Prof. dr hab. Barbara Kołodziej

Katedra Roślin Przemysłowych i Leczniczych

Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

Lublin, 03.07.2026 r.

Recenzja rozprawy doktorskiej mgr inż. Pawła Dudźca pt.:

„Produkcja i wielokierunkowe wykorzystanie konopi siewnych *Cannabis sativa* L.”

1. Wprowadzenie

Niniejsza ocena została opracowana w odpowiedzi na pismo przewodniczącej Rady Naukowej Dyscypliny Rolnictwo i Ogrodnictwo Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie prof. dr hab. Agnieszki Pszczółkowskiej o numerze WRiL-Dz.5201.1.2026 z dnia 7 maja 2026 roku. Przedłożona rozprawa doktorska została wykonana w Katedrze Hodowli Roślin i Inżynierii Biosurowców Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie pod kierunkiem Pana prof. dr hab. inż. Mariusza Jerzego Stolarskiego oraz promotora pomocniczego – Pana dr hab. inż. Kazimierza Warmińskiego prof. UWM.

2. Problematyka badawcza i forma rozprawy doktorskiej stanowiącej podstawę ubiegania się o nadanie stopnia doktora

Konopie siewne były uprawiane w Polsce od niepamiętnych czasów. Roślina ta wykorzystywana była głównie jako podstawowy element przemysłu włókienniczego. W latach 90. nastąpił jednak kryzys w uprawie konopi siewnych, spowodowany intensywnym rozwojem przemysłu produkującego sztuczne włókna oraz wprowadzenie wielu obostrzeń w prawie. Po latach przerwy, od ponad dekady, notuje się wzrost zainteresowania tą rośliną, co uwidocznia się również we wzroście jej udziału w zasiewach. Spowodowane jest to między innymi wzrostem znaczenia trendów proekologicznych oraz możliwością wszechstronnego wykorzystania praktycznie całej rośliny, stosunkowo łatwą i tanią uprawą, a także stosunkowo wysoką opłacalnością. Konopie są uznawane za jeden z najbardziej perspektywicznych surowców dla nowoczesnych systemów biorafineryjnych ze względu na ich wielokierunkowy potencjał użytkowy, wysoką wydajność biomasy oraz możliwość kompleksowego zagospodarowania wszystkich frakcji roślinnych. Można z nich wytworzyć ogromną ilość różnych produktów: od żywności (np.: olej konopny o korzystnym składzie kwasów tłuszczowych, białek oraz innych składników o wysokiej wartości odżywczej, suplementy diety) przez farmację (np. leki, opatrunki, odzież wspomagająca leczenie chorób dermatologicznych) po wykorzystanie w przemyśle włókienniczym, celulozowo-papierniczym, budownictwie oraz w produkcji elementów konstrukcyjnych w środkach transportu lądowego, wodnego i powietrznego. Ich łodygi dostarczają cennej biomasy lignocelulozowej będącej surowcem do produkcji zastępujących paliwa kopalne - biopaliw, a także biokompozytów, materiałów budowlanych, papieru oraz biochemikaliów. Ponadto konopie zawierają liczne metabolity wtórne, w tym kannabinoidy, terpeny i związki fenolowe, znajdujące zastosowanie w przemyśle farmaceutycznym, kosmetycznym i jako nutraceutyki.

Istotnym atutem konopi jest również ich korzystny profil środowiskowy, obejmujący wysoką efektywność wykorzystania zasobów, zdolność do sekwestracji dwutlenku węgla oraz relatywnie niskie zapotrzebowanie na nawozy i środki ochrony roślin. Ponadto można je uprawiać na terenach zdegradowanych, by je rekultywować i przywrócić żyzność gleby.

Dzięki możliwości kaskadowego wykorzystania biomasy oraz integracji procesów produkcji żywności, materiałów i energii, konopie doskonale wpisują się w założenia gospodarki o obiegu zamkniętym, stanowiąc atrakcyjny surowiec dla zrównoważonych technologii biorafineryjnych i rozwoju bioekonomii.

