

RECENZJA
rozprawy doktorskiej mgr inż. Natalii Kuźmy

Niechemiczna metoda regulowania pokroju roślin rabatowych

wykonanej w Katedrze Ochrony Środowiska i Dendrologii
Instytutu Nauk Ogrodniczych Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie
pod kierunkiem naukowym: dr hab. Agaty Jędrzejuk, prof. SGGW

Recenzję wykonano na prośbę skierowaną przez Przewodniczącą Rady Dyscypliny Rolnictwo i Ogrodnictwo Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie dr hab. Elżbietę Wójcik-Gront, prof. SGGW, w piśmie z dnia 5 czerwca 2025 roku.

Ocena formalna rozprawy doktorskiej

Podstawą do ubiegania się o stopień naukowy doktora i głównym elementem przedstawionej do oceny rozprawy doktorskiej mgr inż. Natalii Kuźmy są 3 spójne tematycznie, oryginalne, anglojęzyczne publikacje, wydane w latach 2020 – 2025:

- Jędrzejuk A., **Kuźma N.**, Orłowski A., Budzyński R., Gehl C., Serek M. 2023. Mechanical stimulation decreases auxin and gibberellic acid synthesis but does not affect auxin transport in axillary buds; it also stimulates peroxidase activity in *Petunia ×atkinsiana*. *Molecules* 28(6), 2714;
- **Kuźma N.**, Klimek-Chodacka M., Budzyński R., Barański R., Jędrzejuk A. 2025. The response of *Petunia ×atkinsiana* 'Pegasus Special Burgundy Bicolor' to mechanical stress encompassing morphological changes as well as physiological and molecular factors. *Scientific Reports* 15, 1583;
- Jędrzejuk A., **Kuźma N.**, Nawrot K., Budzyński R., Orłowski A. 2020. Mechanical stimulation affects growth dynamics, IAA content and activity of POD and IAA oxidase in *Petunia ×atkinsiana*. *Scientia Horticulturae* 274, 109661.

Prace ukazały się w czasopismach międzynarodowych notowanych w bazie JCR, które mieszczą się w pierwszym kwartylu (Q1): *Scientia Horticulturae* (IF₂₀₂₀ 3,463), *Scientific Reports* (IF₂₀₂₄ 3,8) oraz *Molecules* (IF₂₀₂₅ 4,2). Sumaryczny współczynnik Impact Factor za publikacje wynosi 11,463, a łączna liczba punktów wg MNiSW wynosi 420. Są to prace wieloautorskie, jedna ma sześciu autorów, dwie po pięciu. W jednej publikacji Doktorantka jest pierwszym autorem, w pozostałych drugim, w pracy zamieszczonej w *Scientific Report* jest jednym z autorów korespondencyjnych (drugim jest Promotor). Udział Doktorantki w powstaniu artykułów szacowany jest na 55-50%, co zostało potwierdzone deklaracjami współautorów. Wynika z nich, że Doktorantka uczestniczyła we wszystkich etapach powstawania publikacji, realizując koncepcje zaprojektowane przez Promotora, tj. zakładała i prowadziła doświadczenia, przeprowadzała obserwacje i pomiary biometryczne, wykonywała analizy biochemiczne, genetyczne oraz statystyczne, opracowywała wyniki i pisała publikacje, doprowadzając do stworzenia finalnej wersji manuskryptów. Można zatem stwierdzić, że udział mgr inż. Natalii Kuźmy w przedstawionych do oceny publikacjach jest znaczący i nie powinien budzić zastrzeżeń.

Przygotowana do recenzji rozprawa doktorska ma formę opracowania, zgodnego ze schematem przyjętym dla dysertacji doktorskich. W pierwszej części składa się z rozdziałów: przegląd literatury,

hipotezy badawcze i cel badań, materiał i metody, omówienie wyników, dyskusja, wnioski, bibliografia. Ta część rozprawy została zamieszczona na 21 stronach, jest dobrze zredagowana i starannie przygotowana. Napisana zostało w sposób jasny, odwołuje się do badań opublikowanych w pracach wchodzących w skład rozprawy doktorskiej i co chciałabym już w tym miejscu podkreślić i docenić, zawiera dyskusję, w której w sposób kompleksowy Doktorantka konfrontuje otrzymane wyniki z wynikami innych autorów. W drugiej części rozprawy zamieszczono kopie 3 opublikowanych prac, po każdym artykule znajdują się oświadczenia Doktorantki i współautorów dokumentujące ich udziały w publikacjach. Dysertację poprzedzają streszczenia w języku polskim i angielskim oraz wykaz stosowanych skrótów.

