

Dr hab. inż. Agnieszka Ziernicka-Wojtaszek, prof. URK  
Katedra Ekologii, Klimatologii i Ochrony Powietrza  
Wydział Inżynierii Środowiska i Geodezji  
Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kołłątaja w Krakowie

**Recenzja**  
**rozprawy doktorskiej Pani mgr inż. Aleksandry Król-Badziak**

**pt.: Ocena wielokryterialna**  
**efektywności praktyk rolniczych w uprawie kukurydzy**  
**w obecnych i prognozowanych warunkach klimatycznych**

Próżno szukać w utworach klasyków opiewających polski krajobraz takiej uprawy jak kukurydza. W Inwokacji Mickiewicza czytamy m.in. „Tymczasem przenoś moją duszę utęsknioną / Do tych pagórków leśnych, do tych łąk zielonych, / Szeroko nad błękitnym Niemnem rozciągnionych; / Do tych pól malowanych zbożem rozmaitem, / Wyzłacanych pszenicą, posrebrzanych żytem; / Gdzie bursztynowy świerzop, gryka jak śnieg biała, / Gdzie panińskim rumieńcem dziecielina pała...” A Kazimierz Wierzyński we fragmencie „Litanii na Monte Cassino” pisze m.in.: „Poszukajcie w śpiewnikach niebieskich, / Jak pachnie podolskie konopie / i w sadzie powidło jesienne, / Jak Dniestr przez jary się kopie, / Winnice jak grzeją się senne / I latem jak kwitnie tam len ...”

Ktoś powie inne granice, inne regiony, ale też inne czasy. Już w latach 60. XX w. w Polsce, będącej krajem o przewadze uprawy żyta i ziemniaków, powierzchnia tych upraw zaczęła systematycznie maleć. Od lat 70. XX w. do obecnych czasów powierzchnia kukurydzy wzrosła kilkanaście razy, a uprawa ta, po pszenicy ozimej, w strukturze upraw Polski zajmuje drugie miejsce. W wielu regionach kraju kukurydza jest rośliną dominującą w krajobrazie, zwłaszcza w tym poźniwym. Z tych względów, i nie tylko, jest dobrym pomysłem, aby się tą rośliną przyszłościową, a zwłaszcza jej uprawą, dokładnie zająć pod względem naukowym w ramach przedstawionej do recenzji rozprawy doktorskiej.

*Recenzję sporządzono na zlecenie Pani prof. dr hab. Beaty Feledyn-Szewczyk, Zastępcy Przewodniczącego Rady Naukowej IUNG-PIB w Puławach z dnia 26 września 2024 r.*

Oceniana rozprawa została wykonana w Zakładzie Biogospodarki i Analiz Systemowych Instytutu Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowego Instytutu Badawczego w Puławach. Promotorem rozprawy jest Pan dr hab. Jerzy Kozyra, promotorem pomocniczym dr Stelios Rozakis, prof. ChEnvEng TUC. Przedstawiona do recenzji rozprawa ma formę spójnego tematycznie zbioru pięciu artykułów opublikowanych w czasopiśmie naukowych, takich jak *Journal of Cleaner Production*, *Annals of the Polish Association of Agricultural and Agribusiness Economists* i *Sustainability*. Łączna suma punktów MNiSW wspomnianych publikacji wynosi 380, o sumarycznym wskaźniku *Impact Factor* 17,672. Wszystkie publikacje są współautorskie i spełniają warunek zaleceń dotyczących przygotowywania rozpraw doktorskich opartych na zbiorze publikacji, czyli że przynajmniej w dwóch artykułach doktorant musi być pierwszym autorem lub autorem korespondencyjnym. W tym przypadku, we wszystkich pięciu artykułach Doktorantka jest pierwszym autorem o deklarowanym udziale kolejno: 70, 95, 85, 70 i 70%, a więc średnio blisko 80%. We wszystkich publikacjach Doktorantka pełniła także funkcję autora korespondencyjnego. Warto w tym miejscu nadmienić, że w wymienionych pięciu