W uprawie i hodowli konopi dominują konopie na nasiona wytwarzające niskie plony biomasy oraz wysokie plony orzeszków z wysoką zawartością wielonienasyconych kwasów tłuszczowych, w tym kwasu gamma linolenowego w oleju a także na włókno, które charakteryzują się dużym plonem biomasy i mniejszym plonem orzeszków. Istnieje także szereg odmian o cechach pośrednich. W naszym kraju w roku 2010 wykorzystano zaledwie 7,5 tony surowca z konopi włóknistych, trzy lata później już około 240 ton tego materiału i ilość ta systematycznie rośnie.

Jedną z charakterystycznych cech wyróżniających konopie jest obecność żywic o lepkiej konsystencji w których skład wchodzi wiele związków chemicznych, takich jak lotne terpeny i mniej lotne kannabinoidy, zaliczane są do bogatej grupy związków terpeno-fenolowych. Są one produkowane w gruczołach epidermy liści - najliczniej występują w podsadce otaczającej kwiatki żeńskie, w szczytowych częściach wiech. Te specyficzne mieszaniny aktywnych składników uwalniają się poprzez liczne włoski wydzielnicze i zawierają ponad 500 specyficznych substancji chemicznych. Wśród nich wyróżnić można m.in. Δ^9THC, który w wysokich stężeniach działa psychoaktywnie oraz leczniczo na organizmy ludzkie, Δ^8THC, który ze względu na mniejsze efekty uboczne, rokuje nadzieje na szerokie zastosowanie terapeutyczne, CBD posiadający działanie przeciwlękowe, przeciwnowotworowe, opóźniające i hamujące rozrost komórek nowotworowych, wspomagające leczenie AIDS i anoreksji, jest również pomocny po urazach i zawałach mózgu. Z kolei CBC działa przeciwzapalnie, przeciwbólowo, przeciwbakteryjnie oraz przeciwgrzybiczo, zaś CBN - kannabinol jest niepsychoaktywnym produktem utleniania tetrahydrokannabinolu, który najliczniej występuje w suszonym oraz starszym surowcu konopnym. Biorąc pod uwagę powyższe, tematyka rozprawy doktorskiej mgr Pawła Dudźca wpisuje się w priorytetowy nurt badań nad konopiami jako perspektywicznym surowcem dla nowoczesnych systemów biorafineryjnych.

Rozprawa doktorska mgr inż. Pawła Dudźca pt. „Produkcja i wielokierunkowe wykorzystanie konopi siewnych *Cannabis sativa* L.” stanowi zbiór czterech powiązanych tematycznie artykułów naukowych, napisanych w języku angielskim, z czego jeden został opublikowany w renomowanym czasopiśmie o zasięgu międzynarodowym a kolejne trzy znajdują się obecnie na etapie recenzowania. Jedna publikacja współautorska Kandydata i Jego Promotorów ukazała się w roku 2025 w czasopiśmie: Industrial Crops and Products (IF: 6.200, 200 pkt. MEiN), zaś trzy następne prace współautorskie znajduje się na etapie recenzji w tym samym czasopiśmie. Sądzę, że publikacja artykułów w tak krótkim czasie w wysoko punktowanym czasopiśmie naukowym stanowiła wyzwanie i zasługuje na szczególne podkreślenie. Doktorant jest pierwszym autorem wszystkich czterech prac ocenianego cyklu z potwierdzonym indywidulnym wkładem od 50 do 90%, polegającym m.in. na: opracowaniu koncepcji i metodologii badań, walidacji wyników, analizie formalnej, prowadzeniu badań, opracowaniu i uporządkowaniu danych, przygotowaniu wersji pierwotnej manuskryptu, przeglądzie i redakcji czy przygotowaniu wizualizacji i koordynacją realizacji. W mojej ocenie, wymienione przez Kandydata formy aktywności związane z powstaniem cyklu publikacji stanowiących rozprawę doktorską oraz zadeklarowany wkład autorski, pozwalają na weryfikację ogólnej wiedzy teoretycznej z zakresu dyscypliny naukowej rolnictwo i ogrodnictwo oraz umiejętności samodzielnego prowadzenia pracy naukowej.

