

STRESZCZENIE

mgr inż. Oskar Basara

Fumigacja gazowym ozonem roślin jagody kamczackiej oraz haskapu japońskiego jako alternatywna metoda ochrony roślin przed chorobami grzybowymi oraz poprawy jakości owoców i wydłużenia czasu ich przechowywania

Celem niniejszej rozprawy doktorskiej, przedstawionej w formie cyklu powiązanych tematycznie artykułów, była ocena skuteczności fumigacji gazowym ozonem jako alternatywnej metody ochrony roślin przed chorobami grzybowymi u wybranych trzech odmian jagody kamczackiej (*Lonicera caerulea* var. *kamtschatica*) oraz jednej odmiany i dwóch klonów haskapu japońskiego (*Lonicera caerulea* var. *emphyllocalyx*) w latach 2021–2024. W okresie wegetacji ocenie poddano wybrane wskaźniki fizjologiczne roślin, będące markerami ich zdrowotności. Dodatkowo określono wpływ proponowanej metody na właściwości mechaniczne i biologiczne owoców bezpośrednio po zbiorze oraz w czasie przechowywania, ze szczególnym uwzględnieniem poprawy jakości oraz wydłużenia ich trwałości pozbiorczej. Istotnym elementem pracy było również przedstawienie potencjału mikrorozmnażania *in vitro* w produkcji eksplantatów haskapu japońskiego (*Lonicera caerulea* var. *emphyllocalyx*).

Pierwszym etapem badań było określenie wpływu zastosowanych dawek gazowego ozonu na wybrane cechy fizjologiczne roślin, będące wskaźnikami kondycji i zdrowotności roślin, w tym szczególnie w aspekcie chorób grzybowych. Badania opisane w publikacji 1 obejmowały analizę krzywej indukcji OJIP (Fv/Fm, Mo, PI_{total}), analizę zawartości ChlM, FlvM i AnthM, oraz indeksu NFI, a także analizę wybranych parametrów wymiany gazowej liści (E, Ci, Gs). Uzyskane wyniki badań wykazały, iż zastosowanie ozonowania nie wpłynęło istotnie na zróżnicowanie większości analizowanych parametrów fizjologicznych roślin badanych odmian *Lonicera caerulea* var. *kamtschatica* oraz odmiany i klonów *Lonicera caerulea* var. *emphyllocalyx*. Istotne różnice średniej wartości cech fizjologicznych oraz wskaźników wymiany gazowej roślin względem próby kontrolnej występowały jedynie przy zastosowaniu najwyższej dawki ozonu (5 ppm przez 5 min). Średnia wartość wskaźnika PI_{total} istotnie zmniejszyła się po zastosowaniu gazowego ozonu w dawce 5 ppm przez 5 min, w przypadku *Lonicera caerulea* var. *emphyllocalyx* dla klonu '139-24' oraz odmiany Lori w 2022 roku, w odniesieniu do próby kontrolnej. Jednocześnie odnotowano istotne zmniejszenie wartości wskaźnika E dla tej samej dawki ozonu u roślin klonu '21-17' *Lonicera caerulea* var. *emphyllocalyx* we wszystkich latach prowadzenia doświadczenia, w porównaniu do próby kontrolnej. Na podstawie uzyskanych wyników badań oraz pomiarów, stwierdzono, że zaproponowane dawki gazowego ozonu w procesie fumigacji roślin celem ochrony przed patogenami grzybowymi nie wywołały efektu fitotoksycznego. Najlepsze rezultaty kondycji i zdrowotności roślin określanej wskaźnikami fluorescencji

chlorofilu oraz wymiany gazowej odnotowano dla roślin *Lonicera caerulea* var. *kamtschatica* oraz *Lonicera caerulea* var. *emphylocalyx* traktowanych gazowym ozonem o stężeniu 5 ppm przez 1 i 3 min.

