NINA BARYŁKO-PIKIELNA, IRENA MATUSZEWSKA

ZMIANY PERCEPCJI BODŹCÓW CHEMICZNYCH ZWIĄZANE Z WIEKIEM I ICH IMPLIKACJE ŻYWIENIOWE

Streszczenie

Dokonano przeglądu literatury dotyczącej zmian percepcji sensorycznej u osób starszych i ich znaczenia żywieniowego. Zmiany w chemopercepcji zachodzące z wiekiem, zarówno w kategoriach intensywności jak i hedonicznych mają istotny wpływ na wybór żywności oraz fizjologię żywienia. Zmiany te objawiają się obniżeniem wrażliwości, zdolności rozpoznawania bodźców smakowych i zapachowych oraz przesunięciem optymalnie pożądanych ich natężeń. Wielkość tych zmian z wiekiem jest specyficzna w odniesieniu do różnej jakości bodźców oraz indywidualnie wysoce zróżnicowana. Znaczna niejednolitość metodyki prac eksperymentalnych w tym zakresie powoduje trudności w ilościowym oszacowaniu wymienionych zjawisk.

Wstęp

Aktualne prognozy demograficzne w krajach rozwiniętych jednoznacznie sygnalizują duży przyrost populacji ludzi starszych (powyżej 60. roku życia). Według prognoz z początku lat dziewięćdziesiątych XX w., do roku 2025 ich liczba zwiększy się z 376 milionów do ponad 1,2 miliarda [44]. Również w Polsce, według raportu Rządowej Komisji Ludnościowej, opracowana w roku 1996 prognoza zmian demograficznych do roku 2020 wykazuje ten sam trend. Uwzględnienie potrzeb tej rosnącej części społeczeństwa – w tym również potrzeb i preferencji żywieniowych – stało się ważnym i aktualnym zadaniem, a także przedmiotem licznych badań, w tym także dużych międzynarodowych projektów badawczych (jak np. HealthSense, projekt realizowany w ramach 5. Ramowego Programu Unii Europejskiej).

Wśród czynników, które w istotny sposób mogą kształtować skład diety i wielkość jej spożycia przez ludzi starszych, wymieniane są zmiany w chemopercepcji, czyli percepcji wrażeń za pośrednictwem zmysłów smaku i węchu, zachodzące pod

Prof. dr hab. N. Baryłko-Pikielna, dr inż. I. Matuszewska, Instytut Rozrodu Zwierząt i Badań Żywności PAN, Oddział Nauki o Żywności, ul. Tuwima 10, 10-747 Olsztyn.

wpływem starzenia się oraz wywołane towarzyszącymi mu chorobami i stosowaną terapią. Spadek wrażliwości tych zmysłów powoduje, że sygnały wywołane bodźcami chemicznymi jakich dostarcza żywność stają się słabsze, a ich wpływ na początkową fazę trawienia pokarmu, absorpcję składników i procesy metaboliczne mniej efektywny. Istotne jest również, że bodźce chemosensoryczne wywołują także reakcje hedoniczne w stosunku do żywności (reakcje pożądalności lub awersji), które zachęcają do jej spożycia lub odstręczają od niej. Wszystkie te zjawiska mają głębokie konsekwencje fizjologiczne i zdrowotne. Prowadzić one mogą do niekorzystnych zmian w kompozycji diety i wielkości spożycia poszczególnych jej elementów, co odbija się na stanie zdrowia i ogólnej kondycji starszych ludzi. Dlatego zachodzące z wiekiem zmiany w chemopercepcji są przedmiotem zainteresowania i licznych badań eksperymentalnych prowadzonych przez psychologów, fizjologów i lekarzy, a także specjalistów z zakresu żywności i żywienia. Wyniki tych badań mają nie tylko istotną wartość poznawczą w rozpoznaniu istoty i mechanizmów starzenia się organizmu człowieka oraz możliwości ewentualnych dróg jego opóźnienia lub spowolnienia, ale mają również ważne znaczenie aplikacyjne.

Interakcje zmysłów chemicznych z żywieniem

Smak i zapach żywności są nie tylko istotnymi czynnikami wyboru i decyzji spożycia żywności, ale również mają ważne znaczenie fizjologiczne w procesach trawienia, wchłaniania i metabolizmu składników odżywczych.

Stymulacja receptorów smakowych i węchowych, w jamie ustnej i nosowej oraz w gardle, przez bodźce sensoryczne pochodzące z żywności, aktywuje włókna nerwowe przekazujące pobudzenie do centralnego układu nerwowego. Tam w specyficznych obszarach kory mózgowej są one integrowane i inicjują odpowiednie reakcje. Jądro pasma samotnego jest pierwotnym miejscem, które odbiera informacje dotyczące smaku; jeśli zostaje pobudzone, przesyła informacje do jądra grzbietowo-ruchowego nerwu błędnego, gdzie biorą początek aferentne włókna nerwowe nerwu błędnego [37]. Nerw błędny, część parasympatycznego systemu nerwowego, rozgałęzia się i unerwia wiele tkanek i narządów biorących udział w metabolizmie składników odżywczych, jak: żołądek, jelito cienkie, trzustka i wątroba. Aktywacja tego nerwu uwalnia biologicznie aktywne substancje z unerwionych tkanek. Ślina [7], soki żołądkowe [12], enzymy wydzielania zewnętrznego trzustki [35] oraz hormony wydzielania wewnętrznego trzustki [4, 54, 55] uwalniają się pod wpływem smaku i zapachu żywności. Reakcje fizjologiczne, powstające w wyniku sensorycznej stymulacji, są określane jako odruchy (reakcje) fazy cefalicznej. Aktywacja nerwu błędnego może również modulować inne procesy związane ze spożyciem pożywienia takie, jak działalność enzymów wątrobowych [46] oraz termogeneza pod wpływem pobrania pożywienia [23]. Tak więc smak i zapach żywności aktywują parasympatyczny system nerwowy, który