W doświadczeniach prowadzonych na przestrzeni lat 2023-2025 oceniano m.in. cechy biometryczne roślin, plon kwiatostanów, nasion, biomasy, biokoncentratu i olejku eterycznego, a także właściwości łodyg, skład pozostałości po hydrodestylacji oraz efektywność energetyczną produkcji. Zatem podjęta problematyka badań przez mgr inż.

Pawła Dudźca jest jednym z najważniejszych zadań stojących obecnie przed nauką, w zakresie uprawy konopi jako roślin o dwustronnym zastosowaniu na cele farmaceutyczne w obszarze efektywności uzyskania olejku eterycznego oraz energetyczne, w obszarze jakości biomasy i jej przydatności do produkcji biopaliw oraz wyliczenia efektywności energetycznej produkcji.

3. Formalna analiza rozprawy

Prezentowana dysertacja składa się, jak już wspomniano wcześniej, z czterech powiązanych tematycznie, anglojęzycznych prac z których jedna została opublikowana w 2025 roku a kolejne trzy znajdują się obecnie na etapie recenzowania w czasopiśmie Industrial Crops and Products o liczbie punktów 200 wg punktacji MNiSW zgodnie z rokiem wydania (z IF wynoszącym 6,200), co jest zgodne z art. 187 pkt 3. ustawy (Dz. U. 2024 poz. 1571 ze zm.).

Artykuły stanowiące recenzowaną rozprawę są opracowaniami współautorskimi (2-3 autorów), przy czym we wszystkich Doktorant jest pierwszym autorem. Deklarowany wkład pracy Doktoranta w opracowaniach współautorskich jest wiodący (wahał się od 50 do 90%), co pokrywa się z zakresem i udziałem prac przedstawionych w oświadczeniach współautorów zamieszczonych w załącznikach. Wkład Doktoranta w powstanie publikacji polegał m.in. na: opracowaniu koncepcji i metodyki badań, wykonaniu części badań, opracowaniu wyników, wizualizacji, pisaniu manuskryptu oraz poprawionego tekstu po recenzjach. Tym samym spełnia On jeden z warunków stawianych kandydatom na stopień doktora – opanowanie umiejętności samodzielnego prowadzenia pracy naukowej (zgodnie z art. 187 pkt 1. ustawy (Dz. U. 2024 poz. 1571 ze zm.).

Rozprawa obejmuje 154 strony maszynopisu. Dołączone do niej zostały oświadczenia współautorów i wymagane w procedurze postępowania w sprawie nadania stopnia doktora w UWM w Olsztynie zajmujące 15 kolejnych stron oraz cztery oryginalne publikacje bazowe wraz z materiałami dodatkowymi zajmującymi dalsze 125 stron druku. Całość została podzielona na 8 głównych części, wyróżniając następujące rozdziały:

- Spis fotografii, rysunków i tabel, Lista publikacji wchodzących w skład rozprawy doktorskiej oraz Streszczenie w języku polskim i angielskim - co jest zgodne z art. 187 pkt. 4 ustawy (Dz. U. 2024 poz. 1571 ze zm.);

1. Kilkustronicowe wprowadzenie, zawierające syntetyczną charakterystykę problematyki poszczególnych prac wchodzących w skład rozprawy;
2. Określenie przedmiotu badań, hipotez badawczych oraz celów rozprawy doktorskiej;
3. Materiał i metody, podzielony na 5 podrozdziałów opisujących doświadczenia polowe i analizy laboratoryjne, zakończony określeniem metodologii obliczeń statystycznych;
4. Bogato ilustrowany rozdział: Wyniki badań i dyskusja podzielone na dalszych 9 podrozdziałów;
5. Wnioski;
6. Literatura;
8. Oświadczenia współautorów oraz
9. Prezentacja czterech prac wchodzących w monotematyczny cykl – tj.:

Dudziec P., Stolarski M.J. 2026. Impact of flower harvest during flowering on yield components in various cultivars of industrial hemp. (w recenzji)

Dudziec P., Stolarski M.J. 2026. Quality of industrial hemp stalk as a biomass feedstock: effects of cultivar, year and flower harvest. (w recenzji)

Dudziec P., Warmiński K., Stolarski M.J. 2025. Industrial hemp solid hydro-distillation residue-properties and diversity. Industrial Crops and Products, 235, 121800. https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2025.121800 (IF: 6.200; 200 pkt).

