

**„AROMA SYMPOSIUM”**  
**– aktualne badania nad percepcją smakowitości, uwalnianiem**  
**i powstawaniem związków smakowo-zapachowych**  
**oraz akceptacją żywności**

W Eisenach 10-13 kwietnia 2000 roku, w pięknej scenerii historycznego zamku Wartburg, odbyło się szóste kolejne „AROMA SYMPOSIUM” reprezentujące interdyscyplinarną i wszechstronną problematykę zapachu i smakowitości żywności. Animatorem i organizatorem Sympozjum – podobnie jak pięciu poprzednich – był dr Manfred Rothe, wieloletni kierownik Zakładu Badań nad Związkami Czynnymi Sensorycznymi („Aromaforschung”) w Instytucie Żywnienia w Poczdamie-Rehbrücke (obecnie emerytowany). W Sympozjum wzięło udział 84 uczestników z 14 różnych krajów, zarówno europejskich jak i pozaeuropejskich, w tym z Polski. Polskę reprezentowały 4 placówki naukowe: z Warszawy (Instytut Rozrodu Zwierząt i Badań Żywności Polskiej Akademii Nauk; Instytut Biotechnologii), z Poznania (Akademia Rolnicza) i Łodzi (Politechnika Łódzka). Przedstawiono na nim 36 referatów i 26 komunikatów posterowych. Wygłaszane referaty obejmowały sześć bloków tematycznych:

- percepcję zapachów i smakowitości,
- uwalnianie związków zapachowych i smakowo-zapachowych,
- ocenę i analizę związków zapachowych,
- problematykę powstawania związków zapachowych i smakowo-zapachowych,
- zagadnienia akceptacji żywności oraz związane z nimi
- zagadnienia żywieniowe i zdrowotne.

Z uwagi na obszerną tematykę Sympozjum i dużą ilość reprezentowanych referatów oraz komunikatów, w niniejszym sprawozdaniu uwzględnione zostały jedynie wybrane zagadnienia.

W ramach bloku dotyczącego *percepcji zapachów i smakowitości* przedstawione zostały nowe zaawansowane badania w dziedzinie genetycznych podstaw percepcji węchowej oraz molekularnych mechanizmów rozróżniania ogromnej liczby zapachów przez system węchowy człowieka. Pozostają one w niewątpliwym związku z badaniami nad rozszyfrowywaniem genomu ludzkiego. Pierwszy z prelegentów [prof. Lancet,

Weizmann Institute of Science, Israel] przedstawił wyniki prac dotyczących „subgenomu olfaktoryjnego” człowieka. Składa się on z kilkuset genów receptorów węchowych (Olfactory Receptor – OR), których zadaniem jest rozpoznawanie związków chemicznych aktywnych jako stymulanty smakowo-zapachowe. Białka receptorów OR są w tym celu kodowane, tworząc kilkanaście skupień genów obecnych w wielu ludzkich chromosomach. W „rozszyfrowaniu” subgenomu olfaktoryjnego, uczestniczyły wiele zespołów naukowych, wykorzystując metody stosowane aktualnie do analizy genomu człowieka. Dzięki tej współpracy udało się dokładnie scharakteryzować chromosom 17 na podstawie szczegółowej analizy sekwencji DNA. W trakcie badań zidentyfikowano zjawiska powielania genów oraz tworzenia się tzw. pseudogenów, czyli układów o strukturze genu, ale pozbawionych zdolności przekazywania informacji. Stwierdzenie zjawiska „śmierci genu” może przyczynić się do wyjaśnienia specyficznej anosmii (czyli niezdolności rozpoznawania specyficznych zapachów) występującej u niektórych ludzi. Stwierdzono także ciągły proces powstawania nowych receptorów węchowych i zanikania istniejących, a także zidentyfikowano dwa typy receptorów: o ogólnej oraz specyficznej (reagującej na niektóre tylko zapachy) funkcji działania. Przeprowadzono również analizę porównawczą skupienia genów w 17 ludzkim chromosomie z analogicznymi skupieniami u kilku gatunków naczelnych oraz u myszy. Pozwoliło to na identyfikację procesów, odpowiedzialnych za generację zróżnicowania receptorów, łącznie z ich duplikacją i konwersją genów. Procesy te są istotne dla zrozumienia zdolności rozróżniania setek tysięcy zapachów przez zmysł węchu człowieka. Na poziomie molekularnym poprzez analizę sekwencji aminokwasów oraz molekularnego modelowania ustalono przypuszczalne miejsca wiązania cząsteczki odoranta z cząsteczką białka receptora węchowego. Wskazano na przyszły aplikacyjny aspekt tych podstawowych badań dla opracowania substancji smakowo-zapachowych o z góry przewidzianym działaniu.

