

dr hab. inż. Paweł Tylek, prof. URK
Katedra Użytkowania Lasu, Inżynierii i Techniki Leśnej
Wydział Leśny
Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kołłątaja w Krakowie

Kraków, 14 marca 2023 r.

RECENZJA

rozprawy doktorskiej mgr inż. Ewy Tulskiej

nt. „Efektywność wyluszczenia nasion z szyszek modrzewia europejskiego (*Larix decidua* Mill.) w wieloetapowym procesie cieplnym”.

1. Informacje formalne

Rozprawa o powyższym tytule została wykonana w Katedrze Inżynierii Biosystemów, Instytutu Inżynierii Mechanicznej Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie pod kierunkiem dr hab. inż. Moniki Aniszewskiej. Niniejsza recenzja została sporządzona na zlecenie dr hab. inż. Tomasza Nurka, prof. SGGW, Przewodniczącego Rady Dyscypliny Inżynieria Mechaniczna SGGW w Warszawie, na podstawie pisma o symbolu IIM.5100.2.2022; IIM-7/X/2023 z dnia 25.01.2023 r. w związku z Uchwałą Rady Dyscypliny z dnia 24.01.2023 r.

2. Ogólna charakterystyka pracy

Tematyka pracy wpisuje się w podstawowe kierunki badawcze macierzystej Katedry doktorantki i to zarówno w obszarze doskonalenia procesów technologicznych w leśnictwie jak i projektowania oraz konstrukcji nowych rozwiązań maszyn i urządzeń, czy doskonalenia ich zespołów roboczych. Charakter pracy jest dwuwątkowy; pierwszy wątek dotyczy określenia efektywności procesów łuszczenia szyszek modrzewia europejskiego w warunkach przemysłowych; drugi wątek obejmuje ocenę efektywności przebiegu wieloetapowego procesu łuszczenia szyszek metodą termiczną w warunkach laboratoryjnych. Oba wątki są ściśle ze sobą powiązane; wątek pierwszy jest pewnego rodzaju inspiracją do zaplanowanych eksperymentów w ramach drugiego obszaru badań. Dodatkowo prace laboratoryjne były

impulsem do opracowania i wykonanie urządzenia nowej konstrukcji do wytrząsania nasion z niewielkich partii szyszek.

Opiniowana rozprawa dotyczy jednego z procesów związanych z uszlachetnianiem materiału siewnego celem bieżącego wykorzystania lub też długoterminowego jego przechowywania. W odniesieniu do badanego gatunku proces ten jest ciągle niedoskonały: długotrwały, energochłonny i mało efektywny. Poczynając od łuszczenia, poprzez oskrzydlenie a na czyszczeniu i sortowaniu kończąc przysparza wiele trudności i często prowadzi do uszkodzania nasion, co w połączeniu z biologicznie z ich niską zdolnością kiełkowania powoduje, że wykorzystanie precyzyjnych technik siewu jest co najmniej wątpliwe. Konsekwencje są szczególnie widoczne w przypadku stosowania intensywnych metod hodowli, np. w inspektach Dunnemana, ale zwłaszcza w produkcji kontenerowej. Wysiew po kilka sztuk nasion do jednej celi generuje straty materiału siewnego, a ponadto wywołuje konieczność czasochłonnego przerywania kiełkujących siewek. Zatem z jednej strony mamy do czynienia z niezwykle kosztownymi, zautomatyzowanymi liniami technologicznymi do napełniania i obsiewu kaset a z drugiej pracochłonny zabieg prowadzony ręcznie. Dlatego też każde usprawnienie procesu przygotowania materiału siewnego modrzewia europejskiego jest niezwykle cenne i oczekiwane przez praktykę leśną.

Rozprawa pt. „Efektywność wyłuszczenia nasion z szyszek modrzewia europejskiego (*Larix decidua* Mill.) w wieloetapowym procesie cieplnym” jest zbiorem 3 anglojęzycznych oryginalnych prac naukowych poprzedzonych komentarzem w formie autoreferatu. Materiały były publikowane w czasopismach o zasięgu międzynarodowym w latach 2021-2022. Dodatkowo, co niespotykane jest zbyt często w skład dysertacji wchodzi patent na wynalazek. przyznany przez Urząd Patentowy RP w 2022 r. Praca doktorska obejmuje zatem następujące publikacje:

(1) **Tulska E.**, Aniszewska M. 2022. Comparison of thermal and thermomechanical methods of seed extraction from larch cones based on two case studies. *International Agrophysics* 36(3), 197-206. DOI: 10.31545/intagr/150734