Dudziec P., Stolarski M.J. 2026. Energy efficiency in industrial hemp stalk production depending on cultivar and flower harvest. (w recenzji)

Bazę bibliograficzną rozprawy stanowi 229 pozycji (dodatkowo w przypadku pierwszej pracy – 83 pozycje, w drugiej – 91 pozycji, w trzeciej – 118 pozycji, zaś w pracy czwartej cyklu – 56 pozycji literaturowych, z których gros to pozycje anglojęzyczne, pod względem formalnym cytowane w sposób właściwy. Pozytywnie oceniam, że cytowana literatura pochodzi w większości z ostatnich dwóch dekad, jest ściśle związana z poruszanymi problemami badawczymi i stanowi doskonałe kompendium wiedzy dla czytelnika.

Z formalnego punktu widzenia rozprawa spełnia wymogi stawiane pracom doktorskim.

4. Merytoryczna analiza pracy

Doktorant wykazał się dobrą znajomością literatury, którą umiejętnie wykorzystał w czasie planowania doświadczeń, opisywania wyników i prowadzenia dyskusji. Dyskusje w przedstawionych w dysertacji publikacjach są napisane właściwie i są wyznacznikiem dojrzałości naukowej Pana mgr Pawła Dudźca. Jak wspomniałam wcześniej, podjęte przez Niego badania nad konopiami siewnymi, gatunkiem o wysokim potencjale plonowania i wszechstronnym użytkowaniu mają ogromne znaczenie, tak z naukowego, jak i poznawczego punktu widzenia, zwłaszcza w ostatnim czasie, gdy na świecie w różnej skali i na różnych poziomach podejmowane są wysiłki zmierzające m.in. do rozwiązania problemów energetycznych przed jakimi staje ludzkość.

Pierwszy artykuł opublikowano w ubiegłym roku, zaś doświadczenia polowe w Stacji Dydaktyczno-Badawczej UWM prowadzono od 2023 do 2025 roku. W swych badaniach Doktorant podjął się rozwiązania złożonego problemu dokonania kompleksowej oceny produkcyjnego i użytkowego potencjału konopi uprawianych na glebie marginalnej w północno-wschodniej Polsce, z uwzględnieniem zróżnicowania pod względem odmiany, warunków meteorologicznych i pozyskiwania kwiatostanów. Należy podkreślić, że uczynił to z przemyśleniem i wizją badawczo-praktyczną.

W części opisowej dysertacji Autor przedłożył krótkie wprowadzenie w którym zarysowuje znaczenie jednorocznych upraw konopi włóknistych/przemysłowych – modelowego gatunku biorafinaryjnego o szerokim znaczeniu użytkowym, przydatnego zarówno do produkcji biomasy, włókna, nasion, jak i składników biologicznie aktywnych w tym olejków eterycznych. W dalszej kolejności przedstawia przedmiot i zakres badań oraz 6 szczegółowych hipotez i 9 celów badawczych, które realizował podczas badań. Następnie przedstawia metodykę przeprowadzonych badań, która podzielona została w logiczny sposób na część dotyczącą badań polowych, analiz laboratoryjnych oraz wskaźników efektywności energetycznej produkcji, zakończoną analizami statystycznymi. Rozdział jest bogato ilustrowany i zawiera szereg przydatnych zestawień tabelarycznych, ułatwiając czytelnikowi poruszanie się w prezentowanej tematyce, a dodatkowe informacje nt. używanych metodyk znajdują się w odpowiednich manuskryptach na których bazuje niniejsza rozprawa.

W kolejnej części: Wyniki i dyskusja Autor umiejętnie sprawozdaje uzyskane rezultaty, zamieszczając krótki opis i ilustrację warunków meteorologicznych oraz tabele i rysunki przeniesione i opisane z publikacji bazowych, stanowiące streszczenie badań opisanych w 4. artykułach na których praca doktorska została oparta. Autor starał się także odnieść do danych z literatury światowej.

