

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego
w Warszawie
Wydział Ogrodnictwa, Biotechnologii i Architektury Krajobrazu

Anna Hadam

Wpływ zasolenia na skuteczność hydrożelu w warunkach deficytu wody na przykładzie trawników przyulicznych

The impact of salinity on hydrogel efficacy in water shortage
on the example of urban street bordering lawns

Praca doktorska
Doctoral thesis

Praca wykonana pod kierunkiem
dr hab. Zbigniewa Karaczuna
Katedra Ochrony Środowiska
Wydział Ogrodnictwa, Biotechnologii i Architektury Krajobrazu
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

Recenzenci:

prof. dr hab. Helena Gawrońska
Samodzielny Zakład Przyrodniczych Podstaw Ogrodnictwa
Wydział Ogrodnictwa, Biotechnologii i Architektury Krajobrazu
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

prof. dr hab. Włodzimierz Breś
Katedra Żywienia Roślin
Wydział Ogrodnictwa i Architektury Krajobrazu
Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

Warszawa, 2015

Streszczenie

Hydrożele to substancje, które sorbuja duze ilosci wody, a lagodzac skutki suszy, zmniejszaja koszty nawadniania roslin. Dzieki tym wlasciwosciom sa polecane do pielegnacji trawnikow uniwersalnych, dekoracyjnych i sportowych. Tym niemniej, jak dotad brak jest doniesien dotyczacych aplikacji zeli na trawnikach przyulicznych.

Hydrożele charakteryzuje jeszcze inna wlasciwosc – oprócz wody sa one zdolne do sorbowania kationow. Moze to zmniejszyc fitodostepnosc jonow sodu, ktore gromadza sie w glebach wzdluz ulic oraz zmniejszyc skuteczność hydrożelu w odniesieniu do pochlaniania wody.

W pracy oceniano wplyw zasolenia na skuteczność „Czystego hydrożelu“ w przeciwdzialaniu skutkom suszy u wiechliny lakowej i zycicy trwaalej. Badania prowadzono w kontrolowanych warunkach szklarniowych oraz w terenie - na pasie zieleni przyulicznej w Warszawie. Miara skuteczności dzialania zelu byly parametry biometryczne i fizjologiczno-biochemiczne, jakie oznaczano u traw narazonych na susze i zasolenie.

W doświadczeniu szklarniowym wykazano, ze hydrożel lagodził stres suszy krótkotrwaalej i dlugotrwaalej u obydwu gatunkow traw pomimo podwyzszonego stężenia NaCl w podlozu. W badaniach terenowych stwierdzono, ze skuteczność zelu w przeciwdzialaniu suszy u gatunkow traw wzraliwych na niedobory wody moze byc ograniczona tylko do gleb o niewielkim zasoleniu. W przypadku gleb przyulicznych o wiekszym zasoleniu, zele moga byc przydatne w pielegnacji gatunkow traw wzraliwych na zasolenie. Zmniejszajac u nich stres solny, moga rowniez zwiekszac ich tolerancje na kolejny stres – susze.

Słowa kluczowe: hydrożel, stres solny, susza, miasto, tereny zieleni przyulicznej, wiechlina lakowa, zycica trwaala



Prof. dr hab. Helena Gawrońska
Wydział Ogrodnictwa, Biotechnologii
i Architektury Krajobrazu, SGGW
w Warszawie

RECENZJA

rozprawy doktorskiej mgr Anny Hadam pt

” WPŁYW ZASOLENIA NA SKUTECZNOŚĆ HYDROŻELU W WARUNKACH DEFICYTU WODY NA PRZYKŁADZIE TRAWNIKÓW PRZYULICZNYCH”

wykonanej w Katedrze Ochrony Środowiska na Wydziale Ogrodnictwa, Biotechnologii i Architektury Krajobrazu, Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

1. Wprowadzenie

Zieleń przyuliczna stanowi istotny element krajobrazu terenów zurbanizowanych pełniąc różnorodne, bardzo często ważne funkcje estetyczno-środowiskowe. Urbanizacja zmniejsza dostępność terenów dla obsadzeń roślinnością. Według danych Departamentu Ekonomiki i Spraw Socjalnych, Organizacji Narodów Zjednoczonych obecnie w Europie 73% obywateli mieszka w miastach co często dla bezpieczeństwa ale i również wygody życia, pociąga za sobą ograniczenia przestrzeni dostępnej dla nasadzeń czyli w takich warunkach ofiarą padają często rośliny. Co więcej różne opracowania sugerują, że udział ludności mieszkających miastach będzie wykazywać dalsze tendencje wzrostowe.