Tematyka rozprawy doktorskiej

W ostatnich trzydziestu latach w Polsce dynamicznie rozwija się dział ogrodnictwa ozdobnego związany ze szklarniową produkcją roślin sezonowych (tzw. rabatowych). Odbiorcy końcowi stawiają tym roślinom bardzo wysokie wymagania jakościowe: oczekują zwartego pokroju, silnego rozkrzewienia i obecności kwiatów już w momencie zakupu. Takie cechy nie tylko zwiększają atrakcyjność handlową, ale także pozwalają producentom uzyskać wyższą efektywność (większa liczba roślin na jednostce powierzchni uprawowej, łatwiejsza logistyka, wyższy zysk). Aby sprostać tym wymaganiom, producenci sięgają obecnie najczęściej po chemiczne retardanty wzrostu, środki o szerokiej dostępności na rynku, stosowane zarówno w formie podlewania, jak i opryskiwania. Choć w praktyce ogrodniczej znane są metody niechemicznej regulacji pokroju, jak manipulacje różnicą temperatur między dniem i nocą (DIF) czy obniżanie temperatury w godzinach porannych (CM Cool Morning), to są one wykorzystywane rzadko i wciąż dominującym sposobem regulacji wzrostu pozostają składowe chemiczne.

Rosnąca świadomość ekologiczna społeczeństwa oraz regulacje prawne Unii Europejskiej (m.in. z 2020 roku) kładą coraz większy nacisk na zrównoważone i przyjazne środowisku praktyki ogrodnicze. Nawet jeśli produkcja roślin ozdobnych nie jest bezpośrednio związana z żywnością, to ma ogromne znaczenie dla jakości środowiska życia ludzi, bowiem konsumenci znajdują się w bliskim kontakcie z roślinami balkonowymi i tarasowymi, które wypełniają przestrzeń prywatną i publiczną. Z tego względu poszukiwanie metod ograniczających stosowanie chemicznych retardantów nabiera szczególnej wagi, jest istotne nie tylko z punktu widzenia ochrony środowiska i zdrowia producentów, lecz także z perspektywy tworzenia zdrowszej, bardziej przyjaznej przestrzeni dla użytkowników miast i ich mieszkańców. W tym kontekście mechaniczna regulacja wzrostu, będąca alternatywą dla środków chemicznych, jawi się jako rozwiązanie innowacyjne i w pełni wpisujące się w trend nowoczesnego, ekologicznego ogrodnictwa.

Doktorantka podjęła badania nad jednym z kluczowych gatunków roślin balkonowych: *Petunia ×atkinsiana*. Jest to, obok pelargonii, najważniejszy gatunek tzw. rabatówki, a jego odmiany (m. in. Surfinia, Vista, Conchita, Cascadias, Supertunia, Veranda) stanowią istotną część rynku roślin ozdobnych na całym świecie. W Polsce petunie mają ogromne znaczenie praktyczne: zdobią balkony i tarasy, a także przestrzeń publiczną, w tym miejskie kompozycje, a nawet kwietniki dywanowe. Dynamiczny rozwój oferty odmianowej oraz stale rosnący popyt konsumencki wymuszają na producentach poszukiwanie nowych technologii uprawy, zgodnych z ideą zrównoważonego ogrodnictwa i odpowiadających na oczekiwania rynku.

Na szczególne podkreślenie zasługuje fakt, że choć badania nad wpływem stresu mechanicznego na wzrost roślin zapoczątkowano już w latach 70. XX wieku, to zjawisko tigmomorfogenezy nadal pozostaje słabo poznane, a badania w odniesieniu do petunii praktycznie nie były prowadzone. Realizowana rozprawa wnosi więc istotny wkład w poszerzanie wiedzy podstawowej, a jednocześnie jej wyniki obejmujące analizę biometrycznych, fizjologicznych i molekularnych reakcji petunii na mechaniczne skracanie, mają przełożenie na praktykę ogrodniczą. Opracowane rozwiązania mogą stać się podstawą użytecznych rekomendacji dla producentów roślin balkonowych, pozwalając ograniczyć, a w przyszłości nawet całkowicie wyeliminować konieczność stosowania chemicznych retardantów.

Reasumując, podjęta przez Doktorantkę tematyka badawcza jest niezwykle aktualna, nowatorska i w pełni zgodna z kierunkiem rozwoju współczesnego ogrodnictwa. Uzyskane wyniki mają wysoką wartość zarówno poznawczą, jak i aplikacyjną, a opracowana metoda wpisuje się w światowy trend wprowadzania innowacyjnych i ekologicznych rozwiązań do praktyki ogrodniczej.