Część opisowa kończy się jedenastoma niezwykle rozbudowanymi wnioskami, dotyczącymi zarówno plonowania, struktury plonu i zawartości metabolitów wtórnych w kwiatostanach i produktach ubocznych, charakterystyki energetycznej i składu chemicznego biomasy badanych siedmiu odmian konopi pod wpływem zastosowanych czynników eksperymentalnych, jak i badań wskaźników efektywności energetycznej ich produkcji. Myślę, że wnioski te z powodzeniem można byłoby skrócić i uogólnić. W obecnej formie wydają się streszczeniem badań, zamieszczonym bezpośrednio z artykułów bazowych.

Pierwsza praca z cyklu pt. „Impact of flower harvest during flowering on yield components in various cultivars of industrial hemp" (w recenzji) przedstawia trzyletnie wyniki badań, których przedmiotem było określenie wpływu genotypu, warunków pogodowych i zabiegu ręcznego usuwania kwiatostanów w fazie początkowej kwitnienia na strukturę plonu siedmiu odmian konopi zarówno rodzimego, jak i obcego pochodzenia w warunkach północno-wschodniej Polski.

Badania potwierdziły, że wyniki produkcyjne zależne były w głównej mierze od odmiany ale też modyfikowały je istotnie warunki pogodowe (wodno-termiczne) panujące w kolejnych latach badań. Było to szczególnie widoczne w pierwszym roku trwania doświadczeń (2023), z którego ze względu na suszę podczas kiełkowania nasion i uzyskanie bardzo niskich i odstających od plonów kolejnych latach, wyniki zostały pominięte. Przy czym w przedstawionych na stronach 25-27 rysunkach 1-3 obrazujących warunki meteorologiczne brakuje odniesienia do średnich/sum z wielolecia. Najlepsze ze względu na rozkład opadów warunki panowały w drugim roku (2024) i wtedy też osiągnięto najwyższe plony kwiatostanów. I tu mam pewną uwagę, bowiem Doktorant w tekście pracy (tłumacząc bezpośrednio z języka angielskiego) używa określenia: kwiaty,… plon kwiatów.. a pod względem botanicznym konopie to rośliny dwupienne/jednopienne. Ich kwiaty żeńskie tworzą gęste, zbite kwiatostany w kątach liści składające się z pojedynczych kwiatów z dwudzielnym znamieniem słupka, bez okwiatu, wyrastających po dwa w kątach długich i wąskich przysadek (u głowaczy). Natomiast kwiaty męskie o pięciu pręcikach i pięciodzielnym okwiecie barwy zielonkawej z białym obrzeżeniem zebrane są w wiechokształtne wierzchotki znajdujące się w kątach liści w górnej części łodygi (u płaskoni). U konopi jednopiennych kwiaty męskie są mniejsze i znajdują się zwykle w dolnych partiach rozgałęzień, zaś żeńskie dominują na szczycie i w górnych częściach rośliny. Zatem Doktorant powinien używać pojęcia kwiatostan, gdyż to właśnie one były zbierane.

W doświadczeniu uzyskano zróżnicowane plony kwiatostanów – od 0,71 Mg ha^{-1} u odmiany Białobrzeskie do 0,35 Mg ha^{-1} u Finoli, zaś plon olejku eterycznego będący wypadkową zawartości olejku i plonu kwiatostanów był również najwyższy u odmiany Białobrzeskie (1,73 L ha^{-1}) a ponad dwuipółkrotnie niższy u Santhica 27. Przy czym warto byłoby nadmienić w tekście dysertacji (najlepiej w metodyce), że plon suchej masy – określenie używane w tekście całej pracy - to w rzeczywistości był plon absolutnie suchej masy, oznaczony w piecu laboratoryjnym w temperaturze 105°C.