(2) **Tulska E.**, Aniszewska M., Zychowicz W. 2022. Optimization of the process of seed extraction from the *Larix decidua* Mill. cones including evaluation of seed quantity and quality. *Scientific Reports* 12, 18227. DOI: 10.1038/s41598-022-22942-2

(3) **Tulska E.**, Aniszewska M., Gendek A. 2021. The Kinematics of Scale Deflection in the Course of Multi-Step Seed Extraction from European Larch Cones (*Larix decidua* Mill.) Taking into Account Their Cellular Structure. *Materials* 14, 4913. DOI: 10.3390/ma14174913

oraz patent na wynalazek:

Tulska E., Aniszewska M. 2021. Urządzenie do wytrząsania nasion z szyszek, oraz zastosowanie urządzenia do wytrząsania nasion, zwłaszcza z rodzaju *Larix* albo *Pinus*. Patent nr 242310 z dn. 6.10.2022 r.

Zgodnie z rankingiem MEiN pierwszy artykuł otrzymał 70 pkt., pozostałe dwa po 140 pkt. Zatem łączna liczba punktów wynosi 350. Z kolei łączny Impact Factor wg Journal Citation Reports wynosi 10,371. Do zestawienia punktowego nie wliczono uzyskanego patentu, który w ewaluacji jednostek naukowych jest "wyceniony" na 75 pkt. W ogóle nie wiedzieć czemu Doktorantka nie doceniła należycie przyznanego patentu. W autoreferacie kilkakrotnie pojawia się sformułowanie "wniosek patentowy" zamiast "patent na wynalazek". Również w wykazie elementów stanowiących rozprawę doktorską pojawia się numer zgłoszenia P.437143, zamiast numeru prawa wyłącznego Pat.242310.

3. Ocena szczegółowa

Zarówno wszystkie artykuły wchodzące w skład rozprawy doktorskiej jak i uzyskany patent na wynalazek są współautorskie, przy czym w każdym przypadku Doktorantka była pierwszym autorem i jednocześnie autorem korespondencyjnym. Prace składające się na rozprawę doktorską uzupełniają się wzajemnie, są przemyślane, starannie opracowane pod względem metodycznym, graficznym, zakończone celnymi konkluzjami, często o charakterze użytkowym. Wszystkie prace są poprzedzone dogłębnym studium bibliografii, co jest szczególnie cenne z uwagi na stosunkowo niszowy obszar badań. Ponadto pierwszy z wymienionych artykułów, pomimo, że nie opublikowany najwcześniej stanowi świetny wstęp do dalszych rozważań i znacząco ułatwia przyswajanie kolejnych treści. Porównanie przez Doktorantkę efektywności dwóch technologii przemysłowego łuszczenia szyszek modrzewiowych (metodą cieplną i ciepłno-mechaniczną) stanowi świetnie opracowane pod względem metodycznym kompendium wiedzy nt. przedmiotowych procesów. Należy podkreślić nowatorskie podejście do planowania eksperymentów badawczych oraz analizy wyników, która nadaje pracy charakter ekspertyzy. Z uwagi na włączenie się z badaniami w standardowy cykl pracy w obiektach gospodarczych, dokonano oceny łuszczenia szyszek różnych proveniencji. Zapewne warto byłoby w przyszłości przeprowadzić podobny eksperyment o charakterze odtwórczym, ale dla szyszek pochodzących z tej samej partii.

Celem drugiej pracy z wykazu - tu należy zauważyć pracy o wysokich walorach aplikacyjnych - była optymalizacja liczby etapów suszenia i nawilżania szyszek pod kątem maksymalizacji pozyskania jak największej liczby nasion o wysokiej jakości. W

rozbudowanym doświadczeniu zaplanowano aż dziewięć wariantów, różniących się czasami ekspozycji w komorze suszarniczej oraz zanurzenia w wodzie. Po każdym etapie suszenia następowało wytrząsanie szyszek w specjalnie wykonanym i opatentowanym urządzeniu laboratoryjnym. Oceniono poszczególne warianty pod względem dynamiki pozyskania nasion oraz ich jakości a badane procesy ekstrakcji nasion opisano za pomocą modeli empirycznych. Wykazano możliwość korekty aktualnie funkcjonujących procesów, polegającej na skróceniu procesu łuszczenia szyszek bez istotnej straty poziomu ekstrakcji nasion o dobrej jakości. Co istotne w dobie wysokiej ceny nośników energii może to doprowadzić do zmniejszenia zużycia energii o niemal połowę.