Aspekty molekularnego mechanizmu powstawania wrażeń zapachowych na poziomie receptora przedstawił prof. Hatt [Ruhr-Universität Bochum, Germany]. Na wstępie przypomniał on, że ludzki „aparat węchowy” jest w stanie rozróżnić i rozpoznać bardzo dużą liczbę różnych cząsteczek odorantów (związków lotnych charakteryzujących się aktywnością sensoryczną). Mechanizm ten jest inicjowany wiązaniem ligandy odoranta do specyficznego białka receptora OR znajdującego się na powierzchni (w błonie komórkowej) neuronów olfaktoryjnych (nabłonek olfaktoryjny składa się z około 30 milionów receptorów). W celu poznania szczegółów molekularnego mechanizmu percepcji węchowej sklonowano (po raz pierwszy) ludzki receptor węchowy OR 17- 40 oraz dokładnie scharakteryzowano jego działanie. W receptorze tym zidentyfikowano sekwencję 320 aminokwasów. Podczas testowania sklonowanego receptora z mieszaniną około 100 różnych odorantów, wykazywał on znaczną wybiórczość reakcji. Udało się zidentyfikować pojedynczy składnik mieszaniny, na który

receptor OR 17- 40 reagował: był to helional. Badając cząsteczki o zbliżonej (do helionalu) strukturze, znaleziono tylko jeden inny związek, posiadający zdolność aktywacji receptora 17- 40. Podkreślono, że przeprowadzone badania mogą służyć do sporządzenia odtwarzalnych „map olfaktoryjnych” stanowiących podstawę do oceny indywidualnych podobieństw i różnic w percepcji węchowej ludzi.

Innym aspektem problematyki percepcji zapachu jest zależność pomiędzy strukturą chemiczną związków, a ich zapachem. Badania przeprowadzone przez prof. Dimoglo i dr Shvets [Institute of Chemistry and Institute of Mathematics, Moldova] wykazały, że wśród 163 związków o podobnej strukturze cząsteczki lecz konfiguracji cis i trans, tylko 82 związki charakteryzowały się aktywnością zapachową (zapach ambru). W celu określenia aktywności osmoforowej związków przeprowadzono analizę konformacyjną oraz scharakteryzowano układ elektronowy w cząsteczce jako elementy metody elektronowo-topologicznej (ETM). We wszystkich aktywnych zapachowo cząsteczkach stwierdzono dwa identyczne strukturalne fragmenty. Elektronowo-topologiczny ich opis wraz z pewnymi empirycznymi obserwacjami w trakcie badań, pozwolił na przewidywanie, które z serii związków mogą charakteryzować się zapachem. Następnie zastosowano metodę ETM do przewidywania aktywności zapachowej zsyntetyzowanych związków o strukturze cyklohexylotetrahydrofuranu. Wśród serii związków tylko trzy wykazywały cechy aktywności zapachowej ambru. Dalsze bardziej szczegółowe badania ukierunkowano na poznaniu molekularnych fragmentów cząsteczki odpowiedzialnych za zapach ambru, jak również znalezienie czynników wpływających na ton (odcień) ambru w percepcji zapachu.

Uzupełnieniem tego bloku tematycznego były szczegółowe badania receptorów olfaktoryjnych stosowane jako narzędzia do śledzenia zależności pomiędzy strukturą cząsteczki, a budową receptora i ich wzajemnych interakcji [dr Krautwurst, Institut für Ernährungsforschung, Germany].