publikacjach w siedmiu przypadkach współautorami o małym udziale są obaj panowie promotorzy i Pan Dyrektor IUNG-u. Jako recenzent oceniam ten fakt bardzo pozytywnie. Kolejny doktorat to nie tylko osobisty awans doktoranta, ale także – w równej mierze – umacnianie pozycji zasłużonego i prężnie działającego Instytutu. Mistrzowie powinni kształcić nowych dobrych pracowników, czuwać nad nimi, żeby ci w przyszłości zostali mistrzami, a Instytut nie tylko trwał, ale rozwijał się i podejmował kolejne nowe zadania badawcze o znaczeniu praktycznym.

Treścią rozprawy, zasadniczym problemem badawczym, jest tytułowa ocena efektywności stosowanych praktyk rolniczych, takich jak uprawa gleby, nawożenie, nawadnianie, dobór odmian, terminy siewu w praktyce zrównoważonego rozwoju uwzględniającego jednocześnie w ogólnej ocenie cele ekonomiczne, środowiskowe i społeczne. Problemy te rozpatrywane są w warunkach obecnego i jednocześnie ocieplającego się klimatu, a więc z perspektywą na przyszłe dziesięciolecia. Wgłębiając się w treść rozprawy, można zauważyć, że w zakresie uprawy gleby przeanalizowano uprawę zerową, uproszczoną i orkową. Odnośnie do praktyki nawożenia, stosowano trzy poziomy nawożenia azotem: 80, 120 i 160 kg N/ha. Rozpatrywano także efekty nawożenia wglębnego w porównaniu z nawożeniem powierzchniowym. W dalszej kolejności przeanalizowano także wartości Klimatycznego Bilansu Wodnego (KBW) na obszarze Polski w obecnych i prognozowanych warunkach klimatycznych, od kwietnia do września, na lata 2050 i 2080 według scenariusza niskich emisji, a także scenariusza wysokich emisji. Opracowano również poziom przydatności klimatycznej obszarów dla różnych ilości wody dostarczanej przez nawadnianie na obszarze Polski dla dawek 0, 30, 80, i 140 mm na sezon – dla okresów bazowego 1981–2010 i prognozowanego na lata 2050 i 2080, zgodnie ze scenariuszami niskiej, a także wysokiej emisji. Przy okazji prognoz wyznaczono wartości sumy temperatur efektywnych powyżej 6°C dla sezonu wegetacyjnego kukurydzy dla okresu bazowego 1981–2010 i prognozowanego na lata 2050 i 2080 dla obu scenariuszy emisji. Identyczny tok postępowania przyjęto do wyznaczenia obszarów o różnym prawdopodobieństwie osiągnięcia dojrzałości dla odmian wczesnych, średnio wczesnych i średnio późnych. Zbadano preferencje w zakresie wyboru odmiany przez decydentów pod względem wymogów cieplnych. Oceniono klimatyczną przydatność terenu Polski do uprawy kukurydzy. Następną analizowaną praktyką rolniczą był termin siewu. Za kryterium brane pod uwagę przyjęto datę przejścia temperatury powietrza przez próg 11°C, w celu uniknięcia przymrozków wiosennych. Jak w większości przypadków, zagadnienie rozpatrzono w okresie bazowym 1981–2010 oraz dla okresu prognozowanego na lata 2050 i 2080 dla scenariusza niskich i wysokich emisji. W ostatnim merytorycznym rozdziale scharakteryzowano klimatyczną przydatność obszaru Polski do uprawy kukurydzy ze względu na kryterium możliwości wystąpienia stresu cieplnego określonego przez wartość temperatury maksymalnej powyżej 35°C przez kolejnych 5 dni. Problem przeanalizowano dla okresu bazowego i prognozy na lata 2050 i 2080 dla obu scenariuszy emisji. I wreszcie końcowa analiza pokazała poziom przydatności klimatycznej do uprawy kukurydzy dla okresu bazowego i prognoz na lata 2050 i 2080 dla scenariuszy niskich i wysokich emisji.