Wyjaśnieniem procesów zachodzących w trakcie łuszczenia szyszek Doktorantka zajęła się w trzeciej pracy przedłożonej w dysertacji. Publikacja ma charakter poznawczy i jest znakomitym, kompleksowym, bogato ilustrowanym, bardzo obszernym opracowaniem, którego celem było opisanie kinematyki otwierania się szyszek modrzewia europejskiego podczas czteroetapowego procesu ekstrakcji nasion. Było to podstawą określenia optymalnego czasu trwania tego procesu. Wartością dodaną przeprowadzonych obserwacji jest opis mikroskopowej struktury komórkowej łusek w szyszkach o różnej zawartości wody wraz z oceną zmian grubości ścian komórkowych. Wykazano bezsprzecznie, że wilgotność szyszek była kluczowym parametrem wpływającym na strukturę komórkową a pośrednio na proces otwierania się łusek szyszek modrzewia. Stwierdzono m.in., że kąt rozwarcia łusek zwiększał się wraz ze spadkiem wilgotności, ale nie różnił się znacząco dla poszczególnych segmentów szyszek czy też dla kolejnych godzin trwania procesu. To ciekawe spostrzeżenie, które może prowadzić do istotnego do skrócenia czasu wydobycia nasion z szyszek.

Na tle bardzo dobrych, oryginalnych artykułów naukowych, wzbogaconych opisem patentu na wynalazek, załączony komentarz w formie autoreferatu mocno rozczarowuje. Od tego rodzaju opracowania oczekiwałbym zdecydowanie bardziej syntetycznej treści i to zarówno w obszarze studium bibliografii, jak też omówienia i zwłaszcza przedyskutowania uzyskanych rezultatów, zwłaszcza na tle obserwacji wyników innych badaczy. Niestety czytelnik otrzymuje w sporym zakresie kalkę/tłumaczenie anglojęzycznej wersji opracowania, pozbawioną ponadto istotnych aspektów, jak chociażby analiz energetycznych badanych procesów, które przecież w projektowaniu optymalnej technologii mają niebagatelne znaczenie. Ponadto autoreferat jest przygotowany niedbale; zawiera sporo błędów gramatycznych, stylistycznych, edytorskich, ale także rzeczowych.

Korekty wymaga już sam tytuł rozprawy: „Efektywność wyłuszczenia nasion z szyszek modrzewia europejskiego (*Larix decidua* Mill.) w wieloetapowym procesie cieplnym”.

Mówimy bowiem o procesie "wyłuszczenia", a więc wydobycia nasion z szyszek, bądź też "łuszczeniu szyszek" celem pozyskania nasion. Zatem pierwsza część tytułu winna brzmieć: „Efektywność wyłuszczenia nasion modrzewia europejskiego...”, ewentualnie „Efektywność łuszczenia szyszek modrzewia europejskiego...”. To ostatnie sformułowanie odnajdujemy zresztą w słowach kluczowych wskazanych po streszczeniu. Streszczenie jest poprawne i pozwala czytelnikowi zorientować się w co do charakteru i zakresu dysertacji. Słowa kluczowe są z kolei przekombinowane. Zadaniem słów kluczowych (pojedynczych słów lub ich zestawień) jest przede wszystkim ułatwienie przeszukiwania baz danych i celnego dotarcia do interesujących opracowań. Trudno przypuszczać, że potencjalny czytelnik wpisze do wyszukiwarki takie frazy jak: "kinematyka odchylenia łusek", czy też "zmiana zawartości wody w szyszkach".

W dysertacji zawarto sporo skrótów, dlatego dobrym rozwiązaniem jest zawarcie ich znaczenia w stosownym wykazie, zarówno jeśli chodzi o oznaczenia literowe różnego rodzaju wielkości fizycznych czy wskaźników, ale również skróty nazw własnych instytucji związanych zwłaszcza z oceną nasion oraz hodowlą leśnego materiału rozmnożeniowego.

Autoreferat jest podzielony na 8 rozdziałów, po których zamieszczono kopie publikacji stanowiącą rozprawę doktorską, oświadczenia współautorów artykułów o ich udziale w pracach oraz opis patentowy wraz z decyzją o przyznaniu patentu, błędnie nazwaną wnioskiem patentowym. Układ rozdziałów jest typowy dla tego typu opracowań, natomiast struktura 12-stronicowego rozdziału "Metodyka badań" jest niepotrzebnie, nadmiernie rozdrobniona, aż do czwartego poziomu. Z tego względu niektóre podrozdziały są zaledwie jedno akapitowe.

