

Dr hab. inż. Dariusz Sochacki
Samodzielny Zakład Roślin Ozdobnych
Instytut Nauk Ogrodniczych
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie
ul. Nowoursynowska 166, 02-787 Warszawa

Recenzja

rozprawy doktorskiej mgr inż. Andżeliki Byczyńskiej (nazwisko rodowe Wośkowiak) pt. Wpływ nanosrebra na wzrost, kwitnienie oraz rozmnażanie wybranych odmian tulipana i lilii w uprawie pod osłonami”, wykonanej pod kierunkiem promotora dr hab. inż. Agnieszki Zawadzińskiej, prof. ZUT oraz promotora pomocniczego dr hab. inż. Piotra Salachny, prof. ZUT

Podstawę formalną do wykonania recenzji stanowi uchwała Rady Dyscypliny Rolnictwo i Ogrodnictwo Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie z 30 czerwca 2023 r. o powołaniu na recenzenta.

Rozprawę doktorską mgr inż. Andżeliki Byczyńskiej, przedstawioną do oceny, stanowi cykl czterech artykułów naukowych:

- 1) **Byczyńska A.**, Zawadzińska A., Salachna P. 2019. Silver nanoparticles preplant bulb soaking affects tulip production. *Acta Agriculturae Scandinavica - Section B Soil and Plant Science*, 69(3), 250–256.
- 2) Salachna P., **Byczyńska A.**, Zawadzińska A., Piechocki R., Mizielińska M. 2019. Stimulatory effect of silver nanoparticles on the growth and flowering of potted oriental lilies. *Agronomy*, 9, 610.
- 3) **Byczyńska A.**, Zawadzińska A., Salachna P. 2018. Effects of nano-silver on bulblet production from bulb scales of *Lilium*. *Propagation of Ornamental Plants*, 18(3), 104–106.
- 4) **Byczyńska A.**, Zawadzińska A., Salachna P. 2023. Colloidal silver nanoparticles enhance bulb yield and alleviate the adverse effect of saline stress on lily plants. *Journal of Ecological Engineering*, 24(6), 338–347.

Wszystkie artykuły zostały opublikowane w języku angielskim, w czasopiśmie o zasięgu międzynarodowym. Zgodnie z informacją Doktorantki trzy pierwsze czasopisma posiadają Impact Factor (IF), czwarte nie jest indeksowane przez JCR, ale ma 70 punktów wg listy MNiSW. Należy uaktualnić tę informację, gdyż *Journal of Ecological Engineering* uzyskał po raz pierwszy IF za 2022 rok na poziomie 1,3, a opublikowana w lipcu 2023 roku (tj. już po

złożeniu rozprawy przez Doktorantkę) nowa lista czasopism punktowanych MNiSW przyznała czasopismu 100 punktów. Sumaryczny IF publikacji stanowiących rozprawę doktorską zgodny z rokiem wydania jest zatem – po uaktualnieniu - równy 5,298 (zamiast 3,998), liczba punktów wg MNiSW zgodna z rokiem wydania publikacji to 255 (zamiast 225), łączna liczba cytowań prac wynosi 47 (wg Web of Science), 49 (wg Scopus) i 76 (wg Google Scholar).

Wszystkie artykuły miały charakter współautorski, ale w trzech z nich Doktorantka była pierwszą autorką, w jednej drugą autorką, ale we wszystkich z 60-70% wkładem własnym w przygotowanie publikacji. Zaangażowanie Doktorantki w przygotowanie poszczególnych artykułów zostało poświadczane stosownymi oświadczeniami złożonymi przez wszystkich współautorów.

Rozprawa składa się z 32 stron zawierających streszczenie (w języku polskim i angielskim), wykaz publikacji stanowiących rozprawę, wstęp, hipotezę badawczą i cele naukowe pracy, opis materiałów i metod, omówienie wyników, wnioski (9), bibliografię (obejmującą 46 pozycji), wykaz cytowań prac stanowiących rozprawę oraz wykaz pozostałego dorobku naukowego Doktorantki. Poza tym zamieszczono kopie publikacji stanowiących rozprawę doktorską oraz oświadczenia współautorów.