z kolei wywołuje odruchy fazy cefalicznej i moduluje inne fizjologiczne funkcje, jak termogeneza i metabolizm składników odżywczych. Odruchy fazy cefalicznej mogą być zdefiniowane jako reakcje autonomiczne lub endokrynne, wyzwalające się poprzez sensoryczny kontakt z żywnością, a nie w konsekwencji połknięcia (pobrania) żywności. Ponieważ reakcje te powstają pod wpływem sygnałów nerwowych, występują one bardzo szybko, prawie natychmiast i przez to mogą być odróżnione od fizjologicznej reakcji po-posiłkowej na podstawie ich przebiegu czasowego. Uwalnianie pre-absorpcyjne jest jedną z kluczowych charakterystyk reakcji w fazie cefalicznej. Dobrym przykładem może być wydzielanie insuliny w cefalicznej fazie pobudzenia, które zaczyna się już w 2 min po „sensorycznym kontakcie" z żywnością, osiąga maksimum już po 4 min i powraca do poziomu bazowego po 8-10 min od zadziałania bodźców. W przeciwieństwie do tego, po-posiłkowe wydzielanie insuliny (znacznie większe ilościowo) nie zaczyna się wcześniej niż w 15 min po spożyciu posiłku i osiąga maksimum dopiero po 30-45 min, w zależności od typu posiłku [55]. Stwierdzono doświadczalnie, że sama ekspozycja na bodźce sensoryczne pochodzące z żywności (głównie na zapach i smak) powoduje wiele fizjologicznych reakcji, jak wzmożone wydzielanie śliny, soków trawiennych, amylazy, gastryny, cholecystokininy, a także insuliny, glukagonu oraz polipeptydów trzustkowych. Stwierdzono eksperymentalnie, że podanie atropiny, która blokuje wpływ nerwu błędnego na tkanki peryferyjne, hamuje wydzielanie wymienionych wyżej substancji; co potwierdza neurologiczne pośrednictwo w powstawaniu tego zjawiska [12, 56, 61]. Reakcje jakie zachodzą w fazie cefalicznej uważa się za fizjologiczne reakcje przygotowawcze, które pomagają optymalizować trawienie i absorpcję składników pożywienia; są one odruchami warunkowymi, które dostarczają informacji odnośnie ilości i jakości żywności, która ma być spożyta; tą drogą pozwalają organizmowi na dokonanie odpowiednich przygotowań adaptacyjnych.

W świetle podanych wyżej zależności jest jasne, że zachodzące z wiekiem zmiany w funkcjonowaniu zmysłów „chemicznych" mogą mieć negatywne implikacje w spożyciu żywności oraz w stanie odżywienia organizmu i ogólnym stanie zdrowia człowieka.

Wpływ wieku na anatomię i fizjologię percepcji chemosensorycznej

Stopniowe osłabienie ostrości reakcji wszystkich zmysłów wydaje się nieuniknioną częścią procesu starzenia się organizmu. Dotyczy to również zmysłu smaku i węchu, gdzie bodźcami są określone substancje chemiczne i ich mieszaniny. Większość osób zaczyna odczuwać obniżenie sprawności chemosensorycznej poczynając od 60. roku życia; obniżenie to wzmaga się powyżej 70. roku życia [44]. Aby zrozumieć przyczyny zmian w percepcji smaku i węchu u osób starszych, należy bliżej przyjrzeć się anatomii i fizjologii systemu chemopercepcji, rozpatrując go na poziomie

receptorów, nerwów przewodzących sygnały sensoryczne oraz procesów zachodzących w odpowiedniej okolicy kory mózgowej.

Osłabienie percepcji smakowej u osób starszych może wiązać się ze zmianami procesu odnowy kubków smakowych i znajdujących się w nich komórek receptorowych. Kubki smakowe znajdują się w określonych okolicach jamy ustnej, głównie na języku i są umieszczone w błonie śluzowej, w specjalnych skupiskach różnego kształtu i rozmiaru. Skupiska te, to brodawki językowe grzybiaste, liściaste i okolone. Kubek smakowy składa się z 40–60 komórek trzech typów: receptorowych, podporowych i podstawowych (bazowych). Komórki receptorowe są zakończone palcowatymi wyrostkami (microvilli), skierowanymi do otworu kubka; wchodzą one w bezpośredni kontakt z aktywnymi smakowo substancjami chemicznymi, obecnymi na powierzchni języka, a ściśle biorąc rozpuszczonymi w ślinie na jego powierzchni [1]. Komórki smakowe mają stosunkowo krótki okres życia i są stale odnawiane. W miarę jak komórki się „starzeją", przesuwają się one z obrzeży kubka smakowego do jego środka. Obumarłe komórki są zastępowane przez nowe komórki receptorowe, przekształcone z komórek podstawowych. Tak więc różnice jakie występują w typach komórek w obrębie kubka smakowego, w gruncie rzeczy przedstawiają różne stadia powstawania, rozwoju, degeneracji i obumierania smakowych komórek receptorowych [21, 41]. Normalnie cykl odnowy komórek smakowych wynosi 10 i pół dnia, jednakże u osób starszych może on być dłuższy, a odnowa ilościowo niepełna.

Komórki smakowe są połączone synapsami (złączami nerwowymi) z licznymi dośrodkowymi nerwowymi włóknami przewodzącymi. Przy obumieraniu komórek smakowych i tworzeniu się nowych muszą się tworzyć także nowe połączenia synaptyczne – inaczej sygnały z receptorów nie mogą być dalej przekazane. Dośrodkowe włókna nerwowe łączą się z głównymi nerwami przewodzącymi sygnały „smakowe" do kory mózgowej: (są to nerwy czaszkowe VII, IX i X). Uszkodzenie lub choroba tych nerwów oraz połączeń synaptycznych, zachodzące częściej w starszym wieku, mogą być jedną z przyczyn osłabienia, zakłóceń lub utraty percepcji smaku.

6–10 milionów odkrytych zakończeń neuronów w górnej części jamy nosowej tworzy tzw. nabłonek żółty – zbiór węchowych komórek receptorowych. Te komórki, podobnie jak kubki smakowe, są stale odnawiane, średnio co 30 dni. Są one wrażliwe na szereg warunków, w tym na stan odżywienia organizmu, stany chorobowe, a także stosowane leki. Nie jest jasne, czy mechanizm działania leków na percepcję smaku i węchu jest taki sam, jak na inne tkanki. Jest możliwe, że w sensie chemicznym leki mogą blokować kanały i receptory, zakłócać systemy wtórnych przekaźników, utrudniać odnowę komórek receptorowych i powstrzymywać przekazywanie sygnałów sensorycznych [44].

Szczegóły powstawania (inicjowania) sygnałów sensorycznych do niedawna nie były znane. Ostatnia dekada przyniosła znaczne postępy w rozszyfrowaniu bioche-

micznego mechanizmu percepcji smaków i zapachów. Okazało się, że na poziomie błony komórkowej receptora, powstawanie i kodowanie sygnałów sensorycznych, zarówno pod wpływem bodźców smakowych, jak i zapachowych jest bardzo zbliżone; jedynie niektóre uczestniczące w tym procesie substancje mediacyjne nieco się różnią [22]. Na tej podstawie można przypuszczać, że procesy starzenia się organizmu upośledzają w podobny sposób funkcjonowanie zarówno zmysłu smaku, jak i węchu.

Obserwowane zmiany w percepcji zmysłu smaku zachodzące z wiekiem

Zewnętrzną, mierzalną konsekwencją opisanych zmian anatomicznych i fizjologicznych w funkcjonowaniu „aparatu sensorycznego" u ludzi starszych jest obniżenie wrażliwości oraz zmiany w afektywnej (hedonicznej) reakcji na zmiany stężeń bodźca (lub bodźców) smakowych.