Wyczerpując niejako problematykę badawczą Instytutu Uprawy, Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowego Instytutu Badawczego w sytuacji, gdy większość rozprawy dotyczyła uprawy (z nawadnianiem i problemami klimatycznymi) i nawożenia, aby nie pominąć zagadnień gleboznawczych, Doktorantka zajęła się również problemem gleb w rozdziale 6.3 poświęconym nawadnianiu. W tym miejscu opisała znaczenie warunków glebowych przy wyborze stanowiska pod uprawę kukurydzy. Tym sposobem rozprawa, choć w różnym stopniu, ale dotyczy całokształtu problematyki badawczej Instytutu, zarówno uprawy, jak i nawożenia, w mniejszym zakresie gleboznawstwa, co nie jest zarzutem, lecz uwagą na marginesie. Natomiast analizując treść rozprawy, trzeba zwrócić uwagę na szeroko

rozbudowaną problematykę klimatyczną uprawy kukurydzy w tytułowych obecnych i prognozowanych warunkach klimatycznych.

Omawiając i oceniając treść pracy, należy zwrócić uwagę na końcowe zdanie wstępu Doktorantki, w którym słusznie podkreśla ona, że kukurydza, będąca przedmiotem badań w przedstawionej do oceny rozprawie, może stać się nie tylko celem, ale także modelową rośliną doświadczalną. Analiza wielokryterialna przeprowadzona na przykładzie kukurydzy może być przydatna w skutecznej adaptacji polskiego rolnictwa do wyzwań klimatycznych, ekonomicznych, środowiskowych i społecznych. Instytut otrzymał już więc poważną nową perspektywę badawczą na najbliższe lata. To praca nie na siły jednego człowieka, nie na habilitację, ale raczej dla dużego zespołu specjalistów. Szlaki zostały przetarte, a drogowskazy ustawione... Można się też zastanawiać nad tym, co już sama Autorka, świadomie bądź mniej świadomie, sugeruje we wstępie: „Konieczne jest więc optymalne zarządzanie korzystnymi zmianami i efektywne przystosowanie się do zmian niosących negatywne konsekwencje”. Czy wobec tego następnych prac tego rodzaju nie należałoby tytułować śmiało, jako nie ocena, a optymalizacja, np. „Wielokryterialna optymalizacja efektywności praktyk rolniczych...”

Tytułową ocenę efektywności stosowanych praktyk rolniczych wykonano przy zastosowaniu, najogólniej rzecz biorąc, metody wielokryterialnego podejmowania decyzji (MCDM). Ocena ta konstruowana była w 5-etapowym toku postępowania obejmującym kolejno: 1) opis stosowanych praktyk rolniczych, 2) wybór kryteriów porównawczych i ich podkryteriów, 3) ocenę alternatyw według wybranych głównych kryteriów i podkryteriów poprzez ocenę ilościową, jakościową i ocenę cyklu życia, 4) ocenę wag kryteriów przy wykorzystaniu metody analitycznego procesu hierarchicznego lub metody rozmytego analitycznego procesu hierarchicznego, 5) ostateczny ranking praktyk rolniczych w uprawie kukurydzy. Z kryteriów ekonomicznych przeanalizowano następujące podkryteria: nadwyżka bezpośrednia, indeks niezależności ekonomicznej, indeks efektywności ekonomicznej. Z kryteriów produkcyjnych uwzględniono: zapotrzebowanie na pracę, produktywność i złożoność. Z kryteriów środowiskowych zastosowano podkryteria: potencjał globalnego ocieplenia, potencjał niszczenia warstwy ozonowej, utlenianie fotochemiczne, potencjał zakwaszenia, potencjał eutrofizacji, zubożenie abiotyczne i potencjał toksyczności dla ludzi. Z kryteriów społecznych przeanalizowano podkryteria: zatrudnienie, trudność pracy, złożoność wdrożenia i ryzyko dla zdrowia. W sumie analizie poddano 17 podkryteriów.

