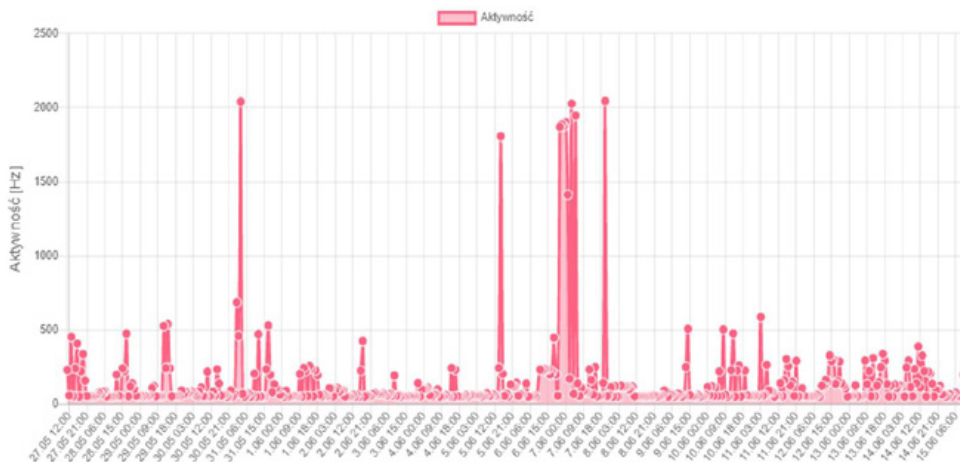
System umożliwiał wykrywanie zjawisk krytycznych, które w tradycyjnych metodach obserwacji mogłyby pozostać niezauważone.

Rójka

Zdarzenie to jest sygnalizowane przez równoczesne wystąpienie gwałtownego spadku masy ula o 1–2 kg (Danieli i in., 2023), wzrost aktywności akustycznej w paśmie 400–500 Hz oraz podwyższenie temperatury w strefie czerwiu do 35–36°C. Takie sprzężenie parametrów umożliwia natychmiastową identyfikację fazy przygotowania do rójki i wdrożenie działań zapobiegawczych (Abdollahi i in., 2022).

Rysunek 2

Zmiany akustyki ula przed i po wyrojeniu w panelu aplikacji BeeHUB – Intelligent Hives



Źródło: Opracowanie własne.

Dodatkowym potwierdzeniem tezy o synergii parametrów zwiastujących rójkę są dane akustyczne pozyskane z systemu BeeHUB. Na poniższym wykresie (Rysunek 2) przedstawiono wartości dominujących częstotliwości akustycznych zarejestrowanych w ulu w okresie kilkudziesięciu dni przed i po wyrojeniu.

Charakterystyczne było wyraźne zagęszczenie i eskalacja aktywności akustycznej w zakresie powyżej 1000 Hz, osiągające maksima blisko 2000–2500 Hz w dniach poprzedzających wyjście roju. Wzorzec ten wyraźnie odbiega od tła akustycznego kolonii w stanie stabilnym, w którym dominują częstotliwości poniżej 400–500 Hz.

Rejestrowane piki częstotliwości, rosnąca amplituda oraz zmienność sygnału wskazują na wysokie pobudzenie wewnątrz kolonii. W literaturze opisano ten stan jako „mobilizację rojową” (Abdollahi i in., 2022), w którym pszczoły emitują wzmoczone sygnały dźwiękowe związane z dezorganizacją i przygotowaniem do opuszczenia gniazda (Ferrari i in., 2008).

Interpretacja tego typu danych akustycznych, zwłaszcza w zestawieniu z równoczesnym spadkiem masy ula oraz wzrostem temperatury czerwii, pozwala z dużą trafnością identyfikować stan rojowy z wyprzedzeniem. Włączenie wykresów akustycznych do panelu diagnostycznego systemu telemetrycznego zwiększa precyzję predykcji i umożliwia pszczelarzowi podjęcie działań prewencyjnych, takich jak odciążanie ramek, poszerzenie gniazda czy zastosowanie ulika odkładowego.

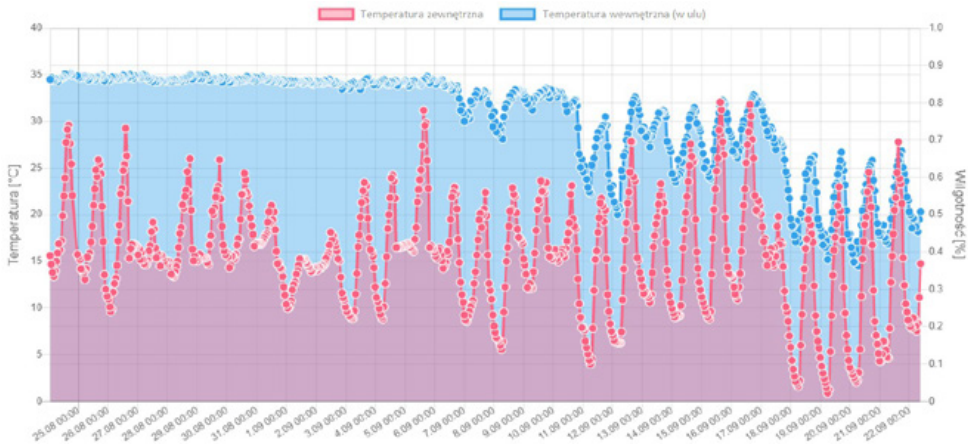
W praktyce system BeeHUB umożliwia identyfikację wzorców akustycznych zwiastujących rójkę nawet z wyprzedzeniem do dwóch tygodni, co daje pszczelarzowi realne szanse na podjęcie działań zapobiegawczych.

Osierocenie rodziny pszczelej (utrata matki)

Charakteryzuje się stopniowym spadkiem temperatury w rejonie czerwiu poniżej 32°C oraz pojawieniem się charakterystycznego widma akustycznego z pikiem w okolicach 250 Hz, określanego jako „płacz rodziny”. Wczesna detekcja pozwala na szybką interwencję i uniknięcie rozpadu kolonii (Abdollahi i in., 2022).

Rysunek 3

Zmiana temperatury w centrum gniazda pszczelego w okresie zahamowania czerwienia (panel aplikacji BeeHUB - Intelligent Hives)



Źródło: Opracowanie własne.

W literaturze naukowej utrata matki wiązana jest ze spadkiem temperatury w strefie czerwiu, zwykle poniżej 32°C, co odzwierciedla zaprzestanie intensywne dogrzewania gniazda przez robotnice. Brak aktywnego czerwienia oznacza, że kolonia przestaje utrzymywać wysoką temperaturę wymaganą do prawidłowego rozwoju larw.

Na przedstawionym wykresie (Rysunek 3), pochodzącym z systemu BeeHUB (moduł BeeHUB Queen), widoczny jest długotrwały spadek temperatury rdzenia ula o około 2–3°C poniżej typowego poziomu dla aktywnego czerwienia. Zmiana ta koreluje z zaobserwowanym w pasiece zahamowaniem czerwienia i funkcjonowaniem rodziny jako tzw. ul bezmatkowy.

Oprócz sygnału termicznego, utracie matki często towarzyszy również specyficzny wzorec akustyczny – wzrost energii sygnału w paśmie około 240–260 Hz, określanego jako tzw. „płacz rodziny” (Ferrari i in., 2008). Zastosowanie zinte-

growanych systemów analitycznych, łączących pomiar temperatury, widma akustycznego i aktywności wylotowej, pozwala wykrywać ten stan z dużą trafnością (Uthoff i in., 2023).

