

NINA BARYŁKO-PIKIELNA, MAŁGORZATA JAWOR-KULESZA

FUNKCJE ŻYWNÓŚCI I JEJ SKŁADNIKÓW W KSZTAŁTOWANIU PROCESÓW PSYCHOLOGICZNYCH

Streszczenie

Spożywana żywność nie tylko wpływa na fizyczną kondycję i zdrowie człowieka, ale również odgrywa istotną rolę w rozwoju i kształtowaniu jego sprawności poznawczej i intelektualnej aktywności w ciągu całego życia. Oba aspekty są równie ważne dla dobrostanu człowieka. Przedstawiono przegląd wyników badań relacji pomiędzy żywnością, jej składnikami oraz ich wzajemnymi proporcjami, a rozwojem mózgu i kształtowaniem się potencjału intelektualnego dziecka, bezpośredniego wpływu posiłku i jego składu na sprawność poznawczą i psychomotoryczną człowieka w różnym wieku, a także jego stany emocjonalne i samopoczucie.

Wprowadzenie

Istota pojęcia żywności funkcjonalnej sprowadza się do stwierdzenia, że żywność i jej składniki w ilościowo-jakościowym zestawie dziennej diety może i powinna nie tylko zaspokajać potrzeby człowieka w zakresie energii i składników, ale również oferować szersze i bardziej wielostronne funkcje profilaktyczno-zdrowotne, zapobiegając powstawaniu lub zmniejszając ryzyko wielu schorzeń, przede wszystkim z grupy tzw. chorób cywilizacyjnych. Dzięki tym cechom żywność funkcjonalna może stanowić ważny potencjalny czynnik przedłużenia życia człowieka z zachowaniem dobrego zdrowia oraz pełnej aktywności życiowej przez cały czas jego trwania - czyli przyczyniać się istotnie do ogólnego dobrostanu człowieka.

Zastanawiające jest jednak, że zarówno w naukowych czasopismach żywieniowych, jak i na konferencjach naukowych, a także w mediach, znacznie więcej uwagi poświęca się potencjalnemu wpływowi żywności i składników na fizyczne zdrowie człowieka, niż jej potencjalnej i rzeczywistej roli w kształtowaniu jego sprawności i aktywności intelektualnej oraz dobrego samopoczucia emocjonalnego – chociaż nie ulega wątpliwości, że oba te aspekty są w życiu człowieka równie ważne.

Badania z tego zakresu choć mniej znane są jednak prowadzone i publikowane. Niedawno dokonany obszerny i systematyczny ich przegląd oparty został na blisko 200 oryginalnych pracach doświadczalnych, w większości wykonanych w ostatniej dekadzie [1]. Chociaż badania są stosunkowo liczne, wiedza na temat wpływu żywności i jej składników na centralny system nerwowy (CSN) i jego wyższe funkcje poznawcze i afektywne jest ciągle fragmentaryczna lub niejednoznaczna i niepełna. Jako przyczyny tego stanu wymienia się m.in. szczególną biochemiczną i biofizyczną złożoność zjawisk i procesów zachodzących w CSN pod wpływem różnych uwarunkowań, trudności i ograniczenia w pracach eksperymentalnych (na ludziach) oraz trudności ekstrapolacji wnioskowania z eksperymentów przeprowadzonych na zwierzętach doświadczalnych na ludzi, relatywność wyników do czasu trwania eksperymentu, trudności metodyczne związane z testami psychologicznymi, odpowiednimi do tego typu badań oraz interferencje innych, niemożliwych do wyeliminowania i trudnych do kontrolowania czynników zmienności (genetycznych, środowiskowych, socjalnych).

Pomimo tych trudności i ograniczeń, postęp wiedzy jest znaczny. Poniżej przedstawione zostaną w skrócie niektóre kierunki i wyniki badań długotrwałego i doraźnego wpływu spożywanej żywności w ogóle oraz niektórych jej składników na funkcjonowanie CSN oraz jego aspekty psychologiczne, poznawcze i emocjonalne.