Kolejny blok tematyczny dotyczył *uwalniania związków zapachowych i smakowo-zapachowych* z różnych matryc żywnościowych. Jest to zagadnienie bardzo kompleksowe, złożone, któremu naukowcy poświęcają wiele uwagi w różnych krajach. Potwierdzeniem tego faktu było odbyte niedawno sympozjum w USA, poświęcone wyłącznie zagadnieniu „Flavour release”. Jego problematyka została syntetycznie przedstawiona przez dr Robertz [Nestlé Research Center, Switzerland]. Obejmowała ona wykorzystanie modelowania matematycznego do przedstawienia mechanizmu uwalniania związków zapachowych podczas wążania i oceny doustnej, pobieranie próbek *in vivo*, powiązanie badań analitycznych z percepcją sensoryczną oraz interakcje składników smakowo-zapachowych ze składnikami żywności. Przedstawione zostały różne modele matematyczne służące przewidywaniu uwalniania związków smakowo-zapachowych w czasie ich percepcji sensorycznej. Badania dotyczyły modeli statycznych i dynamicznych uwalniania związków z różnych matryc modelowych, w

tym emulsji. Scharakteryzowano różne sposoby pobierania próbek *in vivo* do bezpośredniej analizy zapachu, np. z rosnących kwiatów, roślin, a także uwalniania związków smakowo-zapachowych podczas spożywania truskawek i żucia gumy. Porównano wyniki badań instrumentalnych z percepcją sensoryczną oraz dokonano przeglądu zależności percepcji intensywności smakowo-zapachowej, jej jakości i aspektów hedonicznych spowodowanych stężeniem związków smakowo-zapachowych oraz ich kompleksowością. Zwrócono także uwagę na rolę substancji nietlotnych (np. cukru) w percepcji związków smakowo-zapachowych (np. zapachu mentolu). Innym obszernie prezentowanym problemem były fizyko-chemiczne interakcje związków smakowo-zapachowych ze składnikami żywności: węglowodanami, białkami i tłuszczami w prostych oraz bardziej kompleksowych układach modelowych (matryca żywnościowa). Zwrócono uwagę na aplikacyjną ważność tego aspektu w optymalizacji smakowości nowych produktów żywnościowych. Przedstawione zostały również nowe podejścia metodologiczne stosowane w analizie uwalniania związków smakowo-zapachowych.

W ramach tego bloku porównano skuteczność gazowej mikroekstrakcji do fazy stałej statycznej (SPME) i metody headspace do pomiaru uwalniania związków smakowo-zapachowych z modelowego soku pomarańczowego [dr Widder, Dragoco Gerberding & Co AG, Germany], zwracając uwagę na powtarzalność wyników, czułość metod w odniesieniu do pojedynczych związków smakowo-zapachowych i możliwości pomiaru zmian w uwalnianiu związków lotnych spowodowanych zmianą składu surowcowego produktu. Przedstawiono możliwość wykorzystania instrumentalnego „symulatora retronosowej percepcji zapachu” (RAS) do pomiaru uwalniania związków smakowo-zapachowych [dr Deibler, Cornell University, USA]. Zwrócono uwagę na korzyści wynikające z jego zastosowania: powtarzalność, czułość (ze względu na możliwość zastosowania próbek o dużej objętości), kontrolę parametrów fizycznych i kompatybilność z chromatografią.

Problematyka *powstawania związków smakowo-zapachowych* została przedstawiona w kontekście syntezy enzymatycznej oraz chemicznej tych związków. Możliwa jest np. produkcja aromatów serowych oparta na reakcji mikrobiologiczno-enzymatycznej, w wyniku której otrzymuje się kompleks związków zaliczanych do naturalnych aromatów żywności i praktycznie identycznych do tych, które powstają w serach [prof. Kunz, Universität Bonn, Germany]. Produkcja na drodze fermentacyjnej kompleksowych aromatów serowych oparta jest na procesach biochemicznych identycznych jak w przypadku konwencjonalnego ich wytwarzania. Do reakcji enzymatycznych i mikrobiologicznych wykorzystuje się takie same komponenty substratu, enzymy i mikroorganizmy jak przy produkcji serów metodą przemysłową. Różne czynniki zostały uwzględnione podczas optymalizacji procesu (jak skład medium, typ i ilość mikroorganizmów i enzymów, równoczesne oraz sukcesywne ich dodawanie, pH, temperatura). W wyniku produkcji otrzymano koncentraty związków smakowo-

zapachowych w postaci pasty lub proszku, które znalazły już zastosowanie jako dodatki aromatyzujące, stosowane z powodzeniem w pastach serowych i krakersach.