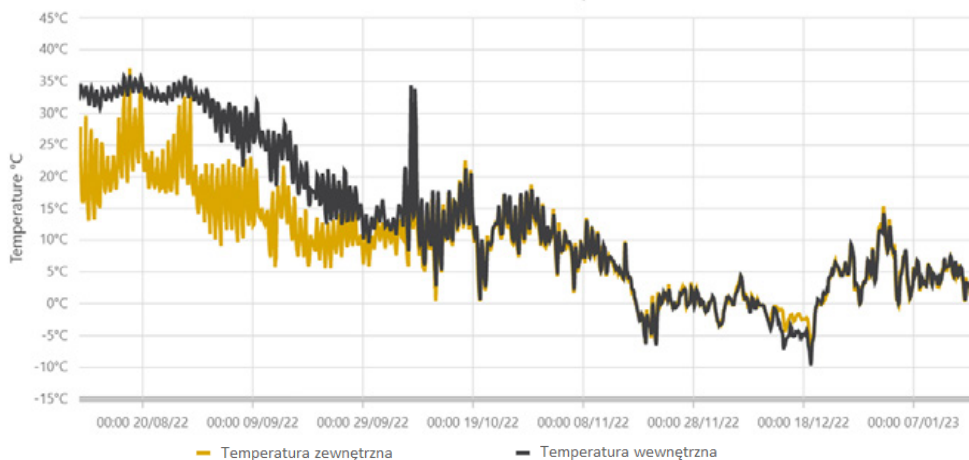
W badaniu przeglądowym (Abdollahi i in., 2022) podkreślono, że osierocenie kolonii można zidentyfikować na podstawie zmiany charakterystyki akustycznej, nawet bez bezpośredniego otwierania ula. Systemy te porównują zarejestrowane sygnały do wzorców uczenia maszynowego, które klasyfikują stan rodziny jako osierocony, rojowy lub stabilny. Wczesna detekcja utraty matki pozwala uniknąć rozpadu struktury rodziny i umożliwia pszczelarzowi natychmiastowe podjęcie interwencji, np. przez poddanie matki zapasowej.

Kryzys zimowy i ryzyko głodu

Analiza wagowa pozwala na ocenę tempa zużycia zapasów w okresie zimowli. Kluczowym sygnałem ostrzegawczym jest przyspieszenie spadku masy ula przy jednoczesnym wzroście temperatury kłębu powyżej 32°C, co świadczy o przedwczesnym rozpoczęciu czerwienia. Zjawisko to znacząco zwiększa zużycie zapasów i może prowadzić do śmierci rodziny przed nadejściem wiosny (Meikle i in., 2018).

Rysunek 4

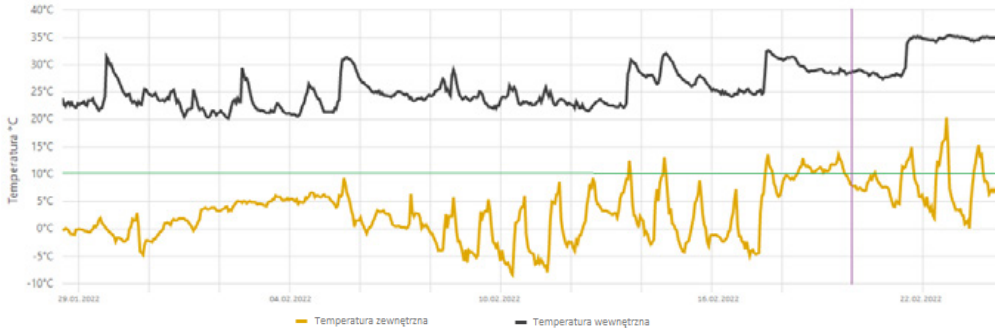
Śmierć rodziny pszczelej ze względu na głód (panel aplikacji BeeHUB – Intelligent Hives)



Źródło: Opracowanie własne.

Jednym z najgroźniejszych zagrożeń w okresie zimowli jest kryzys energetyczny prowadzący do śmierci głodowej kolonii pszczelej. Na podstawie danych telemetrycznych z platformy BeeHUB Queen można zidentyfikować krytyczne momenty związane z gwałtownym spadkiem masy ula w połączeniu z nienaturalnym wzrostem temperatury kłębu.

Rysunek 5

**Narastająca dynamika temperatury wewnątrz kłębu
(panel aplikacji BeeHUB - Intelligent Hives)**

Źródło: Opracowanie własne.

Na wykresie (Rysunek 5) obserwujemy narastającą dynamikę temperatury wewnątrz kłębu do poziomu 33–34°C, co sugeruje rozpoczęcie czerwienia, zjawisko szczególnie niebezpieczne w okresie zimowym, gdy brak naturalnych pożytków. W efekcie doszło do wyczerpania rezerw energetycznych i śmierci całej rodziny.

W badaniu (Meikle i in., 2018) wykazano, że nagły spadek masy ula w zimie w połączeniu ze wzrostem temperatury „rdzenia” to jednoznaczny sygnał alarmowy. Pszczoły, które wchodzą w tryb czerwienia w styczniu lub lutym, zużywają nawet dwukrotnie więcej zapasów niż w stanie spoczynku. Przedwczesne czerwienie wywołane nietypowo ciepłą zimą (Rajagopalan i in., 2024) skutkuje szybkim zużyciem miodu, co zwiększa ryzyko śmierci rodziny przed nadejściem wiosny.

Systemy telemetryczne, takie jak BeeHUB, umożliwiają pszczelarzom wykrycie tego zjawiska z wyprzedzeniem, dzięki temu możliwe jest wdrożenie interwencji ratunkowej, np. przez podanie ciasta cukrowego lub przesiedlenie rodziny do innego ula.

Patologie biologiczne

Zastosowanie czujników akustycznych i gazowych umożliwia wczesną diagnostykę chorób. Infekcja pasożytem *Varroa destructor* powoduje wzrost aktywności akustycznej w zakresie około 325 Hz, co stanowi charakterystyczny sygnał stresu kolonii. Z kolei analiza składu gazów (VOCs) umożliwia wykrycie biomarkerów patogenów, takich jak *Paenibacillus larvae* (zgnilec amerykański), jeszcze przed wystąpieniem objawów klinicznych (Bąki in., 2022). Takie podejście pozwala na wczesne wdrażanie działań prewencyjnych i ograniczenie strat.

okresie obserwuje się wyraźną asymetrię – liczba przylotów jest istotnie niższa niż liczba wylotów, co prowadzi do ujemnego bilansu dziennego, definiowanego jako wskaźnik strat zbieraczek. Analogiczne wzorce mogą jednak wystąpić w sezonie letnim jako efekt ostrego zatrucia środowiskowego.

W tym konkretnym przypadku przyczyną takiego trendu jest naturalna sezonowa degeneracja kolonii w okresie jesiennym, starsze robotnice umierają, a ich liczba nie jest już uzupełniana przez nowe pokolenia. Niemniej jednak, identyczna dynamika (masowy wylot bez powrotów) może wystąpić w okresie wiosennym lub letnim jako skutek ostrego zatrucia pestycydowego, np. po oprysku kwitnących upraw środkami owadobójczymi.

Badania (Borlinghaus i in., 2022) oraz (Hung i in., 2024) potwierdzają, że nagły i skorelowany wzrost dziennych strat pszczół może być najczulszym wczesnym wskaźnikiem toksycznego incydentu środowiskowego. Dane z liczników takich jak BeeHUB pozwalają nie tylko na identyfikację nieprawidłowości, ale też na lokalizację geograficzną zjawiska, szczególnie, gdy wiele uli w danym regionie zgłasza podobną anomalie.

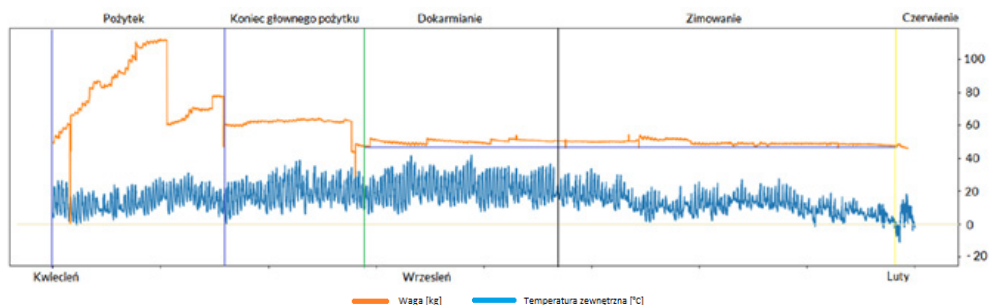
Doradca rolny, analizując dane telemetryczne oraz kalendarz zabiegów agrotechnicznych i warunki meteorologiczne (np. kierunek wiatru), może wyciągnąć wnioski diagnostyczne, zainicjować interwencję edukacyjną oraz zaproponować korektę praktyk w celu ograniczenia ryzyka ekspozycji zapylaczy w przyszłości.

Ocena jakości bazy pożytkowej i wpływu zmian klimatu

Dane wagowe z sieci uli umożliwiają analizę dynamiki ETT w skali krajobrazu. Stabilne przyrosty masy świadczą o ciągłości pożytku, natomiast okresy stagnacji i spadków masy wskazują na tzw. „luki pożytkowe”. Dane te pozwalają doradcom oceniać strukturę krajobrazu rolniczego oraz rekomendować wprowadzenie pasów kwiatnych i poplonów miododajnych (Czekońska i in., 2023). W dłuższej perspektywie wieloletnie analizy umożliwiają obserwację zmian fenologicznych, co stanowi ważny wskaźnik wpływu zmian klimatycznych na ekosystemy rolnicze.