W tym kontekście podkreślić należy pozytywny fakt rosnącej świadomości mieszkańców miast o roli roślinności w terenach zurbanizowanych poprawiającej doznania estetyczne, samopoczucie, a także podnoszony w ostatnich latach również stan naszego zdrowia. Pozytywną zmianą jest obserwowana w ostatnich latach, wskutek malejącej fascynacji urbanizacją, coraz powszechniejsza dążność mieszkańców miast do kontaktu z naturą. Podejmowanych jest szereg inicjatyw wychodzących naprzeciw tym oczekiwaniom w tym między innymi znana pod hasłem „miasto do natury – natura do miasta” jest przykładem zmian poprawy tego stanu.

Silna antropopresja generuje niestety, zwłaszcza w miastach, warunki stresowe dla roślin. Obok ciągle malejącej powierzchni dostępnej dla roślin w terenie zurbanizowanym oraz specyfiki warunków klimatyczno-glebowych (niekorzystne stosunki wodne,

zanieczyszczenia gleb, wody i powietrza itp.) jednym z istotnych czynników negatywnie wpływających na wzrost i rozwój roślin jest konieczność stosowania, w naszej strefie klimatycznej w okresie zimowym, soli do odladzania jezdni celem zapewnienia płynności i bezpieczeństwa ruchu drogowego. Zabieg ten powoduje zwiększenie poziomu zasolenia gleb oraz ich alkalizację bardzo często skutkujące ograniczeniem dostępności wody za sprawą jej wiązania przez wyższą zawartość soli.

Zasolenie gleb jest jednym z czynników istotnie ograniczającym wzrost i rozwój roślinności uprawianej przez człowieka w sąsiedztwie tras komunikacyjnych, za sprawą którego oprócz niemal zawsze występującej suszy fizjologicznej ma także miejsce zachwianie bilansu jonów w glebie oraz gdzie może pojawić się toksyczny wpływ nadmiaru niektórych z nich.

W celu poprawy stopnia uwilgotnienia gleb proponowane są różne rozwiązania przy czym najbardziej skuteczne nawadnianie, z racji kosztów i/lub ograniczeń w dostępności wody, często nie jest ono możliwe w powszechnym stosowaniu.

Wśród metod innych coraz częściej wymienia się stosowanie hydrożeli – związków o dużych zdolnościach wiązania wody, a następnie jej stopniowe udostępnianie roślinom. O ile opracowań z zakresu stosowania tej grupy związków w agrotechnice roślin ogrodniczych w warunkach niedoboru wody jest już stosunkowo dużo, mniej jest takich opracowań w odniesieniu do warunków gleb o wyższym poziomie soli a opracowania oceniające przydatność stosowania hydrożeli w warunkach ograniczonej dostępności wody w podłożu z jednocześnie podwyższonym poziomem jego zasolenia są sporadyczne.

Przedstawiona do oceny rozprawa **mgr Anny Hadam** jest jednym z nielicznych opracowań zgłębiających to zjawisko i stanowi cenne uzupełnienie wiedzy w tym zakresie.

2. Dane formalne o rozprawie

Praca jest obszerna, liczy 227 stron, część graficzna zawiera 42 wykresy, 32 tabele oraz 15 rysunków wśród których 11 to w zasadzie są fotografie i do ewentualnych publikacji należy uwzględnić zamianę tej nazwy.

Zestawiona dokumentacja w pełni ilustruje uzyskane wyniki i pozwala Autorce na dokładne zarówno omówienie uzyskanych wyników obserwacji, badań i analiz jak również weryfikacje stawianych hipotez i upoważnia do wysunięcia wniosków.

Bibliografia rozprawy liczy 301 pozycji literatury, wśród których dominują pozycje anglojęzyczne. W sumie liczba cytowanych prac jest za duża. Autorka niepotrzebnie cytuje

abstrakty z materiałów konferencyjnych czego się unika, zwłaszcza jeśli są one z lat starszych co w kilku wypadkach ma miejsce w tej pracy. Na usprawiedliwienie Doktorantki można dodać, iż za taki stan rzeczy współodpowiedzialny jest również promotor.

Układ rozprawy jest typowy dla tego rodzaju opracowań i z tego obszaru nauki. Objętości najważniejszych rozdziałów rozprawy wynoszą odpowiednio: wstęp wyjaśniający ogólne założenia i cel pracy zawarty jest na 2 stronach, przegląd literatury przedstawiony został na 37 str., materiały i metodyka to 21 str., omówienie wyników zajmuje 104 str., dyskusja 23 str., wnioski 2 str., a bibliografia 26 stron.

3. Dane merytoryczne o rozprawie

Cel i zakres badań zostały dobrze zdefiniowane oraz są reprezentowane w tytule pracy. Głównym celem jaki postawiła sobie Doktorantka przedstawionej rozprawy była ocena skuteczności hydrożelu w zmniejszaniu skutków suszy w warunkach zasolenia gleb na przykładzie roślin wiechliny łąkowej i życicy trwałej, gatunków traw powszechnie uprawianych na trawnikach przyulicznych.