Ocena merytoryczna rozprawy doktorskiej

W rozdziale przegląd literatury, opartym na wnikliwej kwerendzie literatury Doktorantka prezentuje dotychczasowe osiągnięcia w zakresie: tigmomorfogenezy, reakcji roślin na stres dotyku, w aspekcie budowy morfologicznej i anatomicznej, odpowiedzi roślin na ten stres na poziomie hormonalnym i enzymatycznym oraz molekularnym. Na koniec pokazuje potencjał tigmomorfogenezy w produkcji roślinnej, a zamieszczone w tej części sumiennie przygotowane tabele przejrzysto ilustrują badania z lat 1974-2025 związane ze stresem mechanicznym i stresem dotyku aplikowanych podczas wzrostu roślin. W mojej opinii w rozdziale tym powinien być przedstawiony także gatunek, nad którym prowadzono badania. Co prawda w kolejnej części Doktorantka prezentuje odmiany petunii wykorzystane w eksperymentach, ale może warto podczas obrony krótko zwrócić uwagę na atuty tej bardzo popularnej grupy roślin, a także na aspekty produkcyjne związane z regulacją wzrostu i pokroju petunii, co podkreśli aplikacyjność prowadzonych badań. Uważam również, że w tytule rozprawy powinna się znaleźć nazwa gatunku. W obecnej formie tytuł jest zbyt ogólny i sugeruje, że badaniami objęto większą grupę roślin balkonowych. Otrzymane w pracy wyniki dotyczą przecież tylko 2 (4) odmian petunii, zresztą Doktorantka wielokrotnie wspomina, że reakcja gatunków, a nawet odmian na badany stres jest indywidualna. Nie ma też w tytule odniesienia do tak licznie przeprowadzonych analiz w odpowiedzi roślin na aplikowany stres.

W rozdziale cel badań i hipotezy badawcze Doktorantka stawia 4 hipotezy,

1. Stres mechaniczny może być stosowany jako substytut retardowania chemicznego;
2. Zahamowanie wzrostu na skutek skarlania mechanicznego może być spowodowane zmniejszoną syntezą endogennych auksyn, GA₃, zahamowania transportu IAA, zwiększoną aktywnością peroksydazową lub oksydazy IAA;
3. Stres mechaniczny może zmniejszać liczbę kwiatów i wpływać na zmniejszoną syntezę giberelin ogólnych skarlanych roślin;
4. W zależności od intensywności i długości trwania stresu mechanicznego uruchamiane są poszczególne grupy genów TCH oraz genów związanych z homeostazą auksyn, których ekspresja może być skorelowana z odpowiedzią morfologiczną i fizjologiczną badanych roślin.

Weryfikacji owych hipotez, dokona poprzez zrealizowanie 4 poprawnie określonych szczegółowych celów badawczych. Miałabym uwagę do celu głównego pracy, w mojej opinii jest przedstawiony za szeroko i nawiązuje bardziej do ogólnego tytułu rozprawy (o czy wspomniałam wcześniej) niż do wykonanych badań, których obiektem roślinnym były wybrane odmiany petunii, a nie wybrane gatunki roślin.

Rozdział materiały i metody daje pogląd na eksperymentalny materiał roślinny, użyty do skarlania mechanicznego przyrząd, który szczegółowo opisano w publikacji zamieszczonej w Scientia Horticulturae, układ zrealizowanych doświadczeń, terminy obserwacji i pobierania materiału do analiz. Opisano tu, odwołując się do konkretnych publikacji metody prowadzenia pomiarów biometrycznych i analiz biochemicznych (zawartość IAA, giberelin ogólnych, GA₃, aktywność peroksydazową, aktywność oksydazy IAA), immunohistochemię nośników auksyny, barwienie safraniną i fioletem krystalicznym, ocenę ekspresji genów TCH, a także metody analiz statystycznych. Rozdział ten został przygotowany starannie, podano najważniejsze informacje dotyczące bardzo szerokiej metodyki, która posługiwała się Doktorantka. Tę część rozprawy wzbogacają własne zdjęcia Autorki, ilustrujące odmiany petunii użyte w doświadczeniach oraz dwa schematy wyjaśniające układ i warunki doświadczeń, oraz terminy pobierania materiału do analiz i wykonywania fotografii poklatkowej. Trzeba dodać, że doświadczenia były prowadzone przez 4 sezony, w latach 2019-2022.

Chciałabym w tym miejscu poprosić Doktorantkę o wyjaśnienie:

- jakie kryterium zastosowała przy wyborze odmian do doświadczeń,
- czy doświetlanie petunii podczas produkcji jest to zabieg konieczny i stosowany standardowo przez producentów, jakie ma uzasadnienie ekonomiczne, czy petunia jest rośliną dnia długiego?