Rysunek 7

Dane z wagi pasiecznej BeeHUB Queen (pomarańczowy) i temperatury zewnętrznej (niebieski) w całym okresie roku 2023



Zródło: Opracowanie własne.

Na powyższym wykresie (Rysunek 7) przedstawiono zmianę masy ula oraz temperatury zewnętrznej w układzie sezonowym. Zaobserwowano wyraźny okres dynamicznego przyrostu masy w miesiącach wiosennych (kwiecień–czerwiec), odpowiadający intensywnemu pożytkowi, a następnie zatrzymanie wzrostów i stagnację od połowy czerwca, co wskazywało na koniec głównego pożytku. W dalszym okresie (lipiec–wrzesień) masa ula pozostaje względnie stabilna mimo utrzymujących się wysokich temperatur, co może świadczyć o występowaniu tzw. luki pożytkowej.

Zarejestrowane dane telemetryczne odzwierciedlają zatem cykl fenologiczny pożytków miododajnych w danym krajobrazie rolniczym. Tego typu wzorce są istotnym wskaźnikiem nieciągłości bazy pokarmowej dla zapylaczy – szczególnie w regionach zdominowanych przez monokultury. Brak pożytku w drugiej połowie sezonu zwiększa ryzyko osłabienia rodzin pszczelich i może prowadzić do spadku efektywności zapylania roślin późnych lub upraw warzywnych.

Dane wagowe, agregowane z wielu lokalizacji, pozwalają doradcom rolnym analizować jakość bazy pożytkowej w skali krajobrazu oraz planować interwencje, takie jak wprowadzenie pasów kwiatnych, poplonów miododajnych czy optymalizację rotacji upraw. W literaturze (Meikle i in., 2018; Czekońska i in., 2023) podkreśla się, że dane telemetryczne z uli umożliwiają również długoterminowe śledzenie przesunięć sezonów pożytkowych, które często są skutkiem zmian klimatu (np. wcześniejsze kwitnienie roślin lub przesunięcie szczytu nektarowania).

W przypadku zaobserwowanym na wykresie (Rysunek 7) z systemu BeeHUB Queen, okres stagnacji wagowej mimo korzystnych warunków pogodowych stanowi obiektywny dowód na niedobór pożytku w kluczowym okresie letnim. Tego typu dane powinny być punktem wyjścia do interwencji krajobrazowych poprawiających dostępność pokarmu dla zapylaczy.

Synergia zagrożeń pestycydowych i termicznych

Badania wskazują, że połączenie ekspozycji na pestycydy i wysokich temperatur znacząco zwiększa śmiertelność pszczół. Integracja danych środowiskowych i biologicznych pozwala na dynamiczne zarządzanie ryzykiem (Alburaki i in., 2023). Doradca rolny może na tej podstawie opracować lokalne zalecenia, np. o wstrzymaniu oprysków w rejonach, w których zarejestrowano wysoką aktywność lotną zapylaczy i temperatury powyżej 30°C.

Polski kontekst technologiczny

Krajowe przedsiębiorstwa, takie jak Intelligent Hives, dostosowują rozwiązania sprzętowe i programowe do lokalnych realiów, m.in. uli typu wielkopolskiego. Tworzy to podstawę dla budowy ogólnopolskiej sieci biomonitoringu, którą w przyszłości mogą współtworzyć Ośrodki Doradztwa Rolniczego (ODR), integrując dane z pasiek referencyjnych i gospodarstw rolnych (Danieli i in., 2023).

Tabela 2

Matryca decyzyjna dla doradcy rolnego oparta na danych z sieci inteligentnych uli

Obserwowana anomalia (dane z sieci IoT)	Prawdopodobna przyczyna środowiskowa	Źródło danych (sensor)	Rekomendacja lub działanie doradcy rolnego
Nagły i regionalny wzrost wskaźnika strat dziennych	Ostre zatrucie pestycydami	Liczniki pszczół	Weryfikacja rejestrów oprysków, interwencja i działania edukacyjne
Gwałtowne zakończenie przyrostów masy mimo sprzyjającej pogody	Zanik pożytków pokwitnieniemonokultury	Wagi precyzyjne	Rekomendacja wprowadzenia pasów kwiatnych i poplonów miododajnych
Utrzymująca się wysoka śmiertelność w dniach upałów	Synergiczny stres termiczny i toksykologiczny	Liczniki+czujniki temperatury	Wydanie zaleceń o wstrzymaniu zabiegów ŚOR w czasie maksymalnej aktywności zapylaczy
Systematyczne przesunięcie momentu pierwszego pożytku	Wpływ zmian klimatu na fenologię roślin	Wagi precyzyjne	Formułowanie zaleceń doradczych dotyczących optymalnych terminów siewów i zabiegów agrotechnicznych

Źródło: Opracowanie własne.

4.3. Transparentność łańcucha dostaw i budowanie zaufania

Wdrożenie systemów IoT i biomonitoringu generuje koszty inwestycyjne, dlatego istotnym czynnikiem wspierającym ich rozwój jest aspekt ekonomiczny, związany z tworzeniem przejrzystych i zaufanych łańcuchów dostaw. Integracja danych z sensorów IoT z technologią blockchain umożliwia tworzenie niepodważalnych, zdecentralizowanych rejestrów dokumentujących pochodzenie produktów pszczelich i rolniczych (Almiani i in., 2025).

W tym modelu kluczowe dane z ula, takie jak lokalizacja pasieki, data miodobrania, parametry mikroklimatu oraz wyniki pomiarów środowiskowych, są automatycznie zapisywane w łańcuchu bloków. Konsument, skanując kod QR na etykiecie produktu, uzyskuje dostęp do pełnej historii jego pochodzenia, w tym potwierdzenia braku przypadków zatruc zapylaczy w danym regionie.

Takie rozwiązanie zamyka cykl wartości doradztwa rolniczego. Doradca promuje dobre praktyki, które są weryfikowane przez sieć inteligentnych uli, a ich wiarygodność jest potwierdzana przez system blockchain. Dzięki temu dane środowiskowe stają się elementem certyfikacji ekologicznej i budowania przewagi rynkowej producentów. System ten przekształca doradztwo rolnicze z funkcji kosztowej w realne narzędzie tworzenia wartości ekonomicznej i społecznej.

4.4. Wdrożeniowe perspektywy w Polsce

Rozwój inteligentnych uli jako elementu infrastruktury doradztwa rolniczego stwarza realną możliwość włączenia tych technologii do krajowych systemów instytucjonalnych, takich jak Ośrodki Doradztwa Rolniczego (ODR), Krajowy Ośrodek Wsparcia Rolnictwa (KOWR), Agencja Restrukturyzacji i Modernizacji Rolnictwa (ARiMR) czy Narodowe Centrum Badań i Rozwoju (NCBR). Platforma BeeHUB, rozwijana przez polskiego producenta i przystosowana do krajowych warunków pszczelarskich (np. typ uli wielkopolskich, język interfejsu, zasilanie solarne), stanowi gotowe rozwiązanie możliwe do wdrożenia w skali regionalnej i ogólnopolskiej.

Z perspektywy ODR, sieć referencyjnych uli telemetrycznych może służyć jako lokalne systemy wczesnego ostrzegania (EWS), monitorujące stan zapylaczy i sygnalizujące zagrożenia środowiskowe (np. zatrucia, luka pożytkowa). Doradcy terenowi, posiadający dostęp do panelu diagnostycznego BeeHUB, mogliby w czasie rzeczywistym formułować zalecenia dla rolników i pszczelarzy w zakresie terminów zabiegów ŚOR, lokalizacji pasów kwietnych czy wspólnego planowania płodozmianów.