Powstawanie związków smakowo-zapachowych o łańcuchu C6 (aldehidów i alkoholi) w owocach pomidora na drodze oksydacji lipidów badano metodami biochemicznymi i biologii molekularnej w celu poprawy stabilności pożądaných cech zapachowych [dr Gray, University of Nottingham, U. K.]. W innej pracy przedstawiono enzymatyczną syntezę makrocyklicznych diestrów o zapachu piżma [dr Kamińska, Technical University of Lodz, Poland]. Zagadnienie chemicznej syntezy dicyklicznych oraz makrocyklicznych ketonów i ich pochodnych jako nowych syntetycznych substancji aromatyzujących o charakterystycznym zapachu (np. mentolu) o różnych odcieniach jakościowych było przedmiotem osobnej prezentacji [prof. Suleymanova, Azerbaijan Academy of Science, Azerbaijan].

W bloku tematycznym dotyczącym *akceptacji żywności* przedstawiono interesującą – choć nie nową – problematykę smaku wywoływanego przez związki takie, jak: glutaminian sodu i 5-rybonukleotydy; jest on klasyfikowany jako piąty podstawowy smak, obok słodkiego, słonego, kwaśnego i gorzkiego o nazwie „umami” [prof. Yamaguchi, Tokyo University of Agriculture and dr Ninomiya, Umami Manufactures Association, Japan]. Wymienione związki występują w wielu produktach żywnościowych oraz są do nich dodawane, a ich rola sprowadza się do kształtowania smakowości, polepszania smaku i jego wzmacniania oraz wzrostu pożądalności produktów, chociaż sam w sobie „umami” nie jest pożądaný. Na podstawie licznych badań wykazano, że substancje o smaku „umami” w przypadku jednych produktów wpływają pozytywnie na smakowość (produkty mięsne, rybne i warzywne), a w innych nie (produkty mleczne i zbożowe). Przy ocenie produktów z ich dodatkiem, znaczące zmiany zaobserwowano w zakresie: kompleksowego wrażenia doustnego, czasu trwania wrażenia, uczucia pełni, łagodności i gęstości. W wystąpieniu podkreślono także korzystny wpływ substancji „umami” na akceptację produktów o obniżonej zawartości soli oraz znaczny wzrost uczucia satysfakcji ze spożywanego posiłku.

W ramach tego samego bloku tematycznego zaprezentowano zastosowanie zaawansowanych metod analizy sensorycznej w opracowywaniu nowych odmian warzyw i owoców. Już we wczesnym stadium uprawy nowych odmian warzyw i owoców sprawdza się, czy spełniają oczekiwania potencjalnych konsumentów i eliminuje te, które nie mają szans na akceptację [Dr Krumbain, Institut für Gemüse und Zierpflanzenbau, Germany]. Przedstawiono interesujące badania z zakresu oceny sensorycznej różnych odmian warzyw (pomidory, rzodkiewki, szparagi), skupiając uwagę na określeniu relacji pomiędzy oceną konsumentką (stopień akceptacji w kategoriach pożądalności), oceną profilową (ocena intensywności wielu cech jakościowych składających się na wygląd zewnętrzny, zapach, smak, teksturę) i zawartością związków lotnych oraz nielotnych (poziom cukrów, kwasów) badanych odmian. Przeprowadzone

badania potwierdziły, że jakość surowca czy odmiany uwarunkowana jest wieloma czynnikami, które można na pewnym etapie ich opracowania kontrolować i w odpowiedni sposób modyfikować, ale tylko w efekcie prawidłowo zaplanowanych i przeprowadzanych ocen sensorycznych – komplementarnych wobec innych metod (chemicznych, instrumentalnych).

Tematyka poruszona w ramach szóstego „AROMA SYMPOSIUM” świadczy o aktualności i dużym potencjale zagadnień, omawianych w poszczególnych blokach tematycznych, wykazujących nie tylko poznawczy, ale też aplikacyjny charakter.

*mgr inż. Eliza Kostyra*