Żywność, a poziom neurotransmiterów w mózgu

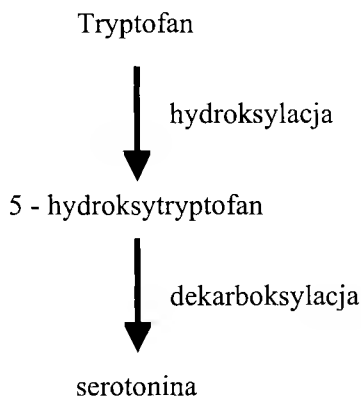
Postęp w biochemii białek i biologii molekularnej przyczynił się m.in. do identyfikacji i poznania właściwości niektórych białek znajdujących się w mózgu, co może się przyczynić do zrozumienia funkcjonowania mózgu na poziomie molekularnym. Jest to jednak ciągle wiedza fragmentaryczna. Zadanie jest bowiem niezmiernie złożone: w świetle aktualnego stanu wiedzy przypuszcza się, że w mózgu człowieka może znajdować się nawet kilkadziesiąt tysięcy białek o różnych właściwościach i funkcjach przekazywania informacji w sieci neuronów mózgu [17].

Nie ulega kwestii, że pierwotnym substratem do syntezy i enzymatycznej transformacji znajdujących się w mózgu białek i ich pochodnych jest białko spożywanej żywności. Przykładem mogą być neurotransmitery, biogenne monoaminy, dla których prekursorami w większości są aminokwasy. Neurotransmitery znajdują się w połączeniach synaptycznych neuronów spełniając podstawową rolę w przekazywaniu informacji w postaci impulsów nerwowych. Impulsy elektryczne przewodzone przez neurony powodują uwolnienie określonej ilości neurotransmitera, co spełnia rolę rodzaju tłumaczenia tych sygnałów na język mózgu, czyli rodzaj kodu informatycznego.

Zidentyfikowano dotąd sześć substancji neurotransmiterowych i ich prekursorów; prekursorami pięciu z nich są aminokwasy (podane w nawiasach): serotonina (tryptofan), dopamina (tyrozyna), adrenalina (tyrozyna), noradrenalina (tyrozyna), kw.

γ -aminomasłowy (kw. glutaminowy). Jedynym prekursorem szóstego – acetylocholin – jest cholina.

Pierwszym krokiem transformacji aminokwasów, regulującym stopień uwalniania neurotransmiterów jest ich hydroksylacja, zaś następnym – dekarboksylacja, jak to pokazano na przykładzie serotoniny:



Ponieważ tryptofan jest aminokwasem egzogennym, właśnie poziom serotoniny jest w największym stopniu uzależniony od bezpośredniego dostarczenia jej prekursora z pożywieniem. Tryptofan występuje w stosunkowo niewielkich ilościach, i to nie we wszystkich białkach. Enzym odpowiedzialny za transformację tryptofanu do serotoniny – hydroksylaza tryptofanowa – charakteryzuje się niewielką intensywnością działania: działa on efektywnie tylko wtedy, gdy stężenie tryptofanu we krwi wzrasta powyżej normalnego – to znaczy, kiedy jest on dostarczony w większej „dawce” wraz z pożywieniem. Zależności te wyraźnie wskazują, dlaczego powstawanie i poziom serotoniny jest w znacznie większym stopniu zależne od ilości i składu dziennej diety, niż np. powstawanie i poziom katecholamin.

Przykład powyższy jest jednostkową ilustracją złożonych zależności pomiędzy spożytą żywnością, a przekazywaniem i obróbką informacji przez CSN, co stanowi podstawę procesów psychologicznych.

Rola żywności i jej składników we wczesnych fazach kształtowania się i rozwoju mózgu człowieka

Okresem, w którym wpływ ilości i jakości żywności ma krytyczne znaczenie dla rozwoju mózgu i jego potencjału jest ostatni okres rozwoju płodowego i pierwsze miesiące życia dziecka. Jest to czas bardzo szybkiego rozwoju mózgu – zarówno ilościowego (masa mózgu zwiększa się ponad pięciokrotnie), jak i jakościowego (intensyw-

nego doskonalenia jego struktury, tworzenie się, reorganizacja i specjalizacja połączeń synaptycznych). Prawidłowy przebieg tych procesów wymaga dostarczenia odpowiedniej ilości substratów z pożywieniem. Istnieją przekonujące dowody naukowe, że dostępność w tym czasie składników odżywczych w odpowiednich ilościach i proporcjach ma krytyczny wpływ na rozwój mózgu, „programując” jego potencjał i funkcje w dalszych okresach życia; i odwrotnie, niedobory jakościowe i ilościowe tych składników w nieodwracalny sposób ten potencjał ograniczają.