Oprócz wyżej wyszczególnionego celu głównego Doktorantka postawiła sobie za cel także prześledzenie zmian w przebiegu wybranych procesów morfologicznych, oraz fizjologiczno-biochemicznych, pozwalających poznać mechanizm działania hydrożelu, a na podstawie uzyskanych wyników weryfikację 4-ch wymienionych we WSTĘPIE hipotez roboczych.

W rozdziale PRZEGLĄD LITERATURY Doktorantka omawia znaczenie i funkcje trawników przyulicznych, zwraca uwagę na warunki siedliskowe szczególnie te generujące stan stresu dla roślin. Najpierw Autorka charakteryzuje uwarunkowania wpływające na stosunki wodne podłoża w Polsce ze szczególnym uwzględnieniem terenów zurbanizowanych w tym także wpływu podwyższonego poziomu zasolenia podłoża na roślinność, omawia skrótowo rolę kationów i anionów, a także niektórych czynników wpływających na ich przemieszczanie się w profilu glebowym.

Następnie Doktorantka omawia hydrożele, mechanizm wiązania/uwalniania przez nie wody, możliwości stosowania tych związków przybliżając czytelnikowi wyniki badań innych autorów w tym obszarze ze szczególnym uwzględnieniem skuteczności hydrożeli w uprawie traw w warunkach deficytu wody w podłożu. Doktorantka omawia ważne w ocenie trawników cechy (jak ich kondycja czy zadarnienie) oraz wybrane fizjologiczno-biochemiczne parametry pozwalające na ocenę reakcji roślin na stres suszy i zasolenia (akumulacja biomasy, sprawność aparatu fotosyntetycznego, stabilność błon

cytoplazmatycznych, względna zawartość wody, akumulację wolnej proliny, zmiany w składzie jonów). Rozdział ten Doktorantka kończy charakterystyką badanych w pracy gatunków traw.

W rozdziale MATERIAŁ I METODY omówione zostały przeprowadzone doświadczenia. Autorka w badaniach stosowała HydroŻel czysty (BASF SE) zgodnie z zaleceniami producenta.

Obok dwuletniego doświadczenia terenowego, które pozwalało na prześledzenie wpływu hydrożelu w terenie, a więc w warunkach rzeczywistych gdzie brak jest możliwości kontroli większości czynników. Aby jednak uniezależnić się od wpływu i braku kontroli warunków zewnętrznych, Doktorantka, przeprowadziła także doświadczenia w kontrolowanych warunkach szklarniowych. W doświadczeniach terenowych liczba badanych cech oraz stosowanych w badaniach technik i analiz była ze zrozumiałych względów mniejsza.

Z przedstawionego schematu trudno się zorientować, które z poletek były traktowane hydrożelem, a które stanowiły kontrole (bez żelu).

W doświadczeniach szklarniowych zastosowano bardziej skomplikowany układ doświadczalny oraz więcej technik analitycznych/ pomiarowych, których opanowanie jest bardzo dobrą wizytówką kwalifikacji Doktorantki, wskazując jednocześnie na jej otwartość na nowe techniki a także łatwość zmierzenia się z nowymi wyzwaniami i współpracę z innymi Zespołami. Wykonanie tak szerokiego wachlarza analiz jest bardzo cennym doświadczeniem w pracy eksperymentalnej. Pewną wątpliwość budzi zbyt szczegółowe omówienie metod powszechnie stosowanych w podobnych badaniach. W takich wypadkach wystarczyłoby podanie informacji np. „*w oznaczaniu zastosowano metodykę według xx (rok) lub oznaczenia wykonano zgodnie z metodyką opracowaną przez xx (rok)*”. To pozwoliłoby nieco skrócić rozprawę.

Podkreślenia wymaga także fakt przeprowadzenia analiz statystycznych. Walorem jest także wybór stosunkowo ostrego testu Tukey'a dobrze potwierdzającego występujące różnicowanie i pozwalającego na bardziej udowodnione wnioskowanie.

W pracy jest mowa o **doświadczeniach** szklarniowych. Brak jest jednak informacji ile wykonano doświadczeń oraz czy prezentowane wyniki pochodzą z jednego z doświadczeń (jeśli tak to którego i dlaczego właśnie tego) czy też są uśrednieniem z wszystkich (ilu) doświadczeń. Brak jest także informacji w przypadku analiz jednoczynnikowych jaki był układ. Można wnosić, że analiza była wykonywana indywidualnie dla każdego poziomu

zasolenia z tym, że i w takim wypadku w grę wchodzi dwa czynniki: częstotliwość podlewania (poziom suszy) oraz traktowanie podłoża hydrożelem lub jego brak. W przypadku dwuczynnikowej analizy statystycznej pojawia się wątpliwość dotycząca uśrednienia danych dla pasa lub roku badań bez oddzielnej analizy w kombinacjach: + hydrożel, - hydrożel. Takie podejście nie pozwala sądzić o ewentualnym (uśrednionym) wpływie hydrożelu na badaną cechę, a w kontekście celu pracy stawia pod znakiem zapytania celowość wykonania tych analiz. Wprawdzie w jednoczynnikowej analizie taki rozdział ma miejsce ale tutaj Autorka przeprowadziła analizy chyba oddzielnie dla każdego pasa i roku badań.

