



UNIwersytet  
PRZYRODNICZY  
W POZNANIU

**Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu**

**Wydział Nauk o Żywności i Żywieniu**

**mgr inż. Monika Anna Marcinkowska**

***Lotne produkty degradacji glukozynolanów jako związki  
sensorycznie aktywne w warzywach kapustowatych***

*Volatile products of glucosinolate degradation as sensory-active  
compounds in Brassica vegetables*

Rozprawa doktorska wykonana pod kierunkiem

***prof. dr hab. Henryka H. Jelenia***

*Pracownia Badania Związków Lotnych i Aktywnych Sensorycznie*

*Katedra Technologii Żywności Pochodzenia Roślinnego*

*Wydział Nauk o Żywności i Żywieniu*

**Poznań, 2023**

## Streszczenie

Aromat żywności stanowi jedną z najważniejszych cech sensorycznych żywności, która świadczy o wysokiej jakości produktu i determinuje wybór konsumentów. Według najnowszych wytycznych żywieniowych spożywanie warzyw i owoców stanowi zaraz po aktywności fizycznej trzon piramidy żywienia, przy czym ważne są również proporcje. Warzywa i owoce powinny stanowić aż połowę spożywanej żywności, z czego około 75% powinny stanowić warzywa. Poza substancjami odżywczymi zawierają one również liczne związki bioaktywne, które wykazują szerokie działanie prozdrowotne. Spożywanie warzyw kapustowatych niesie za sobą szereg korzystnych właściwości, m.in.: wykazują one działanie przeciwnowotworowe, przeciwzapalne, przeciwbakteryjne, przeciwutleniające, kardioprotekcyjne, przeciwdziałają otyłości czy schorzeniom żołądka. Wykazano, że pozytywny wpływ na zdrowie człowieka związany jest z działaniem produktów rozpadu glukozyzolanów.

Lotne produkty rozpadu glukozyzolanów pod kątem sensorycznym wciąż stanowią mało poznaną grupę związków chemicznych. Główne cele niniejszej rozprawy doktorskiej obejmowały: przegląd literaturowy pod kątem związków lotnych siarki, uzupełnienie danych sensorycznych dla izotiocyanianów, znalezienie metody inaktywacji mirozynazy do celów analizy związków lotnych oraz identyfikacja i kwantyfikacja kluczowych związków lotnych i aktywnych zapachowo, które są odpowiedzialne za aromat kalarepy surowej i gotowanej.

Przegląd literatury dotyczący związków lotnych siarki, o aktywności zapachowej w warzywach kapustowatych został rozszerzony o warzywa cebulowe oraz trufle i grzyby shiitake ze uwagi na podobieństwa w drogach ich powstawania. Zaraz po estrach związki siarki stanowią drugą, najliczniejszą grupę lotnych związków organicznych występujących w żywności. Dodatkowo tworzą one dominującą grupę związków identyfikowanych jako kluczowe związki odpowiedzialne za aromat żywności w tym również warzyw kapustowatych, cebulowych, trufli i grzybów shiitake. Związki lotne, zawierające siarkę powstają głównie w procesach enzymatycznych ale również podczas ich degradacji termicznej z prekursorów takich jak aminokwasy siarkowe, a także z glukozyzolanów. Ograniczona stabilność, podatność na utlenianie oraz niskie progi detekcji powodują, że analiza jakościowa i ilościowa lotnych związków siarki jest wyzwaniem.

Analiza sensoryczna (FPA) 19 izotiocyjanianów dostarczyła informacji na temat charakteru zapachów i stężeń progowych zapachu dla poszczególnych związków. Wyznaczono także współczynniki podziału gaz/ciecz dla powietrza i czterech matryc ciekłych – wody, buforu ślinowego, sztucznej śliny oraz śliny ludzkiej. Zebrane dane pozwalają na ocenę migracji do fazy nadpowierzchniowej izotiocyjanianów w czasie spożywania/przeżuwania warzyw kapustowatych.

Aktywność mirozynazy – enzymu katalizującego reakcję hydrolizy glukozynolanów w procesie przygotowania próby do analizy związków lotnych i zapachowych powinna być zahamowana. Z uwagi na trudności w hamowaniu aktywności mirozynazy pod kątem analizy związków zapachowych za pomocą metod opartych na działaniu temperatury podjęto w pracy badanie przydatności do tego celu soli nieorganicznych. Oceniono działanie wybranych soli nieorganicznych (kationów  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Ag}^{+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Na}^{+}$ ) na ilość powstawania lotnych produktów rozpadu glukozynolanów w układzie modelowym oraz w tkance kalarepy. Jako optymalny inhibitor mirozynazy spośród badanych czynników wybrano bezwodny siarczan(VI) sodu, który zastosowano przy realizacji kolejnego zadania badawczego.

Skład związków lotnych występujących w kalarepie był już wcześniej znany, jednakże nie podjęto próby wyznaczenia kluczowych związków aktywnych zapachowo, odpowiedzialnych za aromat tego warzywa. W celu wyizolowania związków przygotowano ekstrakt z surowej i gotowanej kalarepy, który następnie zagęszczono. Tak przygotowaną próbę poddano analizie GC-O, dzięki zastosowaniu analizy wielokrotnych rozcieńczeń wyznaczono 55 związków aktywnych zapachowo w kalarepie surowej i gotowanej. Wykorzystanie analizy GC-O umożliwiło zidentyfikowanie 6 związków lotnych i aktywnych zapachowo, których obecność w kalarepie nie była wcześniej znana. Analiza ekstraktu z dodatkiem standardów znakowanych izotopami umożliwiła wyznaczenie stężeń analitów w badanej próbce kalarepy i wyznaczenie OAV. Określenie OAV pozwoliło na wyznaczenie ośmiu kluczowych związków odpowiedzialnych za aromat surowej i gotowanej kalarepy, wśród których znajdowały się 3 izotiocyjaniany. W większości obliczone OAV były wyższe dla próby kalarepy surowej i niższe dla kalarepy gotowanej ze względu na utratę związków lotnych podczas gotowania.

12.06.2023 r.

Monika Morinińska