Obserwowany w ciągu ostatnich kilku dekad w populacjach krajów rozwiniętych trend sekularny, charakteryzujący się ciągłym podwyższaniem średniego wskaźnika inteligencji (obok dobrze znanego podwyższania średniego wzrostu ciała) przypisywany jest wyraźnemu polepszeniu żywienia dzieci we wczesnym okresie ich życia [15].

Z drugiej strony w wielu badaniach przeprowadzonych głównie w krajach trzeciego świata wykazano, że głębokiemu niedożywieniu niemowląt i małych dzieci, charakteryzującemu się połączonym niedoborem energii, białka i innych składników odżywczych, towarzyszy znaczące ograniczenie ich zdolności poznawczych i intelektualnych możliwości w dalszych latach życia [6, 16]. Zidentyfikowano negatywne wpływy niedoboru szeregu składników odżywczych na rozwój mózgu u noworodków i niemowląt.

Do najbardziej znaczących składników należy białko. Badania przeprowadzone zarówno na wcześniakach, jak i normalnie urodzonych dzieciach wykazały, że ilościowo-jakościowe niedobory białka w pierwszych tygodniach ich życia w znaczącym stopniu wpływały na ograniczenie ich umysłowego i psychomotorycznego rozwoju obserwowanego, gdy osiągnęły one wiek 18 miesięcy w porównaniu z grupą kontrolną [5, 24].

Niedobory jodu są obecnie uznawane za najczęściej występującą w skali światowej nie-genetyczną przyczynę kretynizmu i zacofania umysłowego [33]. Wykazano również, że w rejonach, gdzie występują niedobory jodu, jego suplementacja u kobiet i mężczyzn w wieku rozrodczym może zapobiec nieodwracalnym negatywnym zmianom neurologicznym u dzieci – natomiast późniejsze podawanie jodu (ciąża, karmienie) jest już mniej skuteczne [38].

Niedobory żelaza (np. anemia na tle niedoboru Fe) powodują późniejsze trudności w skupieniu uwagi, niższe wskaźniki inteligencji, zakłócenia w percepcji zmysłowej i zmiany w reakcjach emocjonalnych [16, 29]. Żelazo uczestniczy i pośredniczy w wielu reakcjach komórkowych i procesach metabolicznych, w tym w syntezie prawie wszystkich neurotransmiterów oraz tworzeniu mieliny stanowiącej otoczkę włókien nerwowych [16]. Jednocześnie wiadomo, że nadmiar Fe jest neurotoksyczny.

Również niedobory cynku w pożywieniu niemowlęcia upośledzają rozwój mózgu, ograniczają zdolności uczenia się, pamięć oraz ogólną aktywność. U niemow-

łąt z niską masę urodzeniową stwierdzono poprawę zdolności ruchowych, koordynacji i ogólnej aktywności po uzupełnieniu pokarmu cynkiem [28].

Ogromną rolę w rozwoju centralnego systemu nerwowego u dziecka odgrywają lipidy. Jest to zrozumiałe, jeśli weźmiemy pod uwagę, że stanowią one 50–60% masy mózgu i główny element podstawowej jego struktury. Ważny jest także jakościowy skład lipidów pożywienia, a głównie odpowiednia ilość w nim długołańcuchowych wielonienasyconych kwasów tłuszczowych (PUFA), a w szczególności kwasów dekozoheksanowego (DHA) oraz arachidonowego (AA) [14].