Kolejny rozdział stanowią WYNIKI, w którym zarówno opis jak i prezentowane dane źródłowe są przedstawione obszernie ale komunikatywnie. Liczba oznaczanych cech jest imponująca co czyni ten rozdział dość obszernym (104 strony). W rozdziale tym Doktorantka szczegółowo opisuje poczynione obserwacje i wyniki przeprowadzonych pomiarów i analiz przytaczając wszystkie źródłowe dane w postaci tabel, wykresów, oraz rysunków. Doktorantka zdecydowała się na oddzielne omówienie wyników z doświadczeń terenowych i szklarniowych co z jednej strony pociąga za sobą pewne powtórzenia ale z drugiej czyni bardziej przejrzystym i łatwiejszym prześledzenie wyników omawianych badań zwłaszcza, że wyniki z obu rodzaju doświadczeń nie zawsze są spójne.

W obu rodzajach doświadczeń Doktorantka opisuje wzrost i rozwój roślin obu gatunków traw eksponując różnice wywołane stosowaniem hydrożelu i wykazała różnice zarówno pomiędzy doświadczeniami (terenowe vs. w warunkach kontrolowanych) oraz, co jest bardzo istotne, również między gatunkami. Doktorantka wykazała, że stosowanie hydrożelu poprawiało stosunki wodne w podłożu ale w doświadczeniach wazonowych przy krótkotrwałej suszy do 7 dni, natomiast w przypadku wydłużającego się okresu suszy stosowanie hydrożelu nie pociągało za sobą poprawy warunków wodnych w podłożu. Badania wykazały także, iż skuteczność hydrożelu w warunkach terenowych jest różna i w przypadku omawianych prezentowanych w tej pracy zależała zarówno od gatunku ale również od stopnia zasolenia podłoża.

Już te wyniki pokazują, że przed ewentualnym opracowaniem odpowiedzialnych rekomendacji stosowania tych preparatów w praktyce niezbędne są dalsze badania. Choć już na podstawie tych badań Doktorantka podkreślając różnice między gatunkami wskazuje kiedy jest sens stosowania hydrożelu – a to stanowi ważną informację dla praktyki,

Doktorantka w badaniach podjęła się oceny zmian w wybranych parametrach i procesach wyniki których dostarczają danych na temat mechanizmu działania stosowanego hydrożelu wykazując:

- różnice gatunkowe w reakcji roślin badanych gatunków na stosowanie hydrożelu i ich zależność od warunków klimatyczno-glebowych (uwilgotnienia podłoża i poziomu zasolenia)
- pozytywne efekty stosowania hydrożelu są pewniejsze w warunkach kontrolowanych, co przynajmniej na tym etapie, nie pozwala na odpowiedzialną rekomendację stosowania w terenie chyba, że w dalszych badaniach zostaną zaproponowane zabiegi towarzyszące zapewniające skuteczność hydrożelu(i) bądź zostaną uszczegółowione warunki stosowania preparatu(ów)
- obecność hydrożelu w podłożu, poza poprawą stosunków wodnych (choć nie zawsze), za sprawą wiązania niektórych jonów (zwłaszcza Na^+) zwiększa pobieranie przez rośliny innych ważnych, w warunkach stresowych kationów np. K^+ , Mg^{+2} . To zmienia na korzyść stosunek K^+/Na^+ lub sumy kationów/ Na^+ w organach nadziemnych badanych gatunków roślin. Obniżenie pobierania Na^+ przy jednoczesnym wyższym pobieraniu K^+ jest wg Doktorantki istotnym elementem przystosowawczym roślin w warunkach stresu odpowiedzialnych za unikanie dehydratacji molekuł w komórce.
- Doktorantka w badaniach wykazała także pozytywny wpływ hydrożelu na sprawność aparatu fotosyntetycznego (wyrażający się zwiększeniem zawartości chlorofilu, oraz poprawą parametrów fluorescencji chlorofilu *a*), stopień uwodnienia tkanek (RWC), stabilność błon cytoplazmatycznych a także akumulację jednego z najbardziej poznanych osmoprotektantów czyli proliny.

Wyżej wymienione pozytywne zmiany pod wpływem stosowania hydrożelu nie zawsze był notowany gdyż jak wykazała Doktorantka reakcje roślin zależały zarówno od wilgotności podłoża, poziomu zasolenia, badanego gatunku, a w warunkach terenowych ponadto od terminu oznaczeń ale przede wszystkim od czynników, które były poza możliwością kontroli. To wprawdzie powoduje nieco trudności w uogólnieniu interpretacji uzyskanych wyników i przede wszystkim w opiniowaniu co do przydatności tej technologii. Jednakże wskazuje na potencjał stosowania hydrożeli, co jak słusznie podkreśla Doktorantka wymaga dalszych badań.