Obniżenie wrażliwości smakowej obserwowane jest jako wzrost wartości progowych, tzn. najmniejszych stężeń substancji smakowych, które wywołują uchwytne wrażenia smakowe (progi wyczuwalności), bądź pozwalają na rozpoznanie jakości smaku (progi rozpoznania). Z licznych prac eksperymentalnych z ostatnich dwóch dekad, w których określano wartości progowe różnych rodzajów smaku [17, 57], bądź różnego typu związków chemicznych [40, 44] jednoznacznie wynika, że u ludzi starszych wartości progowe ulegają podwyższeniu, co oznacza obniżenie wrażliwości smakowej w strefie stężeń progowych [13, 52]. Większość autorów jest zgodna, że stopień obniżenia wrażliwości smakowej z wiekiem (czyli wzrost wartości progowych) jest zależny od jakości smaku: największe obniżenie wrażliwości odnotowano w odniesieniu do smaku gorzkiego, zaś najmniej zauważalne – w stosunku do smaku słodkiego [30, 53, 58]. Ta obserwacja może wskazywać, że istnieje specyfika receptorów, odbierających wybiórczo sygnały od określonych bodźców smakowych oraz, że są one w różnym stopniu wrażliwe na zmiany zachodzące w starzejącym się organizmie.

Inną miarą zmian wrażliwości smakowej z wiekiem jest słabszy przyrost intensywności wrażeń smakowych ze wzrostem stężenia substancji smakowych. Może być on mierzony nachyleniem krzywej psychofizycznej, tzn. krzywej zależności intensywności wrażenia od stężenia bodźca. Przy tych samych stężeniach mniejsze nachylenie (bardziej „płaski" przebieg tej krzywej) oznacza mniejszą wrażliwość smaku w strefie ponadprogowej [5]. Przeprowadzone w tym zakresie obszerne i systematyczne badania eksperymentalne [30], zarówno na jednoskładnikowych wodnych roztworach substancji smakowych o wzrastającym stężeniu, jak i na modelowych mieszaninach dwuskładnikowych, wykazały, że ubytki wrażliwości smakowej z wiekiem w obszarze ponadprogowym są specyficzne dla różnych jakości smaku. W badaniach tych ostatnich autorów stosowano metodę „magnitude maching" („dopasowania wielkości" lub „dopasowania intensywności"). Oceny intensywności goryczy w grupie starszych osób

były istotnie niższe w porównaniu z grupą młodszych, zarówno w czystych roztworach, jak i w mieszaninach. Wpływ wieku zaznaczył się również istotnym zmniejszeniem intensywności percepcji smaku kwaśnego – ale tylko wobec roztworów „czystych", nie zaś w mieszaninach. Natomiast w warunkach przeprowadzonego doświadczenia nie stwierdzono istotnego wpływu wieku na percepcję słodyczy i smaku słonego [30]. Wyniki niedawno przeprowadzonych badań intensywności słodyczy, w soku jabłkowym o zróżnicowanym dodatku sacharozy, wskazują na wyraźną tendencję niższej wrażliwości na smak słodki wśród grupy starszych osób w porównaniu z grupą kontrolną ludzi młodych [3].

Zastosowanie bardziej skomplikowanych metod, jak „magnitude matching" w badaniach ludzi starszych, może być uważane za problematyczne (ze względu na potencjalne trudności niektórych osób ze zrozumieniem dość złożonego zadania oceny), stąd Gilmore i Murphy [14] powtórzyły badania stosując prostą metodę różnicową, gdzie osoba badana miała za zadanie wskazać tylko, która próbka z pary prezentowanych roztworów jest intensywniejsza w smaku. Na tej podstawie określono najmniejsze istotne różnice (JND) oraz ułamki Webera (WR) różnych stężeń czterech podstawowych jakości smaków [14]. Wyniki tych badań były zgodne z poprzednimi wskazując, że obniżenie wrażliwości smakowej z wiekiem jest specyficznie zależne od jakości smaku i największe w odniesieniu do smaku gorzkiego.

Zarówno powyższe dane eksperymentalne, jak i wyniki przeprowadzanych na zwierzętach doświadczalnych badań reakcji elektrofizjologicznych na bodźce smakowe, wydają się wskazywać raczej na peryferyjny charakter zmian wrażliwości smakowej związanych z wiekiem; mniej prawdopodobny jest wpływ na nie centralnego systemu nerwowego – chociaż w pewnych przypadkach (np. w towarzyszących starzeniu chorobach neurologicznych) nie można go wykluczyć [43];

Należy podkreślić, że badania przeprowadzone w warunkach laboratoryjnych, na ściśle kontrolowanych, prostych układach modelowych mają tylko częściowe przełożenie na sytuację spożywania żywności, która stanowi nieporównanie bardziej kompleksowy układ bodźców. Nie tylko intensywność, ale i jakość określonych wrażeń smakowych jest w niej modulowana pod wpływem interakcji nie tylko z innymi rodzajami smaku, ale i z bodźcami innych modalności – w szczególności z bodźcami zapachowymi, tworząc bogactwo łącznych wrażeń określanych jako smakowitość (flavour). Istnieje obszerna literatura dokumentująca zmiany zachodzące z wiekiem w percepcji intensywności smaku i smakowitości, przy wzrastającym stężeniu bodźca, w różnych produktach i napojach. Wyniki tych badań nie są tak jednoznaczne jak wyniki badań modelowych. Jest to zrozumiałe, jeśli weźmie się pod uwagę ogromną różnorodność stosowanych substancji smakowych i smakowo-zapachowych oraz ich stężeń, środowiska, w którym były one badane (różne produkty żywnościowe, napoje oraz roztwory wodne) oraz metod pomiaru [3, 11, 15, 19, 36, 60]. Jednakże w większości

prac istnieje zgodność co do faktu, że wzrost intensywności wrażeń ze wzrostem stężenia badanych bodźców jest słabszy u osób starszych, w porównaniu z grupą kontrolną (młodych dorosłych) i dodatkowo uwarunkowany szeregiem czynników środowiskowych [9, 20, 38].

Badania wykonane na odpowiednio zmodyfikowanych produktach żywnościowych, obok oceny zmian w percepcji intensywności, dostarczają interesujących danych odnośnie drugiego ważnego aspektu percepcji smakowej – oceny w kategoriach hedonicznych („lubię – nie lubię") oraz jej zmian zachodzących z wiekiem. Zmiany te są blisko związane z łaknieniem – a zatem mają bezpośredni wpływ na ilość i kompozycję spożytej żywności i stan odżywienia ludzi starszych.