Najlepszym ich źródłem jest pokarm matki, oczywiście przy właściwym jej żywieniu w okresie laktacji. Natomiast większość gotowych mieszanek pokarmowych dotychczas nie zawierała tych kwasów w postaci gotowej do ich inkorporacji do tkanki mózgowej. Choć organizm noworodka posiada zdolność syntezy długołańcuchowych PUFA z niezbędnych nienasyconych kwasów tłuszczowych, wskazuje się, że wydajność tej syntezy jest stosunkowo niska i niewystarczająca [8, 27]. Stąd u dzieci karmionych sztucznie poziom DHA i AA w lipidach krwi i w mózgu jest znacznie niższy, niż u dzieci karmionych piersią [20]. Jeśli jednak mieszanki pokarmowe przeznaczone dla dzieci w pierwszych miesiącach ich życia uzupełniono odpowiednimi ilościami DHA i AA, karmione nimi dzieci wykazywały istotnie lepsze wskaźniki rozwoju umysłowego w wieku 10 miesięcy w porównaniu z grupą kontrolną, która tej suplementacji nie otrzymywała [35].

Inną ważną funkcją składu diety matki karmiącej oraz pokarmu dziecka w okresie niemowlęctwa jest kształtowanie się wrażliwości i preferencji (a także i awersji) smakowo-zapachowych, mające istotny wpływ na wybór i spożycie żywności w dalszych okresach życia i ich konsekwencje zdrowotne [21].

Przytoczone wyniki badań jednoznacznie wskazują, że żywienie w okresie „burzliwego rozwoju mózgu” dziecka (0–2 lat) ma obok stymulacji fundamentalną wagność dla rozwoju umysłowego dziecka i tworzenia jego potencjału intelektualnego na całe życie: niedobory istotnych składników w nieodwracalny sposób go ograniczają.

Niedożywienie u dzieci w starszym wieku i dorosłych także ogranicza sprawność i aktywność intelektualną – jednakże zmiany te na ogół ustępują po przywróceniu normalnego, pełnowartościowego żywienia.

Posilek lub jego brak, a sprawność poznawcza i psychomotoryczna

Jeśli mózg reaguje tak bezpośrednio na „dowóz” prekursorów neurotransmiterów, jak przedstawiono wyżej, można przypuszczać, że będzie to miało wpływ na sprawność jego działania. Ta hipoteza zapoczątkowała inny kierunek badań relacji żywienie / sprawność umysłowa człowieka, oparty o specjalny typ badań eksperymentalnych, nazywanych „manipulacją żywieniową”. Zasadą eksperymentu jest porównywanie wyników tych samych testów psychologicznych (wykonywanych oczywiście przez tę

samą, specjalnie dobraną grupę osób), przeprowadzanych po spożyciu posiłku, względnie z jego pominięciem. Najliczniejsze badania dotyczą wpływu spożycia, lub pominięcia pierwszego posiłku (śniadania) na wyniki testów pamięciowych, sprawdzających zdolność skupienia uwagi, zdolność kreatywnego myślenia, rozwiązywania problemów logicznych i innych podobnych zadań przy użyciu specjalnie opracowanych testów, dających wymierne liczbowe wyniki. Eksperymenty przeprowadzano zarówno na ludziach dorosłych, jak i dzieciach [7, 31].

Generalnie stwierdzono, że omięcie porannego posiłku pogarsza wyniki większości testów – innymi słowy, że spożycie śniadania ma zdecydowanie pozytywny doraźny wpływ na sprawność intelektualną człowieka, niezależnie od badanej grupy wiekowej.

Gdy stosując analogiczny układ eksperymentu porównywano wpływ śniadania wysoko- i niskoenergetycznego, lepsze wyniki uzyskiwano na ogół po śniadaniu wysokoenergetycznym – u dzieci szczególnie w testach sprawdzających kreatywność i zdolność skupienia uwagi oraz czas reakcji [37], zaś u dorosłych oprócz wymienionych, także w testach pamięciowych [22].

W grupach dzieci i młodzieży różnice w wynikach większości testów w zależności od poziomu energii w posiłku były wyraźniej zaznaczone; szczególnie dotyczyło to dzieci gorzej odżywionych [34]. Przypuszcza się, że różnice te mogą być związane z poziomem glukozy we krwi, wyższym po posiłkach bogatych w węglowodany.

Wpływ posiłku lub jego braku na sprawność umysłową mierzoną wymienionymi wyżej testami jest zależny jednak także od pory dnia. Gdy analogiczne „manipulacje żywieniowe” dotyczyły posiłku południowego (lunch’u), po posiłku notowano u większości badanych gorsze skupienie uwagi i dłuższy czas reakcji, niż przy pominięciu posiłku. Przypuszcza się, że wpływ posiłku na sprawność umysłu zależy od rytmów okołodobowych, czyli „zegara biologicznego”, regulującego fizyczną i umysłową aktywność człowieka w ciągu doby; brak jest jednak jednoznacznych dowodów eksperymentalnych potwierdzających to przypuszczenie [31].