W rozdziale tym pewnym utrudnieniem w śledzeniu opisywanych wyników badań jest bardzo obszerna dokumentacja wynikowa. Pewnym ułatwieniem byłoby wydzielenie niektórych

tabel i wykresów w formie aneksu a w opisie wyników powołanie się na odpowiedni załącznik zwłaszcza gdy charakter i przebieg zmian były zbliżone.

Bardzo dobrze oceniam rozdział DYSKUSJA, w którym ma miejsce sprawne przedyskutowanie wyników własnych badań dot. różnych cech i parametrów i ich konfrontowanie z dostępnymi w literaturze wynikami badań innych autorów. Na uwagę zasługuje fakt, że Doktorantka nawiązuje nie tylko do badań, których wyniki są zgodne z uzyskanymi w swojej pracy ale również podejmuje dyskusję z wynikami prac, które są w sprzeczności z jej własnymi. W takich sytuacjach Doktorantka próbuje, co jest cenne, znaleźć przyczynę(y) tych różnic. Minusem w tej części pracy jest to, że czasami przypomina opis wyników a w mniejszym stopniu ich dyskusję.

W tej części rozprawy Autorka podejmuje próbę wyjaśnienia mechanizmów działania hydrożelu i odpowiedzialnych za stwierdzone różnice w reakcji badanych gatunków na stosowanie hydrożelu w sytuacji jednoczesnego występowania stresu suszy i zasolenia.

Uzyskane wyniki pozwoliły Autorce na wyciągnięcie 12 wniosków, które wynikają z przeprowadzonych przez Doktorantkę obserwacji, oznaczeń i analiz. Często stanowią one potwierdzenie znanych już informacji na temat stosowania hydrożeli ale niektóre są nowe i cenne zwłaszcza te dotyczące stosowania hydrożeli w warunkach jednocześnie występujących stresów suszy i zasolenia.

Rozdział WNIOSKI, nie jest niestety najmocniejszą stroną pracy. Doktorantka we wnioskach ograniczyła się tylko do oceny skuteczności stosowania hydrożelu oraz wyeksponowała zmiany dot. stosunków wodnych, ilościowych i w wzajemnych relacjach pomiędzy K^+ / Na^+ , sumą badanych kationów / Na^+ w podłożu i w częściach nadziemnych roślin. Pewien niedosyt natomiast budzi brak we wnioskach informacji o zmianach w akumulacji świeżej i suchej masy, sprawności aparatu fotosyntetycznego, RWC, akumulacji proliny oraz stabilności błon, które badano i które dostarczyły cennych informacji wyjaśniających niektóre mechanizmy działania hydrożelu. Informacje o wpływie hydrożelu na ww. cechy można zawrzeć w 1-2 wnioskach a to znacząco podniosłoby informacyjną wartość pracy. Pamiętać trzeba, że czytający tak obszerne opracowanie najpierw „zagląda” do streszczenia i właśnie wniosków, a dopiero jeśli te okażą się interesujące sięgają głębiej. Można przypuszczać, że Doktorantka próbowała tę część ująć w 7 wniosku stwierdzając cyt.:”...badany sorbent wpływał pozytywnie na trawy...” - oraz w 8 wniosku cyt.:” ze specyficznej reakcji wiechliny łąkowej...” takie informacje właściwie nic nie mówią

W podanej formie wnioski czasami przypominają raczej powtórzenie opisu wyników a nie wniosków, czasami podane są one w czasie przeszłym (co nie powinno mieć miejsca we wnioskach) lub w formie przypuszczenia używając zwrotu np.: „.. mogą..”.

Niektóre wnioski zapisane w obecnej wersji w zasadzie się powtarzają można je więc połączyć dodając 1-2 wyrazy np. 2 z 9 .

4. Ocena rozprawy

Problematyka podjęta w rozprawie podnosi problem próby poprawy warunków uprawy traw w terenie zurbanizowanym, gdzie rośliny narażone są na szereg czynników stresowych a te uprawiane wzdłuż tras komunikacyjnych szczególnie na stesy suszy i solny.

Tytuł rozprawy jest zgodny z jej treścią. Bibliografia zgromadzona w przeglądzie literatury definiuje i przybliża czytelnikowi warunki panujące na pasach zieleni gdzie najczęściej uprawiane są trawy oraz procesy morfologiczne i fizjologiczno-biochemiczne, które uczestniczą w procesach przystosowawczych roślin do takich warunków. Cel pracy i zakres badań zostały dobrze zdefiniowane przy czym oprócz celu głównego Doktorantka podjęła się oceny zmian w szeregu procesach morfologicznych, oraz fizjologiczno-biochemicznych aby wyjaśnić mechanizm działania hydrożelu. W tym celu Doktorantka opanowała szeroki wachlarz metod badawczych pozwalających na śledzenie procesów fizjologicznych przebiegających w roślinie.