Instytucje wdrażające programy wsparcia (np. ARiMR) mogłyby wykorzystać dane telemetryczne z pasiek jako element monitorowania realizacji programów wsparcia rolnictwa zrównoważonego, przykładowo w ramach dopłat do praktyk proekologicznych (ekoschematów) lub weryfikacji przestrzegania zasad ochrony zapylaczy w gospodarstwach ekologicznych. Dane z inteligentnych uli mogą pełnić funkcję wskaźników środowiskowych (KPI) dla programów interwencji publicznej w następujący sposób:

- **Weryfikacja ciągłości pożytku (jakości ekoschematów):** Dane wagowe, a konkretnie dynamika Efektywnego Czasu Trofalaktycznego (ETT), mogą stanowić KPI mierzący skuteczność wprowadzania pasów kwietnych i poplonów miododajnych. Wysoka, stabilna dynamika dobowych przyrostów masy (ETT) w regionie pasów kwietnych może obiektywnie potwierdzać, że praktyka proekologiczna zapewnia zapylaczom ciągłość bazy pokarmowej, będąc tym samym miernikiem KPI dla danego ekoschematu.
- **Minimalizacja strat zapylaczy:** Wskaźnik strat dziennych (obliczany na podstawie bilansu wylotów i powrotów z liczników pszczół) może być przyjęty jako kluczowy wskaźnik zagrożenia środowiskowego. System publiczny mógłby monitorować ten KPI w czasie rzeczywistym, generując automatyczne alerty do służb kontrolnych (np. Inspekcji Ochrony Roślin) lub doradców w przypadku regionalnych anomalii. W ten sposób, minimalizacja skorelowanych regionalnie wzrostów wskaźnika strat staje się mierzalnym celem KPI dla realizacji polityk ochrony zapylaczy.

- **Ocena wpływu zmian klimatu:** Długoterminowa analiza KPI opartego na przesunięciach fenologicznych (np. moment rozpoczęcia i zakończenia głównego pożytku, mierzony dynamiką masy) może służyć do oceny wpływu zmian klimatycznych na ekosystemy rolnicze i do odpowiedniej korekty programów wsparcia w kolejnych latach.

Równolegle, wdrożenia demonstracyjne lub pilotażowe w skali wojewódzkiej mogłyby zostać objęte wsparciem ze strony NCBR, w ramach programów badawczo-rozwojowych typu „Ścieżka dla Mazowsza”, „Agrotech” czy „Proof of Concept”. Istnieje również potencjał do integracji tych rozwiązań w ramach Krajowej Strategii Inteligentnych Specjalizacji (RIS3), w obszarze bioekonomii, cyfryzacji rolnictwa i technologii dla środowiska.

Dodatkowo, wykorzystanie platform takich jak BeeHUB w gminach wiejskich może służyć budowie lokalnych strategii zarządzania bioróżnorodnością i promocji produktów pszczelich o zweryfikowanym pochodzeniu (współpraca z LGD, klastrami rolnymi czy JST). Transparentność zapewniana przez integrację z blockchain wspiera budowanie regionalnych marek produktów premium, co może być wspierane przez programy rozwoju obszarów wiejskich (PROW) lub fundusze krajowe FEnIKS i FEREC.

Podsumowując, inteligentne ule wdrażane jako sieć IoT zarządzana przez instytucje publiczne, prywatne lub wspólne (PPP), mogą pełnić rolę strategicznej infrastruktury danych środowiskowych i stać się fundamentem transformacji doradztwa rolniczego w kierunku zrównoważonego i precyzyjnego zarządzania krajobrazem rolniczym.

4.5. Etyczne i konsumenckie aspekty automatyzacji pszczelarstwa

Rozwój technologii monitoringu ula niesie nie tylko korzyści informacyjne, lecz także rodzi pytania o granice ingerencji w naturalny charakter produktów pszczelich i dobrostan samych owadów. Choć systemy IoT w pszczelarstwie są projektowane jako nieinwazyjne i działające pasywnie, ich ciągła obecność w gnieździe, pomimo braku mechanicznych elementów ingerujących bezpośrednio w strukturę ula, co może wpływać na mikroklimat, pola elektromagnetyczne lub wzorce zachowań pszczół. Do tej pory badania nie wykazały jednoznacznych, negatywnych skutków funkcjonowania czujników na kolonię (Abdollahi i in., 2022; Šabić i in., 2025), jednak potrzeba dalszych, długoterminowych analiz nad wpływem środowisk cyfrowych na fizjologię i etologię pszczół.

Z punktu widzenia konsumenta, coraz częściej pojawia się pytanie, czy miód wytworzony w pasiekach objętych ścisłym monitoringiem może nadal być uznawany za w pełni „naturalny” produkt. Odpowiedzią na te wątpliwości może być transparentność, zapewniana przez integrację danych telemetrycznych z syste-

mami rejestrów rozproszonych (blockchain). Umożliwia ona pełną identyfikowalność produktu, od lokalizacji pasieki, przez historię mikroklimatu i kondycję rodziny, aż po brak przypadków zatruc czy chorób. Takie podejście wpisuje się w koncepcję „nowej naturalności”, opartej nie na braku technologii, lecz na jej świadomym i etycznym wykorzystaniu do wzmocnienia jakości i autentyczności produktu.

Zarówno z perspektywy etycznej, jak i rynkowej, kluczowe jest zatem budowanie zaufania poprzez certyfikację środowiskową i transparentną komunikację z konsumentem. Dane zbierane przez inteligentne ule, jeśli zostaną właściwie udostępnione, mogą służyć nie tylko do zarządzania pszczołami i doradztwa rolniczego, ale również jako narzędzie budowania reputacji gospodarstw produkujących miód zgodnie z zasadami zrównoważonego rozwoju.

4.6. Ograniczenia i wyzwania

Pomimo licznych korzyści związanych z wdrażaniem systemów telemetrycznych w pasiekach, należy mieć świadomość ograniczeń i barier, które mogą utrudniać ich upowszechnienie oraz skuteczne wykorzystanie w doradztwie rolniczym i ochronie bioróżnorodności.

Jednym z głównych wyzwań pozostaje koszt jednostkowy zakupu i utrzymania inteligentnego ula. Systemy takie jak BeeHUB, mimo rosnącej dostępności, wymagają inwestycji w sprzęt (sensory, jednostki komunikacyjne, źródła zasilania) oraz infrastrukturę cyfrową (transmisję danych, serwery, utrzymanie platformy chmurowej). W mniejszych pasiekach czy regionach o niskiej dochodowości gospodarstw bariera finansowa może ograniczać skalę wdrożenia, a tym samym reprezentatywność danych środowiskowych.

Dane telemetryczne z uli, choć obiektywne, wymagają specjalistycznej wiedzy do prawidłowej analizy. Bez odpowiedniego szkolenia doradców i pszczelarzy istnieje ryzyko błędnych wniosków, np. utożsamienia naturalnych zmian sezonowych z patologiami lub mylenia symptomów osierocenia z rójką. Odpowiednie przygotowanie kadry i stworzenie intuicyjnych interfejsów analitycznych są niezbędne, aby uniknąć niewłaściwych decyzji.

Obecnie większość rozwiązań telemetrycznych funkcjonuje w ramach zamkniętych ekosystemów, z odmiennymi formatami danych, metodami transmisji i standardami pomiarów. Brak interoperacyjności między systemami utrudnia tworzenie krajowych lub europejskich platform integrujących dane z różnych źródeł. Standaryzacja protokołów i interfejsów aplikacji (API) oraz wypracowanie wspólnych definicji wskaźników środowiskowych (np. wskaźnika strat dziennych czy anomalii termicznych) są warunkiem koniecznym dla rozwoju skalowalnych systemów biomonitoringu.

5. Podsumowanie i wnioski

Analiza literatury oraz wdrożeń technologicznych z lat 2020–2025 jednoznacznie potwierdza tezę niniejszego artykułu. Inteligentne ule, w szczególności w kontekście rozwoju polskich systemów Internetu Rzeczy (IoT), takich jak platforma Be-eHUB, przechodzą transformację z narzędzia stosowanego w ramach Pszczelarstwa Precyzyjnego w skalowalną, autonomiczną infrastrukturę biomonitoringu środowiskowego. Otwiera to nowe perspektywy dla doradztwa rolniczego, w którym dane telemetryczne z pasiek stają się wiarygodnym i mierzalnym źródłem informacji o stanie ekosystemu rolniczego.

Zastosowanie systemów IoT w pszczelarstwie umożliwia obiektywizację danych środowiskowych, stanowiących podstawę oceny wpływu praktyk agrotechnicznych na zapylacze i bioróżnorodność. Dane pochodzące z sieci inteligentnych uli mogą być wykorzystywane do weryfikacji wdrażania polityk zrównoważonego rozwoju, w tym założeń Europejskiego Zielonego Ładu oraz do budowy lokalnych strategii ochrony zapylaczy.