Opisano też metodę i tok postępowania w badaniach ze scenariuszami klimatycznymi nad przestrzennym zróżnicowaniem warunków do uprawy kukurydzy w obecnych i prognozowanych warunkach klimatycznych przy wykorzystaniu metody wielokryterialnego wspomaganie decyzji. Wybór kryteriów do oceny przydatności obszarów do uprawy kukurydzy obejmował: możliwość osiągnięcia dojrzałości, występowanie przymrozków wiosennych, stres wysokich temperatur i stres deficytu wody. Wszystkie stosowane metody, ich niuanse, konieczne wzory, źródła i kroki, potrzebne pozycje literatury zostały bardzo szczegółowo, wyczerpująco, a jednocześnie zwięźle opisane w rozdziale 5 („Metody”) na prawie 12 stronach. Jest to po „Wynikach” drugi najdłuższy rozdział przedstawionej do oceny pracy. Dokładne omówienie zastosowanych metod sprawia, że praca spełnia warunki stawiane pracom naukowym, jest intersubiektywnie komunikowalna i sprawdzalna. Jednocześnie godny podkreślenia jest fakt, że Doktorantka orientuje się w bardzo wielu zagadnieniach natury zarówno przyrodniczej, ekologicznej, rolniczej, jak i ekonomicznej oraz statystycznej.

Świadczy o tym także doskonale rozeznanie w literaturze przedmiotu i operowanie nią, co jest dowodem wysokiego poziomu wiedzy Doktorantki w dziedzinie rolnictwa, w której to stara się o stopień doktora, ale także w dziedzinach pokrewnych, co jednocześnie świadczy o wysokim poziomie Jej ogólnej wiedzy teoretycznej i umiejętności samodzielnego

prowadzenia pracy naukowej. Cytowana w pracy literatura obejmuje 158 pozycji, z których 94% pochodzi z XXI wieku, a 72% opublikowanych zostało w 2. i 3. dekadzie XXI wieku. Trzy pozycje wydane zostały w bieżącym, 2024 roku, który się przecież jeszcze nie zakończył. Większość, bo 78%, to publikacje zagraniczne. Trzeba zwrócić uwagę na jeszcze jeden fakt, podkreślając umiejętność Doktorantki samodzielnego prowadzenia badań naukowych i poruszania się w światowej literaturze. Jako roślina testowa została wybrana kukurydza nie tylko dlatego, że w ostatnich latach powierzchnia jej uprawy bardzo wzrosła, ale również dlatego, że w okresie zachodzących zmian klimatycznych jest to roślina niejako przyszłościowa. Analiza indeksów pogodowych plonów roślin uprawnych w Polsce w okresie 1971–2011 wykazała, że wartości te dla większości upraw ulegają obniżeniu. Rosną jedynie indeksy plonowania dla kukurydzy, co oznacza poprawę warunków meteorologicznych do plonowania tej uprawy.

Wyniki badań zostały oparte na wieloletnich doświadczeniach polowych prowadzonych w Rolniczych Zakładach Doświadczalnych IUNG-PIB – Grabów, Osiny i Werbkowice, na danych klimatycznych IMGW i scenariuszach klimatycznych, a dokładnie opisane w rozdziałach 4.1 i 4.2. W ocenie efektywności wybranych praktyk mitygacyjnych wykorzystano również dane ankietowe pozyskane w środowisku naukowców, doradców rolniczych, ekspertów i rolników praktyków.

Doktorantka zrealizowała swój cel badawczy, udowadniając dwie hipotezy badawcze:

1. Poprzez odpowiednie praktyki rolnicze można pogodzić cele środowiskowe, ekonomiczne i społeczne rolnictwa i prowadzić zrównoważoną uprawę kukurydzy.
2. Przestrzenne zróżnicowanie warunków środowiskowych dla uprawy kukurydzy, determinuje praktyki rolnicze korzystne dla uprawy kukurydzy w Polsce w obecnych i prognozowanych warunkach klimatycznych.