W studium bibliografii możemy natknąć się na błędy gramatyczne, m.in. stwierdzenie: "Szyszki modrzewia są narażone na ponad 20 gatunków owadów...". Lepiej byłoby sformułować: "...na zasiedlenie (czy opanowanie) przez 20 gatunków owadów". Doktorantka pisze: "Problemem badawczym są trudności w łuszczeniu szyszek...". To przecież problem gospodarczy, a nie badawczy. W ostatnim zdaniu omawianego rozdziału słowo szyszki w różnych przypadkach jest użyte aż czterokrotnie.

W rozdziale "Przemysłowe pozyskanie nasion z szyszek modrzewia", ale i w innych miejscach Pani mgr inż. Ewa Tulska zamiennie i często błędnie stosuje takie określenia procesów technologicznych jak: sortowanie, czyszczenie oraz separacja nasion. Separacja jest bowiem szerszym określeniem w procesach obróbki mieszanin ziarnistych, łączącym zabieg czyszczenia (czyli wydzielenia zanieczyszczeń) oraz sortowania (czyli wydzielenia nasion o oczekiwanych cechach, zwykle z wykorzystaniem fizycznych cech rozdzielczych).

Hipotezy badawcze oraz zasadnicze cele pracy, zarówno poznawcze, jak i użytkowe są przedstawione prawidłowo, natomiast zakres pracy jest już zbyt enigmatyczny i nie daje w pełni zorientować się co do zamierzeń Doktorantki.

Opis stosowanych metod badawczych, chociaż jak wspomniałem niezwykle rozdrobniony jest szczegółowy, z podaniem producenta i typu stosowanych urządzeń czy aparatury kontrolno-pomiarowej. Jednak i tutaj znajdujemy pewne błędy i niekonsekwencje. Np. nazwy krajów producentów podawane są niekiedy w j. polskim, a niekiedy w j. angielskim. Nieszczęśliwe są też niektóre sformułowania, np. "Podawana w literaturze fachowej wartość...". Zgrabniejsze byłoby wyrażenie: "Podawana w literaturze przedmiotu (lub branżowej) wartość...", albo wprost: "Podawana w literaturze wartość...", bowiem domniemywam, że Pani mgr inż. Ewa Tułska korzystała dla potrzeb przygotowania dysertacji wyłącznie z literatury fachowej. Inny przykład: "Nasiona modrzewia pierwszej klasy powinny kiełkować w 40-60% przypadków". Zapewne lepiej wyrazić to wprost i bez domniemywania: "Zdolność kiełkowania nasion modrzewia pierwszej klasy jakości wynosi 40-60%". Błędnie nazwano też kalibrację sit stosowanych przesiewaczy, przyjmując określenie "grubość sit". Zapewne chodziło o średnicę otworów lub ich szerokość. To ważne uszczegółowienie, dlatego, że na sitach z otworami okrągłymi cechą rozdzielczą jest szerokość nasion, natomiast na sitach z otworami podłużnymi ich grubość.

Poważne wątpliwości co do wartości oraz wzajemnej różnicy budzą prędkości strumieni powietrza ustalone w trakcie sortowania nasion w strumieniu powietrza. W przypadku separatora pneumatycznego LASTI prędkość ta wynosiła $10 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ a dla urządzenia firmy BCC AB aż $25 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Z badań recenzenta wynika, że prędkość unoszenia nasion (prędkość krytyczna) dla nasion modrzewia europejskiego nie przekracza $8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Podobne wartości stwierdzili inni autorzy w odniesieniu do nasion sosny czy świerka, a więc gatunków o zbliżonych własnościach fizycznych. Nasuwa się zatem szereg pytań: (1) skąd tak wysokie wartości prędkości unoszenia, zwłaszcza w separatorze BCC, (2) dlaczego dla tego samego gatunku różnica ustawionych parametrów w trakcie sortowania różni się aż 2,5-krotnie, (3) w jaki sposób i z jaką dokładnością mierzono prędkość strumienia powietrza w kanale separacyjnym?

Ewentualnej korekty wymagają zapisy dotyczące jeszcze dwóch parametrów. Otóż wielkość szyszek pomierzono "budżetową" suwmiarką elektroniczną a dokładność pomiaru została prawdopodobnie podana na wyrost – 0,01 mm to zapewne rozdzielczość wskazań wyświetlacza, a niepewność pomiarów to $\pm 0,02 \text{ mm}$. Podobnie w przypadku pomiarów

kątów otwarcia szyszki. Uzyskanie dokładności $\pm 0,01^\circ$ podczas komputerowych pomiarów na obrazach o rozdzielczości 3872x2592 piksele wydaje się mało wiarygodne.