Doradcy rolni uzyskują tym samym nowe narzędzia analityczne, obejmujące systemy wczesnego ostrzegania (EWS) o ostrych zagrożeniach środowiskowych, takich jak zatrucia pestycydowe, oraz narzędzia do strategicznej oceny jakości bazy pożytkowej i bioróżnorodności w krajobrazie rolniczym. Integracja danych w czasie rzeczywistym umożliwia ponadto dynamiczne zarządzanie ryzykiem, które uwzględnia współdziałanie czynników klimatycznych, pogodowych i biologicznych, zastępując dotychczasowe, statyczne modele kalendarzowe.

W kontekście praktycznym rekomenduje się włączanie pilotażowych programów wdrażania sieci inteligentnych uli do strategii doradczych Ośrodków Doradztwa Rolniczego (ODR), zwłaszcza w regionach o intensywnej produkcji rolnej. Kluczowe znaczenie ma również prowadzenie szkoleń dla doradców rolnych w zakresie metod interpretacji danych telemetrycznych z pasiek oraz ich korelacji z praktykami agrotechnicznymi. Należy także aktywnie promować rozwiązania oparte na integracji IoT i technologii blockchain, które umożliwiają waloryzację i certyfikację produktów rolnych pochodzących z gospodarstw dbających o ochronę zapylaczy.

W perspektywie badawczej konieczne jest podjęcie prac nad standaryzacją protokołów danych między różnymi systemami IoT, co pozwoli na interoperacyjność krajowych i międzynarodowych sieci monitoringu. Wymagany jest dalszy rozwój modeli predykcyjnych AI/ML, szczególnie w zakresie diagnostyki chorób pszczoł na podstawie sygnałów akustycznych i analizy lotnych związków organicznych (VOCs). Równolegle należy prowadzić badania nad efektywnością ekonomiczną oraz barierami wdrożeniowymi masowych sieci biomonitoringu środowiskowego w Polsce, aby umożliwić ich praktyczne wykorzystanie w skali krajowej.

LITERATURA

1. Abdollahi, M., Giovenazzo, P., & Falk, T. H. (2022). Automated beehive acoustics monitoring: A comprehensive review of the literature and recommendations for future work. *Applied Sciences*, 12(8), 3920. <https://doi.org/10.3390/app12083920>
2. Alburaki, M. M., Madella, S., & Cook, S. C. (2023). Non-optimal ambient temperatures aggravate insecticide toxicity and affect honey bees *Apis mellifera* L. gene regulation. *Scientific Reports*, 13(1), 3931. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-30264-0>
3. Alleri, M. A., Amoroso, S. M., Catania, P., Lo Verde, G., Orlando, S., Ragusa, E., Sinacori, M., Vallone, M., & Vella, A. J. (2023). Recent developments on precision beekeeping: A systematic literature review. *Journal of Agriculture and Food Research*, 14, 100726. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2023.100726>
4. Almiani, K., Mirza, S. B., Zufferey, C., Alyammahi, K. M., & Lamghari, F. (2025). Fujairah Honey Chain (FHC): A Blockchain Framework for Monitoring Honey Production. *Information*, 16(8), 626. <https://doi.org/10.3390/info16080626>
5. Barascou, L. G., Godeau, U., Pioz, M., Martin, O., Sené, D., Crauser, D., Le Conte, Y., & Alaux, C. (2023). Real-time monitoring of honeybee colony daily activity and bee loss rates can highlight the risk posed by a pesticide. *Science of the Total Environment*, 886, 163928. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.163928>
6. Bąk, B., Szkoła, J., Wilk, J., Artiemjew, P., & Wilde, J. (2022). In-Field Detection of American Foulbrood (AFB) by Electric Nose Using Classical Classification Techniques and Sequential Neural Networks. *Sensors*, 22(3), 1148. <https://doi.org/10.3390/s22031148>
7. Borlinghaus, P., Odemer, R., Tausch, F., Schmidt, K., & Grothe, O. (2022). Honey bee counter evaluation – Introducing a novel protocol for measuring daily loss accuracy. *Computers and Electronics in Agriculture*, 197, 106957. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2022.106957>
8. Brebner, J., & Chittka, L. (2021). Animal cognition: The self-image of a bumblebee. *Current Biology*, 31(4), R207–R209. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2020.12.027>
9. Catalano, P., Della Sala, F., Cavaliere, M., Caputo, C., Pecoraro, D., Crispino, G., Lettera, S., Caioni, G., Esposito, M., Verre, A., Castellone, L., Bianco, E., & Amorena, M. (2024). Use of Honey Bees and Hive Products as Bioindicators to Assess Environmental Contamination in Targeted Areas of the Campania Region (Italy). *Animals*, 14(10), 1446. <https://doi.org/10.3390/ani14101446>
10. Czekońska, K., Łopuch, S., Miścicki, S., Bańkowski, J., & Szabła, K. (2023). Monitoring of hive weight changes in various landscapes. *Apidologie*, 54, 30. <https://doi.org/10.1007/s13592-023-01012-0>
11. Danieli, P. P., Addeo, N. F., Lazzari, F., Manganello, F., & Bovera, F. (2023). Precision beekeeping systems: State of the art, pros and cons, and their application as tools for advancing the beekeeping sector. *Animals*, 14(1), 70. <https://doi.org/10.3390/ani14010070>
12. EFSA Scientific Committee, More, S., Bampidis, V., Benford, D., Bragard, C., Hall-dorsson, T., Hernández-Jerez, A., Hougaard Bennekou, S., Koutsoumanis, K., Macher, K., Naegeli, H., Nielsen, S. S., Schlatter, J., Schrenk, D., Silano, V., Turck, D.,

- Younes, M., Arnold, G., ... Rortais, A. (2021). A systemsbased approach to the environmental risk assessment of multiple stressors in honey bees. *EFSA Journal*, 19(5), e06607. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2021.6607>
13. Ferrari, S. S., Silva, M., Guarino, M., & Berckmans, D. (2008). Monitoring of swarming sounds in bee hives for early detection of the swarming period. *Computers and Electronics in Agriculture*, 64(1), 72–77. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2008.05.010>
 14. Hives, I. (2025, 09 30). *Intelligent Hives - Monitoring Uli z AI*. Pobrano z lokalizacji Intelligent Hives - Monitoring Uli z AI: <https://intelligenthives.eu/pl/how-it-works.html>
 15. Hristov, P., Shumkova, R., Palova, N., & Neov, B. (2020). Factors associated with honey bee colony losses: A mini-review. *Veterinary Sciences*, 7(4), 166. <https://doi.org/10.3390/vetsci7040166>
 16. Hung, C.-C., & Yiin, L.-M. (2023). Availability of using honeybees as bioindicators of pesticide exposure in the vicinity of agricultural environments in Taiwan. *Toxics*, 11(8), 703. <https://doi.org/10.3390/toxics11080703>
 17. Hung, C.-C., Chang, W.-C., Hsueh, C.-W., & Yiin, L.-M. (2024). Availability of using honeybees and hive products as bioindicators of ambient pesticide exposure in Taiwan. *Toxics*, 12(9), 639. <https://doi.org/10.3390/toxics12090639>
 18. IPBES. (2019). *Global Assessment Report on Biodiversity and Ecosystem Services (Summary for Policymakers)*. https://files.ipbes.net/ipbes-web-prod-public-files/inline/files/ipbes_global_assessment_report_summary_for_policymakers.pdf
 19. Kontogiannis, S. (2024). Beehive smart detector device for the detection of critical conditions that utilize edge device computations and deep learning inferences. *Sensors*, 24(16), 5444. <https://doi.org/10.3390/s24165444>
 20. Kotovs, D., Krievina, A., & Zacepins, A. (2025). Enhancing precision beekeeping by the macrolevel environmental analysis of crowdsourced spatial data. *ISPRS International Journal of GeoInformation*, 14(2), 47. <https://doi.org/10.3390/ijgi14020047>
 21. Liu, J., Zhang, R., Tang, R., Zhang, Y., Guo, R., Xu, G., Chen, D., Huang, Z. Y., Chen, Y., Han, R., & Li, W. (2023). The Role of Honey Bee Derived Aliphatic Esters in the Host-Finding Behavior of *Varroa destructor*. *Insects*, 14(1), 24. <https://doi.org/10.3390/insects14010024>
 22. Meikle, W. G., Holst, N., Colin, T., Weiss, M., Carroll, M. J., McFrederick, Q. S., & Barron, A. B. (2018). Using within-day hive weight changes to measure environmental effects on honey bee colonies. *PLOS ONE*, 13(5), e0197589. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0197589>
 23. Meikle, W. G., & Weiss, M. (2025). Temperature and CO₂ concentration in honey bee hives exhibit circadian rhythms. *Scientific Reports*, 15, 22042. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-03614-3>
 24. Minaud, E. R.D., Rebaudo, F., Mainardi, G., Vardakas, P., Hatjina, F., SteffanDewenter, I., & Requier, F. (2024). Temperature in overwintering honey bee colonies reveals brood status and predicts colony mortality. *Ecological Indicators*, 169, 112961. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2024.112961>
 25. Odemer, R., Jakoby, O., Barth, M., Knäbe, S., Pistorius, J., & Schmidt, K. (2024). Making way for the implementation of automated bee counters in regulatory risk as-