Jednym ze zjawisk zauważonych w tym obszarze jest wyraźne przesunięcie optymalnie pożądanego stężenia słodyczy w kierunku wyższych koncentracji sacharozy lub innych środków słodzących u ludzi starszych, w porównaniu z młodymi dorosłymi osobami [3, 28]. Nie jest jasne, czy jego przyczyną jest zmniejszona wrażliwość na smak słodki, czy też niezależna zmiana z wiekiem optymalnego punktu reakcji hedonicznej na słodycz [16, 31].

Zmiany w funkcjonowaniu zmysłu węchu i percepcji wrażeń smakowo-zapachowych zachodzące z wiekiem

Podobnie jak w odniesieniu do smaku, wiek wpływa również na zmiany w funkcjonowaniu zmysłu węchu. Przejawami tych zmian są: obniżenie wrażliwości w strefie progowej i ponadprogowej, niższa zdolność identyfikacji i klasyfikacji zapachów, a także zmiany w afektywnej ocenie żywności.

Generalnie, osoby starsze są mniej wrażliwe na bodźce węchowe w niskich stężeniach [44]. W badaniach nad substancjami lotnymi takimi, jak n-butanol, tiofen, pirydyna, mentol, citral, jak również nad szeregiem zapachów produktów żywnościowych stwierdzono, że osoby starsze miały wyraźnie wyższe progi wyczuwalności i rozpoznawania, niż kontrolna grupa młodych dorosłych ludzi [42].

Liczne badania wskazują, że wobec większości zapachów osoby starsze mają progi kilka do kilkudziesięciu razy wyższe, niż osoby młode [44]. Wg Stevensa i Dadarwala [51], progi węchowe n-butanolu u osób powyżej 65 roku życia są średnio nawet o 1-2 rzędy wielkości wyższe, niż u młodych dorosłych osób (< 30 lat). Podwyższenie progów dotyczy zarówno substancji pobudzających tylko zmysł węchu, jak i tych, które pobudzają również nerw trójdzielny, a więc zawierających także istotny składnik piekący (piperydyna) lub chłodzący (mentol) [24, 25]. Wskazuje się, że stopień ubytku wrażliwości z wiekiem (czyli podwyższenia progów) jest specyficzny i różny wobec różnych substancji zapachowych [8, 59].

Fakt znacznego ograniczenia wrażliwości węchowej powinien być uwzględniony także ze względów bezpieczeństwa ludzi starszych. Jak stwierdzono, spadek wrażli-

wości na zapach merkaptanów (substancji ostrzegawczych dodawanych do gazu) z wiekiem u około połowy starszych dorosłych jest tak duży, że stosowane powszechnie stężenie tych substancji nie jest dla nich dostatecznym sygnałem ostrzegawczym przed grożącym niebezpieczeństwem ulatniania się gazu [6, 49].

Intensywność wrażeń wywoływana przez bodźce węchowe, występujące w stężeniach ponadprogowych, jest również niższa u ludzi starszych w porównaniu z młodymi [24, 47, 48, 50]. Demonstruje się to spłaszczeniem krzywej psychofizycznej (ilustrującej zależność: stężenie bodźca/intensywność wrażenia), jak to prześledzono na przykładzie mentolu [33]. Podobną zależność stwierdzono również w odniesieniu do innych substancji zapachowych. Różnice w nachyleniu krzywej psychofizycznej pomiędzy grupami młodych i starszych osób były specyficzne w przypadku różnych substancji zapachowych – podobnie, jak ma to miejsce w przypadku węchowych progów wrażliwości.

Wyraźne zmniejszenie wrażliwości węchowej z wiekiem wpływa także na percepcję wrażeń smakowo-zapachowych, a więc ma ścisły związek ze smakiem, a ściślej smakowitością żywności, której postrzeganie, także w kategoriach hedonicznych, zmienia się z wiekiem [33]. Informacja ta jest bardzo ważna dla producentów żywności, którzy powinni wiedzieć, że żywność przeznaczona dla ludzi starszych powinna być bardziej intensywna w smaku i zapachu, aby była pożądana i preferowana przez tę dużą i ciągle wzrastającą grupę konsumentów [33, 44].

Innym, istotnym przejawem zmian w percepcji węchowej zachodzących z wiekiem jest obniżenie zdolności identyfikacji i klasyfikacji zapachów. Schiffman [39] podaje, że starsi ludzie wykazywali niższą zdolność identyfikacji zapachów w złożonych produktach żywnościowych. Z badań Murphy [26] wynika, że o obniżeniu zdolności identyfikacji wrażeń chemosensorycznych u ludzi starszych głównie decyduje obniżenie percepcji wrażeń węchowych, a nie smakowych. Murphy i Cain [27], w testach podawali osobom w różnym wieku znane, codziennie spotykane zapachy, w tym zapachy związane z żywnością; stwierdzono liniową zależność procentowego obniżenia zdolności ich rozpoznania z wiekiem. Być może przyczyną tego zjawiska było takie podwyższenie progu wyczuwalności u części osób badanych, że niektóre zapachy stały się niewyczuwalne.

Choć jest pewne, że ludzie starsi wykazują ilościowe i jakościowe ograniczenia percepcji węchowej, to jest mniej jasne, jaki wpływ ma to na przyjemność jedzenia (a więc również na różnorodność i wielkość spożycia diety). Nie stwierdzono w tym zakresie jednoznacznej zależności. Niektórzy ludzie starsi, uskarżający się na istotnie mniejszą satysfakcję ze swoich posiłków, wykazywali stosunkowo małe obniżenie wrażliwości, zarówno progowe, jak i nadprogowe (np. 20%). Jednakże były takie osoby, które mówiły, że ich zdolność do „cieszenia się żywnością" jest nieznacznie tylko zmniejszona, chociaż stwierdzono u nich znaczne obniżenie wrażliwości sensorycznej

– węchowej (np. aż o 50%). Jest prawdopodobne, że osoby, u których reakcja hedoniczna na zapach żywności uległa znacznemu obniżeniu, jednocześnie mają zmniejszoną wrażliwość na teksturę i smak pożywienia [44]. Mogą występować także przyczyny poza sensoryczne, jak trudne problemy psychologiczne i socjalne, jakie często bywają udziałem starszych osób.

Inne skojarzone z wiekiem przyczyny zmian chemopercepcji

Przytoczone wyniki badań eksperymentalnych dostarczają przekonywujących dowodów, że funkcjonowanie zmysłu smaku i węchu u ludzi starszych ulega zmianom, jeśli porównać je z populacją ludzi młodych. Zmiany te dotyczą zarówno podwyższenia progów (wyczuwalności i rozpoznania), jak i słabszej reakcji na przyrost stężenia bodźca w stężeniach ponadprogowych (spłaszczenie przebiegu funkcji: stężenie bodźca/intensywność wrażenia), a także obniżeniem zdolności jakościowej identyfikacji bodźców (szczególnie zapachowych) i oceny różnych stężeń bodźców w kategoriach preferencji.