W streszczeniu, które z założenia musi być skrótowe, ale i w pełni klarowne, powinno się unikać skrótów bez ich wyjaśnienia (np. wyrażenie „widma FTIR” - powinno być wg mnie określone pełną nazwą metody spektroskopowej), czy podawać informacji zaskakujących czytelnika (np. „łuski cebul [...] moczone” [...] i dalej informacji o liczbie cebul przybyszowych, bez wcześniejszego podania, że zastosowano rozmnażanie lilii metodą łuskowania cebul.

Doktorantka sformułowała 3 hipotezy badawcze oraz 5 szczegółowych celów badawczych. Ciekawie scharakteryzowała cały materiał roślinny ze wszystkich eksperymentów ilustrując badane odmiany zdjęciami. W opisie metod dla eksperymentu drugiego (podrozdział 3.2.2, publikacja nr 2 w Agronomy), podobnie jak w streszczeniu, zabrakło rozwinięcia pełnej nazwy metody FT-IR, choć jest ona podana w oryginalnej publikacji. Analogicznie w metodyce dotyczącej Doświadczenia II (podrozdział 3.2.4, dla lili ‘Bright Pixi’) nie podano pełnej nazwy metody ICP-OES oznaczania zawartości makro- i mikrośladników. Z drugiej strony, samo przedstawianie metodyki badań powinno być bardziej skondensowane, bo jest *de facto* powtórzeniem takich samych podrozdziałów jak w dołączonych artykułach stanowiących cykl.

Wstęp z elementami przeglądu literatury dobrze wprowadza w tło badań i przedstawia aktualny stan wiedzy, z którego wynika wyraźna potrzeba przeprowadzenia zaproponowanych doświadczeń w ramach rozprawy doktorskiej. Wydaje się jednak, że w niektórych fragmentach mógłby być nieco bardziej pogłębiony. M. in. w odniesieniu do badań nad wpływem biostymulatorów na plon kwiatów i cebul lili. Można tu było podać kilka przykładów, choć faktycznie dotychczasowe doniesienia na ten temat nie są liczne. Uważam, że nie zawsze Doktorantka poprawnie i wyczerpująco podawała odnośniki literaturowe dla poparcia swoich wypowiedzi. Przykładem może być stwierdzenie o szczegółowych zastosowaniach nanosrebra w ogrodnictwie, gdzie podała tylko dwie pozycje literatury [30 i 31], które potwierdziły dwa z sześciu wymienionych zastosowań. Doktorantce udało się jednak wykazać ewidentną potrzebę przeprowadzenia badań. Na podkreślenie celowości podjętych badań zasługuje to, że zaledwie

500 patentów z blisko 30 tysięcy przyznanych z nanotechnologii dotyczy rolnictwa i żywienia. Podobnie, nie badano dotąd możliwości łagodzenia szkodliwych skutków zasolenia podłoża u lili poprzez wykorzystanie nanocząsteczek srebra lub innych biostymulatorów, stąd wynika ważność przeprowadzonych eksperymentów, zarówno dla nauki jak i praktyki ogrodniczej.

Tytuł rozprawy „Wpływ nanosrebra na wzrost, kwitnienie oraz rozmnażanie wybranych odmian tulipana i lili w uprawie pod osłonami” oceniam ogólnie pozytywnie. W tytule można było jednak pominąć – wg mnie – słowa „wybranych odmian”, które nie są konieczne, a w zamian dodać nazwy łacińskie badanych rodzajów botanicznych (*Tulipa* oraz *Lilium*). Można by też w nim rozdzielić badania w trakcie uprawy od badań związanych z rozmnażaniem, bo standardowo proces ten odbywa się na plantacjach polowych lub w pomieszczeniach przechowalniczych, jak w przypadku rozmnażania lili metodą łuskowania. Być może lepiej brzmiałby tytuł „Wpływ nanosrebra na wzrost i kwitnienie tulipana (*Tulipa* L.) i lili (*Lilium* L.) w uprawie pod osłonami oraz na ich rozmnażanie.” Pozostawiam to jednak do dyskusji, bo precyzyjne sformułowanie tematu szerokich badań nigdy nie jest łatwe.