Przedstawiony przegląd wybranych aspektów zależności funkcjonowania centralnego systemu nerwowego i procesów psychologicznych od diety, jej składu, poziomu energii, a także rozkładu posiłków w ciągu dnia, wskazuje dowodnie, że taka zależność niewątpliwie istnieje, choć dostarczenie jednoznacznych dowodów eksperymentalnych i wyjaśnienie mechanizmów szczegółowych relacji jest bardzo trudne ze względu na ich złożoność i interferencję innych czynników środowiskowych i genetycznych.

Dlatego w dokonanym niedawno krytycznym przeglądzie dotychczasowych badań w omawianym zakresie, ich metodyki oraz testowanych hipotez zwrócono uwagę na konieczność ścisłego określenia kryteriów, oparcia testowanych hipotez o ugruntowaną wiedzę, poprawnego i ściśle kontrolowanego układu eksperymentu oraz metody-

ki testowania pozwalającej na liczbowe ujęcie wyników i statystyczną ich interpretację [1].

Składniki żywności i ich proporcje, a sprawność intelektualno – poznawcza

Ponieważ, jak wskazano wyżej, spożycie posiłku lub jego brak, jak również skład posiłku znajdują bezpośrednie odbicie w zmianach aktywności i sprawności poznawczej człowieka, szereg prac poświęcono wyjaśnieniu, które składniki żywności, w jakich ilościach i wzajemnych proporcjach wpływają na procesy i funkcje psychologiczne. Jednym z pierwszych problemów, którym zajęto się już we wczesnych latach siedemdziesiątych, był związek pomiędzy stosunkiem tryptofanu do węglowodanów w posiłku, a poziomem serotoniny w mózgu [10] oraz jego wpływem na neurotransmisję oraz sprawność poznawczą człowieka. Stwierdzono w nich, że wysokowęglowodanowy posiłek (o bardzo niskim poziomie białka) promuje „aktywny transport” tryptofanu do mózgu i podniesienie poziomu serotoniny. Nowsze badania nie potwierdziły jednak w pełni tej tezy [18]. Nie stwierdzono wyraźnych różnic w wynikach obiektywnych testów sprawdzających sprawność poznawczą przy różnych proporcjach białko/węglowodany w posiłku – natomiast badane osoby wskazywały w wypełnianym kwestionariuszu na poprawę subiektywnego samopoczucia po posiłku bogatym w węglowodany [19].

Wiele uwagi poświęcono bezpośredniemu efektowi spożycia glukozy na wyniki testów. Wykazano, że spożycie dawki glukozy (np. w postaci napoju słodzonego tym cukrem) powodowało poprawę pamięci i zdolności rozwiązywania zadań logicznych u osób dorosłych w różnym wieku [3, 4].

Natomiast nie potwierdzono jednoznacznie psychostymulującego wpływu witamin, w tym kwasu foliowego u ludzi dorosłych. Wcześniejsze badania sugerują, że u ludzi w wieku podeszłym suplementacja diety witaminami polepsza pamięć i niektóre funkcje poznawcze [12]. W analogicznych badaniach u dzieci zwrócono uwagę, że w interpretacji wyników wpływu suplementacji witaminowej na sprawność umysłową ważne jest uwzględnienie ogólnego stanu odżywienia dziecka: suplementacja witaminami i/lub składnikami mineralnymi diety niedoborowej, częściej u dzieci w krajach rozwijających się, daje wyraźniejsze pozytywne efekty poprawy sprawności umysłowej, niż ta sama suplementacja diety pełnowartościowej, będącej na ogół udziałem dzieci z europejskich i pozaeuropejskich krajów rozwiniętych [25].