Wyniki i dyskusja są zaprezentowane w sposób czytelny za sprawą zarówno dobrze skonstruowanego podziału rozprawy, formy przedstawienia oraz opisu. Autorka umiejętnie konfrontuje wyniki swoich badań z dostępnymi danymi literaturowymi. Wnioski w ilości 12- u budzą pewną wątpliwość o czym była już wcześniej mowa.

Rozprawa napisana jest dość starannym i komunikatywnym językiem ale jak każde tak duże opracowanie praca doktorska mgr Anny Hadam nie jest wolna od pewnych uchybień.

W pracy pojawiły się błędy typu zgubionych liter, niewłaściwych końcówek, a czasami błędnie użytych zwrotów, które należy uwzględnić przy opracowaniu prac do druku.

5. Konkluzja

W posumowaniu rozprawę doktorską mgr Anny Hadam oceniam jako dobrą, jej wyniki potwierdzają szereg znanych już zjawisk ale też jest cennym uzupełnieniem z zakresu wpływu stosowania hydrożelu w uprawie traw eksponowanych jednocześnie do stresów suszy i solnego.

Pragnę podkreślić, iż uzyskane wyniki obok walorów poznawczych dostarczają także informacji na temat możliwości wykorzystania hydrożeli do poprawy warunków wilgotnościowych podłoża.

Uważam, że praca stanowi oryginalny dorobek naukowy, sposób jej opracowania oraz duża swoboda poruszania się w tematyce badawczej pozwalają na stwierdzenie, że przedstawiona mi do recenzji rozprawa w pełni odpowiada wymaganiom ustawy o stopniach i tytule naukowym i na jej podstawie wnioskuję do Rady Wydziału Ogrodnictwa, Biotechnologii i Architektury Krajobrazu, SGGW w **Warszawie o dopuszczenie mgr Anny Hadam do dalszych etapów przewodu doktorskiego.**



Warszawa 05.06.2015

Prof. dr hab. Helena Gawrońska

Prof. dr hab. Włodzimierz Breś
Katedra Żywienia Roślin
Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

Poznań 14.05.2015r.

Recenzja rozprawy doktorskiej mgr inż. Anny Hadam
pt. „**Wpływ zasolenia na skuteczność hydrożelu w warunkach deficytu wody
na przykładzie trawników przyulicznych**”
wykonanej pod kierunkiem dr hab. Zbigniewa Karaczuna
w Katedrze Ochrony Środowiska Wydziału Ogrodnictwa, Biotechnologii
i Architektury Krajobrazu Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

Przyuliczna zieleń na terenach zurbanizowanych jest narażona na szereg abiotycznych i biotycznych czynników stresowych. Czynniki biotyczne dotyczą w tym przypadku przede wszystkim temperatury i opadów atmosferycznych, natomiast abiotyczne to głównie zasolenie oraz destabilizacja struktury gleby, spowodowane stosowaniem chlorku sodu do odładzania ulic i chodników. Od wielu lat poszukuje się metod pozwalających zmniejszyć natężenie negatywnie działających czynników i łagodzić ich stresogenne działanie. Wstępne badania przeprowadzone przez mgr inż. Annę Hadam oraz nieliczne doniesienia literaturowe wskazywały, że taki potencjał mogą mieć hydrożele, czyli superabsorbenty o wyjątkowej zdolności do pochłaniania wody. Kandydatka nawiązuje więc w rozprawie do ważnej i aktualnej problematyki dotyczącej skuteczności działania hydrożelu w warunkach nakładających się stresów suszy i zasolenia. Cel pracy został przez autorkę rozprawy jasno przedstawiony. Jako rośliny testowe wybrano dwa gatunki traw tj. wiechlinę łąkową oraz życicę trwałą. Spośród wielu dostępnych superabsorbentów wybrano „Czysty hydrożel” produkowany przez BASF SE. Badania obejmowały doświadczenie wazonowe prowadzone w latach 2011-2012 w szklarni w warunkach częściowo kontrolowanych oraz doświadczenie terenowe prowadzone w latach 2012 – 2013 w pasie zieleni zlokalizowanej między jezdniami ulicy o dużym natężeniu ruchu.

Układ pracy określić można jako klasyczny tj. z wyraźnie wyodrębnionym przeglądem literatury, opisem materiałów i metod badań, opisem wyników, dyskusją i wnioskami. Praca jest bardzo obszerna. Na 227 stronach rozprawy zamieszczono 38 tabel, 42 wykresy i 15 fotografii. Autorka odwołała się do 301 pozycji literatury.

Rozdział „Przegląd literatury” jest bardzo dobrze przygotowanym, obszernym omówieniem najważniejszych problemów związanych z zasoleniem, deficytem wody, hydrożelami, oceną skuteczności hydrożeli w warunkach deficytu wody i zasolenia oraz z wyborem odpowiednich gatunków traw.