- essment. *Journal of Applied Entomology*, 148(6), 625–631. <https://doi.org/10.1111/jen.13256>
26. Potts, S. G., ImperatrizFonseca, V., Ngo, H. T., Aizen, M. A., Biesmeijer, J. C., Breeze, T. D., Dicks, L. V., Garibaldi, L. A., Hill, R., Settele, J., & Vanbergen, A. J. (2016). Safeguarding pollinators and their values to human wellbeing. *Nature*, 540(7632), 220–229. <https://doi.org/10.1038/nature20588>
 27. Rajagopalan, K., DeGrandiHoffman, G., Pruett, M., Jones, V. P., CorbyHarris, V., Pireaud, J., Curry, R., Hopkins, B., & Northfield, T. D. (2024). Warmer autumns and winters could reduce honey bee overwintering survival with potential risks for pollination services. *Scientific Reports*, 14(1), 5410. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-55327-8>
 28. Šabić, J., Perković, T., Šolić, P., & Šerić, L. (2025). Buzzing with intelligence: A systematic review of smart beehive technologies. *Sensors*, 25(17), 5359. <https://doi.org/10.3390/s25175359>
 29. Terenzi, A., Cecchi, S., & Spinsante, S. (2020). On the importance of the sound emitted by honey bee hives. *Veterinary Sciences*, 7(4), 168. <https://doi.org/10.3390/vet-sci7040168>
 30. Turyagyenda, A., Katumba, A., Akol, R., Nsabagwa, M., & Mkiramweni, M. E. (2025). IoT and machine learning techniques for precision beekeeping: A review. *AI*, 6(2), 26. <https://doi.org/10.3390/ai6020026>
 31. Uthoff, C., Homsí, M. N., & von Bergen, M. (2023). Acoustic and vibration monitoring of honeybee colonies for beekeepingrelevant aspects of presence of queen bee and swarming. *Computers and Electronics in Agriculture*, 205, 107589. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2022.107589>
 32. Vuong, P., Griffiths, A. P., Barbour, E., & Kaur, P. (2024). The buzz about honey-based biosurveys. *NPJ Biodiversity*, 3(1), Article 8. <https://doi.org/10.1038/s44185-024-00040-y>

Drzewa i krzewy iglaste w zadrzewieniach i systemach rolno-leśnych:

Autorzy: dr hab. Marlena Baranowska, dr hab. Robert Korzeniewicz –
Wydział Leśny i Technologii Drewna, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

Wydawca: Centrum Doradztwa Rolniczego w Brwinowie
Oddział w Poznaniu, 2025

Zadrzewienia i systemy rolno-leśne to nie tylko element ochrony przyrody, ale także konkretne wsparcie dla rolnika – poprawiają żyzność gleby, zatrzymują wodę, chronią pola przed wiatrem, a jednocześnie zwiększają różnorodność biologiczną i estetykę krajobrazu. Ten praktyczny poradnik krok po kroku przybliży cechy i wymagania drzew oraz krzewów, ich wartość użytkową oraz potencjalne zastosowanie w gospodarstwie. Dzięki starannie opracowanym wskazówkom rolnik czy doradca znajdzie tu nie tylko informacje teoretyczne, ale przede wszystkim praktyczne instrukcje, które można od razu wykorzystać w terenie – od planowania zadrzewień śródpolnych po wprowadzanie elementów agroleśnictwa do codziennej praktyki rolniczej. Doradztwo w tym zakresie ma kluczowe znaczenie – książka pokazuje, jak dobierać odpowiednie gatunki drzew i krzewów, jak je sadzić i pielęgnować oraz jak łączyć je z produkcją rolniczą, aby uzyskać maksymalne korzyści dla gospodarstwa i środowiska.

Małe przetwórstwo w gospodarstwie rolnym

Autor: Barbara Sałata

Wydawca: Centrum Doradztwa Rolniczego w Brwinowie
Oddział w Radomiu, 2025

Małe przetwórstwo w gospodarstwie rolnym to skuteczny sposób na zwiększenie wartości produkcji, skrócenie łańcucha dostaw oraz bliższe powiązanie gospodarstwa z konsumentem. Broszura w przystępny sposób przedstawia najważniejsze formy prowadzenia takiej działalności oraz omawia podstawowe wymagania prawne, higieniczne i organizacyjne związane z przetwarzaniem żywności. Publikacja ma charakter praktyczny – pomaga rolnikom lepiej zrozumieć dostępne możliwości i ułatwia przygotowanie gospodarstwa do prowadzenia małego przetwórstwa, dostarczając praktycznych wskazówek, które można od razu zastosować w codziennej działalności.

Pełne teksty publikacji dostępne są na stronie: www.cdr.gov.pl
w zakładce

Najnowsze publikacje

**RECENZENCI ARTYKUŁÓW PUBLIKOWANYCH
W „ZAGADNIENIACH DORADZTWA ROLNICZEGO”
W 2025 ROKU**

dr inż. Alicja Auriga

Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie

dr n. med. i n. o zdr. Kamil Barański

Śląski Uniwersytet Medyczny w Katowicach

dr Natalia Bartkowiak-Bakun

Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

dr hab. Marlena Baranowska

Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

dr hab. Paweł Chmieliński, prof. IRWiR PAN

Institut Rozwoju Wsi i Rolnictwa PAN

dr inż. Piotr Czyżowski

Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

dr hab. inż. Dariusz Danielewicz

Politechnika Łódzka

dr hab. Dariusz Drożdżyński

Institut Ochrony Roślin – Państwowy Institut Badawczy

dr Michał Dudek

Institut Rozwoju Wsi i Rolnictwa PAN

dr inż. Wojciech Gil

Institut Badawczy Leśnictwa

dr hab. Tomasz Góral, prof. IHAR

Institut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin – Państwowy Institut Badawczy

dr inż. Elżbieta Haustejn

Politechnika Gdańska

prof. UPP dr hab. Jakub Hadyński

Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

dr inż. Sławomir Janakowski

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

dr Ryszard Jaworski

Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

dr hab. inż. Jan Kamionka, prof. ITP

Instytut Technologiczno-Przyrodniczy – Państwowy Instytut Badawczy

dr inż. Natalia Kartawik

Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

prof. dr hab. Joanna Kobus-Cisowska

Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

dr inż. Piotr Kowal

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

prof. dr hab. Jolanta Kowalska

Instytut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy

dr hab. Agnieszka Kuźniar, prof. KUL

Katolicki Uniwersytet Lubelski Jana Pawła II

dr hab. Jerzy Mańkowski, prof. IWNIRZ

*Instytut Włókien Naturalnych i Roślin Zielarskich –
Państwowy Instytut Badawczy*