Wykazała, że: 1) Najważniejszymi kryteriami wpływającymi na wybór praktyk rolniczych w uprawie kukurydzy w obecnych warunkach są kryteria ekonomiczne, w następnej kolejności – środowiskowe, społeczne i produkcyjne. 2) W kontekście klimatycznej przydatności obszaru Polski do uprawy kukurydzy najważniejszymi kryteriami w malejącej kolejności są: stres niedoboru wody, możliwość osiągnięcia dojrzałości, przymrozki wiosenne i stres wystąpienia wysokiej temperatury. 3) Analiza porównawcza systemów uprawy roli z uwzględnieniem wziętych pod uwagę kryteriów wykazała znacząco wyższą ocenę dla tradycyjnej uprawy orkowej niż uprawy zerowej i uproszczonej. Przewaga oceny uprawy zerowej i siewu bezpośredniego oraz uprawy uproszczonej jest aktualna tylko w scenariuszu priorytetu działań środowiskowych i uzyskiwania niskich plonów. 4) Najlepszym wariantem nawożenia jest dawka  $80 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ , a nie wyższe dawki 120 i  $160 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ . 5) Praktyka głębokiego nawożenia przewyższała w rankingu praktykę nawożenia powierzchniowego tylko w przypadku zwiększenia poziomu plonowania po wprowadzeniu tej praktyki. 6) Zachodzące zmiany klimatu spowodują wzrost zasobów ciepła, ale także wzrost stresu wodnego, zwłaszcza w perspektywie roku 2080. Będzie to wymagało stosowania nawadniania na wskazanych obszarach i klasach gleb mniej odpornych na suszę. Zmniejszy się ryzyko występowania przymrozków wiosennych. Wyniki badań, opisane fachowym, lecz poprawnym i przystępnym dla czytającego językiem, są bogato ilustrowane stosownymi tabelami oraz barwnymi histogramami i mapami. Mała skala map pozornie tylko sprawia wrażenie mniejszej dokładności, ułatwia natomiast porównywanie różnych aspektów zróżnicowania przestrzennego badanych zjawisk i ich zmian czasowych.

Podsumowując ogólnie oryginalność rozwiązania problemu badawczego, oprócz wyników szczegółowych wynikających z celu i zakresu pracy, należy podkreślić następujące najważniejsze elementy:

1. Praca oprócz walorów poznawczych i naukowych ma walor praktyczny, obejmuje całokształt problematyki badawczej Instytutu: uprawy, nawożenia i gleboznawstwa z elementami konieczności nawodnień w perspektywicznej uprawie kukurydzy.
2. Praca obejmuje nie tylko stan obecny, ale osadzona jest w bliżej i dalszej perspektywie zachodzących zmian klimatu.
3. Mieści się w aktualnym nurcie polityki zrównoważonego rozwoju.
4. Jest spojrzeniem jednocześnie redukcjonistycznym i holistycznym. Poszczególne publikacje to cząstkowe problemy podejścia redukcjonistycznego. Końcowy „gmach” w postaci przedstawionej pracy doktorskiej stanowi całościowe, holistyczne spojrzenie na problem uprawy kukurydzy.
5. Wytycza kierunki badań dla innych roślin uprawnych w perspektywie zrównoważonego rozwoju i postępujących zmian klimatycznych.
6. Chociaż już o tym wspominałam przy analizowaniu literatury, jeszcze raz powtarzam i pragnę wyeksponować myśl, która wydaje mi się bardzo ważna w odniesieniu do tej pracy doktorskiej. Chodzi o wybór rośliny do badań, czyli kukurydzy. Przeprowadzona analiza indeksów pogodowych plonów roślin uprawnych w Polsce wykazała, że wartości te dla większości upraw ulegają spadkowi wraz z postępem globalnego ocieplenia. Rosną jedynie indeksy plonowania dla kukurydzy, co oznacza poprawę warunków meteorologicznych do plonowania tej uprawy przynajmniej w bliższej perspektywie czasowej. Praca jest więc bardzo aktualna i „na czasie”.
7. Przedstawiona do recenzji praca stanowi zapowiedź dalszego rozwoju Instytutu w dobrym kierunku.