W rozdziale omówienie wyników Doktorantka przedstawia najważniejsze wyniki uzyskane w doświadczeniach, omawiając je w odpowiedzi na postawione hipotezy badawcze. Taki układ rozdziału jest interesujący, wymagał syntetycznego podejścia do otrzymanych wyników. Został też wzbogacony o wyniki niepublikowane dotyczące cech biometrycznych roślin poddawanych skarlaniu chemicznemu preparatem B-nine (substancja aktywna daminozyd). Pełne wyniki przedstawiono w załączonych publikacjach.

W odniesieniu do pierwszej hipotezy Autorka wykazuje, że skarlanie mechaniczne hamowało wzrost petunii i zależało od intensywności stresu dotyku i odmiany, potwierdza, że ten sposób ma potencjał do wykorzystania w praktyce ogrodniczej. W tabelach, na wykresach i zdjęciach dokonuje porównania cech roślin retardowanych mechanicznie i chemicznie.

Nasuwać mi się w tym miejscu następujące pytania:

- z opisu wynika, że średnie przedstawione w tabelach liczono z 15 roślin, a ile było powtórzeń, które uwzględniała Pani w obliczeniach statystycznych, czy może kolejne sezony były traktowane jako powtórzenia?

- czym wytłumaczy Pani odmienną reakcję dotyczącą kwitnienie u odmian 'Table White' i 'Pegasus® Special Burgundy Bicolor'. Rośliny 'Table White' retardowane chemicznie miały najwięcej kwiatów, a u odmiany 'Pegasus® Special Burgundy Bicolor' kwiatów było najmniej (nawet 10× mniej w 56 dniu – tab. 7), nawet mniej niż w kontroli i ta cech się utrzymywała do zakończenia obserwacji (71 dzień doświadczenia).

W odniesieniu do drugiej hipotezy, Autorka potwierdziła, że podczas długotrwałej stymulacji mechanicznej ograniczającej wzrost pędów petunii zmniejsza się synteza IAA i GA₃ mierzona w wierzchołkach pędów, ale nie jest zatrzymany transport auksyn. Udowodniła, że jednym z czynników wpływających na wzrost petunii może być aktywność peroksydazowa.

Weryfikując trzecią hipotezę Doktorantka potwierdziła, że stres mechaniczny może ograniczać formowanie kwiatów i syntezę giberelin, ale zależy od odmiany i intensywności dotyku. Zawartość giberelin ogólnych zmniejszała się na skutek działania stresu mechanicznego, osiągając najmniejszą wartość u roślin stresowanych 160 razy dziennie. Dwa tygodnie po zakończeniu stresu poziom giberelin generalnie wyrównywała się we wszystkich traktowaniach.

Czwarta hipoteza została zweryfikowana poprzez analizę ekspresji wybranych genów TCH oraz genów związanych z homeostazą auksyn, w zależności od intensywności i długości trwania stresu skarlania mechanicznego oraz ich korelacji z odpowiedzią morfologiczną i fizjologiczną petunii 'Pegasus Special Burgundy Bicolor'. Badając ekspresję specyficznych genów związanych ze stresem dotyku, tj. GH3.1, który bierze udział w metabolizmie auksyny oraz geny CaM, kodujące syntezę kalmodulin (CaM), wykazano, że ekspresja GH3.1 jest ujemnie skorelowana z syntezą IAA, natomiast dodatnio z syntezą GA i aktywnością oksydazy IAA. Zaobserwowano zmienne wzorce ekspresji kalmodulin: ekspresja CAM53 i CAM81 pozytywnie korelowała z syntezą IAA i wysokością rośliny, podczas gdy ekspresja CAM72 pozytywnie korelowała z poziomem GA i aktywnością oksydazy IAA w roślinach dotykanych 80 razy dziennie, ale wszystkie z nich były negatywnie skorelowane z zawartością IAA i przyrostem pędów, natomiast pozytywnie z syntezą GA i aktywnością oksydazy IAA.

Rozdział dyskusja został przedstawiony na 11 stronach, jest konsekwentnie utrzymany w konwencji podążającej za weryfikacją kolejnych 4 hipotez badawczych. Jest to bardzo rzetelnie poprowadzona konfrontacja wiedzy istniejącej wzbogacona o osiągnięcia uzyskane w wyniku przeprowadzonych doświadczeń i licznych analiz. Bardzo pozytywnie oceniam podjęcie się przez Doktorantkę przygotowania tego rozdziału, co więcej zrobienie tego w sposób umiety i profesjonalny. Wskazuje to na bardzo dobre przygotowanie teoretyczne Doktorantki, która zgromadziła, przeczytała i wykorzystała podczas przygotowywania dysertacji doktorskiej aż 254 pozycje literatury, których spis zamieszczono w rozdziale bibliografia.