dr hab. Anna Murawska, prof. PBŚ

Politechnika Bydgoska im. Jana i Jędrzeja Śniadeckich

prof. dr hab. Marek Mrówczyński

Instytut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy

dr inż. Bartłomiej Papis

Instytut Techniki Budowlanej

st. bryg. dr inż. Mariusz Pecio

Akademia Pożarnicza

dr Krzysztof Pawłowski

Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

prof. UPP dr hab. Katarzyna Przygocka-Cyna

Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

prof. dr hab. Piotr Rybacki

Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

prof. UPP dr hab. Arkadiusz Sadowski

Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

dr hab. Roman Sass, prof. AKP

Akademia Kujawsko-Pomorska

prof. UPP dr hab. Zuzanna Sawińska

Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

dr Marek Sowelo

Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu

dr hab. Dorota Swędrzyńska

Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

prof. dr hab. Piotr Szulc

Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

prof. dr hab. Jan Szopa-Skórkowski

Uniwersytet Wrocławski

dr hab. inż. Marek Szostak, prof. PP

Politechnika Poznańska

dr inż. Stanisław Świtek

Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

prof. dr hab. inż. Sławomir Zawisza

Politechnika Bydgoska im. Jana i Jędrzeja Śniadeckich

dr Jagoda Zmyślona

Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

ROCZNY SPIS TREŚCI 2025

ARTYKUŁY	NUMER	TOM	STRONA
BARANOWSKA MARLENA, MERES BARTŁOMIEJ, BORZYSZKOWSKI WOJCIECH: Walory użytkowe krzewów liściastych – kalin, kruszyny i leszczyny w zadrzewieniach i systemach rolno- leśnych	3	121	37
BARANOWSKA MARLENA, MERES BARTŁOMIEJ, KOBUS-CISOWSKA JOANNA, ŁUKOWSKI ADRIAN, KOWALKOWSKI WOJCIECH, KORZENIEWICZ ROBERT: Walory użytkowe krzewów liściastych – dereni, głógów i irg w zadrzewieniach i systemach rolno-leśnych	1	119	36
BOMBERSKI ALEKSANDER: Projekt EU-FarmBook - Europejska Platforma Internetowa Wiedzy i Innowacji w Rolnictwie, Leśnictwie i na Obszarach Wiejskich	1	119	20
CHMIELOWIEC-KORZENIOWSKA ANNA, NOWAKOWICZ-DĘBEK BOŻENA, CZECH ANNA, WLAZŁO ŁUKASZ, KAPIŃSKA KATARZYNA, OSPALEK WOJCIECH, BIS-WENCEL HANNA: Zagrożenie pożarowe w gospodarstwach hodowlanych	3	121	75
DEJA ALEKSANDRA: Pozyskiwanie i charakterystyka materiału genetycznego konopi (<i>Cannabis sativa</i> L.) jako etap selekcji cennych genotypów w pracach hodowlanych	4	122	34
DREGER MARIOLA: Opracowanie i charakterystyka procedury rozmnażania in vitro lnu zwyczajne- go (<i>Linum usitatissimum</i> L.)	3	121	61
DREGER MARIOLA, ASKUTJA OLGA: Walory użytkowe, skład chemiczny i uprawa pokrzywy zwyczajnej (<i>Urtica dioica</i> L.)	4	122	56
GAZDECKI MICHAŁ, BEBA PATRYCJA, GORYŃSKA-GOLDMANN ELŻBIETA, WIZA-AUGUSTYNIAK PAULINA LUIZA: Postrzeżenie i ocena biologicznych środków ochrony roślin przez rolników w Polsce	2	120	95
GOLKA ADRIAN, GOLKA WIESŁAW, SZECHYŃSKA MAGDALENA, KOWALSKA JOLANTA, GROLIK ROBERT, BOMBERSKI ALEKSAN- DER: Zastosowanie technologii sztucznych sieci neuronowych w selektywnej ochronie roślin	1	119	76

ARTYKUŁY	NUMER	TOM	STRONA
GÓRECKI SEBASTIAN: Systemy telemetryczne w pszczelarstwie precyzyjnym	4	12	90
GRABOWSKI KRZYSZTOF A.: Realizacja funduszy UE w ramach PROW na obszarach wiejskich województwa wielkopolskiego w latach 2007-2020	2	120	64
GRABOWSKI KRZYSZTOF A.: Regionalny wymiar polityki rozwoju obszarów wiejskich – uwarunkowania wdrażania PROW 2014-2020 na przykładzie Województwa Wielkopolskiego	3	121	5
KICIŃSKA-JAKUBOWSKA ANNA, KWIATKOWSKA EDYTA: Krajowy potencjał agro-przetwórczy roślin włóknistych	3	121	89
KAMIENIARZ ROBERT: Uszkodzenia upraw leśnych i rolnych przez zwierzęce - przyczyny powstawania oraz sposoby przeciwdziałania	2	120	43
KOŁODZIEJ JACEK: Opracowania konstrukcji ula pszczelego z kompozytu wapna i paździerzy konopnych	4	122	44
KOŁODZIEJ JACEK, OLESZAK GRZEGORZ, ROMANOWSKA BARBARA, ALAM MD MASUD, PRZYBYLSKA PATRYCJA, KWIATKOWSKA EDYTA: Wpływ wybranych zabiegów agrotechnicznych na wydajność i jakość włókna lnu (<i>Linum usitatissimum</i> L.) odmiany Hera	4	122	22
KOLANOŚ ANNA: Wykorzystanie sztucznych sieci neuronowych w ochronie uprawy gryki zwyczajnej	1	119	59
MICIŃSKA-WĄSIK MAŁGORZATA: „Bieżące Informacje” od 35 lat towarzyszą warmińsko-mazurskim rolnikom	3	121	103
ROWIŃSKA PATRYCJA, SZULC JUSTYNA: Biodegradacja resztek poźniowych w kontekście zrównoważonego rolnictwa – naukowe podstawy biopreparatów mikrobiologicznych	2	120	5
ROMANOWSKA BARBARA, KWIATKOWSKA EDYTA: Ocena słomy lnianej i konopnej pozyskanej z roślin włóknistych przeznaczonych do przerobu na cele włókiennicze	4	122	9

ARTYKUŁY	NUMER	TOM	STRONA
SZYSZKA PAULINA, CIESIELSKA EWELINA: Metoda spektrofotometryczna wariantem do szybkiej oceny zawartości azotu w rolnictwie precyzyjnym na przykładzie pszenicy ozimej (<i>Triticum aestivum</i> L.)	1	119	98
TATKA ALEKSANDRA, GÓRECKI SEBASTIAN: Wpływ czynników środowiskowych i stylu życia na ryzyko rozwoju czerniaka wśród mieszkańców obszarów wiejskich	2	120	21
WAWRZYŃIAK BOGDAN M.: Spółdzielczość rolnicza w II Rzeczypospolitej	1	119	5
WAWRZYŃIAK BOGDAN M.: Funkcjonowanie izb rolniczych w okresie międzywojennym w warunkach polskich	2	120	77
WAWRZYŃIAK BOGDAN M.: Rozwój kółek rolniczych na ziemiach polskich przed I wojną światową oraz w okresie międzywojennym	3	121	22
WAWRZYŃIAK BOGDAN M.: System dostaw obowiązkowych w Polskiej Rzeczypospolitej Ludowej w latach 1951-1971	4	122	71

ANNUAL TABLE OF CONTENTS 2025

ARTICLES	NUMBER	VOL.	PAGE
BARANOWSKA MARLENA, MERES BARTŁOMIEJ, BORZYSZKOWSKI WOJCIECH: The potential of native deciduous shrubs – guelder rose, wayfaring tree, alder buckthorn, common hazel in trees and agroforestry systems	3	121	37
BARANOWSKA MARLENA, MERES BARTŁOMIEJ, KOBUS-CISOWSKA JOANNA, ŁUKOWSKI ADRIAN, KOWALKOWSKI WOJCIECH, KORZENIEWICZ ROBERT: The potential of native deciduous shrubs – dogwoods, hawthorns and cotoneasters in trees and agroforestry systems	1	119	36
BOMBERSKI ALEKSANDER: EU-FarmBook Project – European Platform of Knowledge and Innovation in Agriculture, Forestry and Rural Areas	1	119	20
CHMIELOWIEC-KORZENIOWSKA ANNA, NOWAKOWICZ-DEBEK BOŻENA, CZECH ANNA, WLAZŁO ŁUKASZ, KARPIŃSKA KATARZYNA, OSPALEK WOJCIECH, BIS-WENCEL HANNA: Fire hazard on livestock farms	3	121	75
DEJA ALEKSANDRA: Acquisition and characterising cannabis (<i>Cannabis sativa</i> L.) genetic material as a stage in the selection of valuable genotypes in breeding work	4	122	34
DREGER MARIOLA: Development and characterization of the in vitro propagation procedure of flax (<i>Linum usitatissimum</i> L.)	3	121	61
DREGER MARIOLA, ASKUTJA OLGA: Functional properties, chemical composition and cultivation of common nettle (<i>Urtica dioica</i> L.)	4	122	56
GAZDECKI MICHAŁ, BEBA PATRYCJA, GORYŃSKA-GOLDMANN ELŻBIETA, WIZA-AUGUSTYNIAK PAULINA LUIZA: Perception and assessment of biological plant protection products by farmers in Poland	2	120	95
GOLKA ADRIAN, GOLKA WIESŁAW, SZECHYŃSKA MAGDALENA, KOWALSKA JOLANTA, GROLIK ROBERT, BOMBERSKI ALEKSANDER: Application of artificial neural network technology in selective plant protection	1	119	76
GÓRECKI SEBASTIAN: Telemetry systems in precision beekeeping	4	12	90