Jako recenzent zobowiązana jestem do wykazania zauważonych ewentualnych błędów, nieprawidłowości i uwag dyskusyjnych. W tym przypadku, praca została oparta na cyklu raz już recenzowanych publikacji, których współautorami, z wyjątkiem jednej publikacji, byli Panowie Promotorzy i Pan Dyrektor. Po wielokrotnym przeczytaniu i dokładnym przewertowaniu pracy, która jest napisana bardzo solidnie, wyczerpująco, bez niepotrzebnych dłużyzn, fachowym, poprawnym i komunikatywnym językiem, trudno znaleźć coś, do czego można by mieć jakieś wątpliwości czy zastrzeżenia. Aby jednak nie spotkać się z zarzutem niedokładnego czytania, „od deski do deski”, wspomnę, że jest pewna niekonsekwencja w tłumaczeniu, a raczej pisowni, przedstawianych skrótów i akronimów. Skrót AHP to po polsku metoda Analitycznego Procesu Hierarchicznego, skrót FAHT to metoda rozmytego analitycznego procesu hierarchicznego (brak konsekwencji w stosowaniu małych i wielkich liter). Podobnie bywa ze skrótem EPD – wystarczyłoby go zapisać w tłumaczeniu z małej litery. Spośród tego rodzaju trzeciorzędnych problemów dyskusyjnych można by jeszcze dołożyć pytanie: dlaczego tak wartościowa praca na stronie tytułowej anonsowana jest skromną kursywą, a nie czcionką przynajmniej tak dużą jak „Rozprawa doktorska” nad imieniem i nazwiskiem? Tytuł pracy powinien tu dominować. W rozdziale 2.3 „Uwarunkowania klimatyczno-glebowe uprawy kukurydzy w Polsce” Doktorantka pisze, że w roku 2021 powierzchnia uprawy kukurydzy wynosiła 998 tys. ha. Źródła podają większy obszar, rzędu 1,7 mln ha. Czyżby chodziło o obszar uprawy kukurydzy na ziarno, a nie ogółem? Pozycja literatury 36: (*Zea Mays L.*) powinno być zapisane kursywą (*Zea Mays L.*). Przedstawione w tym miejscu uwagi krytyczne nie umniejszają wartości tej bardzo obszernej, przygotowanej starannie i fachowo pod względem merytorycznym pracy, są w większości natury redakcyjno-estetycznej. Ale *de gustibus non est disputandum* „o gustach się nie dyskutuje”, czy też „nie powinno się dyskutować”...

Biorąc pod uwagę wszystkie poruszone wyżej aspekty, stwierdzam, że tematyka recenzowanej rozprawy doktorskiej Pani mgr inż. Aleksandry Król-Badziak pt. „Ocena wielokryterialna efektywności praktyk rolniczych w uprawie kukurydzy w obecnych i prognozowanych warunkach klimatycznych” mieści się w dyscyplinie rolnictwo i ogrodnictwo. Stosownie do art. 29 ust. 2 pkt 14 ustawy z dnia 30 kwietnia 2010 r. o instytutach badawczych (tekst jednolity Dz. U. z 2024 r. poz. 534) w związku z art. 192 ust. 2 pkt 5 ustawy Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (tekst jednolity Dz. U. z 2023 r. poz. 742) przedkładam Radzie Naukowej IUNG-PIB w Puławach wniosek o dopuszczenie Doktorantki do dalszych etapów postępowania w przewodzie doktorskim.

*Agnieszka Ziarnicka-Wojtaszek*  
.....  
dr hab. inż. Agnieszka Ziarnicka-Wojtaszek, prof. URK

Kraków, 16 listopada 2024 r.