Bardzo wysoko oceniam ważność podjętych badań, ich znaczenie i aktualność.

Cykl czterech publikacji stanowiących rozprawę doktorską uważam za spójny pod względem merytorycznym. Publikacje są też omawiane logicznie w odniesieniu do układu i kolejności doświadczeń, choć widać, że publikacja nr 3 ukazała się rok wcześniej niż publikacje 1. i 2. Prawdopodobnie Doktorantka rozpoczynała swoją pracę badawczą od eksperymentów relatywnie prostszych, czyli związanych z dobrze znaną ogrodniczą metodą rozmnażania lili poprzez łuskowanie cebul. Potem zaś poznawała nowe i trudniejsze techniki badawcze. Kolejność omawiania publikacji jest w pełni uzasadniona.

Opublikowane artykuły zostały już poddane recenzjom w procesie publikacyjnym, gdzie oceniono dobór metod badawczych, interpretację i dyskusję uzyskanych wyników oraz poprawność wniosków wyciągniętych na ich podstawie. Niemniej, ocenie należy jeszcze poddać spójny opis cyklu artykułów dokonany przez Doktorantkę.

Wyniki uzyskane w pierwszej publikacji wskazują na pozytywny wpływ nanocząsteczek srebra na wzrost i rozwój oraz szereg cech morfologicznych pędzonych tulipanów, zwłaszcza na skrócenie okresu pędzenia o 4 dni (co jest niezwykle cenne z produkcyjnego punktu widzenia), poprawę jakości bryły korzeniowej, długość i masę pędów kwiatowych oraz indeks zazielenienia liści. Interesujące, że moczenie cebul tulipanów przed sadzeniem w stężeniu 100 mg na litr poskutkowało także zwiększeniem liczby cebul potomnych oraz ich masy. Warto było jednak przedyskutować ten wątek, gdyż w przypadku niektórych odmian zwiększanie liczby cebul potomnych odbywa się kosztem masy ich wszystkich i nazywane jest zjawiskiem drobnienia cebul. Ta niekorzystna tendencja dotyczy m.in. odmian z grupy Papuzich. Warto odnotowania jest fakt braku objawów fitotoksyczności AgNPs na rośliny tulipana badanej odmiany. Trwałość pozbiorcza ciętych tulipanów ‘Pink Perfection’ nie była zależna od zastosowanej aplikacji nanocząsteczek srebra.

Wyniki uzyskane w drugiej publikacji wskazują na pozytywny wpływ nanosrebra na większość ocenianych parametrów morfologicznych lili ‘Mona Lisa’ i ‘Little John’. Spośród trzech form aplikacji nanosrebra, najkorzystniejsze okazało się moczenie cebul. Wyniki analiz

zawartości barwników asymilacyjnych i makroskładników, którym poddana została dodatkowo odmiana 'Little John' wskazały na stężenie 100 ppm AgNPs jako optymalne dla wzrostu zawartości chlorofilu a, chlorofilu b, karotenoidów, K, Ca i S w liściach. Bardzo ciekawym i wciąż innowacyjnym w odniesieniu do badań nad roślinami był wątek użycia spektroskopii oscylacyjnej z transformacją Fouriera w podczerwieni (spektroskopia FT-IR) do sprawdzenia wpływu nanosrebra na ewentualne zmiany w składzie i strukturze makromolekuł budujących badane rośliny. Dla jednej odmiany lilii ('Little John'), objętej takim eksperymentem, nie wykazano wpływu nanosrebra na położenie i intensywność wyróżnionych pasm oscylacyjnych. Uzyskane widma FT-IR próbek były do siebie spektralnie podobne.

W trzeciej publikacji Doktorantka skupiła się na badaniach wpływu nanosrebra na efektywność rozmnażania 3 odmian lilii metodą łuskowania. Uzyskane wyniki wskazują, że moczenie łusek lilii bezpośrednio przed inkubacją w roztworach AgNPs wpłynęło na wielkość i jakość plonu cebul przybyszowych zainicjowanych na łuskach, ale efekt ten zależał od odmiany lilii i stężenia nanocząstek srebra oraz współdziałania obu badanych czynników.