Rozdział „Materiały i metody” jest opracowaniem szczegółowym i uporządkowanym. Współpraca z różnymi jednostkami SGGW umożliwiła podjęcie badań bardzo wszechstronnych, od najprostszych (np. pomiar odrostów traw), do bardzo skomplikowanych (np. pomiar fluorescencji chlorofilu), co podnosi wartość przedstawionej do oceny pracy doktorskiej.

Niestety w opisie metod oznaczania zawartości składników w podłożu są nieścisłości (str. 53). Według autorki zawartość azotu mineralnego, fosforu i potasu oznaczono metodą uniwersalną (w której ekstraktoem jest 0,03M kwas octowy), a w następnym zdaniu dodano iż stosowano jako ekstraktor mleczan wapnia z dodatkiem HCl (który jest używany przy analizie metodą Egnera – Riehma). Jednocześnie wyniki analiz podano w $\text{mg} \cdot \text{dm}^{-3}$. Proszę o stosowne wyjaśnienie tych nieścisłości.

Na str. 66 zamieszczono informacje „...zastosowano nawożenie zgodnie z normami według Komosa i Roszyka (2006)...”. Jest to także nieścisłość – to nie są normy, tylko zalecenia proponowane przez wspomnianych autorów. Kolejna uwaga dotyczy wyboru dawki hydrożelu do doświadczenia terenowego tj. $20\text{g} \cdot \text{m}^{-2}$. Jest to oczywiście zgodne z zaleceniami producenta, jednak nieporównywalne z dawką w doświadczeniu wazonowym. Jeżeli przyjmiemy, że hydrożel zmieszano z warstwą gleby o miąższości 5 cm, to odpowiada to objętości $1 \times 1 \times 0,05 = 0,05\text{m}^3$ gleby czyli 50dm^3 gleby. Uwzględniając zastosowaną dawkę hydrożelu w doświadczeniu terenowym zastosowano więc 0,4g superabsorbentu na 1dm^3 gleby, natomiast w doświadczeniu wazonowym 2g na 1dm^{-3} podłoża. Z tego powodu jak sama autorka zauważyła (str. 194) sorbent w warunkach polowych nie wpływał na poprawę właściwości wodnych gleb. Nie należy jednak rozpatrywać tego w kategoriach błędu, lecz pewnego pomysłu dotyczącego ewentualnego działania w przyszłości.

Rozdział „Omówienie wyników” jest opracowany bardzo szczegółowo. Autorka opisuje wszystkie zależności jakie stwierdziła podczas badań. Wyniki dokumentuje zestawieniami tabelarycznymi oraz wykresami. Szkoda jednak, że statystyka w części pierwszej tego rozdziału została tak bardzo uproszczona. W opisie wyników doświadczenia wazonowego omawiane są zależności dotyczące wpływu hydrożelu, dawki soli i częstotliwości podlewania (symulacja suszy), a statystyka jest jednoczynnikowa. Ten element można jednak przed publikacją w czasopiśmie naukowym jeszcze dopracować. Warto to zrobić, bo wyniki są

bardzo ciekawe, a wymagania redakcji zwykle wysokie. Dzięki bardziej rozbudowanej statystyce lepiej opracowane są rezultaty doświadczenia terenowego. Wspomniane badania przeprowadzone na ternie pasa przyulicznego dzięki pomiarom temperatury i opadów atmosferycznych oraz dzięki pomiarom wilgotności gleby umożliwiły właściwą ocenę i interpretację uzyskanych wyników. Na zakończenie tej części pracy chciałbym przypomnieć, iż jeżeli różnice są statystycznie nieistotne w tabeli nie piszemy wartości NIR lecz NI lub RN. Dzięki wszechstronnym badaniom i dobrej znajomości literatury, rozdział „Dyskusja” jest wielowątkowy. Mgr inż. Anna Hadam umiejętnie wyjaśnia zależności, nie wahając się wskazywać na wyniki odbiegające od własnych oczekiwań. W omawianym rozdziale są jednak fragmenty, które wymagają wyjaśnienia. RWC na skutek ograniczenia podlewania (symulacja stresu) wyraźnie malało. Dodatek hydrożelu ograniczał straty wody w liściach badanych traw, a to skutkowało mniejszą akumulacją proliny. Zawartość proliny wyraźnie wrosła wraz ze wzrostem stresu wywołanego suszą. Wyniki zawartości proliny podano w $\mu\text{g} \cdot \text{g}$ świeżej masy⁻¹. Szkoda, że nie przeliczono ich na suchą masę. Wzrost ilości proliny mógł wynikać z obniżenia świeżej masy liści. Mając na uwadze przeciwstawne tendencje dotyczące RWC i zawartości proliny można przypuszczać, że wyniki pomiarów zawartości tego aminokwasu po przeliczeniu na suchą masę mogły by nie różnić się statystycznie.