W badaniach potwierdzono drugą założoną hipotezę mówiącą, że ręczny zbiór kwiatostanów w fazie kwitnienia wiąże się z istotnym zwiększeniem plonu olejku eterycznego z jednostki powierzchni, nie obniżając jednocześnie plonów biomasy (co wskazuje na możliwość dwukierunkowego wykorzystania roślin). W badaniach zwrócono także uwagę na tzw. biokoncentrat (pozostałość po omłocie), który okazał się wartościowym

współproduktem a nie odpadem, stanowiącym dodatkowe źródło olejku eterycznego. Omawiając wyniki zamieszczone w pierwszej publikacji chciałabym zadać Doktorantowi pytanie odnoszące się do jednej z analizowanych, lecz bardzo ciekawych cech konopi jaką jest ich jednopienność: Od jakich znanych Panu czynników zależy ta cecha, czy jest stabilna? W jaki sposób wyjaśniłby Pan zmiany zaobserwowane w doświadczeniu w ilości roślin męskich w kolejnych latach trwania badań?

Bardzo wymownym i ważnym elementem dociekań była analiza skupień, w której badane odmiany rozdzielono na dwie grupy użytkowe (typu biomasowego i kwietno-nasiennego). W pierwszej grupie wymienić można Białobrzeskie i Kompolti ze zbiorem kwiatów, zaś w przypadku produkcji na jednoczesne uzyskanie olejku eterycznego, nasion i biomasy – wskazać można odmianę Henola i Earlina 8fc ze zbiorem kwiatostanów, zaś w przypadku produkcji nasiennej - Henolę bez zbioru kwiatostanów i Finolę ze zbiorem kwiatostanów.

Co więcej, w eksperymencie starano się przewidzieć zawartość ważnych dla przemysłu metabolitów: kannabidiolu oraz tetrahydrokannabionolu w zebranym w różnych fazach rozwojowych surowcu (kwitnienie, późne kwitnienie i dojrzewanie nasion). W przypadku CBD najniższą jego zawartość notowano w czasie kwitnienia (średnio 2,16% s.m.), następnie rosła ona w okresie późnego kwitnienia do 3,42% s.m. i w dalszej kolejności spadała do 2,9% w czasie dojrzewania nasion, natomiast w przypadku THC istotnie niższą jego ilość zaobserwowano na początku kwitnienia. I tu również mam pytanie do Doktoranta: Od jakich czynników i w jaki sposób zależy zawartość tych wtórnych metabolitów w roślinach konopi?

Zgodnie z logicznym ciągiem i konsekwencją prowadzonych badań i rozwiązywanych problemów badawczych w kolejnych opracowaniach Doktorant przeanalizował wpływ stosowanych czynników doświadczalnych na jakość ich biomasy, skupiając się przy tym także na scharakteryzowaniu składu oraz właściwości stałej pozostałości po hydrodestylacji na końcu określając nakłady energetyczne oraz wskaźniki efektywności energetycznej uprawy konopi.

Druga praca z cyklu zatytułowana ”Quality of industrial hemp stalk as a biomass feedstock: effects of cultivar, year and flower harvest” (będąca obecnie w recenzji) dotyczy określenia właściwości termofizycznych i składu elementarnego łodyg konopi, mogących mieć zastosowanie w bioenergetyce jako wartościowy surowiec do produkcji bioetanolu, biogazu i biowodoru, czy tez wytwarzania pelletu, brykietu lub do wykorzystania w procesach termochemicznych.

Stwierdzono, że skład i właściwości łodyg były przede wszystkim determinowane przez czynniki pogodowe, również genotyp istotnie różnicował analizowane cechy łodyg (z wyjątkiem zawartości C, H i S), zaś zbiór kwiatostanów wpłynął istotnie jedynie na wilgotność i zawartość popiołu. Jeśli chodzi o właściwości energetyczne (ciepło spalania (HHV) i wartość opałowa (LHV) przy założonej wilgotności 15%) wykazano, że były one zróżnicowane w obrębie badanych odmian (Finola osiągnęła najwyższe ich wartości (HHV = 18,80 MJ kg^{-1} s.m., LHV = 14,69 MJ kg^{-1}); Santhica 27 i 70 - również wysokie, pośrednie - Białobrzeskie, Earlina 8fc i Kompolti, najniższe zaś Henola. Najniższą średnią zawartość celulozy (a zarazem największą zawartość hemicelulozy) stwierdzono u odmian Finola i Earlina 8fc, natomiast najwyższą u Białobrzeskie i Santhica 70. Najwyższą zawartość