Podstawową przyczyną tych zmian jest proces fizjologicznego starzenia się organizmu; są one jego częścią. Wskazuje się jednak, że „normalne" starzenie nie jest jedyną przyczyną zmian chemorecepcji. Wśród innych wymienia się niektóre stany chorobowe, stosowane leki, radioterapię, pewne rodzaje zabiegów chirurgicznych, a także wpływy środowiskowe [44, 45]. Statystycznie biorąc, występują one częściej w populacji osób starszych, niż młodszych, stąd obserwowane zmiany chemorecepcji u tych pierwszych są prawdopodobnie skojarzonym efektem wszystkich wymienionych przyczyn. Potwierdzeniem tego może być również obserwacja na podstawie niedawno wykonanych własnych badań eksperymentalnych, że indywidualne zróżnicowanie reakcji smakowych w grupie starszych osób jest znacznie większe niż w grupie kontrolnej osób młodych [3]. Mogłoby to potwierdzać wpływ innych czynników, oprócz wieku, na wrażliwość smaku. Obserwacja powyższa jest zgodna z modelem zmian fizjologicznych różnych organów wraz ze starzeniem się organizmu człowieka [18].

Wśród chorób mogących mieć wpływ na funkcjonowanie zmysłów smaku i węchu wymienia się wiele jednostek chorobowych o różnej etiologii. Wśród chorób centralnego układu nerwowego wymienia się m.in. stwardnienie rozsiane, chorobę Parkinsona, nowotwory mózgu, urazy głowy, uszkodzenie nerwu trójdzielnego (powodujące upośledzenia w przewodzeniu sygnałów z receptorów smakowych) i wiele innych. Wśród chorób o podłożu endokrynnym wskazywane są m.in. niewydolność kory nadnercza, niedoczynność tarczycy, cukrzyca. Wymieniane są także inne stany chorobowe, jak infekcje wirusowe typu grypy, niektóre schorzenia laryngologiczne, a także nadciśnienie, jako mające wpływ na chemopercepcję, na co istnieją dowody eksperymentalne [44, 45]. Obniżenie wrażliwości na smak słony (w stężeniach ponadprogowych) stwierdzono u pacjentów z umiarkowanym nadciśnieniem tętniczym, w stosun-

ku do grupy kontrolnej o normalnym ciśnieniu krwi [2]. Może mieć to związek ze zmianami w gospodarce sodowej występującymi przy nadciśnieniu.

Mechanizm upośledzającego wpływu wymienionych i innych chorób na chemorecepcję może być różny: mogą one hamować lub spowalniać procesy odtwarzania komórek receptorowych, utrudniać lub blokować przewodzenie sygnałów pobudzania receptorów do kory mózgowej, mogą wreszcie upośledzać funkcjonowanie centralnego systemu nerwowego – odpowiednich ośrodków w korze mózgowej, w której dokonywana jest identyfikacja smaków i zapachów w oparciu o pamięć węchową i smakową [33].

Zanik zdolności odczuwania i identyfikacji zapachów jest szczególnie głęboki w chorobie Alzheimera, której częstotliwość występowania wzrasta z wiekiem i prowadzi do postępującego ciężkiego inwalidztwa mentalnego i ogólnego oraz śmiertelności [44]. U chorych na tę chorobę pojawiają się i stopniowo powiększają się obszary zdegenerowanych struktur nerwowych w wielu częściach mózgu, w tym w nabłonku węchowym, opuszce węchowej, przednim jądrze węchowym, guzku węchowym, guzku migdałowatym, hipokampie (podwzgórzu) i korze węchomózgowia. Pogorszenie w rozpoznawaniu i przypominaniu zapachów różnych substancji zapachowych (aromatów) w wyniku postępów choroby Alzheimera następuje poprzez uszkodzenia struktur węchowych i limbicznych w płacie skroniowym, natomiast trudności w wykrywaniu zapachów i określeniu ich intensywności spowodowane są uszkodzeniami nerwów peryferyjnych i receptorów (tj. nabłonka węchowego) [32, 34, 44].

Drugim istotnym czynnikiem mogącym wpływać na funkcjonowanie zmysłów chemicznych u ludzi starszych są zażywane leki. Różnorodność stosowanych leków, a także częstotliwość ich przyjmowania oraz ilość są nieporównanie większe u ludzi starszych, niż wśród młodych. Z tabelarycznych wykazów przedstawionych przez Schiffman wynika, że bardzo obszerny wykaz leków o różnym działaniu terapeutycznym i różnym składzie chemicznym ma wpływ ograniczający wrażliwość lub modyfikujący percepcję wrażeń smakowych i węchowych [44, 45]. Należą do nich m.in. popularne leki hipotensyjne, przeciwskrzepowe, obniżające poziom cholesterolu i inne, przyjmowane przez starszych pacjentów przez dłuższe okresy czasu lub stale – co może szczególnie sprzyjać ich zauważalnemu wpływowi na funkcjonowanie smaku i węchu.

Również niedobory niektórych składników odżywczych mogą prowadzić do upośledzenia wrażliwości chemosensorycznej lub modyfikacji wrażeń węchowych oraz smakowych pod względem jakościowym lub w aspekcie hedonicznym. Niedobory cynku oraz niacyny są wiązane z obniżeniem wrażliwości smakowej [21, 44], natomiast deficyt witaminy B_{12} ze zmianami w percepcji zapachów [44].

Badania nad zależnością intensywności oraz preferencji smakowo-zapachowych hydrolizatu kazeiny, jako dodatku do zup, od wieku i biochemicznych wskaźników

stanu odżywienia przeprowadzili Murphy i Withee [29]. Testowali oni dwie hipotezy: pierwszą, że starsi uczestnicy badań dadzą wyższe oceny pożądalności przy wyższych stężeniach hydrolizatu niż młodzi oraz drugą, że osoby o niższych biochemicznych wskaźnikach stanu odżywienia (ogólna zawartość białka, zawartość albumin, oraz azotu mocznikowego we krwi) będą preferować wyższe stężenia hydrolizatu kazeiny, niż te, które charakteryzowały się lepszymi wskaźnikami biochemicznymi stanu odżywienia. Obie hipotezy zostały potwierdzone, wskazując na to, że zarówno wiek, jak i stan odżywienia istotnie wpływają na wysokość optymalnie preferowanego stężenia hydrolizatu kazeiny jako przyprawy do zup. Starsi preferowali wyższe stężenia niż młodsi, zaś osoby o lepszych wskaźnikach stanu odżywienia wybierały niższe stężenia jako optymalne w porównaniu z osobami o niższych wskaźnikach stanu odżywienia.