Psychostymulujące działanie używek

Omawiając wpływ spożywanej żywności i napojów przez współczesnego człowieka, na procesy psychologiczne, nie można pominąć psychostymulującego działania używek, przede wszystkim popularnego w wielu krajach napoju, jakim jest kawa. Ka-

wa, a ściślej zawarta w niej kofeina jest znana jako psychostymulator o silnym i wszechstronnym działaniu, co wykazano w licznych badaniach [23, 30]. Poprawia ona sprawność poznawczą (zdolność skupienia uwagi, pamięć operacyjną, zdolność rozwiązywania problemów logicznych), jak również sprawność psychomotoryczną (podejmowania decyzji i czas reakcji); doraźnie wzmacnia aktywność i usuwa uczucie senności i znużenia. Poziom spożycia kofeiny, który daje najlepsze wyniki tej stymulacji jest przedmiotem dyskusji. Wskazuje się, że jest on indywidualnie zróżnicowany, zależy również od typu osobowości człowieka [32].

Drugą psychostymulującą używką jest alkohol. W niewielkich dawkach ma on wyraźny, pozytywny wpływ na funkcje poznawcze i dlatego bywa używany jako standard odniesienia w badaniach nad wpływem „żywnościowych manipulacji” lub składników żywności na te funkcje. Natomiast w przeciwieństwie do kofeiny drastycznie obniża sprawność psychomotoryczną i zdolność ciągłego skupienia uwagi [13].

Wpływ żywności na stany afektywne (emocjonalne) człowieka

Omawiając kompleksowy wpływ żywności i jej składników na procesy psychologiczne, nie można pominąć ich wpływu na subiektywnie odczuwany nastrój i ogólne psychiczne samopoczucie, odgrywające istotną rolę w ogólnym dobrostanie człowieka. Dysforia, stan w którym człowiek czuje się niedobrze, nieswojo lub nieszczęśliwie, kompensowany jest często nadmiernym spożyciem żywności bogatej węglowodanami i cukry proste lub nieproporcjonalnym wzrostem preferencji dla takiego typu produktów; często ma to miejsce u ludzi cierpiących na okresowe depresje [11, 36]. Jednym z możliwych mechanizmów tego zjawiska jest fakt, że doraźnemu dostarczeniu znacznej ilości energii zazwyczaj towarzyszy doraźna poprawa nastroju [18].

Hipotezę dotyczącą odpowiedzialności braku równowagi metabolicznej serotoniny w mózgu za zakłócenia w spożyciu żywności (anoreksja, bulimia) i stany afektywne, wysunęli Wurtman i Fernstrom [9]. Przypuszczali oni, że przyczyną odchyień od tej równowagi może być niedostateczna podaż tryptofanu w spożywanej żywności. Jednakże badania eksperymentalne podjęte dla potwierdzenia powyższej hipotezy nie dały jednoznacznych wyników; wskazuje się na potrzebę ich kontynuowania [2, 26].

Przedstawiony przegląd relacji pomiędzy żywnością, a niektórymi procesami i zjawiskami psychologicznymi, choć fragmentaryczny i niepełny, wskazuje dowodnie, że spożywana żywność i jej składniki wpływają na funkcjonowanie centralnego systemu nerwowego na poziomie molekularnym. Znajduje to odzwierciedlenie we wpływie żywności na szeroką gamę efektów psychologicznych – od aktywności intelektualnej i sprawności poznawczej, aż po stany emocjonalne, graniczące nawet z psychopatologią.

Te psychologiczne funkcje żywności są jednak mniej poznane i znacznie rzadziej eksponowane, niż jej funkcje w utrzymaniu fizycznego zdrowia i kondycji człowieka.

Dlatego rozważając koncepcję żywności funkcjonalnej i jej potencjalne znaczenie dla zapewnienia ogólnego dobrostanu człowieka, jej wpływ na psychologiczne aspekty tego dobrostanu nie może być pomijany.