W kolejnym etapie badań określono wpływ fumigacji gazowym ozonem na właściwości biologiczne owoców jagody kamczackiej oraz haskapu japońskiego (publikacja 2). Określono wpływ zaproponowanych dawek gazowego ozonu na zawartość witaminy C, całkowitą zawartość związków fenolowych oraz potencjał antyoksydacyjny badanych owoców. Ponadto oceniono wpływ przeprowadzonych zabiegów fumigacji roślin gazowym ozonem na wybrane parametry morfologiczne zebranych owoców. Wyniki uzyskane w toku prowadzonych badań pozwoliły stwierdzić różnice pomiędzy zawartością wybranych związków bioaktywnych w owocach badanych podgatunków *Lonicera caerulea* L., jednakże różnice te zależne były od sezonu wegetacyjnego, odmiany lub klonu, oraz testowanej dawki gazowego ozonu w procesie fumigacji roślin. Stwierdzono, że zastosowane dawki gazowego ozonu wpłynęły istotnie na kształtowanie całkowitej zawartości związków fenolowych oraz potencjału antyoksydacyjnego badanych owoców. Jednocześnie wykazano, że najlepsze rezultaty osiągnięto w przypadku owoców pobranych z roślin traktowanych gazowym ozonem w dawce 5 ppm przez 3 min. Całkowita zawartość związków fenolowych w owocach dla tego wariantu doświadczenia zwiększyła się o 11,5%, w odniesieniu do zawartości odnotowanej dla próby kontrolnej. Po zastosowaniu ozonu w dawce 5 ppm przez 5 min odnotowano wzrost potencjału antyoksydacyjnego FRAP i ABTS odpowiednio: o 6,7% oraz 6,1%, w porównaniu do potencjału owoców z próby kontrolnej. Na podstawie uzyskanych wyników badań stwierdzono, iż zastosowanie odpowiednio dobranych dawek gazowego ozonu w procesie fumigacji roślin *Lonicera caerulea* L. może kształtować wartość biologiczną produkowanych owoców.

Następnym krokiem badawczym było określenie przydatności procesu ozonowania roślin *Lonicera caerulea* L. do przedłużania trwałości przechowalniczej zebranych owoców. W tym celu określano wpływ proponowanych dawek gazowego ozonu na wybrane właściwości morfologiczne i mechaniczne owoców *Lonicera caerulea* var. *kamtschatica* oraz *Lonicera caerulea* var. *emphylocalyx* (publikacja 3). Przeprowadzono pomiary jednoosiowego przebiecia stemplem skórki oraz mięszu owoców jako wskaźnika trwałości owoców w łańcuchu dostaw w tym podczas przechowywania. Przeprowadzone badania pozwoliły określić, że owoce badanej odmiany i klonów haskapu japońskiego charakteryzowały się większą odpornością na przebicie skórki i mięszu, w porównaniu do wybranych odmian jagody kamczackiej, co jest determinantem lepszej ich odporności na zbiór, transport i potencjalne magazynowanie. Należy jednak zaznaczyć, że odnotowane wartości siły niszczącej w obrębie danego podgatunku były zróżnicowane w zależności od odmiany i klonu. Testowane dawki gazowego ozonu w procesie fumigacji badanych roślin wpłynęły na wybrane parametry mechaniczne owoców. Wpływ ten jednak był zróżnicowany w zależności od czasu prowadzenia zabiegu. Najlepszą odpornością na uszkodzenia mechaniczne odznaczały się owoce *Lonicera caerulea* L. poddane fumigacji

gazowym ozonem o stężeniu 5 ppm przez 3 min. Na podstawie uzyskanych wyników można wnioskować iż, zastosowanie odpowiedniej dawki ozonu może przyczynić się do produkcji owoców o polepszonych właściwościach mechanicznych, bezpośrednio zapewniając lepszą trwałość przechowalniczą owoców. Dodatkowo zastosowanie nauczania maszynowego do zaprojektowania dokładnych modeli umożliwiło dokładniejszą interpretację uzyskanych wyników w zakresie oceny odporności owoców na uszkodzenia mechaniczne. Testowane algorytmy uczenia maszynowego dostarczyły jednocześnie dokładne modele do przewidywania deformacji i zużycia energii do momentu ich przebicia. Modele te mogą być wykorzystywane w praktyce do projektowania procesów przechowywania owoców jagody kaczuskiej oraz haskapu japońskiego produkowanych z wykorzystaniem gazowego ozonu w procesie fumigacji.

Jednym z etapów przeprowadzonych prac badawczych było określenie możliwości mikrorozmnażania haskapu japońskiego, które w praktyce ogrodniczej dotychczasowo nie było stosowane. W publikacji 4 zaprezentowano wyniki dotyczące wpływu wybranych fragmentów rośliny do inicjacji kultur, substancji wzrostowych (IBA, BA, mT) i niskiej (4°C) temperatury na wzrost i rozwój nowotworzonego materiału nasadzeniowego w procesie mikrorozmnażania. Na podstawie uzyskanych wyników z przeprowadzonych doświadczeń wykazano, że znacznie więcej eksplantatów ST niż NF rozpoczęło widoczny wzrost w fazie proliferacji. Zastosowanie substancji wzrostowej BA w stężeniu $1 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ pozwoliło na uzyskanie istotnie lepszej zdrowotności roślin, a także na lepszą proliferację kultur, w porównaniu do roślin z próby kontrolnej (mikrorozmnażanie bez dodatku substancji wzrostowej). Ponadto stwierdzono, że zastosowanie niskiej temperatury, na etapie aklimatyzacji nowych roślin, istotnie wpłynęło na ich przeżywalność. Wpływ ten jednak był zróżnicowany w zależności od odmiany i klonu. Najlepsze rezultaty uzyskano w przypadku kultur *in vitro* klonu '139- 24'.