Stan metodyczny badań nad chemopercepcją u ludzi starszych

Z dokonanego przeglądu prac, poświęconych zmianom w funkcjonowaniu aparatu chemosensorycznego starzejącego się organizmu człowieka wynika, że zgromadzono znaczną wiedzę w tym zakresie. Uzyskane wyniki większości prac – szczególnie nowszych – są zgodne co do ogólnego kierunku zmian: wrażliwość smakowa i zapachowa obniża się z wiekiem, maleje zdolność i łatwość identyfikacji wrażeń, a także zmieniają się optymalnie preferowane stężenia substancji bodźcowych. Większość autorów również jest zgodna co do faktu, że zjawiska te są specyficzne i różne w odniesieniu do różnych sensorycznie aktywnych substancji chemicznych.

Znacznie mniej zgodności pomiędzy badaniami nawet tego samego bodźca (np. sacharozy) dotyczy ilościowej strony wymienionych zjawisk, np. ile razy próg rozpoznania słodyczy u ludzi starszych jest wyższy od takiego samego progu u dorosłych młodych ludzi, albo o ile niższe nachylenie ma krzywa psychofizyczna stężenie sacharozy/intensywność słodyczy dla ludzi 60-letnich i starszych, od analogicznej krzywej dla ludzi w przedziale wiekowym np. 20–30 lat oraz czy różnica ta jest istotna statystycznie. Także w ocenach preferencyjnych – hedonicznych nie można jednoznacznie stwierdzić, o ile przesuwa się np. optymalnie pożądane stężenie sacharozy u ludzi starszych w porównaniu do ludzi młodych.

Przyczyną tego stanu – albo przynajmniej jedną z istotnych przyczyn – jest ogromna różnorodność i dowolność metodyki stosowanej w poszczególnych badaniach. Dotyczy ona zarówno charakterystyki poddanych badaniom grup osób – ich liczności, średniej wieku (lub zakresu wieku), stosunku kobiet do mężczyzn, a także charakterystyki materiałów (próbek) poddanych badaniom. Wszystkie te czynniki mają oczywisty wpływ na uzyskane wyniki i możliwość ich uogólnień. Różnorodność tę, na przykładzie prac poświęconych głównie słodyczy i aromatom, ilustrują dane zebrane w tab. 1.

Tabela 1

Charakterystyka wybranych badań eksperymentalnych dotyczących percepcji smaku i zapachu osób starszych.
Methodological characteristics of some experimental studies on gustatory and olfactory perception in elderly people.

Bodziec/próbka/nośnik Stimulus/sample/medium	Rodzaj oceny Kind (and method) of evaluation	Charakterystyka grup badanych Investigated subjects								Dodatkowe badania Additional examination	Źródło literaturowe: Source:
		Osoby starsze The elderly				Grupa kontrolna The young (control)					
		n	Zakres wieku Age range	Liczba kobiet Females	Liczba mężczyzn Males	n	Zakres wieku Age range	Liczba kobiet Females	Liczba mężczyzn Males		
6 roztworów sacharozy (0,056-1,0M) w wodzie destylowanej	- Intensywność słodyczy (met. „magnitude estimate scaling") - Pożądalność (met. parzysta i 9 stopniowa skala hedoniczna)	12	~71	7	5	21	~11 lat	5	16	Wzrost, masa ciała, grubość fałdy skórno-tłuszczowej	[10]
						27	~19 lat	10	17		
- Roztwory ekstraktu migdałowego w wodzie dest. i alkoholu etylowym - Roztwory aromatu cytrynowego i sacharozy w wodzie dest. (3 poziomy stężeń)	- Intensywność smaku, zapachu i intensywność ogólna (met. „absolute magnitude estimation")	30	61-94	-	-	24	18-21	-	-	-	[11]

Mieszaniny substancji smakowych i zapachowych (aromatów) o pięciu różnych (wzrastających) stężeniach dodawane do bulionu, soku pomidorowego, soku pomarańczowego oraz jogurtu truskawkowego	Intensywność aromatu (10 stopniowa skala kategorii) - Pożądalność (10 stopniowa mimiczna skala hedoniczna)	23	72-82	17	6	32	20-25	16	16	Wzrost, masa ciała	[15]
15 próbek sztucznie aromatyzowanych napojów wiśniowych różniących się poziomem sacharozy, aromatu i barwnika	Intensywność słodyczy i smakowitości - Ogólna akceptacja - Odczuwane zaspokojenie pragnienia - Identyfikacja środka aromatyzującego	55	60-75	-	-	69	18-22	-	-	-	[36]
4 produkty: bulion, zupa pomidorowa, krem czekoladowy, lemoniada pomarańczowa z dodatkiem środka aromatyzującego na 5 poziomach stężenia, rosnącego w postępie geometrycznym	Intensywność (10 stopniowa skala kategorii) Pożądalność (10 stopniowa mimiczna skala hedoniczna)	31	67-86	22	9	35	20-30	24	11	Wzrost, masa ciała	[16]
5 produktów: lemoniada pomarańczowa, dżem truskawkowy, jogurt truskawkowy, krem czekoladowy, płatki owsiane z dodatkiem sacharozy na 5 poziomach stężenia	Intensywność słodyczy (10 stopniowa skala kategorii) Pożądalność (10 stopniowa mimiczna skala hedoniczna)	29	79±6	18	11	35	22±2	22	13	Wzrost, masa ciała, BMI, stan uzębienia, palenie, używanie lekarstw	[19]

c.d. Tab. 1

25 napojów pomarańczowych różniących się zawartością sacharozy (8,24-23,53%w/w), kwasu cytrynowego (0,180-0,911% ww.) i aromatu pomarańczowego (40-320 ppm)	- Intensywność słodyczy - Intensywność kwaśności - Intensywność aromatu (5 stopniowa skala kategorii) Pożądalność (5 stopniowa mimiczna skala hedoniczna)	30	72±4	18	12	31 30 30 30 29	6-12 13-18 19-34 35-49 50-65	17 17 16 17 22	14 13 14 13 7	Wzrost, masa ciała, BMI	[60]
1) 9 próbek zapachowych 2) 4 produkty: sałatka ziemniaczana + NaCl, jogurt naturalny + kw. cytrynowy, jogurt owocowy + sacharoza, sok wieloowocowy + siarczan chininy (dwa poziomy stężeń)	1) test identyfikacji zapachu 2) wskazanie próbki o wyższym stężeniu bodźca (met. parzysta)	89*	77±4	65	24	67**	82±6	43	24	BMI, stan uzębienia, choroby, palenie, używanie lekarstw, ilość wydzielanej śliny i jej skład. Ocena spożycia składników odżywczych i stanu odżywienia.	[20]

„ - „ brak danych

* ludzie starsi mieszkający niezależnie

** ludzie starsi mieszkający w domach seniora

Byłoby ze wszech miar korzystne, aby w przyszłych pracach metodyka w tej ważnej dziedzinie wykazywała większą jednolitość; pozwoliłoby to na porównanie zbliżonych badań, przeprowadzonych przez różnych autorów i w różnych ośrodkach naukowych, przyczyniając się do większej ich integracji i szybszego postępu wiedzy.