LITERATURA

- [1] Bellisle F., Blundell J.E., Dye L., Fantino M., Fern E., Fletcher R.J., Lambert J., Roberfroid M., Spector S., Westenhofer J., Westerterp-Plantenga M.S.: Functional food science and behaviour and psychological functions. *British Journal of Nutrition*, **80**, Suppl. 1, 1998, S173-S193.
- [2] Benkelfat C., Ellenbogen M.A., Palmour R.M., Young S.N.: Mood-lowering effect of tryptophan depletion: enhanced susceptibility in young men at genetic risk for major affective disorders. *Archives of General Psychiatry*, **51**, 1994, 687-697.
- [3] Benton D., Owens D.: Blood glucose and human memory. *Psychopharmacology*, **113**, 1993, 83-88.
- [4] Benton D., Owens D., Parker P.: Blood glucose, memory and attention. *Neuropsychologia*, **115**, 1994, 129.
- [5] Bhatia J., Rassin D.K., Cerreto M.C., Bee D.E.: Effect of protein-energy ratio on growth and behaviour of premature infants: preliminary findings. *Journal of Pediatrics*, **119**, 1991, 103-110.
- [6] Cravioto J., Cravioto P.: Mental development and malnutrition. In: *Long-term Consequences of Early Feeding*. [Boulton J., Laron Z., Rey J., editors]. Philadelphia, PA: Lippincott-Raven. 1996, pp. 35-56.
- [7] Chandler A.M.K., Walker S.P., Connolly K., Grantham-McGregor S.M.: School breakfast improves verbal fluency in undernourished Jamaican children. *Journal of Nutrition*, **125**, 1995, 894-900.
- [8] Demmelmair H., von Schenck U., Behrendt E., Sauerwald T., Koletzko B.: Estimation of arachidonic acid synthesis in fullterm neonates using natural variation of C-abundance. *Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition*, **21**, 1995, 31-36.
- [9] Fernstrom J.: The effect of dietary macronutrients on brain serotonin formation. In: *Appetite and Body Weight Regulation*. [Fernstrom J.D., Miller G.D., editors]. Boca Raton, FL: CRC Press. Inc. 1994, pp. 51-62.
- [10] Fernstrom J.D., Wurtman R.J.: Brain serotonin content: physiological dependence on plasma tryptophan levels. *Science*, **173**, 1972, 149-151.
- [11] Fernstrom M.H., Krowinski R.L., Kupfer D.J.: Appetite and food preference in depression: effects of imipramine treatment. *Biological Psychiatry*, **22**, 1987, 529-539.
- [12] Goodwin J.S., Goodwin J.M., Garry P.J.: Association between nutritional status and cognitive functioning in a healthy elderly population. *Journal of the American Medical Association*, **249**, 1983, 2917-2921.
- [13] Hindmarch I., Kerr J.S., Sherwood N.: The effects of alcohol and other drugs on psychomotor performance and cognitive function. *Alcohol and alcoholism*, **26**, 1991, 71-79.
- [14] Koletzko B.: Fats for brains. *European Journal of Clinical Nutrition*, **46**, Suppl. 1, 1992, S51-S62.
- [15] Koletzko B., Aggett P.J., Bindels J.G., Bung P., Ferre P., Gil A., Lentze M.J., Roberfroid M., Strobel S.: Growth, development and differentiation: a functional food science approach. *British Journal of Nutrition*, **80**, Suppl. 1, 1998, S5-S45.
- [16] Kretchmer N., Beard J.L., Carlson S.E.: The role of nutrition in the development of normal cognition. *American Journal of Clinical Nutrition*, **63**, 1996, 997S-1001S.
- [17] Kuźnicki J., Filipek A.: Nowe białko w mózgu. *Nauka i Przyszłość*, **7**, 1999, 7-8.