Omówienie wyników prac badawczych i rozwojowych w autoreferacie jest obszerne i szczegółowe. Szkoda jednak, że Doktorantka nie spróbowała podejść do tej części opracowania w sposób bardziej syntetyczny, stosując pewne uproszczenia czy uogólnienia a po szczegółowe informacje odsyłając do materiałów źródłowych. Taka forma byłaby zapewne bardziej interesująca dla czytelnika.

Oprócz autoreferatu oraz artykułów naukowych, jako element stanowiący rozprawę doktorską przedłożono opis patentowy prostego urządzenia do wytrząsania nasion z szyszek. To bardzo cenne uzupełnienie prac o charakterze poznawczym. Chociaż w tym obszarze możemy znaleźć sporo rozwiązań, to przedstawione urządzenie jest wyraźnie dedykowane na potrzeby badań laboratoryjnych w szczególności w stacjach oceny nasion. Z uwagi na potencjalne wykorzystanie urządzenie powinno w jak najbardziej ograniczonym stopniu uszkadzać nasiona oraz charakteryzować się stabilnymi (powtarzalnymi) parametrami eksploatacyjnymi. I tutaj nasuwają się pytania: (1) czy dokonano oceny poziomu ewentualnego uszkadzania nasion w trakcie procesu wytrząsania; (2) czy nie lepiej byłoby zastosować bęben ażurowy, co umożliwiłoby natychmiastowe usunięcie wydobytych nasion, aby nie narażać je na uszkodzenia mechaniczne; (3) czy układ napędowy i regulacyjny urządzenia umożliwił utrzymanie stabilnych parametrów pracy w pełnym zakresie; czy w ogóle wyznaczono taką charakterystykę regulatorową; (4) dlaczego mocno zawężono zakres regulacji prędkości obrotowej bębna? Oczywiście przedstawione koncepcje w żadnym stopniu nie podważają poprawności konstrukcji zaprezentowanej maszyny, która jak bezsprzecznie wynika z przedstawionej do oceny dysertacji spełnia swoje funkcje. Są wyłącznie polemiką z punktu widzenia konstruktora maszyn do uszlachetniania materiału siewnego, wdrożonych w gospodarce leśnej. Byłbym jednak dalece usatysfakcjonowany, gdyby Pani mgr inż. Ewa Tulska podjęła się dyskusji w tym zakresie.

4. Podsumowanie i wniosek końcowy recenzji

Rozprawa doktorska mgr inż. Ewy Tulskiej stoi na bardzo wysokim poziomie naukowym, stanowiąc oryginalne dzieło i wnosząc nową wiedzę na temat przedsiewnego przygotowania nasion modrzewia europejskiego. Praca ma istotne walory poznawcze, metodyczne i użyteczne a zaproponowane analizy pozwoliły Autorce na osiągnięcie założonych celów. Wykazała się przy tym dobrą znajomością aparatu matematycznego, zaproponowała oryginalny układ eksperymentów badawczych, umożliwiających rozwiązanie postawionych

zadań. Projektując układ doświadczenia oraz interpretując wyniki badań dała się poznać jako świadomy i samodzielny naukowiec. Szczegółowe uwagi zamieszczone na poprzednich stronach recenzji nie podważają jej wartości i dotyczą w zasadzie części autoreferatowej dysertacji. Mam nadzieję, że będą na przyszłość dopingiem dla młodej badaczki do utrzymania pełnej mobilizacji od momentu planowania prac naukowych, aż po upowszechnianie ich rezultatów. Można bowiem odnieść wrażenie, że na ostatnim okrążeniu zabrakło Doktorantce determinacji. Jestem przekonany, że praca po przeprowadzeniu uzupełnień oraz po dokonaniu stosownej syntezy powinna być jak najszybciej opublikowana, chociażby w formie monografii czy vademecum, jako zalecenia dla praktyki leśnej. Aktualność i oryginalność podjętych rozwiązań a także szczegółowość analiz są gwarantem na zainteresowanie ze strony specjalistów zajmujących się agrofizyką. Doktorantka wykazała się dobrą znajomością literatury oraz rozwiązań technicznych z przedmiotowej branży, dokonała ich oceny, a jednocześnie była świadoma ograniczeń zaproponowanych przez siebie rozwiązań i założeń.

Reasumując, moja opinia dotycząca pracy doktorskiej Pani mgr inż. Ewy Tulskiej jest **jednoznacznie pozytywna**. Praca spełnia warunki stawiane rozprawom określone w art. 187 Ustawy z dn. 20 lipca 2018 r. "Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce" (DZ. U. 2022, poz. 574, wraz z późn. zm.) i wnoszę do Rady Dyscypliny Inżynieria Mechaniczna Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie o dopuszczenie mgr inż. Ewy Tulskiej do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