Podsumowanie

Przedstawiony wyżej przegląd literatury, dotyczący zmian chemopercepcji zachodzących z wiekiem i ich znaczenie dla żywieniowego i ogólnego dobrostanu starszych ludzi można podsumować stwierdzeniami jak niżej:

- Istnieje zgodność, że percepcja smaku i zapachu żywności odgrywa aktywną rolę w procesach fizjologicznych związanych z żywieniem – są na to konkretne dowody eksperymentalne.
- Zmiany w chemopercepcji u ludzi starszych objawiają się:
  - obniżeniem wrażliwości, zarówno w strefie stężeń progowych, jak i ponadprogowych,
  - obniżeniem zdolności rozpoznania i identyfikacji (słownej) różnych jakościowo bodźców chemicznych,
  - zmianami w optymalnie pożądanym stężeniu bodźców smakowych i węchowych (np. sacharozy w soku owocowym).
- Zmiany z wiekiem są specyficzne do różnych jakości wrażeń smakowych i zapachowych.
- Brak zgodności co do ilościowego aspektu tych zjawisk jest spowodowany między innymi znaczną niejednolitością stosowanej metodyki oraz charakterystyki badanych osób.

Praca jest fragmentem projektu QLK1-CT-1999-00010 „HealthSense", wykonywanego w ramach 5 Ramowego Programu Unii Europejskiej przez Katedrę Żywienia Człowieka SGGW.

Literatura

[1] Altner H.: Physiology of taste. W: Fundamentals of sensory physiology. ed. R.F. Schmidt, Springer-Verlag, New York 1978, s. 218.

[2] Baryłko-Pikielna N., Zawadzka L., Niegowska J., Cybulska I., Sznajderman M.: Taste perception of sodium chloride in suprathreshold concentration related to essential hypertension. Journal of Hypertension, **3**, 1985, S449.

[3] Baryłko-Pikielna N., Matuszewska I., Kozłowska K., Jeruszka M., Roszkowski W.: Perception of sweetness and sourness in apple juice varying in sucrose level in elderly and young adults and its relation to hedonic response. J. of Sensory Studies, 2001 (złożone do druku).

[4] Bellisle F., Louis-Sylvestre J., Demozay F., Blazy D., LeMagnen J.: Cephalic phase of insulin secretion and food stimulation in humans: a new perspective. Am. J. Physiol., **249**, 1985, E639.
[5] Breslin P.A.S.: Interactions among salty, sour and bitter compounds. Trends in Food Sci. Technol., **7**, 1996, 390.
[6] Cain W.S., Stevens J.C.: Uniformity of olfactory loss in aging. Ann. N.Y. Acad. Sci., **561**, 1989, 56.
[7] Christensen C.M., Navazexh M.: Anticipatory salivary flow to the sight of different foods. Appetite, 5, 1984, 307.
[8] Cowart B.J.: Relationship between taste and smell across the adult life span. W: Nutrition and the chemical senses in aging. 1989, eds. C. Murphy, W.S. Cain, D.M. Hegsted, New York Academy of Sciences, New York, s. 39.
[9] Duffy V.B., Backstrand J.R., Ferris A.M.: Olfactory dysfunction and related nutritional risk in free-living, elderly women. J. Am. Diet. Ass., **95**, 1995, 879.
[10] Enns M.P., Van Itallie T.B., Grinker J.A.: Contributions of age, sex and degree of fatness on preferences and magnitude estimation for sucrose in humans. Physiol. Behav., **22**, 1979, 999.
[11] Enns M.P., Hornung D.E.: Comparisons of the estimates of smell, taste and overall intensity in young and elderly people. Chem. Senses, **13**, 1988, 131.
[12] Feldman M., Unger R.H., Walsh J.H.: Effect of atropine on plasma gastrin and somatostatin concentrations during sham feeding in man. Regul. Pept., **12**, 1985, 345.
[13] Gawęcki J., Kostrzewa-Tarnowska A., Zielke M., Wichłacz, E.: Ocena preferencji pokarmowych osób starszych i ich wrażliwości smakowej. Ars Senescendi. Zeszyty Uniwersytetu Trzeciego Wieku, Poznań, **2**, 1995, 85.
[14] Gilmore M.M., Murphy C.: Aging is associated with increased Weber ratios for caffeine, but not for sucrose. Percept. Psychophys., **46**, 1989, 5.
[15] de Graaf C., Polet P., van Staveren W.A.: Sensory perception and pleasantness of food flavors in elderly subjects. J. Geront., **49**, 1994, P93.
[16] de Graaf C., van Staveren W.A., Burema J.: Psychophysical and psychohedonic functions of four common food flavours in elderly subjects. Chem. Senses, **21**, 1996, 293.
[17] Grzegorczyk P.B., Jones S.W., Mistretta C.M.: Age-related differences in salt taste acuity. J. Geront., **34**, 1979, 834.
[18] Henry C.J.K., Ritz P., Roth G.S., Lane M., Solomons N.S.: Report of the IDECG Working Group on the biology of aging. European Journal of Clinical Nutrition, **54**, Suppl. 3, 2000, 157.
[19] de Jong N., de Graaf C., van Staveren W.A.: Effect of sucrose in breakfast items on pleasantness and food intake in the elderly. Physiol. Behav., **60**, 1996, 1453.
[20] de Jong N., Mulder I., de Graaf C., van Staveren W.A.: Impaired sensory functioning in elders: The Relation with its potential determinants and nutritional intake. J. Geront., **54A**, 1999, B1.
[21] Kamath S.K.: Taste acuity and aging. Am. J. Clin. Nutr., **36**, 1982, 766.
[22] Laing D.G., Jinks A.: Flavour perception mechanisms. Trends in Food Sci. Technol., **7**, 1996, 387.
[23] Leblanc J., Brondel L.: Role of palatability on meal-induced thermogenesis in human subjects. Am. J. Physiol., **248**, 1985, E333.
[24] Murphy C.: Age-related effects on the threshold, psychophysical function, and pleasantness of menthol. J. Geront., **38**, 1983, 217.
[25] Murphy C., Nunez K., Withee J., Jałowayski A.A.: The effects of age, nasal airway resistance and nasal cytology on olfactory threshold for butanol. Chem. Senses, **10**, 1985, 418.
[26] Murphy C.: Cognitive and chemosensory influences on age-related changes in the ability to identify blended foods. J. Geront., **40**, 1985, 47.
[27] Murphy C., Cain W.S.: Odor identification: the blind are better. Physiol. Behav., **37**, 1986, 177.