ligniny odnotowano u Finoli, natomiast najniższą u Kompolti. Istotnie najwyższą zawartość związków rozpuszczalnych w zimnej oraz gorącej wodzie odnotowano u odmiany Finola i Henola, najniższą zaś u Santhica 70 i Białobrzeskie. W doświadczeniu wyłoniono dwie grupy odmian (pokrywające się częściowo z wyodrębnionymi pod względem innych cech we wcześniej opisywanej pracy). Najbardziej odstawała od pozostałych odmiana Finola m.in. ze względu na jednocześnie istotnie najwyższą zawartość N, Cl, hemicelulozy, ligniny, związków rozpuszczalnych w gorącej wodzie, pozostałych substancji rozpuszczalnych i ciepło spalania. Analizy potwierdziły znaczenie interakcji odmiana × rok w ocenie jakości biomasy, dlatego też jakość surowca energetycznego konopi można polepszyć poprzez odpowiedni wybór odmiany biorąc również pod uwagę układ warunków pogodowych w roku uprawy.

Trzecia praca zatytułowana “Industrial hemp solid hydro-distillation residue-properties and diversity” stanowi niezwykle cenną część opracowania, bowiem Autor zwrócił w niej uwagę na możliwość wykorzystania części biomasy pozostałej po pozyskaniu głównego produktu np. frakcji pozostających po hydrodestylacji, traktowanej dotąd jako odpad, mimo, że może stanowić cenny surowiec wtórny. Takie postępowanie jest istotne dla biogospodarki, bowiem umożliwia optymalne wykorzystanie wszystkich części biomasy, nie marnując żadnej jej części. Doktorant wykazał ,po raz pierwszy w dostępnej literaturze, że pozostałość po hydrodestylacji charakteryzuje się wysoką wilgotnością >87% oraz podwyższoną zawartością popiołu ok. 21%, co utrudnia jej wykorzystanie do spalania lub produkcji biowęgla. Jednakże niski stosunek C/N, dość wysoka zawartość części lotnych, umiarkowana zawartość węgla związanego oraz wysoka całkowita zawartość substancji ekstrakcyjnych umożliwiają jej zastosowanie do fermentacji beztlenowej, np. jako dodatku w produkcji biogazu (może bowiem potencjalnie zwiększać aktywność mikrobiologiczną oraz zdolność buforową). Doktorant wykazał, że pozostałości po hydrodestylacji różniły się pod względem składu pomiędzy odmianami – zatem możliwe będzie dobranie odmiany do zamierzonego procesu biokonwersji - przy czym najbardziej różniły się pozostałości Finoli, zaś pozostałości kolejnych trzech odmian (Białobrzeskie, Santhica 27 i Santhica 70) były najbardziej podobne do siebie pod względem jakości.

W czwartej pracy zatytułowanej „Energy efficiency in industrial hemp stalk production depending on cultivar and flower harvest”, podlegającej obecnie procesowi recenzowania Doktorant starał się określić efektywność energetyczną produkcji biomasy konopi wyliczając m.in. nakłady pracy, materiałowe i energii, energochłonność produkcji i zużycie oleju napędowego.

Autor wskazał, że nakłady energetyczne na produkcję łodyg i całej biomasy wegetatywnej były najwyższe w przypadku odmiany Kompolti, szczególnie w 2024 roku oraz po przeprowadzeniu zbioru kwiatostanów. Średni uzysk energii dla łodyg wyniósł 76,13 GJ ha^{-1}, a wartość dla całej biomasy wegetatywnej była średnio o 20% wyższa. Najwyższą wartość dla łodyg stwierdzono w przypadku odmiany Białobrzeskie, najniższą dla Finola. Energochłonność produkcji zrębków z łodyg wyniosła średnio 1,15 GJ Mg^{-1} ś.m., a w przypadku całej wegetatywnej biomasy wartość ta była niższa o 21%, pozostając także niższą w 2024 r. Wskaźniki efektywności energetycznej produkcji zrębków łodyg oraz całej biomasy wegetatywnej był istotnie zróżnicowane przez odmianę i rok oraz ich współdziałanie. Dla łodyg wyniósł ok. 6,39, a dla biomasy wegetatywnej był średnio 15% wyższy. Spośród odmian najwyższy wskaźnik efektywności energetycznej produkcji

zrębków łodyg stwierdzono dla Białobrzeskie, a następnie Santhica 70, Kompolti, Santhica 27, Earlina 8fc, Henola i najniższe zaś dla odmiany Finola.