ARTICLES	NUMBER	VOL.	PAGE
GRABOWSKI KRZYSZTOF A.: Implementation of EU funds under the rural development programme (RDP) in rural areas of the wielkopolskie voivodeship in the years 2007-2020	2	120	64
GRABOWSKI KRZYSZTOF A.: The regional dimension of rural development policy – conditions of implementing the 2014-2020 rural development programme as exemplified in the wielkopolska voivodeship	3	121	5
KICIŃSKA-JAKUBOWSKA ANNA, KWIATKOWSKA EDYTA: National agro-processing potential of fiber plants	3	121	89
KAMIENIARZ ROBERT: Damage to forest and agricultural crops by animals – causes of occurrence and methods of counteraction	2	120	43
KOŁODZIEJ JACEK: Development of a beehive structure from lime and hemp shives composite	4	122	44
KOŁODZIEJ JACEK, OLESZAK GRZEGORZ, ROMANOWSKA BARBARA, ALAM MD MASUD, PRZYBYLSKA PATRYCJA, KWIATKOWSKA EDYTA: The influence of applied agrotechnical productivity and quality of flax (<i>Linum usitatissimum</i> L.) Hera fiber	4	122	22
KOLANOŚ ANNA: The use of artificial neural networks in the protection of buckwheat cultivation	1	119	59
MICIŃSKA-WĄSIK MAŁGORZATA: "Bieżące Informacje" has been accompanying farmers in the warmia-masuria region for 35 years	3	121	103
ROWIŃSKA PATRYCJA, SZULC JUSTYNA: Biodegradation of crop residues in the context of sustainable agriculture – scientific basis of microbiological biopreparations	2	120	5
ROMANOWSKA BARBARA, KWIATKOWSKA EDYTA: Evaluation of flax and hemp straw obtained from fibrous plants intended for processing for textile purposes	4	122	9
SZYSZKA PAULINA, CIESIELSKA EWELINA: Spectrophotometric method a variant for rapid assessment of nitrogen content in precision agriculture using winter wheat (<i>Triticum aestivum</i> L.) as an example	1	119	98

ARTICLES	NUMBER	VOL.	PAGE
TATKA ALEKSANDRA, GÓRECKI SEBASTIAN: Influence of environmental and lifestyle factors on melanoma risk among residents of agricultural areas	2	120	21
WAWRZYNIAK BOGDAN M.: Agricultural cooperati- veness in the Second Republic of Poland	1	119	5
WAWRZYNIAK BOGDAN M.: Functioning of agricul- tural chambers in the interwar period in polish conditions	2	120	77
WAWRZYNIAK BOGDAN M.: The development of agricultural circles in the polish lands before world war I and during the interwar period	3	121	22
WAWRZYNIAK BOGDAN M.: Compulsory delivery system in the Polish People's Republic in the years 1951-1971	4	122	71

W kwartalniku „Zagadnienia Doradztwa Rolniczego” publikowane są oryginalne i przeglądowe prace naukowe m.in. z zakresu metodyki i organizacji doradztwa rolniczego, funkcjonowania agrobiznesu, rozwoju obszarów wiejskich, ekonomiki i organizacji gospodarstw rolnych, ekonomicznych aspektów nowoczesnych technologii produkcji, ochrony środowiska przed zagrożeniami z produkcji rolniczej, polityki agrarnej, oświaty rolniczej oraz współpracy doradztwa z nauką w wymienionych obszarach. W „Zagadnieniach Doradztwa Rolniczego” publikowane są również:

- informacje o pracy doradczej i życiu instytucji doradczych;
- informacje o sympozjach, seminariach i innych formach oświatowych z zakresu doradztwa i dla doradców;
- recenzje i omówienia prac związanych z doradztwem rolniczym oraz obszarami wiejskimi i agrobiznesem;
- przeglądy czasopism krajowych i zagranicznych, ukazujące dorobek w wyżej wymienionych dziedzinach;
- inne informacje w wymienionych dziedzinach.

WYMAGANIA OGÓLNE ORAZ PRZYGOTOWANIE ARTYKUŁU

1. Treść artykułu złożona w formacie B5, czcionką 12 pkt, w interlinii standardowej pojedynczej.
2. Artykuły nadesłane do czasopisma nie powinny przekraczać 40 tys. znaków ze spacjami i przypisami oraz z tabelami, diagramami, wykresami i zdjęciami.
3. Praca powinna zostać napisana za pomocą edytora Microsoft Word 2003 (i wersje nowsze), dodatkowo podgląd artykułu w wersji oryginalnej w pliku PDF.
4. Rysunki, tabele, wykresy, grafika, zdjęcia zamieszczone w pliku zasadniczym artykułu powinny zostać załączone **DODATKOWO w oddzielnych plikach w formatach programów źródłowych**, w których zostały wykonane, z możliwością edycji oraz w formacie PDF, w tabelach wymagany podział na wiersze i kolumny – w kolumnach nie należy zapisywać wartości na odbitych akapitach, zdjęcia w formacie grafiki bitmapowej JPG, zalecana rozdzielczość mapy bitowej wynosi 300 dpi przy długości dłuższego boku 12,5 cm.
5. Tytuły grafik oraz ich treść, a także ich podpisy i legendy muszą być podane w języku polskim, a numery zapisane kolejno cyframi arabskimi.
6. Do nadsyłanego artykułu należy dołączyć abstrakt w języku polskim oraz angielskim, słowa kluczowe w języku polskim oraz angielskim, kody JEL, treść podzieloną na rozdziały wraz ze wstępem oraz wnioskami lub podsumowaniem, pełne afiliacje (nazwa, adres instytucji autora), e-mail i telefon oraz numer ORCID.

7. Przypisy nadawane automatycznie – jeżeli w tekście umieszcza się numer kolejnego przypisu, powinien on być przedstawiony w formie liczby bez dodatkowych znaków, np. nawiasów.
8. Podczas tworzeniu pliku tekstowego klawisza ENTER używa się tylko na końcu akapitu (wszystkie tytuły, punkty będące wyliczeniem itp. traktuje się jako odrębne akapity).
9. Wcięcia akapitowe zaznacza się tylko za pomocą tabulatora lub innych narzędzi użytego edytora. Nie należy używać w tym celu spacji. Spacje należy stawiać tylko dla oddzielenia wyrazów, po kropce, przecinku, wykrzykniku, dwukropku, średniku itp. (nigdy przed tymi znakami). Nie należy używać spacji za nawiasem otwierającym i przed nawiasem zamykającym, a także przed i za odnośnikiem cyfrowym.
10. Odniesienia do artykułów oraz piśmiennictwo przygotowywane są zgodnie ze stylem APA, według wzoru: (Kowalski, 2019) – cytowanie w tekście; Kowalski, J. (2019). Tytuł publikacji. Miejsce: Wydawnictwo, strony. – zapis w bibliografii.
11. Redakcja zastrzega sobie prawo nie przyjęcia do druku artykułu lub opracowania, jeśli uzyska on negatywne recenzje pokrywające się z opinią Zespołu Redakcyjnego. Redakcja nie zwraca nadesłanych prac niezależnie od ich zakwalifikowania.
12. Wyboru artykułów do publikacji dokonuje Zespół Redakcyjny ZDR (więcej w PROCEDURZE RECENZOWANIA w zakładce KWARTALNIK ZAGADNIENIA DORADZTWA ROLNICZEGO mieszczącej się na stronie głównej czasopisma (www.zdr.cdr.gov.pl) lub (www.cdr.gov.pl)).
13. Autorzy i współautorzy zobowiązani są do wypełnienia oświadczenia o prawach autorskich i odesłania wypełnionego formularza z podpisem w formie scanu wraz z artykułem na adres Redakcji (wzór oświadczenia do pobrania na stronie głównej Kwartalnika).
14. Pełne teksty artykułów są publikowane w otwartym dostępie na stronie <https://www.cdr.gov.pl/dzialania/wydawnictwa/zagadnienia-doradztwa-rolniczego>
15. Publikacja artykułów w „Zagadnieniach Doradztwa Rolniczego” jest bezpłatna.
16. Redakcja nie płaci honorariów autorskich.
17. Autorzy artykułów otrzymują bezpłatnie jeden egzemplarz autorski.

**Artykuł naukowy lub informacyjny,
spełniający ww. wymagania prosimy przesłać na adres:
kwartalnik@cdr.gov.pl**

ISSN 1232-3578

www.cdr.gov.pl