Na koniec rozprawy doktorskiej zostały przedstawione wnioski, które są zgodne z celami pracy i nakierowane na weryfikację hipotez badawczych, stanowią też najważniejsze osiągnięcia pracy. Mam tylko zastrzeżenie do wniosku nr 5, który jest ogólnym stwierdzeniem, wynikającym z kwerendy literatury, który w istocie potwierdziły badania wykonane nad kilkoma odmianami petunii, można by go inaczej sformułować.

Podsumowując merytoryczną ocenę pracy stwierdzam, że przedstawione publikacje zawierają cenne i nowe informacje, które przyczyniają się do poszerzenia wiedzy w dyscyplinie rolnictwo i ogrodnictwo. Otwierają też drogę do dalszych badań, zmierzających do ich zastosowania w uprawach szklarniowych roślin ozdobnych. Wyniki badań zaprezentowane w artykułach wchodzących w skład rozprawy zamieszczone w prestiżowych czasopismach zostały poddane ocenie merytorycznej ekspertów właściwej dziedziny wiedzy, wyznaczonych przez komitety redakcyjne i naukowe czasopism. Dlatego moje drobne uwagi, komentarze i pytania, w tym prośbę o doprecyzowanie tytułu dysertacji proszę potraktować jako przyczynek do dyskusji, nieumniejszający w żadnym stopniu poziomowi badań i wartości uzyskanych wyników.

Wniosek końcowy

W mojej opinii przedstawiona do oceny rozprawa doktorska dostarcza nowej wiedzy na temat możliwości zastosowania stresu dotyku, czyli mechanicznego skarlania w uprawie petunii, jednej z ważniejszych roślin z grupy balkonowych. Przeprowadzone badania i otrzymane wyniki są istotne z punktu widzenia poznawczego, ale także praktycznego.

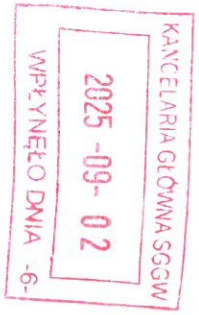
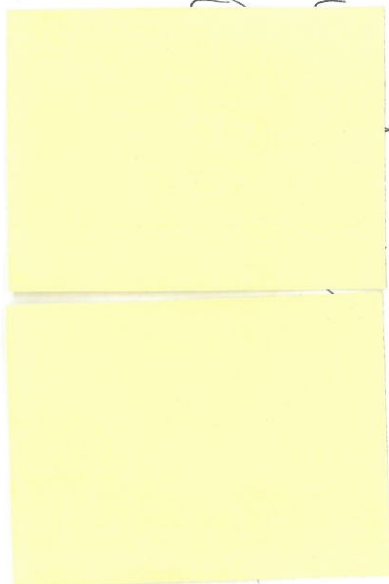
Praca pod względem formalnym i merytorycznym spełnia wymagania stawiane rozprawom doktorskim. Na podkreślenie zasługuje duża pracowitość przeprowadzonych przez Doktorantkę analiz i bardzo szeroki warsztat badawczy, który musiała opanować i którym się posługiwała, w celu przeprowadzenia różnorodnych analiz. Dodatkowym atutem Doktorantki jest Jej umiejętność pracy w zespołach badawczych.

Stwierdzam, że przedstawiona mi do oceny rozprawa doktorska mgr inż. Natalii Kuźmy pt. „Niechemiczna metoda regulowania pokroju roślin rabatowych” spełnia kryteria stawiane rozprawom doktorskim określone w art. 187 ustawy z dnia 20 lipca 2018 roku Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U.2024r. poz. 1571 z póź.zm.) i wnioskuję do Rady Dyscypliny Naukowej Rolnictwo i Ogrodnictwo Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie o dopuszczenie Kandydatki do dalszych etapów postępowania w sprawie o nadanie stopnia naukowego doktora w dziedzinie nauk rolniczych w dyscyplinie rolnictwo i ogrodnictwo.

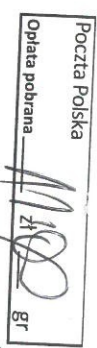


boiera pastolnha

30



R



PRIORYTET
PRIORITAIRE



2025

Biuro Usługi Nauki
S G G W w Warszawie
ul. Nowomysłowska 16B

02-787 Warszawa