[28] Murphy C., Withee J.: Age-related differences in the pleasantness of chemosensory stimuli. Psych. Aging, **1**, 1986, 312.
[29] Murphy C., Withee J.: Age and biochemical status predict preference for casein hydrolysate. J. Geront., **42**, 1987, 73.
[30] Murphy C., Gilmore M.M.: Quality-specific effects of aging on the human taste system. Percept. Psychophys., **45**, 1989, 121.
[31] Murphy C., Gilmore M.M.: Effects of aging on sensory functioning: Implications for dietary selection. W: Psychological basis of sensory evaluation. 1990, eds. R.L. McBride, H.J.H. MacFie, Elsevier Applied Science, London and New York, s. 19.
[32] Murphy C., Gilmore M.M., Seery C.S., Salmon D.P., Lasker B.R.: Olfactory thresholds are associated with degree of dementia in Alzheimer's disease. Neurobiol. Aging, **11**, 1990, 465.
[33] Murphy C.: Nutrition and chemosensory perception in the elderly. Crit. Rev. Food Sci. Nutr., **33**, 1993, 3-15.
[34] Murphy C.: Loss of olfactory function in dementing disease. Psysiol. Behav., **66** (2), 1999, 177.
[35] Ohara I., Otsuka S.I., Yugari Y.: Cephalic phase response of pancreatic exocrine secretion in conscious dogs. Am. J. Physiol., **254**, 1988, G424.
[36] Philipsen D.H., Clydesdale F.M., Griffin R.W., Stern P.: Consumer age affects response to sensory characteristics of a cherry flavored beverage. J. Food Sci., **60**, 1995, 364.
[37] Powley T.L.: The ventromedial hypothalamic syndrome, satiety and a cephalic phase hypothesis. Psychol. Rev., **84**, 1977, 89.
[38] Rolls B.J.: Do chemosensory changes influence food intake in the elderly? Physiol. Behav., **66**, 1999, 193.
[39] Schiffman S.S.: Changes in taste and smell with age: psychophysical aspects. W: Sensory systems and communication in the elderly. 1979, eds. J.M. Ordy, K.R. Brizzee, Raven Press, New York, s. 227.
[40] Schiffman S.S., Hornak K., Reilly D.: Increased taste thresholds of amino acids with age. Am. J. Clin. Nutr., **32**, 1979, 1622.
[41] Schiffman S.S.: Taste. W: Encyclopedia of aging. 1987a, ed. G.L. Maddox, New York, Springer, s. 655.
[42] Schiffman S.S.: Smell. W: Encyclopedia of aging. 1987b, ed. G.L. Maddox, New York, Springer, s. 618.
[43] Schiffman S.S., Clark C.M., Warwick Z.S.: Gustatory and olfactory dysfunction in dementia: not specific to Alzheimer's disease. Neurobiol. Aging., **11**, 1990, 597.
[44] Schiffman S.: Perception of taste and smell in elderly persons. Crit. Rev. Food Sci. Nutr., **33**, 1993, 17.
[45] Schiffman S.S.: Changes in taste and smell: Drug interactions and food preferences. Nutr. Rev., **52**, 1994, S11.
[46] Shimazu T.: Regulation of glycogen metabolism in liver by the autonomic nervous system vs activation of glycogen synthetase by vagal stimulation. Biochim. Biophys. Acta, **252**, 1971, 28.
[47] Stevens J.C., Plantinga A., Cain W.S.: Reduction of odor and nasal pungency associated with aging. Neurobiol. Aging, **3**, 1982, 125.
[48] Stevens J.C., Bartoshuk L.M., Cain W.S.: Chemical senses and aging: taste versus smell. Chem. Senses, **9**, 1984, 167.
[49] Stevens J.C., Cain W.S., Weinstein D.E.: Aging impairs the ability to detect gas odor. Fire Technol., **23**, 1987, 198.
[50] Stevens J.C., Cain W.S.: Old-age deficits in the sense of smell as gauged by thresholds, magnitude matching and odor identification. Psychol. Aging, **2**, 1987, 36.

[51] Stevens J. C. Dadarwala A. D.: Variability of olfactory threshold and its role in assessment of aging. Percept. Psychophys., **54**, 1993, 296-302.
[52] Stevens J.C., Cain W.S.: Changes in taste and flavor in aging. Crit. Rev. Food Sci. Nutr., **33**, 1993, 27.
[53] Stevens J.C.: Detection of tastes in mixture with other tastes: Issues of masking and aging. Chem. Senses, **21**, 1996, 211.
[54] Teff K.L., Mattes R.D., Engelman K.: Cephalic phase insulin release in normal weigh males: verification and reliability. Am. J. Physiol., **261**, 1991, E430.
[55] Teff K.L., Levin B.L., Engelman K.: Oral sensory stimulation in men: effects on insulin, c-peptide and catecholamines. Am. J. Physiol., **265**, 1993, R1223.
[56] Teff K.L., Townsend R.: Effect of atropine and early insulin infusion on postprandial glucose, indulin and glucagon levels in obese and normal weight individuals. Diabetes, **45**, 1996, 97A.
[57] Weiffenbach J.M., Baum B.J., Burghauser R.: Taste thresholds: quality specific variation with human aging. J. Geront., **37**, 1982, 700.
[58] Weiffenbach J.M., Cowart B.J., Baum B.J.: Taste intensity perception in aging. J. Geront., **41**, 1986, 460.
[59] Wysocki C.J., Pelchat M.L.: The effects of aging on the human sense of smell and its relationship to food choice. Crit. Rev. Food Sci. Nutr., **33**, 1993, 63.
[60] Zandstra E.H., de Graaf C.: Sensory perception and pleasantness of orange beverages from childhood to old age. Food Quality and Preference, **9**, 1998, 5.
[61] Yamazaki M., Sakaguchi S.: Effects on D-glucose anomers on sweetness taste and insulin release in man. Brain Res. Bull., **17**, 1986, 271.

AGE-RELATED CHANGES IN SENSORY PERCEPTION AND THEIR NUTRITIONAL IMPLICATIONS

Summary

A review of the literature concerning changes in sensory perception in the elderly and their nutritional importance has been made. Age-related changes in chemoperception affect significantly food choice and intake and subsequent physiological processes. They are manifested in decreased sensitivity, impaired ability to recognize olfactory and gustatory stimuli, and a shift in their most satisfactory intensity. The magnitude of the above age-related changes is specific for the quality of various taste and odour stimuli, with great individual variability. For lack of methodological standardisation of experimental studies in this area, it is difficult to quantify the observed phenomena.