W czwartej pracy Doktorantka zajęła się niezwykle ważnym i aktualnym zagadnieniem odpowiedzi roślin na stres zasolenia podłoża. Zbadała wpływ koloidalnych nanocząstek srebra na wzrost, kwitnienie i rozmnażanie lilii 'Osasco' i 'Bright Pixi' uprawianych w warunkach wysokiego zasolenia podłoża. Zaobserwowano pozytywny, następczy wpływ AgNPs w stężeniach 100 i 150 ppm na współczynnik rozmnażania lilii 'Osasco' metodą łuskowania. Wykazano także, iż koloidalne nanosrebro niwelowało niekorzystny wpływ zasolenia na plon cebul lilii poprzez zwiększenie masy i średnicy cebuli oraz liczby łusek w cebuli.

Uzyskane przez Doktorantkę wyniki uważam za bardzo cenne z naukowego i praktycznego punktu widzenia dla ogrodnictwa. Na pewno w niektórych aspektach wymagają dalszych badań, ale dzięki swojej pracy mgr inż. Andżelika Byczyńska wskazała ich kierunki. Np. na potrzebę dalszych badań mykologicznych, biochemicznych i molekularnych nad wpływem nanosrebra na zdrowotność roślin i ich odpowiedź na różne warunki stresowe, nie tylko stres zasolenia podłoża. Wskazany dalszy wątek badań to także wpływ nanosrebra na środowisko.

Wyniki badań zostały już przedyskutowane w opublikowanych artykułach naukowych, niemniej pewien niedosyt budzi brak wspólnej i uaktualnionej dyskusji nad ich całością. Zwłaszcza, że 3 artykuły zostały opublikowane 4-5 lat temu, a to wystarczający okres na przeanalizowanie nowych doniesień naukowych z badanych zagadnień i zestawienie ich z wynikami własnymi. Ten niedobór niweluje wykorzystanie w Bibliografii rozprawy ponad połowy pozycji literaturowych z 2020 roku i nowszych, co świadczy o mocnym zaangażowaniu Doktorantki w śledzenie aktualnej literatury i najnowszych doniesień naukowych.

Na podkreślenie zasługuje fakt, że Doktorantka wykazała się dużym zaangażowaniem i pracowitością, na co wskazuje ilość i jakość zaprezentowanych w rozprawie badań. Na szczególne wyróżnienie zasługuje to, że Doktorantka poznała nowe techniki badawcze, w tym spektroskopię fourierowską w podczerwieni (spektroskopia FT-IR), która ma szerokie zastosowanie w analizie cząsteczek o dużym znaczeniu w przemyśle farmaceutycznym, chemicznym – w tym chemii spożywczej oraz polimerowym, ale jest techniką relatywnie rzadko stosowaną w badaniach nad roślinami.

Załączony wykaz cytowań wg WoS publikacji stanowiących rozprawę doktorską doskonale pokazuje jak wartościowe są uzyskane przez Doktorantkę wyniki, skoro chętnie cytowane są w innych renomowanych i wysoko punktowanych czasopismach o zasięgu międzynarodowym.

Przedstawiony w rozdziale 8 Pozostały dorobek naukowy Pani mgr inż. Andżeliki Byczyńskiej obejmujący 12 oryginalnych publikacji naukowych oraz 3 prace w materiałach konferencyjnych wskazuje na duże naukowo-badawcze zaangażowanie Doktorantki.

Po lekturze rozprawy doktorskiej mgr inż. Andżeliki Byczyńskiej jestem przekonany, że cele badawcze jakie postawiła przed sobą Doktorantka zostały osiągnięte, a postawione hipotezy naukowe właściwie zweryfikowane. Postawione przez Doktorantkę wnioski z całości badań w liczbie 9 są jednak częściowo powieleniem wyników i mogłyby być – w niektórych przypadkach - postawione bardziej przekrojowo.