Kolejny problem dotyczy składu granulometrycznego podłoża z doświadczenia wazonowego. Sądząc po wynikach zamieszczonych w tabeli 4, podłoże to charakteryzowało się znaczną ilością pyłu. Pył utrudnia infiltrację wody. Dodany do podłoża hydrożel chłonną wodę, a więc pęczniąc, także wpływa na zmniejszenie przepuszczalności podłoża. Opisane wyżej czynniki są przyczyną obserwowanego podczas prowadzenia badań powolnego, a dodatkowo spowolnionego w podłożach z absorbentem, wsiąkania wody stosowanej do podlewania roślin.

Według doktorantki zasolenie nie wpływało na chłonność sorbentu dodanego do gleby. W mojej ocenie pośrednie dowody na jakie się powołuje są niewystarczające, tym bardziej że nie dokonano statystycznej analizy wpływu różnych dawek NaCl na badane cechy. Na temat zmian chłonności hydrożelu pod wpływem nie tylko soli, ale poszczególnych jonów przeprowadzono bardzo szczegółowe badania. Wyniki tych badań zdecydowanie nie potwierdzają zastrzeżeń autorki.

Zarówno w doświadczeniu wazonowym jak i w terenowym, zastosowanie hydrożelu potasowego zwiększyło zawartość Na^+ w podłożu i w glebie. Jednocześnie w roślinie odnotowano spadek ilości sodu. Autorka podjęła próbę wyjaśnienia tego faktu w odniesieniu

do rośliny, nie znalazłem jednak w pracy wyjaśnienia dotyczącego podłoża/gleby. Proszę o stosowny komentarz.

Dyskusja na temat wyników badań terenowych, ze względu na znaczący wpływ czynników atmosferycznych, była dla mgr inż. Anna Hadam zadaniem trudnym. Nie mniej dobrze sobie z tym problemem poradziła. W końcowej części dyskusji autorka wskazuje na rozbieżności w uzyskanych wynikach z doświadczenia szklarniowego i terenowego. W mojej ocenie wynika to m.in. z faktu, iż w pasie zieleni przyulicznej zastosowano mniejszą dawkę hydrożelu i wymieszano go tylko z pięciocentymetrową warstwą gleby. Parowanie z tak cienkiej warstwy jest na pewno intensywniejsze niż z podłoża umieszczonego w doniczce. Ponadto nie bez znaczenia było zróżnicowanie składu granulometrycznego, a w konsekwencji właściwości wodnych gleby w pasie przyulicznym, na co także zwróciła uwagę autorka rozprawy. Mając na uwadze rozbieżności między wynikami badań wazonowych i terenowych słusznie odwołała się do pracy Mittlera (2006), który napisał iż kontrolowane warunki laboratoryjne i szklarniowe nie odzwierciedlają wszystkich stresów, jakie występują w środowisku.

Rozdział VI zawiera 12 wniosków. Nawiązując do przedstawionych wyżej uwag uważam, że wnioski 4 i 8 nie powinny być zamieszczone. Są one sprzeczne. Problem ten wyjaśniono wystarczająco w dyskusji. Wniosek 6 - mam wątpliwości czy analiza statystyczna dwuczynnikowa (dawka hydrożelu x dawka NaCl) pozwoliła by na sformułowanie go w obecnej formie. Wniosek 9 jest tylko przypuszczeniem – autorka nie prowadziła badań bezpośrednio z hydrożelem. Wniosek 11 - obawiam się, że sformułowanie „większe stężenie soli” może być źle zrozumiane. Może lepiej było by napisać o „umiarkowanym stężeniu soli”?

Podsumowując, autorka na podstawie bardzo pracochłonnych doświadczeń wazonowych wykazała, że dodany do zasolonych podłoży hydrożel zawierający w swym składzie potas (w tym przypadku poliakrylan potasu) ma organiczną, ale wymiarną zdolność łagodzenia skutków suszy krótkotrwałej (7 dni) podczas uprawy wiechliny łąkowej oraz życicy trwałej. Podczas suszy długotrwałej (21 dni) wpływ hydrożelu był już mało znaczący. Niestety, wyniki doświadczeń terenowych są mniej obiecujące. Ta rozbieżność wskazuje na potrzebę kontynuacji badań, być może z uwzględnieniem sugestii recenzentów.

Przedstawiona do recenzji praca jest studium obszernym, dobrze udokumentowanym. Autorka wykazała się dobrą znajomością literatury naukowej i metod badawczych. Mimo wyrażonym wyżej kilku uwagom krytycznym oraz kilku o charakterze dyskusyjnym stwierdzam, że rozprawa doktorska mgr inż. Anny Hadam odpowiada wymogom stawianym

pracom doktorskim (Ustawa o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki z dnia 14 marca 2003 r., Dz. U. Nr 65, poz. 595 z późn. zmianami).
Składam wniosek do Wydziału Ogrodnictwa, Biotechnologii i Architektury Krajobrazu Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie o dopuszczenie mgr inż. Anny Hadam do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Prof. dr hab. Włodzimierz Brześ