- [18] Lieberman H.R., Spring B., Garfield G.S.: The behavioral effects of food constituents: strategies used in studies of amino acids, protein, carbohydrates and caffeine. *Nutrition Reviews*, **44**, 1986, Suppl., 61-69.
- [19] Llyod H.M., Rogers P.J., Hedderley D. I.: Acute effects on mood and cognitive performance of breakfasts differing in fat and carbohydrate content. *Appetite*, **27**, 1996, 151-164.
- [20] Makrides M., Neumann M.A., Byard R.W., Simmer K., Gibson R.A.: Fatty acid composition of brain retina and erythrocytes in breast- and formula-fed infants. *American Journal of Clinical Nutrition*, **60**, 1994, 189-194.
- [21] Mennella J.A., Beauchamp G.K.: The transfer of alcohol to human milk: effects on flavor and the infant's behavior. *New England Journal of Medicine*, **325**, 1991, 981-985.
- [22] Michaud C., Musse N., Nicolas J.P., Mejean L.: Effects of breakfast-size on short-term memory, concentration, mood and blood glucose. *Journal of Adolescent Health*, **12**, 1991, 53-57.
- [23] Mitchell P.J., Redman J.R.: Effects of caffeine, time of day and user history on study-related performance. *Psychopharmacology*, **109**, 1992, 121-126.
- [24] Morley R., Lucas A.: Early diet and outcome in prematurely born children. *Clinical Nutrition*, **12**, 1993, Suppl., 6-11.
- [25] Nelson M.: Vitamin and mineral supplementation and academic performance in schoolchildren. *Proceedings of the Nutrition Society*, **51**, 1992, 303-313.
- [26] Reid M., Hammersley R.: Effect of carbohydrate intake on subsequent food intake and mood state. *Physiology and Behaviour*, **54**, 1995, 421-427.
- [27] Sauerwald T.U., Hachey D.L., Jensen C.L., Heird W.C.: New insights into the metabolism of long-chain polyunsaturated fatty acids during infancy. *European Journal of Medical Research*, **2**, 1997, 88-92.
- [28] Sazawal S., Bentley M., Black R.E., Dhingra P., George S., Bhan M.K.: Effect of zinc supplementation on observed activity in low socioeconomic Indian preschool children. *Pediatrics*, **98**, 1996, 1132-1137.
- [29] Sheard N.F.: Iron deficiency and infant development. *Nutrition Reviews*, **52**, 1994, 137-140.
- [30] Smith A., Kendrick A., Maben A.L.: Use and effects of food and drinks in relation to daily rhythms of mood and cognitive performance. Effects of caffeine, lunch and alcohol on human performance, mood and cardiovascular function. *Proceedings of the Nutrition Society*, **51**, 1992, 325-333.
- [31] Smith A.P., Kendrick A., Maben A.L., Salmon J.: Effects of breakfast and caffeine on cognitive performance, mood and cardiovascular functioning. *Appetite*, **22**, 1994, 39-55.
- [32] Smith A.P., Rusted J.M., Savory M., Eaton-Williams P., Hall S.R.: The effects of caffeine, impulsivity and time of day on performance, mood and cardiovascular function. *Journal of Psychopharmacology*, **5**, 1991, 120-128.
- [33] Stanbury J.B.: (editor) *The Damaged Brain of Iodine Deficiency: Cognitive, Behavioral, neuromotor and Educative Aspects*. Elmsford NY: Cognizat Communication. 1994.
- [34] Vaisman N., Voet H., Akivis A., Vakil E.: Effect of breakfast timing on the cognitive functions of elementary school students. *Archives of Pediatric and Adolescent Medicine*, **150**, 1996, 1089-1092.
- [35] Willatts P., Forsyth J.S., DiModugno M.K., Varma S., Colvin M.: Effect of longchain polyunsaturated fatty acids in infant formula on problem solving at 10 months of age. *Lancet*, **352**, 1998, 688-691.
- [36] Wurtman J.J.: The involvement of brain serotonin in excessive carbohydrate snacking by obese carbohydrate cravers. *Journal of the American Dietetic Association*, **84**, 1984, 1004-1007.
- [37] Wyon D.P., Abrahamsson L., Jartelius M., Fletcher R.J.: An experimental study of the effects of energy intake at breakfast on the test performance of 10-year-old children in school. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, **48**, 1997, 5-12.

- [38] Xhe-Yi C., Xin-Min J., Zhi-Hong D., Rakeman M.A., Ming-Li Z., O'Donnell K., Tai M., Amette K., DeLong N., DeLong R.: Timing of vulnerability of the brain to iodine deficiency. *New England Journal of Medicine*, **331**, 1994, 1739-1744.

FUNCTION OF FOOD AND FOOD COMPONENTS IN PSYCHOLOGICAL PROCESSES

S u m m a r y

Ingested food not only affects human physical health, but also plays an important role in a development and maintenance of cognitive performance and intellectual activity throughout the whole life. Both aspects equally contribute to human wellbeing . The review of research results concerning relation between food and diet, its components and their relation to each other - and some psychological processes has been presented. In particular it covers the effect of food on early brain development and intellectual potential of a child, direct effect of the meal and its composition on cognitive and psychomotor performance in children, adults and elderly, as well as the influence on affective status of humans. ❖