W trakcie lektury moją uwagę zwróciło kilka drobnych nieścisłości, które wymagają doprecyzowania lub komentarza:

- str. 7 (Wstęp) – W drugim zdaniu wstępu Doktorantka odwołuje się do największej na świecie giełdy kwiatowej Royal Flora Holland – w rzeczywistości nie jest to jedna giełda, ale zespół giełd znajdujących się w kilku lokalizacjach w Niderlandach i w Niemczech.

- str. 8 (Wstęp) – Doktorantka stwierdziła: „Na skalę produkcyjną lilie rozmnaża się przez sadzonkowanie łusek.” Zgadza się, ale nie jest to jedyny produkcyjny sposób rozmnażania lilii – choć tylko tym sposobem rozmnażania zajmowała się Doktorantka w swoich badaniach. Należałoby dopowiedzieć tutaj o innych sposobach rozmnażania lilii.

- str. 11 (Hipoteza badawcza ii.) – sformułowanie AgNPs zwiększają [...] jakościowy plon cebul wydaje się niezbyt poprawne. Proponowałbym użycie w zamian wyrażenia „poprawiają jakość plonu”.

- str. 11 (Cel badawczy v.) – sformułowanie „w warunkach stresu solnego” wymaga doprecyzowania, że chodzi o stres solny podłoża. Takie uproszczone sformułowanie „stres solny” stosuje zresztą Doktoranta także w innym miejscach rozprawy.

- str. 22 – w zdaniu „W ostatnim okresie pojawiły się doniesienia dotyczące możliwości wykorzystania AgNPs w rozmnażaniu roślin zarówno w warunkach *in vitro*, jak i *ex vitro*.” Określenie „*ex vitro*” powinno być raczej zastąpione wyrażeniem „*in vivo*”, gdyż termin „*ex vitro*” odnosi się do etapu przeniesienia mikrorozmnażanych roślin z warunków laboratoryjnych do warunków zewnętrznych.

- wydaje się, że częściej stosuje się w literaturze skrót FTIR z myślnikiem pośrodku (FT-IR), ale Doktorantka konsekwentnie w całej rozprawie i w opublikowanym artykule używa skrótu bez myślnika. Proszę o uzasadnienie takiego podejścia.

Powyższe sugestie i uwagi pozostają bez wpływu na wartość i znaczenie uzyskanych przez Doktorantkę wyników oraz moją pozytywną, wysoka ocenę rozprawy doktorskiej.

Wniosek końcowy

Po dokładnej analizie przedstawionej do oceny rozprawy doktorskiej mgr inż. Andżeliki Byczyńskiej stwierdzam, że spełnia warunki określone w art. 13 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz.U. z 2017 r. poz. 1789), uwzględniając rozporządzenie MNiSW z dnia 19 stycznia 2018 roku w sprawie szczegółowego trybu i warunków przeprowadzania czynności w przewodzie doktorskim, w postępowaniu habilitacyjnym oraz w postępowaniu o nadanie tytułu profesora (Dz.U. z 2018 r. poz. 261), zgodnie z art. 179 ustawy z dnia 3 lipca 2018 r. - Przepisy wprowadzające ustawę - Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. z 2018 r. poz. 1669).

Rozprawa stanowi oryginalne rozwiązanie problemu badawczego i przedstawiona jest w spójnym tematycznie cyklu artykułów naukowych opublikowanych w czasopiśmie o zasięgu międzynarodowym, dodatkowo posiadających współczynnik wpływu (IF). Badania zostały zrealizowane z użyciem właściwych metod i wnoszą istotny wkład w poznanie wpływu nanosrebra na wzrost, kwitnienie i rozmnażanie dwóch bardzo ważnych gospodarczo roślin cebulowych - tulipana i lilii.

Wniosuję zatem do Rady Dyscypliny Rolnictwo i Ogrodnictwo Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie o przyjęcie rozprawy doktorskiej mgr inż. Andżeliki Byczyńskiej oraz dopuszczenie do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Warszawa, 08-09-2023 r.

dr hab. inż. Dariusz Sochański