Zatem ogólna koncepcja i konstrukcja pracy jest poprawna a doświadczenia pozwoliły na dokonanie ciekawych obserwacji i sformułowanie wniosków wartościowych, nie tylko pod względem poznawczym, ale też aplikacyjnym. Metodyka wykonanych prac jest prawidłowa, wyniki badań są dokładnie analizowane i dyskutowane, zarówno na tle bieżącej literatury krajowej, jak i zagranicznej, stąd wartość zaprezentowanej dysertacji w mojej ocenie jest wysoka. Podstawą pozytywnej oceny jest także poziom naukowy i potrzeba badań dotyczących wielokierunkowego wykorzystania biomasy konopi. Badania tego typu mają ogromne znaczenie, zwłaszcza w ostatnim czasie, gdy na świecie w różnej skali i na różnych poziomach podejmowane są wysiłki zmierzające do rozwiązania problemów energetycznych przed jakimi staje ludzkość.

Artykuły naukowe wchodzące w skład pracy doktorskiej nie budzą zastrzeżeń, a wyniki tych prac podlegały wcześniej lub znajdują się obecnie w ocenie przez wysokiej klasy specjalistów, recenzentów i wydawców. Co istotne, w angielskojęzycznych wersjach plików artykułów zamieszczonych w dysertacji, będących obecnie w recenzjach (oprócz artykułu już opublikowanego) znajdują się jedynie opisy wyników, lecz brakuje tabel i rysunków je obrazujących. Z tego powodu nie czuję się zobowiązana, żeby dodatkowo je oceniać.

Podsumowując, były to wszechstronne badania mające zarówno aspekt poznawczy, jak i praktyczny, bowiem ich efekty można bezpośrednio wdrożyć w praktyce rolniczej. Po analizie tekstu rozprawy doktorskiej stwierdzam, iż Autor zaprezentował wysoki poziom wiedzy, umiejętność trafnego rozumowania oraz opracowania i prezentacji wyników badań. Jest to bardzo wartościowe studium naukowe wnoszące nowe informacje do oceny przydatności konopi przemysłowych uprawianych na słabej glebie do wielokierunkowego wykorzystania, z uwzględnieniem zarówno plonowania i jakości surowca, jak i możliwości użytecznego wykorzystania produktów ubocznych oraz energetycznej efektywności produkcji. Należy także podkreślić umiejętność i swobodę korzystania z literatury naukowej i estetykę pracy, choć nie obyło się bez przejęzyczeń czy niewielkich pomyłek, które zaznaczyłam w tekście pracy. Zaznaczam w tym miejscu, że moje uwagi pojawiające się w tekście recenzji mają charakter dyskusyjny, nie obniżają wartości naukowej i merytorycznej pracy, którą oceniam bardzo wysoko.

5. Wniosek końcowy

Biorąc pod uwagę rangę uzyskanych wyników, poziom naukowy rozprawy doktorskiej, jak również dojrzałość naukową Doktoranta, stwierdzam, że przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska mgr Pawła Dudźca spełnia kryteria określone w art. 187 ust. 1 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. 2024 poz. 1571 ze zm.). Zgodnie z obowiązującymi przepisami prawnymi dotyczącymi szczegółowego trybu przeprowadzenia czynności w przewodach doktorskich, składam formalny wniosek do Rady Naukowej Dyscypliny Rolnictwo i Ogrodnictwo Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie o jej przyjęcie i dopuszczenie mgr Pawła Dudźca do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Lublin, 3.07.2026 r. Pr[illegible]rbara Kołodziej

Signed by / Podpisano przez: Barbara Teresa Kołodziej
Date / Data: 2026-07-03 14:58